

135

радиолюбительских устройств
на одной микросхеме



Ньютон С.

Newton C. Braga

**CMOS PROJECTS
AND EXPERIMENTS**

FUN WITH THE 4093 INTEGRATED CIRCUIT



Newnes

В помощь радиолюбителю

Ньютон С. Брага

**135 РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИХ
УСТРОЙСТВ НА ОДНОЙ
МИКРОСХЕМЕ**



Москва, 2007

УДК 159.9.078

ББК 32.844

Б87

Брага Ньютон С.

Б87 135 радиолюбительских устройств на одной микросхеме / Ньютон С. Брага; Пер. с англ. Безяева П. Г. – М. : ДМК Пресс, 2007. – 248 с. : ил. (В помощь радиолюбителю).

ISBN 5-94074-359-5

В книге собрано более сотни оригинальных схем на базе ИС КМОП 4093. Автор разделил их все на практические, которые могут быть полезны нам в быту, и экспериментальные, интересные с познавательной точки зрения.

Пользуясь подробным описанием, вы сможете собрать следующие устройства: управляемые прикосновением и светом генераторы, метроном, генератор тона азбуки Морзе, устройства звуковой и световой сигнализации, выключающий и включающий таймеры, бистабильное звуковое реле, имитатор подбрасывания монеты, ультрафиолетовый светильник, преобразователь для флуоресцентной лампы, электронейростимулятор, экспериментальный генератор высокого напряжения и др.

Для каждой принципиальной схемы приведен перечень необходимых элементов. Объясняются принципы работы схем и возможности их модификации.

Автор также предлагает полезные советы, указывает наиболее экономичные решения. Приведены ссылки на источники дополнительной информации.

Сборник предназначен для творчески настроенных радиолюбителей, желающих расширить свой кругозор в следующих сферах: аудио, радио, компьютеры, приборы, сигнализация, игры, а также для тех, кто хочет изучить основы электронной схемотехники на базе ИС 4093.

ISBN 0-7506-7170-X (англ.)

ISBN 5-94074-359-5 (рус.)

Copyright © 1999 by

Butterworth–Heinemann

© Издание на русском языке,
перевод на русский язык,
оформление. ДМК Пресс, 2007

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	11
-------------------	----

Где можно найти ИС 4093	13
-------------------------------	----

Благодарности	14
---------------------	----

1	Глава 1. ИС КМОП 4093	15
	Семейство КМОП 4000	16
	ИС 4093	17
	Базовые схемы	19
	2И–НЕ с триггером Шмитта	19
	Инвертор	20
	Генератор	22
	Ждущий мультивибратор	23
	RS-триггер	25
	Генератор на двух вентилях	27
	Трехвентильный генератор	28
	Управляемые генераторы	29
	Усилители прямоугольных сигналов и буферные каскады	30
	Выходные характеристики ИС 4093	32
	Источники питания	37
	Простейший источник питания	37
	Стабилизированный источник питания	38
	Источник питания с усилителем	40

2	Проекты устройств для звуковых и радиочастот	41
	Проект 1. Простой генератор звука I (Э)	42
	Проект 2. Простой генератор звука II (Э, П)	43
	Проект 3. Генератор тестового сигнала (Э, П)	44
	Проект 4. Генератор, управляемый прикосновением I (Э)	45
	Проект 5. Генератор I, управляемый светом (Э)	47
	Проект 6. Генератор, управляемый плазмой (Э)	48
	Проект 7. Отпугиватель насекомых (Э, П)	49
	Проект 8. Звуковой генератор (П)	51
	Проект 9. Метроном I (Э, П)	52
	Проект 10. Метроном II (Э, П)	53
	Проект 11. Ультразвуковой генератор I (Э, П)	55

Проект 12. Ультразвуковой генератор II (Э, П)	56
Проект 13. Ультразвуковой генератор III (Э, П)	58
Проект 14. Мощный ультразвуковой генератор (Э, П)	59
Проект 15. Генератор на спичке (Э)	61
Проект 16. Генератор тона азбуки Морзе (П)	62
Проект 17. Генератор на 100–1000 Гц (Э)	64
Проект 18. Генератор II, управляемый прикосновением (Э)	65
Проект 19. Генератор II, управляемый светом (Э)	66
Проект 20. Передатчик с несущей частотой 100 кГц – 1 МГц (Э)	67
Проект 21. Модулируемый передатчик с частотой 100 кГц – 1 МГц (Э)	68
Проект 22. Передатчик с несущей частотой 3–4 МГц (Э)	69
Проект 23. Модулируемый передатчик с частотой 3–4 МГц (Э) ...	71
Проект 24. Устройство звуковой сигнализации I (Э, П)	72
Проект 25. Устройство звуковой сигнализации II с мощным выходом (Э, П)	73
Проект 26. Устройство звуковой сигнализации III (Э, П)	74
Проект 27. Двухтоновое устройство звуковой сигнализации I (Э, П)	75
Проект 28. Мощное устройство звуковой сигнализации IV (Э, П)	77
Проект 29. Устройство звуковой сигнализации V на комплементарных транзисторах (Э, П)	78
Проект 30. Двухтоновая сирена (Э, П)	79
Проект 31. Сирена с частотной модуляцией (Э, П)	80
Проект 32. Генератор сложных звуковых сигналов (Э, П)	82
Проект 33. Устройство звуковой сигнализации с переменным интервалом (Э)	84
Проект 34. Сирена с переменным рабочим циклом (Э, П)	85
Проект 35. Запускаемая прикосновением сирена (Э)	87
Проект 36. Звуковая машина (Э, П)	88

3 Схемы с применением ламп и светодиодов91

Проект 37. Устройство световой сигнализации на светодиоде I (Э)	92
Проект 38. Тестер для ИС 4093 (Э)	93
Проект 39. Устройство световой сигнализации на лампе накаливания (Э, П)	94
Проект 40. Устройство световой сигнализации с лампой накаливания и переменным рабочим циклом (Э, П)	96
Проект 41. Устройство световой и звуковой сигнализации (Э) ...	97
Проект 42. Устройство световой сигнализации на светодиоде II (Э)	98

Проект 43. Устройство световой сигнализации с двойной регулировкой рабочего цикла (Э)	99
Проект 44. Устройство световой сигнализации с двумя светодиодами I (Э)	100
Проект 45. Устройство световой сигнализации II на двух светодиодах и комплементарных транзисторах (Э)	102
Проект 46. Двухцветное устройство световой сигнализации на светодиодах III (Э, П)	103
Проект 47. Мощное устройство световой сигнализации (Э, П)	104
Проект 48. Выключатель лампы с задержкой (Э, П)	105
Проект 49. Устройство световой сигнализации с неоновой лампой (Э)	106
Проект 50. Устройство световой сигнализации, выключающееся с задержкой (Э, П)	108
Проект 51. Устройство световой сигнализации, включающееся с задержкой (Э, П)	110
Проект 52. Запускающееся прикосновением устройство световой сигнализации на светодиоде (Э)	111
Проект 53. Устройство световой сигнализации с лампой накаливания с переменным рабочим циклом (Э, П)	112
Проект 54. Включающееся в темноте устройство световой сигнализации с лампой накаливания (П)	113
Проект 55. Устройство световой сигнализации с переменным рабочим циклом (Э, П)	115

4 Устройства со схемами задержки	117
Проект 56. Простейший таймер (Э, П)	118
Проект 57. Реле автоматического отключения (Э, П)	120
Проект 58. Простой таймер II (Э, П)	122
Проект 59. Таймер, формирующий звуковой сигнал (Э, П)	124
Проект 60. Таймер с прерывистым тоном (Э, П)	125
Проект 61. Выключающий таймер (Э, П)	127
Проект 62. Выключающий таймер с прерывистым звуковым сигналом (Э, П)	128
Проект 63. Двойной включающий таймер (Э, П)	129
Проект 64. Включающий и выключающий таймер (Э)	131
Проект 65. Выключающий и включающий таймер (Э)	132
Проект 66. Включающий и выключающий таймер с реле (Э, П)	133
Проект 67. Двойной мини-таймер (Э, П)	135
Проект 68. Двойной таймер с прерывистым тоном (Э, П)	136
Проект 69. Таймер с индикатором-полоской на четырех светодиодах (Э)	138
Проект 70. Таймер с индикатором-полоской и реле (Э, П)	139

Проект 71. Таймер с лампой накаливания (П)	140
Проект 72. Двойной таймер с лампой накаливания (П)	142
Проект 73. Автоматический включающий и выключающий таймер (П)	144

5 Бистабильные схемы (триггеры)	147
Проект 74. Активируемый прикосновением триггер (Э)	148
Проект 75. Активируемая прикосновением схема с реле (Э, П)	149
Проект 76. Электродвигатель, управляемый прикосновением (Э, П)	151
Проект 77. Регистратор одностороннего воздействия (Э, П)	153
Проект 78. Бистабильное звуковое реле (Э, П)	154
Проект 79. Триггер П (Э)	156
Проект 80. Реле П, активируемое прикосновением (Э, П)	157
Проект 81. Световой пульт дистанционного управления (П)	159
Проект 82. Имитатор подбрасывания монеты (П)	161

6 Системы сигнализации	163
Проект 83. Устройство сигнализации для бассейна или индикатор дождя (П)	164
Проект 84. Устройство маятниковой сигнализации (Э, П)	166
Проект 85. Охранная сигнализация для больших помещений (П)	168
Проект 86. Устройство охранной сигнализации, срабатывающее на свет (П, Э)	169
Проект 87. Сигнализация для холодильников (П)	171
Проект 88. Световое устройство дистанционного управления (П, Э)	173
Проект 89. Устройство охранной сигнализации I, включающееся с задержкой (Э, П)	175
Проект 90. Устройство охранной сигнализации II, включающееся с задержкой (П)	176
Проект 91. Устройство охранной сигнализации с задержкой (П, Э)	178
Проект 92. Устройство охранной сигнализации от взломщиков (П)	180
Проект 93. Устройство сигнализации достижения нижнего температурного предела (Э, П)	181
Проект 94. Устройство сигнализации достижения нижнего температурного предела с реле (П)	183
Проект 95. Реле перегрева с датчиком с отрицательным температурным коэффициентом (П)	185
Проект 96. Устройство сигнализации с маятниковым датчиком и таймером (П)	186

7	Инверторы	189
	Проект 97. Простой инвертор для флуоресцентной лампы (Э, П)	190
	Проект 98. Ультрафиолетовый светильник (П)	192
	Проект 99. Экспериментальный генератор высокого напряжения (Э, П)	193
	Проект 100. Электронейростимулятор (П)	195
	Проект 101. Устройство световой сигнализации с лампой дневного света, срабатывающее на темноту (П)	196
	Проект 102. Устройство световой сигнализации с лампой дневного света, срабатывающее на свет (П)	198
	Проект 103. Устройство световой сигнализации с лампой дневного света (П, Э)	200
	Проект 104. Ионизатор воздуха (П)	201
	Проект 105. Стробоскоп с лампой дневного света (П, Э)	203
8	Разные схемы	205
	Проект 106. Управляемый импульсами генератор I (Э)	206
	Проект 107. Управляемый импульсами генератор II (Э)	207
	Проект 108. Генератор импульсов частоты электросети (Э)	208
	Проект 109. Электроскоп (П)	209
	Проект 110. Модулированный генератор (Э)	210
	Проект 111. Тестер конденсаторов (П)	212
	Проект 112. Детектор рентгеновского излучения (П, Э)	213
	Проект 113. Тестер электропроводности (П)	214
	Проект 114. Звуковой тестер конденсаторов (П)	216
	Проект 115. Тестер электропроводности с фиксированным тоном (П)	217
	Проект 116. Генератор с таймером I (Э, П)	218
	Проект 117. Генератор с таймером II (П)	219
	Проект 118. Тестер ловкости рук (П)	220
	Проект 119. Датчик уровня воды (П, Э)	222
	Проект 120. Электронный орган (Э, П)	223
	Проект 121. Электронный орган с вибратором (П, Э)	224
	Проект 122. Устройство, включающее светодиод звуковым сигналом (Э)	226
	Проект 123. Простой шкальный индикатор (Э)	227
	Проект 124. Автоматический выключатель общего назначения (Э, П)	230
	Проект 125. Устройство световой сигнализации, срабатывающее на темноту (П)	231
	Проект 126. Сенсорный переключатель I (Э)	232
	Проект 127. Сенсорный переключатель II (Э)	233
	Проект 128. Сенсорный переключатель III (Э)	235

Проект 129. Переключатель с оптронной развязкой (П, Э)	236
Проект 130. Устройство световой сигнализации переменного тока с двумя лампами (П)	237
Проект 131. Устройство, создающее эффект мерцающего пламени (П, Э)	239
Проект 132. Устройство включения лампы, срабатывающее на темноту (П)	240
Проект 133. Мощный триггер с герконами (Н)	242
Проект 134. Устройство световой сигнализации переменного тока с лампой накаливания (П)	243
Проект 135. Двухполупериодный сенсорный переключатель для нагрузки переменного тока (П)	245

Предисловие

На основе популярных микросхем с обозначениями 555, 741, 567, 4017 и др. можно создавать разнообразные электронные устройства. Интегральная схема КМОП 4093 – одна из этих универсальных базовых микросхем. Автор составил интересную «книгу рецептов» ее применения, которая будет полезна студентам, исследователям и специалистам.

В последние годы автор работает в американских и европейских журналах по электронике. Он собрал множество электронных схем, в которых используется ИС КМОП 4093.

Данная книга содержит как практические, так и экспериментальные схемы и предназначена для двух категорий читателей: во-первых, для желающих расширить свой кругозор в следующих сферах: аудио, радио, компьютеры, приборы, сигнализация, игры; во-вторых, для тех, кто хочет изучить основы электронной схемотехники на базе ИС 4093.

Существует еще одна категория потенциальных читателей – это ученики средних школ, которые используют электронные приборы в процессе обучения. Многие устройства, описанные в этой книге, пригодны для университетских и школьных научных экспериментов.

Большинство приведенных в книге схем могут использоваться как самостоятельные приборы или входить в состав более сложных схем. Например, многие схемы аудиоэффектов и генераторов звука могут быть соединены с разными выходными каскадами, позволяющими подключать как маломощные пьезодинамики, так и громкоговорители большой мощности.

Рассматриваются простые схемы, в которых используются недорогие компоненты и которые можно собрать за один вечер. Также описаны более сложные устройства, для которых нужно несколько ИС, транзисторов и других элементов. Чтобы читателю было проще ориентироваться в схемах, в заголовках указана маркировка: (П) – обозначает схему практического применения, (Э) – экспериментальную, для целей обучения, (Э, П) – для обеих целей.

В главе 1 доступно описывается устройство и работа ИС 4093. В остальных главах даются 135 схем, сгруппированных по типам. Начиная с простых схем, переходим к более сложным. Такой порядок изложения позволяет читателю быстро освоить теорию конструирования устройств и научиться с ними работать.

Для каждой принципиальной схемы приведен перечень необходимых элементов. Вспомогательные детали, такие как панельки, рамы,

корпуса и др., не входят в перечни, поскольку читатель свободен в выборе этих компонентов в соответствии со своими предпочтениями. Объясняются принципы работы схем и возможности модификаций.

Хотя многие устройства практического применения легко собрать в точном соответствии с приведенными схемами, вы можете при необходимости модифицировать их для конкретных нужд.

Рассматриваемые устройства питаются от различных источников напряжения, поэтому в книге приведено несколько схем стабилизированных и нестабилизированных источников питания, чтобы читатель мог сэкономить на батарейках.

В описанных схемах используется стандартный ряд напряжений питания, позволяющий применять доступные батарейки, аккумуляторы и трансформаторы. Напряжение питания в большинстве схем аналогично напряжению в устройствах, описанных в электронных журналах. Поэтому указанные в данной книге источники питания можно применять в приборах, схемы которых получены из других источников информации. Я надеюсь, что книга окажется полезной для вас, расширив ваши познания в области электроники.

Ньютон С. Брага (Newton C. Braga)

Где можно найти ИС 4093

Интегральная схема 4093 продается у многих дилеров. Читатель может посетить сайт Partminer (<http://www.partminer.com>) и скачать программу поиска электронных компонентов в сети Internet.

Вы также найдете места продажи большинства компонентов во Всемирной паутине по адресу www.chipcenter.com. Это адрес кооперативного предприятия фирм Arrow Electronics, Aspect Development, Avnet и CMP Media.

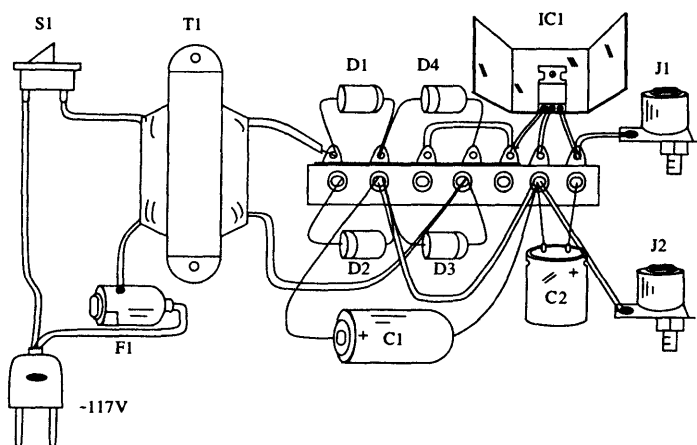
В России ИС 4093 можно приобрести практически у всех фирм-дистрибьютеров, торгующих микросхемами. Наиболее известные из них:

- Чип и Дип (www.chip-dip.ru, www.chipindustry.ru, тел. (095) 973-7037);
- Точка Опоры (www.fulcrum.ru, тел. (095) 956-3942);
- Митракон (www.mitracon.ru, тел. (095) 959-8385);
- МакроТим (www.macroteam.ru, тел. (095) 306-4721);
- Компэл (www.compel.ru, тел. (095) 995-0901);
- Золотой шар (www.zolshar.ru, тел. (095) 234-0110);
- Элкотех (www.elcotech.ru, тел. (095) 755-8815).

Благодарности

Идея написать эту книгу родилась во время разговора с Эдиссоном де Санти (Edison de Santi), моим большим другом. Именно он предложил собрать все разработанные мною схемы на базе ИС 4093 в отдельной книге. Особая благодарность моей жене Неузе (Neuza), помогавшей мне набирать текст, и сыну Марсело (Marcelo), который пожертвовал прогулками и развлечениями во время моей работы над книгой.

1 ИС КМОП 4093



2	Проекты устройств для звуковых и радиочастот	41
3	Схемы с применением ламп и светодиодов	91
4	Устройства со схемами задержки	117
5	Бистабильные схемы (триггеры)	147
6	Системы сигнализации	163
7	Инверторы	189
8	Разные схемы	205

СЕМЕЙСТВО КМОП 4000

Интегральная схема 4093 входит в большое семейство совместимых логических ИС – КМОП 4000. Из этих микросхем можно строить схемы, производящие вычисления любой сложности, поскольку данное семейство относят к классу цифровых логических схем. Серия КМОП 4000 включает различные типы микросхем, объединенных одинаковыми характеристиками входных и выходных сигналов. Поэтому они могут соединяться между собой без промежуточных согласующих схем.

