

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Редакция литературы по новой технике

© 1981 by Prentice-Hall, Inc.

© Перевод на русский язык, «Мир», 1984

Предисловие редактора перевода

Электроника представляет собой одну из самых современных областей науки и техники. Доступность, наглядность и практическая полезность результатов, возможность проявить свои творческие способности — все это привлекает к разработке и изготовлению разнообразных электронных устройств огромное число людей. За несколько десятилетий своего развития радиолюбительская практика прошла путь от изготовления простейших детекторных приемников до создания современных сложных электронных систем, которые по ряду показателей превосходят промышленные образцы. Многие новые виды схем, предложенные радиолюбителями, вошли в золотой фонд электроники и широко используются в аппаратуре различного назначения.

Новый этап в развитии радиолюбительства наступил после разработки микроэлектронной технологии, которая предоставила в распоряжение радиолюбителей интегральные микросхемы — миниатюрные и дешевые изделия, выполняющие функции сложных электронных схем, которые раньше приходилось собирать из сотен и тысяч отдельных деталей. Используя микросхемы, современные радиолюбители могут создавать весьма сложную аппаратуру, изготовление которой ранее было практически невозможно. Существенно расширилась номенклатура электронных устройств, создаваемых радиолюбителями. Если раньше это были в основном радиоприемники и радиопередатчики, устройства для записи и воспроизведения звука, то теперь в круг интересов радиолюбителей вошли электронные игры, электромзыкальные инструменты, устройства сигнализации, системы управления различной бытовой техникой и др.

Уже в течение ряда лет в отечественных научно-технических изданиях публикуются различные варианты электронных схем, выполненных на базе интегральных микросхем. Однако фундаментальные работы по данной проблематике, ориентированные на широкую радиолюбительскую аудиторию, до последнего времени отсутствовали. Предлагаемая читателю книга призвана восполнить этот пробел.

Материал настоящей книги носит справочно-информационный характер. Книга содержит свыше 100 схем, построенных на базе современных интегральных микросхем, предназначенных для применения в разнообразной бытовой технике: радиоприемниках, магнитофонах, электронных играх и т. п. Вместе со схемами дается качественное описание принципа их работы, без глубокого анализа или расчета характеристик, что делает книгу доступной для читателя, не имеющего специальной подготовки. Книга будет полезной и интересной как для радиолюбителя, только начинающего свой путь в увлекательный мир электроники, так и для опытного специалиста, который найдет здесь оригинальные схемные решения. Ниже приводится список отечественных аналогов и возможных вариантов замены зарубежных микросхем, использованных в книге, что обеспечивает практическую реализацию почти всех рассмотренных схем.

Данная книга, несомненно, представляет значительный интерес для широкого круга советских радиолюбителей, а также принесет пользу профессиональным специалистам, работающим в области создания бытовой и промышленной электронной техники.

И. И. Шагурин

Таблица. Список аналогов и возможных вариантов замены зарубежных микросхем

Зарубежные ИС	Аналог или варианты замены
555	КР 1006ВИ1
556	2 ИС КР 1006ВИ1
4011	К176ЛА7
4012	К176ЛА8
4017	К176ИЕ8
4020	3 ИС К176ИЕ2 или 2 К176ИЕ1 + логическая схема, обеспечивающая требуемый коэффициент пересчета
4027	К176ТВ1
4543	К176ИД2
7400, 74LS00	К155ЛА3

7402
74LS04
7410, 74LS10
7447
7475
7476, 74LS76
7485

7486
7490
7493
74154 Г
74190
74191
LM386
LM3900

MC 14553

MM5369

K155JE1
K155JH1
K155JA4
K514ИД2 1)
K155TM7
2 ИС K155TB1
**Логическая схема, содержащая сумматор K155ИМ3 + логические
элементы
K155ЛП5
K155ИЕ2
K155ИЕ5
K155ИД3
Неполный аналог K.155ИЕ6
Неполный аналог K155ИЕ7 ²⁾
ИС K174УН4, K174УН7 + соответствующие навесные детали
Необходимое количество операционных усилителей типов K140УД7,
K153УД2, K157УД2
3 ИС K176ИЕ2 + схема мультиплексирования выходов на логических
элементах серии 176
ИС K176ИЕ5 или K176ИЕ12 + K176ТМ1**

1) В ИС K514ИД2 выводы 3 и 5 не используются.

2) Отличия в расположении выводов и управлении прямым и обратным счетом.

Предисловие

Посвящается Мом и Дэд

В своем увлечении новыми и удивительными достижениями в современной электронной технике авторы и издатели часто упускают из виду постоянно растущую армию начинающих радиолюбителей, которые стремятся овладеть навыками сборки, монтажа, отыскания неисправностей и проверки различных электронных устройств. Данная книга ориентирована специально на такую аудиторию читателей.

Однако не следует думать, что предлагаемые здесь устройства являются элементарными в буквальном смысле этого слова. Появление интегральных схем на биполярных транзисторах, а сравнительно недавно и микросхем на МОП-транзисторах со средним и высоким уровнями интеграции дает возможность даже радиолюбителям с небольшим опытом собирать достаточно сложные устройства, достойные уровня квалифицированных радиотехников.

В данной книге описано свыше 100 устройств, каждое из которых сопровождается принципиальной схемой, спецификацией и рекомендациями по практическому применению. Некоторые устройства имеют сугубо практическое применение, в то время как другие помогают людям организовать свой досуг. В книге также можно найти рекомендации по модификации схем и изготовлению на их основе более сложной системы. Эти рекомендации направлены на развитие у радиолюбителя элементарных инженерных навыков.

При изготовлении устройств читателю не обязательно придерживаться порядка описания схем в книге.

В приложении 1 даются примеры схемных обозначений радиодеталей, принятых в данной книге, а приложение 2 содержит краткие сведения о полупроводниковых компонентах, которые используются в рассматриваемых устройствах.

Несколько советов радиолюбителям

Многие устройства, описанные в данной книге, включаются непосредственно в сеть напряжением 120 В [Описанные здесь устройства можно также подключать к сети напряжением 127 В. — *Прим. ред.*]. Следует иметь в виду, что любая неправильно собранная и непроверенная схема, на которую подается напряжение питания, является потенциально опасной для человека. Поэтому радиолюбителям, у которых отсутствуют навыки работы с такими схемами, рекомендуется обращаться к более опытным товарищам для проверки изготовленных устройств.

Некоторые из предлагаемых в книге устройств излучают маломощные широкополосные высокочастотные колебания, которые могут создавать помехи для бытовой радио- и телевизионной аппаратуры. Применение усилителей с более высоким коэффициентом усиления, чем рекомендовано в данной книге, или подключение к внешней антенне может привести к нарушению установленных правил пользования изготовленными устройствами.

Глава 1

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОЛЬЗОВАНИЮ КНИГОЙ

Перед новичком, приступающим к построению электронных устройств на основе интегральных схем (ИС), открывается интересный и удивительный мир. Он получает возможность, используя всего несколько недорогих компонентов, за несколько часов собрать такие устройства, создание которых сравнительно недавно потребовало бы знаний, способностей и терпения даже от искушенных радиолюбителей.

Применение интегральных схем позволяет сделать сложное простым и дорогое практичным. Интегральная микросхема — это миниатюрное электронное устройство, состоящее из большого числа простых схем. Благодаря этому сборка какой-либо сложной схемы из многочисленных компонентов (транзисторов и других элементов) упрощается — радиолюбителю достаточно лишь выбрать необходимую микросхему. Объединение данной микросхемы с другими ИС позволяет радиолюбителю создавать устройства, которые ранее были для него недоступны ввиду их конструктивной сложности.

При сборке устройств на основе интегральных схем достигается существенный экономический выигрыш. Если принять во внимание рыночную стоимость современных радиодеталей, то устройство на основе микросхем обходится покупателю в 40 раз дешевле устройства, собранного на дискретных элементах и выполняющего ту же функцию. В качестве примера можно привести калькулятор, поступивший в продажу в начале 60-х годов. В настоящее время калькулятор, располагающий теми же вычислительными возможностями, стоит, примерно в 140 раз меньше. К тому же многие устройства, описанные в данной книге, сравнительно недавно радиолюбитель просто не мог бы создать ввиду их слишком большой сложности и высокой стоимости.

Наконец, интегральные схемы позволяют значительно сократить время изготовления устройств благодаря тому, что большинство их наиболее сложных узлов продается уже в виде готовых микросхем. Поэтому от радиолюбителя требуется лишь включение соответствующих микросхем в определенной последовательности и сборка, которая при использовании транзисторов и радиоламп занимала обычно много дней, теперь может быть выполнена за один вечер.

Если радиолюбитель уже имеет навыки работы с интегральными схемами, приобретенные из других источников, то данная книга ему также будет полезна. Хотя большинство устройств здесь рассчитаны на начинающих, опытные радиолюбители найдут в книге множество полезных советов по применению простых интегральных схем для изготовления более сложных, интересных и полезных устройств. Эти советы рассчитаны на более опытных радиолюбителей с целью развития у них инженерных навыков.

Короче говоря, в данной книге найдутся сведения для людей с различным уровнем опыта и знаний в области радиоэлектроники. Чтобы извлечь максимум пользы, радиолюбителю следует постепенно накапливать свой опыт и знания. Начиная с изучения различных устройств и изготовления простых забавных игрушек, подойти к созданию более сложных изделий.

1.1. Выбор устройства

В данной книге на выбор предлагается свыше 100 различных устройств (некоторые из них предложены в нескольких вариантах) и дается ряд общих рекомендаций для изготовления более сложных устройств. И в то время как опытный радиоконструктор может просто выбрать то или иное устройство, новичок растеряется от такого обилия вариантов.

Если у радиолюбителя нет уверенности, на чем остановиться, или с чего начать, то следует сначала просмотреть оглавление. В соответствии с названиями глав в книге описываются примерно 13 групп различных устройств, в том числе световые коммутаторы и звуковые сигнализаторы, простые схемы аварийной сигнализации и т. д.

В результате одна из тем, упомянутых в оглавлении, увлечет воображение радиолюбителя, что и послужит началом его работы. Вообще радиолюбителю не обязательно соблюдать какую-либо последовательность выбора устройств для разработки, но настоятельно рекомендуется выбирать устройства, соответствующие его возможностям и способностям. В каждой главе рассматриваются как весьма простые, так и более сложные устройства. Радиолюбитель должен сам решить, какое устройство в данной главе ему больше подходит.

Просматривая описания устройств в какой-либо главе, часто можно встретить общие рекомендации по выбору источников питания постоянного тока. Иногда на схемах и в спецификациях к ним указывается определенный источник питания, например батарея напряжением 9 В. В других случаях выбор источника питания для конкретного применения предоставляется самому радиолюбителю.

В случае возникновения любых вопросов по источникам писания радиолюбителю следует обратиться к соответствующим разделам в гл. 2, так как сначала ему придется изготовить один из описанных источников питания, прежде чем можно будет включить собранное устройство.

Таким образом, выбрав интересующую вас тему, надо отыскать затем в соответствующей главе нужное устройство. После этого необходимо полностью прочитать описание выбранного устройства, чтобы убедиться, что оно выполняет именно то, что требуется. Иногда полезно и поучительно также прочитать описание нескольких устройств одного и того же класса. При этом могут встретиться два различных устройства, выполняющие в основном одинаковые функции. Смысл здесь состоит в том, чтобы радиолюбитель имел возможность собрать устройство из уже имеющихся у него ра« диодеталей или из купленных.

1.2. Проверка правильности выбора устройства

После выбора устройства радиолюбителю следует внимательно прочитать его описание и изучить соответствующую принципиальную схему с тем, чтобы убедиться, что все символы и обозначения понятны. Он должен также подробно изучить спецификацию к принципиальной схеме.

Первое, что может вызвать трудность, — это смысл символов и обозначений на рисунках принципиальных схем. В этом помогут разобраться примеры обозначений и пояснения к ним, приведенные в прилож. 1.

Для данной книги характерны две особенности использования обозначений, о которых должен знать радиолюбитель. Номера выводов интегральных схем приводятся на принципиальных схемах не по порядку. Например, вывод 3 какой-либо интегральной схемы может оказаться рядом с выводом б, хотя в самой интегральной схеме эти выводы отделены друг от друга выводами 4 и 5.

Как показано во многих примерах прилож. 2, номера выводов интегральных схем отсчитываются одинаково. Вывод 1, радиолюбитель может отыскать с помощью ключа (метки), расположенного на интегральной схеме сверху. Таким ключом может быть небольшая зарубка с одного края интегральной схемы или маленькая точка на пластмассовом корпусе рядом с выводом 1. Большинство упомянутых в данной книге интегральных схем имеет оба вида ключей.

Расположив микросхему так, чтобы ключ в виде зарубки находился сверху, можно определить номера остальных выводов. Если на микросхеме ключ в виде точки, то он окажется в верхнем углу. В любом случае в верхнем левом углу находится вывод 1, а остальные выводы имеют нумерацию против часовой стрелки, т. е. вывод с наибольшим номером, окажется в верхнем правом углу. Проверить способ определения номеров выводов можно на примере интегральных схем (вид сверху), приведенных в прилож. 2.

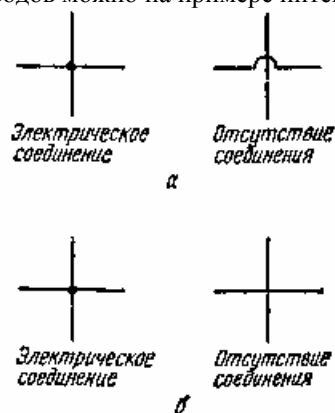


Рис. 1.1. Два вида обозначения пересекающихся и электрически соединяющихся проводников: а) старое обозначение, не используемое в этой книге; б) новое обозначение, принятое в данных принципиальных схемах.

В некоторых книгах и журналах для начинающих радиолюбителей микросхемы даются в принципиальных схемах с номерами выводов по порядку, т. е. так, как они расположены при виде на интегральную схему сверху. Хотя на первый взгляд для облегчения сборки схемы начинающим радиолюбителям это и удобно, она выглядит более сложной, чем на самом деле. В принципиальных схемах настоящих электронных устройств редко можно встретить изображения микросхем с расположением выводов по порядку номеров, поскольку это слишком усложняет рисунок.

Итак, вывод 5 будет всегда третьим выводом, считая от верхнего левого угла интегральной схемы (вид сверху), независимо от того, где он нарисован в принципиальной схеме. Поэтому можно часто встретить элементы одной и той же интегральной схемы в различных местах принципиальной схемы. Предположим, что интегральная схема, обозначенная в спецификации ИС₆, имеет в своем составе четыре отдельных элемента или узла, которые используются в четырех различных местах принципиальной схемы. Для удобства восприятия на принципиальной схеме различным частям микросхемы (узлам, элементам) дается дополнительное буквенное обозначение. Так, радиолюбитель в одном месте найдет обозначение ИС₆-А, в другом месте — ИС₆ — Б, а в

третьем и четвертом местах — ИС_е-в и ИС_г-г. Все эти части находятся в корпусе одной микросхемы, и для их подключения используются выводы с различными номерами.

Цель этого — получение принципиальной схемы в наиболее понятной форме. Попытка расположить все части микросхемы в пределах одного общего прямоугольника лишь усложнит принципиальную схему.

Наконец, следует различать на принципиальной схеме проводники, которые соединяются вместе (припаиваются), и проводники, пересекающие друг друга без пайки. На рис. 1.1 Для сравнения приведено старое обозначение и новое обозначение, принятое в данной книге. На рис. 1.1, а электрическое соединение проводников показано темной точкой. Проводники, пересекающиеся на принципиальной схеме, но электрически не соединяемые друг с другом, вырисовываются с изгибом в одном из них. Это обозначение, как устаревшее, в данной книге не применяется.

В новом обозначении, которое введено в связи с растущим использованием довольно сложных интегральных схем, исключен изгиб в точке пересечения электрически не соединяющихся проводников (рис. 1.1,б). Таким образом, два проводника на принципиальной схеме, пересекающиеся при наличии черной точки, электрически соединяются. Проводники же, пересекающиеся без черной точки, электрически не соединяются.

Необходимо знать не только значение всех символов на принципиальной схеме, но и способы подсоединения компонентов. Иногда вовсе не имеет значения, какими концами включаются в схему некоторые компоненты. Например, резисторы с постоянным сопротивлением и конденсаторы небольшой емкости могут включаться произвольно.

Однако весьма важное значение имеет правильное включение других элементов. Так, светодиоды имеют два вывода, порядок включения которых в отличие от резисторов и конденсаторов малой емкости имеет весьма существенное значение: при обратной полярности соединения светодиод загораться не будет. Обратное включение электролитических конденсаторов может привести к выходу их из строя. Если радиолюбитель не умеет определить вывод *I* и последующие остальные номера выводов интегральных схем, то бесполезно пытаться использовать их в устройстве; обратное включение силового трансформатора может привести к серьезным последствиям.

Однако не следует огорчаться заранее. В прилож. 2 приводятся необходимые сведения о соответствии между символами и обозначениями, применяемыми в принципиальных схемах, и о способах практического подключения радиокомпонентов. Приложение 2 включает довольно обширную информацию, но радиолюбителю необходимо отыскать лишь компоненты, используемые в выбранном устройстве.

1.3. Подбор радиокомпонентов

Список радиокомпонентов (спецификация), имеющийся в каждой принципиальной схеме, позволяет радиолюбителю подобрать все необходимые элементы для сборки выбранного устройства. Номиналы, данные по каждой радиодетали в спецификации, нужны для правильного их подбора. Можно также использовать радиодетали из старых, ранее собранных радиолюбителем устройств. При выборе радиодеталей радиолюбитель должен строго придерживаться данной спецификации. Большинство описываемых в данной книге устройств максимально упрощено, поэтому они не могут работать без какого-либо компонента.

1.4. Изготовление макета выбранного устройства

Предположим, что радиолюбитель выбрал устройство, изучил принципиальную схему, убедился, что он понял, как ее собирать, и подобрал все необходимые радиодетали. Следующим этапом после этого должна быть сборка промежуточного варианта или макета.

Опытные радиотехники и радиоинженеры считают сборку макета необходимой перед окончательным изготовлением устройства. Закон Мёрфи «Если что-нибудь может пойти не так, то так оно и будет» общепризнан как неписанное правило на всех уровнях в радиоэлектронике. И когда что-то идет не так, гораздо проще искать и устранить неисправности во временном макете устройства, чем в его окончательном варианте. Ибо одно неправильное соединение может сразу перечеркнуть все то время, деньги и усилия, затраченные на изготовление устройства в окончательной сборке.

Макетирование устройств на основе интегральных схем практикуется сейчас настолько широко, что промышленность начала выпускать конструкторские наборы, упрощающие эту задачу. Основным элементом таких наборов при макетировании является *беспаячная соединительная плата*.

На такой соединительной плате за несколько секунд могут монтироваться почти любые используемые в схемах радиодетали, включая интегральные микросхемы. На рис. 1.2 показан один из примеров беспаячной соединительной платы. Соединительные платы выпускаются различных размеров. Некоторые из устройств, описанных в данной книге, требуют применения плат больших размеров. При желании радиолюбитель может использовать две платы меньших размеров, но более удобно и выгодно приобрести одну большую соединительную плату.

Все указанные в данной книге резисторы, за исключением нескольких постоянных резисторов, имеют номинальную мощность 0,25 Вт. Резисторы с более высоким номиналом мощности из-за увеличенных размеров выводов невозможно монтировать на соединительной плате.

Некоторые беспаячные соединительные платы выпускаются с вмонтированным источником питания, что весьма удобно, но дорого. Поэтому экономически более выгодно приобрести более дешевую плату и изготовить один из источников питания, описанных в гл. 2.

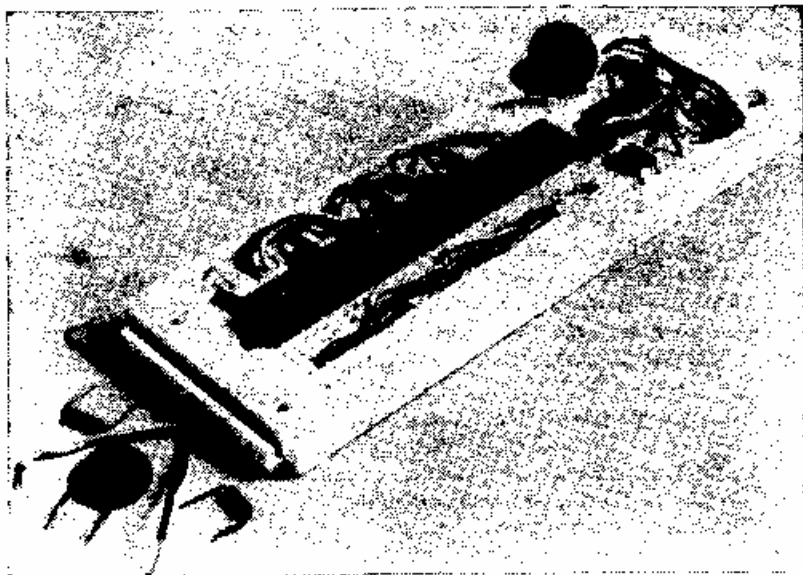


Рис. 1.2. Пример сборки макета на беспаячной соединительной плате.

Итак, радиолюбителю для начала при сборке устройств следует иметь в наличии беспаячную соединительную плату. Если макет полностью выполнил свои функции и больше не нужен, то его можно разобрать и использовать эти радиодетали для других целей. После сборки макета необходимо проверить его работу. Если макет вообще не работает, то следует снова проверить всю монтажную схему и правильность применения радиодеталей по спецификации с целью устранения возможных ошибок. В разд. 1.5 приведены некоторые рекомендации по проверке электронных схем.

Радиолюбителя может также не удовлетворять работа собранного устройства. Возможно, что он ожидает одного результата, а на деле устройство работает совсем иначе. В этом случае изготовление первоначального макета позволит сэкономить время, которое было бы затрачено на сборку окончательного варианта устройства.

Использование макета дает возможность большого выбора радиодеталей с другими номинальными значениями параметров. В описаниях некоторых устройств предлагается использовать радиодетали с разными номиналами для получения тех или иных результатов. В этих случаях макет позволяет быстро и легко заменить одни радиодетали другими.

Применение макетов обеспечивает также огромные возможности для изучения различных устройств и в основном электронной аппаратуры на базе интегральных схем. Радииодетали и точки соединения в макете легко доступны для подключения контрольно-измерительных приборов. Подбирая радиодетали с различными номинальными величинами, можно определять их влияние на работу устройства в целом. Затратив вечер на работу с макетом, радиолюбитель приобретает опыт и знания, которые дает целый курс занятий в специализированном кружке по радиоэлектронной технике.

1.5. Рекомендации по поиску и устранению неисправностей

Большинство впервые собранных и проверенных схем обычно работает не так, как требуется, что соответствует уже упомянутому закону Мёрфи, распространяющемуся как на опытных радиолюбителей, так и на новичков. Если схема работает абсолютно правильно, то либо радиолюбитель при сборке был очень внимательным, либо ему очень повезло.

Первое, чего *не должен* делать радиолюбитель, если схема не работает, — это предаваться панике. Не следует сердиться на радиодетали и затрачивать излишние эмоции, которые можно было бы поберечь для пользы дела. Для начала надо посмотреть, нет ли ошибок в монтажной схеме, так как каждый радиолюбитель то и дело допускает ошибки такого рода. И чем сложнее схема, тем больше вероятность сделать ошибку, особенно если радиолюбитель собирает ее частями, т. е. делает несколько соединений в один вечер, несколько соединений в следующий вечер и т. д.

При этом необходима двойная проверка по принципиальной схеме с тем, чтобы убедиться, что каждый проводник подсоединен и находится на своем месте. Надо проверить также полярность подключения радиодеталей, правильность определения номеров выводов интегральных схем и все прочие подобные факторы. Следует иметь в виду, что пропущенное или неправильное соединение или перепутанная полярность могут полностью вывести схему из строя.

Теперь допустим, что даже после двойной проверки схема все же не работает. В этом случае нужно воспользоваться контрольно-измерительными приборами. Практически для проверки любого из устройств, описанных в данной книге, достаточно иметь лишь один многофункциональный измерительный прибор, хотя иногда могут потребоваться и более сложные приборы.

Следует проверить напряжение источника питания и убедиться, что оно находится в заданных пределах. Так же надо проверить полярность подключения источника питания, чтобы исключить возможное перепутывание клемм «плюс» и «минус». Затем с помощью вольтметра необходимо измерить напряжение питания на всех интегральных схемах. На принципиальной схеме обычно указано, какие выводы подключаются к положительной клемме, а какие — к отрицательной. Такая проверка может выявить неправильные соединения, которые остались незамеченными при визуальном осмотре.

Если, например, на выводе 14 определенной интегральной схемы должно быть напряжение +5 В, а практически его нет, то несомненно, что отсутствует контакт. Такая неисправность связана либо с некачественными соединениями в плате макета, либо с внутренним обрывом в проводнике, что не обнаруживается при визуальном осмотре. В то же время с помощью вольтметра такая неисправность обнаруживается очень легко.

Существует также вероятность того, что радиолюбителю попадается неисправный полупроводниковый прибор — свето-диод, диод, транзистор или интегральная схема. Эти радиодетали сами по себе не выходят из строя, так что радиолюбитель должен допускать возможность того, что они пришли в негодность раньше, возможно, при неправильном включении в другой схеме. Если источник поступления радиодеталей надежен, такие дефекты сводятся к минимуму.

Независимо от причин неисправности единственной достоверной проверкой является замена отказавшего полупроводникового прибора на заведомо годный. Для новичков это может показаться довольно трудоемким, поскольку будет означать замену последовательно каждого полупроводникового прибора в изготавливаемой схеме.

Опытным радиолюбителям не придется прибегать к полной переделке схемы, так как они знают назначение каждого компонента в схеме. И если какой-либо компонент не выполняет этого назначения, то он является наиболее вероятным кандидатом для замены.

В случае если все проверки и перепроверки не дадут положительного результата, радиолюбитель должен сначала выявить свои собственные ошибки, а затем уже переходить к поиску неисправных полупроводниковых приборов (пассивные радиодетали, такие, как резисторы и конденсаторы, отказывают крайне редко).

1.6. Сборка окончательного варианта схемы

Если схема работает нормально, радиолюбитель может изготовить окончательный вариант выбранного устройства. Однако, прежде чем сделать это, надо подумать, поскольку изготовление окончательного варианта требует больших затрат во времени и средств, чем изготовление устройства в виде макета.

Для окончательного изготовления устройства необходимо иметь две вещи: средства для монтажа радиодеталей и корпус. Переключатели, шкалы и лампочки или светодиоды монтируются обычно на корпусе, но бывают исключения, так что в этих случаях радиолюбителю поможет здравый смысл. Малогабаритные компоненты, чтобы они не были на виду, монтируются на внутренней плате.

Для монтажа радиодеталей сейчас выпускаются платы нескольких типов. Самым удобным, но и самым дорогостоящим является использование собранного макета, который размещается в корпусе вместе с другими необходимыми компонентами. Такой способ нежелателен, если радиолюбитель намерен использовать ту же безопасную соединительную плату для изготовления макетов других устройств.

Другим способом монтажа радиодеталей является приклеивание резисторов и конденсаторов на одной стороне платы с отверстиями. При таком способе для монтажа транзисторов и интегральных схем необходимо использовать гнезда, причем такие гнезда или держатели так же приклеиваются. После этого к контактам и выводам радиодеталей подпаиваются отрезки проводников с обратной стороны платы. Такой способ монтажа является как дешевым, так и сравнительно простым.

Третий способ монтажа радиодеталей является разновидностью второго. При этом пайка отрезка проводников к контактам и выводам производится аналогичным образом, но пассивные компоненты и гнезда или держатели ставятся не на клей, а припаиваются. Для этого используется специальная плата с площадками медной фольги с одной стороны платы. На такой плате всегда имеются несколько площадок и отверстий, электрически соединенных между собой через фольгиро-ванные проводники, что упрощает прокладку и припайку необходимых проволочных проводников. Такой способ является более дорогим, чем использование простых плат с отверстиями, но схемы при этом получаются аккуратнее и надежнее.

Четвертый, совершенно отличный от описанных выше способ монтажа радиодеталей предусматривает изготовление специальной печатной платы. Для этого требуется выполнение значительной работы по ее проектированию, но в конечном итоге получается более аккуратная и простая для сборки схема, чем при изготовлении первыми тремя способами.

Процесс изготовления печатной платы с необходимым рисунком печатных проводников начинается с выбора односторонней фольгированной платы из гетинакса или стеклотекстолита. Далее изготавливается рисунок

общего расположения радиодеталей на плате и в точках нахождения их выводов или контактов просверливаются отверстия необходимого диаметра. При продумывании общего расположения радиодеталей следует иметь в виду, что сами радиодетали будут монтироваться на изолированной стороне платы, а пайка их выводов и контактов — с фольгированной стороны платы. При этом отсчет номеров выводов интегральных схем должен производиться в обратном порядке относительно их расположения на виде сверху. Другими словами, вывод 1 будет первым штырьком в правом верхнем углу, а остальные выводы отсчитываются в направлении по часовой стрелке.

После выбора расположения радиодеталей и просверливания монтажных отверстий необходимо нанести специальную, стойкую к травлению пасту на медную фольгу вокруг каждого отверстия и в местах прохождения будущих проводников между контактными площадками. *При этом ни в коем случае не следует забывать, что номера выводов интегральных схем отсчитываются в обратном порядке!*

По окончании вычерчивания на фольге проводников и контактных площадок надо проверить правильность нанесения рисунка и толщину слоя пасты. При необходимости изменить рисунок, нанесенный на медную фольгу, нужно удалить на этом месте пасту, воспользовавшись обычной карандашной резинкой. Последующая операция травления напоминает, в некотором роде процесс проявления фотоснимков, но при этом темной комнаты не требуется. Для выполнения травления плата помещается фольгой вверх в неглубокую неметаллическую кювету, в которую заливается травящий раствор до уровня, обеспечивающего полностью погруженное состояние платы. При легком покачивании кюветы можно видеть, как незащищенная медная фольга постепенно растворяется. Вся операция травления занимает примерно 20 мин и заканчивается после полного растворения медной фольги, за исключением нанесенного пастой рисунка. Затем производится промывка проточной водой в течение не менее чем 10 мин. Защитная паста может быть удалена любым углеводородным растворителем, включая раствор для смывания маникюра. После промывки зачистка печатного рисунка производится порошковой окисью железа или мелкозернистой шкуркой.

При правильном выборе расположения радиодеталей и выполнении травления оставшая часть работы довольно проста. Радииодетали монтируются в соответствующих отверстиях и затем припаиваются. Таким образом, радиолюбителем изготавливается собственная печатная плата для выбранного устройства. Все четыре описанных способа монтажа имеют свои преимущества и недостатки, так что оптимальный их выбор остается за самим радиолюбителем.

После размещения собранной платы в корпусе необходимо удостовериться, что ни одно соединение не касается металлических поверхностей. Одним из надежных способов исключения таких касаний является использование корпуса собственной конструкции из пластмассы или дерева. Подходящий по размерам и форме корпус можно найти также в магазине.

Окончательная сборка устройства весьма проста и включает просверливание в корпусе нескольких отверстий для установок переключателей, лампочек и потенциометров, а также припаивание нескольких проводников между лицевой панелью корпуса и платой. Следует сделать эти проводники по возможности длиннее, чтобы удобно было снять лицевую панель, когда понадобится сменить батареи питания или удалить неисправности в схеме. В целом устройство должно быть аккуратным и компактным, однако не следует забывать также о простоте доступа к радиодеталям, которые со временем могут потребовать проверки или замены.

Глава 2

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Для любого электронного устройства, будь то сложная ЭВМ или простой светосигнализатор, необходим источник электроэнергии. Поэтому каждая схема, описанная в данной книге, имеет определенный источник питания, причем, как правило, источник питания постоянного тока.

Наиболее подходящим источником электроэнергии, особенно для описанных здесь маломощных устройств, являются сухие батареи. В наши дни такие батареи широко известны всем, так что описывать их подробно нет необходимости. Другой подходящий источник — бытовая электросеть, обеспечивающая переменное напряжение 127 или 220 В. К сожалению, весьма мало интегральных схем могут включаться непосредственно в сеть. Обычно необходимо включение преобразователя между сетью с напряжением 127 или 220 В и низковольтными устройствами, питающимися постоянным током. Такой преобразователь называется вторичным источником питания.

В данной главе наряду с использованием батарей уделяется большое внимание изготовлению источников питания постоянного тока. Как упоминалось выше, источник питания необходим радиолюбителю в любом устройстве. В некоторых случаях удобно использовать батареи, однако бывают ситуации, когда лучше применить какой-либо другой источник питания постоянного тока. И чем больше радиолюбитель будет знать с самого начала об этих источниках питания, тем лучше он будет подготовлен к изготовлению, проверке, наладке и применению устройств, описываемых в последующих главах.

2.1. Батареи для электронных устройств

Батареи обычно подразделяются по величине напряжения, вырабатываемого в состоянии полной зарядки. Наиболее широко распространены номинальные напряжения 1,5; 6; 9 и 12 В. Из этой группы в небольших бытовых электронных устройствах чаще используются батареи напряжением 1,5 к 9 В. Батареи напряжением 6 и 12 В обычно применяются в устройствах с высоким потреблением мощности и в данной книге для описанных устройств не используются,

Тем не менее радиолюбитель встретит некоторые устройства, где требуются напряжения 3 и 6 В. В этих случаях могут использоваться две или четыре последовательно включенные батареи напряжением 1,5 В для получения нужного номинального напряжения. Например, получить напряжение 3 В можно путем подключения клеммы «(-)» батареи напряжением 1,5 В к клемме «—» другой аналогичной батареи, а к двум другим клеммам этих батарей подсоединить само устройство.

Источник питания напряжением 6 В можно получить аналогичным образом из четырех батарей напряжением 1,5 В. Для этого батареи соединяются попеременно положительными и отрицательными клеммами, а к свободным положительной и отрицательной клеммам подключается выбранное устройство. Одним из наиболее удобных способов последовательного соединения батарей является использование специального держателя батарей, в котором уже имеются внутренние соединения.

В настоящее время промышленностью выпускаются 1,5-вольтовые батареи нескольких типов, в том числе АА, С и D. Батареи типа АА — самые миниатюрные, типа С — несколько больших размеров и используются часто в портативных электронных устройствах, например магнитофонах и радиоприемниках. Более крупные батареи обычно применяются в мощных фонарях.

Какими электрическими параметрами отличаются батареи этих типов? Батареи всех трех типов при правильном подключении к схеме вырабатывают в полностью заряженном состоянии напряжение 1,5 В. Таким образом, они имеют одинаковое выходное напряжение, но по-разному его вырабатывают. Чем больше размеры батареи, тем больше ее емкость, а для описанных в книге устройств это означает более длительное время их работы от такой батареи. Следовательно, батареи типа С обеспечивают более длительную непрерывную работу устройства, чем батареи типа АА.

Однако это вовсе не означает, что радиолюбителю следует выбирать более крупные батареи. Хотя они и увеличивают длительность непрерывной работы устройства, их размеры слишком велики. Использование же четырех батарей типа D для питания маломощных устройств, расходующих несколько микроватт мощности, непрактично.

Как правило, рекомендуется использовать батареи типа АА, когда это позволяет требуемая мощность, расходуемая выбранными устройствами. Большинство современных интегральных схем потребляет весьма малую мощность, поэтому в большинстве случаев выбор таких батарей будет наиболее оптимальным.

Батареи напряжением 9 В выпускаются одного типоразмера. Более современные образцы батарей этого типа имеют повышенную емкость, но их более высокая стоимость вряд ли оправдывает их использование в описанных в данной книге устройствах,

В отдельных устройствах радиолюбитель встретит вариант использования двух последовательно включенных 9-вольтовых батарей, которые образуют источник питания напряжением 18 В. Такое напряжение необходимо лишь для некоторых наиболее сложных интегральных схем, выполненных на МОП-транзисторах. Эти 9-вольтовые батареи имеют прямоугольную форму и их наиболее удобно подключать с помощью специальных зажимов.

Итак, практически в большинстве устройств с батарейным питанием, описанных в данной книге, применяются 1,5- или 9-вольтовые батареи. При этом не имеет существенного значения, являются ли батареи подзаряжаемыми или нет. Ни в одном из описываемых в книге устройств специально не требуется использования подзаряжаемых батарей (аккумуляторов), но при их подключении устройства будут работать так же хорошо, как и с сухими батареями.

Еще одна рекомендация относительно батарей: не следует использовать ртутные батареи. Несомненно, такие батареи обладают рядом достоинств, но имеют и ряд существенных недостатков, в том числе необходимость осторожного обращения при подключении к схеме, в которой возможны короткие замыкания (что весьма часто бывает в радиолюбительской практике).

2.2. Несколько замечаний о разряженных батареях

Конечно, нет ничего предосудительного в использовании батарей для электропитания электронных устройств, однако это не лучший способ питания экспериментальных схем. Батареи разряжаются в процессе работы, вырабатывая со временем все меньшую и меньшую энергию. Теперь допустим, что радиолюбитель только что закончил изготавливать одно из описанных в книге устройств и ждет с нетерпением, когда оно заработает. Он подключает батарею с необходимым напряжением и... ничего не происходит. Радиолюбитель может затратить массу времени на поиски неисправности, тогда как единственной причиной неработоспособности схемы является использование разряженных батарей.

Для исключения таких неприятностей следует использовать комплект новых батарей всякий раз, когда радиолюбитель включает только что собранное устройство. Однако такой подход не всегда является достаточно практичным. Лучшим решением является применение вместо батарей электронного источника питания. Когда радиолюбитель удостоверится, что устройство находится в исправном состоянии, он может вместо источника питания подключить годные батареи.

Как было указано выше в данной главе, источники питания представляют собой электронную схему, преобразующую переменное напряжение бытовой электросети в более низкое напряжение постоянного тока, необходимое для питания интегральных микросхем. Любой радиолюбитель, задумавший изготовить ряд различных устройств, должен иметь источник питания на соответствующее номинальное напряжение, о чем пойдет речь ниже.

2.3. Стабилизированный источник питания постоянного тока 1 А напряжением 5 В

Стабилизированный источник питания постоянного тока 1 А напряжением 5 В является одним из самых полезных для радиолюбителя (рис. 2.1). Такой источник питания используется для всех интегральных микросхем транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ) и применяется для большинства интегральных схем.

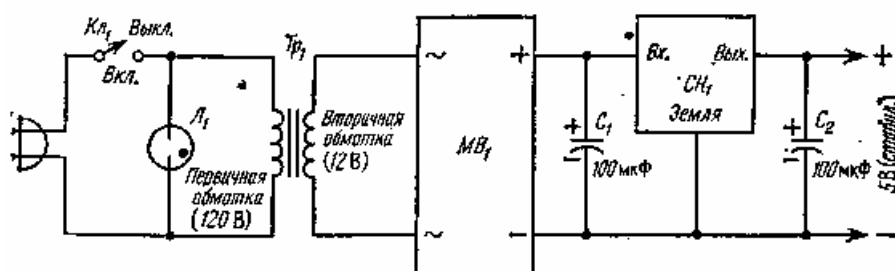


Рис. 2.1. Принципиальная схема стабилизированного источника питания постоянного тока 1 А напряжением 5 В.

МВ₁ — двухполупериодный выпрямитель мостового типа, на напряжение 60 В и ток 6 А; СН₁ — стабилизатор напряжения типа 7805 на напряжение 5 В при токе 1 А; С₁, С₂ — электролитический конденсатор 100 мкФ, 50 В; Тр₁ — силовой трансформатор с выходным напряжением 12,6 В при токе 1,2 А; Л₁ — неоновая лампочка на напряжение 120 В.

Этот источник питания называется стабилизированным в силу того, что его выходное напряжение 5 В остается неизменным при любых токах до 1 А. В противоположность этому в нестабилизированных источниках выходное напряжение питания падает по мере увеличения потребляемого устройством тока, что весьма нежелательно в устройствах на интегральных схемах многих типов.

Через сетевую вилку переменное напряжение 120 В поступает на первичную обмотку силового трансформатора. Переключатель Кл1 используется для включения и выключения сети, а сигнальная лампочка Л₁ указывает на наличие или отсутствие питания.

Радиолюбителю следует обратить особое внимание на монтаж и проверку этой схемы, поскольку на первичную обмотку силового трансформатора подается сравнительно высокое напряжение 120 В, которое может вызвать травмы и даже смертельный исход, если не относиться к этому как следует. Радиолюбитель, не имеющий опыта сборки подобных схем, должен проверить собранную схему вместе с более опытным товарищем, прежде чем включить ее в сеть.

Во вторичной обмотке трансформатора напряжение понижается до 12 В и в худшем случае (если радиолюбитель в чем-то ошибся) силовой трансформатор перегорает. При нормальной работе схемы стабилизатор немного нагревается, что не должно вызывать у радиолюбителя никакого беспокойства. Можно несколько охладить стабилизатор путем его монтажа на теплоотводе, который либо покупают, либо изготавливают сами из квадратной алюминиевой пластины. В любом варианте необходимо, чтобы входные и выходные выводы стабилизатора не касались теплоотвода,

2.4. Стабилизированный источник питания постоянного тока 1 А напряжением 12 и 15 В

В случае необходимости иметь напряжение питания 12 или 15 В радиолюбитель может изготовить вариант стабилизированного источника питания, описанного в разд. 2.3. Для получения напряжения 12 В используется принципиальная схема с соответствующей спецификацией на рис. 2.1, но вместо стабилизатора типа 7805 вводится стабилизатор типа 7812, что довольно просто. Для получения напряжения 15 В используется та же принципиальная схема, но с заменой силового трансформатора и стабилизатора напряжения: Тр — силовой трансформатор с выходным напряжением 24 В при токе 1,2 А, стабилизатор напряжения — типа 7815.

2.5. Экономичные нестабилизированные источники питания постоянного тока напряжением 12 В

В некоторых электронных устройствах совсем не требуется использования стабилизированного напряжения питания. В таком случае можно изготовить гораздо более простой и дешевый источник питания, чем его стабилизированные аналоги. Иногда можно также временно использовать нестабилизированный источник питания для проверки схемы. В других случаях радиолюбитель может ввести простой источник питания непосредственно в собранное устройство.

Основная принципиальная схема нестабилизированного источника питания приведена на рис. 2.2, при этом спецификация дана для маломощного источника питания с выходным током 0,25 А. В нестабилизированных источниках питания напряжением 12 В для более конкретных целей необходимо произвести замены, о которых речь пойдет ниже.

Принципиальная схема на рис. 2.2 весьма напоминает схему стабилизированного источника питания напряжением 5 В и отличается от нее отсутствием стабилизатора напряжения. Кроме того, здесь необходим предохранитель, поскольку при возникновении коротких замыканий схема автоматически не выключается, как это обеспечивается в стабилизаторах напряжения типа 7800.

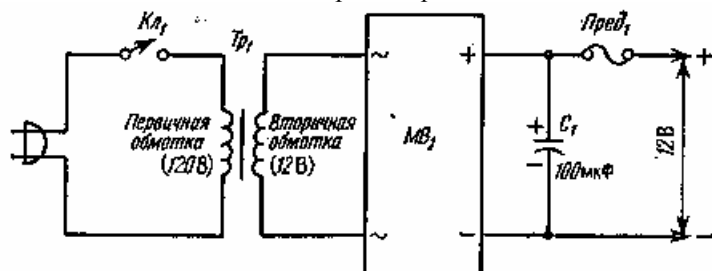


Рис. 2.2. Экономичный источник питания напряжением 12 В при токе 0,25 А.

MB₁ — двухполупериодный выпрямитель мостового типа на напряжение 50 В и ток 1 А; C₁ — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В; Tr₁ — силовой трансформатор с выходным напряжением 12 В при токе 300 мА; Пред₁ — предохранитель 0,25 А.

Радиолюбитель должен учитывать, что этот источник является нестабилизированным, т. е. при отсутствии нагрузки выходное напряжение в нем может достигать до 18 В. Номинальное напряжение 12 В вырабатывается источником лишь при номинальном потребляемом токе, а с его увеличением выходное напряжение падает. Ввиду подобных колебаний выходного напряжения рекомендуется *перед* включением в сеть с помощью переключателя Кл₁ подсоединить к источнику питания нагрузку, т. е. изготовленное устройство. В этом случае на устройство будет подано 12 В вместо напряжения 18 В, которое может вывести из строя интегральные схемы на дополняющих или обычных МОП-транзисторах.

Для изготовления других вариантов источника питания необходимо внести изменения в спецификацию. 1) Нестабилизированный источник напряжения 12 В при токе 1 А:

Tr₁ — силовой трансформатор на напряжение 12,6 В при токе 1,2 А;

MB₁ — двухполупериодный выпрямитель мостового типа на напряжение 50 В при токе 6 А;

Пред₁ — предохранитель 1 А,

2) Нестабилизированный источник напряжения 12 В при токе 3 А:

Tr₁ — силовой трансформатор на напряжение 12,6 В при

токе 3 А; MB₁ — двухполупериодный выпрямитель мостового типа

на напряжение 50 В при токе 6 А; Пред₁ — предохранитель 3 А.

2.6. Источник питания напряжением 5 и 12 В

Современной электронной промышленностью выпускаются интегральные схемы нескольких типов, и при применении в некоторых устройствах разнотипных интегральных схем могут потребоваться разные напряжения питания. В этом случае радиолюбителю необходимо иметь источник питания с несколькими выходными напряжениями.

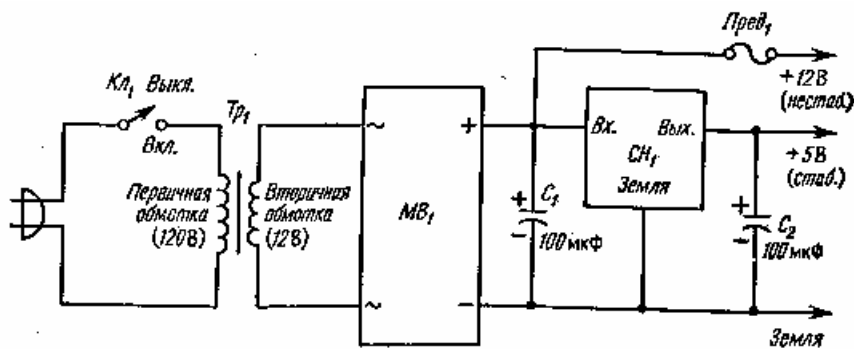


Рис. 2.3. Источник питания напряжением 5 и 12 В.

МВ₁ — двухполупериодный выпрямитель мостового типа на напряжение 50 В и ток 6 А; СН₁ — стабилизатор напряжения типа 7805; Тр₁ — силовой трансформатор с выходным напряжением 12,6 В при токе 1,2 А; С₁, С₂ — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В.

Наиболее полезным сочетанием являются напряжения 5 и 12 В постоянного тока, одинаковый положительный знак которых позволяет использовать общее заземление. При этом можно изготовить два отдельных источника питания, подключить общие соединения и получить таким образом один источник с двумя выходными напряжениями. Это в данном случае неэкономично, так как приходится использовать два дорогостоящих силовых трансформатора.

Существует более рациональный способ изготовления источника питания с одним силовым трансформатором и двумя выходными напряжениями, принципиальная схема которого показана на рис. 2.3. Этот источник выполнен по схеме, обеспечивающей получение стабилизированного напряжения 5 В при токе 1 А. Нестабилизованное напряжение +12 В снимается непосредственно с выхода выпрямителя мостового типа, т. е. до стабилизатора напряжения, причем в обоих случаях предусмотрена общая шина заземления. Отсутствие стабилизации напряжения 12 В не должно смущать радиолюбителя, поскольку интегральные схемы с таким напряжением питания обычно рассчитаны на возможные его колебания. Однако в цепи с напряжением 12 В следует поставить предохранитель, поскольку в ней не обеспечивается автоматическое выключение, которое реализуется в цепи стабилизатора с напряжением 5 В.

2.7. Нестабилизованный источник напряжений +6 В

В отдельных устройствах радиолюбитель может встретить интегральные схемы, требующие двух напряжений питания одинаковой величины, но противоположной полярности. Источник питания, описанный в данном разделе, может пригодиться в устройствах, где требуются напряжения +6 В и —6 В с общим заземлением.

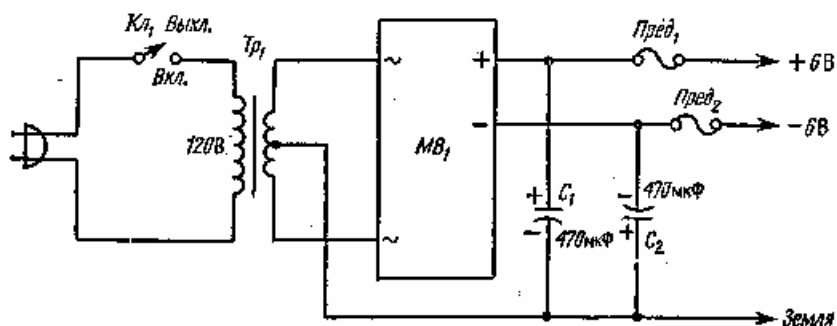


Рис. 2.4. Источник питания напряжением ±6 В.

МВ₁ — двухполупериодный выпрямитель мостового типа на напряжение 50 В при токе 6 А; Тр₁ — силовой трансформатор с отводом и с выходным напряжением 12,6 В; С₁, С₂ — электролитический конденсатор 470 мкФ, 35 В; Пред₁, Пред₂ — предохранитель 0,5 А.

Следует отметить, что этот источник существенно отличается от источника с двумя выходными напряжениями, описанного в разд. 2.6 (рис. 2.3). В том источнике получают два различных положительных напряжения, а в этом — положительное и отрицательное напряжения.

При использовании трансформатора, указанного в спецификации к рис. 2.4, во внешнюю схему выдается ток 1 А. Поэтому здесь требуется на каждом выходе поставить предохранитель на 0,5 А, в результате отдельно на каждом выходе может быть получен ток 1 А. При необходимости получить на каждом выходе ток 1,5 А следует использовать силовой трансформатор с током 3 А и поставить предохранители на 1,5 А.

2.8. Регулируемый стабилизированный источник питания постоянного тока

Из всех лабораторных источников питания наиболее практичным является регулируемый стабилизированный источник с возможным произвольным изменением выходного напряжения, которое к тому же будет стабилизированным. Такой источник может заменить несколько источников питания с различным нерегулируемым напряжением. Однако применение регулируемого источника питания в изготовляемых устройствах нецелесообразно, поскольку он слишком громоздок и дорог. Более всего он пригоден при наладке и проверке различных новых схем, после чего к отлаженному и проверенному устройству следует подключить небольшой и недорогой источник питания с одним постоянным напряжением.

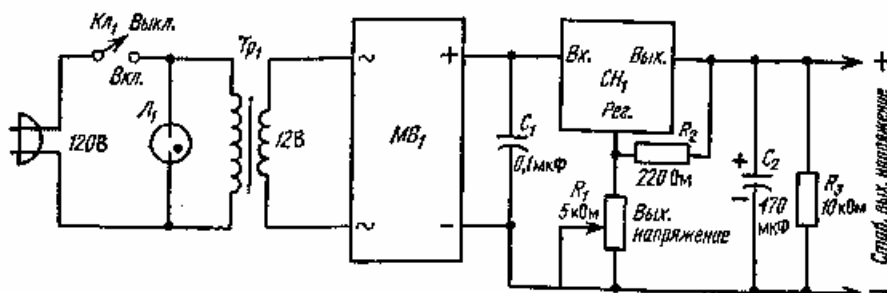


Рис. 2.5. Регулируемый стабилизированный источник питания постоянного тока.

МВ₁ — двухполупериодный выпрямитель мостового типа на напряжение 50 В при токе 6 А; СН₁ — регулируемый стабилизатор напряжения типа LM317; Тр₁ — силовой трансформатор с выходным напряжением 12 В при токе 1,2 А; R₁ — потенциометр 5 кОм; R₂ — резистор 220 Ом, 0,25 Вт; R₃ — резистор 10 кОм, 0,25 Вт; C₁ — конденсатор 0,1 мкФ; C₂ — электролитический конденсатор 470 мкФ, 35 В; Л₁ — неоновая лампочка на напряжение 120 В.

При использовании регулируемого источника питания необходимо установить на его выходе требуемое напряжение, *прежде чем* подключать его к собранной схеме. Для этого нужно источник отсоединить от схемы, включить его в сеть, подключить на его выход вольтметр и установить по нему нужное напряжение. Только после этого источник подключается к собранной схеме, причем, поскольку он является стабилизированным, его напряжение при подключении не изменится.

В источнике питания, принципиальная схема которого по-« казана на рис. 2.5, обеспечивается регулирование выходного напряжения в пределах 1,5 — 14 В, что достаточно для проверки и наладки почти всех устройств, описанных в данной книге.

Другим достоинством регулируемого источника питания является возможность проверки работы схемы при снижении напряжения питания. Например, при сборке и проверке схемы с напряжением питания 9 В в источнике питания сначала устанавливается выходное напряжение 9 В. Если схема работает нормально, можно проверить ее работоспособность при плавном снижении напряжения питания до 7 В, т. е. тем самым имитировать разрядку 9-вольтовой батареи в конце срока службы до 7 В.

Как и большинство приборов со стабилизацией напряжения, стабилизатор напряжения LM317 в этом регулируемом источнике питания при работе нагревается. При необходимости охлаждения стабилизатора напряжения может использоваться теплоотвод в наборе с корпусом типа ТО-3. Монтаж этого теплоотвода производится в соответствии с прилагаемой к теплоотводу инструкцией. Для повышения эффективности работы теплоотвода можно использовать теплоотводящий компаунд, который наносится тонким слоем между корпусом стабилизатора и изолятором из слюды. Все эти меры обеспечивают снижение температуры стабилизатора до допустимого уровня.

2.9. Развязывающий трансформатор на переменное напряжение 120 В

Кроме описанных выше стабилизированных источников питания в некоторых устройствах, приведенных в данной книге используется непосредственное включение в сеть с напряжением 120 В. В описаниях таких устройств приводятся рекомендации по их модификации с целью применения в качестве средств управления бытовыми электроприборами, которые также включаются в сеть с напряжением 120 В.

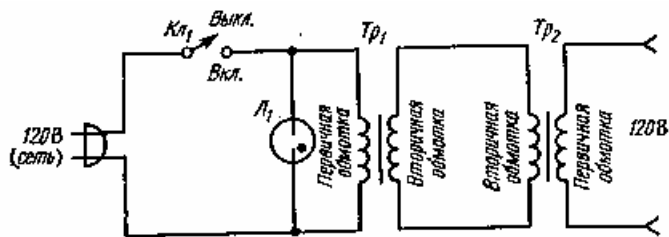


Рис. 2.6. Принципиальная схема самодельного развязывающего трансформатора на напряжение 120 В.

L_1 — неоновая сигнальная лампочка; Tr_1 , Tr_2 — силовой трансформатор с выходным напряжением 12,6 В при токе 1,2 А.

Непосредственное использование напряжения 120 В от розетки может быть опасным, и начинающий радиолюбитель должен знать, как обращаться с потенциально опасными источниками питания, прежде чем использовать их в различных экспериментах.

Одним из методов снижения риска получить электрический удар является использование развязывающего трансформатора. Такой трансформатор включается непосредственно в розетку электросети с напряжением 120 В и вырабатывает такое же напряжение на выходе. Безопасность работы состоит в том, что выход трансформатора электрически изолирован от сети, благодаря чему прикосновение к элементам схемы, другому электрооборудованию или к заземленным трубам исключает получение электрического удара.

Единственным недостатком развязывающих трансформаторов является их высокая стоимость, однако такой трансформатор можно сделать самому, что обойдется недорого. Как показано на рис. 2.6, схема включает два идентичных силовых трансформатора. Первичная обмотка одного из них включается прямо в сеть через стандартную вилку. Низковольтная вторичная обмотка этого трансформатора соединяется с низковольтной вторичной обмоткой второго трансформатора Tr_2 , который повышает обратно напряжение до 120 В, являющееся уже относительно безопасным.

Таким образом, трансформатор Tr_1 понижает напряжение 120 В, а трансформатор Tr_2 повышает его обратно до 120 В, при этом выход схемы абсолютно изолирован от сети. Неоновая сигнальная лампочка и переключатель ($Кл_1$) введены в схему исключительно для удобства пользования развязывающим трансформатором. Собранный по предлагаемой схеме, он рассчитан на питание устройств и бытовых электроприборов с расходуемой мощностью ниже 144 Вт. При ее превышении трансформаторы будут греться, а выходное напряжение будет ниже 120 В.

Глава 3

СВЕТОКОММУТАТОРЫ

Множество забавных устройств может быть собрано на основе светокоммутаторов — устройств, переключающих световые источники в различных сочетаниях. Хотя на первый взгляд такие устройства могут показаться слишком тривиальными, они, несомненно, найдут практическое применение.

Например, совсем простые и прочные по конструкции светокоммутаторы могут использоваться в занимательных игрушках для детей. Сколько радости, к удивлению взрослых, получают дети от маленькой коробочки с несколькими переключателями, ручками управления и мигающими огнями.

Что касается более сложных устройств, то они также представляют определенный практический интерес. Некоторые из таких устройств описаны в данной главе. В целом можно сказать, что конструкция и оформление светокоммутаторов, наилучшим образом удовлетворяющих поставленным целям, зависит лишь от воображения и интереса радиолюбителя. К тому же можно вполне использовать светокоммутаторы совместно с другими устройствами, рассмотренными в данной книге, и создавать таким образом более сложные и полезные электронные системы.

3.1. Простой светокоммутатор

Схема одного из простейших светокоммутаторов, представленная на рис. 3.1, включает два попеременно переключаемых светодиода. В схеме предусмотрен регулятор частоты, позволяющий изменять частоту мигания в пределах 0,3 -г- 25 Гц (1 Гц = 1 с⁻¹, т. е. одно мигание в секунду).

Эта схема позволяет использовать сравнительно широкий диапазон напряжений питания; она работает от любого источника постоянного тока напряжением 5 — 12 В. Ее можно подключать к одному из источников питания, описанных в гл. 1, например к четырем последовательно соединенным батареям напряжением 1,5 В (для получения суммарного напряжения 6 В) или к одной батарее напряжением 9 В.

Следует, однако, иметь в виду, что сопротивления резисторов R_4 и R_5 должны подбираться в зависимости от напряжения питания. Чем выше напряжение питания, тем больше должна быть величина сопротивления. Применение резисторов с низким сопротивлением при высоких напряжениях питания приведет через некоторое время к перегоранию светодиода.

Для уменьшения частоты мигания светодиодов можно увеличить емкость конденсатора C_1 . Так, если поставить конденсатор емкостью 100 мкФ, то частота мигания свето-коммутатора уменьшится примерно до 0,03 Гц. Уменьшение емкости конденсатора C_1 , например, до 0,1 мкФ вызовет увеличение частоты мигания. При выборе частоты мигания следует учитывать, что с увеличением частоты глаз перестает различать переключения светодиодов. При частоте мигания 15 Гц и выше радиолюбителю кажется, что оба светодиода включаются и выключаются одновременно.

При сборке и проверке светокоммутатора, радиолюбитель, наверное, заметит, что светодиод D_2 остается включенным несколько дольше, чем светодиод D_1 . Это объясняется особенностями работы интегральной схемы таймера типа 555 при его использовании в таком светокоммутаторе. На это можно и не обращать внимания, но при желании время включения и выключения обоих светодиодов можно сделать одинаковым, собрав светокоммутатор по схеме, приведенной на рис. 3.2.

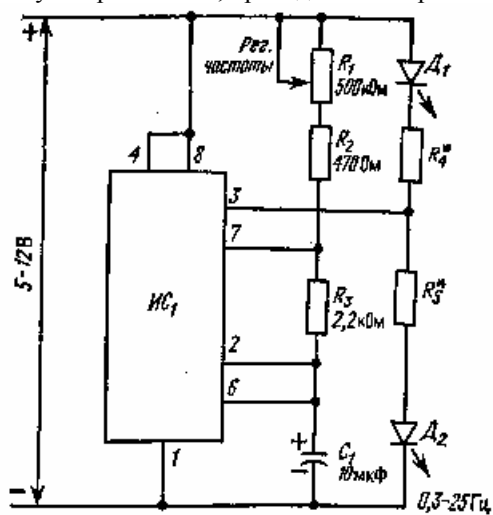


Рис. 3.1. Простейший светокоммутатор.

D_1, D_2 — светодиоды с красным свечением; IC_1 — таймер типа 555; R_1 — потенциометр 500 кОм; R_2 — резистор 470 Ом, 0,25 Вт; R_3 — резистор 2,2 кОм, 0,25 Вт; R_4, R_5 — см. примечания; C_1 — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В. Примечания. 1) При желании из схемы могут быть исключены D_1 и R_4 или D_2 и R_5 . 2) Величины сопротивления резисторов R_4 и R_5 составляют 150 Ом при напряжении питания 5 — 8 В и 330 Ом при напряжении питания 9 — 12 В.

3.2. Усовершенствованные светокоммутаторы

Светокоммутатор, показанный на рис. 3.2, работает в основном так же, как и его более простой аналог, схема которого дана на рис. 3.1. Оба светодиода включаются и выключаются здесь попеременно, а частота переключения регулируется с помощью переменного резистора R_1 . Главное отличие этого светокоммутатора заключается в том, что оба светодиода в нем имеют совершенно одинаковое время переключения.

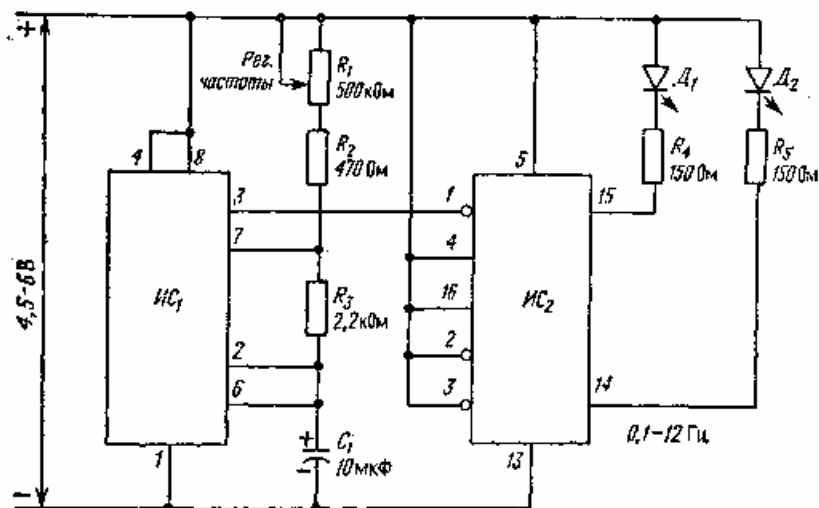


Рис. 3.2. Усовершенствованный светокоммутатор.

D_1, D_2 — светодиоды с красным свечением; ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — двойной J — К-триггер типа 7476; R_1 — потенциометр 500 кОм; R_2 — резистор 470 Ом, 0,25 Вт; R_3 — резистор 2,2 кОм, 0,25 Вт; R_4, R_5 — резистор 150 Ом, 0,25 Вт; C_1 — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В. Примечание. При желании из схемы могут быть исключены D_1 и R_1 или D_2 и R_5 .