Существует много семейств цифровых логических схем: ТТЛ (транзисторно-транзисторная логика), РТЛ (резисторно-транзисторная логика) и др. Семейство *КМОП – комплементарные металло-оксидные полупроводниковые схемы* – имеет ряд важных преимуществ перед другими семействами: очень низкую стоимость, крайне низкую потребляемую мощность, широкий диапазон питающих напряжений и ультравысокое входное сопротивление. Эти преимущества позволяют при построении аппаратуры на базе КМОП ИС достичь впечатляющих электрических характеристик и высокой надежности.

Вот некоторые характеристики КМОП ИС:

- КМОП ИС реализуют логику с потенциальным управлением;
- ультрамалые рабочие токи, особенно на низких частотах;
- высокая помехозащищенность – обычно до 45% от напряжения питания;
- широкий диапазон питающих напряжений: от 3 до 15 В (приборы А-серии) и от 3 до 18 В (приборы В-серии);
- полная защищенность входов от статического электричества и превышения входных уровней;
- большой размах выходного напряжения без нагрузки – от потенциала «земли» (0 В) до напряжения питания;
- вызывает очень мало помех в линиях питания.

Описание технологических принципов производства и специфики интегральных КМОП микросхем, а также характеристики всех семейств можно найти в специализированных изданиях по цифровой электронике. Если читатель перед ознакомлением с нашими проектами захочет побольше узнать о семействе КМОП ИС и цифровой электронике в целом, он без труда сможет сделать это, поскольку имеется множество литературы по данной тематике.

ИС 4093

Интегральная схема КМОП 4093 содержит четыре двухвходовых вентиля типа 2И–НЕ с триггерами Шмитта на входе. Она производится в корпусе с 14 выводами. Все четыре элемента 2И–НЕ могут использоваться независимо.

На рис. 1.1 показана разводка выводов этой ИС и условное обозначение вентиля 2И–НЕ с триггерами Шмитта. С точки зрения логики ее функционирование аналогично работе обычного вентиля 2И–НЕ, показанного на рис. 1.2.

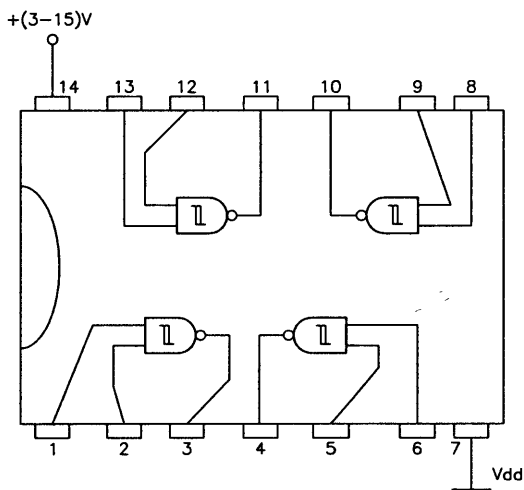


Рис. 1.1. Функциональная схема 4093 КМОП ИС. Размещена в DIP-корпусе – 14 выводов в два ряда

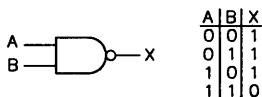


Рис. 1.2. Обозначение логического элемента 2И–НЕ и его таблица истинности

Логический уровень выхода зависит от входных логических уровней. На выходе будет нуль, если на обоих входах – единицы, и единица на выходе при нуле на одном или обоих входах.

Напомним читателю, что нуль (или *низкий* логический уровень) представлен напряжением, близким к 0 В, а единица (или *высокий* логический уровень) означает положительное напряжение, близкое к напряжению питания $+V_{cc}$ или V_{dd} .

$+V_{cc}$ – положительное напряжение питания, находится в диапазоне от +3 до +15 В (приборы А-серии) или от +3 до +18 В (приборы В-серии). Для схем, функционирующих в линейном режиме или работающих с сигналами, поступающими с RC-цепей или с кварцевого генератора, рекомендуется минимальное напряжение питания 4 В.

Различие между обычным логическим элементом 2И–НЕ и элементом на триггере Шмитта состоит в том, что последний переключается по петле гистерезиса или, другими словами, имеет *зону нечувствительности*.

Это поясняет рис. 1.3, где показана характеристика передачи триггера Шмитта в ИС 4093. Выходное напряжение (равное напряжению питания V_{dd}) будет неизменным до тех пор, пока входное напряжение не вырастет до V_p .

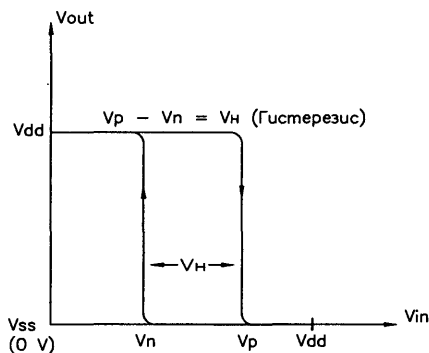


Рис. 1.3. Передаточная характеристика 4093.

Разность между V_p и V_n называется напряжением гистерезиса

В этой точке на выходе появляется низкое напряжение (0 В), которое остается таким при увеличении входного напряжения до V_{dd} . Если входное напряжение уменьшать, то выходное переключится на высокий уровень (при значении, равном V_n) и будет таким при уменьшении входного напряжения до нуля. Гистерезис (запаздывание) – это разность между V_p и V_n , которая обычно составляет 0,6 В при питании от источника +5,0 В.

На рис 1.4 показаны входные и выходные уровни вентилей ИС 4093. Заметьте, что триггеры Шмитта – это бистабильные схемы. Они полезны для получения сигналов с крутыми фронтами при медленно возрастающих входных сигналах, сигналах с помехами, придребезге контактов, а также при сигналах синусоидальных генераторов. Мы можем сделать вывод, что 4093 предлагает неограниченные возможности для исследователя. На следующих страницах мы покажем многие из этих схем. Творчески настроенный читатель может, исследовав базовые схемы, открыть новые аспекты их применения.

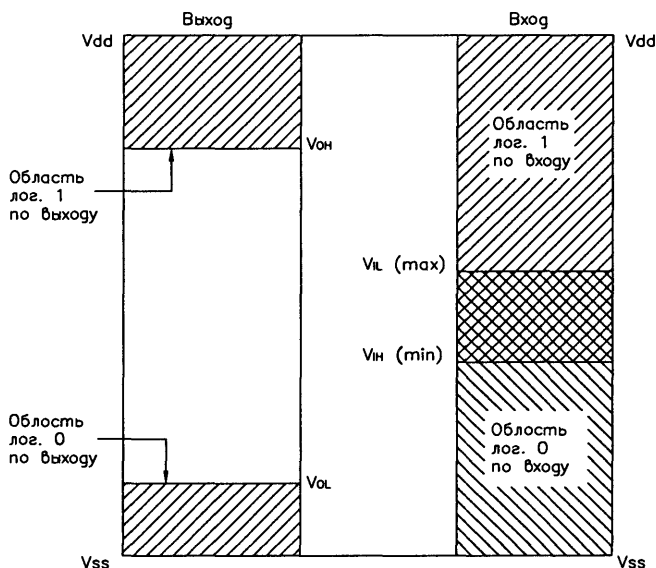


Рис. 1.4. Входные и выходные уровни ИС 4093

БАЗОВЫЕ СХЕМЫ

2И–НЕ с триггером Шмитта

Конечно, базовая внутренняя схема 4093 спроектирована как логический элемент 2И–НЕ и работает как логический узел, производящий элементарные вычисления, задаваемые таблицей истинности. Соответственно, основное назначение прибора – быть логическим элементом 2И–НЕ.

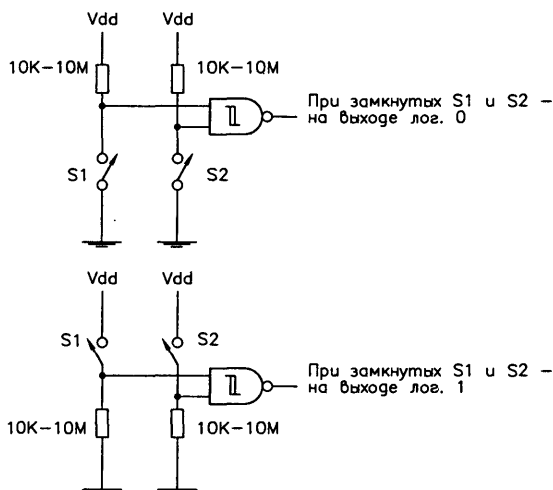


Рис. 1.5. Управление логическими элементами 2И-НЕ ИС 4093 с помощью однополюсных переключателей

Ультравысокое входное сопротивление прибора, обычно 10^{12} Ом, позволяет использовать большие входные сопротивления в схеме, как показано на рис. 1.5.

Очевидно, что выходное напряжение определяется четырьмя комбинациями входных сигналов. Мы используем эту базовую схему в нескольких устройствах.

Максимальный выходной ток каждого логического элемента зависит от питающего напряжения, его значения при 25°C показаны в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Максимальный выходной ток при различных напряжениях питания

5	1,0
10	2,6
15	6,8

Инвертор

Простейший из возможных логический элемент имеет один вход и один выход. Мы можем построить этот простой элемент на триггере Шмитта 4093, подсоединив один из входов к плюсу питания V_{dd} или соединив два входа вместе, как показано на рис. 1.6.

Таблицы истинности на рис. 1.6 показывают, что при единице на входе получим на выходе нуль и наоборот. Элемент *инвертирует* логический уровень, приложенный ко входу, и поэтому называется *инвертором*.

Инверторы используются для изменения логического уровня сигнала на противоположный. Помните, что в цифровой логике в результате отрицания лог. 0 получаем лог. 1 и обратно.

Чтобы показать, что элемент инвертирует сигнал, мы используем маленькую окружность на обозначении выхода. На рис. 1.7 показано, как применять эту схему для улучшения крутизны фронта импульса. Таким образом, крайне медленный сигнал или синусоида ультранизкой частоты могут быть преобразованы в импульс с крутым фронтом.

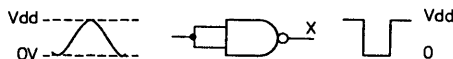


Рис. 1.7. ИС 4093 в схеме формирователя импульсов

Эта же схема может быть использована для устранения помех на входе системы, как показано на рис. 1.8. Отметим, что для полного подавления помехи ее амплитуда должна быть ниже зоны нечувствительности.

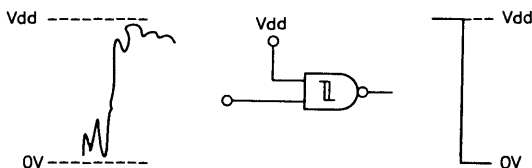


Рис. 1.8. ИС 4093 в схеме подавителя помех

Схема устранения дребезга контактов, собранная на триггере Шмитта 4093, показана на рис. 1.9. В схеме в качестве инерционного элемента, способствующего устранению дребезга контактов (как нормально разомкнутых, так и нормально замкнутых), используется RC-цепочка.

Для нормальной работы постоянная времени RC-цепи должна превышать наибольшее время дребезга контактов в три раза. В зависимости

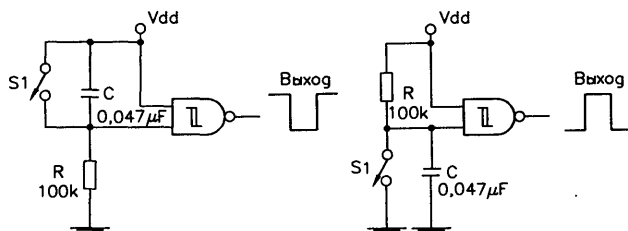


Рис. 1.9. Устранение дребезга для нормально разомкнутых и нормально замкнутых контактов

от напряжения питания ИС 4093 будет работать в этой схеме с частотами от 0 до 1 МГц.

Генератор

Используя логические элементы 2И–НЕ ИС 4093, можно собрать стабильные генераторы. На рис. 1.10 показана базовая схема генератора и формы сигналов. Период колебаний определяется формулой

$$t_A = RC \ln \left[\left(\frac{V_p}{V_n} \right) \left(\frac{V_{dd} - V_n}{V_{dd} - V_p} \right) \right].$$

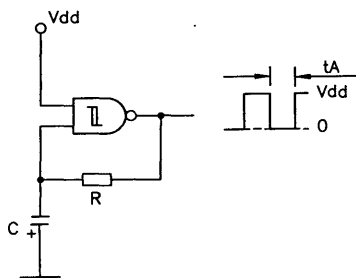


Рис. 1.10 Базовая схема генератора на элементе 2И–НЕ и форма выходного сигнала

Схема работает следующим образом. Перед подачей напряжения на входе и выходе – потенциал «земли» (0 В, или лог. 0) и конденсатор С разряжен. При подаче напряжения питания выход становится высоким (V_{dd} , или лог. 1) и конденсатор С постепенно заряжается

через резистор R до уровня V_p . После этого напряжение выхода становится низким. Конденсатор C разряжается через резистор R до уровня V_p . На выходе появляется высокий уровень напряжения, конденсатор C заряжается до уровня V_p через резистор R . Поэтому делаем вывод, что напряжение на входе периодически меняется с V_p на V_n и потенциал выхода становится то высоким, то низким.

Важным преимуществом этой схемы является то, что генератор самозапускается при подаче питания. В схеме генератора используется один вентиль ИС 4093 и цепь обратной связи. Для обеспечения генерации коэффициент усиления усилителя, помноженный на коэффициент ослабления обратной связи, должен быть более единицы. Стабильность частоты такого генератора зависит, главным образом, от фазосдвигающей характеристики петли обратной связи. ИС 4093 может работать в этой схеме на частотах до 1 МГц.

Ждущий мультивибратор

Ждущий (моностабильный) мультивибратор имеет одно стабильное и одно нестабильное состояния. Он остается в стабильном состоянии, пока не будет принудительно выведен из него. После переключения он будет находиться в другом состоянии в течение времени задержки, после чего вернется к своему основному состоянию.

Можно использовать ждущие мультивибраторы для обнаружения передних и задних фронтов сигналов в генераторах средней точности и в схемах задержки.

Каждый вентиль ИС 4093 может быть использован как ждущий мультивибратор. Есть несколько способов собрать ждущий мультивибратор на логических элементах.

На рис. 1.11а показан ждущий мультивибратор, реагирующий на положительный скачок (фронт) напряжения. В этой схеме после фронта выходной сигнал станет равным 0 и по истечении времени задержки, заданного RC-цепочкой, снова возвращается к 1.

На рис. 1.11б показана схема с откликом на отрицательный фронт напряжения. Выход переключится с нуля на единицу на время, равное времени задержки, после того как входное напряжение упадет с единицы ($+V_{cc}$) до нуля (0 В).

Номинал резистора в RC-цепи может меняться от 10 кОм до 10 МОм, а номинал конденсатора должен быть не менее 50 пФ.

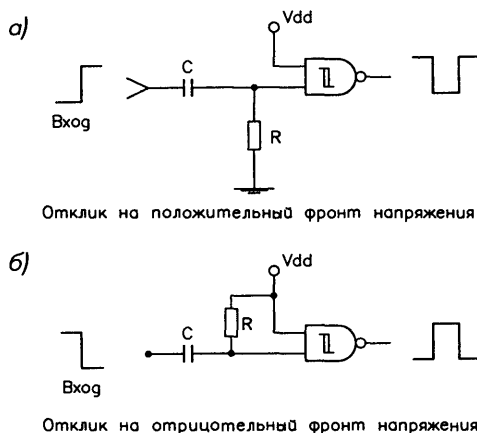


Рис. 1.11. Схемы ждущих мультивибраторов на ИС 4093

Зависимость времени задержки от величины сопротивления и емкости показана на рис. 1.12. Необходимо рассмотреть некоторые ограничения в использовании ждущего мультивибратора этого типа:

- входное напряжение должно оставаться неизменным после скачка в течение периода времени, большего, чем время пребывания ждущего мультивибратора в нестабильном состоянии;
- входное напряжение должно быть без помех;

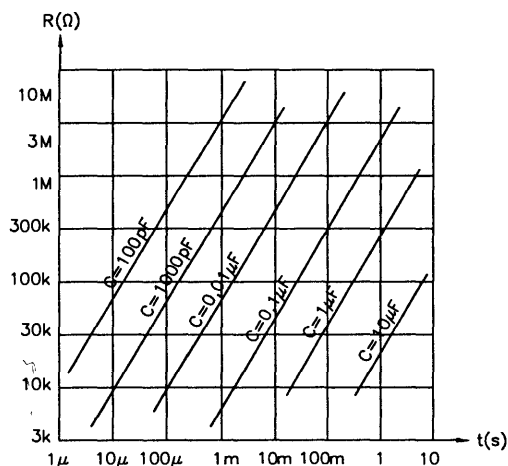


Рис. 1.12. Значения номиналов компонентов для ждущего мультивибратора

- схема не может быть переключена до полного восстановления;
- входное напряжение должно оставаться в состоянии, имевшем место до переключения, довольно долго, чтобы позволить RC-цепочке полностью релаксировать.

RS-триггер

На рис. 1.13 показано, как из двух логических элементов 2И–НЕ ИС 4093 можно собрать RS-триггер. Схема представляет собой бистабильную ячейку, переключаемую импульсами с потенциалом лог. 0.

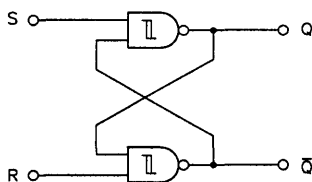


Рис. 1.13. RS-триггер на двух логических вентилях ИС 4093

Как видно, схема имеет два выхода: нормальный Q и инверсный $\bar{Q}$. Когда на одном выходе – единица, на другом обязательно будет ноль и наоборот, потому что они комплементарны.

Схема имеет два входа: вход установки единицы (S – Set) и вход установки нуля (R – Reset), как показано на рисунке. На входы подаются переключающие сигналы. Удерживающий R -вход соединен с $\bar{Q}$ -выходом и удерживающий S -вход соединен с Q -выходом, образуя замкнутую петлю обратной связи для цифровых сигналов.

Схема работает следующим образом. Когда «отрицательный» импульс поступает на вход S , выход Q переключается в состояние лог. 1. Так как с этим выходом соединен удерживающий вход R , лог. 1 вызывает появление на выходе $\bar{Q}$ лог. 0. Но $\bar{Q}$ -выход также соединен с удерживающим входом S , образуя цепь обратной связи, побуждающую выход Q оставаться в состоянии лог. 1 даже при исчезновении переключающего импульса.

Чтобы переключить триггер снова, нужно подать «отрицательный» импульс на вход R . Этот импульс побуждает выход $\bar{Q}$ перейти в состояние лог. 1 и, так как этот выход соединен с удерживающим входом S , переводит выход Q в состояние лог. 0.

Лог. 0 с выхода Q подается на удерживающий вход R , и после окончания переключающего импульса выходы продолжают оставаться в своих состояниях. Заметим, что схема имеет два стабильных

состояния, изменить которые мы можем лишь с помощью «отрицательных» импульсов на входах (R или S).

Переключаемая вручную бистабильная ячейка может быть образована подсоединением кнопочных переключателей к входам S и R, как показано на рис. 1.14.

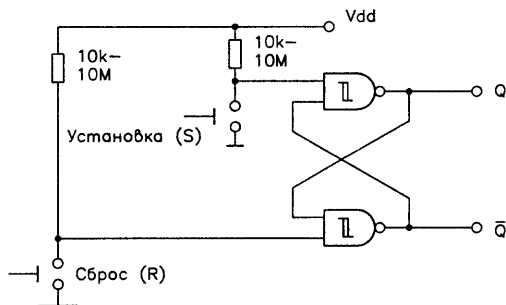


Рис. 1.14. Переключаемая кнопками бистабильная ячейка на двух логических элементах ИС 4093

Высокое входное сопротивление ИС 4093 позволяет использовать широкий диапазон номиналов резисторов в этой схеме. Обычно они могут меняться от 1 кОм до 10 МОм. Резисторы подают высокий логический уровень на входы, когда выключатели разомкнуты. Без резисторов мы будем иметь неопределенное состояние на входах, когда выключатели разомкнуты, и это может вызвать ошибки в работе схемы.

При наличии высокоомных резисторов в этой схеме мы получим бистабильную ячейку, переключаемую прикосновением, как показано на рис. 1.15. Многие схемы в книге построены на базе этой конфигурации. Можно получить различные модификации этой базовой схемы, используя другие логические элементы в качестве инверторов, и собрать управляемые «положительными» импульсами RS-триггеры.

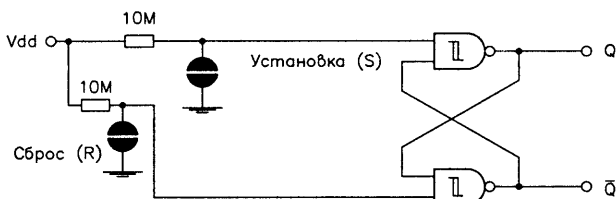


Рис. 1.15. Управляемая прикосновением бистабильная ячейка (RS-триггер) на двух логических элементах 4093

Генератор на двух вентилях

На двух элементах 2И–НЕ ИС 4093 можно построить импульсный генератор, как показано на рис. 1.16. Эта схема генерирует прямоугольные импульсы и обладает замечательной термостабильностью. Схема работает в широком диапазоне частот. При значениях элементов, показанных на рис. 1.16, генерируемая частота составит около 1 кГц.

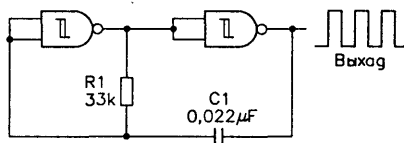


Рис. 1.16. Двухвентильный генератор, работающий на частоте 1 кГц

На практике конденсатор $C1$ может быть неполярным конденсатором номиналом от 50 пФ до нескольких микрофард. Резистор $R1$ может иметь значения в диапазоне между 4,7 кОм и 20 МОм. Как и в других схемах, чтобы регулировать частоту, нужно подсоединить переменный резистор последовательно к постоянному резистору $R1$.

Напряжение в точке соединения $C1$ и $R1$ защищено от скачков напряжения ниже нуля или выше уровня положительного питающего напряжения встроенными ограничивающими диодами на входе ИС 4093. Это приводит к зависимости генерируемой частоты от питающего напряжения.

Простое правило гласит: при сокращении питающего напряжения на 1% частота уменьшается на 0,1%.

Недостатки базовой схемы минимизируются при использовании компенсирующего варианта, показанного на рис. 1.17. В этой схеме резистор $R2$ подсоединен к входу первого вентиля, что устраняет возможность разрушающего действия скачков напряжения в точке соединения $R1$ и $C1$ ниже нуля и выше питающего напряжения.

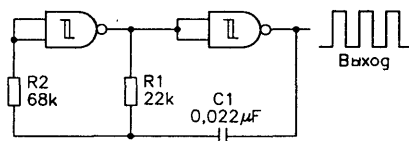


Рис. 1.17. Улучшенный двухвентильный генератор на ИС 4093

Сопротивление этого резистора обычно в 2–10 раз больше сопротивления резистора R1. В данной схеме частота меняется только на 0,5% при возрастании питающего напряжения от 5 до 15 В. К базовой схеме можно добавить другие компоненты для улучшения ее работы, как показано на рис. 1.18.

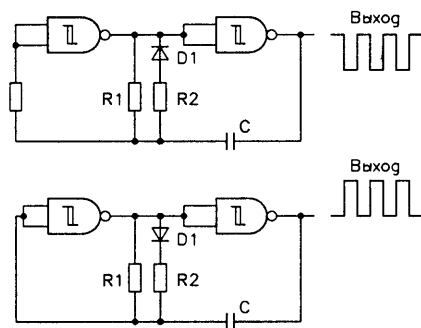


Рис. 1.18. Несимметричные формы сигналов могут генерироваться этой схемой. R1 и R2 определяют рабочий цикл выходного сигнала

Для получения несимметричного сигнала на выходе могут быть использованы диоды, мы увидим это в схемах некоторых устройств.

Так как сигнал проходит через два логических элемента, а не через один, эта схема медленнее, чем одновентильный генератор. Максимальная рабочая частота при питающем напряжении 6 В составляет около 500 кГц.

Трехвентильный генератор

Три из четырех логических элементов ИС 4093 могут быть использованы для генератора с очень чистой формой сигнала на выходе, как показано на рис. 1.19. Два логических элемента в качестве инверторов, соединенные последовательно, образуют неинвертирующий каскад с высоким коэффициентом усиления. Электрические характеристики

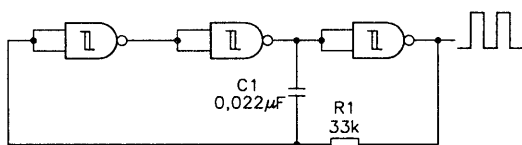


Рис. 1.19. Трехвентильный генератор на ИС 4093

этой схемы позволяют получать крутые фронты выходных импульсов. Такая схема хорошо подходит для применения в качестве генератора тактовых импульсов. При всем разнообразии вариантов подобных генераторов схема, представленная на рис. 1.20, является базовой.

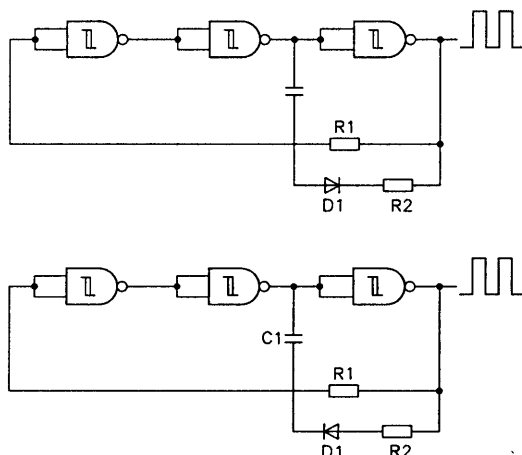


Рис. 1.20. Ассиметричные выходные сигналы могут быть получены с помощью диодов

Управляемые генераторы

Один из входов каждого вентиля ИС 4093 можно использовать для управления работой генератора на этом вентиле. Таким образом, все генераторы будут стробируемыми, поскольку они могут включаться и выключаться внешним сигналом.

На рис. 1.21 показан одновентильный управляемый генератор. Эта схема с нормально низким напряжением на выходе (0 В) управляется

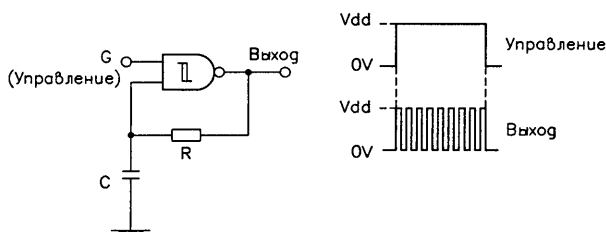


Рис. 1.21. Управляемый одновентильный генератор на ИС 4093

входным сигналом высокого уровня, подаваемым на управляющий вход.

На рис. 1.22 показан управляемый двухвентильный генератор. Этот генератор включается высоким входным сигналом.

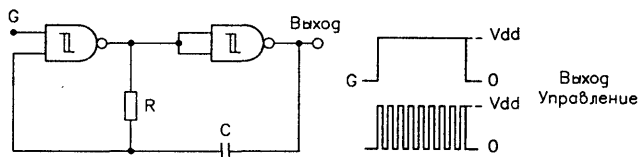


Рис. 1.22. Управляемый двухвентильный генератор на ИС 4093

Управляемые трехвентильные генераторы представлены на рис. 1.23. Схема на рис. 1.23а – с нормально низким выходом. Она стробируется высоким логическим уровнем, поступающим на управляющий вход.

Схема на рис. 1.23б имеет нормально высокий сигнал на выходе и также стробируется высоким логическим уровнем на входе.

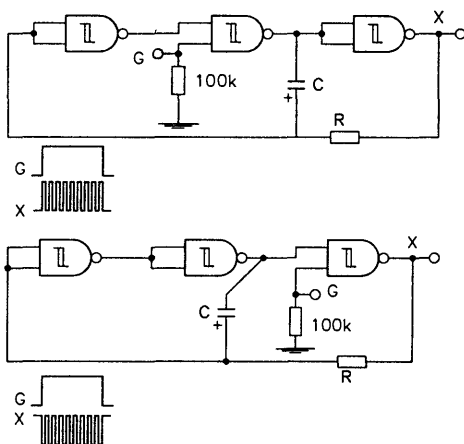


Рис. 1.23. Трехвентильные генераторы на ИС 4093

Усилители прямоугольных сигналов и буферные каскады

Если подать цифровой сигнал на вход высокоомного вентиля ИС 4093, работающего как инвертор, на его выходе получим усиленный

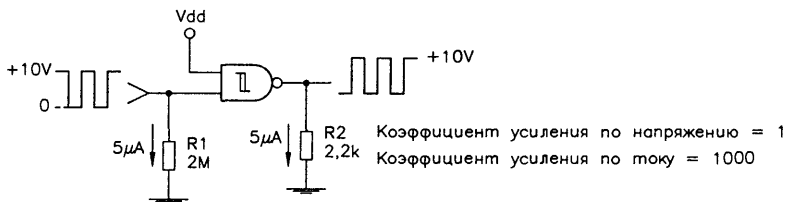


Рис. 1.24. Усилитель прямоугольных сигналов.
R1 и R2 определяют коэффициент усиления по току

цифровой сигнал, который можно нагружать на сравнительно низкое сопротивление. Для цифровых сигналов, имеющих прямоугольную форму, выходной сигнал с точностью до логической полярности будет повторять форму входного (рис. 1.24).

Мы можем считать, что это схема усилителя с коэффициентом усиления по напряжению, равным единице, но с высоким коэффициентом усиления по току.

Эта схема может быть использована в нескольких приборах, как мы увидим на следующих страницах. Например, усилитель прямоугольных сигналов применяется для сопряжения источников слабых цифровых сигналов с низкоомной нагрузкой, как показано на рис. 1.25.

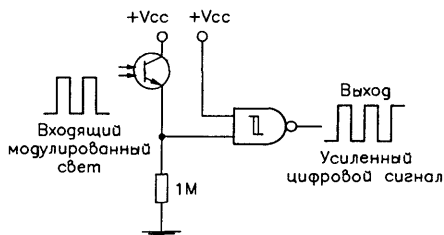


Рис. 1.25. Усилитель сигналов с фототранзистора

Заметим, что это инвертирующая схема, следовательно, на выходе будет лог. 1, когда на входе лог. 0, и наоборот.

Логические вентили ИС 4093 можно использовать для разделения генераторов или других схем от выходной нагрузки, как показано на рис. 1.26. Если мы подсоединим низкоомную нагрузку к выходу генератора, как представлено на рис. 1.27а, генератор может перестать функционировать из-за перегрузки. Эта проблема решается при помощи буферного каскада, как показано на рис. 1.27б.

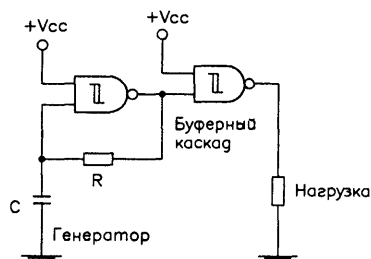


Рис. 1.26. Вентиль 4093 используется как буферный каскад

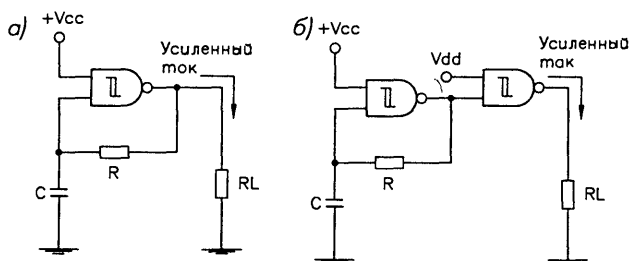


Рис. 1.27. Вентиль используется для отделения нагрузки от генератора

Выходные характеристики ИС 4093

Экспериментатор, разрабатывающий свою схему, должен принять во внимание нагрузочную способность ИС 4093. Интегральные схемы, такие как КМОП 4093, являются маломощными. Даже при питающем напряжении 10 В протекающие и вытекающие токи каждого элемента не превышают нескольких миллиампер (см. таблицу на рис. 1.28).

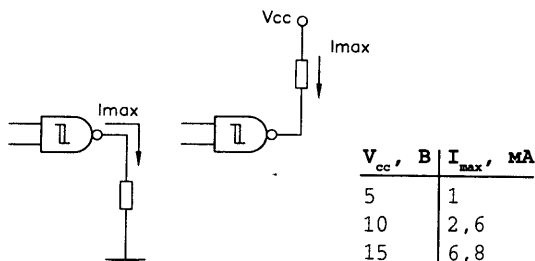


Рис. 1.28. Ток, отдаваемый в нагрузку, зависит от питающего напряжения

Только небольшие нагрузки, такие как светодиод, пьезодинамик, пьезонаушник, могут быть подсоединены напрямую к выходу. Для получения большей мощности от интегральных схем КМОП необходимо применять специальные схемы.

Например, если в схеме используются не все элементы ИС 4093, вы можете применить свободные логические элементы для усиления. Для увеличения отдаваемой в нагрузку мощности соедините логические элементы параллельно, как показано на рис. 1.29.

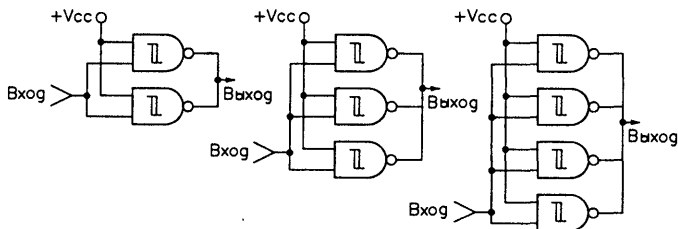


Рис. 1.29. Логические элементы можно соединять параллельно для увеличения нагрузочной способности

Используя два логических элемента, можно удвоить максимальный ток, а с тремя логическими элементами мы получим в три раза больший ток. При питающем напряжении 10 В схема способна выдавать в нагрузку токи до 10 мА.

Большая мощность может быть подана на нагрузку через мостовой каскад, как показано на рис. 1.30. Два или четыре логических элемента можно использовать для подключения аудионагрузки с токами до нескольких десятков миллиампер.

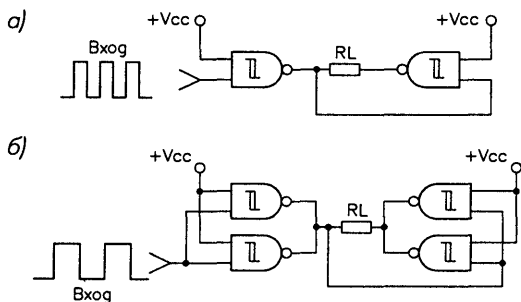


Рис. 1.30. Мостовые каскады для работы на большую нагрузку

Однако, если вы хотите подключить нагрузки большей мощности, такие как громкоговорители, реле, лампы и т.п., необходимо еще повысить выходную мощность. Это значит, что нужны специальные выходные каскады. Транзисторы – подходящие компоненты для решения такой задачи.

На рис. 1.31 показаны два выходных каскада, которые могут быть использованы для нагрузки с током до 100 мА. В схеме, представленной на рис. 1.31а, используется $n-p-n$ транзистор. Транзистор в этой схеме открывается, когда на базу подана лог. 1. В схеме на рис. 1.31б применен $p-n-p$ транзистор, он открывается лог. 0.

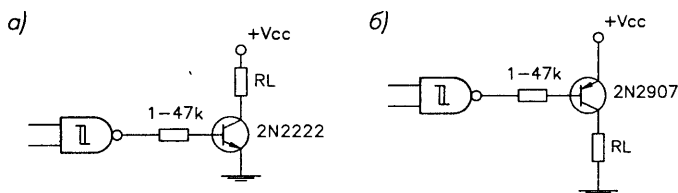


Рис. 1.31. Использование $n-p-n$ и $p-n-p$ транзисторов в выходном каскаде

Используя маломощные транзисторы, мы можем получить диапазон мощности от милливатт до сотен милливатт. Полное сопротивление нагрузки может меняться от 4 до 80 Ом в зависимости от питающего напряжения и назначения устройства.

При использовании источника питания 12 В для работы на низкоомную нагрузку можно применить транзисторы средней мощности, такие как 2N2218, BD135, TIP31 (все $n-p-n$) или BD136, TIP32 ($p-n-p$). Эти транзисторы должны быть установлены на радиаторах. Выходные токи в таких схемах могут быть до 1 А.

Чтобы получить еще большую мощность без перегрузки выхода ИС, можно использовать составной транзистор. Составные транзисторы имеют коэффициент усиления по току от 800 до 10000. Для схем, показанных на рис. 1.32, подойдут транзисторы TIP120 – TIP122 ($n-p-n$), TIP115 – TIP117 ($p-n-p$). Эти транзисторы могут питать нагрузку токами до 3 А и также должны быть смонтированы на радиаторах.

Составная транзисторная пара может быть составлена из двух обычных транзисторов, как показано на рис. 1.33. Общий коэффициент усиления по току для этих схем равен произведению коэффициентов усиления транзисторов. Величина сопротивления резистора базы выбирается в диапазоне от 1 до 47 кОм.

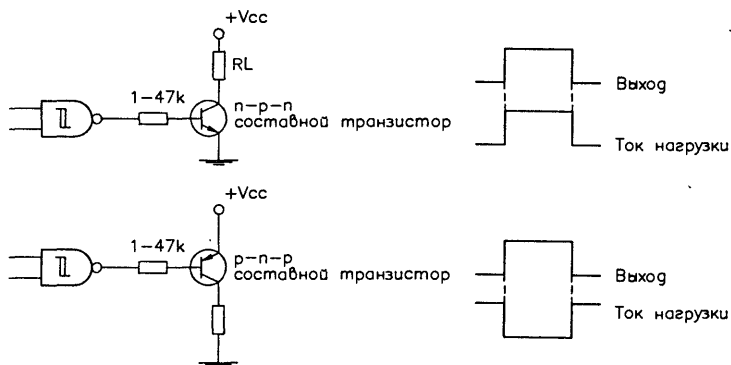


Рис. 1.32. Составные транзисторы в выходном каскаде

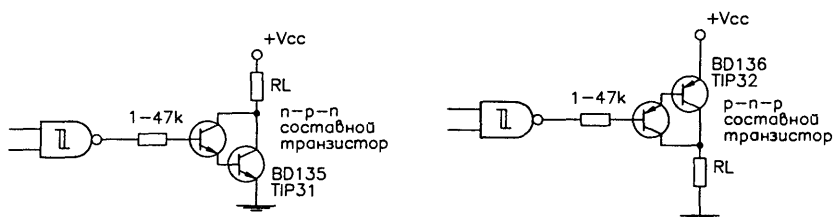


Рис. 1.33. Самодельный составной транзистор

Комплементарная пара (транзисторы $n-p-n$ и $p-n-p$ с одинаковыми значениями коэффициента усиления по току и другими характеристиками) может быть использована для подключения мощной нагрузки в низкочастотных применениях (рис. 1.34).