Чтобы этого достичь, в светокоммутатор введен еще один триггер J — К-типа ИС2. Для такого светокоммутатора возможный диапазон напряжений питания постоянного тока составляет 4,5 — 6 В.

Светокоммутатор может подключаться к трем-четырем батареям напряжением 1,5 В, соединенным последовательно (что обеспечивает напряжение питания соответственно 4,5 и 6 В), к одной батарее карманного фонаря напряжением 6 В или к стабилизированному источнику постоянного тока напряжением 5 В.

При использовании компонентов с величинами, указанными в спецификации к рис. 3.2, частота переключения светодиодов может регулироваться в пределах примерно от 0,1 Гц до 12 Гц, а при снижении емкости конденсатора C_1 с 10 до 4,7 мкФ частота переключения повышается и составляет 0,35 — 25 Гц. Вполне понятно, что при увеличении емкости конденсатора C_1 частота переключения понижается.

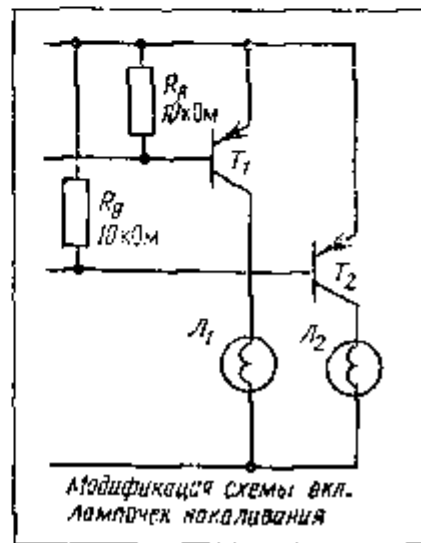
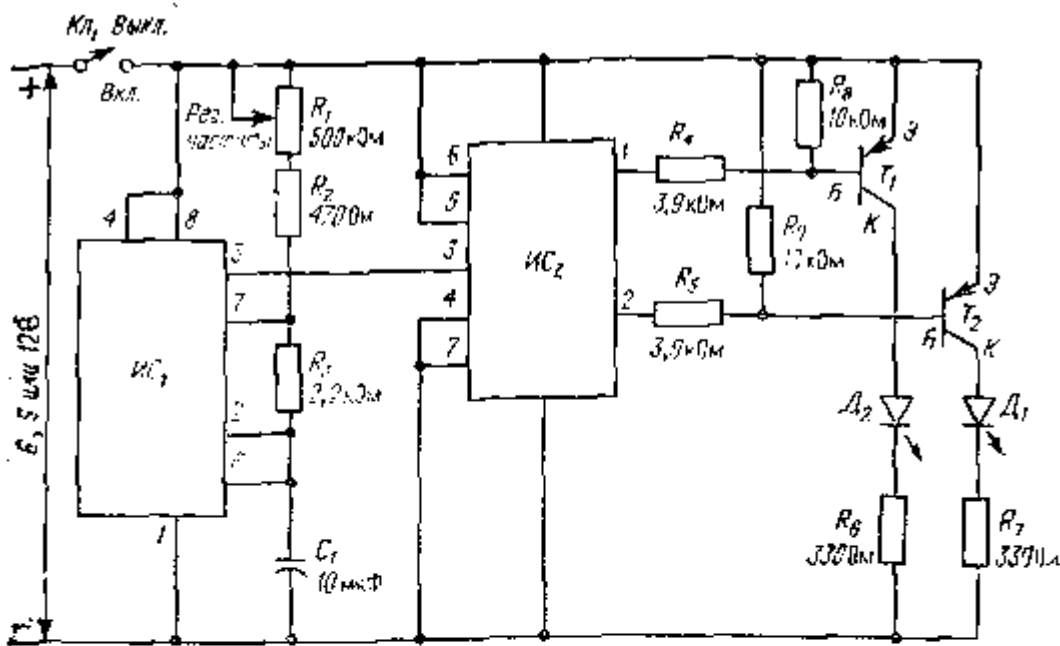


Рис. 3.3. Светокоммутатор с несколькими напряжениями питания.

ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — двойной J — К-триггер типа 4027; T_1, T_2 — любой низкочастотный p-n-p-транзистор с рабочим током 200 мА и более; D_1, D_2 — светодиод или лампочка накаливания; R_1 — потенциометр 500 кОм; R_2 — резистор 470 Ом, 0,25 Вт; R_3 — резистор 2,2 кОм, 0,25 Вт; R_4, R_5 — резистор 3,9

кОм, 0,25 Вт; R_6, R_7 — резистор 330 Ом, 0,25 Вт; R_3, R_9 — резистор 10 кОм, 0,25 Вт; C_1 — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В.

При различных конкретных применениях этого светокоммутатора может оказаться, что питать его необходимо более высоким напряжением, скажем 9 или 12 В. В то же время схему, собранную по рис. 3.2, нельзя подключать к источникам питания напряжением выше 6 В. Для решения этой несложной проблемы необходимо сделать некоторые изменения в схеме и ввести еще несколько транзисторов, как показано на рис. 3.3. При этом следует иметь в виду, что здесь ИС₂ представляет собой уже совсем другую микросхему.

Светокоммутатор, собранный по схеме на рис. 3.3, можно подключать к источникам питания постоянного тока напряжением до 12 В, а также использовать в этой схеме вместо светодиодов лампочки накаливания. Для подобной замены необходимо сделать следующее:

1. Выпаять резисторы R_6 и R_7 .
2. Убедиться, что номинальное напряжение лампочек накаливания соответствует выбранному напряжению питания.
3. Выбрать лампочки накаливания мощностью, равной или меньше 2,5 Вт.

Наконец, для переключения лампочек накаливания с напряжением питания переменного тока 120 В может быть собран светокоммутатор по схеме на рис. 3.4, в которой попеременно замыкаются и размыкаются контакты реле, включенного последовательно (по схеме ключа) с лампочками накаливания.

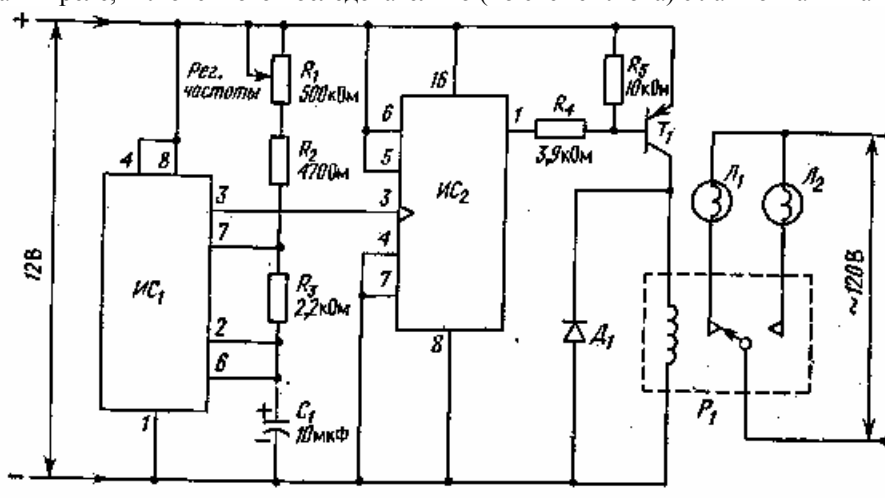


Рис. 3.4. Светокоммутатор мощностью 100 Вт.

ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — двойной J — К-триггер типа 4027; T_1 — любой низкочастотный *p-n*-транзистор; D_1 — любой маломощный выпрямительный диод; P_1 — двухполюсное реле, 12 В; R_1 — потенциометр 500 кОм; R_2 — резистор 470 Ом, 0,25 Вт; R_3 — резистор 2,2 кОм, 0,25 Вт; R_4 — 3,9 кОм, 0,25 Вт; C_1 — электролитический кон-, денсатор 10 мкФ, 35 В; L_1, L_2 — лампочка накаливания мощностью до 100 Вт,

Поскольку такой светокоммутатор управляет работой схемы, питание которой производится напряжением переменного тока 120 В, отпадает необходимость в использовании батарей и может быть применен один из простых источников питания постоянного тока, описанный в гл. 2 (см., например, рис. 2.2). Такой светокоммутатор вместе с реле может переключать 120-вольтовые лампочки накаливания мощностью до 100 Вт.

Для радиолюбителей, не собиравших ранее схемы с напряжением питания 120 В, рекомендуется обратиться к более опытным товарищам с просьбой проверить сборку релейной схемы, *прежде чем* включать лампочки в сеть.

3.3. Простейший низковольтный светосигнализатор

Если главным требованием радиолюбителя является простота, то едва ли можно найти более простой вариант, чем однокомпонентная схема, показанная на рис. 3.5. Светодиод, используемый здесь, имеет небольшую встроенную интегральную схему, благодаря которой при подключении к источнику питания постоянного тока напряжением 3 — 5 В он начинает мигать. Частота его мигания зависит от величины напряжения (чем оно ниже, тем выше частота мигания) и находится в пределах 2 - 5 Гц.

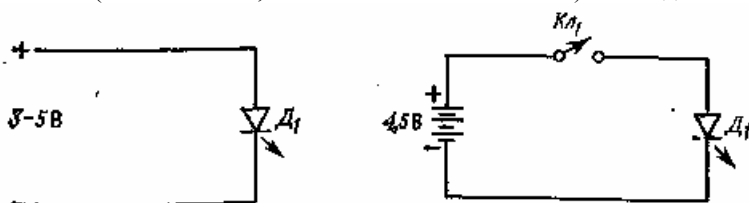


Рис. 3.5. Простейший низковольтный светосигнализатор.

Рис. 3.6. Простой светосигнализатор.

D_1 — светодиод типа FRL-4403 с красным свечением.

Существенным преимуществом такого светодиода является то, что в отличие от обычных светокоммутаторов для его работы не требуется времязадающих конденсатора и резистора. Что касается практического применения, то подобный мигающий светодиод можно подключать к выводам стабилизированного источника питания постоянного тока напряжением 5 В (см., например, рис. 2.1). При этом светодиод будет служить сигнализатором включения данного источника.

В схеме на рис. 3.6 светодиод подключается через микропереключатель к группе из трех последовательно соединенных батарей типа АА напряжением по 1,5 В. Такое устройство с источником напряжения 4,5 В может уместиться в маленькой пластмассовой коробочке.

Практическое применение этого устройства целиком зависит от фантазии его создателя. Так, можно положить коробочку рядом с предметом, который необходимо найти в темноте, что может пригодиться в походах. Устройство, показанное на рис. 3.6, может работать непрерывно в течение нескольких дней.

3.4. Маломощный светокоммутатор

Небольшой светокоммутатор, который может непрерывно работать без смены батарей в течение от 3 мес до 1 года, выполняется по схеме, приведенной на рис. 3.7.

В этом светокоммутаторе частота мигания светодиода составляет примерно 2 Гц. При использовании батарей типа АА он может проработать непрерывно в течение до 3 мес, а при применении батарей типов С и D время непрерывной работы увеличивается соответственно до 6 мес и 1 года. Практически длительность непрерывной работы зависит от качества и степени разряженности батарей. Изменение емкости конденсатора C_1 позволяет регулировать частоту мигания светодиода: чем выше емкость, тем ниже частота.

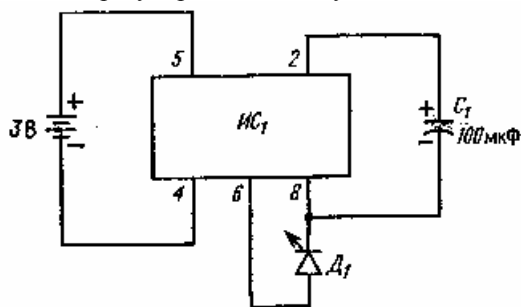


Рис. 3.7. Маломощный светокоммутатор.

IC_1 — генератор-коммутатор типа LM3909; D_1 — любой светодиод; C_1 — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В.

3.5. «Мигающие ящики»

«Мигающий ящик» представляет собой светокоммутатор с несколькими светодиодами, которые включаются в совершенно произвольной последовательности. «Мигающий ящик» может служить забавной игрушкой для малышей, а в красивом пластмассовом или деревянном оформлении — для украшения квартиры или клуба.

В данном разделе рассмотрены три конструкции подобного светокоммутатора. Все они работают одинаково, и радиолюбитель должен сам решить, какой из них изготовить в окончательном виде.

В светокоммутаторе на рис. 3.8 можно использовать любое количество светодиодов красного свечения, причем он является простейшим из трех. Его единственный недостаток состоит в том, что эти светодиоды выпускаются промышленностью только с красным свечением.

Этот светокоммутатор работает от двух батарей напряжением по 1,5 В, соединяемых последовательно (что даст суммарное напряжение 3 В), или от стабилизированного источника питания напряжением 5 В (например, см. рис. 2.1). Батарейный источник питания обеспечивает небольшие размеры светокоммутатора и более удобен в случае, если светокоммутатор редко используется. Однако если радиолюбителю нужен «мигающий ящик», который будет работать круглые сутки, то лучше подойдет внешний источник питания.

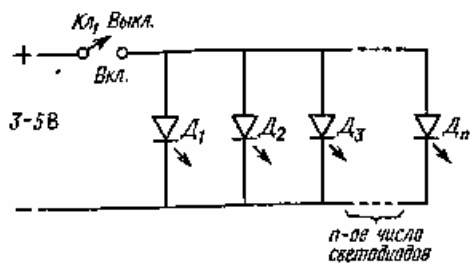


Рис. 3.8. Принципиальная схема «мигающего ящика».

$D_1, D_2, D_3, \dots, D_n$ — светодиод типа FRL-4403.

Светокоммутатор, показанный на рис. 3.9, более сложен по сравнению с описанным выше, но обладает таким явным Преимуществом, как возможность выбора комбинаций из трех основных цветов свечения светодиодов — красного, зеленого и желтого. Как и предыдущий «мигающий ящик», этот светокоммутатор можно изготовить любых размеров.

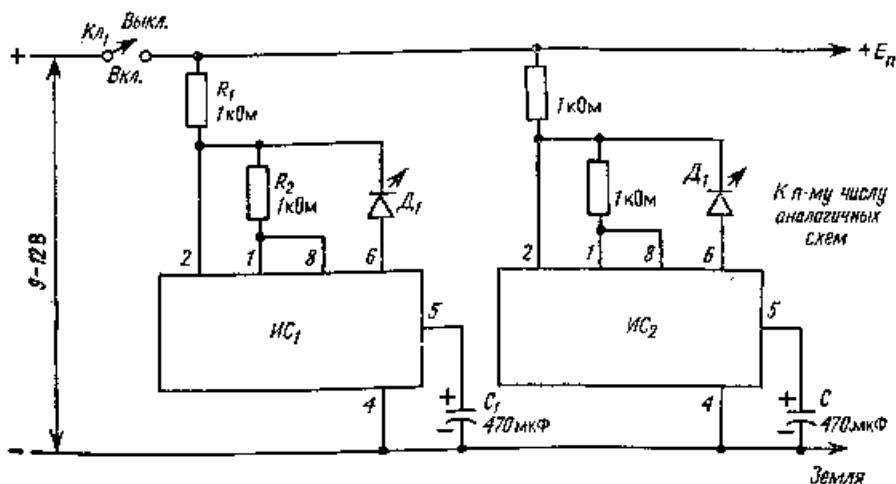


Рис. 3.9. «Мигающий ящик» на базе интегральной схемы типа LM3909.

IC_1, IC_2 — генератор-коммутатор типа LM3909; D_1 - любой светодиод; R_1, R_2 - резистор 1 кОм, 0.25 Вт; C_1, C - электролитический конденсатор 470 мкФ, 35 В.

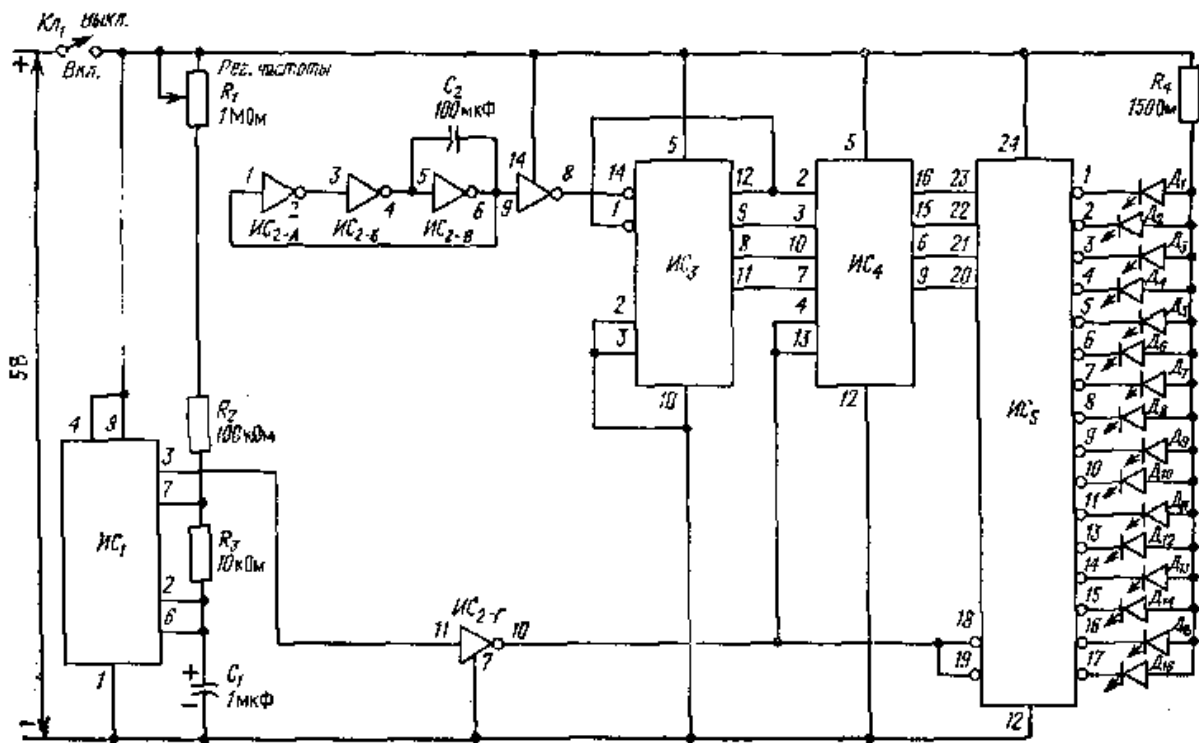


Рис. 3.10. «Мигающий ящик» с 16 светодиодами.

$D_1—D_{16}$ — любой светодиод со свечением красного, зеленого или желтого цвета; ИС₁ — таймер типа 555; ИС_Г — шесть инверторов типа 7404; ИС_З — 4-разрядный двоичный счетчик типа 7493; ИС₄ — четыре D-триггера «защелка» типа 7475; ИС_Б — дешифратор из 4 в 16 типа 74154; R_1 — потенциометр 1 МОм; R_2 — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; R_3 — резистор 10 кОм, 0,25 Вт; R_4 — резистор 150 Ом, 0,25 Вт; А - конденсатор 1 мкФ; С_З — конденсатор 100 дФ.

Однако при сборке светокоммутатора по схеме рис. 3.9 следует учесть ряд экономических соображений. Так, для получения каждого цвета свечения требуется использовать интегральную схему типа LM3909, светодиод, два резистора и один электролитический конденсатор, суммарная стоимость которых выше стоимости одного светодиода, требующегося в светокоммутаторе на рис. 3.8. Так что выбор остается за самим радиолюбителем: цвет или расходы?

Интегральная схема ИС₁ может работать от одной батареи напряжением 9 В. Длительность работы зависит от количества подключенных интегральных схем со светодиодами (на рис. 3.9 показаны лишь две интегральные схемы, но их количество может быть неограниченным). При использовании нестабилизированного источника питания напряжением 12 В (например, см. рис. 2.2) такой светокоммутатор может работать неограниченное время.

Наконец, «мигающий ящик» с 16 светодиодами, показанный на рис. 3.10, является наиболее сложным, так как в нем применяются пять различных типов интегральных схем. Он позволяет использовать 16 светодиодов с любым цветом свечения. Кроме того, такой светокоммутатор является наиболее экономичным.

Рабочие характеристики «мигающего ящика» с 16 светодиодами отличаются от рабочих характеристик первых двух рассмотренных светокоммутаторов, так как он действует на совершенно иных принципах. Во-первых, в нем в каждый данный момент не могут включаться одновременно два светодиода Во-вторых, в различные моменты времени в светокоммутаторе загораются определенные световые рисунки. Хотя они длятся недолго, но создают характерную для данного светокоммутатора последовательность.

Ввиду использования в данном светокоммутаторе в основном микросхем ТТЛ серии 7400 его питание должно производиться от стабилизированного источника напряжением 5 В. Возможность изменять частоту мигания светодиодов с помощью регулятора компенсирует некоторые недостатки светокоммутатора с 16 светодиодами,

3.6. Трехцветный светокоммутатор

Трехцветный светодиод ХС — 5491 является относительно новым светоизлучающим прибором и обладает уникальной способностью светиться либо красным, либо зеленым цветом в зависимости от полярности подаваемого на него напряжения. Фактически он содержит два светодиода в одном корпусе, включенных встречно и имеющих каждый свой цвет свечения. Таким образом, подача напряжения одной полярности вызывает включение одного светодиода, а смена полярности на обратную — включение второго светодиода.

Естественно, что отключение напряжения приводит к выключению светодиодов.

Подача переменного напряжения на такой светодиод позволяет получать различные световые эффекты. При низкой частоте переменного напряжения кажется, что цвета свечения меняются с красного на зеленый и наоборот, однако с увеличением частоты напряжения примерно до 10 Гц и более происходит смешивание цветов, что дает желтовато-коричневый или оранжевый цвет.

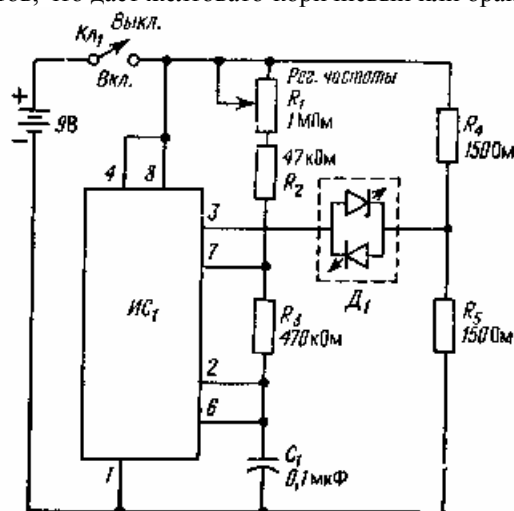


Рис. 3.11. Принципиальная схема трехцветного светокоммутатора.

D_1 — трехцветный светодиод типа ХС — 5491; ИС₁ — таймер типа 555; R_1 — потенциометр 1 МОм; R_2 — резистор 47 кОм, 0,25 Вт; R_3 — резистор 470 Ом, 0,25 Вт; R_4, R_5 — резистор 150 Ом, 0,25 Вт; C_1 — конденсатор 0,1 мкФ.

Принципиальная схема, приведенная на рис. 3.11, позволяет использовать эти необычные цветовые характеристики светодиода ХС — 5491. С помощью регулятора частоты изменяется частота переключения, а цепочка в составе D_1 — R_4 — R_5 создает путь для переменного тока, протекающего через светодиод. При увеличении емкости конденсатора C_1 до 0,47 мкФ частота мигания снижается.

Пока трехцветный светодиод не стал широко распространенным прибором, это маленькое устройство является технической новинкой.

3.7. Елочный светокоммутатор

С помощью светокоммутаторов можно создавать самые различные рисунки из мерцающих или мигающих светодиодов. Например, 40 мигающих светодиодов можно расположить в виде новогодней елки, которая становится особенно красочной при разных цветах свечения,

По сравнению с другими описанными в книге устройствами такой светокоммутатор является довольно дорогим, так как используется большое количество светодиодов. Вместе с тем радиолубитель может получить большое удовлетворение от своей выдумки, затраченных усилий и средств, сделав такой новогодний подарок, который будет служить многие годы.

Принципиальная схема елочного светокоммутатора приведена на рис. 3.12. Здесь даются полная схема стабилизированного источника питания напряжением 5 В при токе 1 А, одна из четырех одинаковых групп светодиодов и схема управления этими четырьмя группами, обозначенными А, Б, В и Г. Каждая группа включает 10 светодиодов. На рис. 3.13 приведена рекомендуемая схема расположения светодиодов, дающая при их размещении на подходящем корпусе из дерева или пластмассы рисунок в виде новогодней елки. Обозначение светодиодов на рис. 3.13 соответствует обозначению тех же групп светодиодов на схеме рис. 3.12. Следует отметить, что все 10 светодиодов любой группы мигают одновременно, но каждая группа включается и выключается в разное время. Это следует учитывать при выборе собственной схемы расположения светодиодов в пределах рисунка новогодней елки.

Изготовление светокоммутатора следует начинать со сборки и проверки источника питания, который (см. рис. 3.12) состоит из силового трансформатора Tr_1 , выпрямителя мостового типа и стабилизатора напряжения 5 В. Затем рекомендуется изготовить одну из четырех секций схемы управления, выполняемую, например, на ИС_{1-А}, транзисторе T_1 , конденсаторе C_2 и нескольких резисторах. Далее изготавливается одна из групп светодиодов с ограничительными резисторами, которая включается между коллектором транзистора T_1 и положительным выводом источника питания.

Следует учесть, что все анодные выводы светодиодов подключаются к положительному выводу источника питания, а все катодные выводы через ограничительные резисторы — к коллектору транзистора T_1 .

Изготовление трех остальных секций следует начинать только после наладки и проверки изготовленной части светокоммутатора. При желании частота мигания группы светодиодов может быть изменена путем изменения номиналов резистора R_1 или конденсатора C_1 . Остальные части светокоммутатора выполняются по схеме, показанной на рис. 3.12,

3.8. Двухнаправленный строчный светокоммутатор («бегущая дорожка»)

Можно собрать схему, в которой включение светодиодов обеспечивается в определенной последовательности. Такая коммутация может быть интересной и полезной при расположении светодиодов в один ряд, где они включаются с одного или с другого конца.

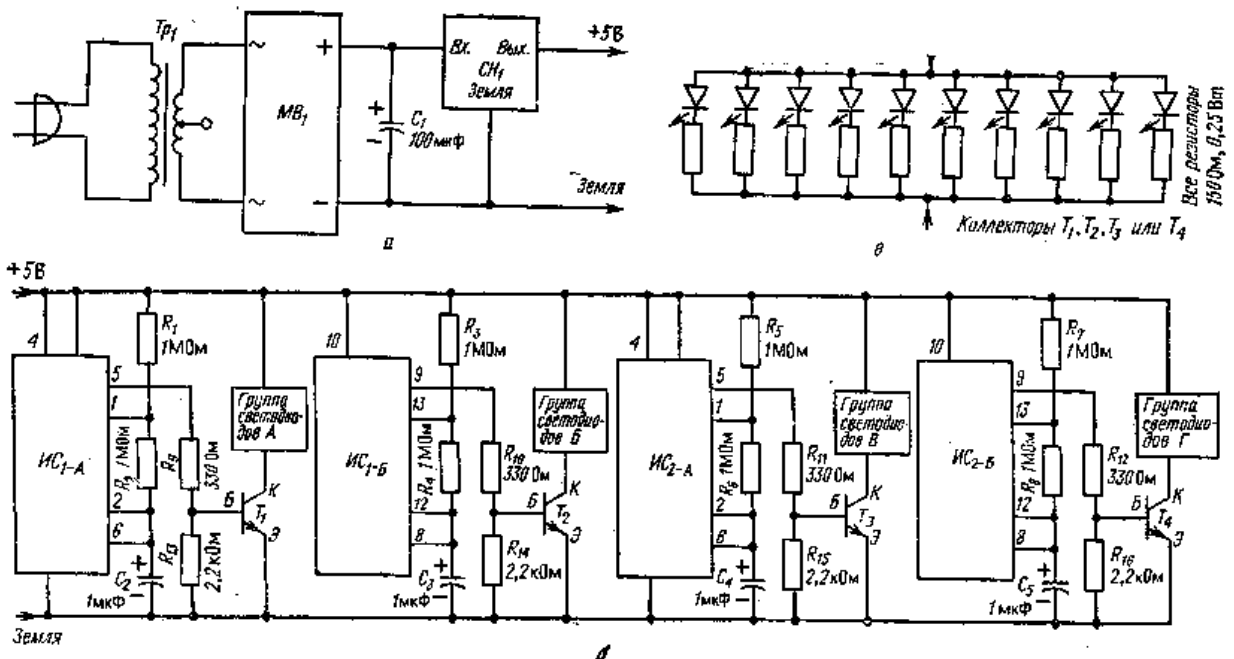


Рис. 3.12. Принципиальная схема елочного светокоммутатора:

а) источник питания, б) схема управления, в) группа светодиодов (одна из четырех) MB_1 — двухполупериодный выпрямитель мостового типа на напряжение 50 В при токе 4 А; CH_1 — стабилизатор напряжения 5 В при токе 1 А типа 7805; IC_1-A , IC_2-B , IC_2-A , IC_1-B — Двойной таймер типа 556; T_1 , T_2 — $n-p-n$ —транзистор с коллекторным током 800 мА; Tr_1 — силовой трансформатор с выходным напряжением 12 В при токе 1 А; R_j — R_g — резистор 2,2 кОм, 0,25 Вт; C_1 — электролитический конденсатор 100 мкФ, резистор 1 МОм, 0,25 Вт; R_o — R_a — резистор 330 Ом, 0,25 Вт; K_a — R_{ie} — 35 В; C_2 — C_5 — электролитический конденсатор 1 мкФ, 35 В. *Примечание.* В группе еветодиодов используется 40 еветодиодов со свечением красного, зеленого и желтого цвета и 40 резисторов с сопротивлением 150 Ом, 0,25 Вт.

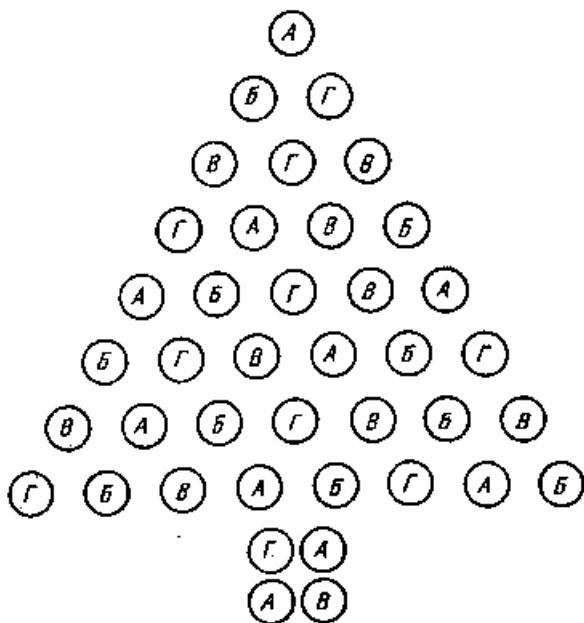


Рис. 3.13. Рекомендуемая схема расположения еветодиодов в новогодней елке.

В светокоммутаторе, показанном на рис. 3.14, используются 8 еветодиодов, включающихся по одному в каждый данный момент. Частота включения может изменяться с помощью регулятора, а направление включения выбирается переключателем выбора направления. Последний имеет три положения (подобно переключателю сигналов поворота в автомобиле). Так, в положении 1 этого переключателя свето-диоды включаются последовательно от D_8 до D_1 , а в положении 3 — наоборот от D_1 до D_8 . Переключение светодиодов происходит с одинаковой скоростью в обоих направлениях. В нейтральном положении переключателя (положение 2) переключение останавливается и ни один светодиод не горит.

Если приложить немного фантазии, то можно использовать такой светокоммутатор в различных устройствах например в качестве указателя поворота для игрушечных автомобилей. Электропитание светокоммутатора осуществляется от батареи напряжением 6 В, четырех батарей напряжением 1,5 В или стабилизированного источника напряжением 5 В.

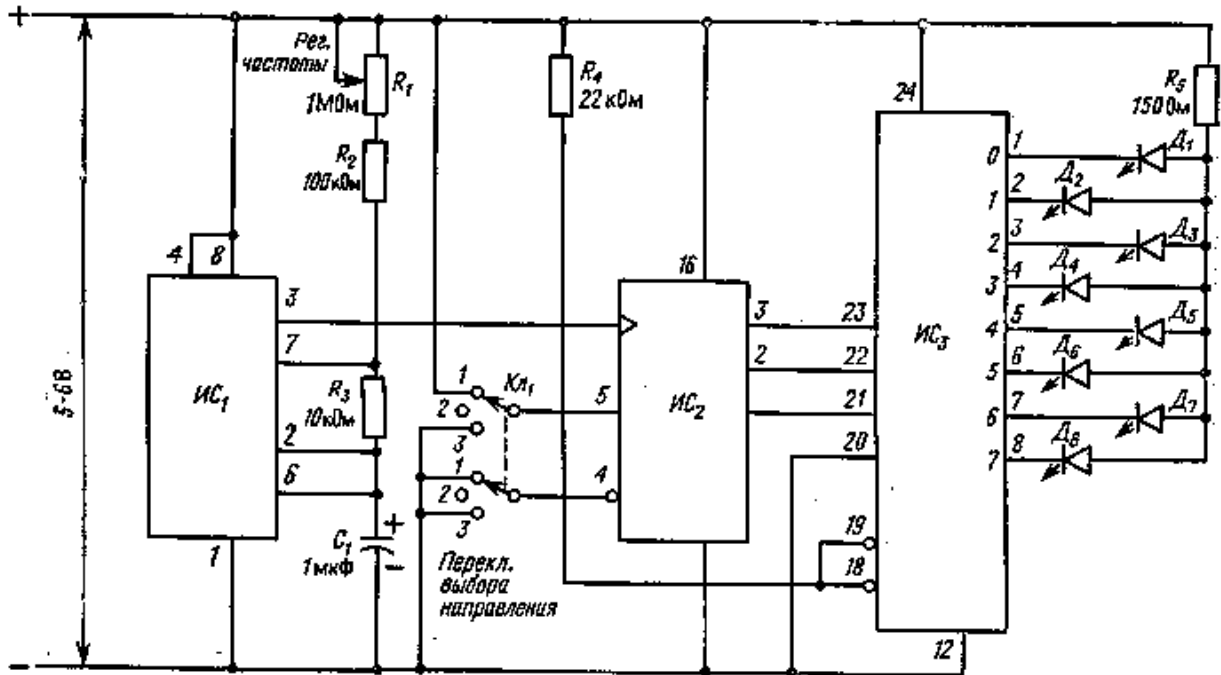


Рис. 3.14. Принципиальная схема двунаправленного строчного светокоммутатора.

$D_1 - D_8$ — светодиод с красным свечением; ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — двоичный счетчик типа 74191; ИС₃ — дешифратор из 4 в 16 типа 74154; Я-г потенциометр 1 МОм; R_2 — резистор 100 кОм, 0,25; R_3 — резистор 10 кОм, 0,25 Вт; R_4 — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; R_5 ~ резистор 150 Ом, 0,25 Вт, C_1 — электролитический конденсатор 1 мкФ, 35 В,

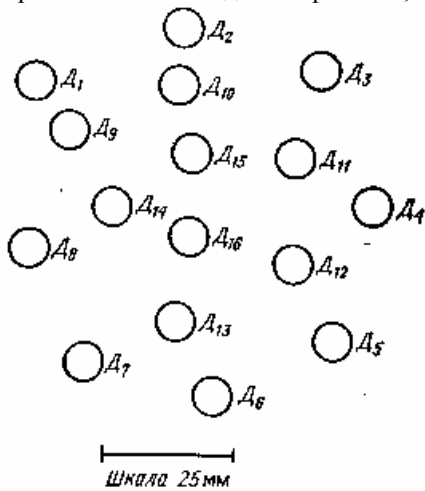


Рис. 3.15. Рекомендуемая схема расположения светодиодов для спиральных светокоммутаторов.

3.9. Спиральные светокоммутаторы

При использовании коммутации светодиодов в определенной последовательности предоставляются увлекательные возможности. Например, что можно сделать с 16 светодиодами, включаемыми последовательно и с любой скоростью? Эти светодиоды можно расположить в виде спирали, и при определенной скорости переключения получается впечатление движущейся спирали, к которой иногда прибегают гипнотизеры на сеансах гипноза. Такой светокоммутатор создает тот же эффект, что и вращающийся диск с несколькими светодиодами, и даже если он и не оказывает гипнотизирующего действия, то, несомненно, привлекает внимание.

На рис. 3.15 показан вариант расположения 16 светодиодов по спирали. На первый взгляд образуемая светодиодами фигура не похожа на спираль, однако если проследить последовательно глазами от светодиода D_1

до светодиода D_{16} , то можно убедиться, что это будет действительно спираль. Схема расположения, приведенная на рис. 3.15, пригодна для обоих спиральных светокоммутаторов, описанных в данном разделе. Радилюбитель может использовать этот рисунок для тренировки в просверливании отверстий в любых пригодных материалах для монтажа светодиодов.

Обе схемы управления светокоммутаторами (рис. 3.16 и 3.17) имеют одинаковый принцип действия. Схема на рис. 3.16 гораздо проще и дешевле, но при ее использовании спираль вращается лишь в одном направлении — от светодиода D_1 к светодиоду D_{16} . При расположении светодиодов по схеме, показанной на рис. 3.15, создается эффект свертывающейся спирали, которая как бы ведет за собой глаз наблюдателя.

Схема на рис. 3.17 позволяет выбирать прямое и обратное вращение спирали. Установка переключателя выбора направления вращения в положение 1 обеспечивает раскручивание спирали, а в положение 3 — свертывание спирали. В положении 2 этого переключателя получается необычайный колебательный эффект, при котором кажется, что спираль периодически свертывается и развертывается. Подобный эффект довольно трудно получить с помощью обычного механизма с диском, вращаемым электродвигателем.

В обеих схемах скорость вращения спирали выбирается с помощью регулятора скорости. Питание обеих схем производится от четырех последовательно включенных батарей напряжением 1,5 В, а при желании обеспечить длительную или непрерывную работу светокоммутатора следует использовать стабилизированный источник питания напряжением 5 В при токе 1 А (см. рис. 2.1). Светодиоды могут выбираться одинакового или различных цветов свечения (красного, зеленого или желтого).

Желаемый гипнотический эффект спирали можно получить опытным путем, уменьшая или увеличивая скорость вращения с помощью регулятора. При слишком низкой скорости кажется, что светодиоды мерцают последовательно друг за другом, а при слишком высокой скорости — что все светодиоды включаются одновременно. Изменение величины емкости конденсатора C_1 в обеих схемах позволяет изменять диапазон регулирования скорости вращения спирали: при увеличении емкости светодиоды мигают менее часто, а при снижении емкости скорость вращения спирали возрастает.

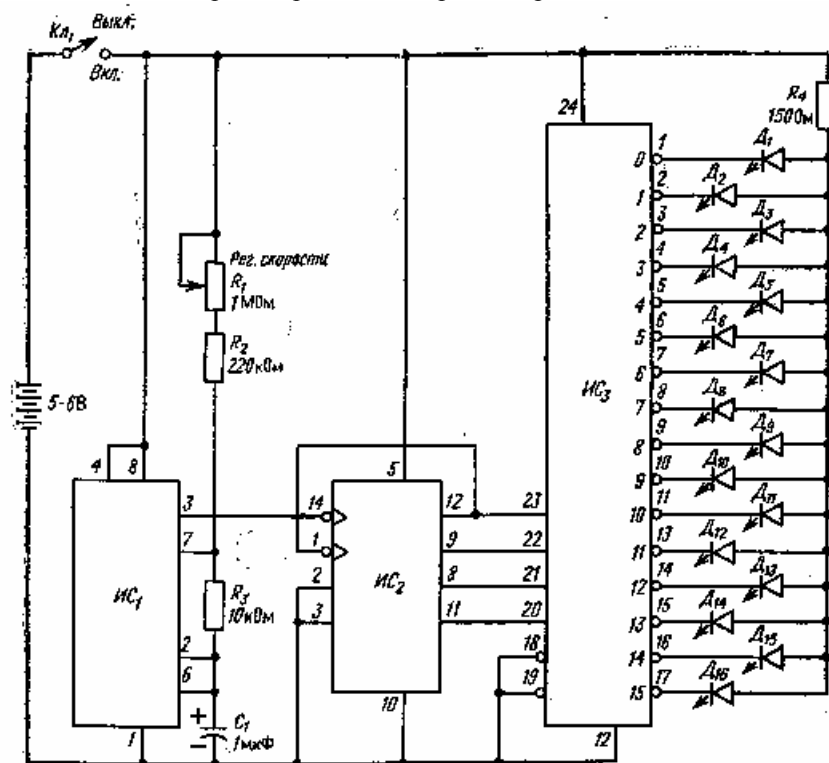


Рис. 3.16. Простая схема спирального светокоммутатора.

D_1 — D_{16} — светодиод с красным свечением; IC_1 — таймер типа 555; IC_2 — 4-разрядный двоичный счетчик типа 7493; IC_3 — дешифратор из 4 в 16 типа 74154; R_1 — потенциометр 1 МОм; R_2 — резистор 220 кОм, 0,25 Вт; R_3 — 10 кОм, 0,25 Вт; R_4 — резистор 150 Ом, 0,25 Вт; C_1 — электролитический конденсатор 1 мкФ, 50 В.

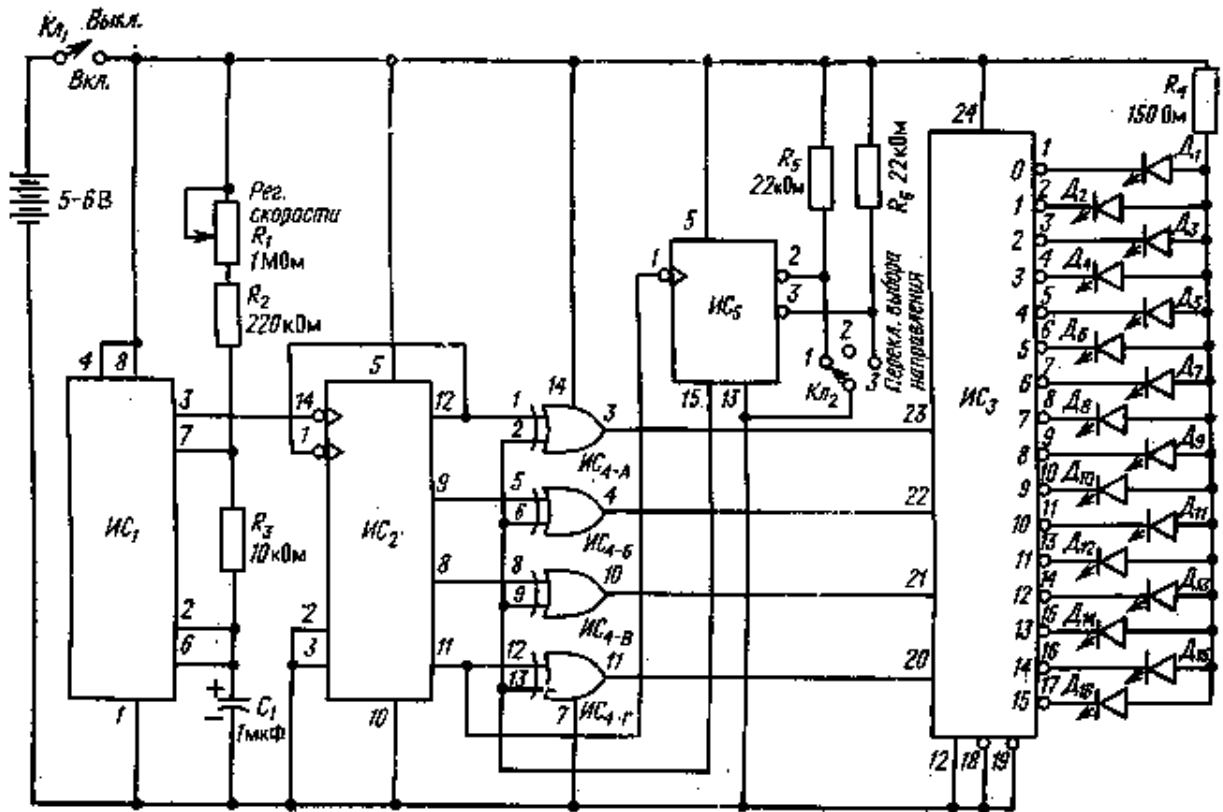


Рис. 3.17. Принципиальная схема двунаправленного спирального светокоммутатора.

Д1 — Д16 — светодиод с красным свечением; ИС1 — таймер типа 555; ИС2 — 4-разрядный двоичный счетчик типа 7493; ИС3 — дешифратор из 4 в 16 типа 74154; ИС4 — четыре двухвходовых вентиля «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ» типа 7486; ИС5 — двойной J — К-триггер типа 7476; R1 — потенциометр 1 МОм; R2 — резистор 220 кОм, 0,25 Вт; R3 — резистор 10 кОм, 0,25 Вт; R4 — резистор 150 Ом, 0,25 Вт; R5 — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; C1 — электролитический конденсатор 1 мкФ, 50 В.

3.10. Неконтактный коммутатор на 10 светодиодах

Обычно несколько источников света (ламп) включаются и выключаются с помощью группы выключателей. При этом последовательно с каждой лампой подключается выключатель, т. е., например, для управления 10 лампами требуется 10 выключателей.

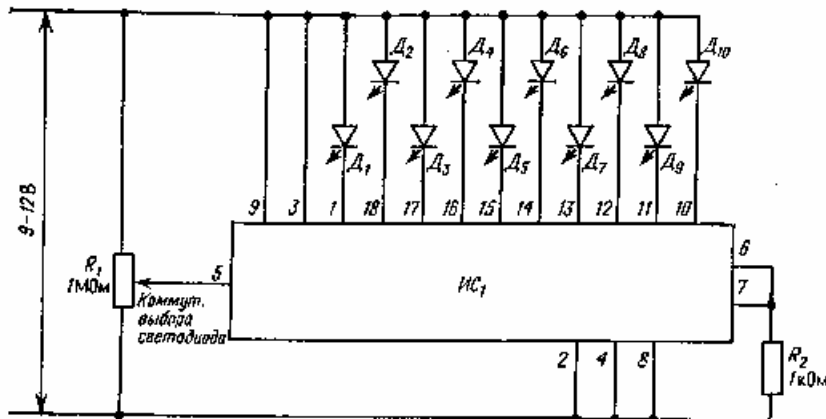


Рис. 3.18. Принципиальная схема неконтактного светокоммутатора на 10 светодиодах.

ИС1 — схема управления точечными и сегментными индикаторами типа LM3914; Д1 — Д10 — любой светодиод; R1 — потенциометр 1 МОм; R2 — резистор 1 кОм, 0,25 Вт.

В настоящее время, однако, имеется возможность включать любой из 10 источников света с помощью одного переменного резистора. В одном из крайних положений ползунка резистора все источники выключены, а при перемещении ползунка в другую сторону источники включаются последовательно один за другим. Таким образом, можно включать какой-либо один источник с помощью всего одного элемента управления.

В устройстве, принципиальная схема которого показана на рис. 3.18, источники-светодиоды включаются один за другим (от D_1 до D_{10}) при движении ползунка регулятора от отрицательного вывода источника питания в сторону его положительного ВЫВОДА. Естественно, что при смещении ползунка в обратную сторону светодиоды будут включаться и выключаться в обратном порядке.

Микросхема $HC1$ на рис. 3.18 представляет собой схему управления точечными и сегментными индикаторами на светодиодах, причем здесь она работает в режиме управления точечным индикатором, обеспечивая последовательное включение светодиодов.

Соответствующая модификация схемы позволяет получать эффект «столбика термометра» (режим управления сегментным индикатором), при котором в каждый момент включается несколько светодиодов. Скажем, можно отрегулировать схему на включение светодиода D_6 . При этом будут включаться все светодиоды с меньшими номерами, а при установке регулятора на светодиод D_8 — все светодиоды от D_1 до D_7 . Для получения такого эффекта вывод 9 микросхемы $HC1$ подключается не к положительному, а к отрицательному выводу источника питания.

Очевидно, что к выводу 9 можно подключить переключатель, который позволит выбирать тот или иной режим работы, т. е. управление светодиодами. Постарайтесь сами осуществить правильное подключение этого переключателя. Для питания коммутатора можно использовать либо батарею напряжением 9 В, либо нестабилизированный источник питания напряжением 12 В, описанный в разд. 2.5.

3.11. Простой тестер для проверки светодиодов

При правильном использовании светодиоды будут работать длительное время. Однако любой радиолюбитель может допустить ошибки при сборке схем, которые могут иногда приводить к перегоранию светодиодов. В каждом таком случае вам придется проверять исправность светодиода. Кроме того, некоторые светодиоды имеют нестандартную маркировку, затрудняющую правильное определение их анодных и катодных выводов. Такие светодиоды также следует проверять перед включением.

Обе эти задачи могут быть решены с помощью простой схемы проверки, приведенной на рис. 3.19. Эта схема может использоваться для проверки сгоревших светодиодов или для определения, какой вывод является анодом, а какой — катодом.

Проверяемый светодиод подключается к схеме, как показано на рисунке. Загорание светодиода свидетельствует о его годности. При этом, если устройство все же не работает после сборки, неисправность следует искать в другом месте.

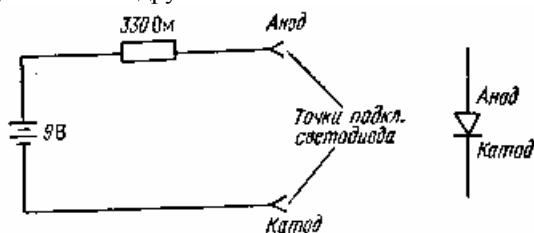


Рис. 3.19. Принципиальная схема простого тестера.

Теперь предположим, что выбранный радиолюбителем светодиод не имеет маркировки выводов. Если при подключении к схеме проверки он загорается, то его выводы можно определить по обозначению анодного и катодного выводов схемы проверки. Если светодиод не включается, то это означает, что либо светодиод неисправен, либо радиолюбитель неправильно подключил выводы светодиода. В последнем случае следует переключить выводы светодиода, и если он исправен, то он загорится. Такой тестер весьма полезен, если радиолюбитель приобрел много светодиодов неизвестного качества и необходимо произвести их быструю сортировку на годные и негодные.

Глава 4

ЗВУКОСИГНАЛИЗАТОРЫ И УСТРОЙСТВА ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Если провести опрос среди начинающих радиолюбителей, то можно, вероятно, установить, что половина из них предпочитает светокоммутирующее устройство (см., например гл 3) а другая половина увлекается различными звуковыми устройствами (которые рассматриваются в данной главе).

Свистки и зуммеры, описываемые в этой главе, можно отнести к звуковым сигнализаторам. Их особенность состоит в том что в большинстве случаев они издадут довольно неприятные на слух звуки. Звуковые

генераторы, которые вырабатывают более сложные и иногда более приятные звуки, рассматриваются в последующих главах, где описываются звуковые синтезаторы и музыкальные устройства.

Прочитав данную главу, радиолюбитель заметит, что все описанные здесь устройства могут быть подразделены примерно на две различные группы: в устройствах одной группы вырабатываются звуковые сигналы определенной формы, а в устройствах другой обеспечивается усиление звуковых сигналов.

К первой группе относятся сигнал-генераторы, обычно вырабатывающие сигналы прямоугольной формы, которые включают и выключают подачу сигнала. Схемы получения сигналов прямоугольной формы отличаются простотой и эффективностью работы.

Ко второй группе усиливающих устройств обычно относится низкочастотный усилитель, выполненный в виде интегральной схемы. На вход такого усилительного устройства подаются низкочастотные сигналы прямоугольной формы, а его выход подключается к громкоговорителю.

Громкоговоритель является наиболее громоздким и дорогостоящим компонентом устройства. Во всех рассмотренных здесь устройствах используется обычный громкоговоритель с постоянным магнитом, имеющий сопротивление 8 Ом. При экспериментировании радиолюбитель может использовать громкоговоритель любых размеров, но, как показывает практика небольшой и недорогой громкоговоритель диаметром 50 мм не создает столько шумов, сколько дают более крупные громкоговорители.

Очевидно что звучание небольшого громкоговорителя подходит для тех случаев, когда радиолюбитель хочет изготовить устройство небольших размеров, однако можно, получить массу удовольствия, подключив небольшое устройство к крупной акустической системе с громкоговорителями, имеющими сопротивление 8 Ом. Должно быть, вызовет удивление, какой мощный звук способны создавать некоторые из описываемых ниже устройств.

И уж если радиолюбитель совсем безрассуден, он может подключить любое из устройств, рассмотренных в данной главе, к выпускаемому промышленностью усилителю низкой частоты (УНЧ), для чего выходные концы устройства подсоединяются к штеккеру, включаемому в гнездо дополнительного или низкоомного микрофонного входа в этом усилителе. При этом следует уменьшить громкость, иначе издаваемые звуки не выдержит никто из окружающих и в первую очередь сам радиолюбитель.

4.1. Простой генератор регулируемого тона

Устройство на рис. 4.1 представляет собой почти самый простой тональный генератор. Для его питания могут использоваться одна батарея напряжением 9 В, четыре последовательно соединенные батареи напряжением 1,5 В или любой источник питания напряжением в пределах от 5 до 12 В.

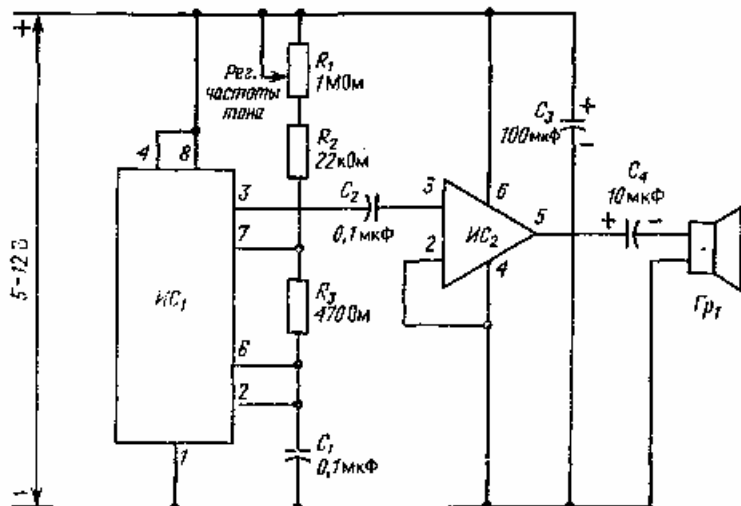


Рис. 4.1. Принципиальная схема простого генератора регулируемого тона.

ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — УНЧ типа LM386; R₁ — потенциометр 1 МОм; R₂ — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; R₃ — резистор 470 Ом, 0,25 Вт; C₁, C₂ — конденсатор 0,1 мкФ; C₃ — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В; C₄ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; Гр₁ — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом.

При использовании номиналов компонентов, указанных на принципиальной схеме, частоту тона можно регулировать от 1 до 600 Гц, а при необходимости получения более высоких частот следует снизить емкость конденсатора C₁ с 0,1 мкФ, скажем, до 0,047 мкФ. Для снижения частоты и получения весьма низких частот типа пульсаций можно увеличить емкость конденсатора C₁ до 0,22 мкФ.

4.2. Усовершенствованный генератор регулируемого тона

Введение третьей интегральной микросхемы в схему тонального генератора на рис. 4.1 существенно повышает мощность выходного низкочастотного сигнала. Эта микросхема (ИС₂) представляет собой триггер типа J—К (рис. 4.2). На его вход от микросхемы ИС₁ поступают колебания трапецевидной формы, которые преобразуются почти в идеальные прямоугольные колебания, обеспечивающие максимальную мощность коммутируемых сигналов.

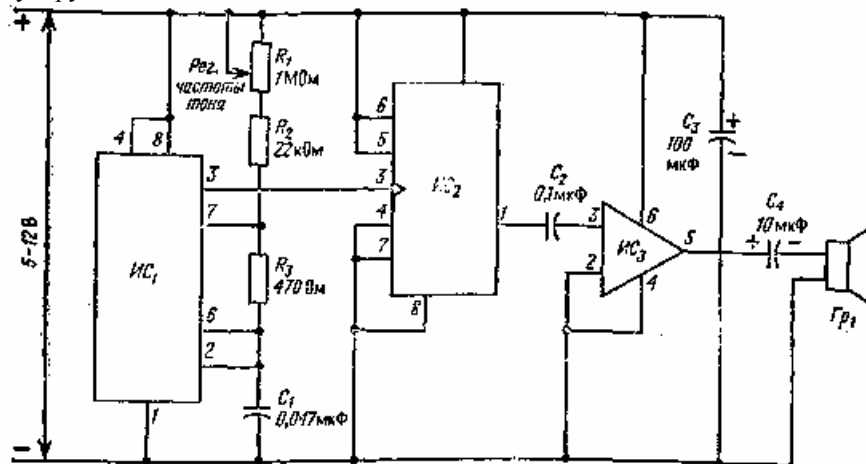


Рис. 4.2. Принципиальная схема усовершенствованного тонального генератора.

ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — двойной J—К-триггер типа 4027; ИС₃ — УНЧ типа LM386; R₁ — потенциометр 1 МОм; R₂ — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; R₃ — резистор 470 Ом, 0,25 Вт; C₁ — конденсатор 0,047 мкФ; C₂ — конденсатор 0,1 мкФ; C₃ — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В; C₄ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; Гр₁ — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом.

Триггер, используемый в таком включении, всегда понижает частоту колебаний в два раза. Поэтому для получения тональных сигналов тех же частот, что и в более простом генераторе на рис. 4.1, необходимо вдвое повысить рабочую частоту ИС₁ (таймера типа 555). С этой целью величина емкости конденсатора C₁ на рис. 4.2 снижается почти вдвое по сравнению с величиной конденсатора на рис. 4.1.

Однако радиоловитель, естественно, может изменять емкость конденсатора C₁ на рис. 4.2 для получения других частот тонального сигнала. Если у радиоловителя есть дома собака, то он может поиграть с ней, включив в генератор конденсатор емкостью 470 пФ. В этом случае при использовании высококачественного громкоговорителя получаются сигналы с весьма высокой тональностью, которые возбуждающе действуют на собак. Такой сигнализатор может служить как электронное устройство для вызова собаки.

Существует также гипотеза о том, что генератор высокого тона создает помехи ультразвуковому аппарату ориентирования у летучих мышей. Можно попытаться с помощью такого генератора поймать летучую мышь. Меняя частоту тона, можно добиться, чтобы летучая мышь потеряла ориентацию. Однако в освещенном пространстве летучие мыши хорошо видят. Поэтому в целях достижения максимального эффекта такой эксперимент следует проводить в полной темноте. А это делает надежды на успех сомнительными, особенно если сам радиоловитель побаивается летучих мышей.

Некоторые утверждают, что высокочастотные звуки отпугивают тараканов. А также если в доме завелись клопы, то можно попробовать бороться с ними с помощью тонального генератора. В этом случае, чтобы обеспечить длительную непрерывную работу генератора, следует использовать не батарейный, а сетевой источник питания,

4.3. Пульсирующий тональный генератор

Следующим в ряду существующих тональных генераторов стоит генератор, вырабатывающий пульсирующий тональный сигнал. Схема такого генератора включает два почти одинаковых генератора, один из которых вырабатывает низкочастотный тональный сигнал, а другой производит включение и выключение этого сигнала с гораздо более низкой частотой.

При использовании радиодеталей с номиналами, указанными на рис. 4.3, частота основного тонального сигнала будет находиться в пределах примерно от 100 Гц до 1 кГц и изменяться регулятором тона. Коммутация тонального сигнала производится микросхемой ИС₁ — А, которая дает пульсации с частотой от 0,7 до 1,5 Гц, изменяемой с помощью регулятора пульсаций.

Диапазон частот основного тонального сигнала можно изменить с помощью конденсатора C₂ — чем меньше его емкость, тем выше частота и наоборот. Тот же эффект дает изменение величины емкости C₁, однако все же рекомендуется включать этот конденсатор емкостью не более указанной на схеме.

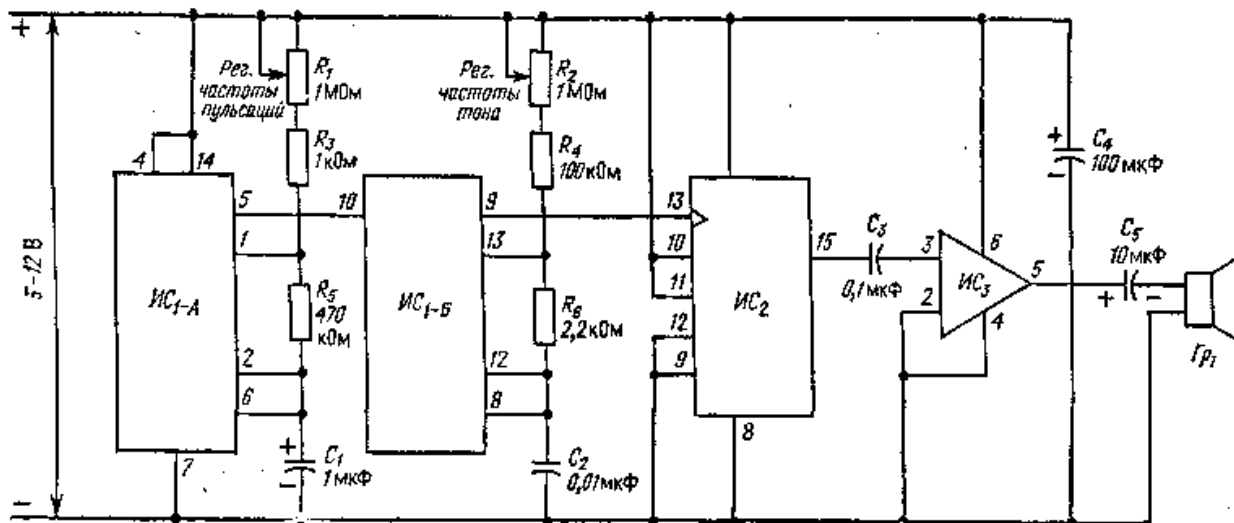


Рис. 4.3. Генератор тональных пульсаций.

ИС₁ — двойной таймер типа 556; ИС₂ — двойной J — К-триггер типа 4027; ИС₃ — УНЧ типа LM386; R₁, R₂ — потенциометр 1 МОм; R₃ — резистор 1 кОм, 0,25 Вт; R₄ — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; R₅ — резистор 470 кОм, 0,25 Вт; R₆ — резистор 2,2 кОм, 0,25 Вт; C₁ — танталовый конденсатор 1 мкФ, 35 В; C₂ — конденсатор 0,01 мкФ; C₃ — конденсатор 0,1 мкФ; C₄ — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В; C₅ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; Тр₁ — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом.

Генератор может работать от любого источника питания напряжением 5 — 12 В, а конструктивно его можно оформить в виде небольшого блока при использовании, например, батареи напряжением 9 В.

Для превращения этого генератора в сигнализатор, который срабатывает и издает прерывистый сигнал при наклоне, необходимо последовательно с источником питания подключить ртутный переключатель, как показано на рис. 4.4. В этом случае схема отключается от питания, если ртутный переключатель находится в вертикальном положении. При наклоне в любую сторону переключатель замыкается, включается сигнализатор и начинает издавать пульсирующий тональный сигнал. Его работа снова прекращается при установке переключателя в вертикальное положение.