На рис. 1.34а показана схема маломощного комплементарного выходного каскада на транзисторах, отдающего на громкоговоритель несколько сотен милливатт. Большие значения мощности обеспечиваются

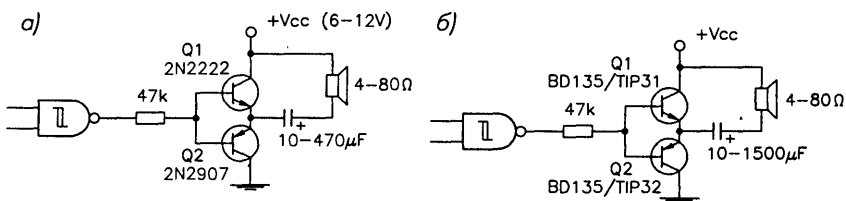


Рис. 1.34. Каскады усилителей на комплементарных транзисторах

выходным каскадом, показанным на рис. 1.34б. В этой схеме, питающейся от источника 12 В, использованы транзисторы средней мощности.

К выходу ИС 4093 можно подключить тиристоры и симисторы. Тиристоры с малым управляющим напряжением, такие как TIC106, могут переключаться напрямую выходными сигналами ИС. В схеме, предложенной на рис. 1.35, тиристор подключен через делитель напряжения. Симисторы и менее чувствительные тиристоры могут быть подключены через промежуточный каскад усиления, как показано на рис. 1.36а. Транзисторы использованы для получения большого управляющего тока. Величина сопротивления зависит от уровня переключающего сигнала и назначения схемы.

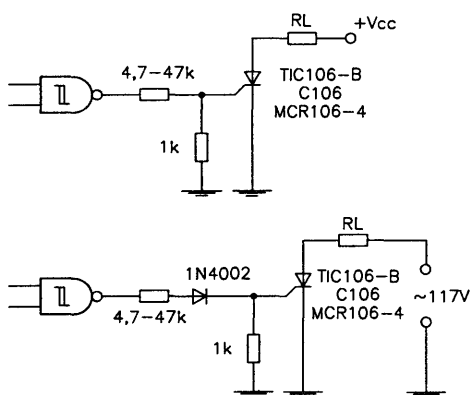


Рис. 1.35. Чувствительные триаки на выходе 4093

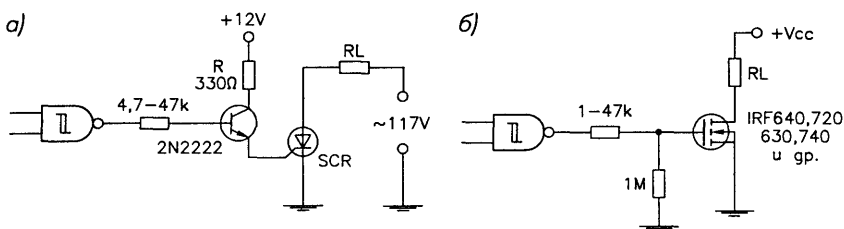


Рис. 1.36. Другие схемы для подключения нагрузки к 4093:

а – для управления тиристором или симистором необходим буферный каскад;
 б – мощный составной транзистор можно заменить на составной транзистор при работе на мощную нагрузку

Наконец, можно использовать мощные полевые транзисторы для получения высокой мощности на выходе. Схема для нагрузки до 10 А показана на рис. 1.36б.

Ток нагрузки этой схемы зависит от мощности полевого транзистора. Мощные полевые транзисторы, способные проводить токи до 10 А, могут быть использованы во многих устройствах, описанных в этой книге. Такие типы, как IRF640, IRF720 и др. серии IRF, могут заменить обычные транзисторы и составные транзисторы почти во всех приведенных схемах для достижения более высоких характеристик.

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Мощность, требуемая для питания различных устройств, зависит от их назначения. Обычно это токи в пределах от несколько миллиампер до 2 А. Маломощные схемы могут питаться от пальчиковых батареек или от аккумуляторов 9–12 В. Более мощные следует запитывать от соответствующих блоков питания с трансформаторами, выпрямителями и фильтрами.

Ниже предложено несколько простых источников питания для экспериментов, чтобы не использовать в схемах дорогие батарейки.

Простейший источник питания

Токи питания до 500 мА могут быть получены с помощью схемы, представленной на рис. 1.37. Этот источник питания применяется в схемах с токами до 500 мА и напряжениями от 6 до 9 В. Перечень элементов простейшего источника питания приведен в табл. 1.2.

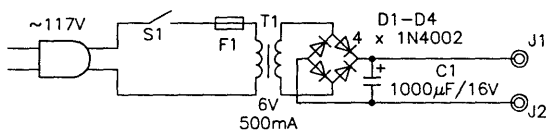


Рис. 1.37. Простой нерегулируемый источник питания

Таблица 1.2. Перечень элементов простейшего источника питания

Обозначение	Описание
T1	Трансформатор: первичная обмотка ~117 В; вторичная обмотка –6 В, 500 мА
D1 – D4	Кремниевые выпрямительные диоды, 1N4002 или эквивалентные, 50 В, 1 А
C1	Электролитический конденсатор, 1,000 мкФ, 16 В
S1	Однополюсный выключатель (тумблер)
F1	Предохранитель, 500 мА

Требовательные к напряжению питания схемы не следует запитывать от этого источника, так как он нестабилизированный.

На рис. 1.38 показана монтажная схема данного источника питания, который может быть помещен в небольшой пластмассовый корпус. Для подключения внешних устройств используются однополюсные штепсели и гнезда.

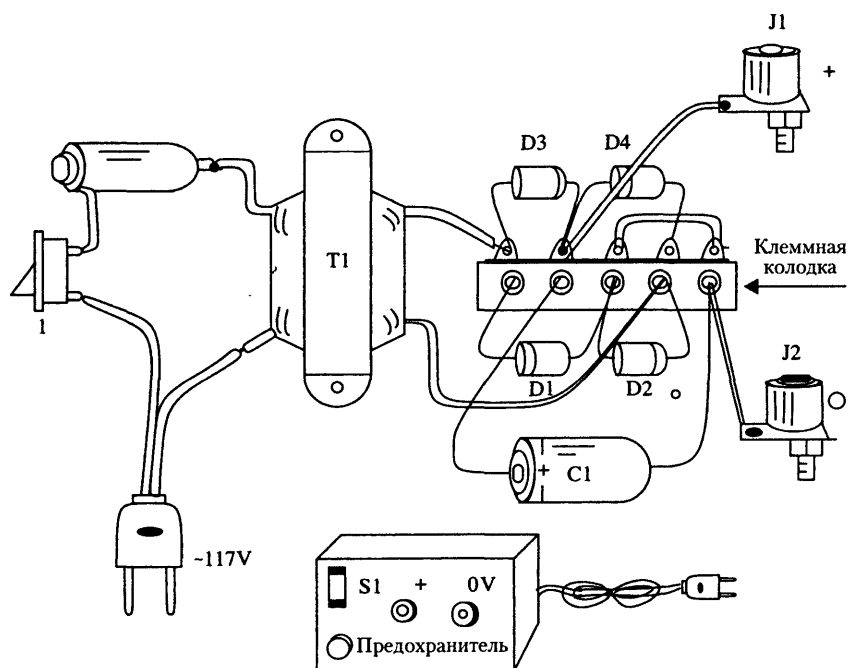


Рис. 1.38. Монтаж источника на клеммной колодке

Стабилизированный источник питания

Для питания экспериментальных схем может быть применена схема, представленная на рис. 1.39. Она обеспечивает получение стабилизированного напряжения 6 или 12 В с током до 1 А. Выходное напряжение зависит от используемой ИС. Интегральная схема стабилизатора должна быть смонтирована на радиаторе. Перечень элементов стабилизированного источника питания представлен в табл. 1.3.

Вариант монтажа стабилизированного источника показан на рис. 1.40.

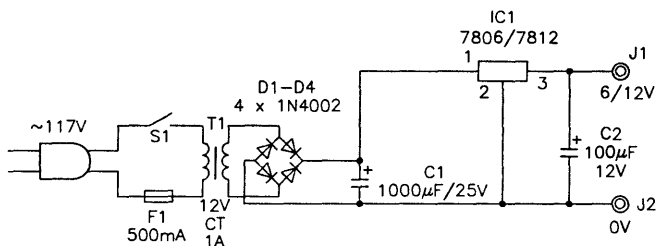


Рис. 1.39. Стабилизированный источник питания с выходным током до 1 А

Таблица 1.3. Перечень элементов стабилизированного источника питания

Обозначение	Описание
IC1	Стабилизатор напряжения типа 7806 (6 В) или 7812 (12 В) с тремя выводами
T1	Трансформатор: первичная обмотка -117 В; вторичная обмотка -12 или 15 В, 1 А
D1-D4	Кремниевые выпрямительные диоды, 1N4002 или эквивалентные, 50 В, 1 А
C1	Электролитический конденсатор, 1000 мкФ, 25 В
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В
F1	Предохранитель, 500 мА
S1	Однополюсный выключатель (тумблер)

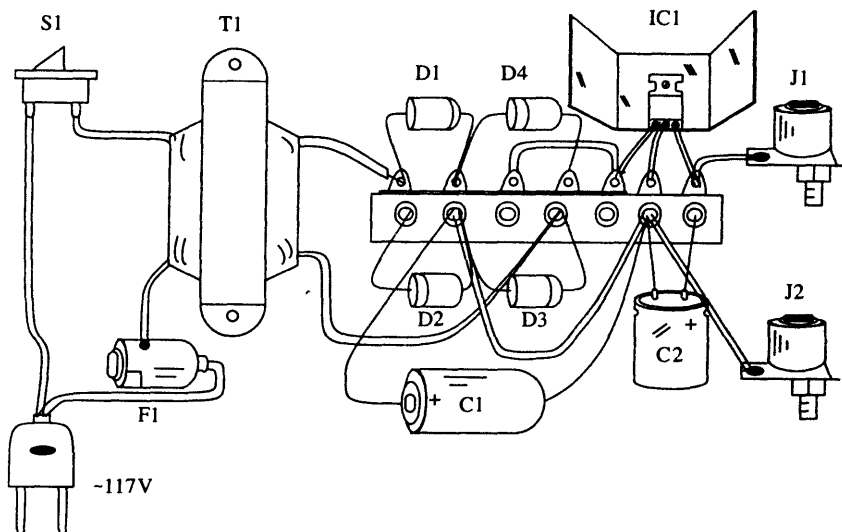


Рис. 1.40. Монтаж стабилизированного источника на клеммной колодке

Источник питания с усилителем

Большой ток в диапазоне от 0 до 5 А может быть получен от схемы, показанной на рис. 1.41. Выходное напряжение зависит от интегральной схемы стабилизатора. Для напряжения 6 В применяется ИС 7806, а для 12 В используется ИС 7812.

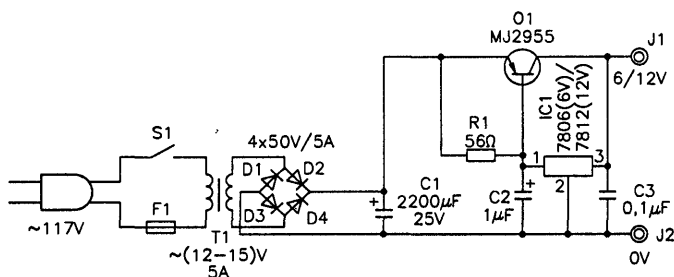


Рис. 1.41. Схема источника питания с усилителем.
Q1 должен быть смонтирован на радиаторе, как и IC1

Транзистор Q1 должен быть установлен на радиаторе. Резистор R1, соединяющий базу с эмиттером транзистора, определяет точку открывания транзистора. Отметим, что эта схема не защищена от коротких замыканий.

Перечень элементов источника питания с усилителем представлен в табл. 1.4.

Таблица 1.4. Перечень элементов источника питания с усилителем

7806 или 7812 в зависимости от выходного напряжения
Мощный р-п-р транзистор, MJ2955
Кремниевый выпрямительный диод, 50 В, 5 А
Проволочный резистор, 56 Ом, 5 Вт
Трансформатор: первичная обмотка -117 В; вторичная обмотка -12 или -15 В, 5 А
Электролитический конденсатор, 2200 мкФ, 25 В
Электролитический конденсатор, 1,0 мкФ, 25 В
Керамический или пленочный конденсатор, 0,1 мкФ

В схемах, описанных в этой главе, ИС 4093 применяется для генерации звуковых и радиочастот. Эти схемы могут использоваться для работы с такими нагрузками, как пьезодинамики, небольшие громкоговорители, пьезонаушники и т.п. Основываясь на информации предыдущей главы, читатель может легко поменять выходные каскады для работы с нагрузками, требующими большей мощности.

Экспериментальные варианты всех схем могут быть смонтированы на беспаячных платах, отработанные варианты – на специальных или универсальных печатных платах.

ПРОЕКТ 1. ПРОСТОЙ ГЕНЕРАТОР ЗВУКА I (Э)

Этот экспериментальный генератор малой мощности (рис. 2.1) способен генерировать звуковые сигналы в диапазоне от 100 Гц до 1,2 кГц, при этом нагрузкой может служить небольшой пьезодинамик или пьезонаушник. Схема питается от четырех пальчиковых батареек (6 В), от батарейки 9 В, от источника питания 12 В или от аккумулятора 12 В. Схема потребляет всего несколько миллиампер, поэтому срок службы батареек может составить до нескольких дней. Перечень элементов устройства представлен в табл. 2.1.

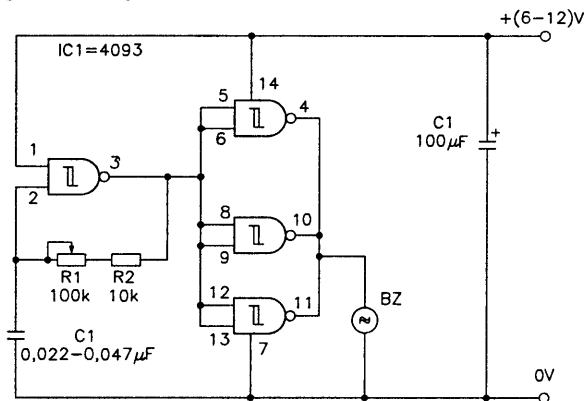


Рис. 2.1. Простой генератор звука. В качестве нагрузки (BZ) может быть любой пьезодинамик или пьезонаушник с высоким сопротивлением

Таблица 2.1. Перечень элементов простого генератора звука I

Обозначение	Описание
IC	Интегральная схема КМОП 4093
BZ	Пьезодинамик (можно использовать пьезонаушник)
P1	Потенциометр, 100 кОм
R1	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 или 0,033 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Потенциометр R1 регулирует частоту, которая может меняться в широком диапазоне. Увеличение номинала потенциометра до 1 МОм позволит снизить нижний предел генерируемой частоты до 10 Гц.

Номинал конденсатора C1 может меняться в диапазоне от 0,01 до 0,1 мкФ. При увеличении емкости C1 частоты снижаются. Эта схема может быть использована как составной элемент в устройствах аварийной и охранной сигнализации, устройствах для развлечений, игрушках.

Выходной сигнал имеет форму прямоугольных импульсов с частотами 1500–3000 Гц.

ПРОЕКТ 2. ПРОСТОЙ ГЕНЕРАТОР ЗВУКА II (Э, П)

Эта мощная версия простого генератора звука I оснащена выходным каскадом на транзисторах и работает с небольшим громкоговорителем, имеющим низкое сопротивление. С источником питания 12 В можно получить в нагрузке несколько сотен милливатт мощности. Рабочие частоты настраиваются потенциометром R1.

Как и в предыдущей схеме, вы можете менять частоты, варьируя значения сопротивления резистора R1 и/или емкости конденсатора C1. Значения сопротивления R1 могут изменяться в пределах от 100 кОм до 1 МОм, а емкости C1 – от 0,01 до 0,22 мкФ.

Схема аудиогенератора II показана на рис. 2.2, перечень элементов дан в табл. 2.2.

Выбор транзистора Q1 зависит от напряжения источника питания. В версиях 9 и 12 В транзистор должен быть смонтирован на радиаторе.

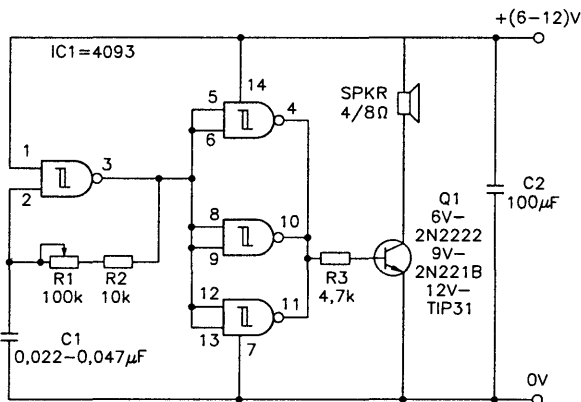


Рис. 2.2. Простой генератор звука II. Выбор выходного транзистора зависит от напряжения источника питания

Таблица 2.2. Перечень элементов простого генератора звука II

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	n–p–n транзистор (см. в тексте), 2N2222 (6 В), 2N2218 (9 В), BD135 (9 В) или ПТР31 (12 В)
SPKR	Небольшой громкоговоритель, 4 или 8 Ом
R1	Потенциометр (линейный или логарифмический), 100 кОм
R2	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Пленочный или керамический конденсатор, 0,022 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Вы можете использовать мощный полевой транзистор серии IRF с током стока до 2 А или бóльшим.

Данный генератор может быть использован в схеме аварийной сигнализации и в игрушках.

Токи потребления схемы зависят от напряжения источника питания и сопротивления громкоговорителя. Обычно их значения составляют 10–500 мА. С мощным полевым транзистором и напряжением питания от 12 до 15 В схема может выдавать ток до 2 А.

ПРОЕКТ 3. ГЕНЕРАТОР ТЕСТОВОГО СИГНАЛА (Э, П)

Этот генератор прямоугольных сигналов может быть полезен при обслуживании аудиоаппаратуры. Его можно использовать и для настройки радиочастотных каскадов АМ/FM приемников, поскольку он генерирует гармоники с частотами до 100 МГц.

Генерируемые частоты определяются конденсатором C1 и резистором R1. При указанных на схеме номиналах генератор выдает частоту 1 кГц.