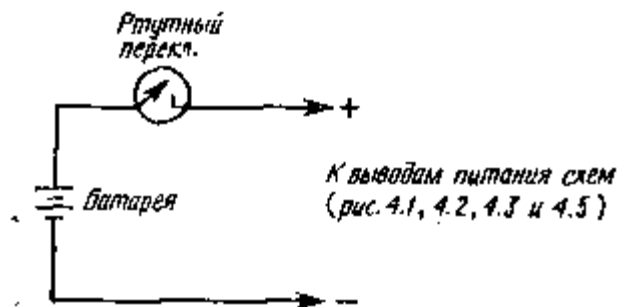


Рис. 4.4. Схема, обеспечивающая срабатывание при наклоне тональных генераторов, приведенных на рис. 4.1, 4.2, 4.3 и 4.5.

4.4. «Воющая сирена»

Пульсирующий тональный генератор можно переделать для получения завывающих звуков, издаваемых непрерывно через громкоговоритель, но с периодически меняющейся частотой. При соответствующей установке регуляторов в схеме на рис. 4.5 можно получить звуки, похожие на сирены автомобилей различных аварийных служб.

Регулятор тона в этой схеме позволяет изменять диапазон частот, излучаемых громкоговорителем, тогда как регулятор частоты пульсаций — периодичность качания частоты тонального сигнала. К этому генератору можно подключить ртутный переключатель по схеме, показанной на рис. 4.4.

4.5. Два варианта «воющей сирены»

При замене постоянного резистора R₇ в схеме на рис. 4.5 потенциометром 10 кОм (рис. 4.6) можно регулировать глубину «завываний». Так, в одном из крайних положений такого регулятора частота тонального

сигнала почти не меняется, а в другом она изменяется значительно, напоминая пульсирующий тональный сигнал. Более забавный эффект получается при установке регулятора в среднее положение — звук начинает как бы вибрировать. Таким образом, в генераторе имеются уже три регулятора, которые позволяют радиолюбителю создавать самые различные звуковые эффекты.

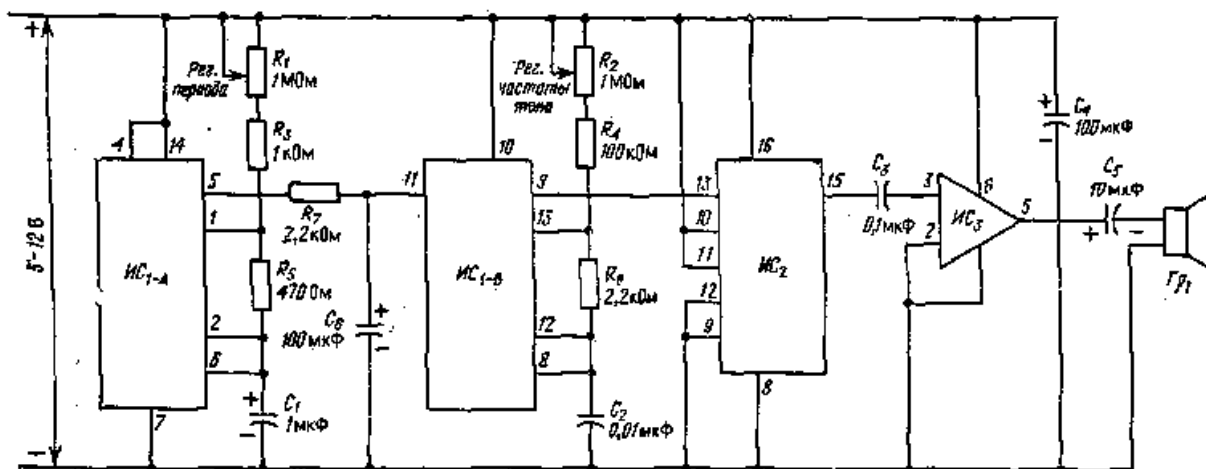


Рис. 4.5. Принципиальная схема «воющей сирены».

ИС₁ — двойной таймер типа 556; ИС₂ — двойной J — К-триггер типа 4027; ИС₃ — УНЧ типа LM386; R₁, R₂ — потенциометр 1 МОм; R₃ — резистор 1 кОм, 0,25 Вт; R₄ — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; R₅ — резистор 470 Ом, 0,25 Вт; R₆, R₇ — резистор 2,2 кОм, 0,25 Вт; C₁ — электролитический конденсатор 1 мкФ, 35 В; C₂ — конденсатор 0,01 мкФ; C₃ — конденсатор 0,1 мкФ; C₄, C₅ — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В; Tr₁ — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом.

Еще легче переделать схему на рис. 4.5 в двухтональный генератор, выпаяв конденсатор C₆. В результате генератор начинает вырабатывать не завывающий звук, а два различных тональных сигнала. Как и до изменения в схеме, диапазон частот будет изменяться регулятором тона. Регулятор пульсаций устанавливает периодичность изменения двух тональных сигналов. При соответствующей установке этих двух регуляторов можно получить характерный сигнал сирены автомобилей аварийной службы.

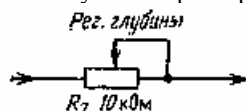


Рис. 4.6. Принцип подключения регулятора глубины «завываний» вместо резистора R₇ на рис. 4.5.

Резистор R₇ (рис. 4.5) имеет величину сопротивления 2,2 кОм или может быть заменен потенциометром (рис. 4.6), позволяющим регулировать разность частот двух тональных сигналов в громкоговорителе. В случае если радиолюбитель хочет получить оба эффекта (изменение глубины и двухтональный звук), между положительной обкладкой конденсатора C₆, точкой соединения резистора R₇ и точкой соединения с выводом 11 микросхемы ИС₁-Б следует включить однополюсный переключатель, который позволяет отключать и подключать конденсатор C₆.

4.6. Некоторые схемы включения сигнализации

Некоторые из генераторов, описанных выше в данной главе, можно весьма просто использовать в схемах включения сигнализации. Единственной трудностью является то, что описанные выше тональные генераторы различных типов расходуют определенную мощность, а изготовить надо сигнализатор с батарейным питанием, в котором генератор должен практически быть обесточен до момента его действительного включения.

Ртутный переключатель (рис. 4.4) не расходует никакой мощности, пока он не сработает. Тем не менее у него есть один недостаток, препятствующий его применению в сигнализаторах — переключатель тотчас выключается при занятии вертикального положения. Практически же необходима схема, которая не расходует мощности в дежурном режиме и не включается от простого перехода ее элементов в исходное состояние.

Рассмотрим сигнализатор, подключенный к закрытой двери. Целью такой сигнализации является включение звуково-го сигнала при каждом открывании двери. Однако если сигнализатор сконструирован таким образом, что он выключается при закрывании двери (т. е. работает по тому же принципу, что и внутренняя лампочка в

холодильнике), то такой сигнализатор имеет небольшую практическую ценность. Гораздо лучше иметь сигнализатор, который не выключается после закрывания двери.

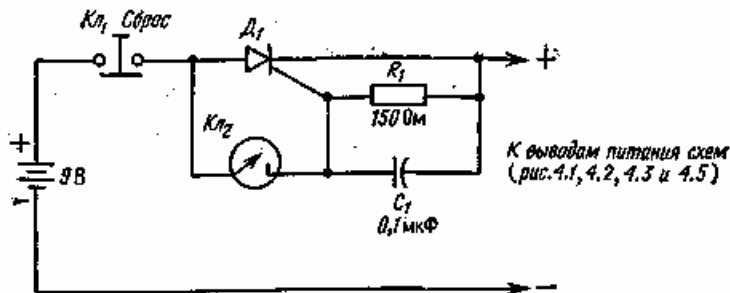


Рис. 4.7. Схема сигнализации с ртутным переключателем.

D_1 — кремниевый выпрямительный диод на напряжение 200 В при токе 6 А; $K_{л1}$ — нормально замкнутый кнопочный переключатель; $K_{л2}$ — ртутный переключатель; R_1 — резистор 150 Ом, 0,25 Вт; C_1 — конденсатор 0,1 мкФ.

Итак, нужна схема-«защелка», т. е. схема, которая может быть включена, но не может быть выключена и при этом не расходует мощность батарейного источника питания в выключенном состоянии.

В данном разделе рассмотрены схемы сигнализации трех основных типов. Любая из этих схем может подключаться к тональным генераторам, показанным на рис. 4.1 — 4.5.

Схема, показанная на рис. 4.7, является видоизмененным вариантом сигнализатора, срабатывающего при наклоне и описанного применительно к генератору на рис. 4.4. Этот усовершенствованный вариант исключает сигнализацию при переводе генератора в вертикальное положение. Генератор продолжает вырабатывать звуковой сигнал до тех пор, пока не будет нажата кнопка «Сброс» или не разрядится батарея питания.

Для перевода схемы на рис. 4.7 в дежурный режим ее необходимо установить в положение, в котором ртутный переключатель выключен, т. е. в вертикальное положение. Отклонение от него вызывает включение тонального генератора, к которому подсоединяется схема сигнализации. Единственным способом выключения генератора является перевод схе-кб1 в вертикальное положение и нажатие кнопки «Сброс».

На рис. 4.8 показана схема сигнализации, которая включается при попадании светового потока на фототранзистор Т1. Как и описанная выше схема с ртутным переключателем, эта схема не выключается при попадании светового потока. Звуковой сигнал длится до тех пор, пока переключатель $K_{л1}$ не будет переведен в положение «Выкл».

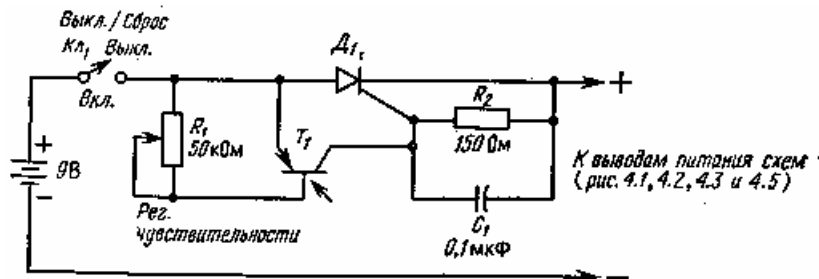


Рис. 4.8. Светочувствительная схема сигнализации.

D_1 — кремниевый выпрямительный диод на напряжение 200 В при токе 6 А; T_1 — фототранзистор типа ФРТ-100; R_1 — потенциометр 50 кОм; R_2 — резистор 150 Ом, 0,25 Вт; C_1 — конденсатор 0,1 мкФ.

Для первоначальной настройки светочувствительной схемы сигнализации необходимо поставить переключатель сброса в положение «Выкл» и включить освещение в комнате. Далее следует переключатель сброса поставить в положение «Вкл», и схема перейдет в дежурный режим. При этом регулятор чувствительности позволит установить пороговый уровень срабатывания схемы.

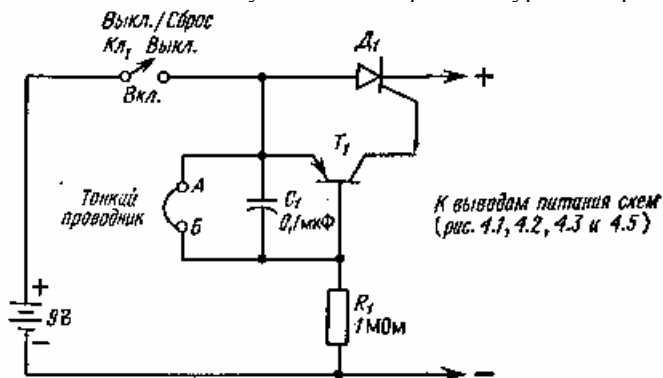


Рис. 4.9. Схема сигнализации, срабатывающая при разрыве цепи,
 D_1 — кремниевый выпрямительный диод на напряжение 200 В при токе 6 А; 7, — маломощный переключающий p - n - p — транзистор; R_1 — резистор 1 МОм, 0,25 Вт; C_1 — конденсатор 0,1 мкФ.

Одним из самых популярных средств охранной сигнализации является сигнализатор, который срабатывает при обрыве отрезка токопроводящего материала. В схеме, предлагаемой на рис. 4.9, в качестве токопроводящего материала используется тонкий проводок или отрезок металлической токопроводящей ленты.

Основной принцип действия схемы сигнализации на рис. 4.9 заключается в том, что она срабатывает и включает звуковой сигнал в момент, когда происходит обрыв проводника между точками A и B . До тех пор пока между этими точками протекает электрический ток, схема работать не может даже тогда, когда переключатель сброса находится в положении «Вкл».

Эту схему можно проверить, подсоединив ее в точках A и B к одной из рассмотренных схем сигнализации с помощью зажимов типа «крокодил». При подготовке схемы следует проверить наличие хорошей электропроводности между точками A и B и затем поставить переключатель сброса в положение «Вкл». В результате схема сигнализации будет переведена в дежурный режим. Срабатывание схемы должно происходить лишь при разрыве перемычки между точками A и B . После этого даже установка перемычки между точками A и B не должна вызывать выключения сигнализации. Последнее произойдет лишь после перевода переключателя сброса в положение «Выкл» или, естественно, после полной разрядки батареи.

Основным назначением разрывного проводника между точками A и B является обеспечение нормального пути протекания тока в дежурном режиме. При разрыве проводника (ногой проходящего человека, при открывании двери и т. п.) включается сигнализация.

Токопроводящая лента обычно используется для обнаружения факта разбивания оконного стекла. Лента обычно наклеивается по краю стекла и подсоединяется через обычные провода к схеме сигнализации. Для схемы на рис. 4.9 рекомендуются клеммы с фиксирующими винтами, обеспечивающие надежное подсоединение обоих концов токопроводящей ленты и проводов, подключаемых к точкам A и B .

Немного воображения и экспериментирования позволит радиолюбителю придумать различные схемы сигнализации, имеющие практическую пользу. Например, можно вместо ртутного переключателя на рис. 4.7 поставить нормально замкнутый магнитный переключатель. В этом случае сигнализация включается при удалении магнита из магнитного переключателя. При использовании нормально разомкнутого магнитного переключателя сигнализация срабатывает при создании внешнего магнитного поля.

Подобных вариантов может быть до 50, так что радиолюбитель имеет возможность стать изобретателем, для чего надо подумать, провести несколько проб и выбрать наиболее удачный вариант,

Глава 5

СИНХРОНИЗАТОРЫ И ВРЕМЯЗАДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Одним из самых давно известных и все же наиболее полезных электронных устройств является устройство, обеспечивающее управление по времени. Времязадающие устройства можно в общем плане разделить на два типа: устройства, выполняющие какую-либо операцию за заданный интервал времени, и устройства, производящие какую-либо операцию по истечении заданного интервала времени.

Различие между устройствами этих двух типов можно сравнить с различием между детьми двух групп, которых просят сделать неприятную работу. К одной группе относятся дети, которые сразу реагируют и проделывают работу за определенный период времени, а другая группа детей имеет как бы внутреннюю задержку и приступает к работе через некоторое время.

Времязадающие устройства обоих типов имеют свои области применения, которые рассматриваются в данной главе. Если радиолюбитель ранее не работал с времязадающими устройствами собственного изготовления, то ему следует сначала собрать и наладить несколько относительно простых устройств, прежде чем переходить к более сложным устройствам, рассмотренным далее в главе.

5.1. Простое регулируемое времязадающее устройство

На рис. 5.1 представлена схема одного из простейших времязадающих устройств. При первоначальном переводе переключателя K_1 в положение «Вкл» загорается сигнальный светодиод D_2 , обозначенный «Отсчет», что указывает на начало работы устройства. Когда заданное время истекает, светодиод D_2 выключается и включается светодиод D_1 , обозначенный «Конец». Последний остается включенным до перевода переключателя K_1 в положение «Выкл» не менее чем на 5 с. После этого операция может быть повторена путем включения переключателя K_1 .

При использовании компонентов с номиналами, указанными на рис. 5.1, устройство позволяет регулировать время от 30 с до ~ 10 мин с помощью потенциометра «Регулировка времени». Крайние значения времени устанавливаются не точно, что обусловлено ошибками, связанными с допусками на параметры радиодеталей,

изменением температуры окружающего воздуха и в меньшей степени колебаниями питающего напряжения. Однако после калибровки этого регулятора с помощью достаточно точных часов устройство позволяет выдерживать задаваемый временной интервал с весьма удовлетворительной точностью.

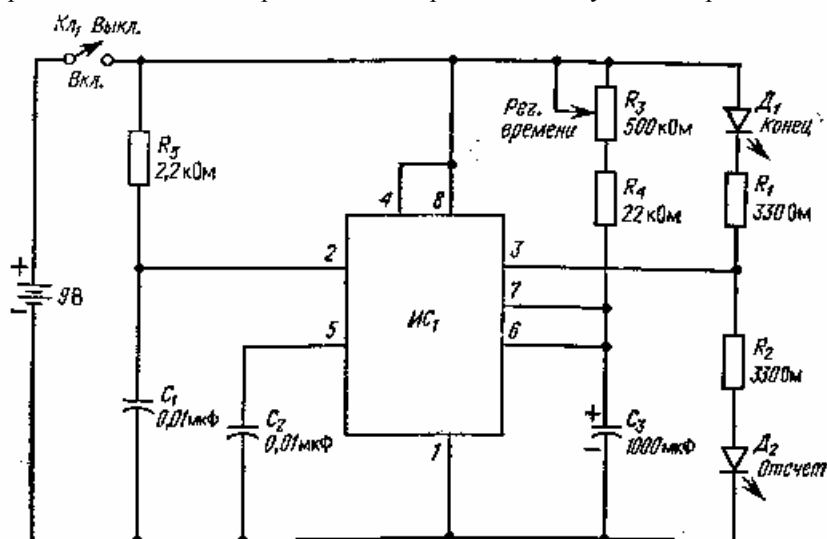


Рис. 5.1. Регулируемое времязадающее устройство.

D_1 — светодиод с красным свечением; D_2 — светодиод с зеленым свечением; ИС, — таймер типа 555- ЛЬ Л₂ — резистор 330 Ом, 0,25 Вт; K_3 — потенциометр 500 кОм; R_4 — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; R_5 — резистор 2,2 кОм, 0,25 Вт; C_1 , C_2 — электролитический конденсатор 0,01 мкФ, 50 В; C_3 — электролитический конденсатор 1000 мкФ, 16 В.

Подобное времязадающее устройство недостаточно надежно для работы с временными интервалами, значительно превышающими 10 мин. Сдвинуть вниз весь диапазон временных интервалов можно путем снижения емкости конденсатора C_3 . Например, при уменьшении емкости конденсатора в 10 раз диапазон временных интервалов снижается до пределов от 3 с до ~ 1 мин.

Любой из светодиодов «Отсчет» и «Конец» может быть исключен из схемы без нарушения работы устройства в целом, Исключение какого-либо из этих светодиодов упрощает схему за счет удаления также одного из резисторов R_1 или R_2 . Устройство на рис. 5.1 можно, например, использовать в качестве реле времени при варке яиц,

5.2. Простое реле времени

Реле времени представляет собой устройство, которое срабатывает по истечении заданного периода времени. На рис. 5.2 представлена принципиальная схема одного из вариантов реле времени. В данной схеме период задержки по времени начинается с момента перевода переключателя Кл1 в положение «Вкл». При этом включается светодиод «Отсчет», но, что важно, светодиод «Конец» остается выключенным по крайней мере до истечения времени задержки.

Величина задержки устанавливается с помощью регулятора задержки. При использовании указанных на схеме величин R_2 , R_5 , C_2 время задержки будет составлять от 1 до ~ 100 с. Таким образом, если регулятор задержки будет установлен на время 30 с, то светодиод D_1 «Конец» включается лишь через 30 с после перевода переключателя Кл1 в положение «Вкл». По истечении 30 с светодиод «Конец» остается включенным до перевода переключателя Кл1 в положение «Выкл».

Повторный отсчет времени задержки происходит при переводе переключателя 10ц в положение «Вкл». В схеме на рис. 5.2 можно исключить светодиод D_2 («Отсчет») и ограничительный резистор У?5. Путем замены конденсатора C_2 на конденсатор меньшей емкости можно сократить время задержки. При повышении емкости этого конденсатора время задержки соответственно увеличивается, причем увеличение или уменьшение времени задержки происходит пропорционально. Так, конденсатор, емкостью 10 мкФ дает диапазон времени задержки от 0,1 до ~ 10 с, а конденсатор емкостью 100 мкФ — от 0,1 до 100с.

Устройство на рис. 5.2 можно использовать с любым источником питания напряжением 6-12 В, однако при этом сопротивления ограничительных резисторов светодиодов должны выбираться в зависимости от напряжения питания. Практически не возникнет каких-либо неприятностей, если использовать резисторы с сопротивлением 330 Ом для любых напряжений в пределах 6-12 В. При величине сопротивлений R_5 и R_9 , равной 150 Ом, на светодиоды будет поступать несколько завышенный ток при более высоких напряжениях.

5.3. Комбинированное реле времени и времязадающее

устройство

Устройство на рис. 5.3 представляет собой зуммер, работающий по истечении определенного периода времени в течение ~5 с. Величина временного периода в этом устройстве регулируется в пределах 1 — 10 мин.

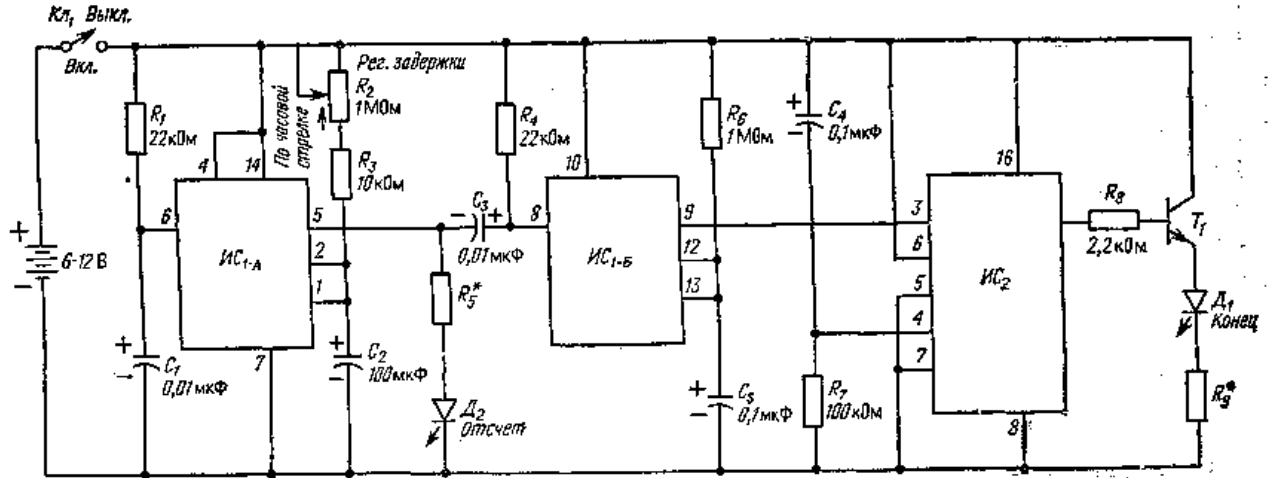


Рис. 5.2. Регулируемое реле времени.

D_1, D_2 — светодиод с красным свечением; ИС₁ — двойной таймер типа 556; ИС₂ — двойной J — K-триггер типа 4027; T_1 — *n-p-n*-транзистор; R_1, R_4 — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; R_2 — потенциометр 1 МОм; R_3 — резистор 10 кОм, 0,25 Вт; R_6, R_9 — 510 или 330 Ом, 0,25 Вт; R_5 — резистор 1 МОм, 0,25 Вт; R_7 — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; R_8 — резистор 2,2 кОм, 0,25 Вт; C_1, C_3 — электролитический конденсатор 0,01 мкФ, 50 В; C_2 — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В; C_4, C_5 — электролитический конденсатор 0,1 мкФ, 50 В.

Схема устройства фактически содержит два времязадающих устройства, включенных последовательно. Первое времязадающее устройство, являющееся регулируемым, построено на основе микросхемы ИС_{1-А} с соответствующими конденсаторами и резисторами. Оно срабатывает при первоначальной установке переключателя Кл1 в положение «Вкл», а длительность задержки регулируется с помощью резистора R_2 . По истечении периода задержки в первом времязадающем устройстве оно включает второе устройство, выполненное на основе микросхемы ИС_{1-Б}. Время задержки во втором устройстве неизменно и составляет ~5 с, хотя его можно и регулировать путем изменения величин R_5 и C_4 . Второе времязадающее устройство обеспечивает включение зуммера, имеющего напряжение питания 9 В. Как нетрудно догадаться, зуммер работает в течение 5 с, что определяется работой второго времязадающего устройства.

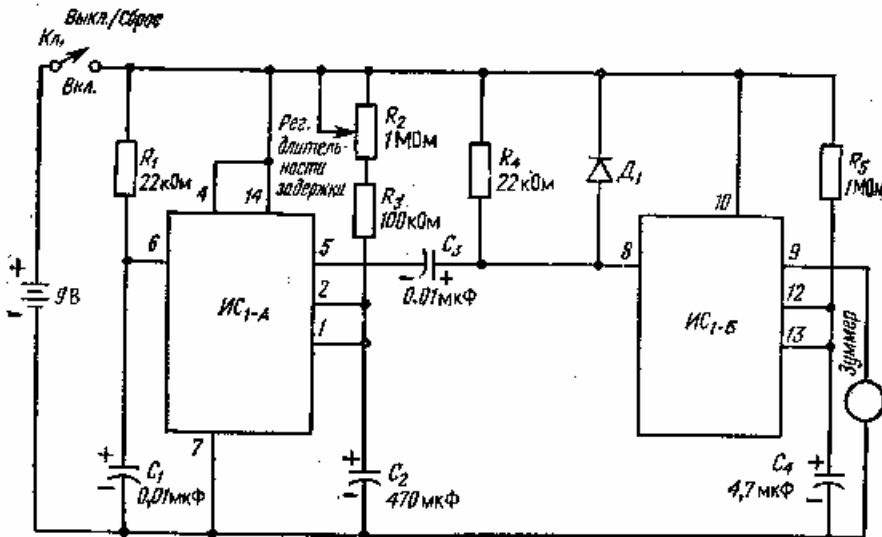


Рис. 5.3. Реле времени с задержкой.

ИС₁ — двойной таймер типа 556; R_1, R_4 — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; R_2 — потенциометр 1 МОм; R_3 — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; R_5 — резистор 1 МОм, 0,25 Вт; D_1 — маломощный выпрямитель-диод; C_1, C_3 — электролитический конденсатор 0,01 мкФ, 50 В; C_2 — электролитический конденсатор 470 мкФ, 35 В; C_4 — электролитический конденсатор 4,7 мкФ, 35 В.

Повторное срабатывание всего устройства происходит при его кратковременном выключении на несколько секунд и затем новом включении.

Не следует также забывать выключать устройство после истечения времени задержки, в противном случае интегральные схемы даже после отработки времени задержки будут расходовать энергию батареи.

Для каких целей можно использовать подобное устройство? Оно годится, скажем, для шуточных сюрпризов. Например, на вечеринке можно установить в устройстве время задержки 3 мин, включить его и положить на столе рядом с одним из гостей. И... вдруг неожиданно для всех и неизвестно почему невинное на первый взгляд устройство начинает издавать громкие звуки.

Можно придумать самому радиолюбителю и другое применение устройства. В частности, вместо зуммера можно подсоединить катушку реле с рабочим напряжением 9 В и использовать контакты реле для включения любого бытового электроприбора, в том числе и лампы или электродвигателя. Достоинством этого устройства по сравнению с устройством на рис. 5.2 является то, что оно автоматически включает прибор, который к нему подсоединен, тогда как в устройстве на рис. 5.2 это надо делать вручную,

5.4. Ступенчатое реле времени

Один из недостатков времязадающего устройства с рези-сторным регулятором времени состоит в том, что радиолюбитель не может совершенно точно определить положение регулятора для получения нужного времени задержки. Для обеспечения этого необходимо неоднократно проверять работу устройства при различных положениях регулятора и отмечать значения времени на некоем подобии шкалы. Однако практическая точность выдерживания этих значений будет невелика. Решение такой задачи облегчается при использовании схемы, показанной на рис. 5.4.

Вместо переменного резистора для установки величин времени в этой схеме используется группа резисторов, выбор которых производится с помощью шестипозиционного селекторного переключателя. Таким образом, исключается подбор величин времени путем проб и появляется возможность в любой момент достаточно точно устанавливать нужное время задержки.

Величины времени задержки при указанных значениях сопротивлений времязадающих резисторов $R_2 — R_8$ приведены в табл. на рис. 5.4. Изменение времени задержки достигается заменой резисторов, при этом чем больше их сопротивление, тем больше время задержки.

Срабатывание схемы происходит при переводе переключателя в положение «Вкл». При этом загорается светодиод «Отсчет» D_2 и остается в этом состоянии на все время задержки. Одновременно поступает ток на обмотку реле на все время задержки. Контакты реле могут быть включены последовательно между источником питания и любым электрическим прибором. При этом последний будет включаться на установленное время.

Дополнительно в схеме предусмотрена кнопка «Блокировка», которая позволяет в любой момент выключать устройство. При нажатии этой кнопки временная задержка прекращается. Между прочим, такая блокировка может также вводиться в устройства на рис. 5.1 — 5.3.

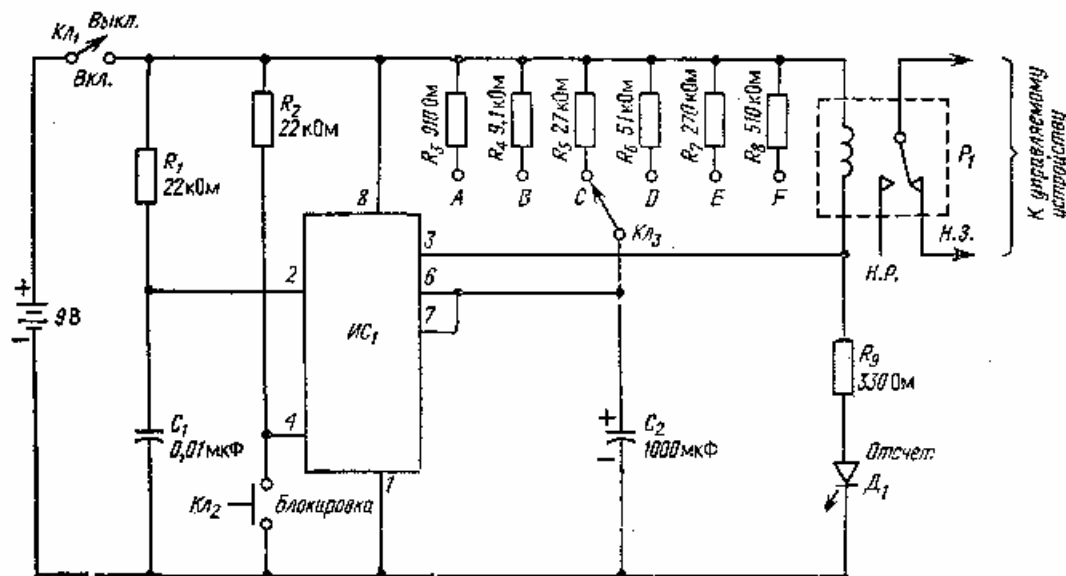


Рис. 5.4. Ступенчатое реле времени.

D_1 — светодиод с красным свечением; ИС1 — таймер типа 555; R_1, R_2 — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; K_3 — резистор 910 Ом, 0,25 Вт; R_1 — резистор 9,1 кОм, 0,25 В; R_5 — резистор 27 кОм, 0,25 Вт; R_6 — резистор 51 кОм, 0,25 Вт; R_7 — резистор 270 кОм, 0,25 Вт; R_8 — резистор 510 кОм, 0,25 Вт; R_9 — резистор 330 Ом, 0,25 Вт; C_1 — конденсатор 0,01 мкФ; C_2 — электролитический конденсатор, 1000 мкФ, 35 В; K_2 — нормально разомкнутый кнопочный переключатель; K_3 — шестипозиционный поворотный переключатель; P_1 — двухпозиционное реле, (Н., З., — контакт нормально замкнутый, Н. Р., — контакт нормально разомкнутый.)

Время задержки	
Положение переключателя Кл ₃	Время
А	1 с
В	10 с
С	30 с
Д	1 мин
Е	5 мин
Ф	10 мин

5.5. Сенсорное реле времени

Электронные реле и времязадающие устройства могут включаться самыми различными способами. Все описанные выше устройства включаются путем перевода переключателя в положение «Вкл», тогда как реле времени, показанное на рис. 5.5, включается простым прикосновением к металлической пластине.

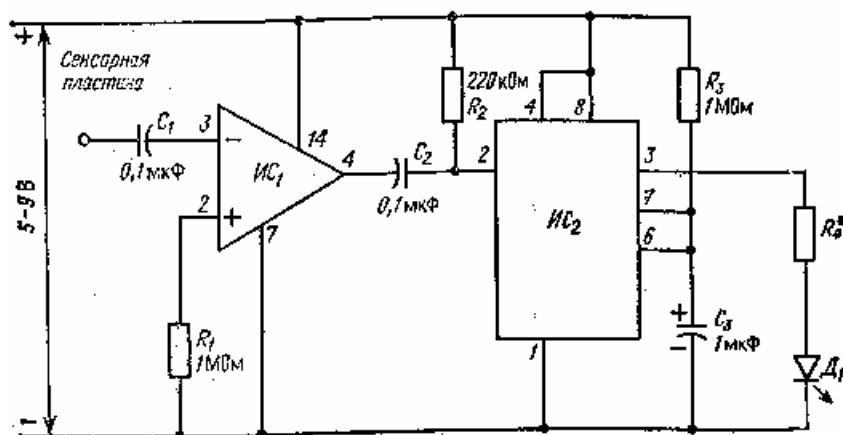


Рис. 5.5. Сенсорное реле времени.

D_1 - светодиод с красным свечением; ИС₁ - четырехканальный усилитель типа LM3900 ИС₂-таймер типа 555; R_1 , R_3 -резистор 1 МОм. 0.25 Вт; R_2 - резистор 220 кОм 0.25 Вт; R_4 -см. примечание; C_1 , C_2 - конденсатор 0,1 мкФ; C_3 - электролитический конденсатор 1 мкФ, 50 В.

Примечание. Сопротивление резистора R_4 составляет 150 Ом при напряжении питания 5 — 7 В и 330 Ом при напряжении питания 7 — 9 В.

В момент прикосновения к пластине начинается отсчет установленного временного интервала. В случае кратковременного прикосновения этот интервал длится около 1 с. По истечении временного интервала можно возобновить отсчет повторным прикосновением к пластине. При этом нет необходимости в переводе схемы в исходное состояние.

Каким образом работает подобная сенсорная схема включения? Ее принцип действия основан на том, что тело человека представляет собой антенну, принимающую излучение от ближайших осветительных приборов и проводов электросети. Все, что вам необходимо сделать, — это сориентировать антенну (ваше тело) в пространстве таким образом, чтобы уровень сигнала был достаточен для переключения прибора.

В схеме на рис. 5.5 необходимый уровень сигнала обеспечивается с помощью усилителя ИС₁. Выходной сигнал этого усилителя имеет достаточную амплитуду для включения времязадающей микросхемы ИС₂, которая работает так же, как и ранее рассмотренные устройства.

Номиналы R_3 и C_3 , указанные на схеме, обеспечивают временной интервал около 1 с. Для увеличения этого интервала необходимо повысить емкость конденсатора C_3 . Естественно, что при снижении емкости этого конденсатора временной интервал сокращается.

В течение выработанного временного интервала светодиод D_1 остается включенным. При желании вместо светодиода с резистором R_4 может быть включен зуммер (см. рис. 5.3) или реле (см. рис. 5.4), при этом необходимо лишь обеспечить для них соответствующее напряжение питания.

Единственным недостатком сенсорного реле времени является возможность его случайного срабатывания от внешних электромагнитных помех. Некоторые бытовые электроприборы, в частности электробритвы, могут создавать в помещении значительные помехи, способные вызвать срабатывание такого реле времени. Это

может происходить также от осветительных приборов, так что радиолюбителю не следует пользоваться реле, когда возможно возникновение подобного рода помех.

Получение максимальной пользы и удовлетворения от применения сенсорного реле времени зависит от фантазии радиолюбителя. Например, светодиод в реле может включаться от грозовых разрядов; так что, заменив сенсорную пластину отрезком провода длиной около 6 м, можно использовать реле для обнаружения грозы.

5.6. Реле времени с длительной задержкой

В описанных выше реле времени и времязадающих устройствах используются времязадающие интегральные схемы — таймеры типов 555 и 556, которые гарантируют точность, достигаемую в реальных условиях времени задержки не выше 5 %. Для большинства случаев конкретного применения это является недостатком — для реле времени на 10 с вполне допустима точность $\sim 0,5$ с.

Однако при изготовлении реле с большим временем задержки такая ошибка выливается в довольно значительную величину. К тому же следует учесть, что для получения длительной задержки требуется использование конденсаторов большой емкости и резисторов с большим сопротивлением. В этом случае применение реле времени с таймером типа 555 обычным способом практически нецелесообразно.

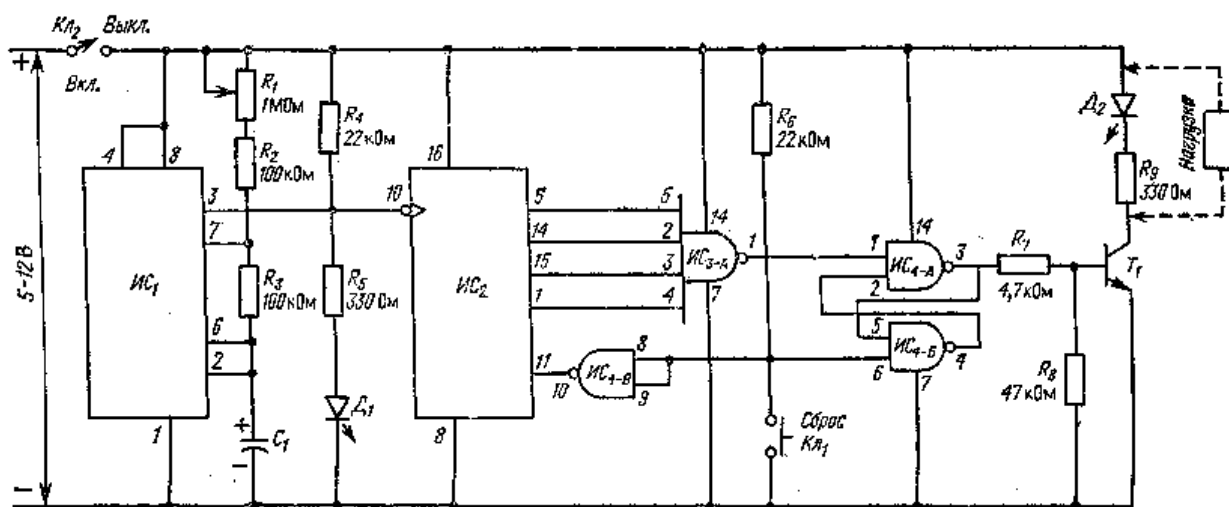


Рис. 5.6. Реле времени с длительной задержкой.

D_1, D_2 — светодиод с красным свечением; IC_1 — таймер типа 555; IC_2 — 14-разрядный двоичный счетчик типа 4020; IC_3 — двойной четырехходовый логический вентиль И-НЕ типа 4012; IC_4 — четыре двухходовых логических вентиля И-НЕ типа 4011; T_1 — низкочастотный или переключающий $n-p-n$ — транзистор; R_1 — потенциометр 1-МОм; R_2, R_3 — резистор 100 КОм, 0,25 Вт; R_4, R_6 — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; R_5, R_9 — резистор 330 Ом, 0,25 Вт; R_7 — резистор 4,7 кОм, 0,25 Вт; R_8 — резистор 47 кОм, 0,25 Вт; C_1 — танталовый конденсатор 1 или 4,7 мкФ; $КЛ_1$ — нормально разомкнутый кнопочный переключатель.

Схема на рис. 5.6 позволяет получать значительные временные задержки без использования больших номиналов конденсаторов и резисторов. В ней снова применяется интегральная схема таймера типа 555, но она используется другим способом. Вместо непосредственного определения величины времени задержки она вырабатывает последовательность импульсов. Микросхема цифрового счетчика IC_2 производит подсчет этих импульсов, и, когда число импульсов достигает заданной величины, переключается микросхема IC_{3-A} и простейший триггер, построенный на микросхемах IC_{4-A}, IC_{4-B} . После этого дальнейший отсчет времени задержки прекращается.

При использовании номиналов радиодеталей, показанных на рис. 5.6, время задержки может регулироваться в пределах от 15 мин до 1 ч или от 1 до 4 ч. Для сокращения времени задержки используется конденсатор C_1 емкостью 1 мкФ, а для увеличения его емкость повышается до 4,7 мкФ.

Включение задержки происходит при переводе переключателя $КЛ_2$ в положение «Вкл» и нажатии кнопки «Сброс». При этом светодиод D_1 будет включаться-выключаться, что свидетельствует об идущем процессе отсчета времени задержки. По истечении этого времени включается светодиод D_2 .

Светодиод D_1 продолжает гореть и по истечении времени задержки. Для повторения задержки необходимо просто нажать кнопку «Сброс», при этом светодиод D_2 погаснет.

Прямоугольником с надписью «Нагрузка» на схеме обозначен любой маломощный прибор с подходящим напряжением питания, который может быть подключен вместо светодиода D_2 и резистора R_9 .

СЧЕТЧИКИ

Счетные схемы являются одними из самых полезных и увлекательных устройств в современной электронике. При правильном проектировании они позволяют отсчитывать десятки миллионов событий в секунду, но в то же время их можно приспособить для счета событий, происходящих один или два раза в день.

В данной главе рассмотрено несколько счетчиков различных видов. Разработку некоторых из них целесообразно выполнить в целях самообучения, тогда как другие можно приспособить для решения весьма полезных задач. Должно быть, радиолюбитель захочет бегло ознакомиться со всеми счетчиками, прежде чем решить, какие из них годятся только для повышения его собственной квалификации, а какие могут иметь конкретные применения.

В любом случае следует попробовать изготовить такие устройства. Даже после изготовления самых разнообразных счетчиков по простейшим многим лет я продолжаю испытывать удовлетворение каждый раз, когда мне приходится использовать один из давно изготовленных мною счетчиков.

6.1. Четырехразрядный двоичный счетчик

Электронные схемы и особенно цифровые электронные схемы лучше всего умеют считать в двоичной системе счисления, в которой используются всего две цифры — 0 и 1. Электронные схемы, в которых реализована двоичная система счисления, имеют два состояния «включено» — «выключено»,

В то время как люди предпочитают считать по стандартной десятичной системе счисления, использующей 10 различных цифр (символов), электронные схемы могут справиться с этим с большим трудом. Короче говоря, электронные схемы обычно имеют дело с двумя простейшими понятиями — «включено» — «выключено», которые обычно представляются цифрами 1 и 0.

Схема, представленная на рис. 6.1, называется четырехразрядным двоичным счетчиком и производит отсчет в двоичной системе счисления. На каждом из четырех выходов такой схемы устанавливаются нули и единицы, так что схема способна формировать 16 различных комбинаций нулей и единиц (см, табл. на рис. 6.2),

Однако 16 комбинаций нулей и единиц, т. е. 4-разрядный двоичный отсчет, мало что означает для неспециалиста. Поэтому люди учатся представлению двоичных комбинаций в виде десятичных чисел. В табл. на рис. 6.2 дается представление работы в трех системах счисления — двоичной, шестнадцатеричной и десятичной.

Естественно, что схема считает в двоичной системе, а радиолюбитель может научиться представлять ее двоичные состояния в более знакомой ему десятичной форме. Например, когда все светодиоды выключены, можно принять отсчет за нуль. С другой стороны, когда все светодиоды включены, можно принять, что двоичному числу соответствует десятичное число 15. Тогда все остальные числа будут находиться между этими предельными значениями.

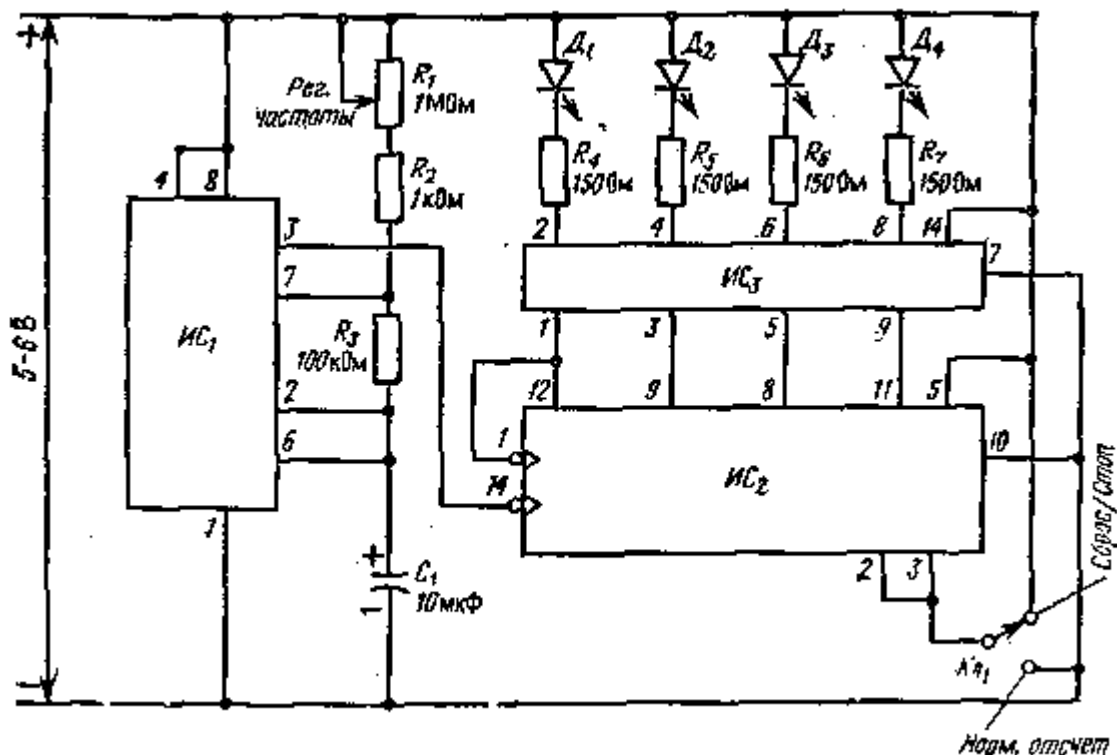


Рис. 6.1, Принципиальная схема 4-разрядного двоичного счетчика.

$D_1 - D_4$ — светодиод с красным свечением; ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — 4-разрядный двоичный счетчик типа 7493; ИС₃ — шесть инверторов типа 7404; R_1 — потенциометр 1 МОм; R_2 — резистор 1 кОм, 0,25 Вт; R_3 — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; $R_4 - R_7$ — резистор 150 Ом, 0,25 Вт; C_1 — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; K_1 — однополюсный двухпозиционный переключатель.

Шестнадцатеричная система счисления предполагает другую трактовку 4-разрядных двоичных чисел. Эта система счисления имеет 16 символов, в том числе знакомые десятичные цифры от 0 до 9 и буквенные знаки А, В, С, D, Е и F. Интересно отметить, что специалисты по вычислительной технике предпочитают оперировать шестнадцатеричными числами вместо двоичных.

D_4	D_3	D_2	D_1	Двоичная система	Шестнадцатеричная система	Десятичная система
•	•	•	•	0 0 0 0	0	0
•	•	•	○	0 0 0 1	1	1
•	•	○	•	0 0 1 0	2	2
•	•	○	○	0 0 1 1	3	3
•	○	•	•	0 1 0 0	4	4
•	○	•	○	0 1 0 1	5	5
•	○	○	•	0 1 1 0	6	6
•	•	○	○	0 1 1 1	7	7
○	•	•	•	1 0 0 0	8	8
○	•	•	○	1 0 0 1	9	9
○	•	○	•	1 0 1 0	A	10
○	•	○	○	1 0 1 1	B	11
○	○	•	•	1 1 0 0	C	12
○	○	•	○	1 1 0 1	D	13
○	○	○	•	1 1 1 0	E	14
○	○	○	○	1 1 1 1	F	15

• = Выключенный светодиод
○ = Включенный светодиод

Рис. 6.2. Таблица отсчета в 4-разрядном двоичном счетчике.

Схема на рис. 6.1 выполнена таким образом, что она отсчитывает 4-разрядные двоичные числа со скоростью, регулируемой от 10 отсчетов в секунду до — 1 отсчета за 10 с. Если радиолюбителю удастся следить за счетом, идущим с частотой 10 Гц, то он обладает довольно хорошей координацией зрения и мышления. Так что следует установить такую частоту отсчета, которая позволяет радиолюбителю следить за счетом.

Переключатель КЛ1 позволяет в любой момент останавливать счетчик и устанавливать его в исходное состояние — нуль. При его переводе в положение «Нормальный отсчет» отсчет начинается с нуля. Как показано на схеме, напряжение питания должно быть достаточно стабильным — в пределах 5 — 6 В. При меньших значениях напряжения нормальная последовательность счета будет нарушаться, а при напряжениях более 6 В возникает опасность перегрева и выхода из строя интегральных схем.

6.2. Шестнадцатеричный счетчик

Четырехразрядный двоичный счетчик на рис. 6.1 вырабатывает 16 различных комбинаций двоичных нулей и единиц. Как указывалось в разделе 6.1, эти 16 комбинаций могут быть представлены в виде 16-значной счетной таблицы, известной под названием шестнадцатеричного счета.

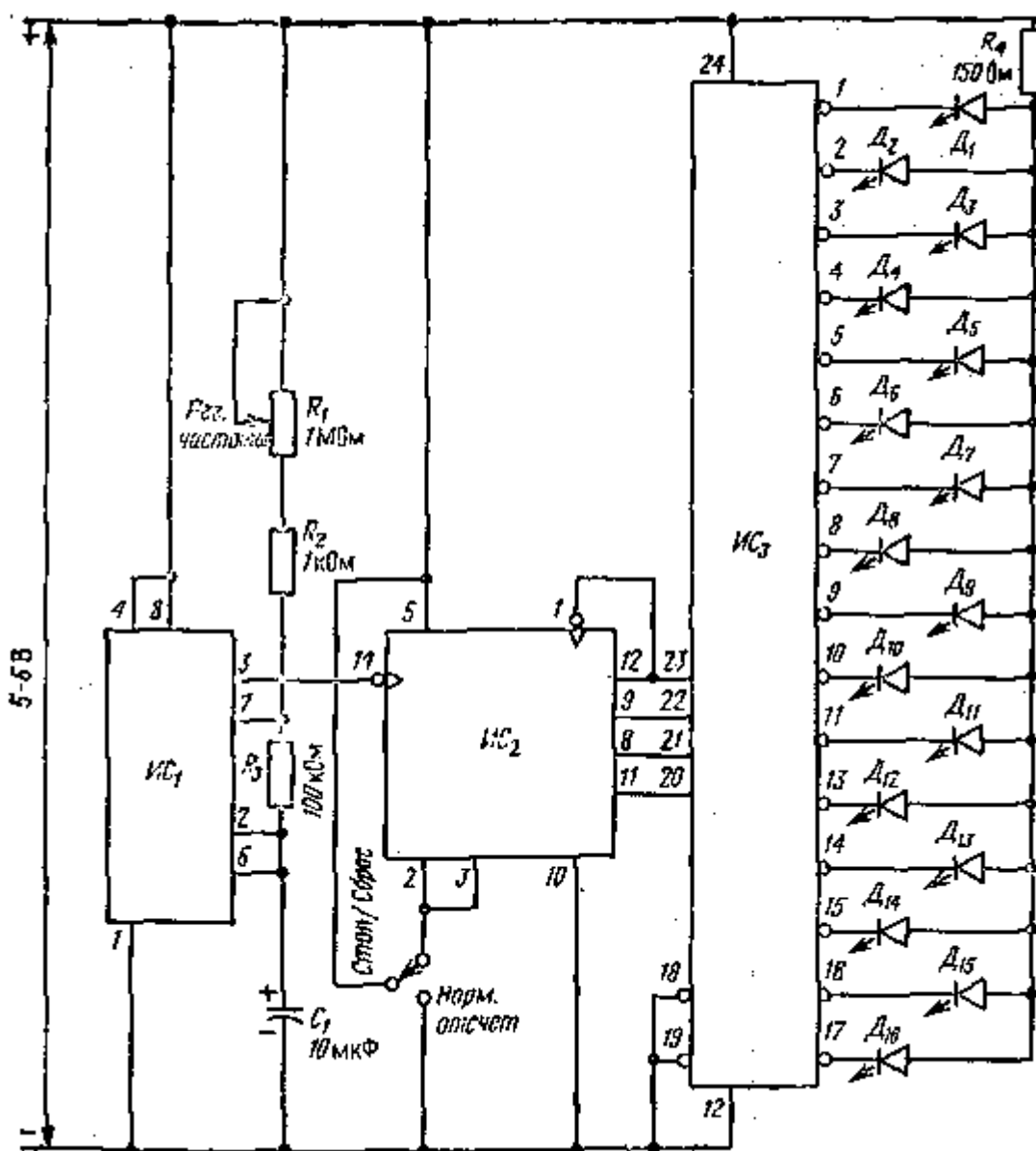


Рис. 6.3. Принципиальная схема шестнадцатеричного счетчика.

D_1 — D_{10} — светодиод с красным свечением; IC_1 — таймер типа 555; IC_2 — 4-разрядный двоичный счетчик 7493; IC_3 — дешифратор из 4 в 16 типа 74154; R_1 — потенциометр 1 МОм; R_2 — резистор 1 кОм, 0,25Вт; R_3 — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; R_4 — резистор 150 Ом, 0,25 Вт; C_1 — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В.

На рис. 6.3 подана схема шестнадцатеричного счетчика, сравнение которой со схемой на рис. 6.1 позволяет выявить их существенное сходство. В обеих схемах используются практически одинаковые микросхемы IC_1 и IC_2 с соответствующими резисторами и конденсаторами. На рис. 6.3 4-разрядный двоичный счетчик подключается к двоично-шестнадцатеричному преобразователю, выполненному на микросхеме IC_3 .

Однако микросхему ИС₃ обычно не называют двоично-шестнадцатеричным преобразователем. Это название используется здесь лишь потому, что ИС₃ выполняет аналогичные функции. Микросхему ИС₃ чаще называют дешифратором из 4 в 16. Однако независимо от названия главным является то, что она обеспечивает шестнадцатеричный отсчет от 0 до F.

Как и в двоичном счетчике на рис. 6.1, здесь можно регулировать скорость отсчета с помощью потенциометра и производить установку нуля в любой момент с помощью переключателя Кл, который ставится при этом в положение «Стоп/Сброс».

Обычно светодиоды в шестнадцатеричном счетчике располагаются в виде прямой горизонтальной линии, начиная от «0» и вправо до «F». При высокой частоте отсчета такое расположение создает «бегущий» эффект — поочередное включение светодиодов слева направо. Но при низких частотах можно наблюдать процесс отсчета в шестнадцатеричной системе от 0 до F и обратно до 0.

6.3. Двоично-десятичные счетчики

Четырехразрядные двоичные счетчики вырабатывают 16 различных комбинаций из четырех нулей и единиц (рис. 6.1 и 6.2). Шестнадцатеричный счетчик преобразует выходные комбинации 4-разрядного двоичного счетчика в один из 16 знаков от 0 до F.

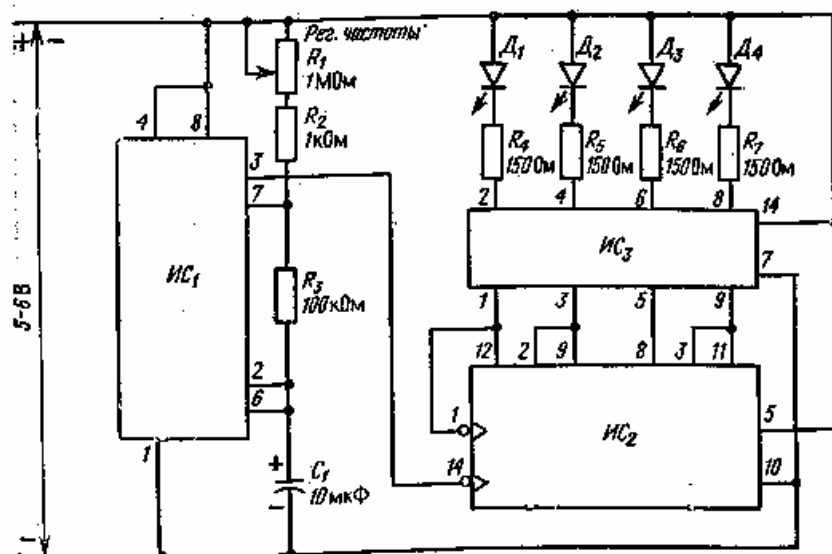


Рис. 6.4. Двоично-десятичный счетчик.

Д₁ — Д₄ — светодиод с красным свечением; ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — 4-разрядный двоичный счетчик типа 7493; ИС₃ — шесть инверторов типа 7404; Л — потенциометр 1 МОм; R₂ — резистор 1 кОм, 0,25 Вт; R₃ — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; R₄ — R₇ — резистор 150 Ом, 0,25 Вт; C₁ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В.

Двоичная и шестнадцатеричная системы счисления удовлетворяют потребностям ЭВМ и специалистов по вычислительной технике. Однако большинство людей привыкли больше к десятичной системе счисления, в которой вместо 16 используется 10 числовых знаков. Учитывая это, двоичные счетчики часто переделываются таким образом, чтобы отсчитывать как раз 10 различных состояний, соответствующих десятичным числам от 0 до 9.

На рис. 6.4 показан пример такой модификации обычного 4-разрядного двоичного счетчика, в результате которой счет производится двоичными цифрами от 0 до 9. Модификация эта довольно проста и по сравнению со схемой на рис. 6.1 заключается в соединении выводов 2 и 3 ИС₂ с выводами 9 и 11 этой же микросхемы вместо их подключения к переключателю «Сброс».

В результате такой модификации счетчик будет производить отсчет от двоичного 0 (0000) до двоичной 9 (1001). Если радиолюбитель не знает, как осуществить перевод двоичных

знаков в десятичные, то можно воспользоваться таблицей на рис. 6.2. Очевидно, что схема будет считать от 0 до 9, но не больше 9.

Сравнение 4-разрядного двоичного счетчика на рис. 6.1 с двоично-десятичным счетчиком позволяет выявить в последнем один небольшой недостаток: выводы сброса на нуль в микросхеме ИС₂, используемые в двоичном счетчике для его сброса на нуль, выполняют здесь функции обеспечения счета от 0 до 9. Было бы неплохо иметь какой-либо элемент, обеспечивающий ручной сброс двоично-десятичного счетчика на нуль, однако в данной схеме такой возможности нет. Этот недостаток устранен в другом двоично-десятичном счетчике, показанном на рис. 6.5.

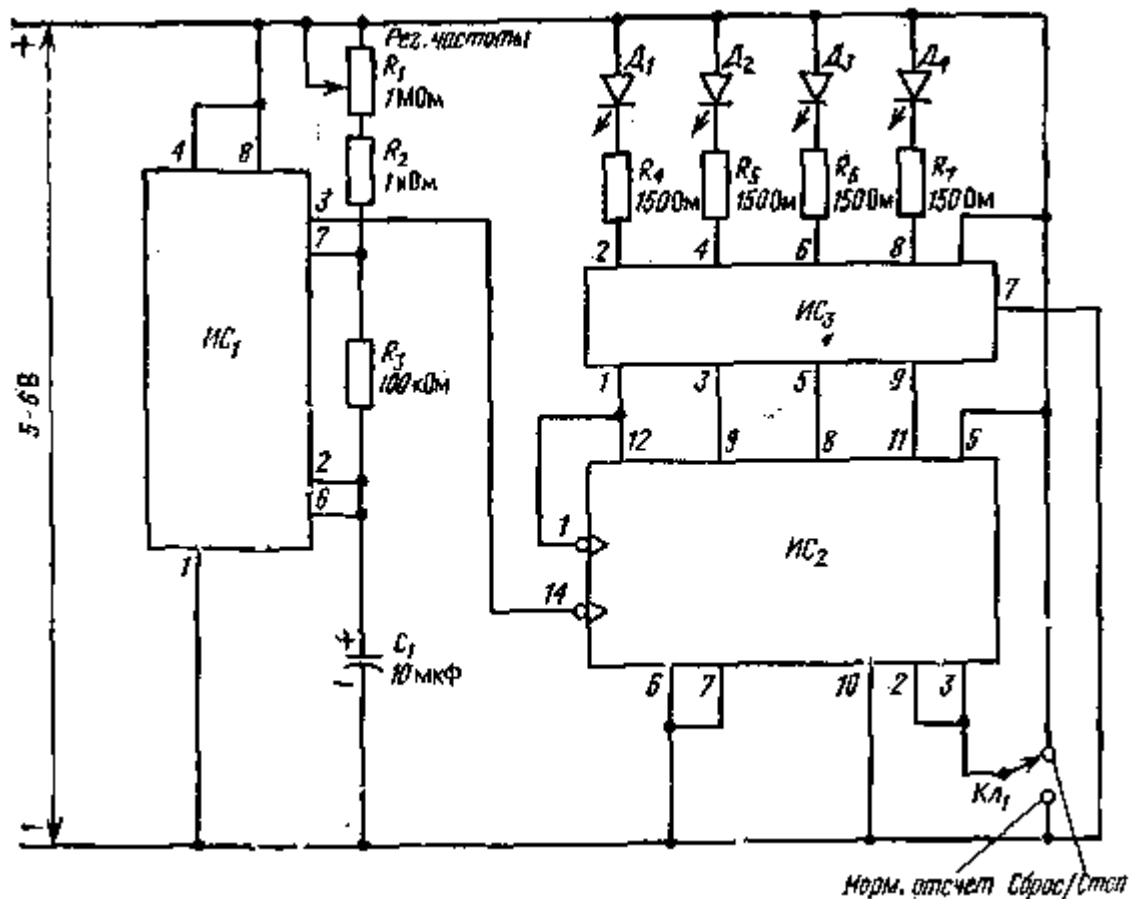


Рис. 6.5. Двоично-десятичный счетчик со сбросом на ноль вручную.

$D_1 - D_4$ — светодиод с красным свечением; ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — двоично-десятичный счетчик типа 7490; ИС₃ — шесть инверторов типа 7404; R_1 — потенциометр 1 МОм; R_2 — резистор 1 кОм, 0,25 Вт; R_3 — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; $R_4 - R_7$ — резистор 150 Ом, 0,25 Вт; C_1 — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В.

Схема на рис. 6.5 весьма сходна со схемой на рис. 6.1, но ее принципиальным отличием является выполнение счета в двоично-десятичном коде вместо двоичного или шестнадцатеричного счета.

6.4. Два простых декадных счетчика

Двоично-десятичный счетчик производит счет в виде двоичных 0 и 1. Поскольку большинство людей не любит оперировать двоичными числами, иногда необходимо преобразовать двоичный отсчет в более понятную десятичную форму.