Выходной сигнал – прямоугольной формы. Его амплитуда определяется напряжением источника питания (6–15 В). Для питания схемы рекомендуются аккумуляторы или батарейки напряжением 9 В. Ток потребления – 10 мкА.

Три незадействованных логических элемента используются как усилитель прямоугольных сигналов. Частоты могут меняться подбором резистора и/или конденсатора в генераторном каскаде.

Принципиальная схема генератора тестового сигнала представлена на рис. 2.3. Перечень элементов приведен в табл. 2.3.

С помощью данного генератора тестового сигнала можно проверять низкочастотные и радиочастотные тракты от начала до конца. Например, чтобы проверить АМ приемник, сигнал от генератора подают на

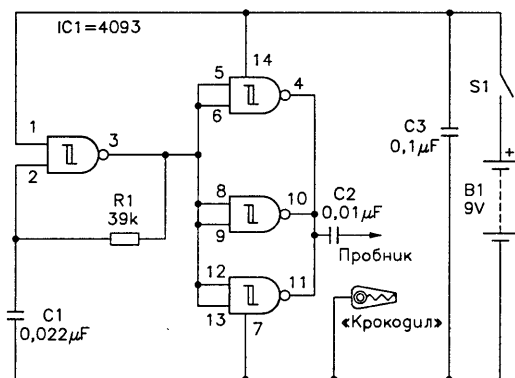


Рис. 2.3. Генератор тестового сигнала

Таблица 2.3. Перечень элементов генератора тестового сигнала

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
R1	Резистор, 39 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,01 мкФ
C3	Керамический или пленочный конденсатор, 0,1 мкФ
B1	Аккумулятор с держателем, 9 В
S1	Однополюсный выключатель

базу выходного транзистора. Если каскад работает правильно, сигнал будет слышен из громкоговорителя. Если выходной каскад в порядке, переходим назад, на базу транзистора предоконечного каскада. Выходной сигнал будет громче, если все работает правильно. Затем, последовательно передвигаясь к началу схемы, подаем сигнал на регулятор громкости, детекторный каскад, каскад промежуточной частоты, преобразователь частоты, проверяя их работу.

Устройство можно поместить в небольшой пластмассовый корпус и соединять с проверяемыми схемами через щуп и зажим типа «крокодил».

ПРОЕКТ 4. ГЕНЕРАТОР I, УПРАВЛЯЕМЫЙ ПРИКОСНОВЕНИЕМ (Э)

Давление ваших пальцев на тактильный датчик определяет частоту тона, производимого этим генератором. Изменяя давление пальца на тактильный датчик, вы можете извлекать различные музыкальные тона.

ПРОЕКТ 5. ГЕНЕРАТОР I, УПРАВЛЯЕМЫЙ СВЕТОМ (Э)

В этой схеме частота выходного сигнала зависит от светового потока, попадающего на *фоторезистор* (LDR – light-dependent resistor). Частота 10–1000 Гц может регулироваться резистором R1 и также зависит от значения емкости конденсатора C1. Величина емкости этого конденсатора меняется в диапазоне от 0,01 до 0,1 мкФ.

На выходе устройства – пьезодинамик, но с другими выходными каскадами можно использовать и громкоговоритель. Схема потребляет ток всего несколько миллиампер и может быть запитана от батареек.

Схема устройства приведена на рис. 2.5, перечень элементов – в табл. 2.5.

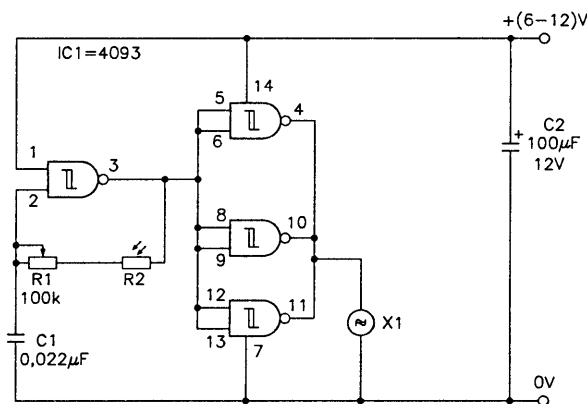


Рис. 2.5. Генератор I, управляемый светом

Таблица 2.5. Перечень элементов генератора I, управляемого светом

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093В
X1	Пьезодинамик или пьезонаушник
R1	Потенциометр, 100 кОм
R2	Фоторезистор
C1	Пленочный или керамический конденсатор, 0,022 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

В этой схеме фоторезистор действует как переменный резистор, управляя частотой генерации в зависимости от падающего света. В темноте сопротивление фоторезистора очень высокое и генерируемая частота низкая. На ярком свете сопротивление фоторезистора очень мало и генерируемая частота – вблизи верхнего предела.

При указанных на схеме номиналах компонентов частоты меняются от 1 до 1000 Гц. Для регулировки частоты при экспериментировании с этой схемой можно менять емкость конденсатора С1 в пределах 0,01–0,1 мкФ.

Двигая рукой перед фоторезистором, можно изменять количество падающего света и извлекать музыкальные тона.

Допустимо использовать здесь мощные выходные каскады, как и в других проектах, приведенных в этой книге.

ПРОЕКТ 6. ГЕНЕРАТОР, УПРАВЛЯЕМЫЙ ПЛАЗМОЙ (Э)

Пламя – это проводящая среда, и данное качество может быть использовано в различных схемах с обратной связью для управления частотой аудиогенератора. Эта схема может применяться как датчик проводимости пламени в научных или школьных экспериментах.

Звуковой генератор, собранный по этой схеме, управляется «четвертым» состоянием материи (плазмой, или ионизированным газом) и может быть использован в различных физических экспериментах.

Мерцание пламени, например, от обычной спички способно модулировать генерируемый звук.

Схема работает с частотами от 1 до 500 Гц в зависимости от конструкции электродов и расположения пламени.

Принципиальная схема генератора показана на рис. 2.6, перечень элементов приведен в табл. 2.6.

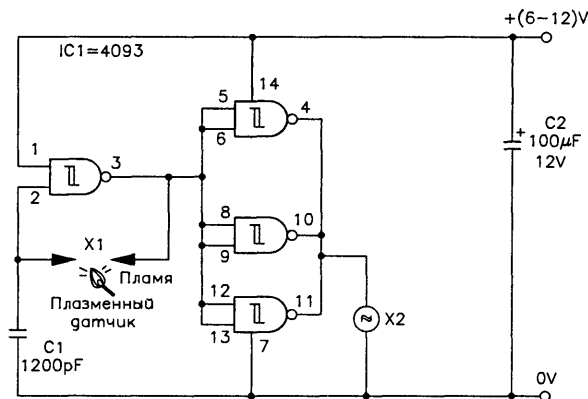


Рис. 2.6. Ток проходит через плазму пламени по цепи обратной связи генератора

Таблица 2.6. Перечень элементов генератора, управляемого плазмой

Интегральная схема КМОП 4093
Датчик плазменный (см. в тексте)
Пьезодинамик или пьезонаушник
Керамический конденсатор, 1200 пФ
Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В
Однополюсный выключатель (тумблер)
Аккумулятор или источник питания, 6 или 12 В

Плазменный датчик образуют два провода без изоляции, расположенные друг от друга на расстоянии около 2,5 см. Прикосновение пламени к оголенным проводам включает обратную связь – генератор начинает работать.

При работе на громкоговорители необходимо повысить мощность выходных каскадов устройства.

ПРОЕКТ 7. ОТПУГИВАТЕЛЬ НАСЕКОМЫХ (Э, П)

Некоторые звуки могут отпугивать насекомых и других животных. Их частоты и интенсивность зависят от назначения устройства и определяются экспериментально.

Описанная здесь схема генерирует звуковой сигнал, который может быть использован для отпугивания некоторых насекомых. Схема питается от аккумулятора 9 В или пальчиковых батареек. Потребляемый ток невелик, что обеспечивает значительный срок службы батареек.

Схема отпугивателя насекомых представлена на рис. 2.7, перечень элементов дан в табл. 2.7, разводка печатной платы – на рис. 2.8. Все

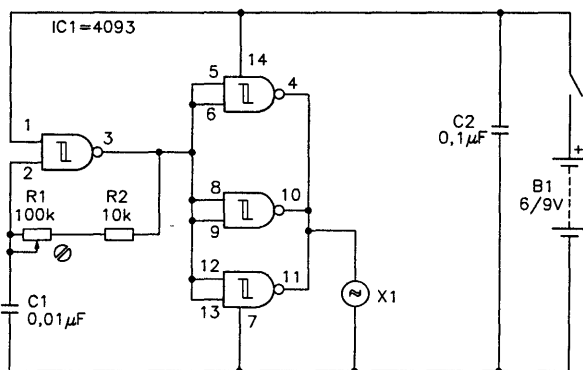


Рис. 2.7. Принципиальная схема отпугивателя насекомых

Таблица 2.7. Перечень элементов отпугивателя насекомых

Описание
Интегральная схема КМОП 4093
Пьезонаушник или пьезодинамик
Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
Пленочный или керамический конденсатор, 0,01 мкФ
Пленочный или керамический конденсатор, 0,1 мкФ
Однополюсный выключатель (тумблер)
Четыре пальчиковых батарейки (6 В) или аккумулятор (9 В)

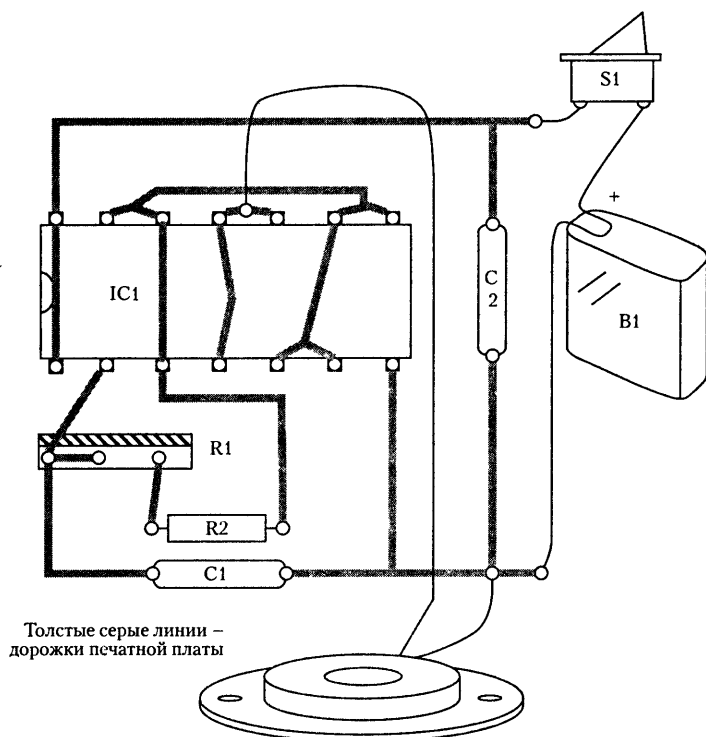


Рис. 2.8. Разводка печатной платы отпугивателя насекомых

компоненты и источник питания могут быть помещены в небольшой пластмассовый корпус.

Использовать отпугиватель насекомых очень просто. Для этого требуется только настроить подстроечным потенциометром R1 высоту

звука, действующую на насекомых, которых вы намерены отпугивать. Экспериментируйте до тех пор, пока не найдете оптимальную частоту звука для отпугивания определенных насекомых.

ПРОЕКТ 8. ЗВУКОВОЙ ГЕНЕРАТОР (П)

Это устройство является удобным инструментом для выявления неисправностей аудио- и радиочастотных схем. Генератор формирует прямоугольные импульсы частотой 100–1000 Гц, но может быть легко модифицирован для работы в более широком диапазоне частот.

Амплитуда выходного сигнала может регулироваться в пределах от 0 В до напряжения источника питания (9 В). Принципиальная схема звукового генератора показана на рис. 2.9, перечень элементов представлен в табл. 2.8.

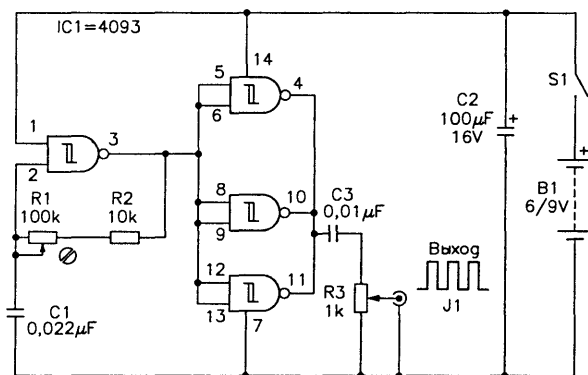


Рис. 2.9. Принципиальная схема звукового генератора

Таблица 2.8. Перечень элементов звукового генератора

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема 4093 КМОП
R1	Линейный потенциометр, 100 кОм
R2	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Линейный потенциометр, 1,0 кОм
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В
C3	Керамический или пленочный конденсатор, 0,01 мкФ
S1	Однополюсный выключатель (тумблер)
B1	Четыре пальчиковых батарейки (6 В) или аккумулятор (9 В)

Цепочка С1–R1 определяет частоту генератора. Диапазон частот в широких пределах можно изменять конденсатором С1. Для получения нескольких диапазонов генератора допустимо использовать переключатель, как показано на рис. 2.10.

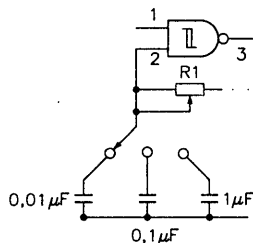


Рис. 2.10. Переключение диапазонов звукового генератора

При указанном на схеме номинале конденсатора обеспечивается формирование прямоугольных импульсов с частотой до 100 кГц.

Все компоненты могут быть помещены в небольшой пластмассовый корпус, как показано на рис. 2.11. Частоты настраиваются резистором R1, амплитуда – резистором R3.

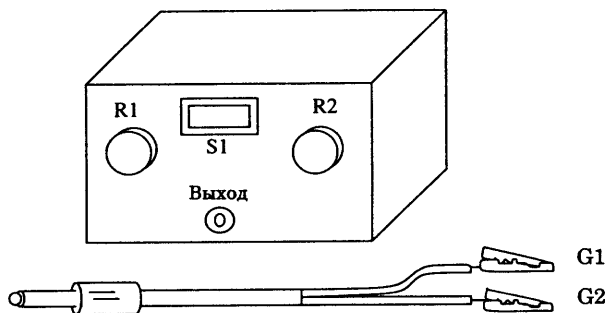


Рис. 2.11. Звуковой генератор помещен в пластмассовый корпус

ПРОЕКТ 9. МЕТРОНОМ I (Э, П)

Это устройство вырабатывает аудиосигнал, состоящий из серии щелчков. Его можно использовать в качестве метронома для задания ритма при выполнении гимнастических упражнений или беге трусцой. Частоту щелчков можно регулировать.

Устройство целесообразно выполнить в виде портативного блока в небольшом пластмассовом корпусе с питанием от батареек.

Принципиальная схема устройства приведена на рис. 2.12, перечень элементов дан в табл. 2.9.

Частотный диапазон может меняться от 0,1 до 10 Гц. Это легко осуществляется заменой С1. Значения до 2 мкФ используются для больших интервалов между импульсами.

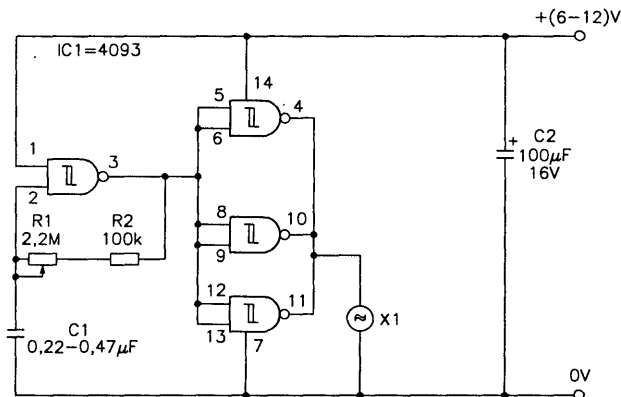


Рис. 2.12. Метроном I

Таблица 2.9. Перечень элементов метронома I

Обозначение	Наименование
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
X1	Пьезодинамик или пьезонаушник
R1	Резистор, 2,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

В устройстве в качестве динамика может применяться пьезодинамик (см. табл. 2.9) или пьезонаушник. Метроном питается от пальчиковых батареек или от аккумулятора и имеет очень малое потребление тока, поэтому срок службы батареек будет достаточно большим. Для калибровки метронома попробуйте синхронизировать его с промышленным или любым другим, а также включая образцовую кассету.

ПРОЕКТ 10. МЕТРОНОМ II (Э, П)

Это более мощная версия предыдущего устройства с добавлением простого выходного каскада на транзисторе. Выходной каскад на составном транзисторе позволяет использовать на выходе громкоговоритель

на несколько сотен милливатт. Еще большее увеличение выходной мощности (до нескольких ватт) обеспечит мощный полевой транзистор.

Поскольку ток, потребляемый этой схемой, намного больше, чем у предыдущей, рекомендуется использовать сетевой источник питания. Таким образом, устройство становится стационарным.

Принципиальная схема устройства приведена на рис. 2.13, перечень элементов – в табл. 2.10. Как и в метрономе I, диапазон частот можно регулировать посредством изменения емкости конденсатора С1. Конденсаторы емкостью до 2 мкФ могут быть использованы для получения инфранизкочастотных щелчков.

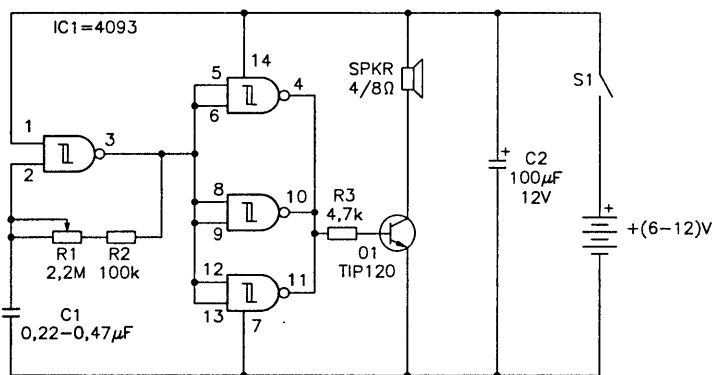


Рис. 2.13. Метроном II. Транзистор Q1 должен быть установлен на радиаторе

Таблица 2.10. Перечень элементов метронома II

Описание
Интегральная схема КМОП 4093
Составной мощный транзистор (или мощный полевой транзистор), TIP120 или эквивалентный
2-4- дюймовый громкоговоритель, 4-8 Ом
Однополюсный выключатель (тумблер)
Источник напряжения, 6-12 В
Резистор, 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 пФ или 0,47 пФ
Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

Транзистор Q1 должен быть смонтирован на небольшом радиаторе. Для лучшего звучания громкоговоритель нужно поместить в корпус (рис. 2.14). Этот корпус может быть использован и для размещения дополнительных компонентов.

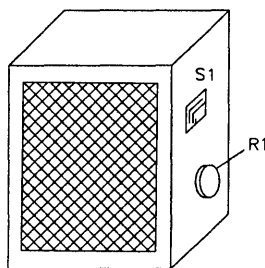


Рис. 2.14. Громкоговоритель и схема, размещенные в едином корпусе

ПРОЕКТ 11. УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ГЕНЕРАТОР I (Э, П)

Некоторые птицы, а также собаки, мыши, крысы, летучие мыши и другие животные могут слышать звуки с частотами до 40000 Гц. Схема, предложенная здесь, издает непрерывный ультразвук частотой выше воспринимаемой человеком – в диапазоне между 18000 и 40000 Гц. Устройство может быть использовано для лечения собак и других животных, в биологических экспериментах и для многих других целей.

Рекомендуемый пьезодинамик отдает максимальную выходную мощность в диапазоне частот между 700 и 3000 Гц; он также будет работать на более высоких частотах, но с меньшей мощностью.

Рекомендуемые источники питания – четыре пальчиковых батареек или одна (батарейка или аккумулятор) на 9 В. Потребляемый ток очень мал.

Схема (рис. 2.15) генерирует сигнал частотой от 18000 до 40000 Гц, но вы можете легко поменять этот диапазон подбором емкости конденсатора С1 или резистора R1. Диапазон номиналов емкости С1 – от 470 пФ до 0,001 мкФ, сопротивление резистора R1 можно увеличивать до 100 кОм. Верхняя граница генерируемых ИС 4093 частот – 500 кГц.

Перечень элементов приведен в табл. 2.11.

Схема может быть помещена в небольшой пластмассовый корпус. Динамик закрепляется на передней панели.

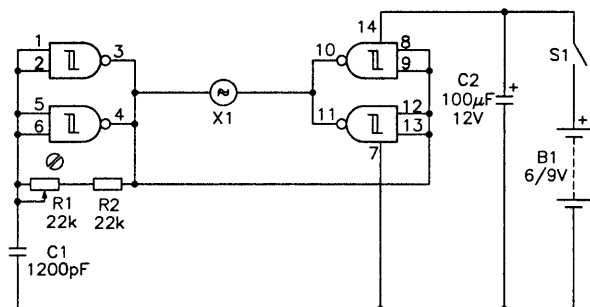


Рис. 2.15. Ультразвуковой генератор I.

Эта схема работает в диапазоне частот от 18 до 40 кГц

Таблица 2.11. Перечень элементов ультразвукового генератора I

Интегральная схема КМОП 4093
Пьезодинамик или пьезонаушник
Потенциометр или подстроечный резистор, 22 кОм
Резистор, 22 кОм, 0,25 Вт, 5%
Пленочный или керамический конденсатор, 1200 пФ
Электралитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В
Однополюсный выключатель
Четыре пальчиковых батарейки (6 В) или аккумулятор (9 В)

ПРОЕКТ 12. УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ГЕНЕРАТОР II (Э, П)

С помощью двух ИС 4093 можно изготовить мощный ультразвуковой генератор, как показано на рис. 2.16. В качестве нагрузки в схеме используется пьезодинамик или пьезонаушник на десятки милливатт. Генератор работает в частотном диапазоне между 18000 и 40000 Гц.

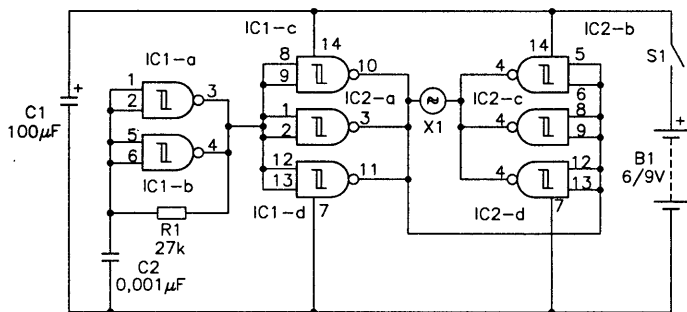


Рис. 2.16. Ультразвуковой генератор II

Частота может варьироваться путем изменения емкости C2. Верхний предел частоты схемы – 1 МГц.

Генератор пригоден для проведения биологических экспериментов, связанных с изучением поведения животных и условий их содержания. Питание – четыре пальчиковых батарейки или батарейка/аккумулятор на 9 В. Схема потребляет всего несколько миллиампер, при этом срок службы батареек – до нескольких недель.

Последовательно с R1 можно включить переменный резистор номиналом 47 кОм, что позволит регулировать частоту в широком диапазоне.

Перечень элементов дан в табл. 2.12. В качестве громкоговорителя можно использовать высокочастотный пьезодинамик – *твитер*. Внутрь этого компонента имеется небольшой выходной трансформатор, как показано на рис. 2.17. Вам нужно удалить его.

Таблица 2.12. Перечень элементов ультразвукового генератора II

Обозначение	Описание
IC1, C2	Интегральная схема КМОП 4093
X1	Пьезодинамик или пьезонаушник
R1	Резистор, 27 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,001 мкФ
S1	Тумблер или кнопка
B1	Четыре пальчиковых батарейки (6 В) или аккумулятор (9 В)

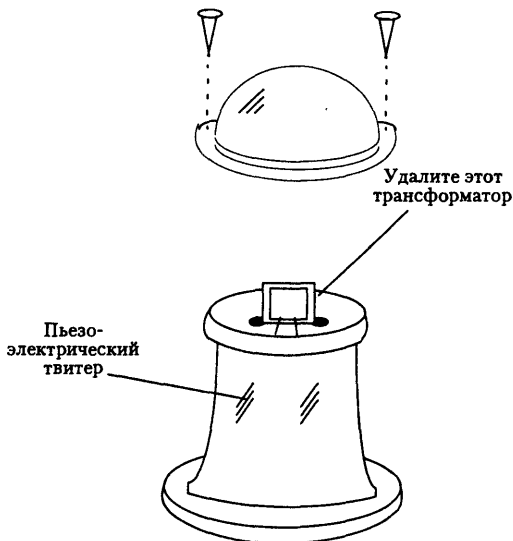


Рис. 2.17. Трансформатор нужно удалить

ПРОЕКТ 13. УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ГЕНЕРАТОР III (Э, П)

Это третья версия ультразвукового генератора. Используется пьезоэлектрический твитер. Выходной каскад на транзисторах обеспечивает мощный выходной сигнал. Динамик, являющийся нагрузкой выходного каскада, может выдавать ультразвуковой сигнал мощностью до 400 мВт.

Схема питается от четырех пальчиковых батареек или от аккумулятора/батарейки напряжением 9 В, потребляемый ток – около 50 мА.

Частота может задаваться резистором R1 в диапазоне между 18000 и 40000 Гц. Можно изменять частоту подбором емкости конденсатора C1. Значения между 470 и 4700 пФ могут быть подобраны экспериментально.

Хотя твитер имеет наибольшую эффективность в диапазоне между 10000 и 20000 Гц, этот преобразователь, как экспериментально подтверждено, может нормально работать и на частотах до 40000 Гц.

В данной схеме нет необходимости отсоединять внутренний трансформатор твитера, как мы делали в предыдущем проекте. Вы можете также использовать специальный ультразвуковой преобразователь с сопротивлением от 4 до 100 Ом.

Принципиальная схема ультразвукового генератора III показана на рис. 2.18. Перечень элементов приведен в табл. 2.13. Устройство может быть собрано в небольшом пластмассовом корпусе, как показано на рис. 2.19.

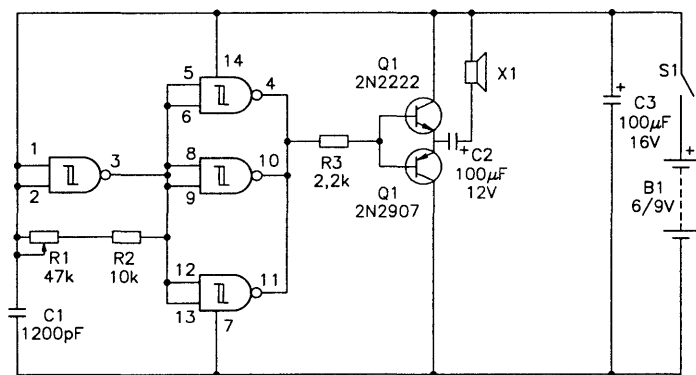


Рис. 2.18. Ультразвуковой генератор III

Таблица 2.13. Перечень элементов ультразвукового генератора III

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Кремниевый п-р-п транзистор, 2N2222
Q2	Кремниевый р-н-р транзистор, 2N2907
X1	Пьезоэлектрический твитер, 4–8 Ом
S1	Однополюсный выключатель
B1	Четыре пальчиковых батарейки (6 В) или аккумулятор (9 В)
R1	Потенциометр, 47 кОм
R2	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический конденсатор, 1200 пФ
C2, C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

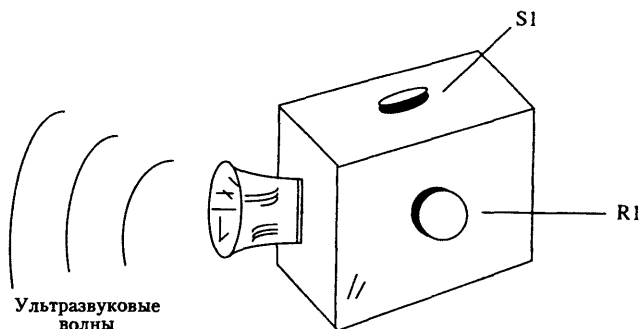


Рис. 2.19. Схему можно поместить в пластмассовый корпус

Читатель должен принять во внимание, что пьезоэлектрический твитер имеет направленную диаграмму излучения. Для регулировки частоты используйте частотомер, подключая его к выводу 4 ИС.

ПРОЕКТ 14. МОЩНЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ГЕНЕРАТОР (Э, П)

Эта схема может выдавать ультразвуковой сигнал мощностью в несколько ватт с применением пьезоэлектрического твитера или преобразователя другого типа. Рабочая частота – от 18000 до 40000 Гц, она может изменяться подбором емкости конденсатора С1. При больших значениях емкости будет формироваться сигнал в звуковом диапазоне,

что позволяет использовать схему в аварийной сигнализации и других устройствах. В этом случае твитер может быть заменен обычным громкоговорителем.

Схема потребляет несколько сот миллиампер от источника питания 9 или 12 В. Батарейки рекомендуются только для кратковременных режимов работы.

Можно использовать это устройство для отпугивания собак и других животных, установив его около мест для сбора мусора и др.

Ультразвуковой режим работы достигается при величине емкости $C1$ от 470 до 2200 пФ. Для сигнала звукового диапазона требуется емкость в диапазоне 0,01–0,022 мкФ.

Принципиальная схема мощного ультразвукового генератора показана на рис. 2.20, перечень элементов приведен в табл. 2.14.

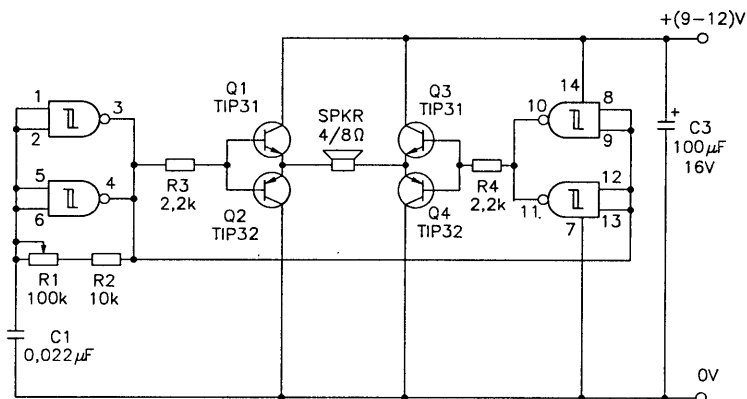


Рис. 2.20. Мощный ультразвуковой генератор.

Все транзисторы должны быть смонтированы на радиаторах

Таблица 2.14. Перечень элементов мощного ультразвукового генератора

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1, Q3	Кремниевый мощный п–р–п транзистор, TIP31
Q2, Q4	Кремниевый мощный р–п–р транзистор, TIP32
SPKR	Твитер или громкоговоритель (см. в тексте), 4–8 Ом
R1	Потенциометр, 100 кОм
R2	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3, R4	Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Пленочный или керамический конденсатор, 1200 пФ или 0,022 мкФ
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

Транзисторы должны быть смонтированы на радиаторах. Все компоненты можно поместить в пластмассовый корпус.

ПРОЕКТ 15. ГЕНЕРАТОР НА СПИЧКЕ (Э)

Самодельный резистор сопротивлением примерно 400 МОм использован в этом интересном экспериментальном генераторе. Резистор на спичке имеет замечательные характеристики и может применяться для измерения влажности. В зависимости от абсорбированной атмосферной влажности резистор на спичке изменяет сопротивление и, следовательно, частоту генерации. Можно придумать несколько научных экспериментов и демонстраций с использованием этой схемы.

Изготовить R_x легко. Намотайте два или три витка оголенного провода длиной 4–5 см на каждый конец деревянной спички, оставив концы проволоки длиной по 2–3 см в качестве выводов. Обожмите провод, чтобы закрепить его, клея или других средств крепления не потребуется. Резистор готов к использованию.

Генератор выдает звуковые сигналы, похожие на щелчки. Частота щелчков определяется значениями $C1$ и R_x . Используя частотомер, вы можете применить это устройство для измерения атмосферной влажности. В данной схеме использованы только два из четырех вентилях 4093, выходной преобразователь – пьезодинамик. Вы можете изменить выходной каскад, используя транзисторы для подключения небольших громкоговорителей.

Полная принципиальная схема показана на рис. 2.21, перечень элементов приведен в табл. 2.15. Частота щелчков зависит от абсорбированной

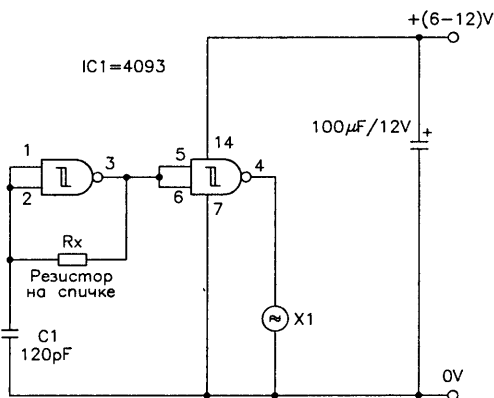


Рис. 2.21. Генератор на спичке. R_x – резистор 500 МОм, изготовленный из спички

Таблица 2.15. Перечень элементов генератора на спичке

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
XT	Пьезодинамик или пьезонаушник
R ₁	Резистор на спичке (см. в тексте)
C1	Керамический конденсатор, 120 пФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

влажности. Вы можете провести эксперимент с этим датчиком, используя водяной пар, нагреватели и т.п.

ПРОЕКТ 16. ГЕНЕРАТОР ТОНА АЗБУКИ МОРЗЕ (П)

Если вы страстный радиолюбитель или бойскаут, стремящийся получить награду на конкурсах по телеграфированию или радиосвязи, – вам пригодится эта схема, которую очень легко собрать. Схема недорогая. Простой передающий ключ показан на рис. 2.22. Он сделан из полоски пружинящей латуни, закрепленной на деревянной подставке, и двух винтов.

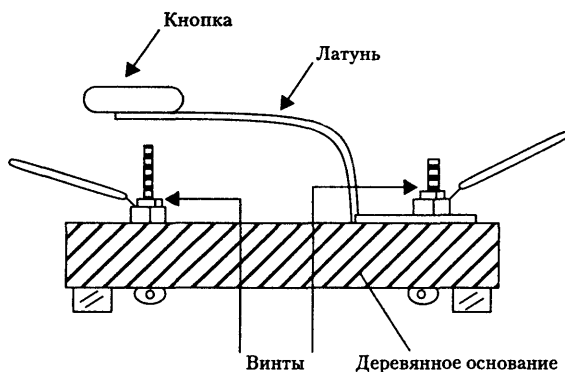


Рис. 2.22. Конструкция ключа Морзе

Латунь согнута в форме колена. Пластмассовая кнопка приклеена на незакрепленном конце эпоксидной смолой. Получился передающий ключ. Под незакрепленным концом пружины поместите большую латунную булавку или латунный винт с полукруглой головкой. Контакты ключа состоят из этого винта и латунной полоски.

Тон настраивается резистором R1, уровень громкости – резистором R3. Частота генератора может регулироваться в широком диапазоне, а выходные тона, лежащие между 500 и 1000 Гц, наиболее приятны

и не утомляют, даже если вы намерены практиковаться продолжительное время. Принципиальная схема этого устройства показана на рис. 2.23, перечень элементов приведен в табл. 2.16.

Запитать это устройство можно от источника 6–12 В. С источником питания напряжением 12 В выходной транзистор должен быть смонтирован на радиаторе.

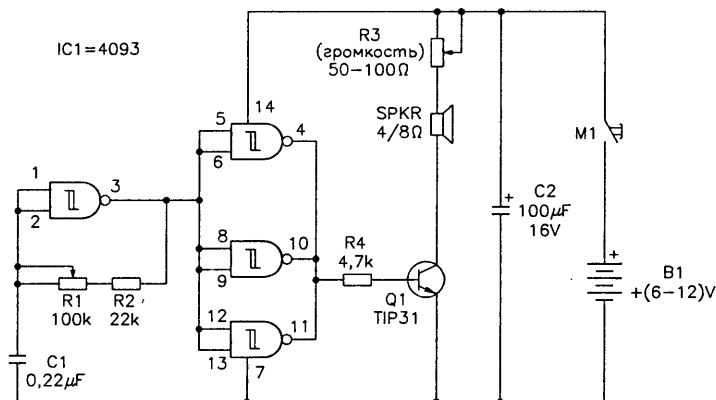


Рис. 2.23. Генератор тона азбуки Морзе.

Транзистор Q1 должен быть смонтирован на радиаторе

Таблица 2.16. Перечень элементов генератора тона азбуки Морзе

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Кремниевый мощный п–р–п транзистор, TIP31
SPKR	Двухдюймовый громкоговоритель, 4–8 Ом
M1	Ключ Морзе (см. в тексте)
B1	Четыре пальчиковых батарейки (6 В) или аккумулятор (9 В)
R1	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 22 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Реостат или проволочный потенциометр, 50–100 Ом
R4	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Пленочный или керамический конденсатор, 0,022 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Все компоненты следует разместить в компактном деревянном корпусе для лучшего качества звука.

В простом варианте может применяться пьезодинамик, напрямую соединенный с выходами ИС b, c и d.

ПРОЕКТ 17. ГЕНЕРАТОР НА 100–1000 ГЦ (Э)

Этот генератор собран на двух вентилях и генерирует прямоугольные импульсы в диапазоне 100–1000 Гц. Устройство может быть использовано для генерации тестового сигнала или как основа для других схем. Аварийная сигнализация, отпугиватель насекомых, ультразвуковой генератор – вот несколько примеров, где может применяться эта базовая схема.

Частотный диапазон допускается менять подбором емкости конденсатора С1. Ультразвуковой сигнал можно получить с конденсаторами емкостью от 470 до 2200 пФ, инфранизкочастотные сигналы будут генерироваться с конденсаторами емкостью 0,22–0,47 мкФ.