Две схемы рассматриваемые в данном разделе, производят перевод двоично-десятичных кодов в определенную форму десятичного отсчета. Каждое двоичное число преобразуется в схемах в сигнал, обеспечивающий включение одного из 10 светодиодов. Таким образом, при работе любой из этих схем можно наблюдать последовательное включение светодиодов, обозначающих числа от 0 до 9.

В счетчике на рис. 6.6 используется микросхема двоично-десятичного счетчика, обеспечивающего выработку двоичных знаков которые поступают в микросхему ИС₃. Последняя производит включение одного из 10 светодиодов, обозначенных цифрами от 0 до 9. По принципу работы эта схема сходна с шестнадцатеричным счетчиком на рис. 6.3 и отличается тем что образует на выходе 10 обычных десятичных цифр, а не 16 знаков шестнадцатеричной системы счисления.

По всем внешним признакам схема на рис. 6.7 работает аналогично, последовательно включая 10 светодиодов. Однако в этом счетчике как отсчет, так и декодирование производится одной и той же микросхемой ИС₃. Единственный недостаток этой интегральной схемы состоит в том, что она не может вырабатывать достаточный ток для включения светодиодов с номинальной яркостью свечения, в силу чего необходимо введение усилительных схем. В то же время выполнение этой интегральной схемы на дополняющих МОП-транзисторах позволяет использовать источники питания напряжением 5 — 12 В. Устройство на рис. 6.6 не имеет этого преимущества, поскольку в нем использованы транзисторно-транзисторные логические микросхемы, требующие напряжения питания в пределах 5 — 6 В.

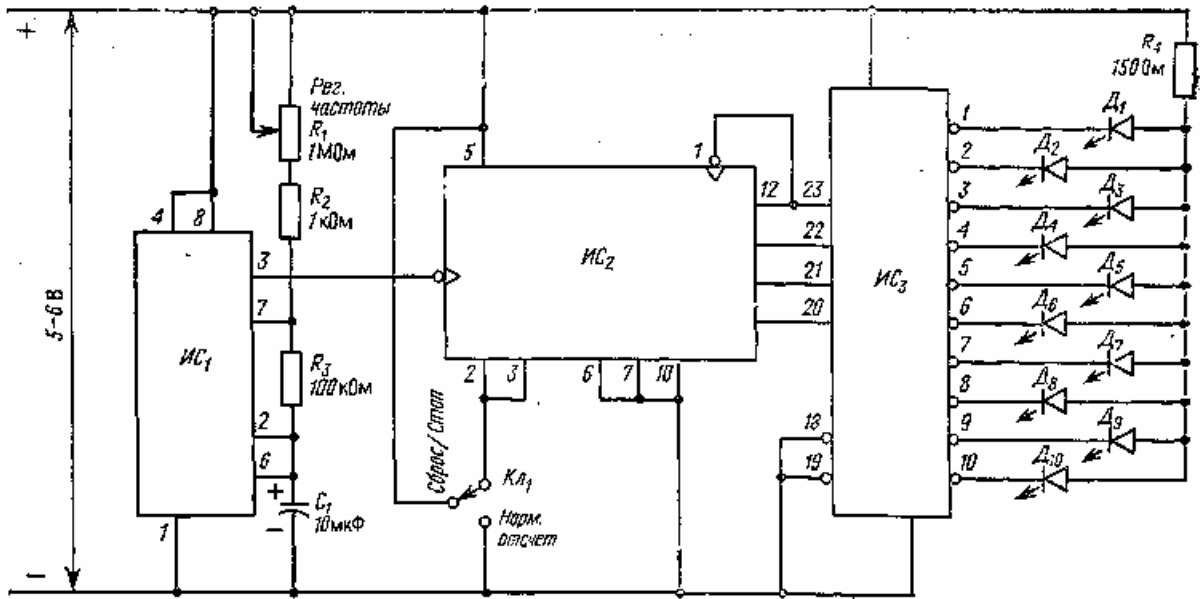


Рис. 6.6. Декадный счетчик на транзисторно-транзисторных логических схемах.

$D_1 — D_{10}$ — светодиод с красным свечением; ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — двоично-десятичный счетчик типа 7490; ИС₃ — дешифратор из 4 в 16 типа 74154; R_1 — потенциометр 1 МОм; R_2 — резистор 1 кОм, 0,25 Вт; R_3 — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; R_4 — резистор 150 Ом, 6,25 Вт; C_1 — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В.

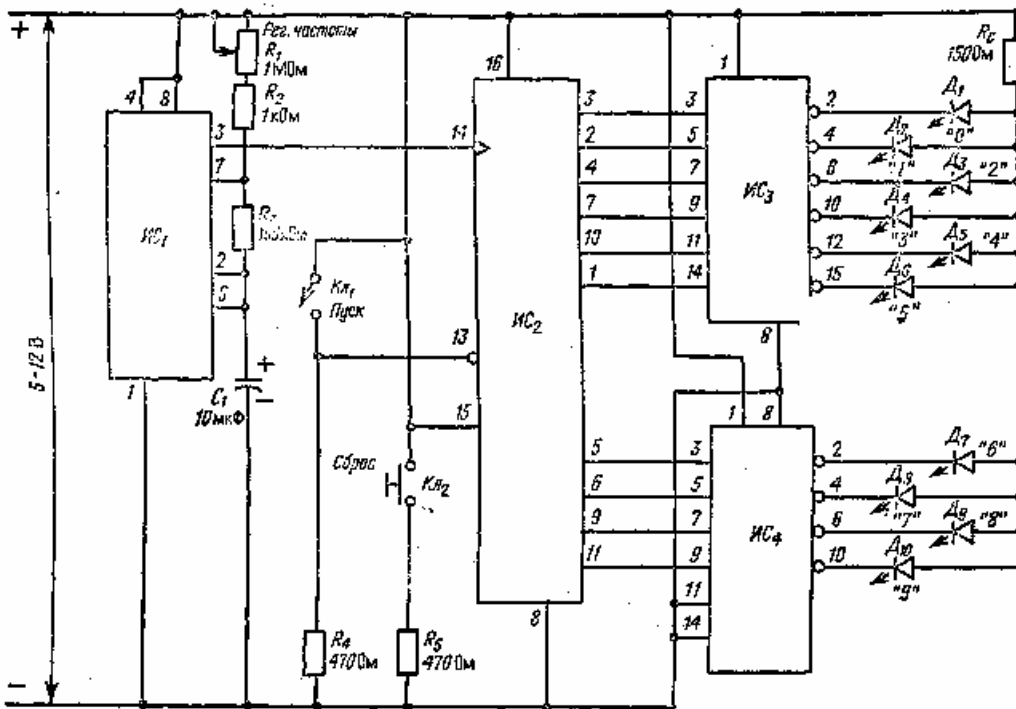


Рис. 6.7. Декадный счетчик на дополняющих МОП-транзисторах.

$D_1 — D_{10}$ — светодиод с красным свечением; ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — декадный счетчик типа 4017; ИС₃, ИС₄ — шесть буферных инверторов типа 4049; R_1 — потенциометр 1 МОм; R_2 — резистор 1 кОм, 0,25 Вт; R_3 — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; R_4 , R_5 — резистор 470 Ом, 0,25 Вт; R_6 — резистор 150 Ом, 0,25 Вт; C_1 — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35В; КЛ₁ — нормально разомкнутый кнопочный переключатель.

Еще одним преимуществом схемы на рис. 6.7 является наличие в ней двух переключателей для ручного управления. Переключатель «Стоп/Пуск» позволяет останавливать процесс отсчета в любой момент. При нахождении этого переключателя в положении «Стоп» на светодиодном индикаторе можно видеть последний отсчитанный знак, с которого возобновляется отсчет при переводе переключателя в положение «Пуск». Кнопка «Сброс» позволяет в любой момент произвести установку счетчика на нуль и при этом практически без остановки процесса отсчета.

Остановка отсчета и установка нуля в этом случае производятся за две операции. Во-первых, процесс отсчета останавливается при установке переключателя «Стоп/Пуск» в положение «Стоп», после чего установка нуля происходит при нажатии Кнопки «Сброс». Возобновление работы счетчика происходит при отпускании кнопки «Сброс» и возврате переключателя в положение «Пуск».

6.5. Декадные счетчики с цифровыми индикаторами

Хотя наблюдать 10 быстро и последовательно включающихся и выключающихся светодиодов забавно, декадный счетчик с 10 различными светодиодами в значительной мере устарел. Для нашего времени более подходит отсчет на одном индикаторе с воспроизведением в виде настоящих арабских цифр.

Можно представить себе, как было трудно, если бы цифры во всех счетно-решающих устройствах, цифровых часах и современных электронных кассовых аппаратах отображались с помощью 10 мигающих светодиодов. Более удобно использовать 7-сегментный индикатор для каждой декады. В таких индикаторах, знакомых большинству читателей, используются семь отрезков, подсвечиваемых светодиодами и расположенных в форме цифры «8».

При подсвете (включении) всех семи сегментов воспроизводится цифра 8, а их включение в других комбинациях дает все цифры от 0 до 9.

Устройство, показанное на рис. 6.8, позволяет воспроизводить результаты отсчета, выполняемого двоично-десятичным счетчиком, в форме цифр, образуемых из семи сегментов. Как и в ранее описанных в данной главе счетчиках, здесь используется микросхема таймера типа 555 для выработки тактовых импульсов, {которые в двоично-десятичном счетчике обеспечивают отсчет от 0 до 9. Однако счетчик ИС₂ в этом устройстве вырабатывает двоично-кодированную группу знаков, что потребовало введения еще одной микросхемы для преобразования двоичных кодов в коды для 7-сегментного индикатора. Эти функции выполняет ИС₃ — преобразователь из двоично-десятичного в сегментный код.

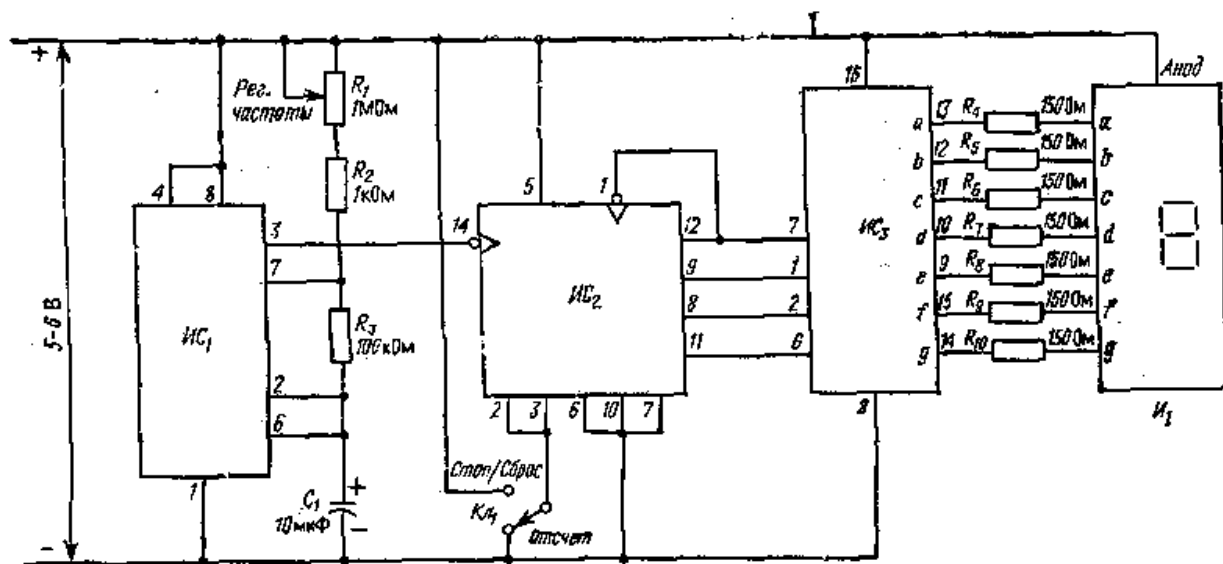


Рис. 6.8. Цифровой счетчик с однозначным индикатором.

И₁ — 7-сегментный индикатор; ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — двоично-десятичный счетчик типа 74190; ИС₃ — преобразователь двоично-десятичного кода в 7-сегментный типа 7447; R₁ — потенциометр 1 МОм; R₂ — резистор 1 кОм, 0,25 Вт; R₃ — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; R₄ — R₁₀ — резистор 150 Ом, 0,25 Вт; C — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В.

Для нормальной работы в данном счетчике 7-сегментный индикатор должен иметь общий анод. Штырьковые выводы индикатора располагаются снизу, как и в стандартных микросхемах. На рис. 6.8 выводы обозначены прописными буквами от «а» до «г», поскольку иногда в каталогах под одним и тем же номером приводятся индикаторы с разной нумерацией выводов. Для правильного определения номеров выводов необходимо пользоваться паспортом, прилагаемым к индикатору, при этом надо найти номера штырьков, соответствующих сегментам от «а» до «г». После правильного подключения на индикаторе будут воспроизводиться цифры от 0 до 9, а при помощи регулятора частоты можно устанавливать частоту воспроизведения от 0,1 до 10 Гц. Непрерывное воспроизведение одной цифры «8» обозначает обычно, что счетчик работает так быстро, что все цифры сливаются в одну,

6.6. Однодекадный цифровой счетчик событий

Счетчиком событий является любое счетное устройство, определяющее число каких-либо происходящих событий. Например, на шарикоподшипниковом заводе счетчик событий на сборочной линии подсчитывает количество готовых шарикоподшипников.

Все описанные выше счетчики работают автоматически от автогенератора. Таким образом, они производят подсчет числа импульсов, вырабатываемых автогенератором. Вместе с тем было бы интереснее каким-либо образом управлять процессом отсчета.

На рис. 6.9 приведена схема счетчика, который отсчитывает количество нажатий кнопочного переключателя. Отсчет, воспроизводимый на однознаковом 7-сегментном индикаторе, возрастает на единицу при каждом нажатии кнопочного переключателя «Отсчет». Для установки счетчика обратно на нуль нажимается кнопочный переключатель «Сброс». Таким образом производится полное управление процессом отсчета.

Некоторые сведения о применении 7-сегментного индикатора приведены в разделе 6.5. Следует обратить особое внимание на определение нумерации штырьковых выводов по паспортным данным индикатора и соответствие этой нумерации буквенным обозначениям от «а» до «g» на схеме,

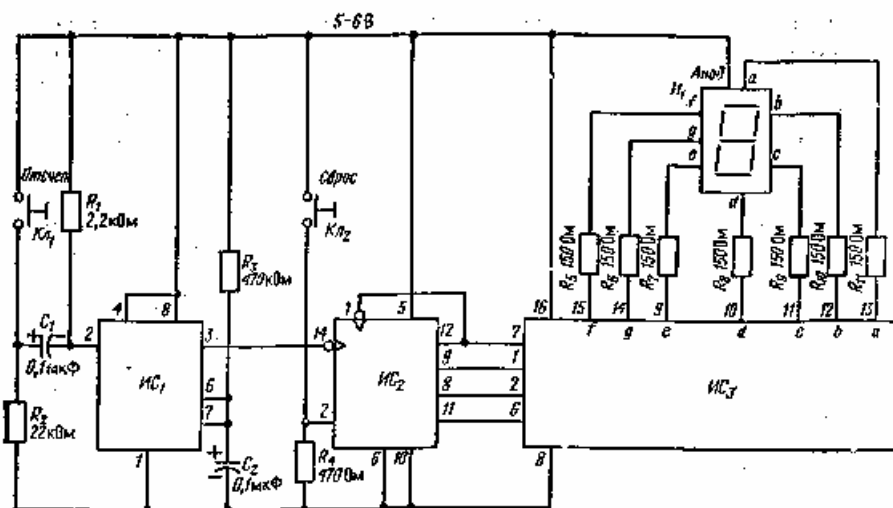


Рис. 6.9. Однозначный счетчик событий.

И₁ — 7-сегментный индикатор на светодиодах с общим анодом; И₂ — таймер типа 555; И₃ — двоично-десятичный счетчик типа 74190; И₄ — преобразователь двоично-десятичного кода типа 7447; R_i — резистор 2,2 кОм, 0,25 Вт; R₂ — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; R₃ — резистор 470 кОм, 0,25 Вт; R₄ — резистор 470 Ом, 0,25 Вт; R₅ — R_n — резистор 150 Ом, 0,25 Вт; C₁, C₂ — конденсатор 0,1 мкФ, 50 В; Кл₁, Кл₂ — нормально разомкнутый кнопочный переключатель.

6.7. Универсальный однодекадный счетчик

Счетчик, показанный на рис. 6.10, способен выполнять ряд функций, которые практически невозможно реализовать в простых счетчиках. Например, этот счетчик может считать в двух направлениях: прямо от 0 до 9 и в обратном порядке от 9 до 0. Направление отсчета определяется положением переключателя «Прямо/Обратно».

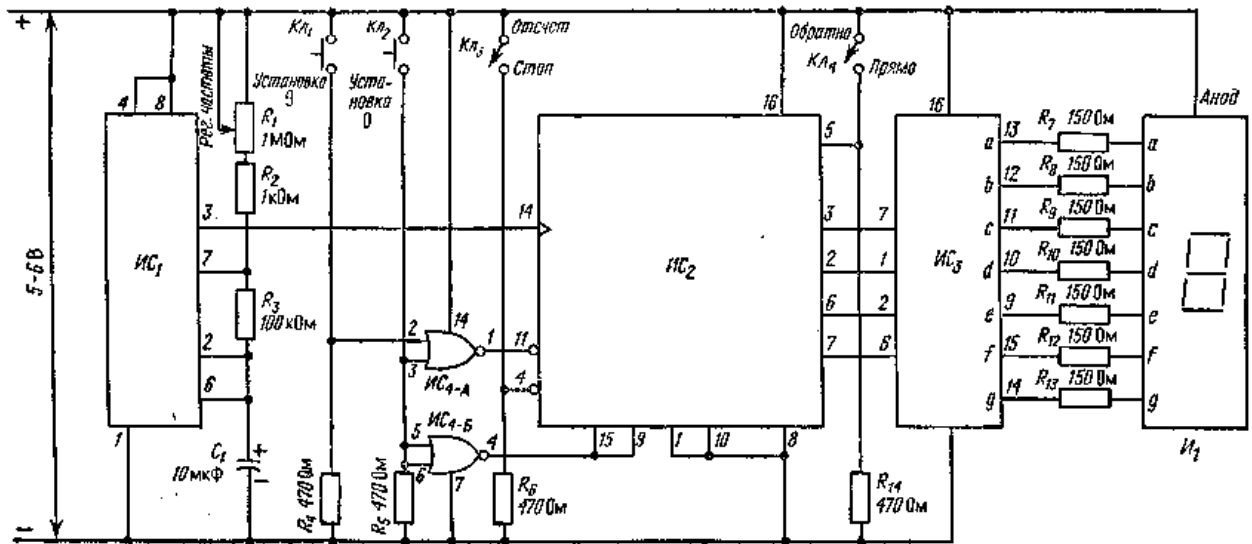


Рис. 6.10. Универсальный однозначный счетчик.

И₁ — 7-сегментный индикатор на светодиодах с общим анодом; ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — двоично-десятичный счетчик типа 74190; ИС₃ — преобразователь двоично-десятичного в 7-сегментный код типа 7447; ИС_д — четыре двухвходовых логических вентиля ИЛИ-НЕ типа 7402; R₁ — потенциометр 1 МОм; R₂ — резистор 1 кОм, 0,25 Вт; R₃ — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; R₄ — R_e, Л_и — резистор 470 Ом, 0,25 Вт; R₇ — R₁₃ — резистор 150 Ом, 0,25 Вт; C₁ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35В; Кл₁, Кл₂ — нормально разомкнутый кнопочный переключатель; Кл₃, Кл₄ — однопозиционный переключатель.

Работа этого счетчика может быть остановлена в любой момент отсчета путем перевода переключателя «Отсчет/Стоп» в положение «Стоп». Возврат этого переключателя в положение «Отсчет» обеспечивает возобновление процесса отсчета с точки, где он был остановлен.

Наконец, этот универсальный счетчик может быть установлен в состояние 0 или 9. Нажатие кнопки «Установка 0» обеспечивает автоматическую установку 0 независимо от того, в какой точке отсчета находится счетчик, а нажатие кнопки «Установка 9» обеспечивает немедленный перевод отсчета на 9.

Возможность установки счетчика на 0 в любой момент является очень полезной при его использовании в режиме прямого отсчета, а установка 9 может пригодиться для обратного отсчета, начиная с 9.

Описанный счетчик работает самостоятельно, однако его можно переделать в счетчик событий, заменив радиокомпоненты ИС₁, R₁, R₂, R₃ и C₁ на радиокомпоненты ИС₁, Кл₁, R₁, R₂, R₃ и C₂ схемы запуска, показанной на рис. 6.9,

6.8. Счетчик обратного отсчета («Пуск ракеты»)

Счетчики могут использоваться не только для воспроизведения отсчитываемых чисел. Поскольку на отсчет чисел затрачивается определенное время, счетчик можно использовать в качестве времязадающего устройства. В частности, речь идет об использовании счетчика с обратным отсчетом от 9 до 0, который при достижении нуля включает реле, а вместе с ним и какой-либо процесс.

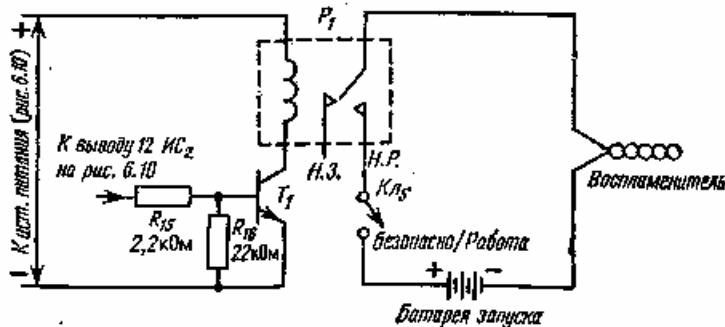


Рис. 6.11. Дополнительная схема к счетчику (рис. 6.10) для автоматического запуска модели ракеты.

T₁ — маломощный n-p-n — транзистор; R₁₅ — резистор 2,2 кОм, 0,25 Вт; R₁₆ — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; P₁ — двухпозиционное реле с напряжением обмотки 6 В (Н.З. — контакт нормально замкнутый, Н.Р. — контакт нормально разомкнутый).

Принцип действия описанного здесь устройства заключается в том, чтобы произвести отсчет от 9 с интервалами 1 с до 0 и осуществить запуск ракеты автоматически по знакомой всем команде «9, 8, 7, 6, ..., 0, Пуск!» Для выполнения этого необходимо сначала изготовить универсальный счетчик, показанный на рис. 6.10, а затем подключить к нему схему, приведенную на рис. 6.11.

Предупреждение! Перед применением в модели ракеты устройство, выполненное по схеме на рис. 6.11, должно быть тщательно проверено. При проверке воспламенитель заменяется лампой накаливания с тем же напряжением питания, что и в пусковой батарее макета ракеты.

В устройстве на рис. 6.11 при проверке необходимо поставить переключатель $K_{л5}$ в положение «Безопасно» и подключить его к счетчику на рис. 6.10. При этом нужно иметь два отдельных источника питания: батарею напряжением 6 В для счетчика и пусковую батарею ракеты. Отметим, что транзистор T_1 в схеме на рис. 6.11 будет питаться от источника питания счетчика, показанного на рис. 6.10.

По окончании подготовки к проверке переключатель $K_{л3}$ на рис. 6.10 следует поставить в положение «Стоп», а переключатель $K_{л4}$ — в положение «Обратно». При нажатии кнопки «Установка 9» на индикаторе должна появиться цифра «9», но воспламенитель при этом *должен быть обесточен*. В противном случае необходимо снова проверить весь монтаж схемы.

При нормальной работе переключатель $K_{л3}$ переводится в положение «Отсчет», при этом должны соответствующим образом меняться цифры на индикаторе. В случае необходимости с помощью регулятора частоты следует установить период смены цифр, равный ~ 1 с. В процессе такой проверки и регулировки счетчик должен отсчитывать от 9 до 0 и затем обратно до 9 непрерывным повторением такого цикла. Каждый раз, когда счетчик доходит до 0, можно слышать и видеть замыкание контактов реле, что служит подтверждением нормальной работы схемы.

При последующей операции проверки производится остановка счетчика путем перевода переключателя $K_{л3}$ в положение, «Стоп» и затем перевод счетчика на 9 с помощью кнопки «Установка 9». Далее переключатель $K_{л3}$ переводится в положение «Работа», при этом схема готова к имитации пуска. При замене электрозапала на небольшую лампу включение последней свидетельствует о возможности пуска ракеты.

Для имитации пуска необходимо перевести переключатель $K_{л3}$ в положение «Отсчет», после чего устройство должно срабатывать самостоятельно. При этом на индикаторе будет происходить обратный отсчет цифр и при появлении цифры «0» осуществится «пуск».

При работе с устройством на пусковой площадке необходимо помнить, что переключатель «Безопасно/Работа» должен находиться в положении «Безопасно» до момента, пока счетчик не остановится на цифре «9». Перевод этого переключателя в положение «Работа» производится только перед включением автоматического обратного отсчета.

Глава 7

ТРЕХДЕКАДНЫЕ СЧЕТЧИКИ

На практике однодекадные счетчики имеют довольно ограниченные возможности применения, поскольку счет только в пределах от 0 до 9 мало где можно использовать.

В данной главе рассматриваются несколько счетчиков, имеющих диапазон отсчета более чем одну декаду, в частности трехдекадные счетчики, которые позволяют вести отсчет от 0 до 999. Принцип их действия весьма схож с принципом действия однодекадного счетчика, а счетные возможности расширены на две декады.

Еще несколько лет назад было трудно рекомендовать начинающим радиолюбителям изготовление трехдекадных счетных схем, поскольку в то время для их реализации было необходимо использовать не менее пяти-шести микросхем. С появлением микросхем со средним уровнем интеграции и освоением новой технологии производства стало возможно собирать подобные счетчики всего на трех-четыре микросхемах. В микросхемах, указанных в данной главе, содержится большое количество различных электронных схем, что позволяет изготавливать на их основе много интересных устройств.

Нельзя сказать, что рассмотренные здесь трехдекадные счетчики являются весьма простыми, поскольку они относятся к наиболее сложным устройствам, описанным в данной книге. Однако если тщательно соблюдать все правила сборки и проверки, то радиолюбитель может изготовить устройства, которые будут работать нормально.

Рекомендуется за один раз собирать только один каскад и до перехода к дальнейшей сборке производить его проверку и наладку. Такая методика весьма полезна для сборки любых схем, поскольку гораздо легче выявить и устранить неисправность в одной простой схеме, чем в нескольких соединенных схемах.

7.1. Трехзначный индикатор

Рассматриваемый в данном разделе трехзначный индикатор может использоваться с любым счетчиком, описанным в данной главе. Сам по себе индикатор не представляет большого практического интереса. Однако,

учитывая данную выше рекомендацию о сборке и наладке отдельно каждого каскада, следует считать его полезным устройством, с помощью которого обеспечивается контроль состояния каждой декады счетчика.

Схема индикатора приведена на рис. 7.1, и для начинающего радиолюбителя она может показаться достаточно сложной. Однако, как и для многих современных электронных схем, особенно цифровых, устройство, которое кажется очень сложным, в действительности представляет собой соединение однотипных простых узлов, повторяющихся много раз.

Нужно заметить, что данная схема может быть разделена примерно на три одинаковых каскада — по одному на каждый 7-сегментный индикатор. Если взять только один из индикаторов, транзистор в его анодной цепи и резистор в цепи базы транзистора, то схема окажется совсем не сложной.

При дальнейшем изучении схемы можно отметить, что одноименные сегменты всех трех индикаторов (три сегмента «б», три сегмента «с» и т. д.) соединены между собой. С технической точки зрения одинаковые сегменты каждого индикатора соединяются друг с другом параллельно, и единственным отличием одного индикатора от другого является использование транзисторов разного типа в анодных цепях.

Пусть радиолюбитель на минуту убедит себя, что в принципе схема является не очень сложной. После этого следует изучить схему соединений и тогда монтажные работы пойдут гораздо легче.

Номера выводов 7-сегментных индикаторов на рис. 7.1 не показаны. Это объясняется тем, что радиолюбитель может приобрести индикаторы с разной нумерацией выводов. Буквенное обозначение «Анод» и сегментов является стандартным, так что, используя обозначения выводов в паспорте индикатора, можно всегда определить действительную нумерацию выводов.

При подключении 7-сегментных индикаторов к макету и подсоединении сегментов следует соблюдать определенную методическую последовательность, ибо чем методичнее будет вестись монтаж, тем меньше вероятность допустить ошибку. Например, следует соединить сегмент «а» индикатора I_1 с сегментом «а» индикатора I_2 и с сегментом «а» индикатора I_3 . Завершает эту довольно простую операцию соединение сегмента «а» индикатора I_3 с одним выводом резистора R_{10} . То же самое следует проделать с монтажом остальных шести сегментов. По окончании монтажа следует зафиксировать, какой резистор подпаивается к тому или иному сегменту индикаторов, так как это будет иметь важное значение для правильной работы схемы. Поэтому радиолюбителю рекомендуется сделать маркировку резисторов буквенными обозначениями сегментов, показанными на рис. 7.1. После подключения всех сегментов и резисторов следует вставить в макет три $p-n-p$ —транзистора и подпаять их выводы.

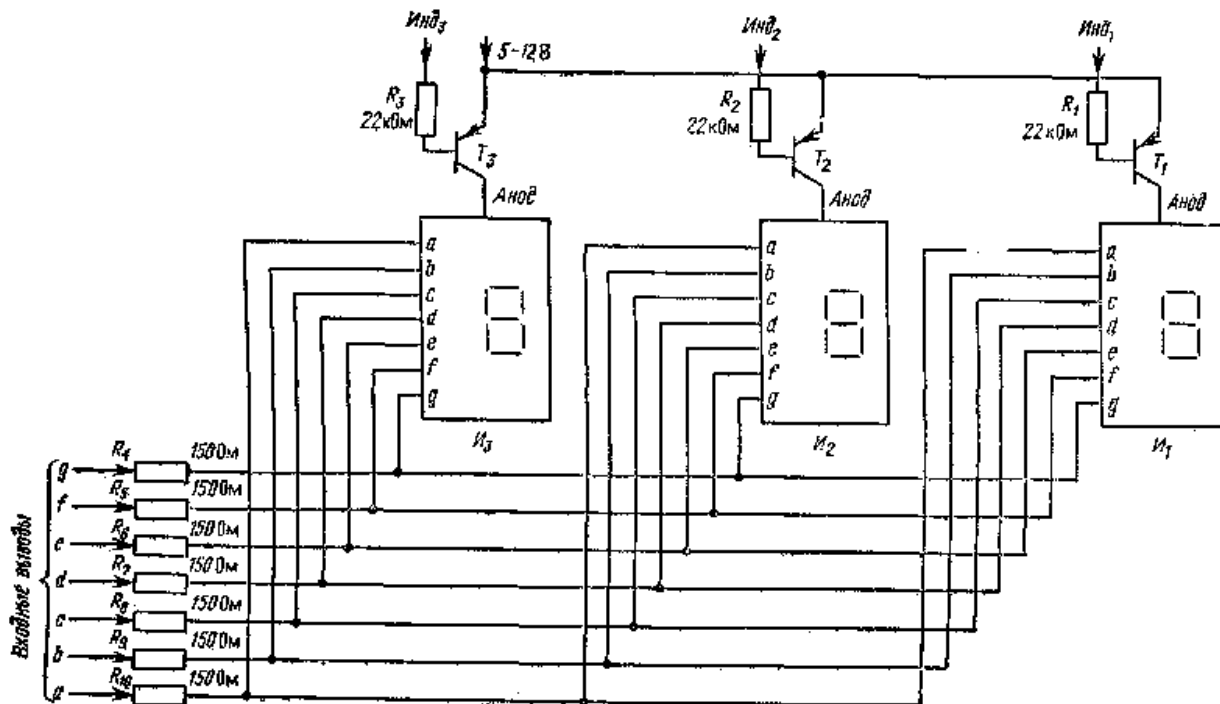


Рис. 7.1. Принципиальная схема трехдекадного 7-сегментного индикатора.

I_1 — I_3 — 7-сегментный индикатор на светодиодах с общим анодом; T_1 — T_3 — маломощный $p-n-p$ — транзистор; R_1 — R_3 — резистор 22 кОм, 0,25 Вт и R_4 — R_{10} — резистор 150 Ом, 0,25 Вт

Теперь настало время проверить, насколько тщательно выполнены монтажные работы. Для этого следует подключить положительный вывод источника питания к эмиттерам транзисторов. Как показано на схеме, эмиттеры всех транзисторов соединены между собой, так что для подключения к источнику питания требуется только один провод. Для проверки может использоваться любой источник напряжением 5 — 12 В. При этом чем выше напряжение, тем ярче будет светиться индикатор.

Для подключения к отрицательному выводу («земля») источника питания необходимы два отдельных провода или зажима, один из которых соединяется поочередно с одним из выводов индикатора, а другой — со входом одной из цепей резистор — сегмент.

При подключенном к эмиттерам транзисторов положительном выводе источника питания соединение одного из заземленных проводов с выводом Инд₁ не дает никакого эффекта. Если после этого второй заземленный провод подключается к *свободному* выводу резистора R₁₀, то при правильно выполненном монтаже должен включиться верхний сегмент индикатора И₇. Таким образом, заземленный провод, подключаемый к выводу Инд₇ обеспечивает выбор одного из трех индикаторов, а второй заземленный провод — выбор сегмента этого индикатора.

Если ни один сегмент не загорается, следует проверить включение источника питания и правильность установки его напряжения, для чего можно использовать обычный вольтметр. Если включается не верхний, а другой сегмент, то это говорит о том, что перепутаны некоторые проводники при соединении выводов сегментов. В этом случае следует заземленным проводом попеременно прикасаться к выводам от различных сегментов, пока не будет найден вывод, обеспечивающий включение верхнего сегмента.

Далее, при заземленном выводе Инд₁ следует последовательно заземлить выводы каждого сегмента, при этом каждый раз на индикаторе И₁ должен включаться соответствующий сегмент, согласно обозначению, показанному на рис. 7.2. При этом следует помнить, что включаться будут только отдельные сегменты, но не целые цифры.

Аналогичным образом производится проверка индикатора И₂, но теперь заземленный провод подсоединяется к выводу Инд₂. Затем так же проверяется индикатор И₃. В процессе проверки следует сразу устранять все недостатки и неисправности, поскольку неисправность не устранится сама собой, а снова отыскивать ее будет труднее.

Для окончательной проверки следует временно соединить между собой все выводы «Инд» и подключить их к отрицательной клемме источника питания. Если теперь другим заземленным проводом последовательно касаться выводов сегментов, то при этом соответствующие сегменты будут загораться сразу во всех трех индикаторах. Так, при заземлении вывода сегмента «а» во всех индикаторах загорается верхний сегмент, при заземлении выводов сегмента «&» — правый верхний сегмент. Таким образом, ориентируясь по схеме на рис. 7.2, необходимо проверить все семь сегментов. После проверки следует отключить заземленные провода от выводов «Инд», после чего индикатор готов к применению в счетчиках.

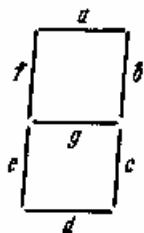


Рис. 7.2. Стандартный рисунок 7-сегментного индикатора на светодиодах.

7.2. Трехдекадный счетчик с уплотнением

Радиолюбитель, вероятно, заметил, что трехзначный индикатор, показанный на рис. 7.1, нельзя использовать самостоятельно. Он должен подключаться к другому устройству, которое вырабатывает сигналы логического нуля (заземление), обеспечивающие воспроизведение цифр на 7-сегментных индикаторах.

Схема на рис. 7.3 вырабатывает счетные коды, необходимые для работы индикатора, и после сборки ее можно подключить к индикатору, как показано на рис. 7.3. *Источник питания следует подсоединить лишь после окончания сборки всего устройства.*

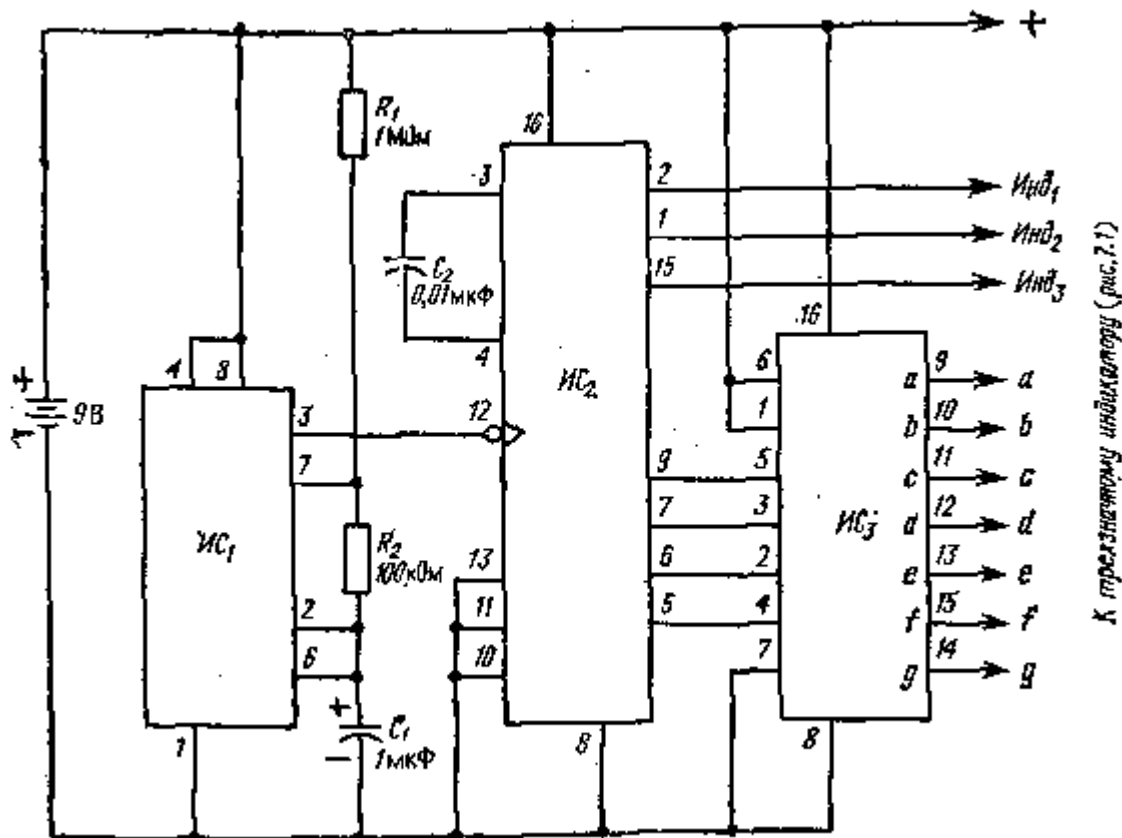


Рис. 7.3. Трехдекадный счетчик.

ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — 3-декадный двоично-десятичный счетчик типа MC14553; ИС₃ — преобразователь двоично-десятичного кода в 7-сегментный типа 4543 или MC14543; R₁ — резистор 1 МОм, 0,25 Вт; R₂ — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; C₁ — танталовый конденсатор 1 мкФ, 35 В; C₂ — конденсатор 0,01 мкФ.

При правильном выполнении всех соединений на индикаторе будет происходить отсчет цифр с периодичностью ~ 1 с. При этом все цифры должны быть хорошо распознаваемы и похожи на изображения цифр от 0 до 9. Если одна или более цифр выглядят неправильно, это может означать, что радиолюбитель перепутал какие-то соединения (обозначенные от «а» до «g») между счетчиком и индикатором. Если одна и та же цифра воспроизводится на всех трех декадах, необходимо проверить правильность подсоединения конденсатора C₂. Если цифры следуют не в порядке очередности (например, 125 после 115), то это может быть связано с неправильным соединением выводов «Инд» между счетчиком и индикатором. Изображение неменяющихся цифр на всех трех декадах свидетельствует об отказе микросхемы синхронизатора ИС₁ в счетчике. При этом следует также проверить правильность соединения выводов установки нуля, включения и разрешения в ИС₂.

В любом случае наиболее вероятными причинами всех этих неисправностей в счетчике являются ошибки в соединениях. Если никаких неисправностей не возникло, то либо радиолюбителю очень повезло, либо он отличный техник-монтажник. Необходимо хорошо отладить эту схему, прежде чем пытаться изготавливать другие устройства, описанные в данной главе.

Основная цель сборки и наладки схемы на рис. 7.3 — дать возможность радиолюбителю получить некоторые навыки и уверенность в работе со схемой, которая несколько сложнее, чем большинство из описанных в книге устройств. В процессе наладки схемы можно заметить некоторые недостатки. Во-первых, схема не гарантирует начало отсчета с 000 после каждого включения источника питания. Фактически при этом могут устанавливаться различные начальные состояния счетчика, что может быть нежелательным для радиолюбителя.

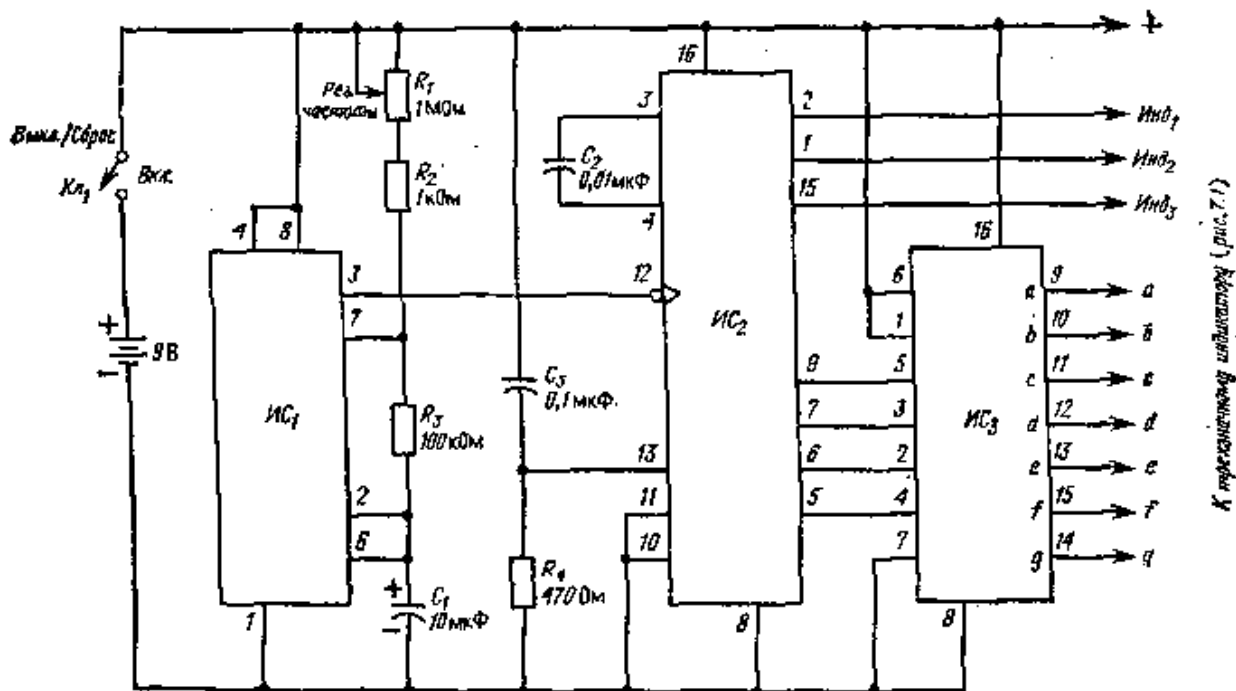


Рис. 7.4. Усовершенствованный трехдекадный счетчик.

ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — 3-декадный двоично-десятичный счетчик типа MC1455; ИС₃ — преобразователь двоично-десятичного хода в 7-сегментный типа 4543 или MC14543; R₁ — потенциометр 1 МОм; R₂ — резистор 1 кОм, 0,25 Вт, R₃ — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; R₄ — резистор 470 Ом, 0,25 Вт; C₁ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; d — конденсатор 0,01 мкФ; C₃ — конденсатор 0,1 мкФ.

Во-вторых, схема производит отсчет с постоянной частотой около 1 Гц. Было бы лучше, если бы в ней была предусмотрена возможность произвольного регулирования частоты, в том числе точной установки периода 1 с. Устранение этих трудностей несколько усложняет схему, но теперь радиолюбитель уже готов к этому.

Трехдекадный счетчик на рис. 7.4 является усовершенствованным вариантом схемы на рис. 7.3. В нем можно отметить некоторое изменение соединения и включение дополнительных радиодеталей. Усовершенствованный счетчик по схеме на рис. 7.4 можно собрать на базе счетчика на рис. 7.3, а не с самого начала. Для этого в счетчике, собранном по схеме на рис. 7.3, необходимо сделать следующие изменения:

- отсоединить вывод 13 ИС₂ от отрицательной клеммы источника питания, установить новые элементы C₃ и R₄ и подсоединить к ним вывод 13, как показано на схеме. Эта небольшая модификация обеспечивает отсчет в счетчике с нуля при каждом включении источника питания;

- заменить резистор R₁ потенциометром, подсоединить дополнительный резистор R₃ и увеличить емкость конденсатора C₁ с 1 до 10 мкФ. Такое изменение обеспечивает возможность регулирования частоты отсчета от 10 Гц до 0,1 Гц; - вмонтировать переключатель КЛ1 между положительной клеммой источника питания и остальной схемой.

После выполнения всех этих изменений схема готова к проверке. При нахождении переключателя КЛ1 в положении «Выкл/Сброс» к схеме подключается источник питания напряжением 9 В, но индикатор при этом включаться не должен.

Далее переключатель переводится в положение «Вкл», при этом на индикаторе начинается трехзначный отсчет с нуля. Скорость отсчета может изменяться с помощью регулятора частоты. При каждой установке переключателя КЛ1 в положение «Выкл/Сброс» и затем в положение «Вкл» отсчет будет начинаться с нуля и продолжаться до нового его выключения,

7.3. Трехдекадный счетчик событий

Описанные выше в данной главе счетчики можно довольно легко переделать в Трехдекадный счетчик событий, способный считать до 999. Для этого нужно только изменить режим работы синхронизатора типа 555. Вместо того чтобы использовать любую произвольно выбираемую тактовую частоту, можно сделать так, чтобы синхронизатор вырабатывал один импульс счета каждый раз, когда нажимается кнопка «Отсчет» (см. рис. 7.5). Эта схема при включении электропитания начинает отсчет с нуля, т. е. счетчик устанавливается на нуль каждый раз, когда переключатель КЛ1 переводится из положения «Сброс» в положение «Вкл».

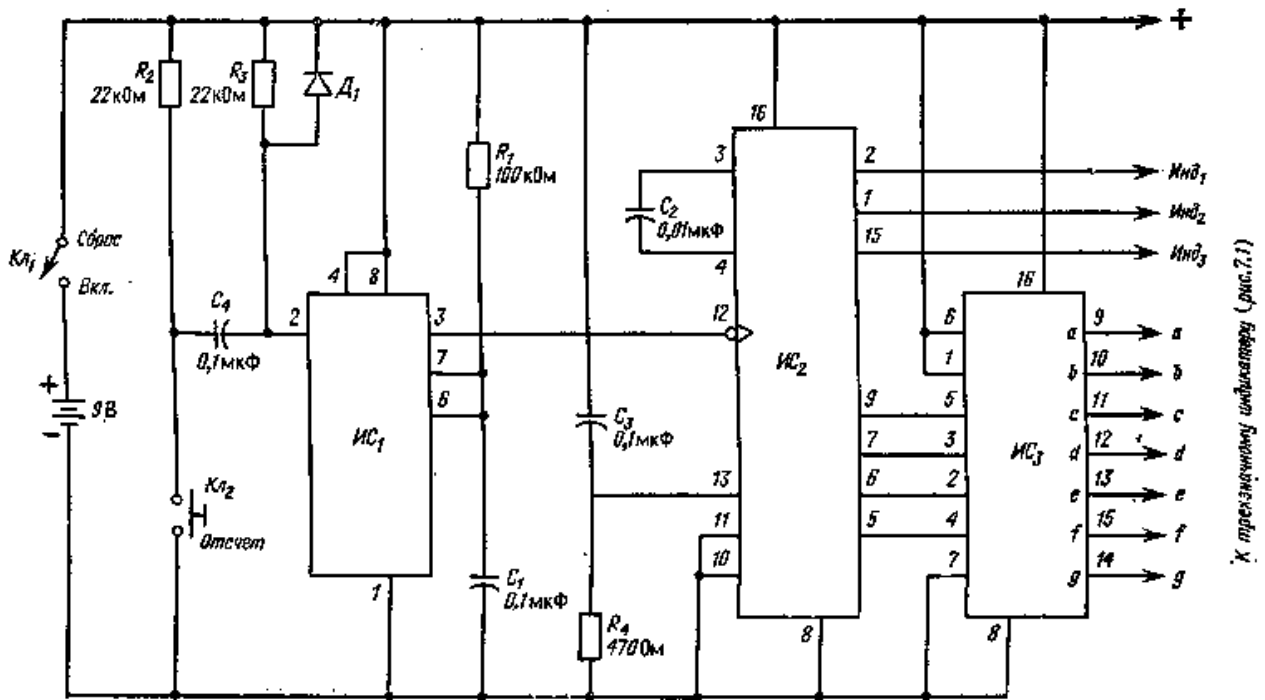


Рис. 7.5. Трехдекадный счетчик событий.

ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — 3-декадный двоично-десятичный счетчик типа MC14553; ИС₃ — преобразователь двоично-десятичного кода в 7-сег-ментный типа 4543 или MC14543; Д1 — маломощный выпрямительный диод; R_i — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; R₂, R₃ — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; R₄ — резистор 470 Ом, 0,25 Вт; C₁, C₃, C₄ — конденсатор 0,1 мкФ; C₂ — конденсатор 0,01 мкФ; КЛ₂ — нормально разомкнутый кнопочный переключатель.

После этого отсчет происходит при каждом нажатии на кнопку «Отсчет». Схема счетчика сконструирована таким образом, что для получения каждого следующего отсчета (изменения выходного числа на единицу) необходимо отпустить и нажать кнопку. Иными словами, при удержании кнопки «Отсчет» в нажатом состоянии счет продолжаться не будет,

После того как схема будет собрана и готова к проверке, следует поставить переключатель КЛ1 в положение «Сброс» (т. е. «выключено»). При этом на трехзначном индикаторе, подключенном к схеме, ничего не воспроизводится. При переводе переключателя в положение «Вкл» на индикаторе должны воспроизвестись три нуля, которые остаются, пока не будет нажата кнопка «Отсчет», после чего на индикаторе появляется цифра «1». Далее при каждом нажатии кнопки показания индикатора должны возрастать на единицу. Для установки счетчика на нуль и возобновления отсчета необходимо на 1 — 2 с поставить переключатель КЛ1 в положение «Сброс».

7.4. Простой цифровой секундомер

Для рассматриваемого здесь практического применения секундомером называется счетчик, который можно установить на нуль и держать в нулевом положении отсчета в течение любого периода времени. По истечении этого периода счетчик начинает отсчет с постоянной частотой до момента, пока другим переключателем не будет остановлен отсчет. При этом на индикаторе будет воспроизводиться величина истекшего периода времени.

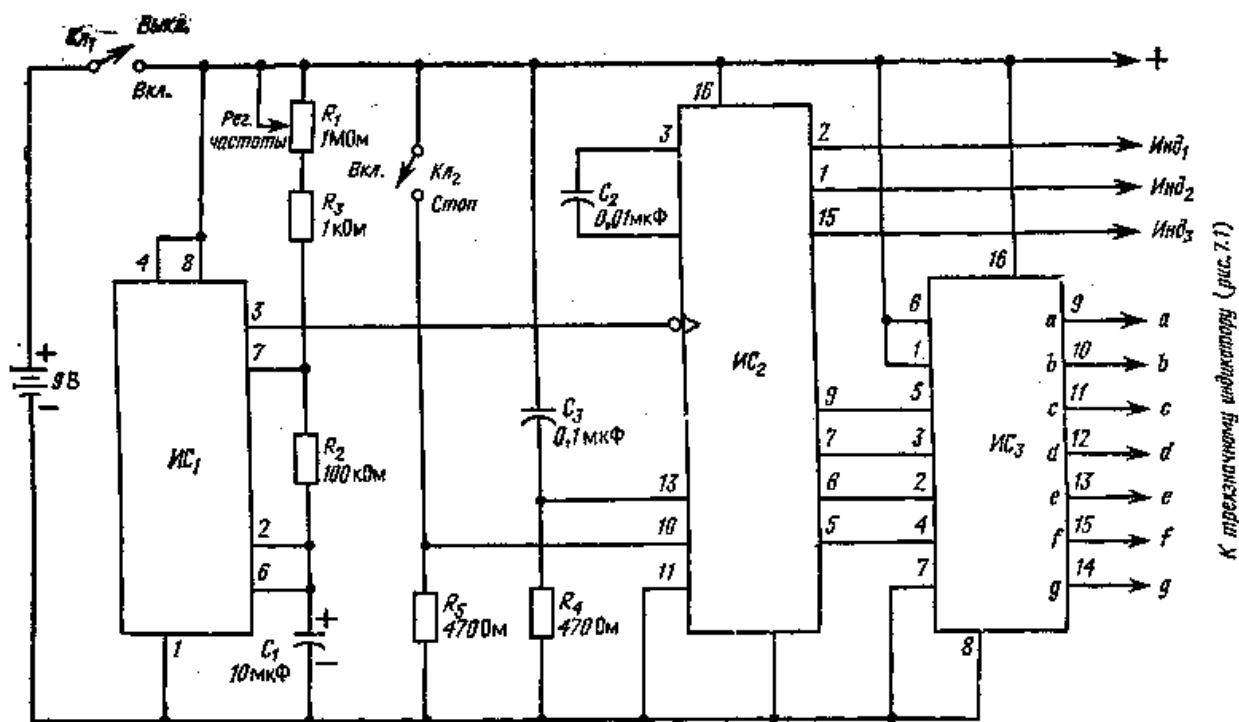


Рис. 7.6. Трехдекадный секундомер.

ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — 3-декадный двоично-десятичный счетчик типа MC14553; ИС₃ — преобразователь двоично-десятичного кода в 7-сег-мьный типа 4543 или MC14543; R₁ — потенциометр 1 МОм; R₂ — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; R₃ — резистор 1 кОм, 0,25 Вт; R₄, R₅ — резистор 470 Ом, 0,25 Вт; C₁ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; C₂ — конденсатор 0,01 мкФ; C₃ — конденсатор 0,1 мкФ

Такую работу секундомера довольно удовлетворительно выполняет схема на рис. 7.6. Этот счетчик не дает такой высокой точности, как часы-секундомер, но его вполне можно использовать для контроля времени при различных процессах, не требующих высокой точности.

Внимательный читатель, должно быть, заметит, что эта схема весьма похожа на схему трехдекадного счетчика со сбросом при включении электропитания, который показан на рис. 7.4. Действительно, обе схемы имеют много общего.

Как и все счетчики, описанные в данной главе, этот счетчик следует подключить к трехзначному индикатору, пог казанному на рис. 7.1. После сборки по схеме, показанной на рис. 7.6, необходимо переключатель КЛ₂ поставить в положение «Вкл», а переключатель КЛ₁ — в положение «Выкл». При этом на индикаторе ничего не воспроизводится. Далее надо поставить переключатель КЛ₁ в положение «Вкл», что производится в начале измерения какого-либо временного интервала. При этом на индикаторе будет производиться отсчет с нуля с постоянной частотой. Частота отсчета может регулироваться до необходимой величины с помощью регулятора частоты, например с периодичностью 1 с для секундометрирования.

При переходе переключателя КЛ₂ в положение «Стой» отсчет должен немедленно прекратиться. Этот перевод переключателя производится в момент окончания контролируемого процесса. При измерении другого временного интервала отсчет возобновляется.

Следует учесть, что такой секундомер использовать несколько сложнее, чем обычный. Было бы удобнее иметь три кнопки различного назначения: одну — для установки счетчика на нуль, другую — для запуска отсчета и третью — для остановки отсчета. Для этого нужно ввести дополнительные схемы, что выходит за рамки данной книги.

Как было сказано выше, секундомер может считать до 999 с, если с помощью регулятора частоты в счетчике установлена частота отсчета 1 Гц. Секундомер можно использовать также для отсчета с точностью до 0,1 с при установке регулятора на частоту отсчета 10 Гц. При этом счетчик опять же будет отсчитывать от 000 до 999, однако правая цифра теперь будет показывать время с дискретностью 0,1, т. е., иными словами, секундомер измеряет временные интервалы от 0 до 99,9 с.

Между прочим, если радиоловитель хочет воспроизводить на индикаторе И₁ точку, разделяющую единицы и десятые доли числа, необходимо его вывод индикации разделительной точки подключить к отрицательной клемме источника питания («земля») через резистор с сопротивлением 150 Ом. Таким путем можно воспроизводить разделительную точку в любом месте получаемых трехзначных чисел.

Глава 8

УСИЛИТЕЛИ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

В обычном представлении низкочастотный усилитель представляет собой устройство, которое повышает напряжение, ток или мощность низкочастотных электрических сигналов. Существуют разные мнения относительно диапазона частот низкочастотных сигналов, однако для устройств, описанных в данной книге, выбран диапазон частот, воспринимаемый человеком, т. е. от 5 Гц до 15 кГц.

Радиолюбитель может найти усилители низкой частоты (УНЧ), как части других устройств, описанных в разных главах данной книги. То, что он узнает о низкочастотных схемах в этой главе, может помочь ему в дальнейшем при изучении, модификации и усовершенствовании других устройств.

8.1. Наиболее общая проблема, связанная с УНИ низкой частоты

Разработчики электронных устройств, начинающие радиолюбители, а вместе с ними и опытные специалисты по электронике часто сталкиваются с проблемой самовозбуждения усилителей низкой частоты (УНЧ).

Многие радиолюбители хорошо знают, что происходит при оборудовании какого-либо помещения акустической системой. После подключения всех микрофонов и громкоговорителей к электронному усилителю, включения его и поворота регулятора усиления раздается пронзительный звук, т. е. усилитель переходит в автоколебательный режим в результате возникновения обратной связи.

Это явление характерно не только для акустических систем в больших аудиториях, но и может возникать в небольших устройствах, собираемых радиолюбителем. Что касается акустических систем, то в них самовозбуждение возникает в результате того, что звук частично попадает в микрофон, усиливается и поступает с более высокой мощностью в громкоговоритель. Далее этот же звук снова попадает в микрофон, еще более усиливается и опять с еще большей мощностью направляется в громкоговоритель. Таким образом сигнал многократно усиливается, что приводит к возникновению пронзительных звуков,

Для исключения подобной обратной связи существуют два способа. Один из них заключается в снижении коэффициента усиления УНЧ, что понижает звучание громкоговорителя до уровня, не влияющего на работу микрофона. Другим способом является такое изменение взаимного положения микрофона и громкоговорителя, при котором звук из громкоговорителя не попадает в микрофон. В обоих случаях основная идея заключается в том, чтобы прервать обратную связь, вызывающую самовозбуждение усилителя.

Аналогичная проблема может возникнуть у радиолюбителя при сборке небольших усилительных устройств. Если микрофон будет находиться слишком близко к громкоговорителю или если коэффициент усиления усилителя будет выбран слишком большим, то может возникнуть тот же пронзительный звук.

Однако практически самовозбуждение усилителя возникает не только при подключении к нему микрофона или громкоговорителя. Оно может также создаваться и самой проводкой усилителя. В этом случае принцип самовозбуждения тот же, но источник его уже другой.

Внутрисхемное самовозбуждение создает иногда высокочастотные звуки, но часто они имеют характер стрекотания, и похожи на звуки, возникающие при работе двигателя моторной лодки, т. е. низкочастотные пульсации.

Одной из самых общих причин внутрисхемного самовозбуждения является низкая мощность источника питания. Радиолюбитель, должно быть, заметил, что портативные радиоприемники начинают издавать пронзительные звуки как раз перед полной разрядкой батарей.

Другой возможной причиной внутрисхемного самовозбуждения является использование слишком длинных проводников. При этом колебания, создаваемые проводником, по которому проходит низкочастотный сигнал, могут попадать через воздушный зазор на более чувствительные элементы схемы. В результате возникает обратная связь, вызывающая автоколебания в усилителе.

Однако существуют случаи, когда приходится использовать в усилителях длинные проводники, например для подключения к усилителю дистанционно-устанавливаемого микрофона. Если такой длинный проводник вызывает самовозбуждение, его надо заменить на экранированный провод. Именно поэтому в продаваемых акустических системах микрофонные провода имеют обычно металлическую экранировку.

Усилители, рассматриваемые в данной главе, сконструированы таким образом, чтобы уменьшить возможность возникновения внутрисхемного самовозбуждения. Но даже с учетом этого радиолюбитель может все же столкнуться с возбуждением схем. В этом случае следует изменить взаимное расположение микрофона, и громкоговорителя. Если такая мера не помогает, необходимо насколько можно укоротить длинные проводники. И уж если это тоже не дает эффекта, то следует последовательно перебрать все проводники, пока не будет найден один или два проводника, перемещение которых влияет на тон или громкость автоколебаний. Тогда устранение самовозбуждения достигается путем изменения длины или положения этих проводников.

8.2. Усилитель низкой частоты общего назначения

Для радиолюбителя, увлекающегося усилительными схемами, будет полезен маломощный УНЧ. Схема, показанная на рис. 8.1, может быть собрана в виде небольшого блока, а собственный источник питания напряжением 9 В обеспечивает его портативность.

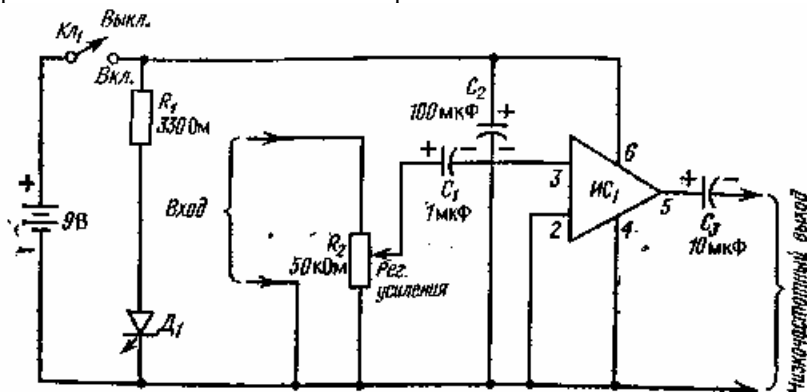


Рис. 8.1. Усилитель низкой частоты общего назначения.

ИС₁ — УНЧ типа LM386; Д₁ — светодиод с красным свечением; R₁ — резистор 330 Ом, 0,25 Вт; R₂ — потенциометр 50 кОм; C₁ — танталовый конденсатор 1 мкФ, 35 В; C₂ — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В; C₃ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В.

Этот усилитель может заменить усилительные схемы, используемые в других устройствах, которые описаны в данной книге. Наличие такого усилителя поможет сэкономить время и трудозатраты при сборке макета какого-либо звукового устройства. После полной отработки макета портативный усилитель можно заменить внутренней усилительной схемой.

Очевидно, что радиолюбитель должен сначала собрать макет усилителя и проверить его, прежде чем приступать к изготовлению окончательных вариантов платы и корпуса. Для проверки усилителя необходимо к выводам «Вход» подключить микрофон, а к выводам «Низкочастотный выход» — громкоговоритель. Далее включается питание и регулятор усиления поворачивается по часовой стрелке. Если усилитель работает нормально, то при размещении микрофона перед громкоговорителем возникает пронзительный звук, так как при этом искусственно создается обратная связь.

Чем крупнее громкоговоритель, тем выше качество воспроизведения звука. Если радиолюбитель использует небольшой громкоговоритель диаметром 50 мм, то звук его голоса будет искажаться. Поэтому при воспроизведении голосов и музыки следует воспользоваться более крупным громкоговорителем. Вместе с тем небольшой громкоговоритель вполне годится для средств охранной сигнализации и создания различных звуковых эффектов.

Следует заметить, что в усилителе имеется индикатор в виде светодиода, зажигание которого указывает на включение электропитания. Без такого индикатора радиолюбитель может забыть о том, что усилитель включен, и в результате батареи могут полностью разрядиться.

8.3. Выходной усилитель для кассетных магнитофонов

В большинстве серийно выпускаемых кассетных магнитофонов возникает ряд существенных проблем при попытке воспроизводить звук с более высокой, чем предусмотрено в нем, громкостью. В частности, при полном повороте регулятора громкости происходят сильные и неприятные на слух искажения звука. При этом голос говорящего или поющего звучит так, будто его рот набит ватой.

Один из способов исключения подобных явлений заключается в подключении гнезда «Головной телефон» в магнитофоне к внешнему усилителю, например уже описанному ранее (см. рис. 8.1). При этом регулятор громкости магнитофона выводится на уровень, не дающий искажений, а внешний усилитель обеспечивает дополнительное усиление звука. Радиолюбитель в этом случае может использовать более крупные громкоговорители для улучшения качества звучания.

Единственной проблемой при таком способе является подбор штеккера, который подходил бы к гнезду головного телефона (наушникам) магнитофона. Эту проблему можно решить, пожертвовав головным телефоном, который прилагается комплекту магнитофона. У провода головного телефона отрезается штеккер, оголяются два его проводника, которые подсоединяются к входным выводам внешнего усилителя, а штеккер вводится в гнездо магнитофона.

Теперь радиолюбитель может слушать более громкое неискаженное звучание своего небольшого кассетного магнитофона. К тому же усилителю на рис. 8.1 могут параллельно подключаться два громкоговорителя с сопротивлением 8 Ом, которые можно размещать отдельно вдали от магнитофона.

Вместе с тем радиолюбитель столкнется с одним неприятным явлением, которое практически невозможно устранить, Поскольку бытовые магнитофоны обычно рассчитаны на от«

носительно невысокие уровни выходной мощности, их изготовители не уделяют достаточно внимания устранению шипения, возникающего при протяжке магнитной ленты. Поэтому радиолюбитель будет слышать чуть более громкое шипение при подключении внешнего усилителя. К сожалению, для устранения этого явления мало что можно сделать.

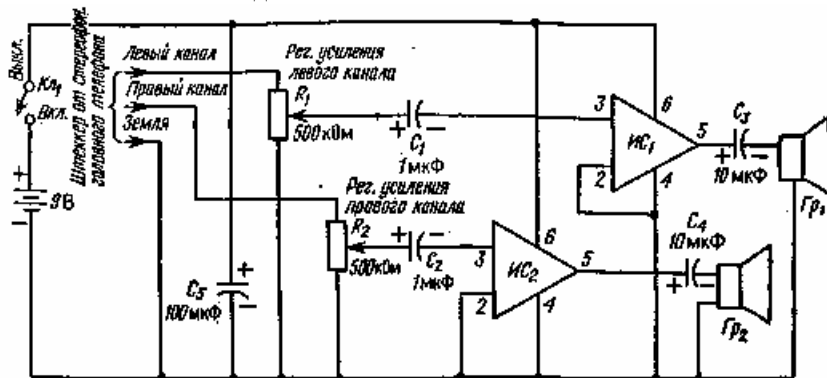


Рис. 8.2. Принципиальная схема стереофонического усилителя мощности.

ИС₁, ИС₂ — УНЧ типа LM386; R₁, R₂ — потенциометр 500 кОм; C₁, C₂ — танталовый конденсатор 1 мкФ, 35 В; C₃, C₄ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; C₅ — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В; Гр₁, Гр₂ — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом.

Если у радиолюбителя есть кассетный стереомагнитофон, то его может заинтересовать изготовление двухканального стереофонического внешнего усилителя. Такая задача сводится к простому изготовлению двух одинаковых усилителей, как показано на рис. 8.2.

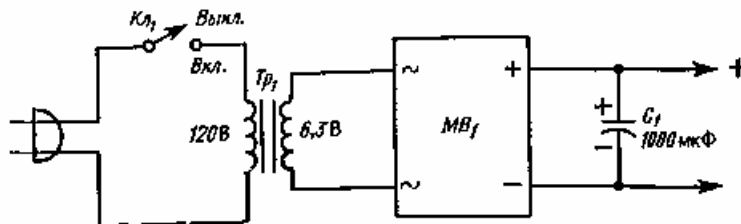


Рис. 8.3. Простой источник питания для усилителя низкой частоты.

МВ₁ — двухполупериодный выпрямитель мостового типа на напряжение 50 В при токе 6 А; Tr₁ — силовой трансформатор с выходным напряжением 6,3 В при токе 1,2 А; C₁ — электролитический конденсатор 1000 мкФ, 35 В.

Так как стереофонический головной телефон (наушники) сравнительно дорого стоит, радиолюбитель, вероятно, не захочет им жертвовать ради того, чтобы получить нужный штеккер для ввода в гнездо наушников магнитофона. Поэтому он должен найти подходящий штеккер и подпаять его самостоятельно,

При использовании двух УНЧ вместо одного срок службы батарей существенно сокращается. Так, 9-вольтовая батарея будет работать всего несколько часов, ко, возможно, радиолюбитель будет пользоваться батареями только на прогулке с магнитофоном. На рис. 8.3 показан простой источник питания, который всегда можно применить вместо батарей при наличии электросети.

8.4. Низковольтный усилитель с выходкой мощностью 4 Вт для акустических систем

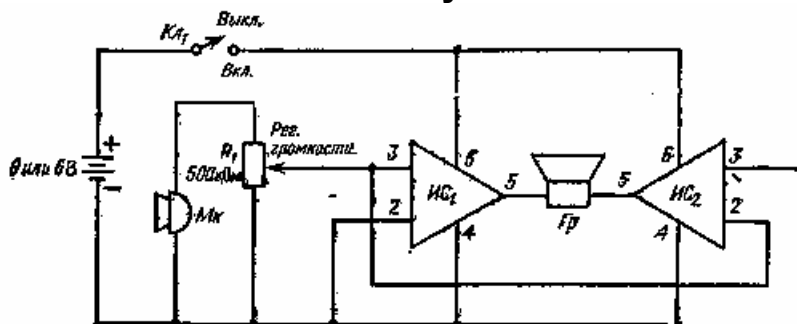


Рис. 8.4. Принципиальная схема усилителя с выходной мощностью 4 Вт.

ИС₁, ИС₂ — УНЧ типа LM386; R_i — потенциометр 500 кОм; Мк. — высокоимпедансный микрофон; Гр — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом и мощностью более 3 Вт.

Если радиолюбитель хочет иметь портативный усилитель для акустической системы, то он должен изготовить его макет и посмотреть, подходит ли он ему. Этот усилитель имеет недостаточную мощность для того, чтобы выбить стекла, но с его помощью можно отпугивать голубей в парке.

Как рекомендуется в спецификации к рис. 8.4, усилитель может питаться от батареи напряжением 9 В. Однако при использовании 6-вольтовой батареи от карманного фонаря можно обеспечить более длительную работу. При включении усилителя дома вполне подходит источник питания, показанный на рис. 8.3.

8.5. Трехканальный низкочастотный микшер

Низкочастотный микшер представляет собой устройство, которое суммирует два или более низкочастотных сигналов. Принцип действия микшера заключается в комбинировании низкочастотных сигналов таким образом, чтобы создать впечатление, что они вырабатываются одним источником.

Описанный в данном разделе микшер имеет три входных канала и один выходной канал и может использоваться для суммирования до трех различных низкочастотных сигналов от разных устройств.

Одним из самых распространенных применений низкочастотных микшеров является суммирование выходных сигналов нескольких микрофонов, их усиление и воспроизведение в виде одного общего сигнала. Например, при игре небольшого вокально-инструментального ансамбля или оркестра могут использоваться несколько микрофонов, устанавливаемых в разных точках. При этом звукооператор производит контроль сигналов и их смешивание в нужных сочетаниях, создавая такие эффекты, как выделение отдельных инструментов на фоне игры других инструментов. Как можно определить такие сочетания? Если посмотреть на схему трехканального микшера на рис. 8.5, то можно увидеть отдельные регуляторы усиления в каждом канале. Именно с их помощью подбираются различные нужные сочетания звучания музыкальных инструментов.

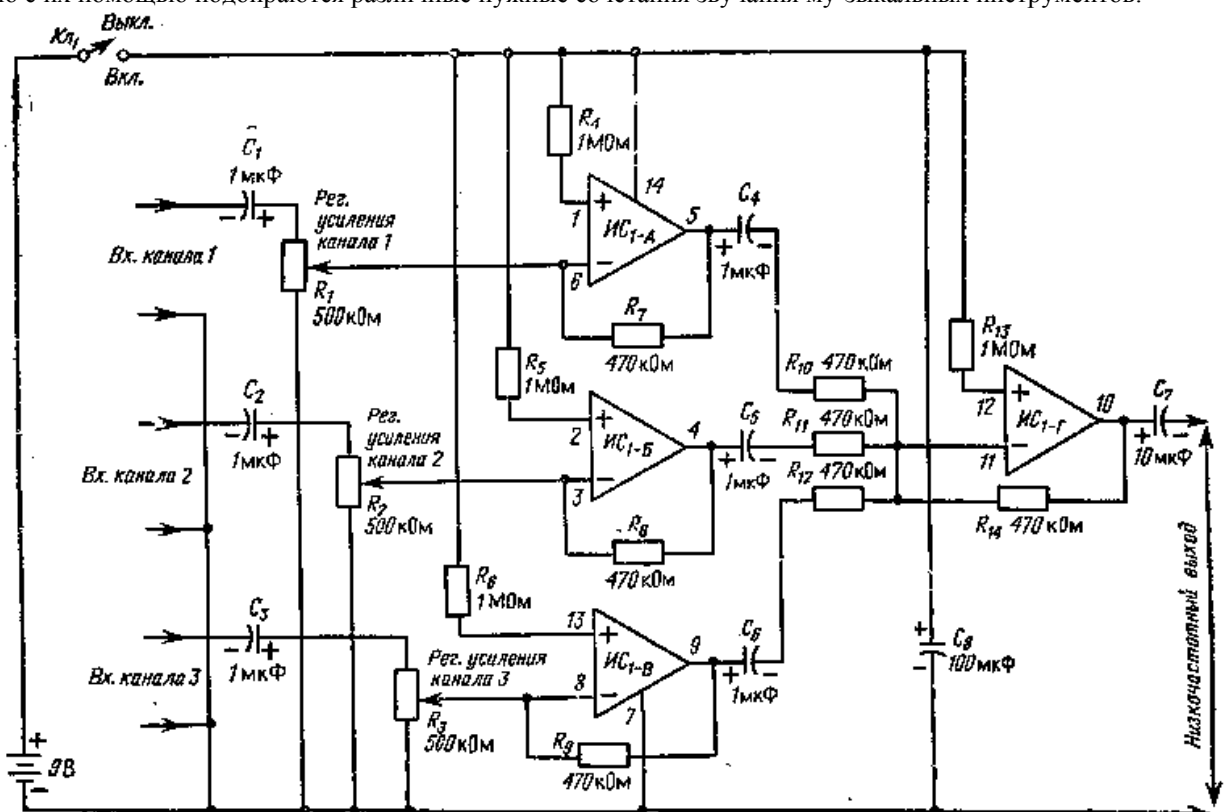


Рис. 8.5. Принципиальная схема простого трехканального микшера.

ИС — УНЧ типа LM3900; R₁-R₃ — потенциометр 500 кОм; R₄ — R₆, R₁₃ — резистор 1 МОм, 0,25 Вт; R₇ — R₁₂, R₁₄ — резистор 470 кОм, 0,25 Вт; C₁ — C₆ — танталовый конденсатор 1 мкФ, 35 В; C₇ — конденсатор электролитический 10 мкФ, 35 В; C₈ — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В.

Однако радиолюбителю может не понадобиться смешивание звуков музыкальных инструментов. Тогда микшер может ему пригодиться для наложения нескольких интересных записей на магнитофонную ленту. Допустим, что один канал микшера подключается к электрофону, другой канал — к микрофону, а третий канал не используется и регулятор усиления в нем выводится на нуль. После этого выход микшера соединяется с дополнительным входом магнитофона. Теперь можно на музыку, записываемую с грампластинки электрофона,

накладывая собственный речевой текст, скажем рассказ о записываемой мелодии, звуковое письмо друзьям с музыкальным оформлением или собственную радиопьесу. В последнем случае можно использовать третий канал для введения в запись различных звуковых эффектов. Можно также пометить начало второй записи в одном канале, постепенно приглушить первую запись с помощью плавного вывода регулятора усиления, а затем постепенно ввести вторую запись путем плавного увеличения усиления. Такие манипуляции дают бесконечные возможности для выполнения различных записей.

Если у радиолюбителя имеются два магнитофона, то микшер позволяет производить смешивание и синтезирование низкочастотных сигналов. В результате возможно исполнение одним человеком дуэтов или мелодий на три и четыре голоса. При этом сначала мелодия записывается на один магнитофон, а затем она воспроизводится через один из каналов микшера при одновременном исполнении этой же мелодии через его второй канал, и таким образом получается дуэт. Исполнение на три голоса получается при одновременном воспроизведении исполнения дуэтом в одном канале и проигрывании мелодии во втором канале.

Такие записи с наложением могут производиться многократно. При этом возможное количество накладываемых записей зависит лишь от качества магнитофонов, поскольку можно заметить, что каждая последующая запись получается с несколько худшим качеством, чем предыдущая. В конечном итоге нарастающие искажения могут привести к исчезновению самых первых записей, но все же такой процесс записи весьма увлекателен.

Выход микшера можно подключать к УНЧ (например, на рис. 8.1), к высококачественной акустической системе или к дополнительному входу магнитофона, а к трем его входным каналам могут подсоединяться источники с невысокой громкостью звука, в том числе бытовая звуковоспроизводящая техника или микрофоны (предпочтительно с высоким импедансом). Для пользования микшером потребуется определенная тренировка и приобретение навыков путем экспериментирования. Поэтому не стоит слишком расстраиваться, если первые попытки не дадут желаемых результатов.

8.6. Высокочувствительное устройство

Высокочувствительные устройства могут оказаться весьма забавными игрушками. Их можно использовать также в научных целях, например для записи на магнитофон обычно едва различимых звуков.

Устройство, показанное на рис. 8.6, представляет собой довольно высокочувствительный УНЧ. Обязательность использования в таком устройстве головного телефона (наушников) обусловлена двумя причинами. Во-первых, они помогают устранить внешние звуки, которые создают помехи прослушиванию звуков в усилителе. Во-вторых, применение наушников вместо обычного громкоговорителя исключает возможность возникновения акустической обратной связи, влияние которой описано в разд. 8.1. Этот усилитель настолько чувствителен, что малейшие звуки на его выходе могут восприниматься микрофоном и вызывать самовозбуждение.

Теперь о некоторых предупреждениях, которые необходимы в силу *слишком* высокой чувствительности усилителя. При мощности 1 Вт сигнал обратной связи, попадающий через головной телефон непосредственно в уши, является не только неприятным, но и потенциально опасным. Поэтому следует остерегаться, например, падения микрофона, но особенно возникновения обратной связи.

Самый безопасный способ работы с таким усилителем — выключить головной телефон, пока производятся какие-либо подготовительные и регулировочные операции, в том числе включение и выключение питания, возвращение регулятора громкости и перенос микрофона с места на место. При этих операциях для исключения возникновения обратной связи оба наушника следует прижать друг к другу. Надевать и снимать наушники следует быстро и одновременно.

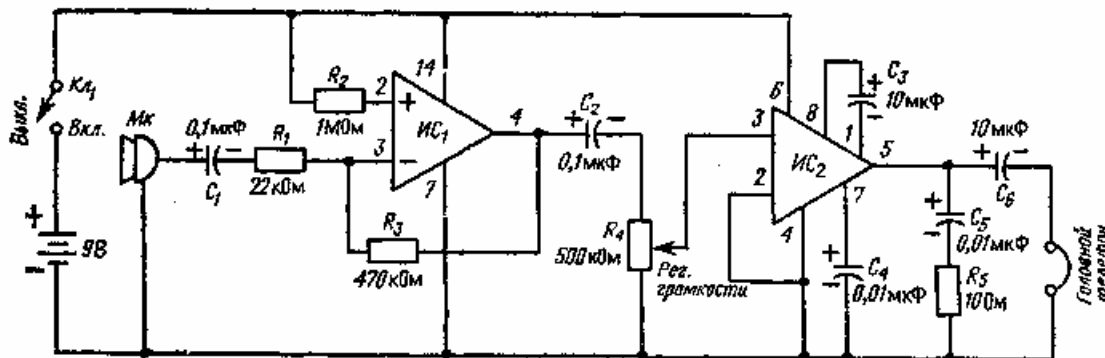


Рис. 8.6. Усилитель низкой частоты.

IC₁ — четырехканальный операционный усилитель типа LM3900; IC₂ — УНЧ LM386; R₁ — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; R₂ — резистор 1 МОм, 0,25 Вт; R₃ — 470 кОм, 0,25 Вт; R₄ — потенциометр 500 кОм; R₅ — резистор 10 Ом, 0,25 Вт; R₆ — резистор 10 Ом, 0,25 Вт; C₁, C₂ — конденсатор 0,1 мкФ, 50 В; C₃, C₅ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; C₄, C₆ — электролитический конденсатор 0,01 мкФ, 50 В; Мк — кристаллический микрофон.

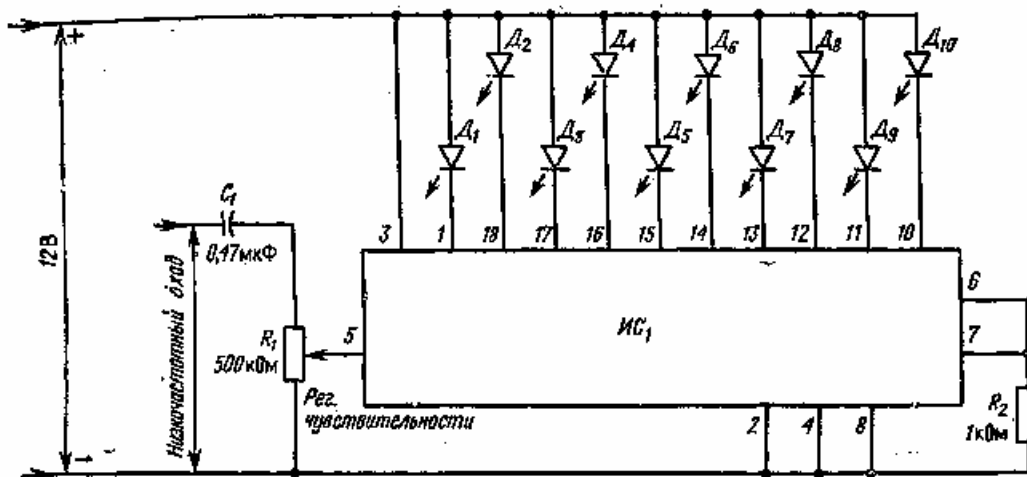


Рис. 8.7. Индикатор уровня громкости на светодиодах.

D_1 — D_{10} — любой стандартный светодиод; ИС₁ — схема управления точечным или сегментным индикатором типа LM3914; R_1 — потенциометр 500 кОм; R_2 — резистор 1 кОм, 0,25 Вт; C_1 — конденсатор 0,47 мкФ.

В качестве источника питания следует использовать 9-вольтовую батарею, как показано на схеме, поскольку большинство сетевых источников питания создает фон с частотой 100 Гц, который будет мешать при воспроизведении звуков. Для выполнения записей на магнитофон выход усилителя включается через собственный штеккер в гнездо дополнительного входа магнитофона.

Данный усилитель можно также использовать с направленным микрофоном, с помощью которого улавливаются удаленные звуковые источники, например крики футболистов на футбольном поле. Для этого микрофон можно разместить в фокусе большого параболического или иного звукового отражателя или на входе мегафона. При этом способ применения особого значения не имеет, поскольку главным является фокусирование звуковых колебаний в точку, где находится микрофон. Такой хорошо сфокусированный направленный микрофон может удивить радиолюбителя своей высокой избирательностью.

8.7. Индикатор уровня громкости на светодиодах

В звуковоспроизводящей аппаратуре высокого качества обычно имеется индикатор уровня громкости того или иного типа, который показывает амплитуду звукового сигнала при записи или воспроизведении.

Традиционно в качестве такого индикатора использовался стрелочный прибор, однако в последнее время его все чаще изготавливают на светодиодах. Такой индикатор не является измерительным прибором, поскольку не предусматривается возможность его калибровки с помощью стандартной измерительной аппаратуры. Но в целом он обеспечивает выполнение необходимой функции — показывает уровень громкости.

Макет устройства, выполненного по схеме на рис. 8.7, подключается к выводам громкоговорителя любого УНЧ. Для выбора необходимой амплитуды звукового сигнала используется регулятор чувствительности, который устанавливается так, чтобы при самой высокой громкости светодиод D_{10} едва зажегся. При этом светодиоды будут включаться в зависимости от амплитуды звукового сигнала, причем чем выше амплитуда, тем больше включается светодиодов, вплоть до Дю. Можно также попробовать подключить вывод 9 ИС₁ к отрицательной клемме источника питания. При этом характер работы индикатора несколько изменится, что вызовет интерес радиолюбителя.

В любом случае он получит в свое распоряжение нечто вроде цифрового индикатора уровня громкости, который расширит возможности изготавливаемой акустической системы. Индикатор может питаться от источника напряжения ,12 В, описанного, в гл. 2.

Глава 9

ЗВУКОВЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ И СИНТЕЗАТОРЫ

Просматривая некоторые популярные журналы по вычислительной технике, можно отметить, что программисты не лишены чувства юмора. В некоторых из этих журналов содержится столько же смешного, сколько и серьезного.

Конечно, юмор в современной электронике не ограничивается только областью вычислительной техники. Как можно судить по некоторым устройствам, описанным в данной главе, радиолюбители тоже по-своему

проявляют свое остроумие. Тем не менее для звуковых генераторов и синтезаторов можно найти вполне серьезное применение. Однако если у радиолюбителя есть чувство юмора, то он будет вполне доволен возможностями использования этих устройств для шуток и забав.

Отставим пока шутки в сторону и обратимся к некоторым определениям, а именно к различию между звуковыми генераторами и звуковыми синтезаторами. Звуковой синтезатор с точки зрения схемного решения представляет собой устройство, способное имитировать различные звуки, которые издаются обычно неэлектронными средствами. Например, синтезатор может копировать пение канарейки.

Звуковые синтезаторы, рассмотренные в данной главе, довольно простые. Вместе с тем они могут быть весьма сложными и дорогостоящими элементами электронной аппаратуры,

Существует и другая группа электронных синтезаторов, которые радиолюбитель найдет в данной главе. В таких синтезаторах используется определенный вид операций для выполнения действий, которые обычно реализуются совсем другими электронными схемами. Примером этого является устройство, в котором применяются цифровые методы синтеза синусоидальных колебаний, вырабатываемых обычно совсем иными схемами. В результате удается относительно простым способом сделать то, что обычно считается весьма сложной операцией. Например, не так легко получить сверхнизкочастотные синусоидальные колебания, достаточно точно воспроизводящие форму синусоиды. Однако такие колебания сравнительно несложно синтезировать с помощью современных цифровых устройств.

Звуковой генератор представляет собой устройство, которое вырабатывает свои собственные, совершенно неповторимые звуки. Практически невозможно воспроизвести эти звуки как кем-либо другим способом. По мере изготовления таких устройств радиолюбитель сможет убедиться в их способности вырабатывать сверхъестественные и необычные звуки, которые он еще нигде и никогда не слышал и, возможно, никогда бы даже не услышал,

9.1. Имитатор звука

Возможно, радиолюбитель захочет получить экзотические звуки. Для этого подходит устройство, схема которого показана на рис. 9.1. Повышение и понижение тона в пределах всего диапазона производится с помощью регулятора тона R_5 - В то же время в тон звука можно вводить вибрации, что и создает характерное необычное звучание. Частота вибраций меняется регулятором R_1 в пределах от затяжного завывания до быстрого изменения тона. Регулятор амплитуды вибраций R_4 работает совместно с регулятором частоты вибраций R_1 и позволяет изменять глубину звучания путем изменения амплитуды вибраций.

Первоначально необходимо изготовить макет имитатора и немного потренироваться. Имитатор дает много вариаций, и поэтому необходимо получить некоторые навыки с тем, чтобы создавать нужные звуковые эффекты. После отладки имитатор можно изготовить в небольшой коробочке, минимальные размеры которой ограничиваются лишь выбранным громкоговорителем,

9.2. «Забавный» звуковой генератор

Звуки, издаваемые генератором (см. рис. 9.2), трудно описать словами. Пожалуй, единственным подходящим описанием является звукоподражание «дидл-дидл». Высота тона такого звука изменяется в широких пределах регулятором тона R_3 . При этом одновременно с тоном изменяется частота звука.

И это еще не все. Регулятор вибраций R_2 позволяет вводить в воспроизводимый звук вибрации, создающие эффект записанного выше словами звукоподражания. Один из радиолюбителей, изготовивший такой звуковой генератор, подметил, что регулятор тона позволяет добиться звукового эффекта, характерного для взлета и посадки «летающей тарелки».

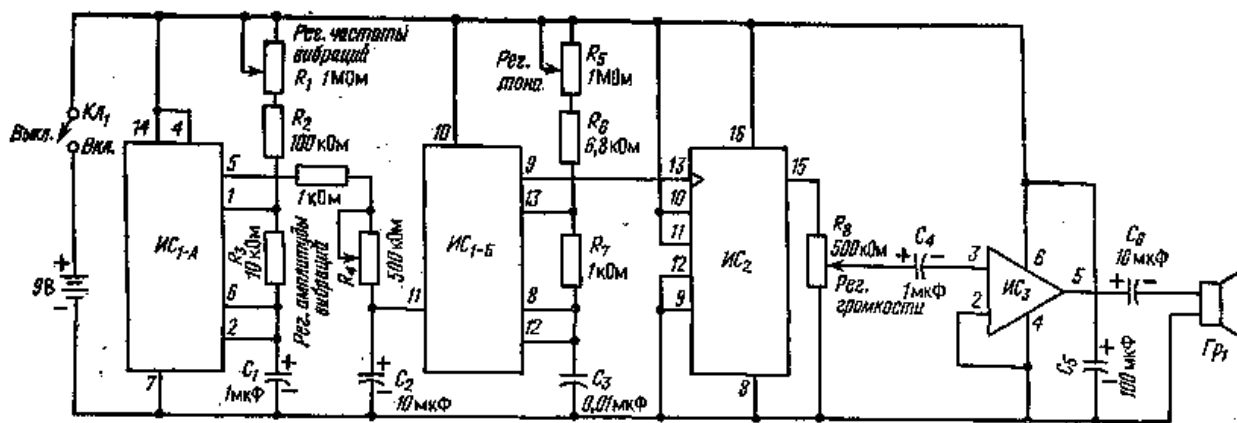


Рис. 9.1. Принципиальная схема имитатора звука.

ИС₁ — двойной таймер типа 556; ИС₈ — двойной J — К-триггер типа 4027; ИС₃ — УНЧ типа LM386; R_t, R_s — потенциометр 1 МОм; R₂ — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; R₃ — резистор 10 кОм, 0,25 Вт; R_i, R_g — потенциометр 500 кОм; R_e — резистор 6,8 кОм, 0,25 Вт; R₇, R₉ — резистор 1 кОм, 0,25 Вт; C₁, C₄ — танталовый конденсатор 1 мкФ, 35 В; C_i, C₆ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; C₃ — конденсатор 0,01 мкФ; C₆ — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В; Гр] — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом.

Дополнительные забавные возможности в генераторе получаются после некоторых изменений в монтаже. Как видно из рис. 9.2, в принципиальной схеме имеются четыре вывода, обозначенные буквами Л, В, С и D, подсоединенные к определенным выводам микросхемы ИС₂. Однако совсем не обязательно соблюдать именно такой порядок подключения. Например, вывод А вместо четвертого вывода ИС₂ может присоединиться к выводу 13. Аналогичным образом могут произвольно подключаться выводы В, С и D, но при этом следует использовать только выходные выводы ИС₂ и обязательно подсоединить все выводы Л, В, С и D. Кроме того, перед изменением в монтаже этих выводов генератор следует выключить, поскольку их отсоединение при включенном питании отрицательно сказывается на работе вентилях типа «И-НЕ» в интегральной схеме ИС₃, выполненной на дополняющих МОП-транзисторах.

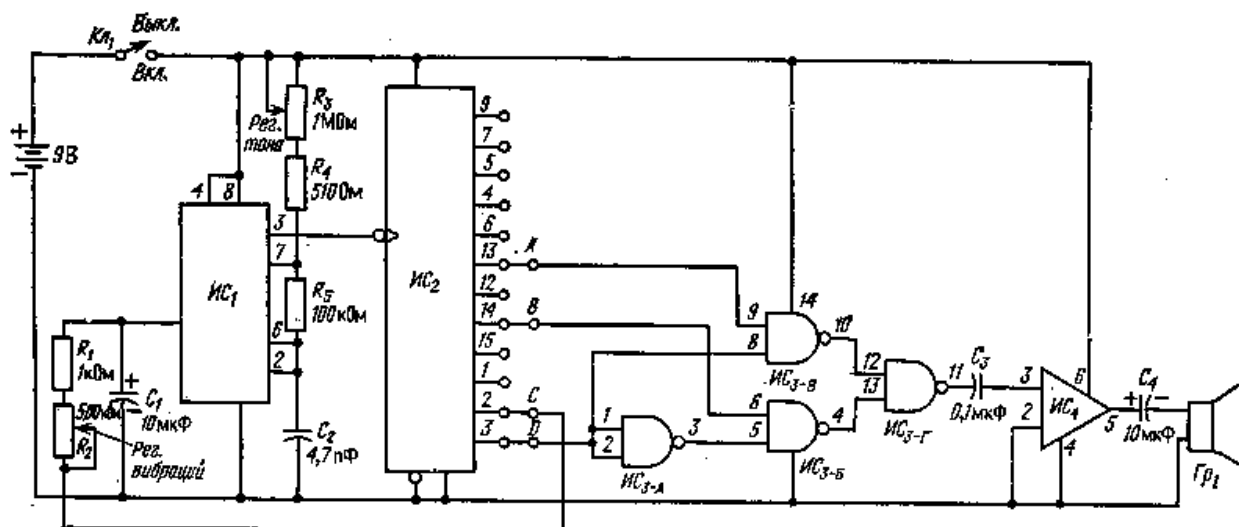


Рис. 9.2. Принципиальная схема «забавного» звукового генератора.

ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — 14-разрядный двоичный счетчик типа 4020; ИС₃, — четыре двухвходовых логических вентиля И-НЕ типа 4011; ИС₄ — УНЧ типа LM386; R₁ — резистор 1 кОм, 0,25 Вт; R₂ — потенциометр 500 кОм; R₃ — потенциометр 1 МОм; R₄ — резистор 510 Ом, 0,25 Вт; R₅ — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; C₁, C₄ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; C₂ — конденсатор 4,7 пФ; C₃ — конденсатор 0,1 мкФ; Гр₁ — громкоговоритель с сопротивлением 8 Ом.

Если радиоловитель хочет разыграть небольшой спектакль, то следует отсоединить громкоговоритель и подключить генератор к какому-либо усилителю с низким входным импедансом и с выходной мощностью более 20 Вт. Генератор включается и имитирует посадку «летающей тарелки». Эффект такой «посадки» могут усиливать пара проблесковых маячков и соответствующая костюмная бутафория.

Радиоловитель может также использовать такой звуковой генератор в средствах охранной сигнализации.

9.3. Звуковые эффекты «Воздушный бой»

После того как радиоловитель освоил технику имитации взлета и посадки «летающих тарелок», т. е. изготовил звуковой генератор по схеме на рис. 9.2, он может приступить к созданию устройства, имитирующего звуки боя в воздухе. На этот раз рассматриваемое устройство точно соответствует своему названию, и создаваемые им звуковые эффекты можно услышать только после его изготовления, наладки, проверки и нажатия кнопки «Вкл». Регулятор R₂ на рис. 9.3 не имеет названия, поскольку он просто изменяет характер звучания, которое трудно описать словами. Поэтому радиоловитель предоставляется самому придумать для него подходящее название.

Теперь допустим, что радиоловитель изготовил такой генератор, но спустя некоторое время интерес к нему убавился и ему захотелось найти какое-то другое применение. Можно, например, изготовить трехканальный микшер, описанный в разд. 8.5. Затем собрать звуковой генератор по схеме на рис. 9.2, отсоединить громкоговорители в обоих генераторах (рис. 9.2 и 9.3) и подключить их к каналам 1 и 2 микшера. В результате радиоловитель получит возможность одновременной игры со звуками полета «летающих тарелок» и «лучевых пушек», что позволит полностью имитировать все звуки боя в воздухе. А если включить на входе третьего канала микрофон, а микшер соединить с магнитофоном, то можно составить и записать полный репортаж.

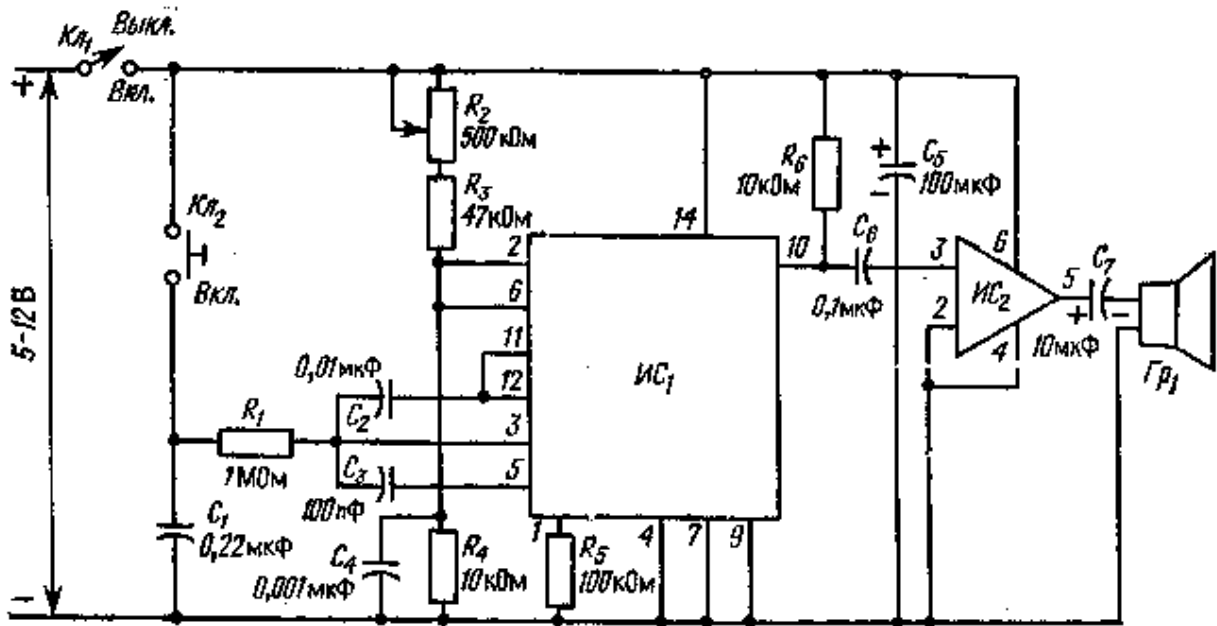


Рис. 9.3. Генератор звуковых эффектов «Воздушный бой».

ИС₁ — преобразователь «частота — напряжение» типа 9400С; ИС₂ — УНЧ типа LM386; R₁ — резистор 1 МОм, 0,25 Вт; R₂ — потенциометр 500 кОм-Яз — резистор 47 кОм, 0,25 Вт; R₃ — резистор 10 кОм, 0,26 Вт; R₄, R₅ — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; C₁ — конденсатор 0,22 мкФ; C₂ — конденсатор 0,01 мкФ; C₃ — конденсатор 100 пФ; C₄ — конденсатор 0,001 мкФ; C₅ — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В; C₆ — конденсатор 0,1 мкФ; C₇ — Электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; ГР₁ — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом; Кз — нормально разомкнутый кнопочный переключатель.

9.4. Комбинированный звуковой генератор

На рис. 9.4 показана принципиальная схема устройства типа синтезатора, представляющего собой комбинированный звуковой генератор, который в зависимости от положения регуляторов вырабатывает два различных звуковых сигнала.

Так, одна комбинация положений регуляторов обеспечивает имитацию проигрывания гаммы на кларнете, при этом направление проигрывания (от «до» до «си» или наоборот) выбирается переключателем выбора направления К₁. Другая комбинация положений регуляторов обеспечивает имитацию пения канарейки или, может быть, длиннохвостого попугая. Впрочем, радиолюбитель решит сам, на пение какой птицы наиболее похожи воспроизводимые звуки. После небольшой практики он сможет научиться подражать более сложному пению различных птиц.

Фактически устройство работает одинаково, независимо от положений регуляторов. Различия в создаваемых звуках можно скорее объяснить особенностями слухового восприятия человека. В генераторе предусмотрена возможность выработки до 16 различных тональных сигналов в прямом и обратном порядках (что определяется положением переключателя К₁). Диапазон тональных сигналов выбирается регулятором выбора диапазона R₁₂, который позволяет воспроизводить все 16 тональных сигналов либо в пределах менее одной октавы, либо в пределах нескольких октав.

Регулятор темпа R_i обеспечивает выбор темпа воспроизведения. Именно от него зависит характер имитации музыкального инструмента или щебетания птиц. Так, при низком темпе воспроизведения звук похож на игру на кларнете, а с увеличением темпа звук становится похожим на пение птиц. Регулятор высоты тона обеспечивает общую регулировку высоты тона — от высокой до весьма низкой. При этом регулятор громкости позволяет устанавливать приемлемый уровень громкости, не мешающий окружающим. Главное при этом — научиться пользоваться регуляторами для получения большого многообразия и сложных комбинаций различных звуков.

9.5. Генератор произвольных тональных сигналов

Генератор произвольных тональных сигналов, показанный на рис. 9.5, является относительно сложным устройством. Но если радиолюбитель аккуратно его соберет, то получит о награду новое, более увлекательное развлечение. Это устройство работает на тех же принципах, что и описанный выше комбинированный звуковой генератор на рис. 9.4, — однако здесь 16 тональных звуков воспроизводятся в совершенно произвольном порядке. В результате получается бесконечная последовательность звуков, которые могут либо быть просто набором звуков, либо представлять собой известные несложные мелодии.

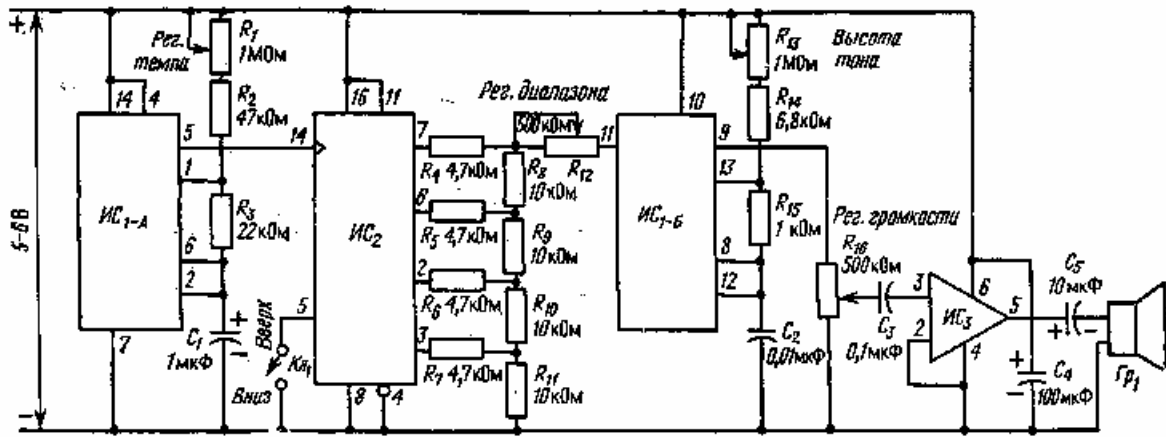


Рис. 9.4. Комбинированный звуковой генератор.

ИС₁ — двойной таймер типа 556; ИС₂ — 4-разрядный двоичный счетчик типа 74191; ИС₃ — УНЧ типа LM386; R₁, Д₃ — потенциометр 1 МОм; R₂ — резистор 47 кОм, 0,25 Вт; R₃ — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; R₄ — R₇ — резистор 4,7 кОм, 0,25 Вт; Я₈ — Яц — резистор 10 кОм, 0,25 Вт; «i₂, R₆ — потенциометр 500 кОм; R₁₄ — резистор 6,8 кОм, 0,25 Вт; R₁₅ — резистор 1 кОм, 0,25 Вт; C₁ — танталовый конденсатор 1 мкФ, 35 В; C₂ — конденсатор 0,01 мкФ; C₃ — конденсатор 0,1 мкФ; C₄, — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В; C₅ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; Гр₁ — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом.

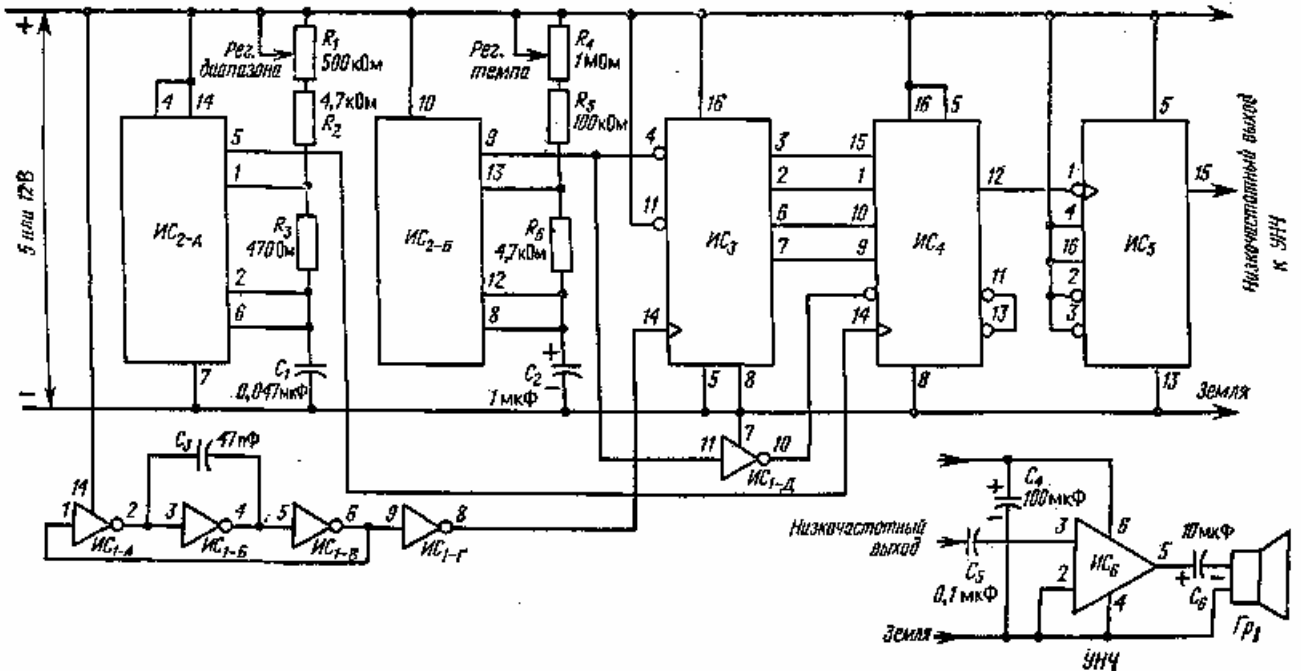


Рис. 9.5. Генератор произвольных тональных сигналов.

ИС₁ — шесть инверторов типа 7404; ИС₂ — двойной таймер типа 556; ИС₃, ИС₄ — 4-разрядный двоичный счетчик типа 74191; ИС₅ — двойной J — К-триггер типа 7476; ИС₆ — УНЧ типа LM386; R₁ — потенциометр 500 кОм; R₂, R₆ — резистор 4,7 кОм, 0,25 Вт; R₃ — резистор 470 Ом, 0,25 Вт; R₄ — потенциометр 1 МОм; R₅ — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; C₁ — конденсатор 0,047 мкФ; C₂ — электролитический конденсатор 1 мкФ, 35 В; C₃ — конденсатор 47 пФ; C₄ — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В; C₅ — конденсатор 0,1 мкФ; C₆ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; Гр₁ — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом.

Весьма часто в генераторе получается какой-либо незамысловатый мотив, который многократно повторяется. В другие моменты он просто вырабатывает набор звуков без всякой закономерности. Возможно, именно такая произвольность работы генератора придает ему особую привлекательность.

Регулятор диапазона позволяет радиолюбителю выбирать диапазон воспроизводимых тональных сигналов, а регулятор темпа - темп вырабатываемых звуков. Кроме этих регуляторов других органов управления в схеме не имеется.

Первоначально необходимо собрать макет генератора и поработать с ним. Если он устраивает радиолюбителя, его можно изготовить в корпусе. Через стабилизированный источник питания напряжением 5 В (рис. 2.1) генератор можно включать прямо в сеть и работать круглосуточно,

9.6. Низкочастотный синтезатор с цифровым управлением

Как было сказано в начале данной главы, некоторые электронные синтезаторы не предназначены для имитации звуков неэлектронных музыкальных инструментов или животных. Синтезаторы такого рода воспроизводят работу какого-либо другого электронного устройства.

Описываемая в данном разделе схема работает подобно низкочастотному тональному генератору, вырабатывающему 16 различных звуковых сигналов. Достоинства этой схемы заключаются в том, что она позволяет получать 16 различных тональных сигналов при использовании всего одного источника звуковой частоты. Кроме того, в ней используется цифровое управление, сходное в определенной мере с современными цифровыми переключателями каналов, которые применяются в радиоприемниках с частотной модуляцией и радиолубительской приемной аппаратуре.

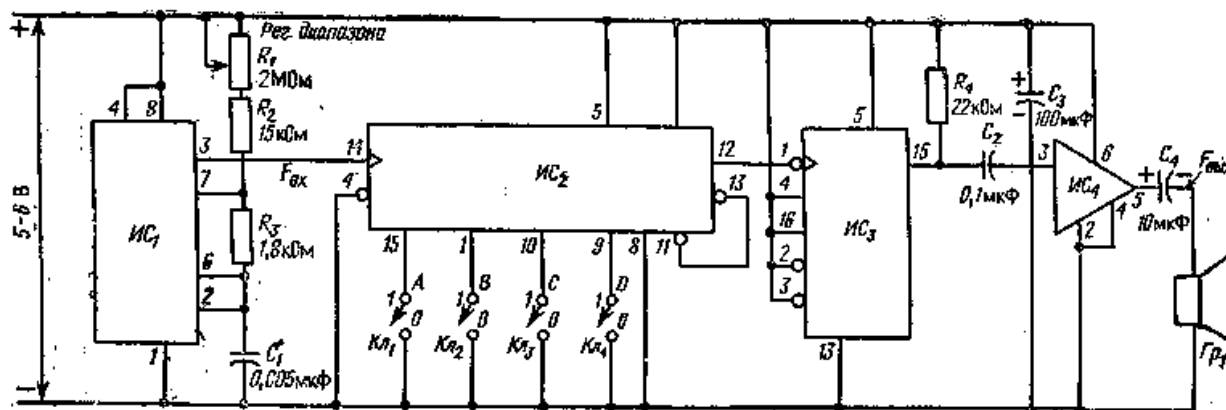


Рис. 9.6. Низкочастотный генератор с цифровым управлением.

ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — 4-разрядный двоичный счетчик типа 74191; ИС₃ — двойной J — К-триггер типа 7476; ИС₄ — УНЧ типа LM386; R₁ — потенциометр 2 МОм; R₂ — резистор 15 кОм, 0,25 Вт; R₃ — резистор 1,8 кОм, 0,25 Вт; R₄ — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; C₁ — конденсатор 0,005 мкФ; C₂ — конденсатор 0,1 мкФ; C₃ — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В; C₄ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; Гр₁ — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом.

В схеме на рис. 9.6 используются четыре переключателя A, B, C и D. Наличие в каждом из них двух возможных положений позволяет набирать до 16 различных комбинаций «Вкл» и «Выкл», которые определяют вырабатываемую синтезатором частоту тонального сигнала.

Таблица 9.1. Перечень кодовых комбинаций и соответствующих им частот на выходе синтезатора

Положение переключателей				Выходная частота
D	C	B	A	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	F _{ВХ} /2
0	0	1	0	F _{ВХ} /4
0	0	1	1	F _{ВХ} /6
0	1	0	0	F _{ВХ} /8
0	1	0	1	F _{ВХ} /10
0	1	1	0	F _{ВХ} /12
0	1	1	1	F _{ВХ} /14
1	0	0	0	F _{ВХ} /16
1	0	0	1	F _{ВХ} /18
1	0	1	0	F _{ВХ} /20
1	0	1	1	F _{ВХ} /22
1	1	0	0	F _{ВХ} /24
1	1	0	1	F _{ВХ} /26
1	1	1	0	F _{ВХ} /28
1	1	1	1	F _{ВХ} /30

В табл. 9.1 приведен полный перечень кодовых комбинаций, в который включены все положения переключателей в 16 возможных сочетаниях, при этом цифре «0» соответствует положение «Вкл», а цифре «1» — положение «Вкл». Например, при нахождении всех переключателей в положении «0» генератор, как видно из таблицы, не вырабатывает никакого сигнала, при установке же переключателя *A* в положение «1», а остальных переключателей в положение «0» дает сигнал, равный 1/2 основной (входной) частоты, которая выбирается с помощью регулятора диапазона. При установке переключателя *B* в положение «1», а остальных переключателей в положение «0» выходной звуковой сигнал будет иметь частоту, в четыре раза меньше выбранной регулятором диапазона. При установке переключателей в различные положения, согласно табл. 9.1, генератор будет последовательно вырабатывать звуки с понижающейся частотой. При совместном использовании регулятора диапазона и переключателей можно получить любую частоту звукового диапазона,

9.7. Низкочастотный синтезатор

При изготовлении генератора, вырабатывающего звуковые сигналы с частотой 1 — 10 Гц, возникают две проблемы. Во-первых, современная промышленность не выпускает бытовых низкочастотных усилителей с высоким качеством усиления сигналов столь низких частот. Эту проблему можно решить путем использования специального низкочастотного усилителя. Однако для воспроизведения низкочастотных звуковых колебаний нужны также очень крупные громкоговорители, поскольку для этих целей не годятся громкоговорители диаметром менее 130 мм.

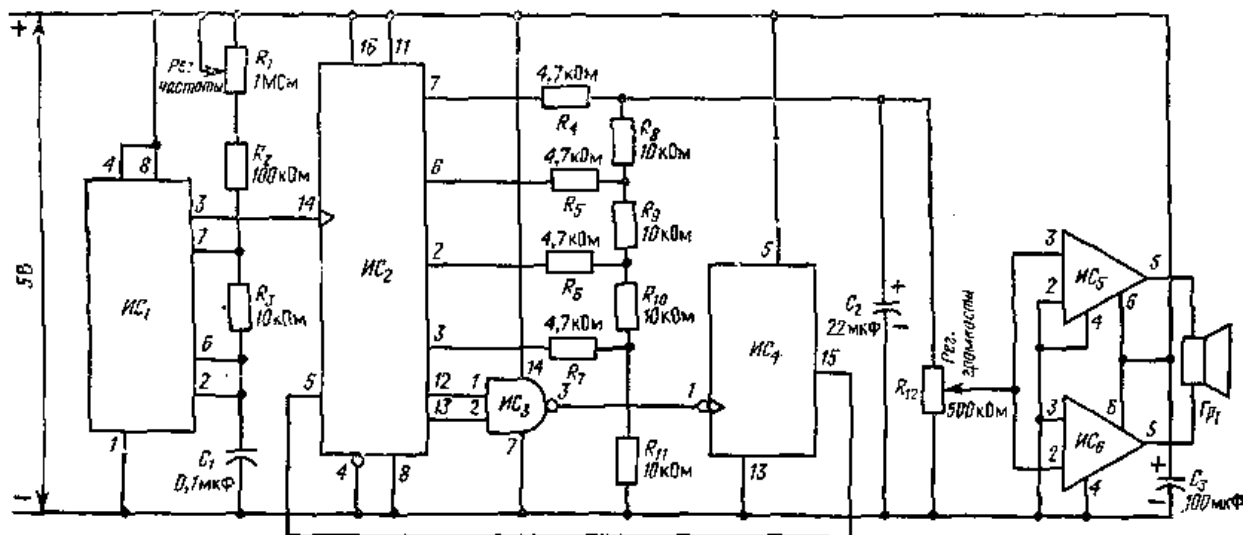


Рис. 9.7. Принципиальная схема низкочастотного синтезатора.

ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — 4-разрядный двоичный счетчик типа 74191; ИС₃ — четыре двухвходовых логических вентиля И-НЕ типа 7400; ИС₄ — двойной J — К-триггер типа 7476; ИС₅, ИС₆ — УНЧ типа LM386; *R*₁ — потенциометр 1 МОм; *R*₂ — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; *R*₃, *R*₈ — *R*₁₁ — резистор 10 кОм, 0,25 Вт; *R*₄ — *R*₇ — резистор 4,7 кОм, 0,25 Вт; *R*₁₂ — потенциометр 500 кОм; Гр₁ — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 3 Ом, *C*₁ — конденсатор 0,1 мкФ; *C*₂ — электролитической конденсатор 22 мкФ, 35 В; *C*₃ — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В.

Во-вторых, обычные генераторы, описанные в разных разделах данной книги, вырабатывают фактически колебания прямоугольной формы, которые на низких частотах воспринимаются на слух как бесконечная последовательность простых щелчков. Так что необходимо изготовить низкочастотный синтезатор, т. е. схему, которая преобразует прямоугольные колебания в синусоидальные.

Такой синтезатор вместе со специальным низкочастотным усилителем показан на рис. 9.7.

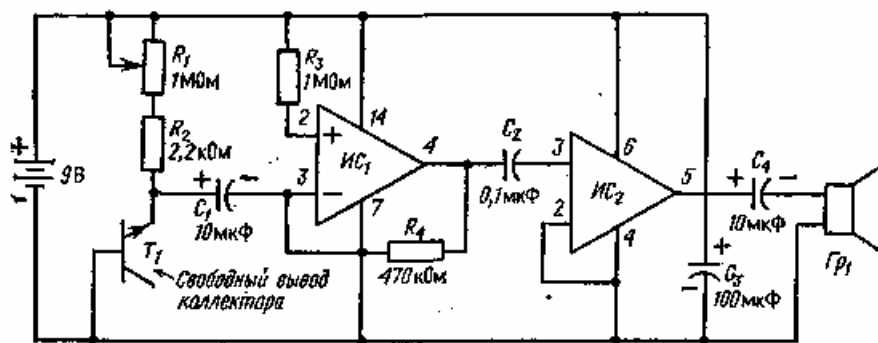


Рис. 9.8. Принципиальная схема шумового генератора.

ИС₁ — 4-канальный операционный усилитель типа LM3900; ИС₂ — УНЧ типа LM386; Т₁ — маломощный *p-n*-транзистор; R₁ — потенциометр 1 МОм; R₂ — резистор 2,2 кОм, 0,25Вт; R₃ — резистор 1 МОм, 0,25 Вт; R₄ — резистор 470 кОм, 0,25 Вт; C₁, C₄ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; C₂, C₃ — конденсатор 0,1 мкФ; C₃ — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В; Тр₁ — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом.

В целях упрощения схемы придется смириться с некоторыми ее недостатками, которые выражаются в том, что синтезатор становится несколько «капризным» при попытке резко изменить частоту выходного сигнала. Однако при выборе частоты в диапазоне 1 — 10 Гц эти неприятности не имеют существенного значения.

Основной принцип действия схемы состоит в том, чтобы преобразовать прямоугольные колебания на выходе ИС₁ в Синусоидальный сигнал с частотой в 16 раз ниже первоначальной. Так, если регулятор чаатоты R₁ установить на частоту 16 Гц на выходе микросхемы ИС₁ то в громкоговорителе будет воспроизводиться тональный сигнал с частотой 1 Гц.

Значительное влияние на работу схемы оказывает емкость конденсатора C₂. При слишком большой величине емкости происходит сильное уменьшение громкости в громкоговорителе, а при слишком малой величине емкости будет прослушиваться основная частота микросхемы ИС₁

Достаточно качественный сигнал с частотой 1 Гц получается при емкости конденсатора 22 мкФ_д. При увеличении частоты следует уменьшить емкость конденсатора C₂ с тем, чтобы сохранить уровень громкости постоянным. Перед окончательной сборкой следует изготовить макет синтезатора и немного с ним поработать,

9.8. Простой шумовой генератор

Обычно специалисты по радиотехнике стараются устранить шумы в схеме. Однако разговор о звуковых генераторах и синтезаторах будет неполным, если не рассказать о схемах, преднамеренно вырабатывающих шумы.

После сборки схемы на рис. 9.8 и подключения источника питания с помощью регулятора R₁ следует добиться равномерного шипящего шума, который может оказаться «полезным» для воспроизведения различных звуковых эффектов.

Положение регулятора R₁ существенно влияет на работу схемы. При неправильной установке регулятора в громкоговорителе будут воспроизводиться пронзительные звуки, так что после получения равномерного шипящего шума положение регулятора больше менять не следует.

Глава 10

ЭЛЕКТРОМУЗЫКАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

К электромзыкальным инструментам относятся как низкочастотные усилители, так и низкочастотные генераторы, которые были предметом рассмотрения двух предыдущих глав. Введение некоторых из этих устройств в данную главу объясняется только тем, что в отличие от большинства устройств, описанных в других главах, они действительно могут работать как электромзыкальные инструменты.

Чтобы наслаждаться работой с электромзыкальными инструментами, не обязательно быть музыкантом. Можно получить удовольствие независимо от того, умеете ли вы отличить скрипичный ключ от басового или нет.

10.1. Две простые схемы электрооргана

Электроорганы стали одними из первых электромузыкальных инструментов, занявших определенное положение в музыкальном мире. Несомненно, что настоящие электроорганы представляют собой весьма сложные устройства. Поэтому здесь рассматриваются их более простые варианты.

В данном разделе описываются две различные схемы, причем, прежде чем собирать одну из них, следует прочесть объяснения к обеим схемам.

Первая схема, приведенная на рис. 10.1, больше похожа на игрушечный орган, чем вторая. В ней используется более простой способ получения звуков определенного тона — нажимается каждая из восьми клавиш. Настройка каждой клавиши производится с помощью соответствующего потенциометра. Если радиолюбитель обладает достаточно хорошим музыкальным слухом, схема может быть настроена на обычную октаву.

Один из основных недостатков схемы заключается в том, что играть можно только одним пальцем. После выполнения настройки при нажатии одной клавиши в каждый данный момент воспроизводится одна выбранная нота (тон). При нажатии нескольких клавиш также воспроизводится одна нота, но на октаву выше, чем при нажатии только одной клавиши. Возможно, это не будет таким уж серьезным недостатком.

Клавиши на рис. 10.1 представляют собой нормально разомкнутые кнопочные переключатели. Вместо них можно использовать рычажковые микровыключатели, снятые с игрушечного органа.

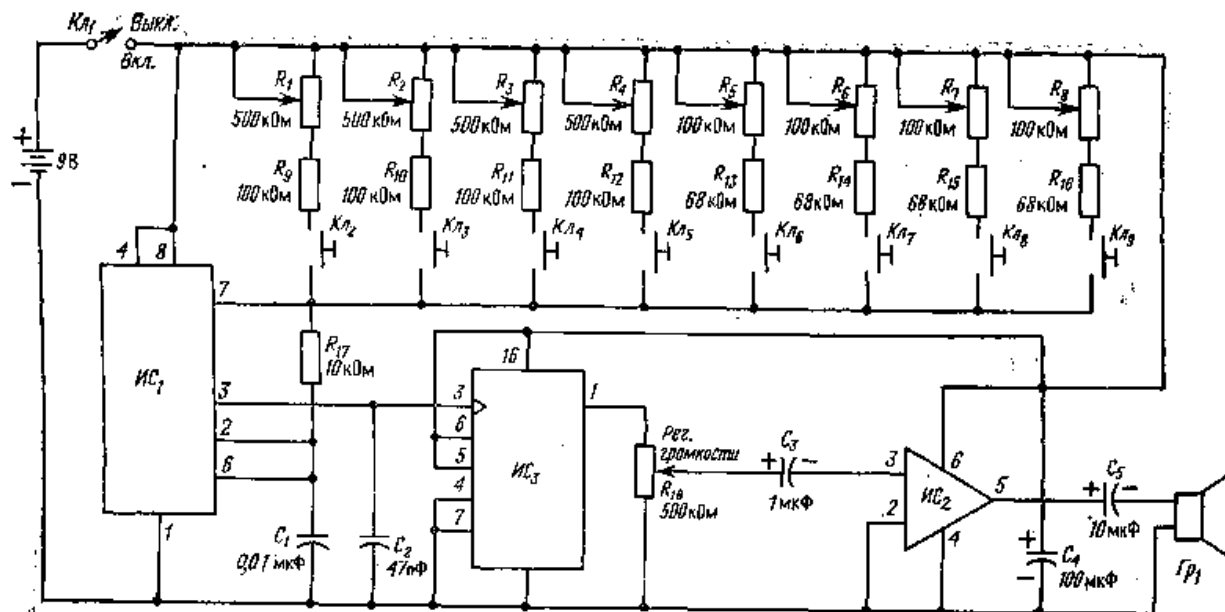


Рис. 10.1. Принципиальная схема простого электрооргана.

ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — УНЧ типа LM386; ИС₃ — двойной J — К-триггер типа 4027; R₁ — R₄ — пленочный потенциометр 500 кОм; R₅ — R₈ — пленочный потенциометр 100 кОм; R₉ — R₁₂ — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; R₁₃ — R₁₆ — резистор 68 кОм, 0,25 Вт; R₁₇ — резистор 10 кОм, 0,25 Вт; R₁₈ — потенциометр 500 кОм; C₁ — конденсатор 0,01 мкФ; C₂ — конденсатор 47 пФ; C₃ — танталовый конденсатор 1 мкФ, 35 В; C₄ — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В; C₅ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; Гр₁ — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом.