В этой схеме использован пьезодинамик, но его можно заменить другим излучателем с использованием дополнительного каскада на транзисторах. С этим каскадом можно подключить громкоговоритель для получения аудиосигнала большой мощности. Схема может питаться от источника напряжением 5–12 В. Устройство потребляет всего несколько миллиампер и может работать от батареек.

Принципиальная схема прибора показана на рис. 2.24, перечень элементов приведен в табл. 2.17. Частотная настройка может быть выполнена подсоединением частотомера к выводу 10 или 11 IC1.

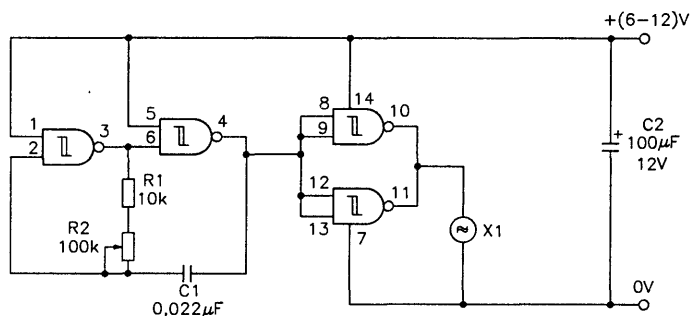


Рис. 2.24. Генератор на 100–1000 Гц на двух вентилях

Таблица 2.17. Перечень элементов генератора на 100–1000 Гц

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
X1	Пьезодинамик или пьезонаушник
R1	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Потенциометр, 100 кОм
C1	Пленочный или керамический конденсатор, 0,022 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

ПРОЕКТ 18. ГЕНЕРАТОР II, УПРАВЛЯЕМЫЙ ПРИКОСНОВЕНИЕМ (Э)

Генератор на двух вентилях формирует частоту, управляемую давлением пальца на тактильный датчик из двух металлических пластин. Схема генерирует сигнал в частотном диапазоне от 10 до 2000 Гц в зависимости от номиналов используемых компонентов.

Несомненно, этот частотный диапазон может легко регулироваться изменением емкости конденсатора С1. Предлагаем читателю поэкспериментировать со значениями между 0,01 и 0,47 мкФ.

Рекомендуемый выходной преобразователь – наушники или пьезодинамик, но нагрузку можно изменить, используя мощные выходные каскады на транзисторах для подключения громкоговорителей или твитеров.

Требуемое питающее напряжение – в диапазоне между 5 и 12 В. Так как потребление тока очень низкое, можно использовать батарейки для питания прибора.

Принципиальная схема управляемого прикосновением генератора II показана на рис. 2.25, перечень элементов приведен в табл. 2.18.

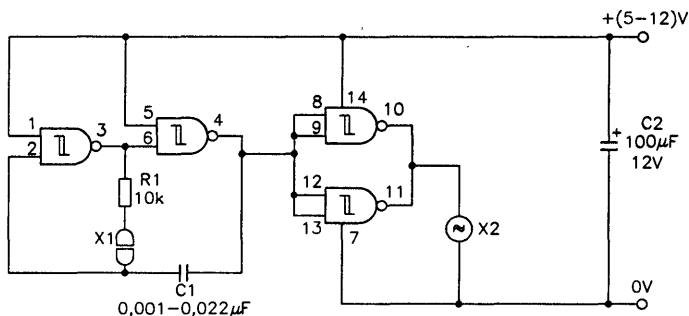


Рис. 2.25. Этот управляемый прикосновением генератор издает тона с высотой, зависящей от давления пальца на тактильный датчик X1

Таблица 2.18. Перечень элементов генератора II, управляемого прикосновением

	Интегральная схема КМОП 4093В
	Тактильный датчик
	Пьезодинамик или пьезонаушник
	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
	Потенциометр, 100 кОм
	Пленочный или керамический конденсатор, 0,022 пФ
	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

ПРОЕКТ 19. ГЕНЕРАТОР II, УПРАВЛЯЕМЫЙ СВЕТОМ (Э)

Частота сигнала, формируемого этим генератором, зависит от светового потока, падающего на датчик. В качестве датчика использован фоторезистор. Выходной каскад на транзисторе напрямую нагружен на громкоговоритель с низким сопротивлением. Если хотите, можете исключить этот каскад и соединить пьезодинамик с выводами 10 и 11 ИС.

Схема может питаться от источника напряжением 5–12 В. Если используется напряжение питания 9–12 В, транзистор должен быть смонтирован на радиаторе.

Частотный диапазон зависит от емкости конденсатора С1 и светового потока, падающего на датчик. Вы можете изменять частотный диапазон подбором номинала конденсатора С1. Значения между 0,01 и 0,022 мкФ дают звуки в аудиодиапазоне. Если вы хотите получать щелчки с частотой в зависимости от светового потока, падающего на датчик, то поэкспериментируйте с конденсаторами емкостью 0,22–1 мкФ. В этом эксперименте допустимо использовать пленочные или керамические конденсаторы.

Вы можете получить музыкальные тона, двигая рукой перед датчиком, то есть управляя интенсивностью светового потока. Другое интересное применение преобразователя свет–частота – передача информации об интенсивности падающего света на удаленный частотомер. Удаленный наблюдатель может использовать градуировочную таблицу соответствия значения частоты и светового потока.

Принципиальная схема прибора показана на рис. 2.26, перечень элементов приведен в табл. 2.19.

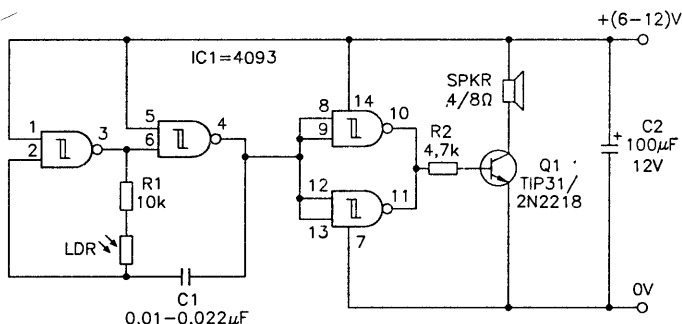


Рис. 2.26. Преобразователь свет–звук на управляемом двухвентильном генераторе

Таблица 2.19. Перечень элементов генератора II, управляемого светом

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
LDR	Фоторезистор
SPKR	Громкоговоритель, 4–8 Ом
Q1	Кремниевый средней мощности транзистор (см. в тексте), TIP31 или 2N2218
R1	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Пленочный или керамический конденсатор, 0,01–0,022 мкФ
C2	Электралитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

Выбор транзистора Q1 зависит от напряжения источника питания. При напряжении питания 6–9 В рекомендуется транзистор 2N2218 на небольшом радиаторе, при напряжении 9–12 В – транзистор TIP31 с радиатором.

ПРОЕКТ 20. ПЕРЕДАТЧИК С НЕСУЩЕЙ ЧАСТОТОЙ 100 КГц – 1 МГц (Э)

Это RC-генератор высокой частоты, с пределом около 1 МГц. Схема работает как экспериментальный передатчик с малым радиусом действия в диапазоне частот 100 кГц – 1 МГц.

Читатель может применять прибор как средство для калибровки приемника, выявления неисправностей радиочастотного тракта, либо как генератор прямоугольных импульсов. Поскольку форма сигнала на выходе прямоугольная, гармоники увеличивают полезный сигнал высокой частоты до 100 МГц. Даже приемник с частотной модуляцией может принимать сигнал, производимый этой простой схемой.

С небольшой антенной, подсоединенной к передатчику, можно принимать сигналы с расстояния до 1 м. Таким образом, для приема калибрующего сигнала не требуется физическое соединение с радиоприемниками.

Частота регулируется резистором R1 в диапазоне АМ волн (ДВ и СВ). Ключ Морзе может быть вставлен между схемой и источником питания.

Полная принципиальная схема передатчика показана на рис. 2.27, перечень элементов приведен в табл. 2.20.

Антенной служит кусок провода длиной от 30 до 180 см.

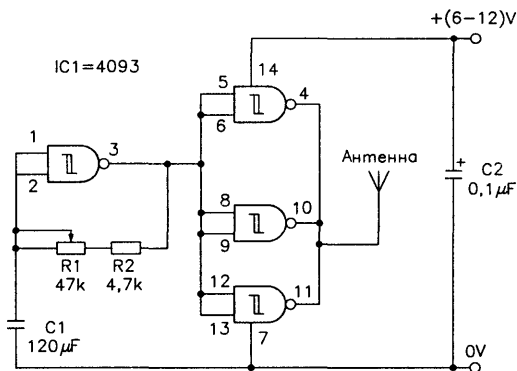


Рис. 2.27. Схема передатчика 100 кГц – 1 МГц.

Обратите внимание, что катушки индуктивности не используются

Таблица 2.20. Перечень элементов передатчика
с несущей частотой 100 кГц – 1 МГц

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
POT	Потенциометр, 47 кОм
R1	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический конденсатор, 120 пФ
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,1 мкФ

ПРОЕКТ 21. МОДУЛИРУЕМЫЙ ПЕРЕДАТЧИК С ЧАСТОТОЙ 100 КГц – 1 МГц (Э)

В этой схеме используются два генератора для получения модулированного выходного сигнала в частотном диапазоне 100 кГц – 1 МГц. Устройство может быть использовано как экспериментальный телеграфный излучатель или как генератор модулированного сигнала для выявления неисправностей радиочастотных трактов в приемниках с амплитудной модуляцией, с частотной модуляцией и др.

Схема генерирует частоты до 1 МГц с фиксированной модулирующей частотой около 1 кГц. Вы можете изменять частоту модуляции подключением потенциометра последовательно к резистору R1. Потенциометр с сопротивлением 100 кОм и резистор 10 кОм дают диапазон модулирующих частот от 100 до 1000 Гц. Варьирование частоты модуляции в более широких пределах можно получить, изменяя емкость конденсатора C1.

Схема питается от батареек, так как потребляемый ток очень мал (всего несколько миллиампер). Схема – без катушек индуктивности, частота регулируется потенциометром. Антенной служит провод длиной от 30 до 180 см.

Принципиальная схема передатчика показана на рис. 2.28, перечень элементов приведен в табл. 2.21.

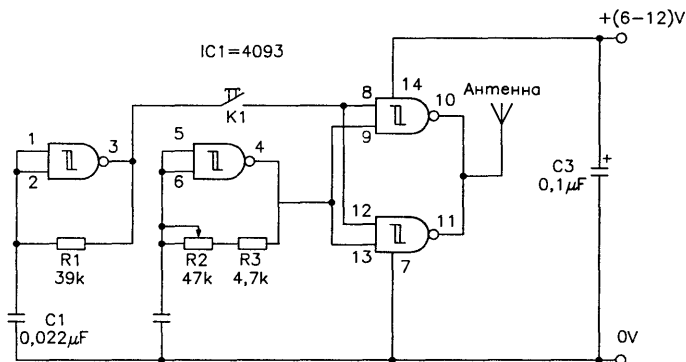


Рис. 2.28. Этот безиндуктивный передатчик излучает модулированный сигнал в диапазоне 100 кГц – 1 МГц

Таблица 2.21. Перечень элементов передатчика на 100 кГц – 1 МГц

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093В
K	Ключ Морзе (см. в тексте)
R1	Резистор, 39 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Потенциометр, 47 кОм
R3	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C2	Керамический конденсатор, 120 пФ
C3	Керамический или пленочный конденсатор, 0,1 мкФ

В качестве ключа Морзе можно применить устройство, описанное в проекте 16. Рабочая частота передатчика настраивается резистором R2.

ПРОЕКТ 22. ПЕРЕДАТЧИК С НЕСУЩЕЙ ЧАСТОТОЙ 3–4 МГц (Э)

LS-генератор, использующий только один логический элемент ИС 4093, может работать на частотах до 4 МГц. Данную схему можно

применять как экспериментальный маломощный передатчик, работающий в любительском 80-метровом диапазоне, или как генератор сигнала.

Схема потребляет ток всего несколько миллиампер, поэтому может быть использован аккумулятор либо батарейка напряжением 9 В или шесть пальчиковых батареек.

Так как в КМОП генераторах верхний предел частоты зависит от напряжения источника питания, в этой схеме требуется минимум 9 В для работы в диапазоне от 3 до 4 МГц. При питании 6 В верхний предел частоты уменьшится до 2 МГц. Для экспериментов пользуются антенной – проводом длиной от 30 до 180 см, но вы можете подключить подходящую внешнюю антенну, чтобы работать в 80-метровом любительском диапазоне.

Принципиальная схема передатчика показана на рис. 2.29, перечень элементов приведен в табл. 2.22.

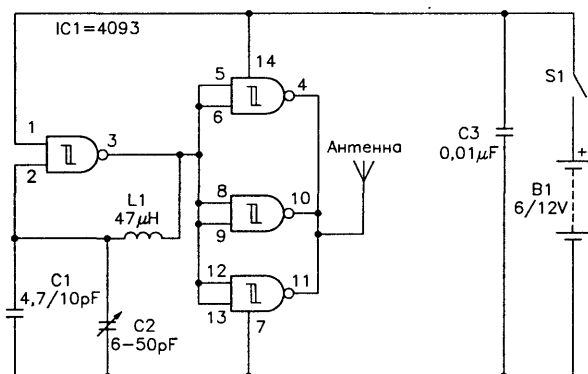


Рис. 2.29. Экспериментальный передатчик с несущей частотой 3–4 МГц

Таблица 2.22. Перечень элементов передатчика с несущей частотой 3–4 МГц

	Описание
	Интегральная схема КМОП 4093
	Дроссель радиочастотный (см. в тексте), 47 мкГн
	Керамический конденсатор, 4,7 или 10 пФ
	Подстроечный конденсатор, 6–50 пФ
	Керамический конденсатор, 0,1 мкФ
	Однополюсный выключатель или ключ Морзе
	Источник питающего напряжения, 9–12 В

ПРОЕКТ 23. МОДУЛИРУЕМЫЙ ПЕРЕДАТЧИК С ЧАСТОТОЙ 3–4 МГц (Э)

Один вентиль ИС 4093 используется в этом передатчике для генератора звуковой частоты, который модулирует несущую частоту; другой – как генератор радиочастоты, работающий в диапазоне от 3 до 4 МГц. Третий и четвертый логические элементы использованы в качестве усилителя модулированного сигнала, поступающего на антенну.

Частота генератора задается переменным конденсатором C1, а генератора звуковой частоты – переменным резистором R1.

При использовании короткой антенны (от 30 до 180 см) сигналы могут быть приняты на расстоянии до 3 м.

На рис. 2.30 показана принципиальная схема передатчика с частотной модуляцией, перечень элементов приведен в табл. 2.23.

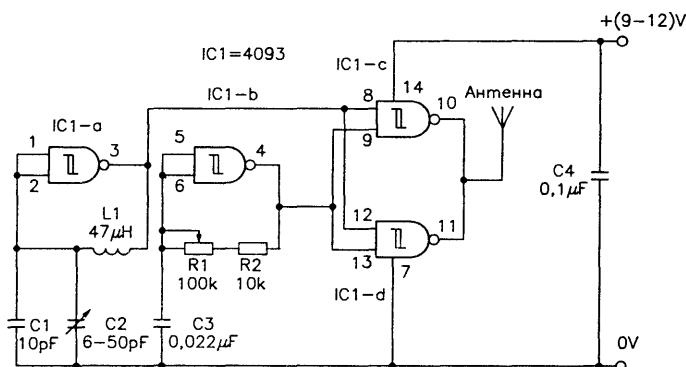


Рис. 2.30. Экспериментальный модулируемый передатчик
80-метрового диапазона

Таблица 2.23. Перечень элементов модулируемого передатчика с частотой 3–4 МГц

Обозначение	Описание
IC	Интегральная схема КМОП 4093
L1	Микроиндуктивность, 47 мкГн
C1	Керамический конденсатор, 10 пФ
C2	Подстроечный конденсатор, 6–50 пФ
C3	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C4	Керамический или пленочный конденсатор, 0,1 мкФ
R1	Потенциометр, 100 кОм
R2	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%

Допустимо использовать и ключ Морзе, включенный в цепь питания передатчика. Индуктивность L1 может быть самодельной катушкой. Ее внутренний диаметр – 1/8 дюйма. Она наматывается на ферритовом стержне и содержит 40 витков изолированного провода диаметром 0,4–0,45 мм.

ПРОЕКТ 24. УСТРОЙСТВО ЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ I (Э, П)

Этому простому и недорогому устройству звуковой сигнализации (beeper) можно найти несколько интересных применений. Вы можете использовать его в аварийной сигнализации, в развлекательных играх и как маломощный генератор предупредительных сигналов для электронного оборудования.

Схема выдает периодические звуковые импульсы с частотой повторения около 1 Гц. В данном устройстве используется пьезодинамик, но в следующем варианте (проект 25) применяется мощный выходной каскад, обеспечивающий подключение громкоговорителей.

Аудиотон генерируется IC1, его частота определяется номиналами сопротивления R1 и емкости C1. Номинал R1 можно подобрать экспериментально в интервале 22–100 кОм. Для упрощения настройки вместо постоянного резистора может быть использован потенциометр на 100 кОм, включенный последовательно с резистором на 10 кОм.

Период повторения звуковых импульсов определяется резистором R2 и конденсатором C2. Рекомендуемые значения емкости C2 соответствуют интервалу 0,15–0,47 мкФ и даже до 1 мкФ. Оптимальные величины этих компонентов зависят от того, каким образом вы хотите применить устройство.

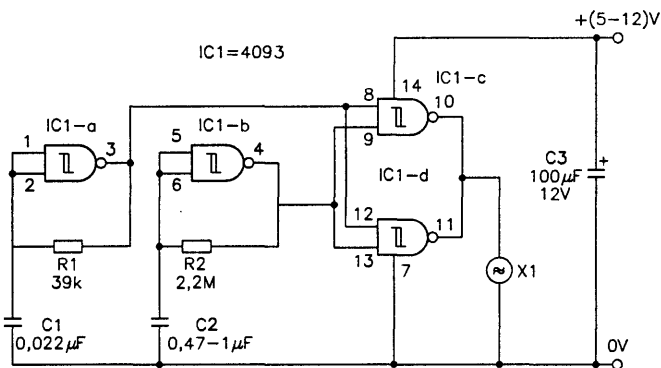


Рис. 2.31. Устройство звуковой сигнализации I

Таблица 2.24. Перечень элементов устройства звуковой сигнализации I

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
X1	Пьезодинамик или пьезонаушник
R1	Резистор, 39 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Пленочный или керамический конденсатор, 0,022 мкФ
C2	Пленочный или керамический конденсатор, 0,47–1 мкФ
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

Принципиальная схема устройства звуковой сигнализации I представлена на рис. 2.31, перечень элементов приведен в табл. 2.24.

Потребляемый ток очень мал (всего несколько миллиампер), поэтому вы можете применять для питания пальчиковые батарейки или аккумулятор/батарейку на 9 В. Можно также подключать устройство к питающему напряжению аппаратуры, в которую вы его встроите.

ПРОЕКТ 25. УСТРОЙСТВО ЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ II С МОЩНЫМ ВЫХОДОМ (Э, П)

Это более мощная версия предыдущего устройства с использованием выходного каскада на транзисторах для подключения небольших громкоговорителей. Данное устройство способно отдавать в громкоговоритель несколько сот милливатт. Схема может использоваться в составе аварийной сигнализации, в игрушках и других устройствах. Частота повторений настраивается резистором R1, аудиотон – резистором R3.