Электроорган, схема которого приведена на рис. 10.2, отличается более высоким качеством воспроизведения в силу двух особенностей. Во-первых, он выполнен на основе интегральной схемы полнооктавного синтезатора, применяемой в электроорганах, выпускаемых промышленностью. Благодаря этому воспроизводится более полный нотный диапазон, в том числе диезы и бемоли. Во-вторых, он позволяет одновременно нажимать несколько клавиш, т. е. брать аккорды. И хотя в нем предусматривается всего одна октава, на его основе может быть создан настоящий орган с 88 клавишами.

Регулятор диапазона тональности на рис. 10.2 позволяет изменить диапазон тональности воспроизводимых звуков от нижнего до верхнего. Следует отметить, что в схеме используются два источника положительного напряжения питания, что необходимо для микросхемы ИС₂. Получить эти два уровня напряжения можно с помощью источника питания, показанного на рис. 2.3.

10.2. Октавный электрогенератор

В данном разделе рассматривается устройство (рис. 10.3), имеющее практическую пользу в создании достаточно высокого качества звучания. Оно представляет собой кварцевый контрольный генератор музыкальных тонов, который можно использовать для настройки музыкальных инструментов. Хотя генератор воспроизводит лишь одну октаву, она является наиболее типичной для большинства голосов и музыкальных

инструментов. Так, тон А в генераторе настолько близок к стандартному тону 440 А, что разницу не различит самый совершенный слух.

Выбор нот (тонов) производится с помощью 12-позиционного переключателя КЛ₂, положения которого следует разместить в соответствии с маркировкой частот в ИС₃. Например, верхнее положение обозначается как «Б», следующее положение — «В-бемоль» и т. д.

Изготовление цепей питания в этой схеме сложнее, чем в других устройствах. Это обусловлено тем, что для интегральной схемы синтезатора требуется более высокое напряжение, чем допустимое напряжение для ИС₄ низкочастотного усилителя. Поэтому в схеме используются две отдельные батареи питания. Положительная клемма батареи напряжением 9 В подключается к микросхеме низкочастотного усилителя. Второй источник питания собирается из четырех последовательно соединенных батарей типа АА, дающих напряжение 4В.

Как видно из схемы, оба источника включены последовательно друг с другом, так что напряжение между отрицательной клеммой 9-вольтовой батареи и положительной клеммой другого источника будет составлять 13 В, что необходимо для микросхем ИС₁ и ИС₂, выполненных на дополняющих МОП-транзисторах, и микросхемы ИС₃ синтезатора, выполняемой на р-канальных МОП-транзисторах. Наличие двух источников питания обусловило необходимость введения двухполюсного переключателя Кль коммутирующего одновременно две цепи.

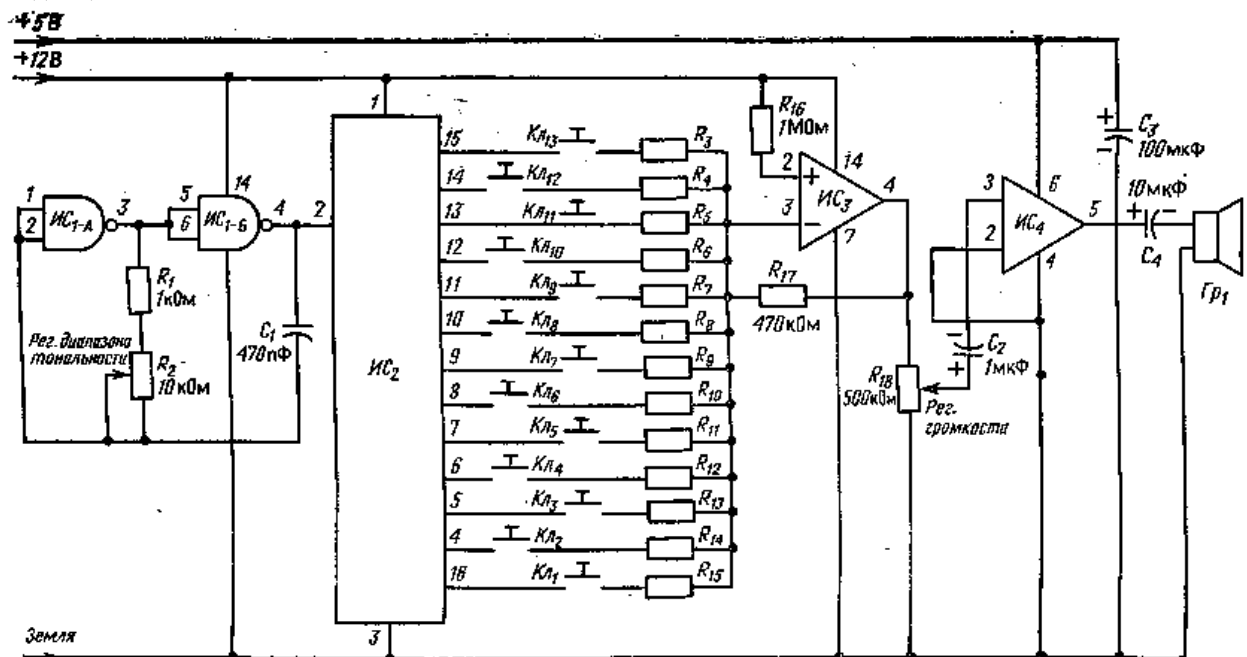


Рис. 10.2. Принципиальная схема однооктавного электрооргана.

ИС₁ — четыре двухходовых логических вентиля И-НЕ типа 4011; ИС₂ — синтезатор верхней октавы типа S50240P; ИС₃ — 4-канальный операционный усилитель типа LM3900; ИС₄ — УНЧ типа LM386; R₁ — резистор 1 кОм, 0,25 Вт; R₂ — потенциометр 10 кОм; R₃ — R₁₆ — резистор 1 МОм, 0,25 Вт; R₁₇ — резистор 470 кОм, 0,25 Вт; C₁ — конденсатор 470 пФ; C₂ — электролитический конденсатор 1 мкФ, 35 В; C₃ — электролитический конденсатор 100 мкФ; C₄ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; Гр₁ — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом; КЛ₁ — КЛ₁₃ — кнопочный переключатель.

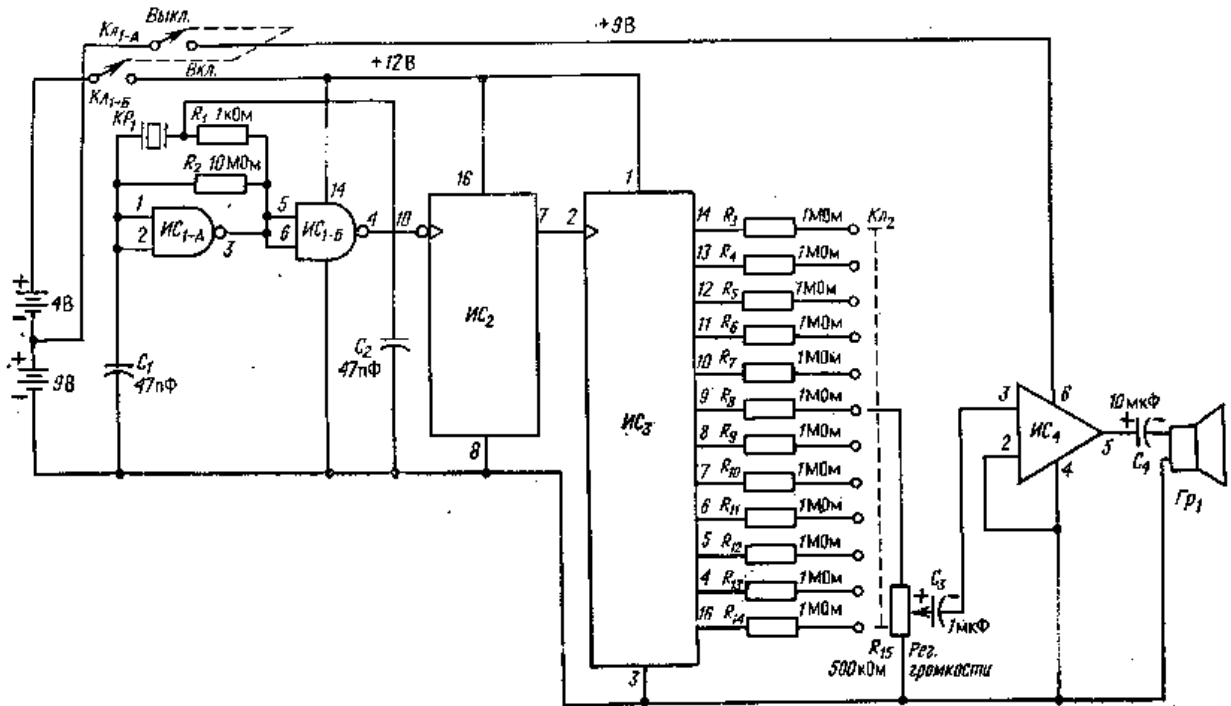


Рис. 10.3. Принципиальная схема однооктавного электрогенератора.

ИС₁ — четыре двухходовых логических вентилей И-НЕ типа 4011; ИС₂ — 4-разрядный двоичный счетчик типа 4020; ИС₃ — таймер типа S50240P; ИС₄ — УНЧ типа LM386; R₁ — резистор 1 кОм, 0,25 Вт; R₂ — резистор 10 МОм, 0,25 Вт; R₃—R₁₄ — резистор 1 МОм, 0,25 Вт; R₁₅ — потенциометр 500 кОм; C₁, C₂ — конденсатор 47 пФ; C₃ — конденсатор 1 мкФ; C₄ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; Кл₂ — 12-позиционный переключатель; Кр₁ — кварцевый резонатор с частотой 2 МГц.

10.3. Простой метроном

После изготовления, включения и установки ритма электронный метроном позволяет отсчитывать время (такты) с высокой точностью. При размещении небольшого громкоговорителя в деревянном ящике метроном (рис. 10.4) вырабатывает непрерывную последовательность щелкающих звуков, сходных со звуками обычного механического метронома. Громкоговоритель можно заменить головным телефоном (наушником). Тогда можно закрепить метроном на пояском ремне и использовать его в качестве тактозадающего устройства при игре упражнений в заданном темпе.

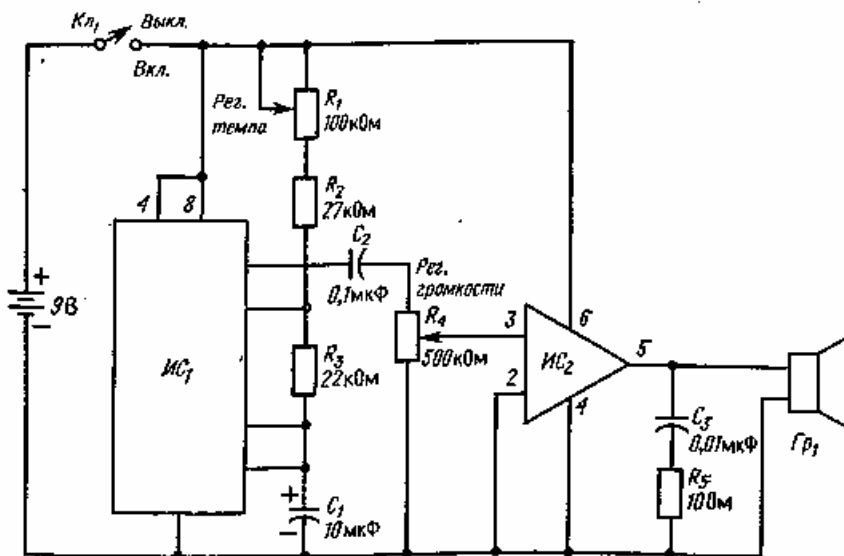


Рис. 10.4. Принципиальная схема электронного метронома.

ИС₁ — таймер типа 555; ИС₂ — УНЧ типа LM386; R₁ — потенциометр 100 кОм; R₂ — резистор 27 кОм 0,25 Вт; R₃ — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; R₄ — потенциометр 500 кОм; R₅ — резистор 10 Ом, 0,25 Вт; C₁ — конденсатор 10 мкФ; C₂ — конденсатор 0,1 мкФ; C₃ — конденсатор 0,01 мкФ.

электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; C_2 — конденсатор 0,1 мкФ; C_3 — конденсатор 0,01 мкФ; $Гр_1$ — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом.

10.4 Специальный тактовый генератор

Метрономы, подобные описанному в разд. 10.3, могут; очень пригодиться для музыкальных занятий, но они создают довольно скучные монотонные звуки. Специальный тактовый генератор на рис. 10.5 также может служить в качестве метронома, но он способен вырабатывать восемь различных тактов, в том числе и обычные «тик-так».

В этом устройстве можно программировать выделение отдельных щелчков и создавать, таким образом, необходимый такт. При установке такта на 3/4 генератор будет вырабатывать такую последовательность: «тик-так-так», «тик-так-так», а при установке такта на 4/4 будет выделяться каждый четвертый щелчок.

Характер темпа выбирается с помощью трех переключателей $Кл_1$, $Кл_2$ и $Кл_3$, которые дают восемь возможных сочетаний своих положений. При этом каждому сочетанию соответствует свой такт.

Радиоловитель сам может устанавливать соответствие между положениями переключателей и получаемым при этом тактом, для чего необходимо собрать макет генератора и некоторое время потренироваться с ним. Регулятор темпа R_1 позволяет устанавливать, нужный темп работы генератора, например типа марша, вальса и других танцевальных мелодий и ритмов.

10.5. Генератор ритма

В схеме на рис. 10.6 используется выпускаемая промышленностью микросхема тактового генератора, который обычно можно встретить в электроорганах. Более простой в сборке и практичный, чем генератор на рис. 10.5, он отличается также тем, что способен вырабатывать различные джазовые ритмы, в том числе самбу, босу, рок, медленный рок, свинг и вальс. Более того, можно выбрать в каждом ритме отсчет такта для пяти различных ударных инструментов. Например, партия басового барабана для ритма типа рок будет несколько отличаться от партии для барабана типа «бочка». В целом схема позволяет выбирать ритмы для басового, среднего, рабочего барабанов, «бочка» и бонго.

После сборки макета схемы на рис. 10.6 следует произвести ее настройку согласно табл. 10.1. Например, если необходимо воспроизвести партию басового барабана в вальсе, то вывод 14 микросхемы $ИС_1$ подключается к источнику напряжением +12 В («Вальс»), а вывод 9 — к усилителю низкой частоты (УНЧ) («Басовый барабан»). Для воспроизведения партии «бочки» в ритме рока к источнику +12 В подключается вывод 7 микросхемы $ИС_1$ («Рок»), а к УНЧ — вывод 13 («Бочка»).

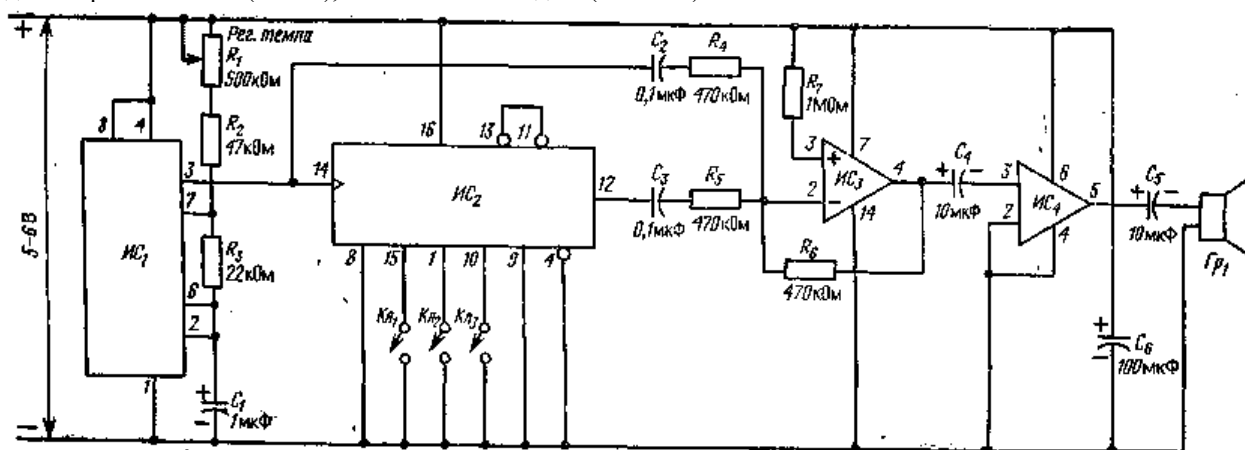


Рис. 10.5. Специальный тактовый генератор.

$ИС_1$ — таймер типа 555; $ИС_2$ — 4-разрядный двоичный счетчик типа 74191; $ИС_3$ — 4-канальный операционный усилитель типа LM3900; $ИС_4$ — УНЧ типа LM386; R_1 — потенциометр 500 кОм; R_2 — резистор 47 кОм, 0,25 Вт; R_3 — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; R_4 — R_6 — резистор 470 кОм, 0,25 Вт; R_7 — резистор 1 МОм, 0,25 Вт; C_1 — электролитический конденсатор 1 мкФ; C_2 , C_3 — конденсатор 0,1 мкФ; C_4 , C_5 — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; C_6 — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В; $Гр_1$ — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом.

Таблица 10.1. Порядок подключения выводов микросхемы для выбора различных ритмов и барабанов на рис. 10.6

Вывод, подключаемый к источнику +12 В	Выбираемый ритм	Вывод, подключаемый к УНЧ	Тип выбираемого барабана
8		14	
4		13	
3		11	
7		10	
6		9	
2		8	
1		7	

6	Самба, 4/4	9	Басовый
7	Рок, 4/4	10	Средний
8	Боса, 4/4	11	Бонго
11	Вальс, 3/4	12	Рабочий
15	Медленный рок, 3/4	13	«Бочка»
16	Свинг, 3/4		

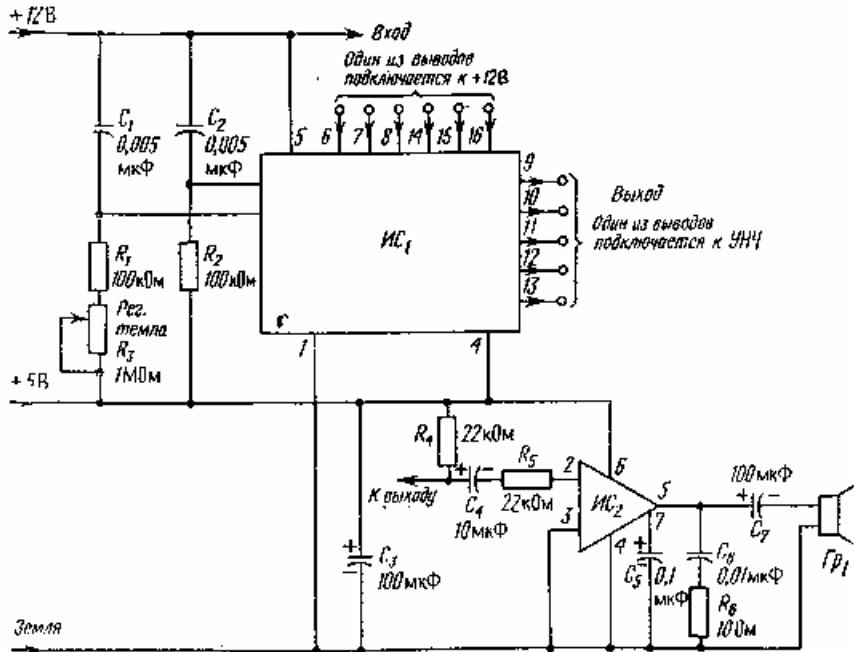


Рис. 10.6. Принципиальная схема генератора ритма.

ИС₁ — генератор ритма типа MM5871; ИС₂ — УНЧ типа LM386; R₁, R₂ — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; R₃ — потенциометр 1 МОм; R₄, R₅ — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; R₆ — резистор 10 Ом, 0,25 Вт; C₁, C₂ — конденсатор 0,005 мкФ; C₃, C₇ — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В; C₄ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; C₅ — электролитический конденсатор 0,1 мкФ, 35 В; C₆ — конденсатор 0,01 мкФ; Гр₁ — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом.

Таким путем можно получить любые ритмы, руководствуясь табл. 10.1. Такая схема является, по существу, экспериментальной, так как позволяет путем несложной перестройки получать в громкоговорителе разные звуки.

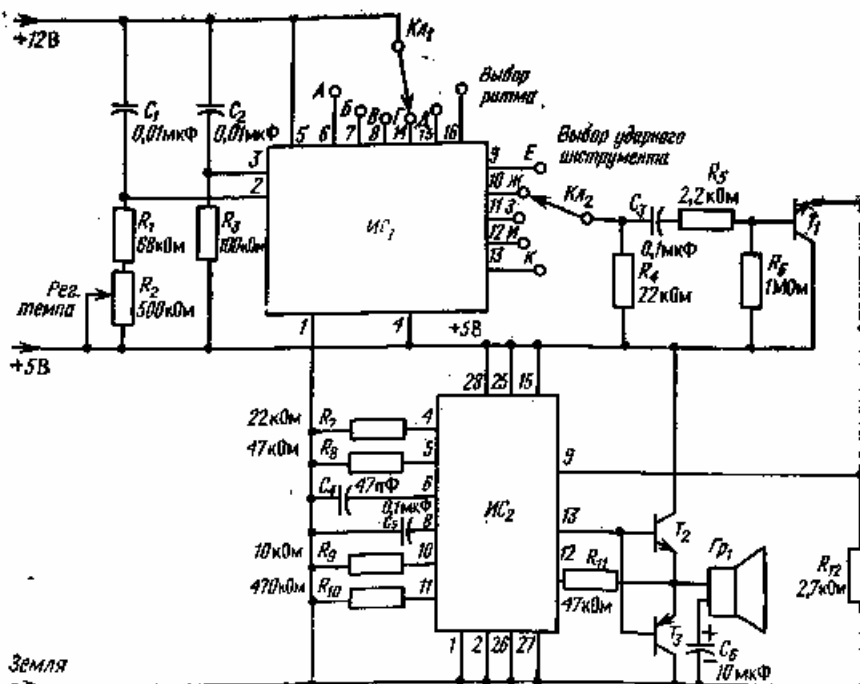


Рис. 10.7. Синтезатор звуков ударных инструментов.

ИС₁ — генератор ритма типа MM5871; ИС₂ — комбинированный звуковой генератор типа SN76477; T₁, T₂ — низкочастотный n-p-n-транзистор; T₃ — низкочастотный p-n-p-транзистор; R₁ — резистор 68 кОм, 0,25 Вт; R₂ — потенциометр 500 кОм; R₃ — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; R₄, R₇ — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; R₅ — резистор 2,2 кОм 0,25 Вт; R₆ — резистор 1 МОм, 0,25 Вт; R₈, R₁₁ — резистор 47 кОм, 0,25 Вт; R₉ — резистор 10 кОм, 0,25 Вт; R₁₀ — резистор 470 кОм, 0,25 Вт; R₁₂ — резистор 2,7 кОм, 0,25 Вт; C₁, C₂ — конденсатор 0,01 мкФ; C₃, C₅ — конденсатор 0,1 мкФ; C₄ — конденсатор 47 пФ; C₆ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; Гр — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом.

Если радиоловитель не удовлетворен работой схемы, то можно использовать два селекторных переключателя для получения необходимого ритма, например, как это сделано в схеме на рис. 10.7. Это несколько другой тип схемы, но селекторные переключатели Кл₁ и Кл₂ монтируются аналогичным образом. Можно также переделать схему на рис. 10.6 в электронный метроном, обладающий широкими звуковыми возможностями.

10.6. Синтезатор звуков ударных инструментов

Устройство, рассмотренное в разд. 10.5, вырабатывает ритмы различных музыкальных инструментов и мелодий. В устройстве (рис. 10.7), описываемом в данном разделе, используется та же основная схема, но звуки смешиваются с низкочастотным шумом прежде, чем они поступают в низкочастотный усилитель и громкоговоритель. В результате синтезируются звуки ударных инструментов. Монтаж выводов микросхемы ИС₁ на рис. 10.6 и 10.7 имеет значительное сходство, однако ее выходные клеммы подсоединяются к микросхеме ИС₂ низкочастотного синтезатора, в котором обычные звуки типа щелчков преобразуются в шипящие звуки. Кроме того, здесь используется совсем другой усилитель низкой частоты (УНЧ).

Введение микросхемы низкочастотного синтезатора несколько усложняет схему. Во-первых, в ней требуется напряжение питания -]5 В, а для генератора ритма необходимо напряжение +12 В, вследствие чего необходимо наличие в схеме на рис. 10.7 двух источников питания. Эту задачу с успехом может выполнять источник питания на рис. 2.3. Во-вторых, соединение низкочастотного синтезатора с обычным УНЧ типа LM386 оказывается достаточно сложным, что обуславливает необходимость изготовления собственного УНЧ на транзисторах T₂ и T₃.

Относительная сложность этой схемы компенсируется ее возможностями. Два селекторных переключателя позволяют выбирать любые ритмы и имитировать ударные инструменты согласно табл. 10.1. Так, если радиоловитель, играя медленный рок на гитаре, хочет получить сопровождение барабана типа «бочка», то переключатель выбора ритма устанавливается в положение «Д», переключатель выбора инструмента — в положение «К», а регулятор темпа — в положение, дающее необходимый темп,

10.7. Бесструнная гавайская гитара

Насколько беспредельны чудеса электроники? Представьте себе игру на гитаре, которая не имеет струн.

При практическом изготовлении подобной гитары можно прибегнуть к небольшой хитрости и использовать вместо струн световые лучи, для чего служит схема на рис. 10.8. В ней имеется фототранзистор, реагирующий на окружающее освещение в помещении и на прерывание падающего на него светового потока. При каждом прерывании этого светового потока пальцами схема, переходя в исходное состояние, издает звук, характерный для гавайской гитары.

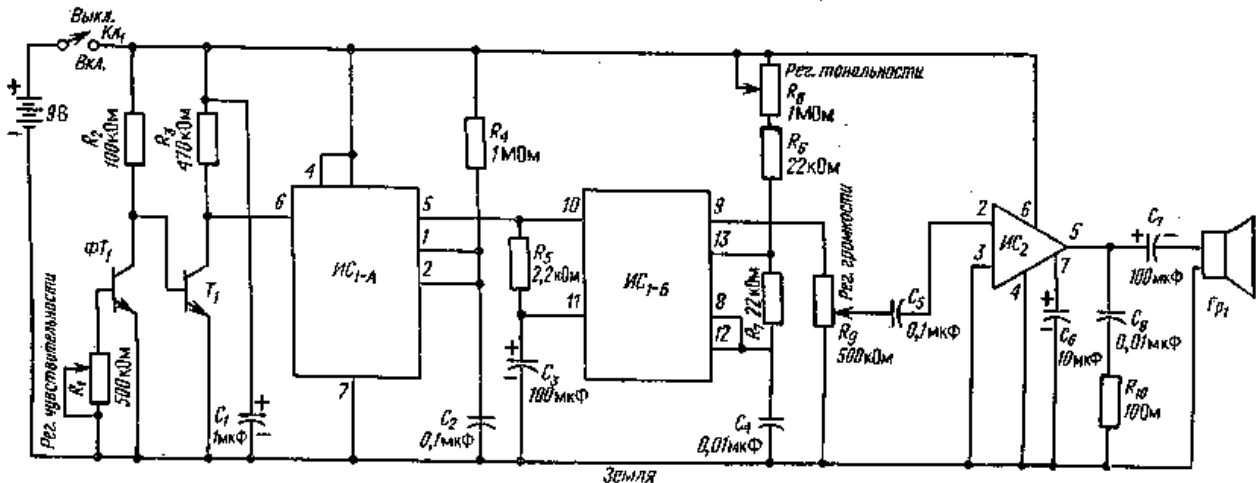


Рис. 10.8. Принципиальная схема бесструнной гавайской гитары.

ΦT_1 — кремниевый фототранзистор типа FPT-100; T_1 — низкочастотный n-p-n — транзистор; ИС₁ — двойной таймер типа 556; ИС₂ — УНЧ типа LM386; R_1, R_9 — потенциометр 500 кОм; R_2 — ре.чистор 100 «Ом, 0.25 Вт; R_3 — резистор 470 кОм, 0,25 Вт; R_4 — резистор 1 МОм, 0,25 Вт; R_6 -резистор 2,2 кОм, 0,25 Вт; R_6, R_7 — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; R_8 — потенциометр 1 МОм; R_{10} — резистор 10 Ом, 0.25 Вт; C_1 — электролитический конденсатор 1 мкФ, 50 В; C_2, C_5 — конденсатор 0,1 мкФ. 50 В; C_3, C_7 — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В; C_4, C_8 — конденсатор 0,01 мкФ, 50 В; C_6 — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; Tp_1 — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом.

Если провести ладонью над фототранзистором, то получится отдельный звук. Если же провести над фототранзистором раздвинутыми пальцами, то схема вырабатывает характерный гитарный перебор струн. При этом наилучшим учителем такой игры является практика работы с собранной схемой. Другой рукой с помощью регулятора тональности подбирается частота. Кстати, регулятор чувствительности позволяет приспособить схему к различным уровням освещенности в помещении, причем положение этого регулятора выбирается опытным путем. Выполнение всех этих регулировок довольно сложно, но весьма увлекательно.

10.8. Программируемая музыкальная шкатулка

В наши дни довольно часто можно услышать о програм-мируемых устройствах, например программируемых микрокалькуляторах, программируемых видеоиграх и, конечно, о программируемых бытовых ЭВМ. Однако редко кто-нибудь имеет возможность программировать небольшую музыкальную шкатулку. Такая возможность предоставляется радиолюбителю.

На рис. 10.9,а и б представлена схема, которую можно программировать для проигрывания бесчисленного множества простых мотивов. Если ее несколько усложнить, то она обеспечит воспроизведение неограниченного количества довольно продолжительных и сложных мелодий. Однако такая схема является одной из самых сложных, предлагаемых начинающему радиолюбителю в данной книге.

Схема способна воспроизводить последовательность из 16 различных долей, которые включают паузы, а также ноты (тоны), звучащие в течение более чем одной доли. С другой стороны, радиолюбитель может подобрать мелодию на 4/4 и проиграть ее четыре полных такта. После этого схема будет бесконечно повторять последовательность из 16 выбранных нот.

Кроме воспроизведения 16 долей мелодии в схеме может также использоваться до 16 различных нот, каждая из которых имеет четыре различные длительности. Последнее обстоятельство, казалось бы, ограничивает выбор воспроизводимых мелодий. Однако практически в большинстве простых мелодий на протяжении 4 тактов редко требуется звучание одной и той же ноты более четырех разных длительностей.

Первая-часть схемы, показанная на рис. 10.9, а, определяет темп и 16 различных долей. С помощью регулятора темпа можно устанавливать любой темп в пределах от одной до четырех долей в секунду, что более чем достаточно для сочинения обычных мелодий.

Выводы на выходе этой схемы обозначены порядковыми числами (с 1-го по 16-й), которые показывают порядковые номера соответствующих долей в сочиняемой мелодии. Например, первая нота снимается с вывода 1 микросхемы ИС₃, обозначенного как «1-й», вторая нота — с вывода 2, 12-я нота — с вывода 13 и т. д., а последняя нота — с вывода 17.

Рассмотрим теперь вторую часть схемы на рис. 10.9, б, с помощью этой схемы получаем нотные звуки (тоны) и усиливаем их. Регулятор диапазона определяет разность по частоте между следующими по порядку нотами, а также общий диапазон частот для всей мелодии.

Регулируя шкалу, можно определить воспроизведение мелодии в высоком, низком или среднем частотном ключе. Регулятор громкости обеспечивает, естественно, установку уровня громкости низкочастотного сигнала.

Такую схему не очень легко изготовить и запрограммировать, т. е. настроить. Для радиолюбителей с небольшим опытом работы с интегральными схемами рекомендуется сначала изготовить более простые электромузыкальные устройства, прежде чем приступать к данной схеме. Однако не следует отказываться от изготовления схемы только из-за того, что ее трудно настраивать, ибо сама настройка является довольно увлекательным делом.

Допустим, что радиолюбитель собрал устройство по схемам на рис. 10.9, а и б, но пока не подключил 16 выводов с выхода схемы (рис. 10.9, а) к 16 выводам на вход схемы (рис. 10.9, б). При включении питания устройство не должно вырабатывать никаких звуков в громкоговоритель, в противном случае следует проверить весь монтаж.

Далее следует подключить к выходу вывода «1-й» вывод АО на входе, в результате чего будет периодически воспроизводиться тональный сигнал. Его периодичность можно менять с помощью регулятора темпа. Регуляторы диапазона и шкалы обеспечат изменение высоты тона, а регулятором громкости устанавливается подходящий уровень громкости воспроизведения.

После этого следует подключить выводы А1, ВО, СО и ДО на входе к выводу «2-й» на выходе при соединенных выводах «1-й» и АО. При этом схема будет последовательно воспроизводить две различные ноты (звука) и довольно длительную паузу, причем первая нота будет более высокая по звучанию, чем вторая.

Эти ноты представляют собой самый высокий и самый низкий тоны частотного диапазона, воспроизводимого схемой. Если их- различие по частоте не удовлетворяет радиолюбителя, то диапазон можно отрегулировать с помощью регулятора диапазона, при повороте которого будет слышно различие между тонами. Регулируя шкалу, можно несколько изменять действительные частоты каждого тона, но их разница по частоте остается практически неизменной, так как эта разница устанавливается только регулятором диапазона.

После выбора положений всех регуляторов можно считать, что радиолюбитель отрегулировал схему для воспроизведения нужного мотива. Далее, устранив все соединения, сделанные для воспроизведения двух контрольных нот (тонов), можно приступить к настройке частоты первой ноты этого мотива.

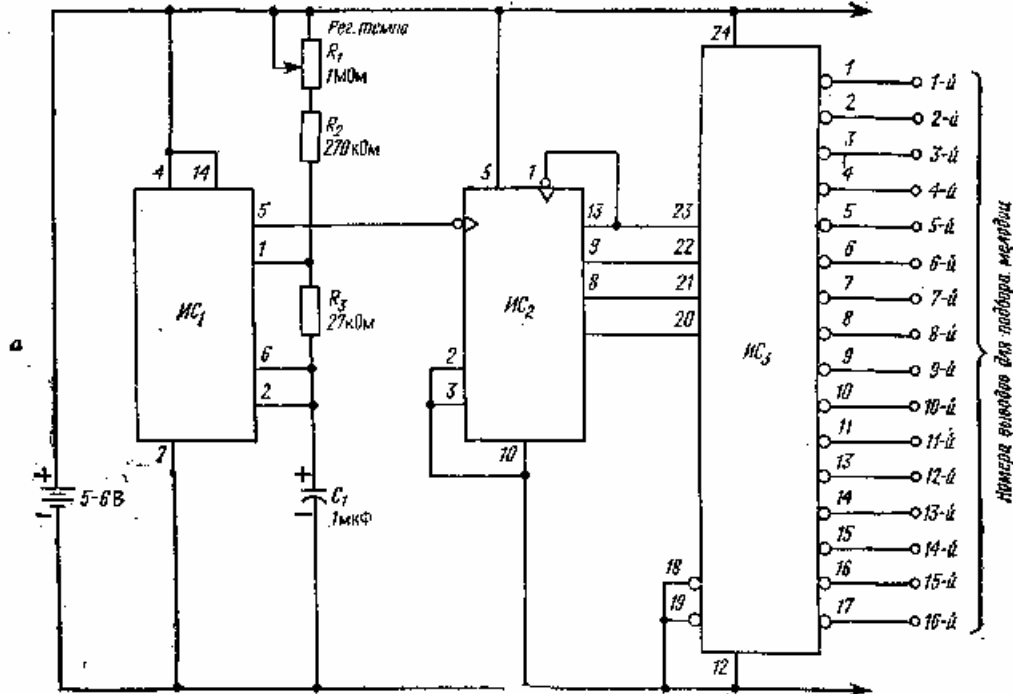


Рис. 10.9. Принципиальная схема программируемой музыкальной шкалулки.

ИС₁ — двойной таймер типа 556; ИС₂ — 4-разрядный двоичный счетчик типа 7493; ИС₃ — дешифратор/демультиплексор из 4 в 16 типа 74154; ИС₄ — ИС₆ — два четырехходовых логических вентиля И-НЕ типа 74LS20; ИС_У — шесть инверторов типа 74LS04; ИС₈ — J — К-триггер типа 74LS76; ИС₉ — УНЧ типа LM386; R₁, R₁₄ — потенциометр 1 МОм; R₂ — резистор 270 кОм, 0,25 Вт; R₃ — резистор 27 кОм, 0,25 Вт; R_i — резистор 4,7 кОм, 0,25 Вт; R₈ — R₁₁, R₁₅ — резистор 10 кОм, 0,25 Вт; R_{i2} — резистор 1,5 кОм; R₃ — резистор 50 кОм; R_{iс} — резистор 1 кОм, 0,25 Вт; R₁₇ — потенциометр 500 кОм; C₁, C₃ — танталовый конденсатор 1 мкФ, 35 В; C₂ — конденсатор 0,47 мкФ; C₄ — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В; C₅ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; Гр, — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом.

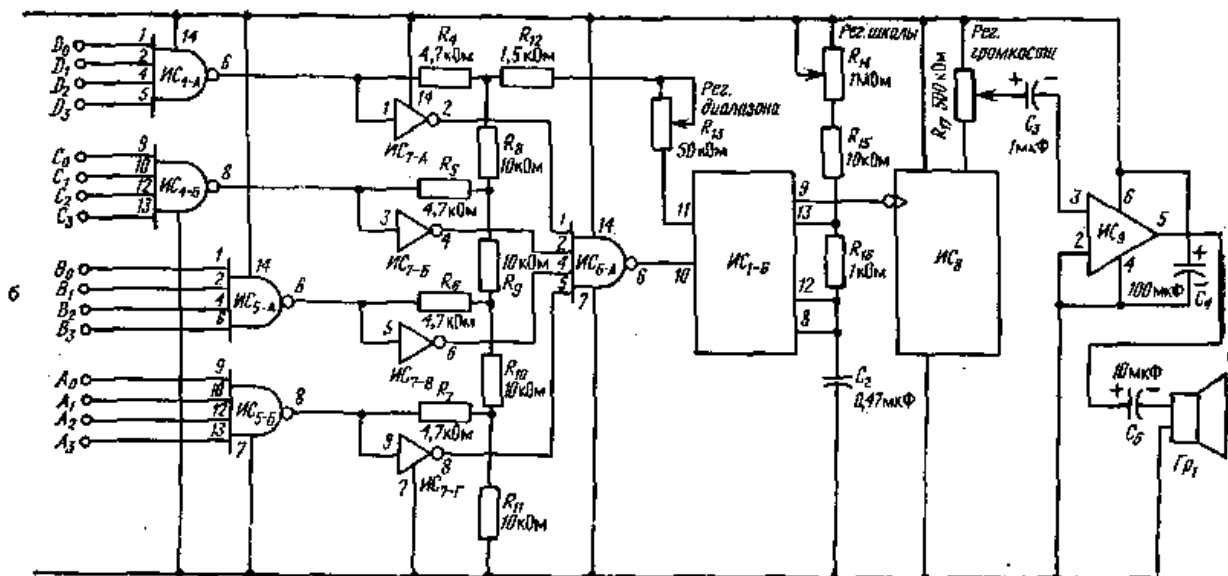


Рис. 10.9. (продолжение).

Первая нота всегда образуется на выходе вывода «1-й» (рис. 10.9, а). Этот вывод можно подключить к любому из четырех групп выводов на рис. 10.9, б и даже более чем к одному выводу, но не в пределах одной и той же группы. Например, вывод «1-й» может быть подключен к выводам А0, В3, С2 и D1 или только к выводу В2, но его нельзя соединять одновременно с выводами В0 и В1.

Как вы заметили, при первоначальной калибровке самая высокая нота была получена при соединении одного из выводов на выходе с любым выводом группы А на входе, а самая низкая нота — при подключении одного из выводов на выходе к любым четырем выводам четырех различных групп на входе схемы.

Ниже приведена последовательность подключения выводов, дающая постепенное снижение высоты звука (ноты) с изменением частоты.

1. Отсутствие соединений (ноты не воспроизводятся).
2. Выходной вывод с одним выводом из группы А (самая высокая нота).
3. Выходной вывод с одним выводом из группы В.
4. Выходной вывод с одним выводом из групп А и В.
5. Выходной вывод с одним выводом группы С.
6. Выходной вывод с одним выводом из групп А и С.
7. Выходной вывод с одним выводом из групп В и С.
8. Выходной вывод с одним выводом из групп А, В и С.
9. Выходной вывод с одним выводом из группы D.
10. Выходной вывод с одним выводом из групп А и D.
11. Выходной вывод с одним выводом из групп В и D.
12. Выходной вывод с одним выводом из групп А, В и D.
13. Выходной вывод с одним выводом из групп С и D.
14. Выходной вывод с одним выводом из групп А, С и D.
15. Выходной вывод с одним выводом из групп В, С и D.
16. Выходной вывод с одним выводом из групп А, В, С и D (самая низкая нота).

С учетом такой последовательности следует соединять выход вывода «1-й» с выводами на входе до тех пор, пока не получится первая нота подбираемого мотива. Аналогичным образом находится соединение для выхода вывода «2-й», при этом следует избегать более чем одного соединения с любым из выводов на входе. Такт паузы получается, если остается неподключенным (свободным) выход вывода, соответствующий тому месту в мотиве, где должна быть пауза.

Подобный подбор мотива требует определенного времени и терпения, но по окончании настройки подобраный мотив будет проигрываться непрерывно, пока будет включено питание. Настройка схемы на определенный мотив остается неизменной и после выключения питания, так что мотив можно прослушать в любое время, включив схему.

Глава 11

ЗАБАВЫ И ЭЛЕКТРОННЫЕ ИГРЫ

Существует целый ряд электронных игр — от простых до самых сложных и утонченных. Так, к самым простейшим можно отнести игру «крестики-нолики», а к сложным — автоматизированные видеоигры с программированием. Промежуточное положение между ними занимают множество других развлекательных электронных игр.

С учетом общих целей и назначения книги в данной главе описываются электронные игры, близкие к простейшим. Однако если освоить все описанные устройства, то можно научиться изготавливать более разнообразные и сложные игры, описанные в других изданиях.

Будем надеяться, что приобретенный после этого опыт даст радиолюбителю уверенность и навыки, необходимые для конструирования и изготовления собственных электронных игр.

11.1. Электронная игра «орел — решка»

Трудно себе представить более простую схему, чем та, которая имитирует бросание монетки. Основное назначение такой схемы — вырабатывать в произвольном порядке два различных знака. Выигрывает при этом тот, кто угадывает знак, получаемый при нажатии кнопки.

После сборки схемы на рис. ИЛ и подсоединения источника питания напряжением 5 — 6 В следует поставить переключатель К1! в положение «Вкл». При этом загорается один из светодиодов, причем не известно, какой из двух. Если включаются сразу оба светодиода или не включаются ни один из них то следует проверить правильность сборки схемы.

Перед началом игры следует нажать кнопку «Бросай» и не отпускать ее, пока оба светодиода не будут светиться примерно с половинной яркостью. При отпускании кнопки включенным остается один из светодиодов, который будет светиться с полной яркостью, а второй светодиод погаснет.

Однако заранее нельзя сказать, какой светодиод останется включенным после отпускания кнопки, так как схема работает произвольно. Обозначив светодиоды «Орел» и «Решка», можно полностью имитировать игру с бросанием монетки.

Принцип работы схемы весьма прост. Три логических инвертора ИС₁-А, ИС₁-Б и ИС₁-В образуют схему автогенератора, который имеет частоту порядка 12 МГц. При каждом периоде колебаний этого автогенератора запускается триггер, вырабатывающий на выходе своих выводов 14 и 15 сигналы включения и выключения, которые подаются на светодиоды.

Такой запуск триггера происходит лишь только при нажатой кнопке «Бросай» и прекращается при отпускании этой кнопки. При частоте запуска 12 МГц совершенно невозможно произвести остановку в определенный момент, что обеспечивает практически произвольный характер ее работы.

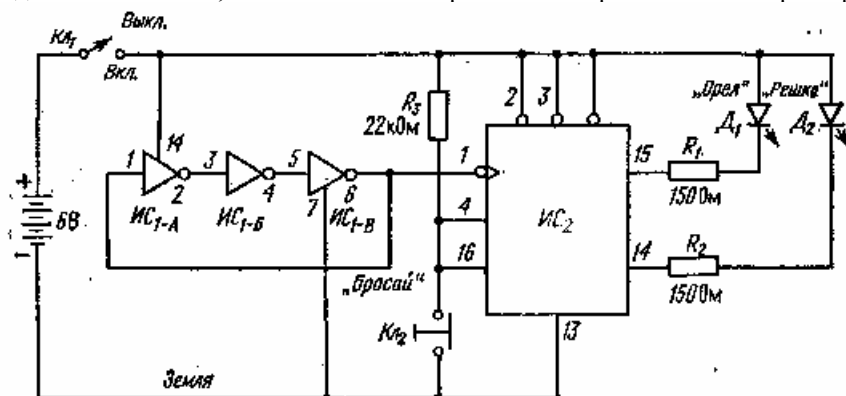


Рис. 11.1. Электронная игра «орел — решка».

Кл₂ — нормально замкнутый кнопочный переключатель; Д₁ — светодиод с красным свечением; Д₂ — светодиод с зеленым свечением; ИС₁ — шесть инверторов типа 7404; ИС₂ — двойной J—К-триггер типа 7476; R₁, R₂ — резистор 150 Ом, 0,25 Вт; R₃ — резистор 22 кОм, 0,25 Вт.

Эту произвольность может легко проверить сам радиолюбитель, для чего следует 100 раз нажать кнопку «Бросай», а после отпускания кнопки каждый раз записывать, что выходит — «орел» или «решка». После 100 нажатий, наверное, получится примерно равное количество «орлов» и «решек», т. е. что-то около 50 для каждого. Если вдруг получится отношение 60 :40, не следует беспокоиться, поскольку аналогичное отношение может получиться и при бросании настоящей монетки.

11.2. Электронная игра в кости

Бросание одной игральной кости равноценно получению одной цифры из шести возможных. Другими словами, игрок имеет один шанс из шести получить какое-либо число.

Рассматриваемая схема представляет собой электронное подобие бросания одной кости с помощью кнопки «Бросок». Точки на гранях кости представляются с помощью семи светодиодов. Если расположить светодиоды, как показано на рис. 11.2, то получится тот же рисунок точек, что и на гранях настоящей игральной кости.

При включении схемы и нажатии кнопки «Бросок» все семь светодиодов будут еле светиться. Это означает, что радиолюбитель «бросает кость». При отпускании кнопки один или более светодиодов включаются на полную яркость, образуя один из шести возможных рисунков точек.

Если, например, в результате «бросания кости» получается одно очко, то загорается только один светодиод Г, при счете два очка — светодиоды Ж и В, а при счете шесть очков — все светодиоды, кроме светодиода Г. При получении неправильных рисунков включения светодиодов следует проверить монтаж схемы.

Принцип действия этой схемы практически тот же, что и в игре, описанной выше в данной главе. Генератор сигналов с частотой 12 МГц, выполненный на инверторах ИС₁-А, ИС₁-Б и ИС₁-В, запускает счетчик ИС₂. Последний при нажатой кнопке «Бросок» отсчитывает последовательность из шести различных чисел при нажатой кнопке «Бросок».

Двоичные числа на выходе счетчика преобразуются в обычные рисунки точек на гранях игральной кости с помощью ряда логических схем, включающих еще два инвертора, два логических вентиля типа «И-НЕ» и один логический вентиль типа «ИЛИ-НЕ». Такой декодер необходимо собрать из перечисленных логических схем, поскольку промышленность не выпускает специальную микросхему для выполнения подобной специфичной задачи декодирования.

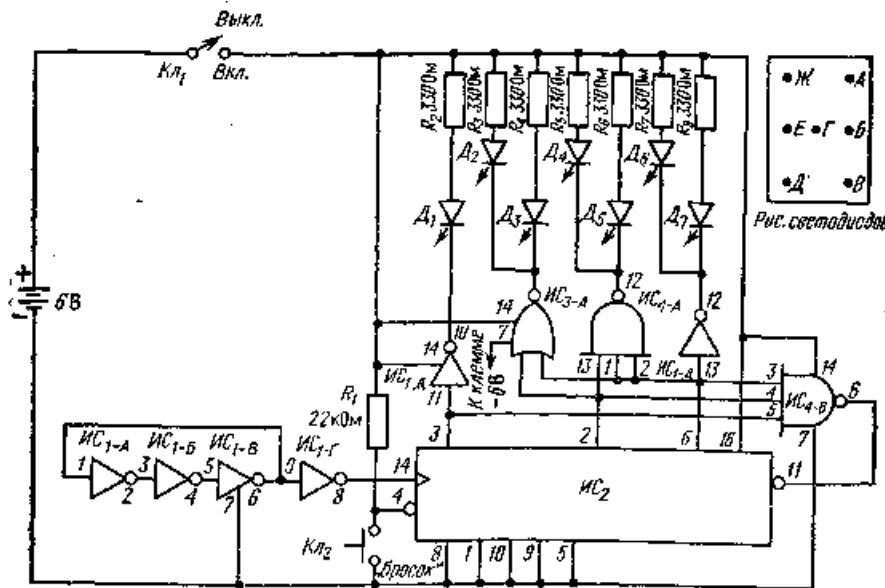


Рис. 11.2. Электронная игра в кости.

D_1 — D_7 — светодиод с красным свечением; $И_1$ — $И_6$ —шесть инверторов типа 7404; $И_2$ — 4-разрядный двоичный счетчик с предварительной установкой типа 74191; $И_3$ — четыре двухвходовых логических вентиля ИЛИ-НЕ типа 7402; $И_4$ — три трехвходовых логических вентиля И-НЕ типа 7410; R_1 — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; R_2 — R_8 — резистор 330 Ом, 0,25 Вт; $К_1$ — нормально разомкнутый кнопочный переключатель.

Для игры с двумя костями следует изготовить два устройства по схеме на рис. 11.2. При этом для обоих устройств можно использовать один источник питания и один общий переключатель, а игра производится с помощью двух кнопок «Бросок» и двух отдельных индикаторов на светодиодах. Такое использование двух отдельных схем обеспечивает произвольное получение результатов на двух индикаторах.

11.3. Цифровая электронная игра в кости

Во всех современных электронных играх и другой электронной аппаратуре, продаваемых в магазинах, используются цифровые 7-сегментные индикаторы, на которых довольно четко воспроизводятся знакомые арабские цифры.

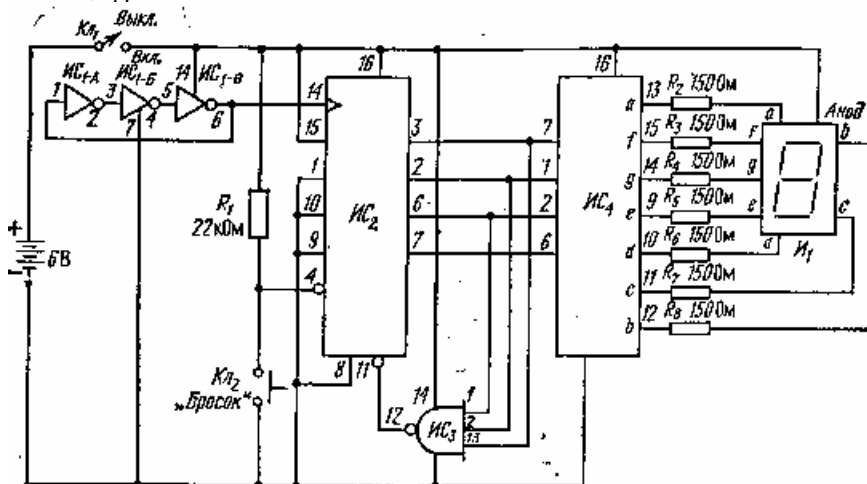


Рис. 11.3. Цифровая электронная игра в кости.

$И_1$ — 7-сегментный индикатор на светодиодах с общим анодом; $И_2$ — $И_6$ —шесть инверторов типа 7404; $И_2$ — 4-разрядный двоичный счетчик типа 74191; $И_3$ — три трех-входовых логических вентиля И-НЕ типа 7410; $И_4$ — преобразователь двоично-десятичного кода в 7-сегментный типа 7447; R_1 — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; R_2 — R_7 — резистор 150 Ом, 0,25 Вт; $К_1$ — нормально разомкнутый кнопочный переключатель.

Хотя в кости с рисунками точек на гранях играют уже много веков, пожалуй, настало время перейти к применению в этой игре цифровых 7-сегментных индикаторов. В цифровой электронной игре в кости, описываемой в данном разделе, результат броска воспроизводится в виде цифр 1, 2, 3, 4, 5 или 6,

Схему, показанную на рис. 11.3, практически легче собрать, чем игру в кости, описанную в разд. 11.2. Такая простота объясняется тем, что здесь используется выпускаемый промышленностью декодер, т. е. микросхема для преобразования двоичных чисел в сигналы управления 7-сегментным индикатором.

После включения источника питания и нажатия кнопки «Бросок» большая часть сегментов индикатора будет еле светиться. При этом частота коммутации сегментов будет составлять примерно 12 МГц. Невозможно представить себе, чтобы настоящая кость переворачивалась с такой быстротой.

В любом случае отсчет останавливается в момент отпускания кнопки и на индикаторе появляется одна из цифр от 1 до 6, которая показывает выигранные очки для очередного игрока, «бросающего» игральную кость.

11.4. Электронная игра «Салки»

В играх типа «Салки» играющий что-то или кого-то догоняет. В наши дни такие игры находятся среди наиболее популярных. В данном разделе описывается игра, которую можно изготовить за два вечера и затем часами заниматься игрой — преследованием или уходом от преследования.

Игра «Салки» рассчитана на двух игроков, из которых один догоняющий, а другой убегающий. Чтобы понять смысл игры, обратимся к изображению пультов управления на рис. 11.4, а и б.

Пульт управления (рис. 11.4,а), предназначенный для догоняющего игрока, более сложен, чем второй пульт. В нем имеются общий для игры в целом переключатель «Вкл/Выкл», два регулятора вертикальной и горизонтальной скорости, три переключателя «Вверх/Вниз», «Назад/Вперед» и «Пуск/Стоп», а также восемь светодиодов.

Пульт управления (рис. 11.4,б), предназначенный для убегающего игрока, имеет некоторые из тех же органов управления, что и на пульте догоняющего игрока, в том числе два регулятора вертикальной и горизонтальной скорости и два переключателя «Вверх/Вниз» и «Назад/Вперед».

Чтобы оба игрока не мешали друг другу, в игру введены два пульта. Оба пульта управления соединены между собой плоским эластичным кабелем.

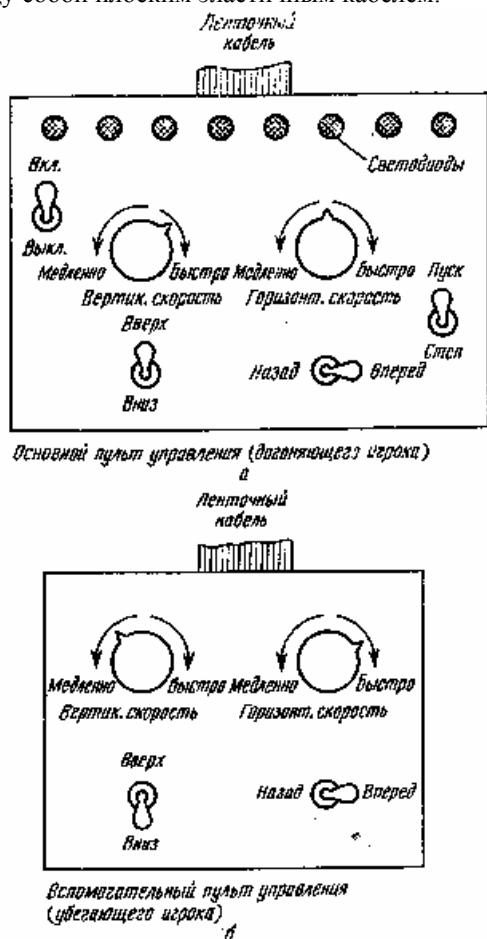


Рис. 11.4. Пульты управления для электронной игры «Салки».

В этой игре догоняющий, игрок является зачинщиком бега. В его задачу входит поймать второго игрока и «осалить» его прежде, чем тот успеет увернуться. Оба игрока могут «бегать» одновременно в двух разных направлениях и с разной скоростью. В любом случае регулятором вертикальной скорости устанавливается скорость бега в вертикальном направлении, а переключателем «Вверх/Вниз» определяется направление движения. Аналогичным образом регулятором горизонтальной скорости устанавливается скорость бега в

горизонтальном направлении, а переключателем «Назад/Вперед» определяется направление движения. Итак, игра начинается с того, что оба игрока «разбегаются» в разные стороны и с разной скоростью. Для догоняющего цель игры состоит в том, чтобы одновременно включить все восемь светодиодов. В процессе игры свето-диоды включаются и выключаются, показывая, таким образом, текущее положение догоняющего и убегающего, и все восемь светодиодов включаются тогда, когда оба игрока оказываются в одном месте.

В момент, когда догоняющему игроку удастся одновременно включить все восемь светодиодов, он должен успеть перевести переключатель «Пуск/Стоп» в положение «Стоп». В этом случае «передвижение» обоих игроков остановится и можно будет действительно убедиться, что догоняющий «разлил» убегающего.

Игра возобновляется в момент перевода переключателя «Пуск/Стоп» в положение «Пуск».

Такая игра может оказаться увлекательной и динамичной, особенно если оба игрока приобрели некоторые навыки и опыт обращения с ней. При этом следует помнить, что одновременное включение всех светодиодов и перевод переключателя «Пуск/Стоп» в положение «Стоп» входят в задачу догоняющего игрока. Если он не успевает перевести этот переключатель при зажигании одновременно всех светодиодов, то это означает, что он не «осалил», и «догнать» убегающего снова будет весьма трудно.

Для получения, максимального интереса можно играть на время, за которое удастся «осалить» убегающего игрока. После этого играющие меняются пультами и выигрывает тот, кто затратил меньше времени на то, чтобы догнать.

Схема электронной игры «Салки» показана на рис. 11.5. Одна ее часть (рис. 11.5, а) находится в более сложном пульте управления догоняющего игрока и содержит источник питания, цепи со светодиодами, а также, как было описано выше, переключатель «Пуск/Стоп». Другая часть схемы (рис. 11.5,б) более проста и содержит цепи, необходимые для выбора скорости и направления движения.

Оба пульта можно просто и аккуратно соединить с помощью стандартного 16-жильного кабеля с разъемами на обоих концах. Контакты ответной части этих разъемов сходны по расположению с выводами 16-контактных микросхем, т. е. для каждого пульта необходимо по одной 16-гнездной фишке.

Расходуемая мощность в этой электронной игре довольно высока, поэтому в спецификации рекомендовано использование четырех батарей типа С. Но даже при использовании такого источника питания не следует играть в нее слишком долго, во избежание разряда батарей. Целесообразно использовать в игре стабилизированный источник питания напряжением 5 В, например показанный на рис. 2.1.

11.5. Три электронные игры на быстроту реакции

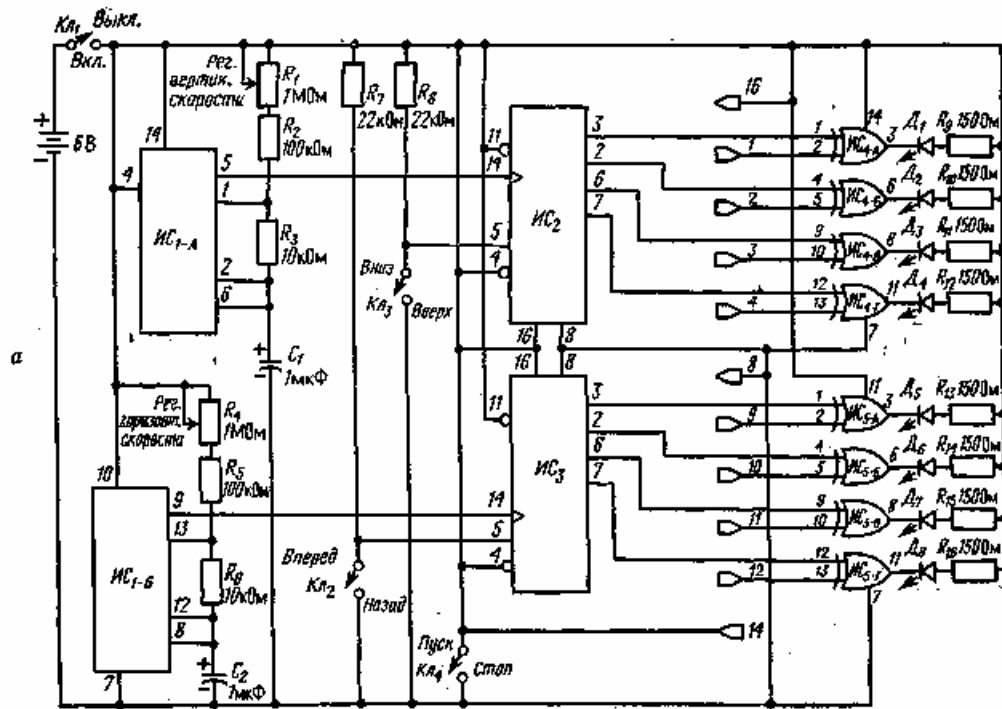


Рис. 11.5. Электронная игра «Салки».

Д₁ — Д₈ — светодиод с красным свечением; ИС₁, ИС₆ — двойной J — К-триггер типа 556; ИС₂, ИС₃, ИС₇, ИС₈ — 4-разрядный двоичный счетчик типа 74191- ИС₄ ИС₅ — четыре логических вентилей ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ типа 7486, R₁, R₄, R₁₇, R₂₀ — потенциометр 1 МОм; R₂, R₅, R₁₈, R₂₁ — резистор 100 кОм 0,25 Вт; P₃ R₆, R₁₉, R₂₂ — резистор 10 кОм, 0,25 Вт; R₇, R₈, R₂₃, R₂₄ — 22 кОм, 0,25 Вт; R₉ — R₁₆ - резистор 150 Ом, 0,25 Вт; C₁ — танталовый конденсатор 1 мкФ, 35 В.

В данном разделе представлены на выбор три электронные игры, в основу которых заложен один и тот же смысл — сравнить быстроту реакции двух игроков. Во всех трех устройствах используется одинаковый индикатор счета, показанный на рис. 11.6. Различие между играми заключается лишь в способе управления этим индикатором.

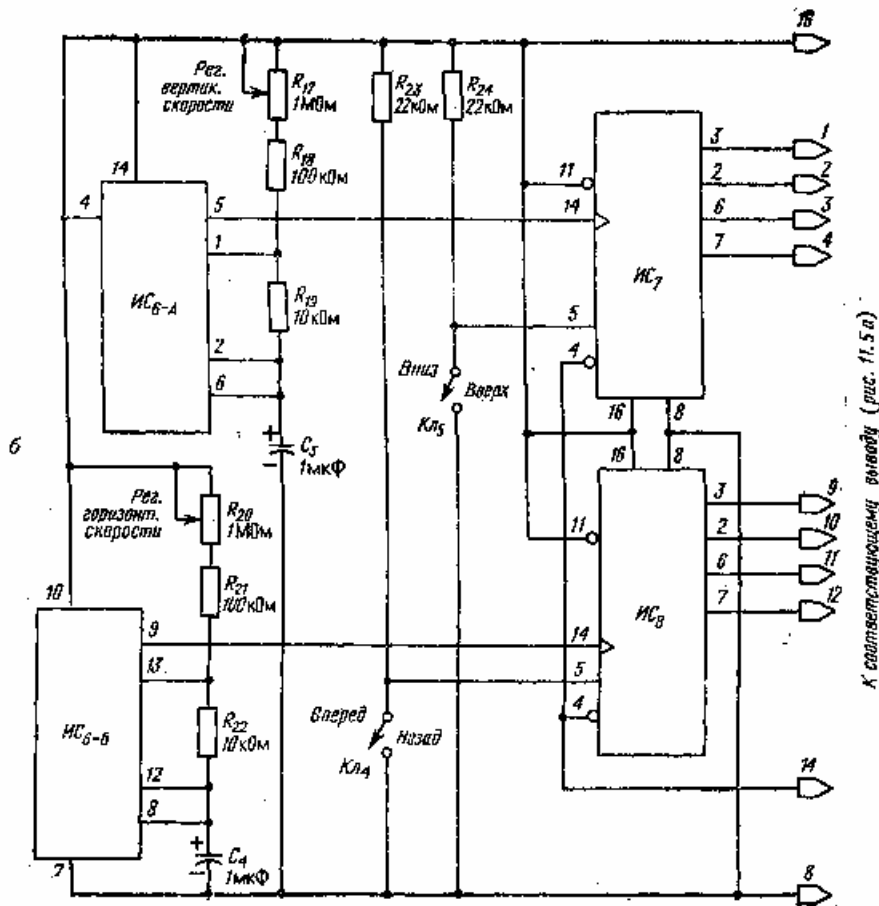


Рис. 11.5 (продолжение).

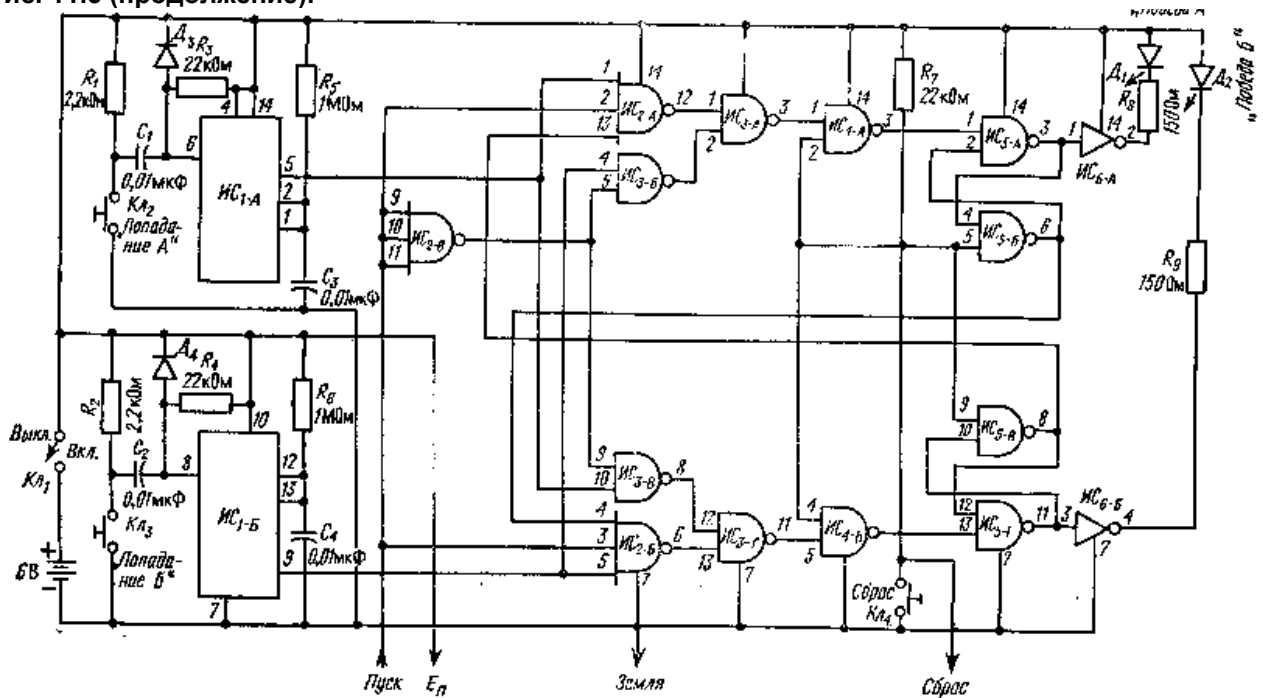


Рис. 11.6. Принципиальная схема индикатора счета.

ИС₁ — двойной таймер типа 556; ИС₂ — три трехходовых логических вентиля И-НЕ типа 74LS10; ИС₃ — ИС₅ — четыре двухходовых логических вентиля И-НЕ типа 74LS00; ИС₆ — шесть инверторов типа 7401; Д₁, Д₂ — светодиод с красным свечением; R₁, R₂ — резистор 2,2 кОм, 0,25 Вт; R₃, R₄, R₇ — резистор 22 кОм, 0,25

Вт; R_5, R_6 — резистор 1 МОм, 0,25 Вт; $R_8 - R_9$ — резистор 150 Ом, 0,25 Вт; $C_1 - C_4$ — конденсатор 0,01 мкФ; D_3, D_6 — маломощный выпрямительный диод; Кл₂-Кл₄ — нормально разомкнутый кнопочный переключатель.

Индикатор счета сам по себе не представляет особого интереса, и для получения какого-либо полезного устройства вы должны добавить к нему одну из трех приведенных схем управления (рис. 11.7 — 11.9).

Чтобы представить себе, как работает индикатор счета, следует для начала отметить, что в нем используются две кнопки, обозначенные как «Попадание А» и «Попадание Б». В ходе игры игрок А стремится выиграть, нажав кнопку «Попадание А», а игрок Б — аналогичным образом, нажимая кнопку «Попадание Б».

Не нужно быть большим знатоком в электронной технике, чтобы представить себе, что в индикаторе имеется большое количество логических схем. Это довольно сложное устройство.

Назначением всех этих логических схем является обеспечение честной игры со стороны участников. Например, часть логических схем способна выявить положение, при котором один из игроков нажимает кнопку «Попадание» *прежде*, чем в действительности он успевает среагировать на какое-то событие. В любом случае, когда он слишком рано нажимает кнопку, устройство автоматически присваивает победу другому игроку.

Некоторые другие логические схемы обеспечивают разрешение спорной ситуации, когда возникает вопрос о том, кто из игроков первым нажал кнопку. Устройство не оставляет абсолютно никаких сомнений в этом вопросе. В момент, когда один из игроков нажимает свою кнопку, кнопка другого игрока просто блокируется.

А что происходит, если оба игрока нажимают свои кнопки «Попадание» одновременно? На это можно ответить, что схема способна определить разницу по времени нажатия до 100 нс (т. е. до 0,0000001 с). Одновременность нажатия кнопок с такой астрономической точностью практически невозможна.

Остальные логические схемы служат для выполнения сброса, т. е. перевода всех логических схем в исходное состояние, из которого они переходят в другие состояния в ходе игры.

Итак, в схеме имеются две кнопки «Попадание». После изучения вышеописанного нет ничего удивительного в том, что в схему вводятся также два светодиода, обозначенных как «Победа А» и «Победа Б». Тот, кто первым нажмет свою кнопку при условии, что он среагировал на событие вовремя, увидит включение своего светодиода «Победа». Поскольку весьма маловероятно, чтобы обе кнопки были нажаты одновременно, так же маловероятно, чтобы сразу когда-либо включились оба светодиода.

При внимательном изучении схемы можно заметить в ней четыре линии, заканчивающиеся стрелками и обозначенные как «Пуск», «Е_п», «Земля» и «Сброс». Эти выходы необходимы для подключения схем одной из трех игр. При этом следует помнить, что индикатор счета не является самостоятельным устройством.

Вывод «Пуск» служит для сигнализации индикатору и игрокам о том, что пора нажать кнопку «Попадание». Этот сигнал вырабатывается схемой управления, которая выбрана радиолюбителем и подключена к индикатору, счета.

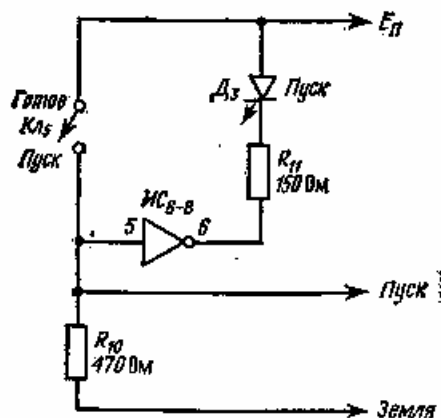


Рис. 11.7. Схема управления.

D_3 — светодиод с красным свечением; ИС_{6-В} — один из шести инверторов микросхемы типа 7404; R_{10} — резистор 470 Ом, 0,25 Вт; R_{11} — резистор 150 Ом, 0,25 Вт.

Сигнал «Сброс» используется для перевода в исходное состояние отдельных узлов схемы управления. Таким образом, в момент нажатия кнопки «Сброс» этот сигнал по соответствующей линии сброса поступает на схему управления.

Схема управления, показанная на рис. 11.7, является простейшей из трех. Фактически она представляет собой хорошую схему проверки индикатора счета. Именно для этой цели можно собрать простую схему. Все ручные схемы управления в играх на быстроту реакции практически вырабатывают лишь сигнал «Пуск» для индикатора счета. Для этих схем необходимо иметь несколько дополнительных радиодеталей. В частности, логический инвертор ИС_{6-В} входит в состав 6-канального инвертора типа 7404, уже имеющегося в индикаторе счета.

После сборки схемы (рис. 11.7) ее подключают к индикатору счета (рис. 11.6) через выходы «Е_п», «Земля» и «Пуск». Далее переключатель «Готов/Пуск» переводится в положение «Готов», включается индикатор счета, в котором нажимается кнопка «Сброс». При этом ни один из трех светодиодов не должен загореться.

При переводе переключателя «Готов/Пуск» в положение «Пуск» сразу должен включиться светодиод «Пуск». В ходе игры на быстроту реакции включение этого светодиода служит сигналом для нажатия кнопки «Попадание».

При нажатии кнопки «Попадание А» происходит включение светодиода «Победа А», при последующем нажатии кнопки «Попадание Б» зажигание светодиода «Победа Б» не происходит.

Теперь для проверки цепей схемы для второго игрока (Б) следует перевести переключатель «Готов/Пуск» в положение «Готов». При этом светодиод «Пуск» должен включиться. Нажатием кнопки «Сброс» выключается светодиод «Победа А», после чего схема готова к возобновлению игры. При переводе переключателя «Готов/Пуск» в положение «Пуск» должен загореться светодиод «Пуск», а при дальнейшем нажатии кнопки «Попадание Б» должен включиться светодиод «Победа Б». Далее вся схема переводится в исходное состояние в описанном выше порядке.

Для окончательной проверки следует нажать кнопки «Попадание» при нахождении переключателя «Готов/Пуск» в положении «Готов». При нажатии кнопки «Попадание А» должен включаться светодиод «Победа Б». Это происходит вследствие того, что игрок нажимает свою кнопку раньше, чем зажигается светодиод «Пуск». Для выключения светодиода «Победа Б» следует нажать кнопку «Сброс», затем нажимается кнопка «Попадание Б» и включается светодиод «Победа А».

Такую схему можно использовать в качестве игры на быстроту реакции втроем. В этом случае два игрока работают с кнопками «Попадание», а третий игрок — с переключателем «Готов/Пуск».

Подобная игра весьма *забавна*, поскольку игроки, работающие с кнопками «Попадание», будут внимательно следить за пальцем третьего участника на переключателе «Готов/Пуск». В момент, когда он переводит переключатель, включается светодиод «Пуск», и тогда оба других игрока увидят, кто первый смог нажать свою кнопку «Попадание». Такая схема действует без обмана, всегда кто-то один выигрывает, а другой проигрывает. Третий игрок, работающий с переключателем «Готов/Пуск», может подшутить над двумя другими, например, сделав вид, будто он переводит переключатель в положение «Пуск». Игрок, попавший на эту уловку, нажмет свою кнопку «Попадание» и тогда победа достается другому игроку. Играющие получают массу удовольствия, при условии что ни один из игроков не является слишком вспыльчивым.

Схема управления на рис. 11.8 исключает из игры третьего участника. В ней задержка по времени между сбросом и выработкой сигнала «Пуск» определяется автоматически.

Естественно, что такая схема управления является более сложной, чем работающая с ручным управлением (рис. 11.7). В ней имеются несколько дополнительных микросхем и других радиодеталей, которые выполняют функции третьего игрока.

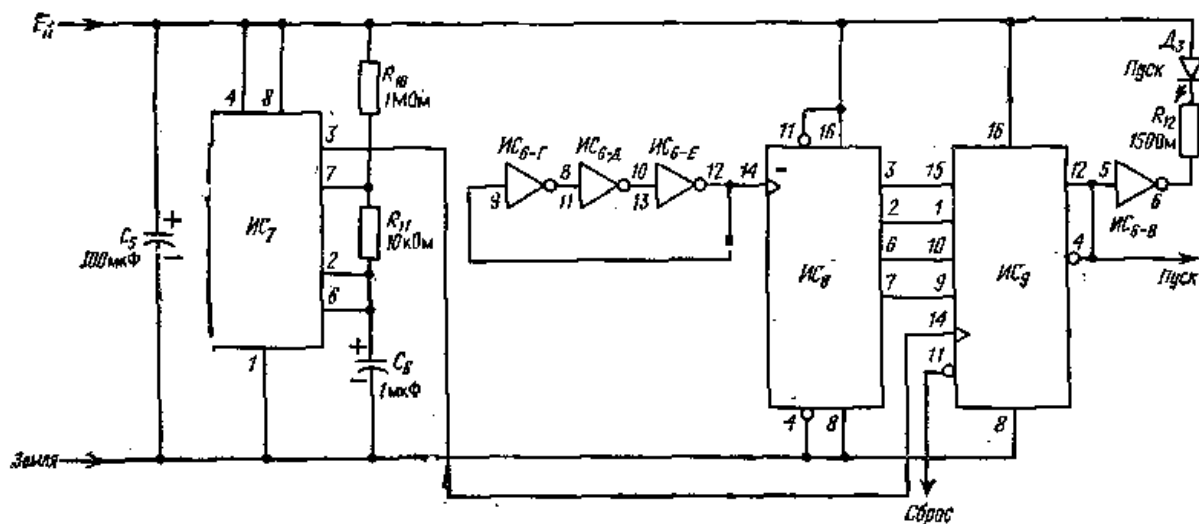


Рис. 11.8. Схема управления для автоматической игры на быстроту реакции.

Дз — светодиод с красным свечением; ИСе — инвертор из микросхемы типа 7404; ИС₇ — таймер типа 555; ИС₈, ИС₉ — двоичный счетчик типа 74LS191; R₁₀ — резистор 1 МОм, 0,25 Вт; R₁₁ — резистор 10 кОм, 0,25 Вт; C_в — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В; C_с — танталовый конденсатор 1 мкФ, 35 В.

Для подключения этой схемы управления к индикатору счета (рис. 11.6) используются выводы «Е_н», «Земля», «Сброс» и «Пуск». В данной схеме применяются логические инверторы ИС_{6-в}, ИС_{6-г}, ИС_{6-д} и ИС_{6-е}, уже имеющиеся в индикаторе счета, а другие радиодетали вводятся при монтаже.

После этого при нажатии кнопки «Сброс» в индикаторе счета включается схема произвольного времени задержки. Через некоторое время в пределах 1 — 16 с после отпускания кнопки «Сброс» эта контрольная схема включит светодиод «Пуск». Как только этот светодиод загорится, для обоих игроков наступает момент, когда

они могут нажать свои кнопки «Попадание». Первый, нажавший кнопку «Попадание», и станет победителем, что покажет соответствующий светодиод «Победа».

Однако, если один из игроков проявит нетерпение и нажмет свою кнопку «Попадание» слишком рано, т. е. прежде, чем загорится светодиод «Пуск», победа присуждается его противнику, о чем свидетельствует включение соответствующего светодиода «Победа».

Как и прежде, схема переводится в исходное состояние и игра возобновляется после нажатия и отпускания кнопки «Сброс» в индикаторе счета.

Если радиолюбитель действительно хочет заняться играми на быстроту реакции, то ему следует попробовать собрать схему управления игры «Салки», приведенную на рис. 11.9. Это совсем непростая схема, особенно если учесть, что она должна работать вместе со схемой на рис. 11.6. Однако если радиолюбителю удастся ее собрать и добиться нормальной работы, то можно с уверенностью сказать, что он уже больше не новичок в деле изготовления устройств на интегральных схемах.

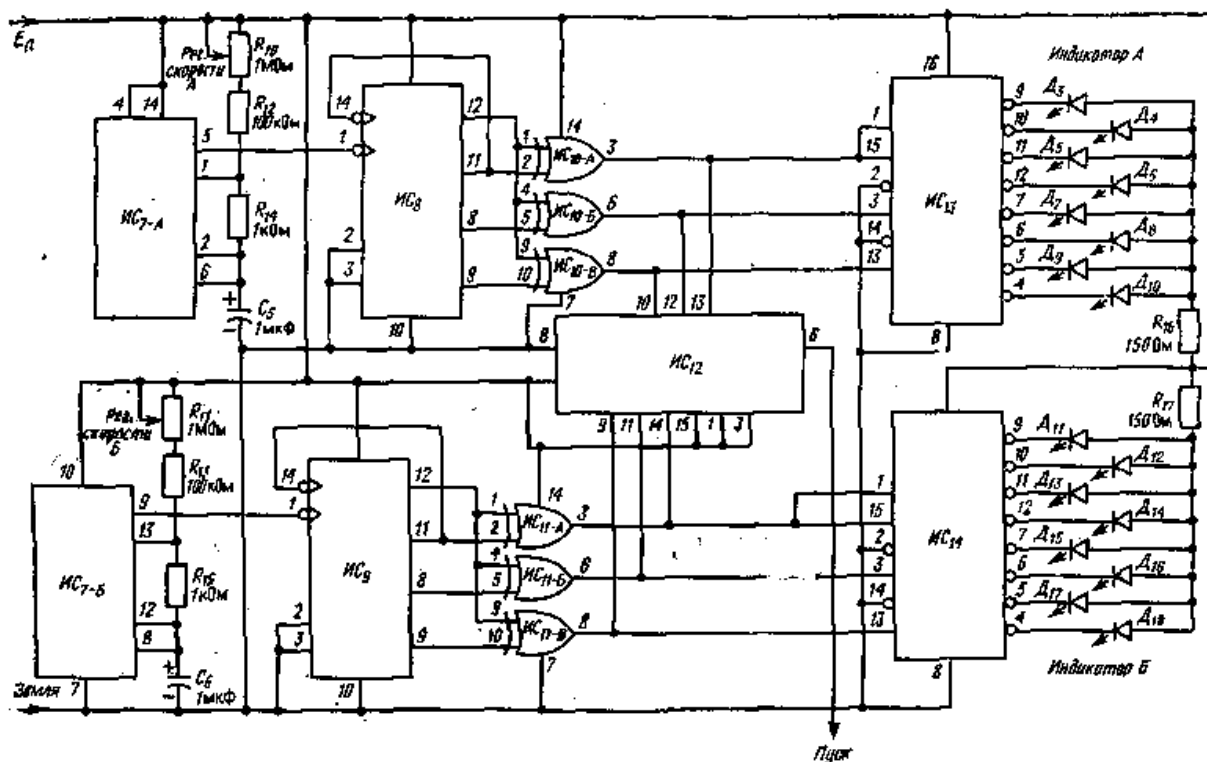


Рис. 11.9. Принципиальная схема управления для электронной игры «Салки» (используется совместно со схемой на рис. 11.6).

D_3 — D_{18} — светодиод с красным свечением; ИС₇ — двойной таймер типа 556; ИС₈, ИС₉ — двоичный счетчик типа 74LS93; ИС₁₀, ИС₁₁ — четыре логических вентиля ИСКЛЮЧАЮЩИЕ ИЛИ типа 74LS86; ИС₁₂ — 4-разрядная схема сравнения типа 74LS85; ИС₁₃, ИС₁₄ — двойной дешифратор из 2 в 4 типа 74155; R_{10} , R_{11} — потенциометр 1 МОм; R_{12} , R_{13} — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; R_{14} , R_{15} — резистор 1 кОм, 0,25 Вт; C_5 , C_6 — танталовый конденсатор 1 мкФ, 35 В; R_{16} , R_{17} — резистор 150 Ом, 0,25 Вт.

Прежде чем более подробно рассмотреть принцип работы этой схемы управления, важно усвоить, для чего служит эта схема. Для начала рассмотрим предлагаемую лицевую панель игры на рис. 11.10. Заметим, что панель для игры «Салки» содержит два параллельных ряда светодиодов, по восемь светодиодов в каждом. Здесь есть также две шкалы, обозначенные как «Скорость А» и «Скорость Б». Эти 16 светодиодов и два переключателя, осуществляющих управление, относятся к схеме управления для игры «Салки», показанной на рис. 11.9. Остальные светодиоды и переключатели входят в индикатор счета.

При включении питания переключателем Кл1 и нажатии кнопки «Сброс» на индикаторах игроков А и Б включается по одному светодиоду. Более того, в обоих рядах световые сигналы как бы бегают вперед и назад. С помощью регулятора «Скорость А» можно изменить скорость «бега» световых сигналов на индикаторе игрока А. Аналогичные возможности на индикаторе игрока Б обеспечивает регулятор «Скорость Б».

Итак, имеются два световых сигнала, по одному в каждом из двух основных индикаторов на светодиодах, бегающих вперед и назад со скоростью, регулируемой двумя переключателями. Идея игры заключается в том, чтобы, используя эти переключатели, добиться точного совпадения включенных один над другим светодиодов обоих игроков. В этот момент оба игрока нажимают свои кнопки «Попадание». Первый, успевший сделать это, выигрывает. После этого игра возобновляется при нажатии кнопки «Сброс».

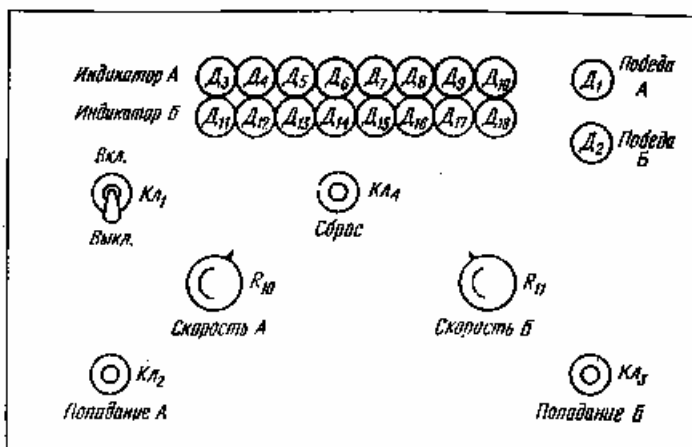


Рис. 11.10. Вариант лицевой панели электронной игры «Салки».

Если один из игроков нажимает кнопку «Попадание» раньше, чем совпадают оба ряда включенных светодиодов, выигрывает его противник. Если ни один из игроков не нажал свою кнопку «Попадание» при совпадении включенных светодиодов, то игра продолжается без перерыва.

Игру можно сделать довольно сложной и запутанной, используя возможности введения ловушек и увертывания от них при помощи регуляторов скорости. В нее можно часами увлеченно играть. Несомненно, это довольно трудное устройство для начинающих радиолюбителей может служить показателем оценки уровня их способностей.

Глава 12

РАЗЛИЧНЫЕ УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ

Электроника представляет собой весьма обширную область техники и в том или ином виде проникает почти во все сферы жизни современного общества. Однако в некоторых сферах это проникновение более явственно, чем в других.

Влияние электроники на технику связи, акустические системы, вычислительную технику и организацию быта и отдыха является общеизвестным фактом. Однако существуют и иные возможности электроники, позволяющие оказывать влияние на современную цивилизацию в такой же степени, как и другие явления. Такое влияние осуществляется различными устройствами управления.

Конечно, некоторые виды устройств управления можно встретить на прилавках магазинов в отделах электробытовой аппаратуры, в их числе автоматические механизмы открывания ворот в гаражах, противопожарные средства, электронные системы зажигания для автомобилей и т. п.

В данной главе предлагается ряд устройств управления, предназначенных для экспериментальных целей. Следует иметь в виду, что они представляют собой упрощенные аналоги промышленных образцов. Будучи более простыми, эти устройства уступают им по надежности работы. Их можно использовать для удовлетворения потребностей радиолюбителя и в учебных целях, однако рассчитывать на них в ситуациях, чреватых опасными последствиями, нельзя.

12.1. Два пусковых светочувствительных устройства

В промышленности применяется большое количество средств управления, принцип действия которых основан на использовании светового потока в качестве инициатора включения. В данном разделе описываются два устройства, реагирующие на изменение уровня яркости светового потока.

Первое устройство (рис. 12.1) срабатывает в момент, когда включается внешний световой источник, а второе (рис. 12.2) работает как раз наоборот, т. е. когда прерывается или выключается световой поток внешнего источника.

Светочувствительное устройство на рис. 12.1 подключается к звуковому генератору типа сирены, т. е., образно говоря, представляет собой реагирующую на свет сирену. Фототранзистор $ФТ_1$ в его схеме при достаточной яркости светового потока через транзистор T_1 включает звуковой генератор, который будет работать все время, пока на фототранзистор падает световой поток. С помощью регулятора чувствительности можно настроить срабатывание устройства на определенный уровень яркости светового потока.

После изготовления и подготовки этой схемы к проверке необходимо расположить фототранзистор так, чтобы его линза была направлена прямо на какой-либо световой источник, для чего вполне подойдет фонарь

или небольшая настольная лампа. Далее можно взять лист плотной бумаги или картона и провести несколько раз им между фототранзистором и световым источником, выбирая при этом с помощью регулятора чувствительности такое положение, когда сирена срабатывает при освещении фототранзистора и выключается при прерывании светового потока.

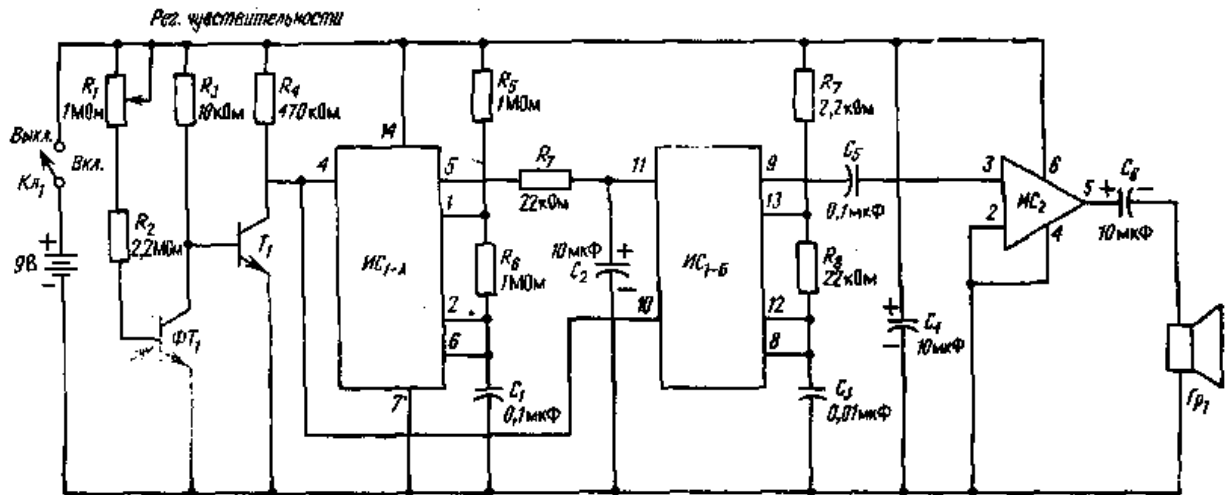


Рис. 12.1. Принципиальная схема светочувствительной сирены.

ИС₁ — двойной таймер типа 556; ИС₂ — УНЧ типа LM386; R₁ — потенциометр 1 МОм; R₂ — резистор 2,2 МОм, 0,25 Вт; R₃ — резистор 10 кОм, 0,25 Вт; R₄ — резистор 470 кОм, 0,25 Вт; R₅, R₆ — резистор 1 МОм, 0,25 Вт; R₇ — резистор 2,2 кОм, 0,25 Вт; R₈ — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; ФТ₁ — фототранзистор типа FPT-100; Т₁ — низкочастотный p-n-p-транзистор; C₁, C₅ — конденсатор 0,1 мкФ, 35 В; C₂, C₄, C₆ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; C₃ — конденсатор 0,01 мкФ, 50 В; Гр₁ — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом.

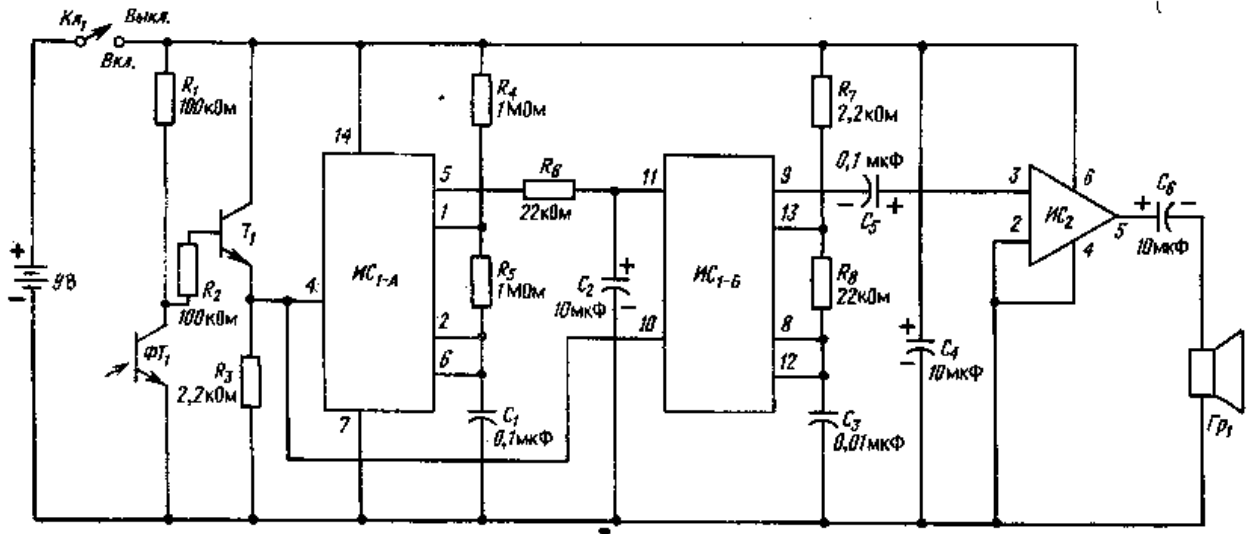


Рис. 12.2. Принципиальная схема светочувствительной сирены.

Т₁ — p-n-p-транзистор; ФТ₁ — фототранзистор типа FPT-100; ИС₁ — двойной таймер типа 556; ИС₂ — УНЧ типа LM386; R₁, R₂ — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; R₃, R₇ — резистор 2,2 кОм, 0,25 Вт; R₄, R₅ — резистор 1 МОм, 0,25 Вт; R₆, R₈ — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; C₁, C₅ — конденсатор 0,1 мкФ, 35 В; C₂, C₄, C₆ — электролитический конденсатор 10 мкФ, 35 В; C₃ — конденсатор 0,01 мкФ, 50 В; Гр₁ — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом.

Для окончательной проверки следует выключить все светильники в комнате. При этом сирена будет молчать до тех пор, пока откуда-нибудь не проникнет свет. В этом случае с помощью регулятора чувствительности следует добиться того, чтобы сирена выключилась, но не поворачивать регулятор слишком далеко от этого положения. Далее следует включить свет и при этом сирена должна сработать.

Устройство на рис. 12.2 так же издает звук сирены, но включается при прерывании внешнего светового потока, т. е. реагирует не на свет, а на темноту.

Предварительная проверка этого устройства может производиться с помощью листа плотной бумаги или картона, т. е. так же, как и со светочувствительной сиреной. При этом, пока световой поток попадает на фототранзистор, устройство будет молчать, а при прерывании светового потока оно включится.

Можно заметить, что основные различия между двумя этими устройствами заключаются в том, как транзистор T_1 подключен между фототранзистором и микросхемой ИС_{1-А}. Такое включение транзистора T_1 во втором устройстве исключает использование регулятора чувствительности.

Что касается практического применения устройства, реагирующего на выключение света, то оно может служить для подключения счетчика. Например, при размещении светового источника и фототранзистора с противоположных сторон двери можно определить число людей, входящих и выходящих из помещения. Необходимый для этих целей счетчик можно выбрать в гл. 6.

При такой установке устройства, когда оно включает отсчет при каждом прерывании светового потока, получаемый результат отсчета необходимо разделить на два с тем, чтобы примерно оценить, сколько людей вошло и сколько вышло через данную дверь. Между прочим, счетчик можно подключить к коллектору транзистора T_1 , т. е. в точку, где подсоединен вывод 4 микросхемы ИС_{1-А}.

12.2. Электронный петух

В данном разделе описывается новое устройство, которое можно настроить таким образом, чтобы звуковой сигнализатор срабатывал утром на восходе солнца. В своей основе устройство является светочувствительным, но от простого попадания света на фототранзистор оно не срабатывает.

При включении этого устройства, подобного электронному петуху, реакция должна быть только лишь на наступление дня, но ни на какой другой свет, который может попасть на его светочувствительный элемент в ночное время. В противном случае он будет будить радиолюбителя в любой момент, когда фототранзистор будет освещаться светом от фар проезжающего автомобиля или другого случайного светового источника.

Для исключения этого в электронном петухе на рис. 12.3 имеется логическая схема, срабатывающая по времени. Световой поток должен освещать фототранзистор непрерывно в течение не менее 5 мин, а все другие световые источники, воздействующие в течение меньшего времени, не вызовут срабатывания сигнализатора.

Если радиолюбитель захочет сделать что-либо иное, кроме описанного выше устройства, то вместо сигнализатора можно подключить катушку 6-вольтного реле, контакты которого используются для включения любого другого устройства, например радиоприемника, кофеварки, лампы и т. п.

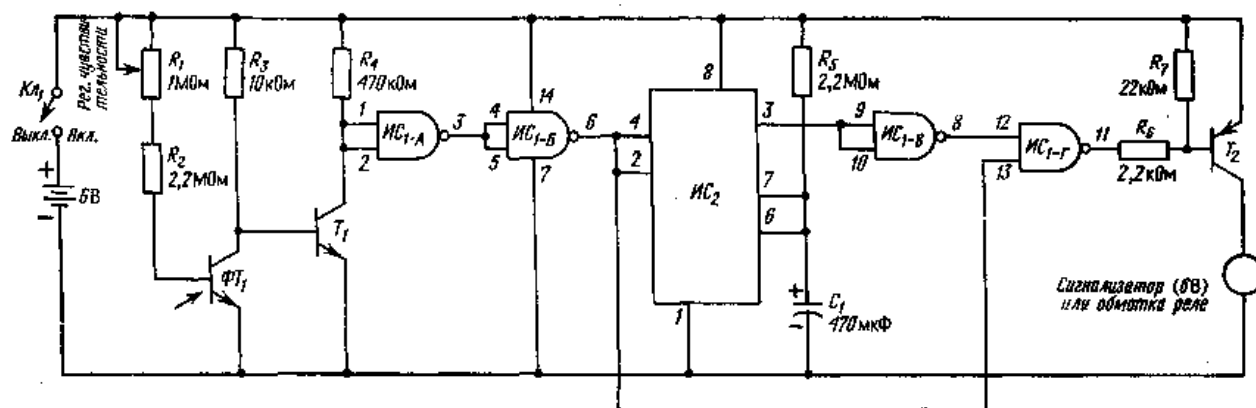


Рис. 12.3. Принципиальная схема электронного петуха.

ИС₁ — четыре двухвходовых логических вентиля И-НЕ типа 74LS00; ИС₂ — таймер типа 555; ФТ₁ — фототранзистор типа ФРТ-100; Т₁ — маломощный $n-p-n$ -транзистор; Т₂ — маломощный $p-n-p$ -транзистор; R₁ — потенциометр 1 МОм; R₂, R₅ — резистор 2,2 МОм, 0,25 Вт; R₃ — резистор 10 кОм, 0,25 Вт; R₄ — резистор 470 кОм, 0,25 Вт; R₆ — резистор 2,2 кОм, 0,25 Вт; R₇ — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; C₁ — конденсатор 470 мкФ, 50 В.

Для наладки схемы следует включить устройство и направить световой луч на фототранзистор. При этом если все нормально, то сигнализатор (или реле) будет включаться не раньше, чем примерно через 5 мин. В процессе ожидания следует исключить выключение светового источника, поскольку в противном случае придется снова ожидать истечения пятиминутного интервала.

Для прерывания сигнализации нужно просто выключить устройство. Перед тем как лечь спать, следует перевести устройство в исходное состояние при условии, что уже темно. Очевидно, что фототранзистор должен быть расположен так, чтобы он воспринимал дневной свет и предпочтительно был направлен в сторону горизонта на восток.

Если радиолюбитель захочет, чтобы сигнализатор или реле включались с наступлением темноты, то следует выпаять микросхему ИС_{1-А} и подсоединить выводы 4 и 5 микросхемы ИС_{1-Б} прямо к коллектору транзистора 7У. При использовании реле в качестве нагрузки его контакты можно подсоединить к обычной лампе, которая будет включаться с наступлением темноты. При этом надо обеспечить, чтобы свет лампы не падал на фототранзистор.

Поскольку такой «петух», чувствительный к темноте, будет включен на длительное время, возможно, на всю ночь, вместо батарей надо подключить стабилизированный источник питания напряжением 5 В (рис. 2.1).

12.3. Звучочувствительный светильник

В схеме, показанной на рис. 12.4, светодиод включается при попадании резких звуков в микрофон и продолжает гореть до тех пор, пока вручную не будет нажата кнопка «Сброс».

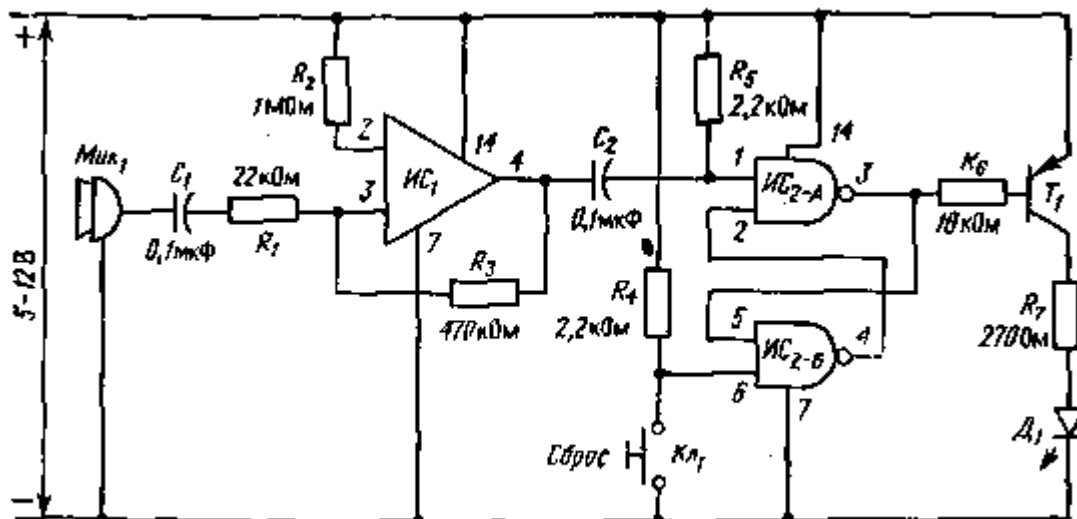


Рис. 12.4. Звучочувствительный светильник.

Д₁ — светодиод с красным свечением; ИС₁ — 4-канальный операционный усилитель типа LM3900; ИС₂ — четыре двухходовых логических вентиля И-НЕ типа 4011; Т₁ — p-n-p-транзистор; Д — резистор 22 кОм, 0,25 Вт; R₂ — резистор 1 МОм, 0,25 Вт; R₃ — резистор 470 кОм, 0,25 Вт; R₄, R₅ — резистор 2,2 кОм, 0,25 Вт; R₆ — резистор 10 кОм, 0,25 Вт; R₇ — резистор 270 Ом, 0,25 Вт; C₁, C₂ — конденсатор 0,1 мкФ; Кл₁ — нормально разомкнутый кнопочный переключатель; Мик₁ — высокоимпедансный кристаллический микрофон.

Вместо светодиода Д₁ и токоограничивающего резистора R₇ можно включить обмотку реле, контактами которого можно включать обычную лампу с переменным напряжением питания 120 В или любой другой бытовой электроприбор. Такая замена превращает устройство в звучочувствительное реле.

Следует отметить, что данное устройство не очень требовательно в отношении напряжения питания. Для него вполне подойдет батарея напряжением 9 В. Если вместо светодиода включается реле, то следует обеспечить для него соответствующее номинальное напряжение питания.

Работая с этим устройством, радиолюбитель убедится, что оно является нечувствительным к большинству обычных звуков и срабатывает лишь от громкого крика или хлопанья в ладоши.

12.4. Сенсорный детектор

В наши дни сенсорные переключатели приобретают все более широкую известность. Их можно встретить, например, в средствах управления подъемным оборудованием и высокочастотными печами с программным управлением. Механизм чувствительности к прикосанию для разных переключателей может быть различным.

Сенсорный элемент, используемый в схеме на рис. 12.5, работает на том принципе, что тело человека при наличии обычной сети с напряжением 127/220 В действует подобно антенне. Электрические помехи с частотой 50 Гц, воспринимаемые такой антенной, после предварительного усиления достаточны для включения некоторых электронных устройств.

Данное устройство реагирует на прикосновение в точке, обозначенной «Сенсорная пластина», в качестве которой подойдет металлическая пластина, а для проверки подойдет и простой отрезок провода. При срабатывании схемы включается светодиод Д₁ и продолжает гореть до тех пор, пока вручную не будет нажата кнопка «Сброс».

К сожалению, такое устройство может сработать во время грозы, поскольку статическое электричество, создаваемое молнией, так же может включить его, как и касание сенсорной пластины. Иными словами, нельзя рассчитывать, что устройство не сработает во время грозы.

Однако можно извлечь пользу из такого явления и переделать устройство в детектор грозы. Конечно, радиолюбитель может слышать раскаты грома примерно в то же время, когда устройство воспримет статическое электричество, создаваемое молнией. Однако это не значит, что данное устройство не имеет применения. Разве электромагнитные колебания, в том числе статические заряды молнии, распространяются не

быстрее, чем звук? Именно так. Поэтому если придумать способ измерения разницы по времени возникновения всплеск молнии и прихода громовых раскатов, то можно оценить, на каком удалении находится сейчас гроза.

Такая идея может быть реализована следующим образом. Сначала необходимо изготовить устройство, изображенное на рис. 12.5, а вместо сенсорной пластины подключить длинный провод наподобие проволочной антенны. Светодиод в подобном устройстве будет включаться при возникновении грозового разряда.

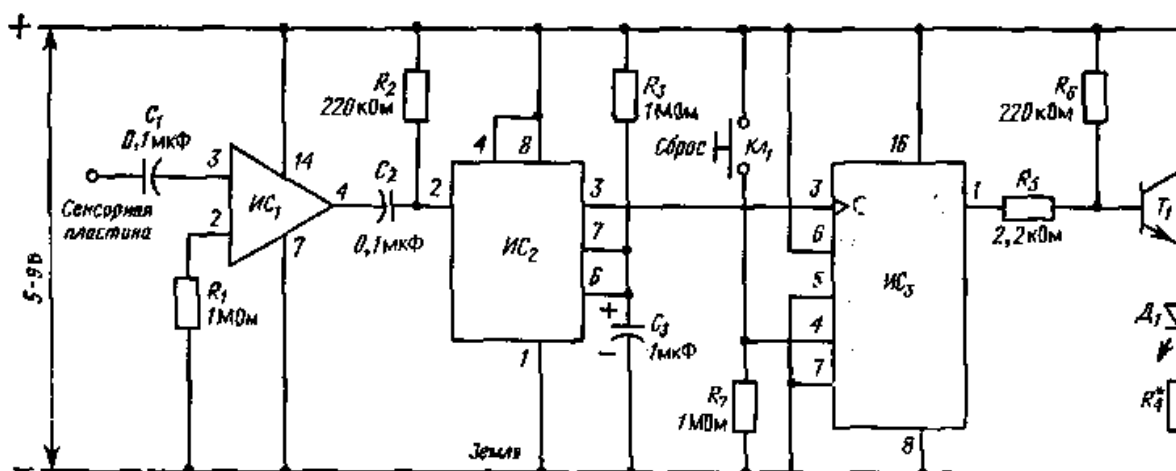


Рис. 12.5. Принципиальная схема сенсорного детектора.

D_1 — светодиод с красным свечением; T_1 — низкочастотный $n-p-n$ —транзистор; ИС₁ — 4-канальный операционный усилитель типа LM.3900; ИС₂ — таймер типа 555; ИС₃ — двойной J — К-триггер типа 4027; R_1, R_3, R_7 — резистор 1 МОм, 0,25 Вт; R_2, R_6 — резистор 220 кОм, 0,25 Вт; R_4 — см. примечание; R_5 — резистор 2,2 кОм, 0,25 Вт; C_1, C_2 — конденсатор 0,1 мкФ; C_3 — электролитический конденсатор 1 мкФ, 50 В.

Примечание. Сопротивление резистора R_4 составляет 150 Ом при напряжении 5 — 7 В и 330 Ом — при напряжении 7 — 9 В.

Следует также изготовить звукочувствительное устройство по схеме на рис. 12.4 и настроить его таким образом, чтобы оно реагировало на раскаты грома.

Разницу по времени включения светодиода в сенсорном детекторе и в звукочувствительном устройстве можно использовать для оценки удаления в данный момент грозы. Такую оценку можно производить при совместном применении этих устройств с электронным секундомером, показанным на рис. 7.6. При этом секундомер запускается в момент включения светодиода в сенсорном детекторе и останавливается в момент включения светодиода в звукочувствительном устройстве. Время между двумя этими моментами, отсчитанное секундомером, можно использовать для расчета дальности прохождения грозы.

Все детали общей схемы и взаимных соединений радиолюбитель должен разработать самостоятельно. В данном случае идея обретает некую форму самостоятельного конструирования.

В конечном итоге этот небольшой отход от основной рассматриваемой темы, т. е. сенсорных устройств, показывает, как можно разработать собственные устройства при использовании определенных знаний, опыта и воображения.

12.5. Сенсорный переключатель

То, что сенсорный детектор должен выключаться вручную, может в определенных случаях удовлетворять радиолюбителя. Но вероятно, что ему может потребоваться сенсорная схема, которая включается и выключается при касании сенсорной пластины.

Таким образом работает схема, показанная на рис. 12.6. Выключенный светодиод в этой схеме может быть включен касанием сенсорной пластины, а последующее выключение светодиода получается при повторном касании пластины. С технической точки зрения подобная схема представляет собой сенсорный переключатель.

Схема не предъявляет больших требований к величине напряжения питания. Например, она может работать от 9-вольтовой батареи или от любого источника питания, описанного в гл. 2. При этом следует лишь выбрать нужное сопротивление токоограничивающего резистора R_4 , как указано в примечании к рис. 12.6.

Для проведения предварительной проверки схемы вполне годится светодиод D_1 . Однако вместо светодиода с его ограничительным резистором можно включить обмотку реле. При этом следует обеспечить соответствие между номинальным рабочим напряжением реле и используемым напряжением питания. При помощи контактов реле можно включать и выключать различные бытовые электроприборы и другие электронные устройства.

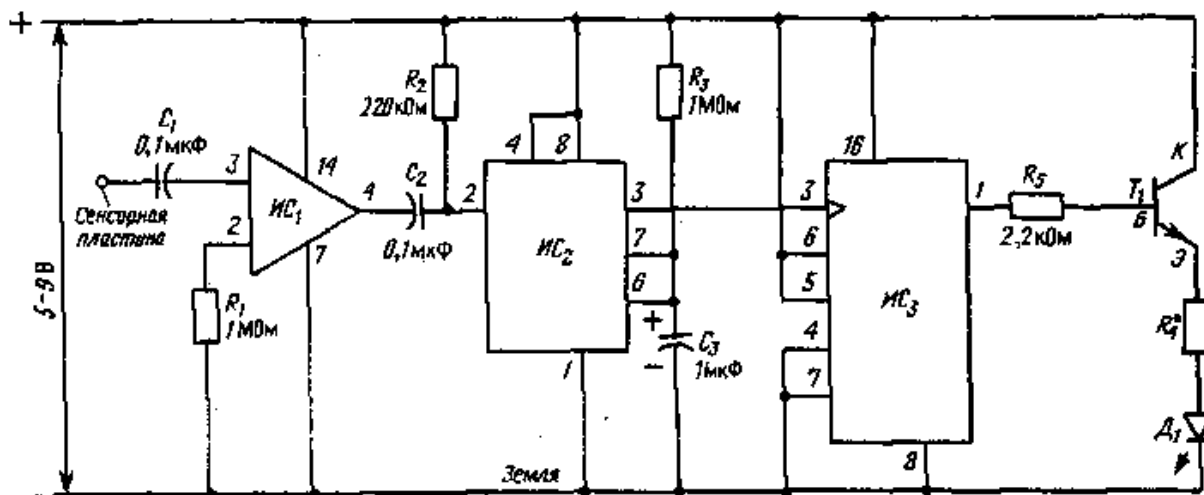


Рис. 12.6. Принципиальная схема сенсорного переключателя.

D_1 — светодиод с красным свечением; ИС₁ — 4-канальный операционный усилитель типа LM3900; ИС₂ — таймер типа 555; ИС₃ — двойной J — К-триггер типа 4027; R_1 , R_3 — резистор 1 МОм, 0,25 Вт; R_2 — резистор 220 кОм, 0,25 Вт; R_4 — см. примечание; R_5 — резистор 2,2 кОм, 0,25 Вт; C_1 , C_2 — конденсатор 0,1 мкФ; C_3 — электролитический конденсатор 1 мкФ, 50 В; T_1 — низкочастотный p-p-n-транзистор. *Примечание.* Сопротивление резистора R_4 составляет 150 Ом при напряжении 5 — 7 В и 330 Ом — при напряжении 7 — 9 В.

Обдумывая практическое применение этого устройства, следует иметь в виду, что оно реагирует на любой мощный источник электромагнитной энергии. В том числе оно будет активно срабатывать при близко проходящей грозе.

12.6. Устройство управления скоростью и яркостью

Схема, описываемая в данном разделе, представляет собой упрощенный вариант некоего довольно сложного промышленного оборудования, созданного для регулирования электроэнергии, расходуемой какими-либо электрическим прибором. В частности, схема на рис. 12.7 может использоваться для регулирования скорости вращения маломощных электродвигателей постоянного тока или яркости низковольтных лампочек.

Управляемым прибором, показанным на схеме в виде небольшого электродвигателя постоянного тока, может быть любое устройство постоянного тока, которое питается напряжением, выбранным радиолюбителем. Например, для управления скоростью 6-вольтового электродвигателя следует использовать источник напряжения 6 В, а для регулирования яркости свечения маломощной лампы от автомобильных фар нужен источник питания напряжением 12 В.

Диод, включенный на схеме параллельно электродвигателю, можно не использовать при замене электродвигателя на лампу накаливания. Этот диод нужен для всех устройств с обмотками, в том числе для электродвигателей.

Регулятор мощности позволяет изменять скорость или яркость. При этом фактически схема регулирует напряжение, подаваемое на нагрузку, т. е. электродвигатель или лампу. Если параллельно нагрузке подключить вольтметр постоянного тока, то, поворачивая регулятор мощности, можно увидеть изменения напряжения по отклонению стрелки вольтметра.

Однако если параллельно нагрузке подключить осциллограф, то можно увидеть бесконечную последовательность прямоугольных колебаний. Эти колебания имеют одинаковую амплитуду, а их скважность, т. е. отношение длительности положительных и отрицательных периодов, определяет мощность, отдаваемую в нагрузку. Чем больше скважность, тем выше уровень отдаваемой мощности.

12.7. Сигнализатор и индикатор отказа электросети

В современной жизни все возрастает зависимость от надежной работы источников электроэнергии. Если говорить серьезно, то длительный отключ главной системы электроснабжения может обернуться катастрофой. А в малых масштабах, например дома, даже кратковременный отказ электросети может причинить немало беспокойства.

Так, отказ электросети может привести к опозданию на работу из-за того, что будильник отстал на время выключения электросети, к оттаиванию холодильников, к потере или нарушению рабочей программы в бытовой ЭВМ, к бесполезности многих электронных устройств и т. д.

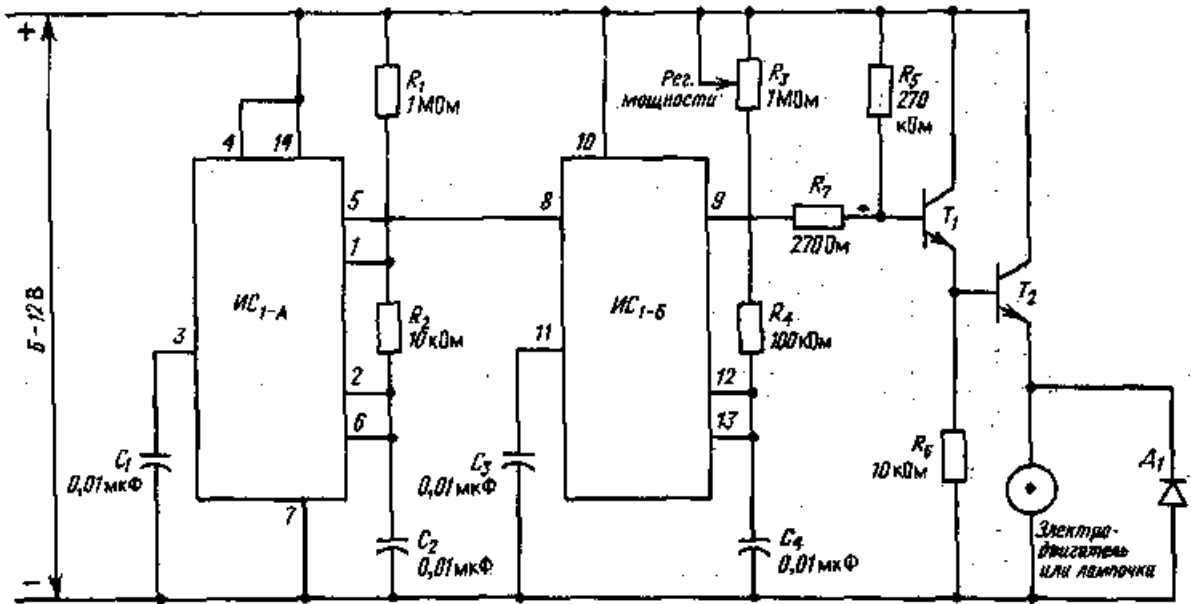


Рис. 12.7. Схема управления скоростью электродвигателя или яркостью лампочки.

T_1 — *n-p-n* — транзистор; T_2 — мощный *n-p-n* — транзистор; ИС₁ — двойной таймер типа 556; R_1 — резистор 1 МОм, 0,25 Вт; R_2, R_6 — резистор 10 кОм, 0,25 Вт; R_3 — потенциометр 1 МОм; R_4 — резистор 100 кОм, 0,25 Вт; R_5 — резистор 270 кОм, 0,25 Вт; C_1 — C_4 — конденсатор 0,01 мкФ 50 В; D_1 — диод 1А, 50В.

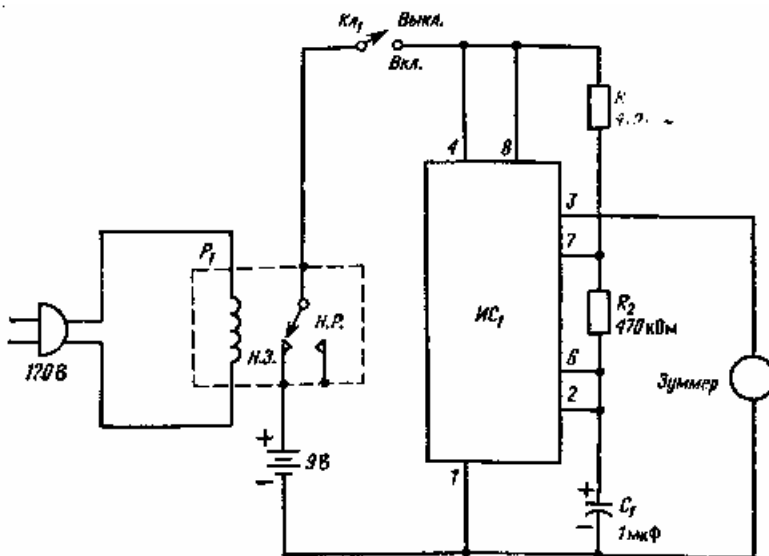


Рис. 12.8. Принципиальная схема сигнализатора отказа электросети.

ИС₁ — таймер типа 555; R_1, R_2 — резистор 470 кОм, 0,25 Вт; C_1 — электролитический конденсатор 1 мкФ; P_1 — одно- или двухполюсное реле на напряжение 120 В (Н. З. — контакт нормально замкнутый, Н. Р. — контакт нормально разомкнутый).

В случае отказа электросети мало что можно сделать и максимум, что можно предпринять — это выработать способы определения момента возникновения отказов, для чего в данном разделе предлагаются два устройства.

Схема на рис. 12.8 представляет собой сигнализатор отказа электросети, который и дает громкий и назойливый звуковой сигнал на все время отказа в электросети или, по крайней мере, пока не разрядится батарея питания.

Принцип работы этой схемы довольно прост. Как видно из рис. 12.8, реле на переменное напряжение 120 В подключено непосредственно к сети напряжением 120 В (в любую розетку в квартире) через стандартную вилку. При нормальной работе электросети реле находится под током. В этих условиях ток от 9-вольтовой батареи не может пройти на звуковой сигнализатор, даже если переключатель $K_{Л1}$ находится в положении «Вкл».

Единственный способ заставить эту схему работать и начать вырабатывать звуковой сигнал с частотой 2 Гц — это перевести переключатель КЛ1 в положение «Вкл» и выдернуть вилку из сетевой розетки. После таких действий должен сработать звуковой сигнализатор.

После проверки следует вилку вставить в розетку электросети. При наличии в сети напряжения 120 В сигнализатор будет молчать. В нормальных условиях сигнализатор включается в сеть, а переключатель переводится в положение «Вкл». Он расходует от сети очень небольшой ток, так что практически не влияет на расход электроэнергии, оплачиваемой по электросчетчику.

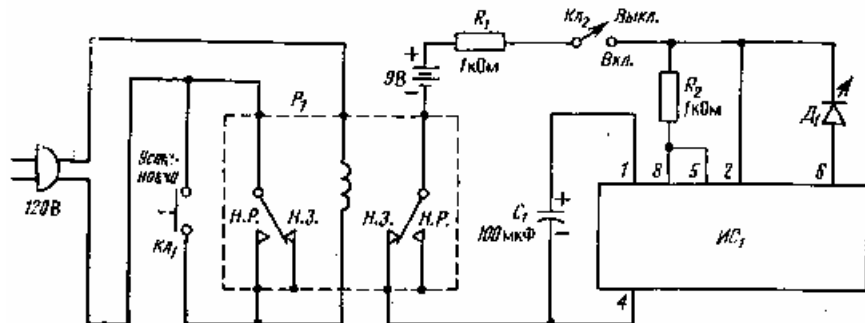


Рис. 12.9. Принципиальная схема индикатора отказа электросети.

D_1 — светодиод с красным свечением; ИС₁ — генератор типа LM3909; R_1, R_2 — резистор 1 кОм, 0,25 Вт; C_1 — электролитический конденсатор 100 мкФ, 35 В; P — двухполюсное реле на напряжение 120 В (Н. З. — контакт нормально замкнутый, Н. Р. — контакт нормально разомкнутый); КЛ1 — нормально разомкнутый кнопочный переключатель.

В случае отказа в электросети сигнализатор сработает, и если он находится там же, где будильник, то непременно разбудит радиолюбителя. Выключение сигнализатора может быть произведено путем перевода переключателя КЛ1 в положение «Выкл».

Если радиолюбитель отсутствует и поэтому не может выключить сигнализатор, то он будет работать до тех пор, пока не восстановится напряжение в электросети или не разрядится батарея питания.

Схема на рис. 12.9 тоже реагирует на отказы в электросети, но совершенно иным образом. В этой схеме при отказе светодиод начинает мигать, причем его мигания продолжают и после восстановления напряжения сети и могут быть прекращены лишь при переводе схемы в исходное состояние.

Для проверки работы схемы следует переключатель КЛ2 поставить в положение «Вкл», вставить вилку в розетку электросети и кратковременно нажать на кнопку КЛ1 «Установка». При этом светодиод не должен включаться. Затем при выдергивании вилки из розетки светодиод должен начать мигать. Это мигание продолжается до момента, пока не будет вставлена обратно вилка и нажата кнопка КЛ1.

В данном случае эта схема производит «запоминание» того факта, что в электросети произошел отказ.

Светодиод может быть выключен при отсутствии напряжения в электросети или при отключении схемы от электросети путем перевода переключателя КЛ2 в положение «Выкл».

Глава 13

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ УСТРОЙСТВА

Интегральные схемы не особенно пригодны для применения в различных высокочастотных устройствах. Конечно, во многих современных радио-и телевизионных приемниках имеются микросхемы, однако, кроме нескольких специальных вариантов, большинство из них не используется в ответственных узлах.

Поскольку все еще существует ряд проблем, связанных с использованием многих интегральных схем в высокочастотных устройствах, начинающим радиолюбителям не предлагается конструирование таких устройств, ибо для новичков опыт в этой области может принести разочарование.

Однако нельзя сказать, что начинающий радиолюбитель не справится с некоторыми высокочастотными устройствами на основе интегральных схем. Для доказательства этого ниже описывается несколько устройств.

13.1. Простейший радиоприемник

Если для радиолюбителя не имеет большого значения, на какие радиостанции настраиваться, то можно менее чем за час изготовить описанный ниже радиоприемник. Такой радиоприемник работает весьма удовлетворительно, но принимает лишь наиболее мощную и близкую радиостанцию.

С помощью такого радиоприемника в основном принимаются обычные ширококвещательные радиостанции с амплитудной модуляцией, но иногда можно поймать сигналы и мощных любительских радиостанций.

Схема радиоприемника (рис. 13.1) представляет собой современный аналог прежнего детекторного приемника прямого усиления. Это небольшое устройство с кристаллическим детектором и рупороподобным громкоговорителем, которое восхищало миллионы молодых людей на заре появления радио.

Как и для приемника прямого усиления, здесь должна использоваться проволочная антенна возможно большей длины, которая растягивается во дворе, по стенам комнаты или между домами. Чем длиннее антенна, тем лучше будет работать радиоприемник. При этом следует исключить возможное заземление антенны в какой-нибудь точке.

В то же время следует обеспечить надежное заземление проводов, подключенных к отрицательной клемме батареи, для чего годится, например, соединение через провод с водопроводной трубой. Даже если установка длинной антенны и выполнение хорошего заземления представляют большие сложности, не стоит унывать, так как радиоприемник все же будет принимать некоторые местные радиостанции.

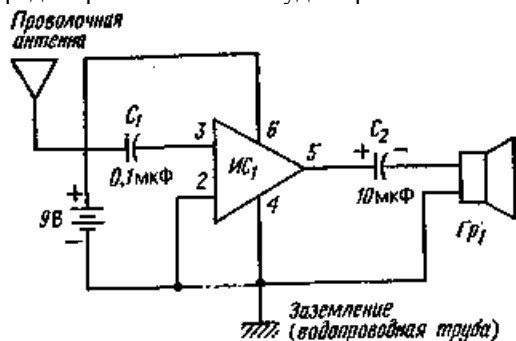


Рис. 13.1. Принципиальная схема простейшего радиоприемника.

ИС₁ — УНЧ типа LM386; С₁ — конденсатор 0,1 мкФ, 50 В; С₂ — электролитический конденсатор 10 мкФ 35 В. Гр₁ — громкоговоритель на постоянном магните с сопротивлением 8 Ом.

113.2. Кварцевый высокочастотный генератор

Изготовление кварцевых генераторов на транзисторах всегда было достаточно сложным делом для начинающих радиолюбителей. Вариант такого генератора на интегральных Схемах (рис. 13.2) является гораздо более простым и дешевым.

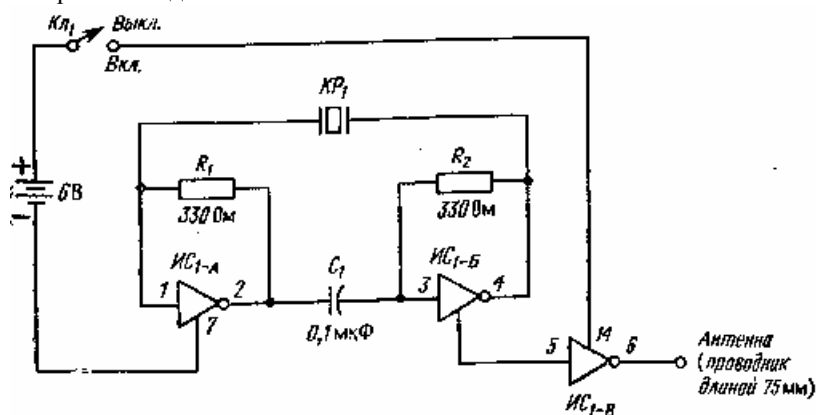


Рис. 13.2. Кварцевый высокочастотный генератор.

ИС₁-шесть инверторов типа 7404; КР₁ - кварцевый резонатор; Я₁, R₂ -резистор 330 Ом, 0,25 Вт; d — конденсатор 0,1 мкФ.

Это устройство может служить в качестве прецизионного высокочастотного источника любой частоты до 10 МГц, задаваемой кварцевым резонатором. Практически оно может работать на частотах до 15 МГц, что, однако, не гарантируется.

После сборки, выбора и присоединения кварцевого резонатора при включении питания схема должна заработать. Если потребуется ряд стабилизированных частот, то можно собрать генератор в компактном корпусе и смонтировать в нем несколько параллельных гнезд для включения кварцев. Это очень удобно для смены кварцевых резонаторов, а следовательно, и рабочей частоты генератора.

13.3. Декадный высокочастотный генератор

Для выполнения экспериментов с высокочастотными радиоустройствами может пригодиться такой испытательный прибор, как прецизионный декадный высокочастотный генератор (рис. 13.3). Один из

подобных генераторов, описываемый в данном разделе, вырабатывает сигналы в трех частотных декадах от 10 МГц до 10 кГц.

В генераторе используется всего один кварцевый резонатор на частоту 10 МГц. Эта частота делится ступенчато с кратностью 10, в результате чего на выходных выводах получаются четыре частоты.

Генератор следует разместить в плотном алюминиевом корпусе, в противном случае он будет создавать вокруг высокочастотные помехи. Макет такого генератора будет мешать радиолюбителям во всей округе.

13.4. Пятнадцатиканальный высокочастотный синтезатор

Высокочастотные синтезаторы получают все более широкое применение в технике связи. Выражение «все становится цифровым» может показаться слишком преувеличенным, но в нем, по крайней мере, есть доля истины.

Схема на рис. 13.4 представляет собой упрощенный вариант одного из таких цифровых синтезаторов частоты. В ней используется один кварцевый резонатор на частоту 10 МГц. Вырабатываемые синтезатором частоты приведены в табл. 13.1 и определяются положениями переключателей Кл₁ — Кл₄.

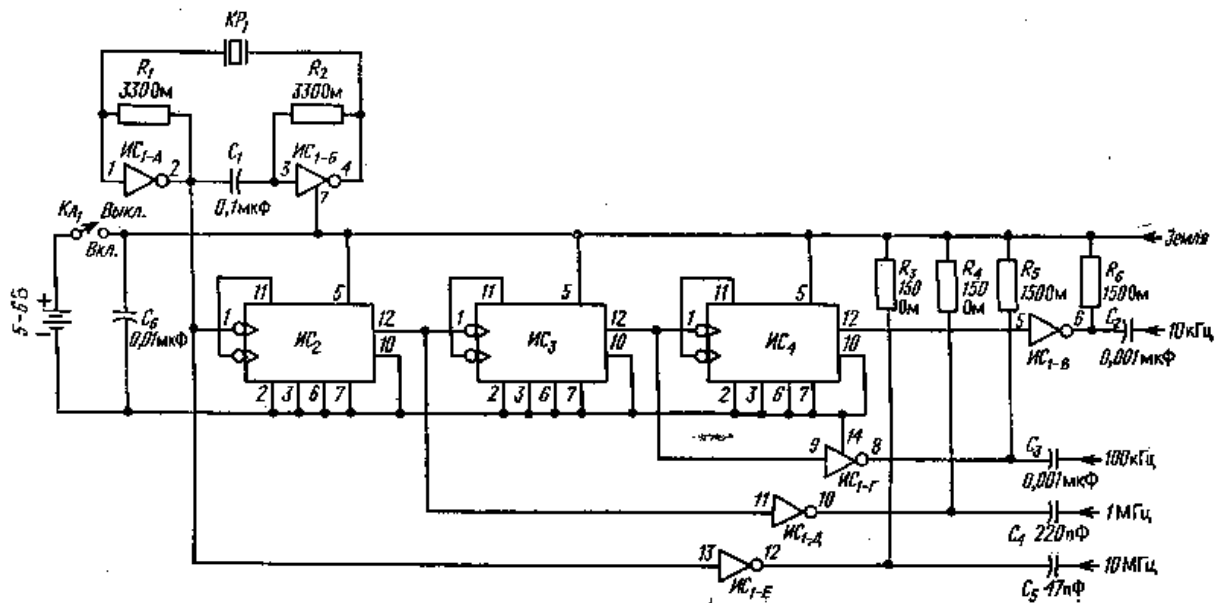


Рис. 13.3. Декадный высокочастотный генератор.

ИС₁ — шесть инверторов типа 7404; ИС₂ — ИС₄ — декадный счетчик 7490; R₁, R₂ — резистор 330 Ом. 0.25 Вт; R₃ — R₆ — резистор 150 Ом, 0.25 Вт; C₁ — конденсатор 0,1 мкФ; C₂, C₃ — конденсатор 0,001 мкФ; C₄ — конденсатор 220 пФ; d — конденсатор 47 нФ; C₅ — конденсатор 0,01 мкФ; КР₁ — кварцевый резонатор.

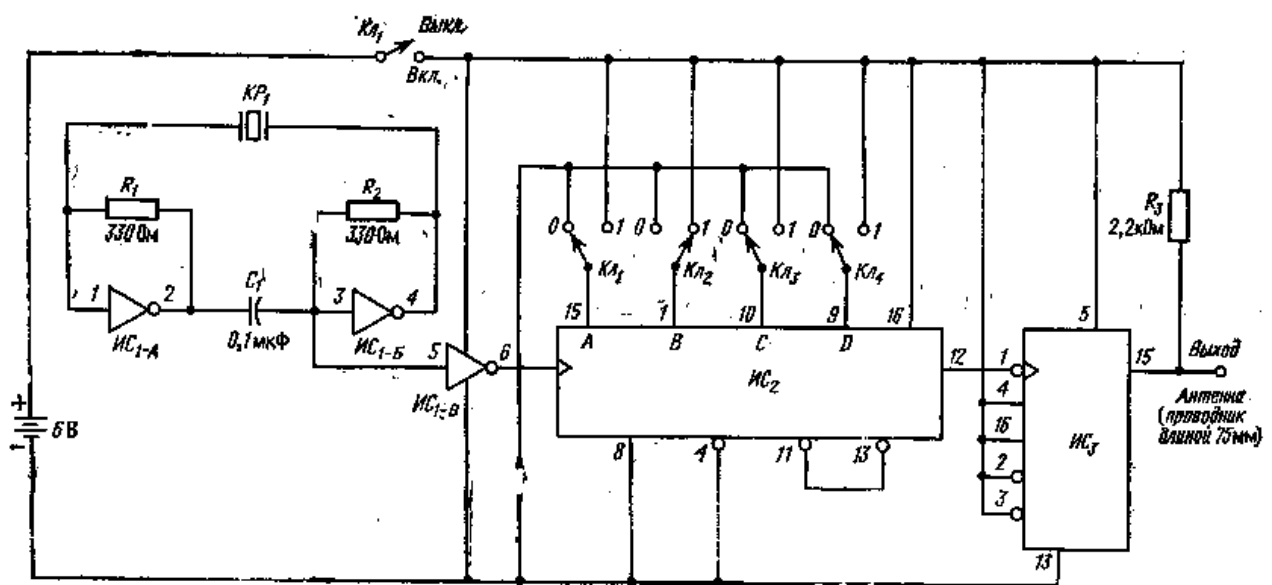


Рис. 13.4. Пятнадцатиканальный высокочастотный синтезатор.

ИС₁ — шесть инверторов типа 7404; ИС₂ — 4-разрядный двоичный счетчик типа 74191; ИС₃ — двойной J — К-триггер типа 7476; КР₁ — кварцевый резонатор с частотой 10 МГц; R₁, R₂ — резистор 330 Ом, 0,25 Вт; R₃ — резистор 2,2 кОм, 0,25 Вт; С₁ — конденсатор 0,1 мкФ.

Высокочастотный синтезатор особенно полезен для настройки бытовых радиоприемников с амплитудной модуляцией. Однако при смене кварцевого резонатора можно получить 15 совсем других частот. Для составления собственной таблицы синтезируемых частот следует учитывать, что первая частота равна 1/2 частоты кварцевого резонатора, вторая частота — 1/6, третья частота — 1/8 и т. д., т. е. частоту кварцевого резонатора надо поделить последовательно на 2, 4, 6, 8, 10, 12, 30.

Таблица 13.1.

Положения переключателей и выходные частоты 15-канального синтезатора (коды частот 15-канального высокочастотного синтезатора)

Положение переключателей				Выходные частоты, МГц	
Кл ₄	Кл ₃	Кл ₂	Кл ₁		
0	0	0	1	5	Диапазон широко- вещательных радиостанций с амплитудной модуля- цией (промежуточная частота приемника с амплитуд- ной модуляцией)
0	0	1	0	2,5	
0	0	1	1	1,67	
0	1	0	0	1,25	
0	1	0	1	1	
0	1	1	0	0,8333	
0	1	1	1	0,7143	
1	0	0	0	0,625	
1	0	0	1	0,5556	
1	0	1	0	0,5	
1	0	1	1	0,455	
1	1	0	0	0,417	
1	1	0	1	0,385	
1	1	1	0	0,357	
1	1	1	1	0,278	

Приложение 1

СХЕМНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ РАДИОДЕТАЛЕЙ И КОМПОНЕНТОВ

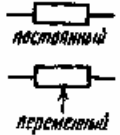
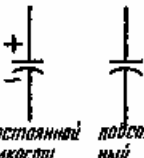
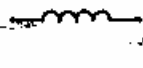
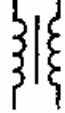

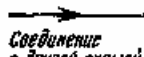
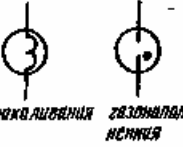
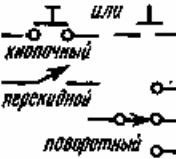
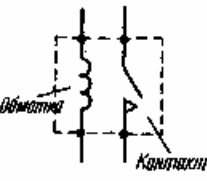

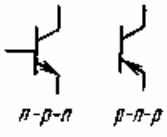



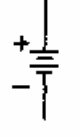
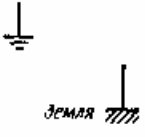

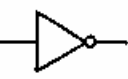
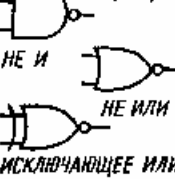
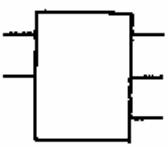
<p><i>Резистор</i></p>  <p>постоянный переменный</p>	<p><i>Конденсатор</i></p>  <p>постоянный емкости переменный</p>	<p><i>Обмотки или индуктивность</i></p> 	<p><i>Трансформатор</i></p> 
<p><i>Электрическое соединение</i></p>  <p>Наличие соединения Отсутствие соединения</p>	<p><i>Подключение</i></p>  <p>Соединение с другой схемой</p>	<p><i>Лампочки</i></p>  <p>накаливания газонаполненная</p>	<p><i>Переключатель</i></p>  <p>или кнопочный перекладной поворотный</p>
<p><i>Реле</i></p>  <p>обмотка Контакты</p>	<p><i>Диод</i></p>  <p>выпрямительный светодиод</p>	<p><i>Транзистор (тип)</i></p>  <p>п-р-п р-п-р</p>	<p><i>Громкоговоритель</i></p> 
<p><i>Микрофон</i></p> 	<p><i>Головной телефон</i></p> 	<p><i>Батарея (источник питания)</i></p> 	<p><i>Заземление</i></p>  <p>земля</p>
<p><i>Усилитель</i></p> 	<p><i>Логический инвертор</i></p> 	<p><i>Логический вентиль (тип)</i></p>  <p>НЕ И НЕ ИЛИ ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ</p>	<p><i>Интегральная схема (общее обозначение)</i></p> 

Рис.. П.1.1. Схемные обозначения различных радиодеталей и компоненту

Приложение 2 НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРАХ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ

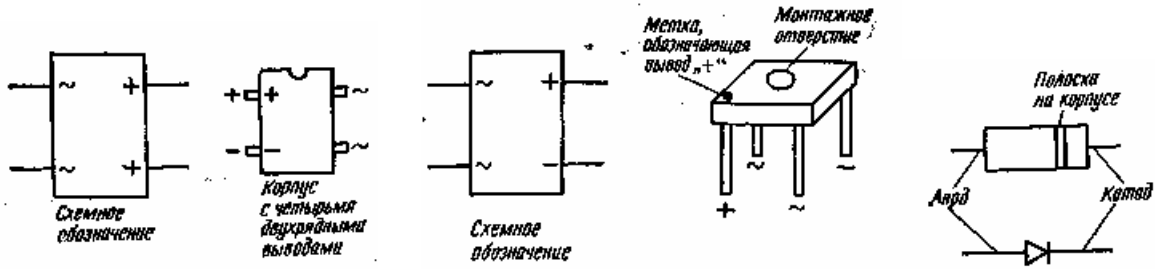


Рис. П.2.1. Выпрямитель мостового типа на напряжение 50 В при токе 1 А.

Рис. П.2.2. Двухполупериодный выпрямитель мостового типа на напряжение 50 В при токе 6 А.

А.

Рис. П.2.3. Выпрямительный диод.

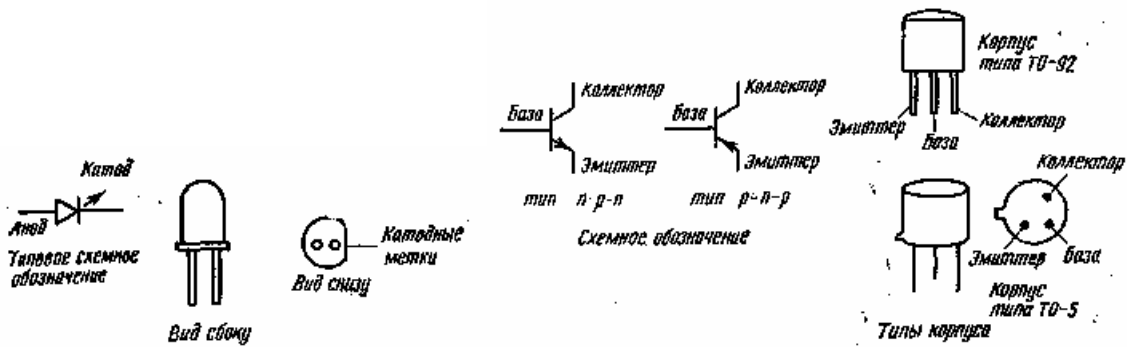


Рис. П.2.4. Типовой светодиод.

Рис. П.2.5. Типовые n-p-n и p-n-p-транзисторы.

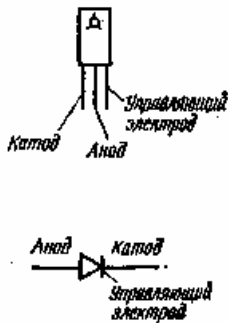


Рис. П.2.6. Кремниевый управляемый выпрямитель.

Рис. П.2.7. Фототранзистор типа FPT-100.

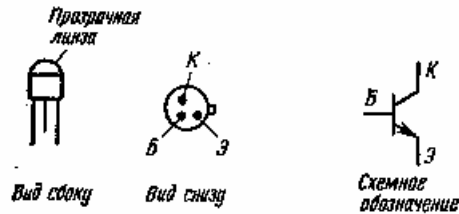


Рис. П.2.8. Семисегментный индикатор.

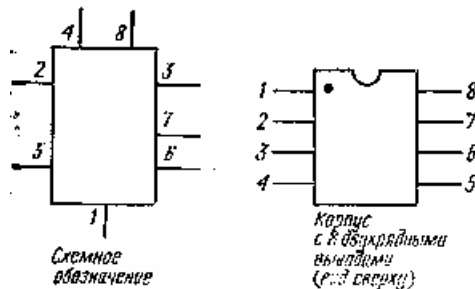
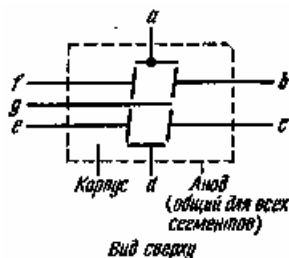
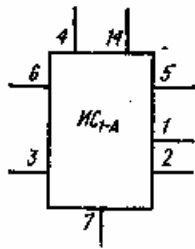
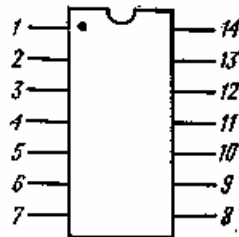
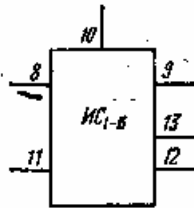


Рис. П.2.9. Таймер типа 555.

Номера выводов В	Назначение
1	Земля (минус источника питания)
2	Запуск
3	Выход
4	Сброс
5	Управляющее напряжение
6	Пороговое напряжение
7	Разряд
8	Напряжение питания (плюс источника питания)



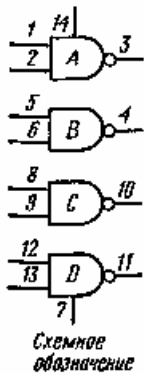
Схемное обозначение



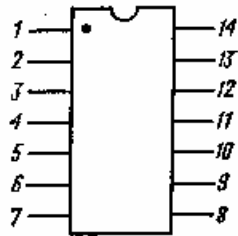
Корпус с 14 двусторонними выводами (вид сверху)

Номера выводов	Назначение	Номера выводов	Назначение
1	Разряд таймера А	9	Выход таймера В
2	Пороговый уровень таймера А	10	Сброс таймера В
3		11	Управляющее напряжение таймера В
4	Управляющее напряжение таймера А	12	Пороговый уровень таймера В
5	Сброс таймера А	13	Разряд таймера В
6	Выход таймера А	14	
7	Запуск таймера А		
8	Земля таймера А и В		
	Запуск таймера В		

Рис. П.2.10. Двойной таймер типа 555.



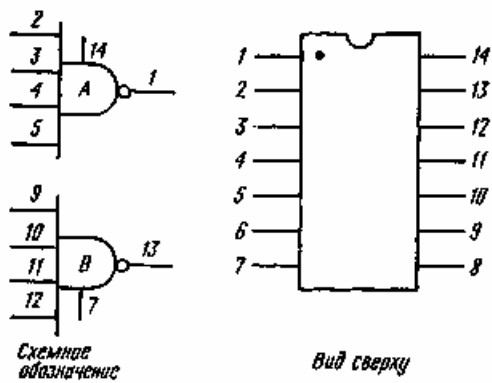
Схемное обозначение



Вид сверху

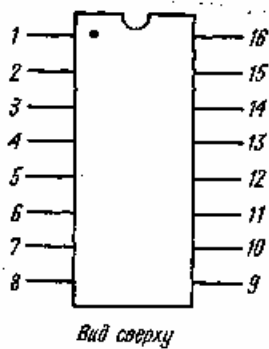
Номера выводов	Назначение
1	Вход Х вентиля А
2	Вход Y вентиля А
3	Выход вентиля А
4	Выход вентиля В
5	Вход Х вентиля В
6	Вход Y вентиля В
7	Земля (минус)
8	Вход Х вентиля С
9	Вход Y вентиля С
10	Выход вентиля С
11	Выход вентиля D
12	Вход Х вентиля D
13	Вход Y вентиля D
14	Плюс источника питания

Рис. П.2.11. Интегральная схема типа 4011 четырех двухвходовых логических вентилях И-НЕ на дополняющих МОП-транзисторах.



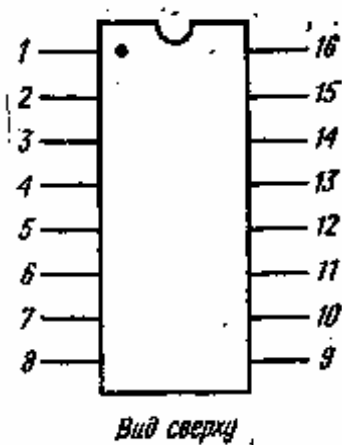
Номера выводов	Назначение
1	Выход вентиля А
2	Вход 1 вентиля А
3	Вход 2 вентиля А
4	Вход 3 вентиля А
5	Вход 4 вентиля А
6	Свободный
7	Минус источника питания
8	Свободный
9	Вход 1 вентиля В
10	Вход 2 вентиля В
11	Вход 3 вентиля В
12	Вход 4 вентиля В
13	Выход вентиля В
14	Плюс источника питания

Рис. П.2.12. Интегральная схема типа 4012 двух четырехвходовых логических вентилях И-НЕ на дополняющих МОП-транзисторах.



Номера выводов	Назначение
1	Выход 5
2	Выход 1
3	Выход 0
4	Выход 2
5	Выход 6
6	Выход 7
7	Выход 3
8	Минус источника питания
9	Выход 8
10	Выход 4
11	Выход 9
12	Дополнительный выход
13	Разрешение синхросигнала
14	Вход синхронизации
15	Установка нуля
16	Плюс источника питания

Рис. П.2.13. Интегральная схема типа 4017 декадного счетчика с декоди, рованными выходными сигналами на дополняющих МОП-транзисторах.

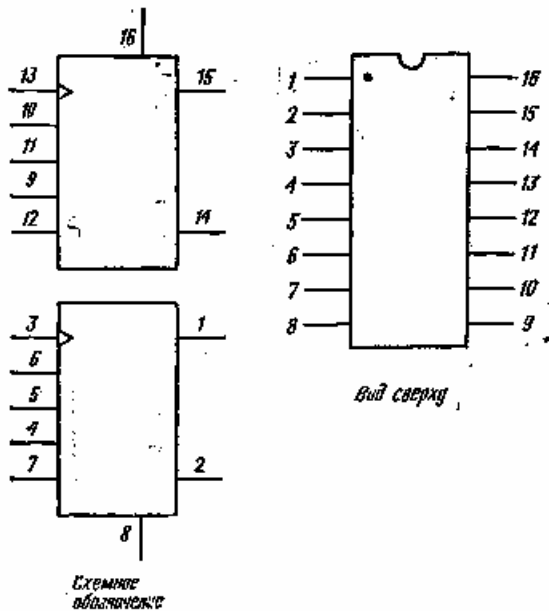


Номера выводов	Назначение
1	Выход 12
2	Выход 13
3	Выход 14
4	Выход 6
5	Выход 5
6	Выход 7
7	Выход 4
8	Минус источника питания
9	Выход 1
10	Вход синхронизации
И	Установка нуля
12	Выход 9
13	Выход 8

14 | Выход 10
15 | Выход 11

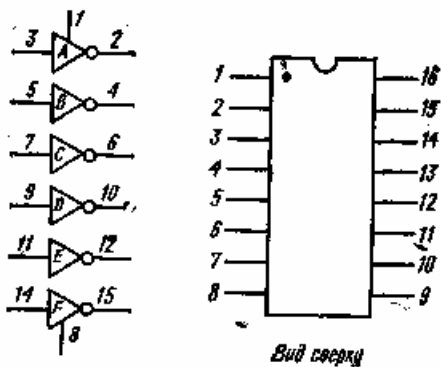
16 | Плюс источника питания

Рис. П.2.14. Интегральная схема типа 4020 14-разрядного двоичного счетчика на дополняющих МОП-транзисторах.



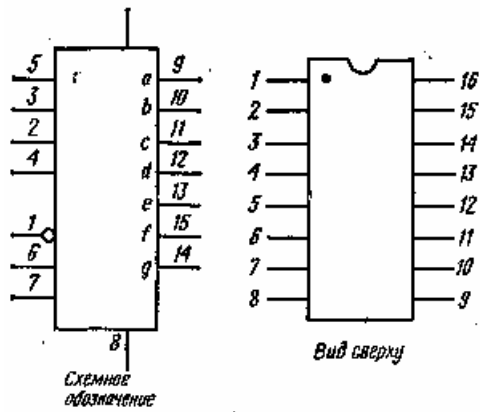
Номера выводов	Назначение
1	Выход Q триггера А
2	Выход Q (дополняющий) триггера А
3	Вход синхр- и триггера А
4	Вход установки триггера А в 0
5	К-вход триггера А
6	Вход J триггера А
7	Вход установки триггера А в 1
8	Минус источника питания
9	Вход установки триггера В в 1
10	Вход J триггера В
11	К-вход триггера В
12	Вход установки триггера В в 0
13	Вход синхр- и триггера В
14	Выход Q (дополняющий) триггера В
15	Выход Q триггера В
16	Плюс источника питания

Рис. П.2.15. Интегральная схема типа 4027 двойного J — К-триггера на дополняющих МОП-транзисторах.



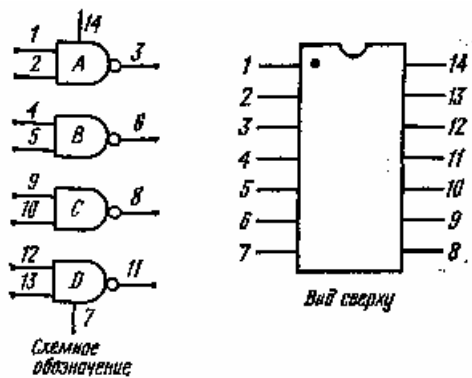
Номера выводов	Назначение
1	Плюс источника питания
2	Выход инвертора А
3	Вход инвертора А
4	Выход инвертора В
5	Вход инвертора В
6	Выход инвертора G
7	Вход инвертора С
8	Минус источника питания
9	Вход инвертора D
10	Выход инвертора D
11	Вход инвертора E
12	Выход инвертора E
13	Свободный
14	Вход инвертора F
15	Выход инвертора F
16	Свободный

Рис. П.2.16. Интегральная схема типа 4049 шести инверторов на дополняющих МОП-транзисторах.



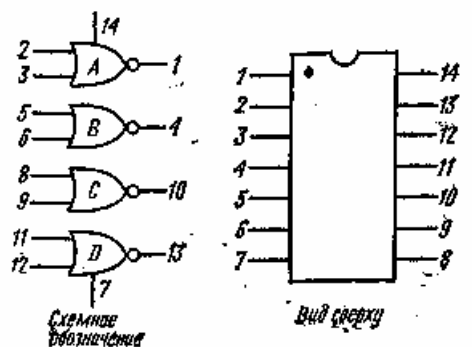
Номера выводов	Назначение
1	Вход разрешения загрузки
2	Вход счетчика С
3	Вход счетчика В
4	Вход, счетчика D
5	Вход счетчика А
6	Управление выводом
7	Установка в 0
8	Минус источника питания
9	Выход сегмента а
10	Выход сегмента b
11	Выход сегмента с
12	Выход сегмента d
13	Выход сегмента e
14	Выход сегмента g
15	Выход сегмента f
16	Плюс источника питания

Рис. П.2.17. Интегральная схема типа MC14543 преобразователя двоично-десятичного кода в 7-сегментный код.



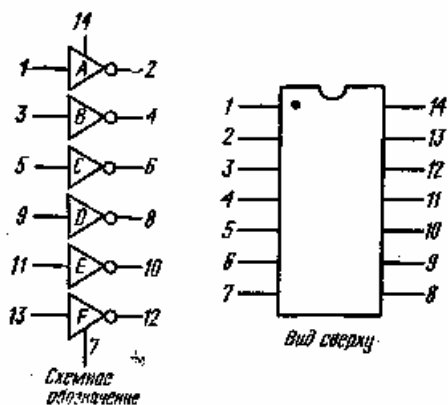
Номера выводов	Назначение
1	Вход X вентиля А
2	Вход Y вентиля А
3	Выход вентиля А
4	Вход X вентиля В
5	Вход Y вентиля В
6	Выход вентиля В
7	Земля (минус)
8	Выход вентиля С
9	Вход X вентиля С
10	Вход Y вентиля С
11	Выход вентиля D
12	Вход X вентиля D
13	Вход Y вентиля D
14	Плюс источника питания

Рис. П.2.18. Интегральная схема ТТР типа 7400, 74LS00 четырех двухвходовых логических вентилях И-НЕ.



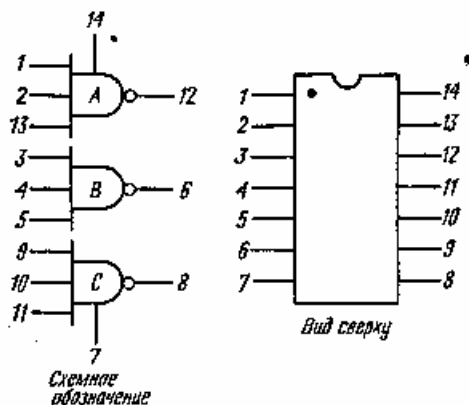
Номера выводов	Назначение
1	Выход вентиля А
2	Вход X вентиля А
3	Вход Y вентиля А
4	Выход вентиля В
5	Вход X вентиля В
6	Вход Y вентиля В
7	Земля («минус») -
8	Вход X вентиля С
9	Вход Y вентиля С
10	Выход вентиля С
11	Вход X вентиля D
12	Вход Y вентиля D
13	Выход вентиля D
14	«Плюс» источника питания

Рис. П.2.19. Интегральная схема типа 7402 четырех двухвходовых логических вентилях ИЛИ-НЕ.



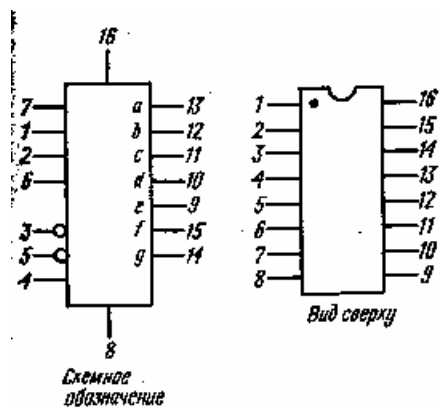
Номера выводов	Назначение
1	Вход инвертора А
2	Выход инвертора А
3	Вход инвертора В
4	Выход инвертора В
5	Вход инвертора С
6	Выход инвертора С
7	Земля (минус)
8	Выход инвертора D
9	Вход инвертора D
10	Выход инвертора E
11	Вход инвертора E
12	Выход инвертора F
13	Вход инвертора F
14	Плюс источника питания

Рис. П.2.20. Интегральная схема ТТЛ типа 74LS04 шести инверторов.



Номера выводов	Назначение
1	Вход X вентиля А
2	Вход Y вентиля А
3	Вход X вентиля В
4	Вход Y вентиля В
5	Вход Z вентиля В
6	Выход вентиля В
7	Земля (минус)
8	Выход вентиля С
9	Вход X вентиля С
10	Вход Y вентиля С
11	Вход Z вентиля С
12	Выход вентиля А
13	Вход Z вентиля А
14	Плюс источника питания

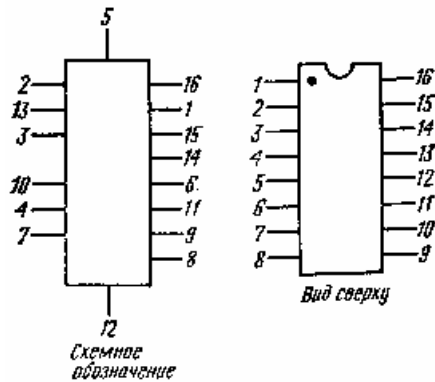
Рис. П.2.21. Интегральная схема ТТЛ типа 7410, 74LS10 трех трехвходовых логических вентилях И-НЕ.



1	Вход счетчика В
2	Вход счетчика С
3	Вход проверки
4	Выход бланкирования пульсаций
5	Вход бланкирования пульсаций
6	Вход счетчика D
7	Вход счетчика А
8	Земля (минус)
9	Выход сегмента e
10	Выход сегмента d
11	Выход сегмента c
12	Выход сегмента b
13	Выход сегмента a
14	Выход сегмента g
15	Выход сегмента f
16	Плюс источника питания

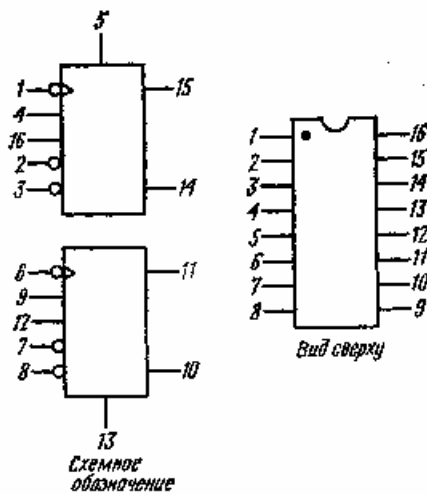
Номера выводов	Назначение
----------------	------------

Рис П 2 22 Интегральная схема ТТЛ типа 7447 преобразователя двоично-десятичного кода в код управления 7-сегментным индикатором.



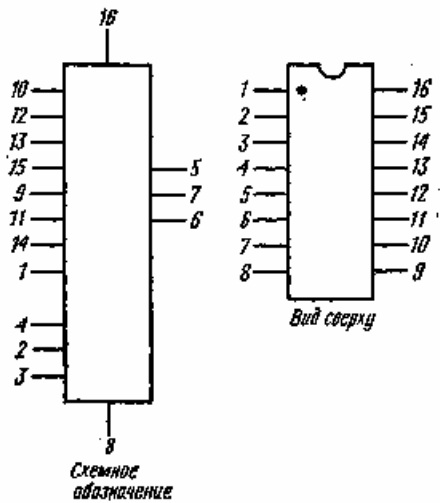
Номера выводов	Назначение
1	Выход Q схемы А
2	Вход D схемы А
3	Вход D схемы- В
4	Вход разрешения схем С и D
5	Плюс источника питания
6	Выход Q схемы С
7	Вход D схемы D
8	Выход Q схемы D
9	Выход Q схемы D
10	Вход D схемы С
И	Выход Q схемы С
12	Земля (минус)
13	Вход разрешения схем А и В
14	Выход Q схемы В
15	Выход Q схемы В
16	Выход Q схемы А

Рис. П.2.23. Интегральная схема 1²Т типа 7475 4-разрядного регистра хранения.



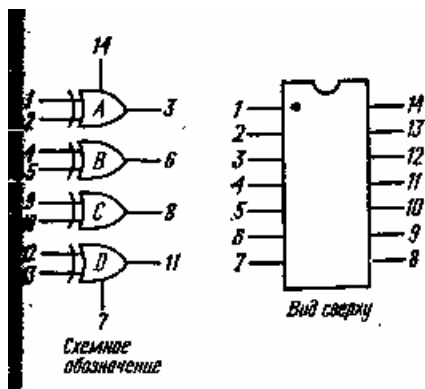
Номера выводов	Назначение
1	Вход синхронизации триггера А
2	Вход установки триггера А
3	Вход сброса триггера А
4	J-вход триггера А
5	Плюс источника питания
6	Вход синхронизации триггера В
7	Вход установки триггера В
8	Вход сброса триггера В
9	J-вход триггера В
10	(Выход Q (дополняющий) триггера В
И	Выход Q триггера В
12	К-вход триггера В
13	Земля (минус)
14	Выход Q (дополняющий) триггера А
15	Выход Q триггера А
16	К-вход триггера А

Рис. П.2.24. Интегральная схема ТТЛ типа 7476, 74LS76 двойного J — К триггера.



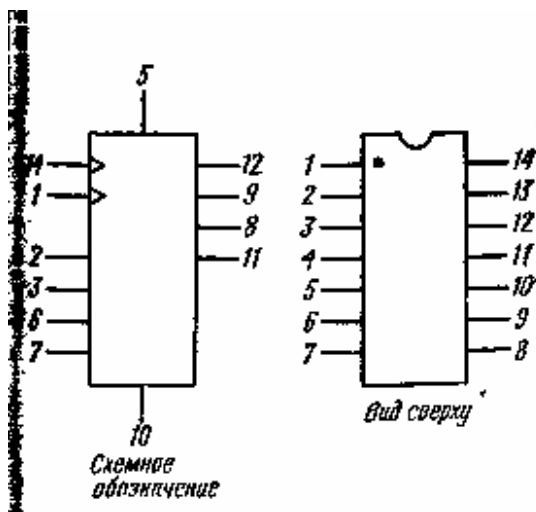
Номера выводов	Назначение
1	Вход В3
2	Вход каскадирования $A < B$
3	Вход каскадирования $A = B$
4	Вход каскадирования $A > B$
5	Выход $A > B$
6	Выход $A = B$
7	Выход $A < B$
8	Земля (минус)
9	Вход В0
10	Вход А0
11	Вход В1
12	Вход А1
13	Вход А2
14	Вход В2
15	Вход А3
16	Плюс источника питания

Рис. П.2.25. Интегральная схема ТТЛ типа 7485, 74LS85 4-разрядного устройства сравнения.



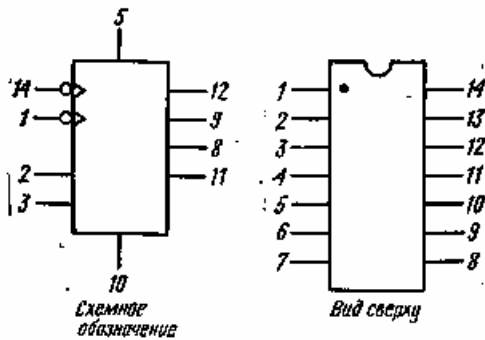
Номера выводов	Назначение
1	Вход X вентиля А
2	Вход Y вентиля А
3	Выход вентиля А
4	Вход X вентиля В
5	Вход Y вентиля В
6	Выход вентиля В
7	Земля (минус)
8	Выход вентиля С
9	Вход X вентиля С
10	Вход Y вентиля С
11	Выход вентиля D
12	Вход X вентиля D
13	Вход Y вентиля D
14	Плюс источника питания

Рис. П.2.26. Интегральная схема ТТЛ типа 7486 74LS86 четырех логических вентилях ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ.



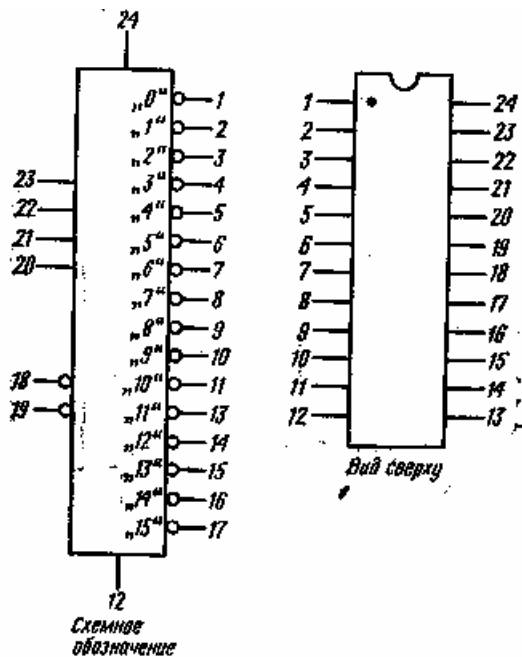
Номера выводов	Назначение
1	Вход синхр- и В
2	Установка нуля № 1
3	Установка нуля № 2
4	Свободный
5	Плюс источника питания
6	Установка 9 № 1
7	Установка 9 № 2
8	Выход QC
9	Выход QB
10	Земля (минус)
11	Выход QD
12	Выход QA
13	Свободный

Рис. П.2.27. Интегральная схема ТТЛ типа 7490, 74LS90 двоично-десятичного счетчика.



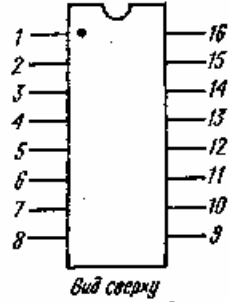
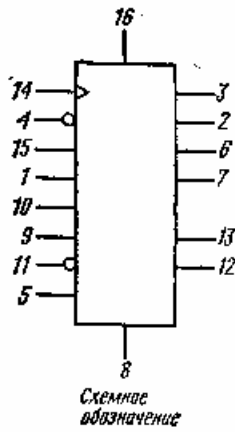
Номера выводов	Назначение
1	Вход синхр- и В
2	Установка нуля № 1
3	Установка нуля № 2
4	Свободный
5	Плюс источника питания
6	Свободный
7	Свободный
8	Выход QC
9	Выход QB
10	Земля (минус)
11	Выход QD
12	Выход QA
13	Свободный
14	Вход синхр- и А

Рис. П.2.28. Интегральная схема ТТЛ типа 7493, 74LS93 4-разрядного двоичного счетчика.



Номера выводов	Назначение
1	Выход 0
2	Выход 1
3	Выход 2
4	Выход 3
5	Выход 4
6	Выход 5
7	Выход 6
8	Выход 7
9	Выход 8
10	Выход 9
11	Выход 10
12	Земля (минус)
13	Выход 11
14	Выход 12
15	Выход 13
16	Выход 14
17	Выход 15
18	Вход разрешения № 1
19	Вход разрешения № 2
20	Двоичный вход D
21	Двоичный вход C
22	Двоичный вход B
23	Двоичный вход A
24	Плюс источника питания

Рис. П.2.29. Интегральная схема ТТЛ типа 74154 дешифратора из 4 в 16 (декодера 4-разрядных в 16-разрядные коды).



3	Выход QA
4	Вход разрешения синхронизации
5	Вход выбора прямого/обратного отсчета
6	Выход QC
7	Выход QD
8	Земля (минус)
9	Информационный вход D
10	Информационный вход C
11	Информационный вход нагрузки
12	Выход максимального/минимального отсчета
13	Выход переноса
14	Вход синхронизации
15	Информационный вход A
16	Плюс источника питания

Номера выводов	Назначение
1	Информационный вход B
2	Выход QB

Рис. П.2.30. Интегральная схема ТТЛ типа 74190, 74LS190 двоично-десятичного счетчика и типа 74191, 74LS191 4-разрядного двоичного счетчика.

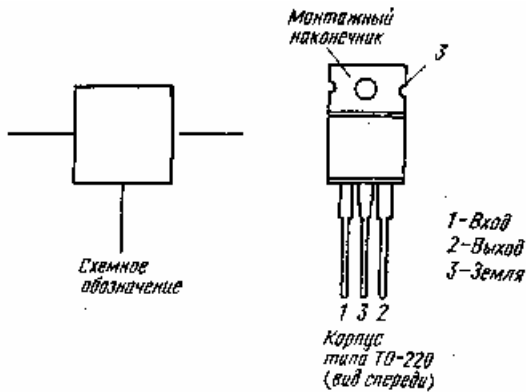
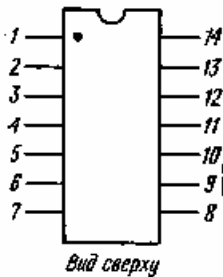


Рис. П.2.31. Интегральная схема типа 7805 стабилизатора напряжения 5 В при токе 1 А (а также типов 7812 на 12 В и 7815 на 15 В)



Номера выводов	Назначение
1	Ток смещения
2	Вход регулировки нуля
3	Токовый вход
4	Минус источника питания
5	Выход опорного напряжения
6	Заземление сигнала
7	Вход опорного напряжения
8	Выходная частота
9	Земля
10	Выход 1/2 частоты
11	Вход схемы сравнения
12	Выход усилителя
13	Свободный
14	Плюс источника питания

Рис. П.2.32. Интегральная схема преобразователя «напряжение — частота»/«частота — напряжение» типа 9400 на дополняющих МОП-транзисторах.



Рис. П.2.33. Интегральная схема типа LM317 регулируемого стабилизатора напряжения.

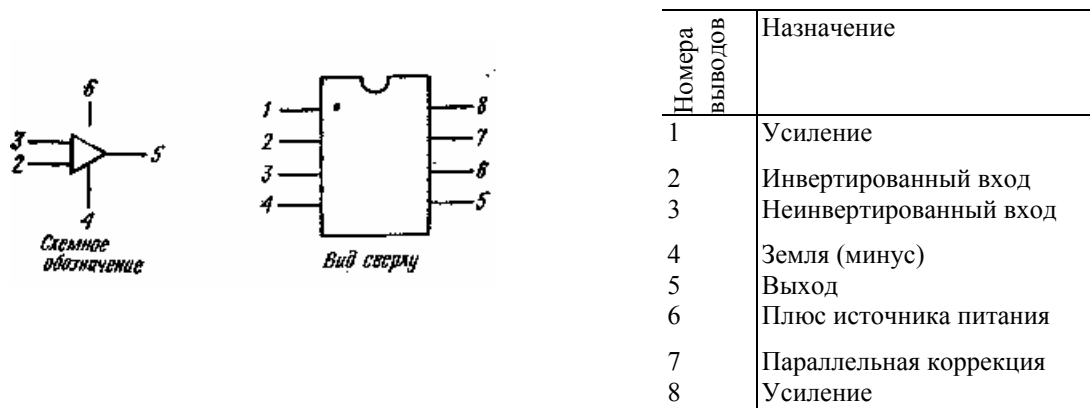
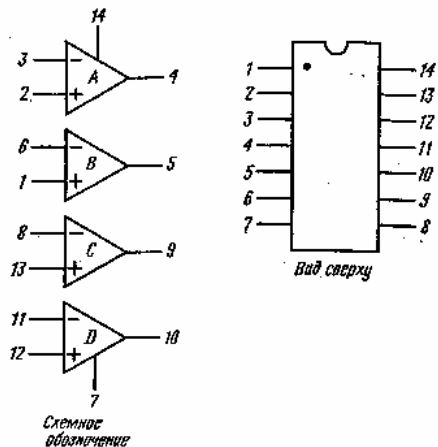
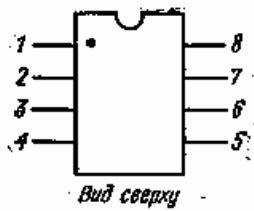


Рис. П.2.34. Интегральная схема типа LM386 усилителя низкой частоты.



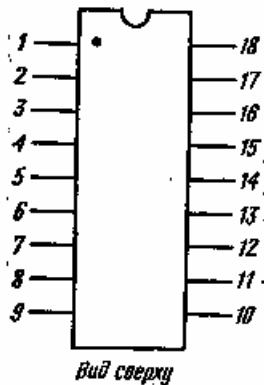
Номера выводов	Назначение	Номера выводов	Назначение
1	Вход «+» канала В	8	Вход «—» канала С
2	Вход «+» канала А	9	Выход канала С
3	Вход «—» канала А	10	Выход канала D
4	Выход канала А	11	Вход «—» канала D
5	Выход канала В	12	Вход «+» канала D
6	Вход «—» канала В	13	Вход «+» канала С
7	Земля (минус)	14	Плюс источника питания

Рис. П.2.35. Интегральная схема типа LM3900 четырехканального операционного усилителя.



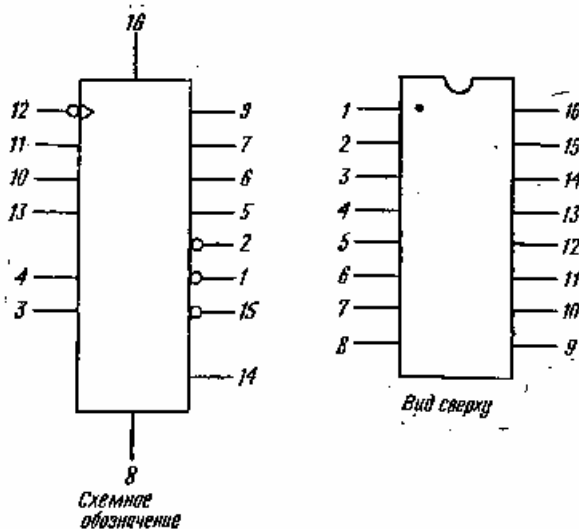
Номера выводов	Назначение
1	RC-цепь с малой постоянной времени
2	Выход
3	Свободный
4	Земля (минус)
6	Плюс источника питания
6	Ограничение тока
7	Свободный
8	RC-цепь с большой постоянной времени

Рис. П.2.36. Интегральная схема типа LM3909 генератора.



Номера выводов	Назначение
1	Светодиод № 1
2	Земля (минус)
3	Плюс источника питания
4	Низкое опорное напряжение
6	Сигнальный вход
6	Высокое опорное напряжение
7	Выходное опорное напряжение
8	Регулирование опорного напряжения
9	Выбор точки/сегмента
10	Светодиод № 10
11	Светодиод № 9
12	Светодиод № 8
13	Светодиод № 7
14	Светодиод № 6
15	Светодиод № 5
16	Светодиод № 4
17	Светодиод № 3
18	Светодиод № 2

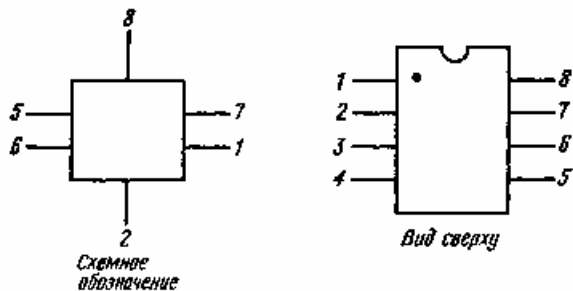
Рис. П.2.37, Интегральная схема типа LM3914 блока управления точечными и сегментными индикаторами.



Номера выводов	Назначение	Номера выводов	Назначение
1	Выбор декады № 2	10	Вход разрешения
2	Выбор декады № 1	11	Вход выключения мик-

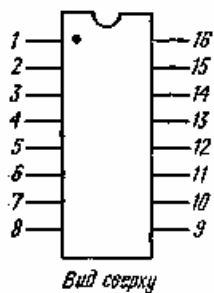
3	Емкостной вход В	12	росхемы
4	Емкостной вход А	13	Вход синхронизации
6	Выход QD	14	Вход общего сброса на нуль
Б	Выход QC	15	Выход переполнения
7	Выход QB	16	Выбор декады № 3
8	Минус источника питания		Плюс источника питания
9	Выход QA		

Рис. П.2.38. Интегральная схема типа МС14553 трехдекадного двоичнодесятичного счетчика (другое обозначение — 4553) на дополняющих МОП-транзисторах.



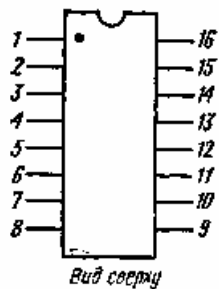
Номера выводов	Назначение	Номера выводов	Назначение
1	Изолированный выход стабилизированной частоты	5	Вход № 1 кварцевого резонатора
2	Минус источника питания	6	Вход № 2 кварцевого резонатора
3	Свободный	7	Выход деления на 59G59
4	Свободный	8	Плюс источника питания

Рис. П.2.39. Интегральная схема типа ММ5369 17-каскадного генератора.



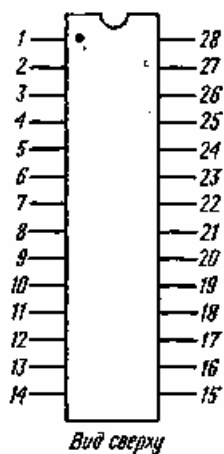
Номера выводов	Назначение
1	Плюс источника питания
2	Вход синхронизации
3	Минус источника питания
4	Выход В-диез
5	Выход Г
6	Выход Д-бемоль
7	Выход Д
8	Выход Е
9	Выход Е-диез
10	Выход Ж
11	Выход А-бемоль
12	Выход А
13	Выход Б-бемоль
14	Выход Б
15	Выход В (высокий)
16	Выход В (низкий)

Рис. П.2.40. Интегральная схема типа ММ5871 генератора ритма на р-ка-нальных МОП-транзисторах.



Номера выводов	Назначение
1	Минус источника питания
2	Вход регулировки темпа
3	Вход регулировки длительности импульсов
4	Промежуточное напряжение + напряжение питания
5	Высокое напряжение + напряжение питания
6	Вход выбора ритма рок
7	Вход выбора ритма самба
8	Вход выбора ритма марш
9	Выход басового барабана
10	Выход среднего барабана
11	Выход бонго
12	Выход рабочего барабана
13	Выход барабана «бочка»
14	Вход выбора ритма вальс
15	Вход выбора ритма медленный рок
16	Вход выбора ритма свинг

Рис. П241 Интегральная схема типа S5924P однооктавного синтезатора на р-канальных МОП-транзисторах.



Номера выводов	Назначение
1	Выбор огибающей № 1
2	Земля (минус)
3	Синхровход внешним шумом
4	Резистор цепи синхронизации шумом
5	Резистор фильтра шумов
6	Конденсатор фильтра шумов
7	Резистор схемы задержки
8	Конденсатор цепи возбуждения/затухания
9	Вход выключения микросхемы
10	Резистор цепи возбуждения
11	Резистор регулировки амплитуды
12	Резистор цепи обратной связи
13	Низкочастотный выход
14	Плюс источника питания
15	Выход регулятора
16	Управляющее напряжение
17	Конденсатор управляемого напряжением генератора
18	Резистор управляемого напряжением генератора
19	Регулировка высоты тона
20	Резистор регулировки низкой частоты
21	Конденсатор регулировки низкой частоты
22	Вход включения управляемого напряжением генератора
23	Конденсатор запуска в ждущем режиме
24	Резистор запуска в ждущем режиме
25	Выбор смесителя В
26	Выбор смесителя А
27	Выбор смесителя С
28	Выбор огибающей № 2

Рис. П.2.42. Интегральная схема И²Л типа SN76477 комбинированного звукового генератора.

Оглавление

Предисловие редактора перевода

Предисловие

Глава 1. Практические рекомендации по пользованию книгой

- 1.1. Выбор устройства .
- 1.2. Проверка правильности выбора устройства
- 1.3. Подбор радиокомпонентов
- 1.4. Изготовление макета выбранного устройства
- 1.5. Рекомендации по поиску и устранению неисправностей . .
- 1.6. Сборка окончательного варианта схемы

Глава 2. Источники питания

- 2.1. Батареи для электронных устройств
- 2.2. Несколько замечаний о разряженных батареях . . .
- 2.3. Стабилизированный источник питания постоянного тока 1 А напряжением 5В
- 2.4. Стабилизированный источник питания постоянного тока 1 А напряжением 12и15В
- 2.5. Экономичные нестабилизированные источники питания постоянного тока напряжением 12 В
- 2.6. Источник питания напряжением 5 и 12 В
- 2.7. Нестабильный источник напряжений ± 6 В
- 2.8. Регулируемый стабилизированный источник питания постоянного тока
- 2.9. Развязывающий трансформатор на переменное напряжение 120 В

Глава 3. Светокоммутаторы

- 3.1. Простой светокоммутатор
- 3.2. Усовершенствованные светокоммутаторы
- 3.3. Простейший низковольтный светосигнализатор
- 3.4. Маломощный светокбммутатор
- 3.5. «Мигающие» ящики
- 3.6. Трехцветный светокоммутатор
- 3.7. Елочный светокоммутатор
- 3.8. Двухнаправленный строчный светокоммутатор («бегущая дорожка»)
- 3.9. Спиральные светокоммутаторы
- 3.10. Неконтактный коммутатор на 10 светодиодов
- 3.11. Простой тестер для проверки светодиодов

Глава 4. Звукосигнализаторы и устройства охранной сигнализации

- 4.1. Простой генератор регулируемого тона
- 4.2. Усовершенствованный генератор регулируемого тона
- 4.3. Пульсирующий тональный генератор
- 4.4. «Воющая сирена»
- 4.5. Два варианта «воющей сирены»
- 4.6. Некоторые схемы включения сигнализации

Глава 5. Синхронизаторы и времязадающие устройства

- 5.1. Простое регулируемое времязадающее устройство
- 5.2. Простое реле времени
- 5.3. Комбинированное реле времени и времязадающее устройство
- 5.4. Ступенчатое реле времени
- 5.5. Сенсорное реле времени
- 5.6. Реле времени с длительной задержкой

Глава 6. Счетчики .

- 6.1. Четырехразрядный двоичный счетчик
- 6.2. Шестнадцатеричный счетчик
- 6.3. Двоично-десятичные счетчики
- 6.4. Два простых декадных счетчика
- 6.5. Декадные счетчики с цифровыми индикаторами
- 6.6. Однодекадный цифровой счетчик событий
- 6.7. Универсальный однодекадный счетчик
- 6.8. Счетчик обратного отсчета («Пуск ракеты»)

Глава 7. Трехдекадные счетчики

- 7.1. Трехзначный индикатор
- 7.2. Трехдекадный счетчик с уплотнением
- 7.3. Трехдекадный счетчик событий
- 7.4. Простой цифровой секундомер

Глава 8. Усилители низкой частоты

- 8.1. Наиболее общая проблема, связанная с УНЧ
- 8.2. Усилитель низкой частоты общего назначения .
- 8.3. Выходной усилитель для кассетных магнитофонов
- 8.4. Низковольтный усилитель с выходной мощностью 4 Вт для акустических систем
- 8.5. Трехканальный низкочастотный микшер
- 8.6. Высокочувствительное устройство
- 8.7. Индикатор уровня громкости на светодиодах

Глава 9. Звуковые генераторы и синтезаторы

- 9.1. Имитатор звука
- 9.2. «Забавный» звуковой генератор
- 9.3. Звуковые эффекты «Воздушный бой»
- 9.4. Комбинированный звуковой генератор .
- 9.5. Генератор произвольных тональных сигналов
- 9.6. Низкочастотный синтезатор с цифровым управлением
- 9.7. Низкочастотный синтезатор
- 9.8. Простой шумовой генератор

Глава 10. Электромusзыкальные инструменты

- 10.1. Две простые схемы электрооргана
- 10.2. Октавный электрогенератор
- 10.3. Простой метроном
- 10.4. Специальный тактовый генератор
- 10.5. Генератор ритма
- 10.6. Синтезатор звуков ударных инструментов
- 10.7. Бесструнная гавайская гитара
- 10.8. Программируемая музыкальная шкатулка

Глава II. Забавы и электронные игры

- 11.1. Электронная игра «орел— решка»
- 11.2. Электронная игра в кости
- 11.3. Цифровая электронная игра в кости
- 11.4. Электронная игра «Салки»
- 11.5. Три электронные игры на быстроту реакции

Глава 12. Различные устройства управления

- 12.1. Два пусковых светочувствительных устройства
- 12.2. Электронный петух
- 12.3. Звукочувствительный светильник
- 12.4. Сенсорный детектор
- 12.5. Сенсорный переключатель
- 12.6. Устройство управления скоростью и яркостью
- 12.7. Сигнализатор и индикатор отказа электросети

Глава 13. Высокочастотные устройства

- 13.1. Простейший радиоприемник
- 13.2. Кварцевый высокочастотный генератор
- 13.3. Декадный высокочастотный генератор
- 13.4. Пятнадцатиканальный высокочастотный синтезатор

Приложение 1. Схемные обозначения радиодеталей и компонентов

Приложение 2. Некоторые сведения о полупроводниковых приборах и интегральных схемах

УВАЖАЕМЫЙ ЧИТАТЕЛЬ!

Ваши замечания о содержании книги, ее оформлении, качестве перевода и другие просим присылать по адресу: 129820, Москва, И-110, ГСП, 1-й Рижский пер., д. 2, издательство «Мир».

УДК 621.3.049.77 + в21.3.049.7в/.774

Х36

ББК 32.844.1

Хейзерман Д.

Х35 Применение интегральных схем: Пер. с англ. — М., «Мир», 1984. — 207 с., ил.

Книга американского автора продолжает серию книг по техническому творчеству. В ней рассмотрены схемы высококачественных усилителей для музыкальных инструментов, стереомагнитофонов, радиоприемников и цвето» музыкальных приставок, доступные для самостоятельного изготовления с использованием интегральных модулей. Много внимания уделено рекомендациям по наладке этих схем с помощью простейших приборов.

Расчитана на широкий круг читателей, занимающихся самодеятельным техническим творчеством.

2401000000 — 217 ББК 32.844.1
Х-----156-84
041 (01) -84 6Ф2Л

Дэвид Л. Хейзерман

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Редактор Л. С. Сысоева.
Художник В. С. Стуликов.
Художественный редактор В. Б. Прищепа.
Технический редактор Н. И. Манохина.
Корректор Т. И. Стифеева
ИБ № 3677

Сдано в набор 17.08.84. Подписано к печати 24.02.84. Формат 60X90 1/16. Бумага типографская Л» 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Объем 6,50 бум. л. Усл. печ. л. 13,00. Усл. кр.-огт, 13,35. Уч.-изд. л. 12,10., Изд. № 20/2753. Тираж 75 000 экз. Зак. 775. Цена 95 коп.

«ИЗДАТЕЛЬСТВО МИР», 129820, Москва, Ил.110, ГСП, 1-й Рижский пер., 2.

Ленинградская типография № 2 головное предприятие ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 198052, г. Ленинград, Л-52, Измайловский проспект, 29.

OCR Pirat