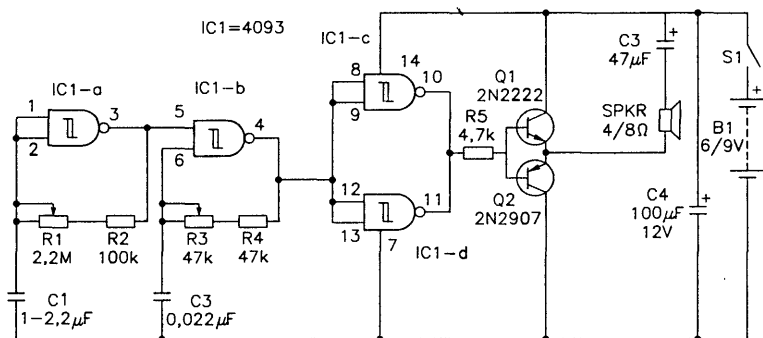


Рис. 2.32. Устройство звуковой сигнализации II.
Период следования и тон управляются R1 и R3

Изменение тона и частоты следования пакетов импульсов может осуществляться выбором соответствующих номиналов конденсаторов С1 и С2. Вы можете поэкспериментировать, изменяя их значения в соответствии с назначением устройства. Принципиальная схема устройства показана на рис. 2.32, перечень элементов приведен в табл. 2.25.

Таблица 2.25. Перечень элементов мощного устройства звуковой сигнализации II

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	п-р-п кремниевый транзистор общего назначения, 2N2222
Q2	р-п-р кремниевый транзистор общего назначения, 2N2907
SPKR	Громкоговоритель, 4–8 Ом
S1	Однополюсный выключатель
B1	Четыре пальчиковых батарейки (6 В) или аккумулятор (9 В)
R1	Потенциометр, 2,2 МОм
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Потенциометр, 100 кОм
R4	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Пленочный конденсатор, 1–2,2 мкФ
C2	Пленочный или керамический конденсатор, 0,022 мкФ
C3	Электролитический конденсатор, 47 мкФ, 12 В
C4	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

Потребляемый устройством ток – около 50 мА. Для улучшения акустических характеристик громкоговоритель нужно поместить в небольшой корпус.

ПРОЕКТ 26. УСТРОЙСТВО ЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ III (Э, П)

Это однотоновое устройство имеет усовершенствованный выходной каскад, реализованный по мостовой схеме. Нагрузкой является пьезодинамик или пьезонаушник. Данная схема работает аналогично устройству проекта 24, но благодаря дополнительному выходному каскаду обеспечивает большую выходную мощность.

Частоты двух генераторов можно изменять в широких пределах подбором конденсаторов С1 и С2. Питание схемы осуществляется от источников напряжением 6–9 В. Можно использовать и батарейки, так как ток небольшой. Принципиальная схема устройства показана на рис. 2.33. Перечень элементов приведен в табл. 2.26.

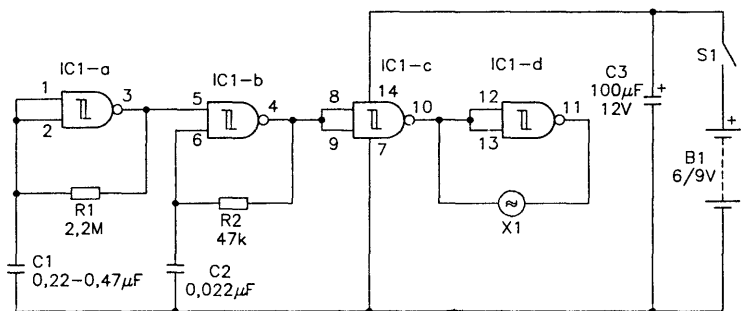


Рис. 2.33. Устройство звуковой сигнализации III, использующее пьезодинамик

Таблица 2.26. Перечень элементов устройства звуковой сигнализации III

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
X1	Пьезодинамик или пьезонаушник
S1	Однополюсный выключатель
B1	Четыре пальчиковых батарейки (6 В) или аккумулятор (9 В)
R1	Резистор, 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22–0,47 мкФ
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

При увеличении значения емкости $C1$ уменьшается частота повторения звуковых пакетов. Увеличение емкости конденсатора $C2$ снижает звуковой тон.

ПРОЕКТ 27. ДВУХТОНОВОЕ УСТРОЙСТВО ЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ I (Э, П)

Эта схема способна генерировать двухтоновые сигналы предупреждения с частотой переключения около 1 Гц и может использоваться для воспроизведения сигнала сирены в составе аварийной сигнализации, а также в игрушках и других устройствах.

Тона с частотами около 1 и 1,8 кГц вы можете легко варьировать подбором емкостей конденсаторов $C2$ и $C3$. Конденсатор $C1$ определяет частоту переключения тональных пакетов, которая также может варьироваться в широком диапазоне.

Схема питается от четырех пальчиковых батареек или от аккумулятора/батарейки на 9 В. Схема может функционировать с напряжениями

питания в диапазоне 5–12 В. Потребление тока – несколько миллиампер.

Полная принципиальная схема устройства показана на рис. 2.34, перечень элементов приведен в табл. 2.27.

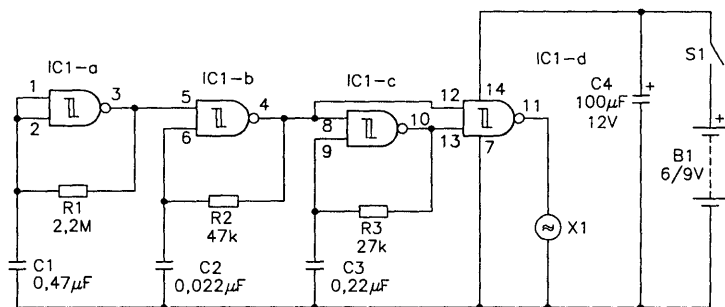


Рис. 2.34. Двухтоновое устройство звуковой сигнализации I.
Нагрузка – пьезонаушник или пьезодинамик

Таблица 2.27. Перечень элементов двухтонового устройства звуковой сигнализации I

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
X1	Пьезодинамик или пьезонаушник
S1	Однополюсный выключатель
B1	Четыре пальчиковых батарейки (6 В) или аккумулятор (9 В)
R1	Резистор, 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 27 Ом, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,47 мкФ
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C3	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 мкФ
C4	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

Резисторы R1, R2 и R3 могут быть заменены потенциометрами, включенными последовательно с ограничивающими резисторами. Резистор R1 заменяется потенциометром номиналом 2,2 МОм и резистором сопротивлением 100 кОм. Резисторы R2 и R3 соответственно заменяются потенциометром на 100 кОм и включенным последовательно резистором 10 кОм. В этом случае устройство может быть использовано как простой синтезатор звуковых сигналов.

ПРОЕКТ 28. МОЩНОЕ УСТРОЙСТВО ЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ IV (Э, П)

Эта схема выдает периодический однотоновый сигнал в обычный громкоговоритель. Выходная мощность составляет от 500 мВт до 2 Вт и зависит от напряжения источника питания и сопротивления громкоговорителя. Эта схема может быть использована в аварийной сигнализации и других подобных устройствах.

Потребляемый ток составляет около 500 мА, что практически исключает применение небольших аккумуляторов или пальчиковых батареек как источников питания. Тон настраивают резистором R3, частоту повторений – резистором R1. Принципиальная схема устройства показана на рис. 2.35, перечень элементов дан в табл. 2.28.

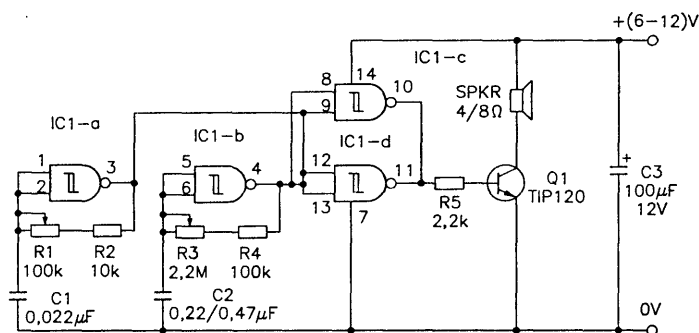


Рис. 2.35. Мощное устройство звуковой сигнализации IV

Таблица 2.28. Перечень элементов мощного устройства звуковой сигнализации IV

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	п-р-п составной мощный транзистор, TIP120
SPKR	Четырехдюймовый громкоговоритель, 4–8 Ом
R1	Потенциометр, 100 кОм
R2	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C2	Пленочный конденсатор, 0,22 или 0,47 мкФ
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

Транзистор Q1 должен быть смонтирован на радиаторе. Для усовершенствования этой схемы можно заменить Q1 мощным полевым транзистором. Допустим любой тип полевого транзистора с рабочим током 2 А или больше.

ПРОЕКТ 29. УСТРОЙСТВО ЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ V НА КОМПЛЕМЕНТАРНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ (Э, П)

Мощная версия устройства звуковой сигнализации может быть собрана с использованием выходного каскада на комплементарных транзисторах. Схема обеспечивает выходную мощность до 4 Вт и может применяться в аварийной сигнализации, системах предупреждения, играх и т.п.

Схема не требует настройки частоты, но при необходимости это легко обеспечить введением управления тоном и периодом следования. Резисторы R1 и R2 могут быть заменены потенциометрами, соединенными последовательно с ограничивающими резисторами. Резистор R1 заменяется потенциометром 100 кОм и резистором 10 кОм, резистор R2 – потенциометром 2,2 или 4,7 МОм с включенным последовательно резистором сопротивлением 100 кОм.

Типы используемых транзисторов зависят от напряжения источника питания. При питании от 6 В вы можете применять выходную пару 2N2222 и 2N2907 – это кремниевые транзисторы общего назначения. С напряжением питания 9 В (или выше) вы должны применить пару TIP31 и TIP32 – мощные кремниевые транзисторы, которые монтируются на радиаторах.

Для лучшего воспроизведения звука громкоговоритель нужно поместить в корпус. Высшее качество звука обеспечивают громкоговорители диаметром 9,6 см или более.

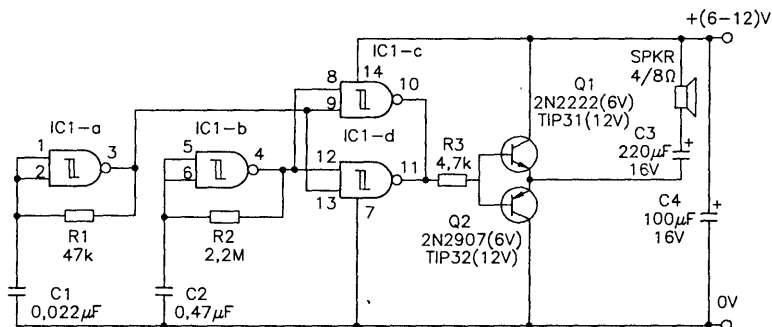


Рис. 2.36. Устройство звуковой сигнализации V на комплементарных транзисторах

Потребляемый ток зависит от напряжения питания и может меняться от 200 мА до 1 А. Принципиальная схема прибора показана на рис. 2.36, перечень элементов приведен в табл. 2.29.

При монтаже устройства особое внимание следует обратить на установку полярных компонентов (C3 и C4).

Таблица 2.29. Перечень элементов устройства звуковой сигнализации V на комплементарных транзисторах

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	п-р-п транзистор (см. в тексте), 2N2222 или TIP31
Q2	р-п-р транзистор (см. в тексте), 2N2907 или TIP32
SPKR	Четырехдюймовый громкоговоритель, 4–8 Ом
R1	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 4700 Ом, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C2	Пленочный конденсатор, 0,47 или 1 мкФ
C3	Электролитический конденсатор, 220 мкФ, 16 В
C4	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

ПРОЕКТ 30. ДВУХТОНОВАЯ СИРЕНА (Э, П)

Эта схема формирует мощный двухтонный сигнал и работает на громкоговоритель. Двухтонные частоты и период переключения регулируются соответствующими потенциометрами, питание прибора может осуществляться от автомобильного аккумулятора 12 В или сетевого источника питания.

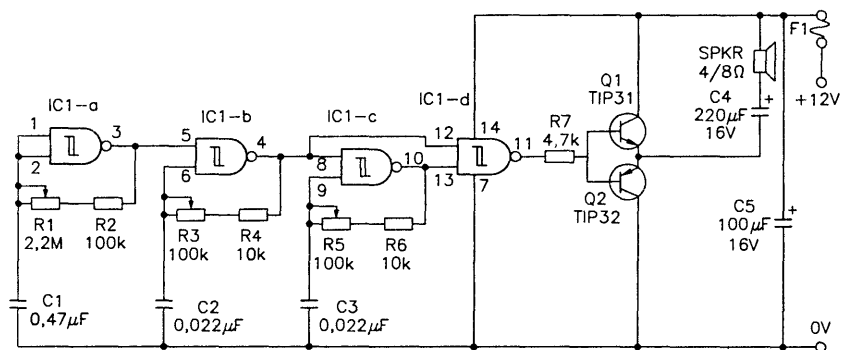


Рис. 2.37. Двухтонная сирена.
Транзисторы Q1 и Q2 должны иметь радиаторы

Вы можете применить эту схему в автомобилях, аварийной сигнализации и др. Потребляемый ток – до 1 А. Для прибора требуется источник питания, предназначенный для работы в тяжелом режиме.

Выходные транзисторы должны быть установлены на радиаторах. Предохранитель F1 защищает устройство от коротких замыканий.

Принципиальная схема двухтоновой сирены показана на рис. 2.37, перечень элементов приведен в табл. 2.30.

Громкоговоритель нужно поместить в корпус для получения качественного звука.

Таблица 2.30. Перечень элементов двухтоновой сирены

Обозначение	Описание
IC	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	п–р–п кремниевый мощный транзистор, ТПЗ1
Q2	р–п–р кремниевый мощный транзистор, ТПЗ2
SPKR	Четырехдюймовый громкоговоритель, 4–8 Ом
F1	Предохранитель, 2 А
P1	Потенциометр, 2,2 МОм
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3, R5	Резисторы, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4, R6	Резисторы, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R7	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1, C3	Керамический или пленочный конденсатор, 0,47 мкФ
C2, C4	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C5	Электролитический конденсатор, 220 мкФ, 16 В
C6	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

ПРОЕКТ 31. СИРЕНА С ЧАСТОТНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ (Э, П)

РС-генератор может модулировать другой генератор, меняя его частоту, что и реализовано в данном проекте. Тон, таким образом, переходит от высокого к низкому и наоборот со скоростью, определяемой частотой первого генератора.

Схема может быть использована для воспроизведения сирены в составе аварийной сигнализации или игровых устройств и др. С источником питания 12 В устройство обеспечивает выходную мощность в несколько ватт, чего вполне достаточно для подключения громкоговорителя.

Эта базовая схема имеет фиксированные тон, частоту и глубину модуляции, однако данные характеристики можно изменять подбором номиналов некоторых компонентов. Чтобы задать другую частоту

модуляции, вы должны изменить номиналы резистора R1 или конденсатора C1. Частота звукового тона определяется соответственно резистором R4 или конденсатором C3. Глубина модуляции может быть изменена резисторами R2 и R3.

Если вы хотите провести некоторые интересные эксперименты по генерации звука, то можете заменить все указанные резисторы на потенциометры, соединенные последовательно с ограничивающими резисторами. Правило этой замены простое: номинал потенциометра должен быть равен или в два раза превосходить номинал замещаемого резистора, а включенный последовательно резистор должен иметь номинал, равный примерно 0,1 от номинала потенциометра.

Например, если вы замените резистор 100 кОм на потенциометр 100 кОм или 220 кОм, то включенный последовательно резистор должен быть номиналом 10 кОм или 22 кОм.

Тип выходных транзисторов зависит от напряжения источника питания. Для питающего напряжения 6 В применяется пара 2N2222/2N2907 – оба кремниевые транзисторы общего назначения. Но если вы намерены применить источник питания 9 или 12 В, транзисторы должны быть более мощными, например пара TIP31/TIP32, и смонтированными на радиаторах.

Потребляемый ток зависит от напряжения источника питания. Он обычно составляет от 100 до 500 мА.

Принципиальная схема частотно-модулированной сирены показана на рис. 2.38, перечень элементов приведен в табл. 2.31. Громкоговоритель можно поместить в корпус для лучшего воспроизведения звука.

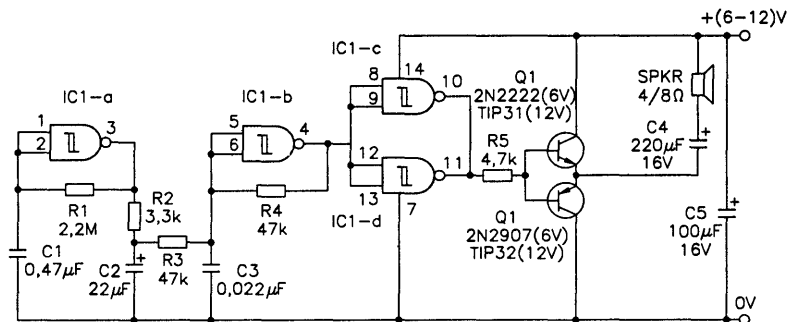


Рис. 2.38. Частотно-модулированная сирена. Выходные транзисторы должны быть смонтированы на радиаторах с питанием от 12 В

Таблица 2.31. Перечень элементов сирены с частотной модуляцией

Обозначение	Описание
Q1	Интегральная схема КМОП 4093В
Q1	п-р-п транзистор (см. в тексте), 2N2222 или TIP31
Q2	р-п-р транзистор (см. в тексте), 2N2907 или TIP32
SPKR	Четырехдюймовый громкоговоритель, 4–8 Ом
R1	Резистор, 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 3,3 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3, R4	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Резистор, 4,7 Ом, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,47 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 22 мкФ, 12 В
C3	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C4	Электролитический конденсатор, 220 мкФ, 16 В
C5	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

ПРОЕКТ 32. ГЕНЕРАТОР СЛОЖНЫХ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ (Э, П)

Комбинируя четыре различных последовательности импульсов прямоугольной формы, можно получать на выходе предлагаемого устройства сложные сигналы. Схема может быть использована для экспериментов с синтезом новых звуков, выявления неисправностей или оценки качества аудиоаппаратуры.

Частота и амплитуда каждого из четырех генераторов, входящих в данное устройство, управляются потенциометрами в широком диапазоне. Частота может меняться от 50 до 1000 Гц с указанными на схеме номиналами компонентов, уровни суммируемых сигналов регулируются от 0 В до величины питающего напряжения.

Подключив генератор к осциллографу, вы увидите, как много разных форм сигналов можно получить, имея в распоряжении восемь потенциометров. Если вы настроите первый генератор потенциометром на частоту f , второй – на частоту $2f$, третий – на $3f$, четвертый – на $4f$ и установите выходные уровни соответствующими потенциометрами в обратной пропорции, то можете с хорошей точностью синтезировать синусоидальный сигнал (рис. 2.39).

Для изменения частотного диапазона устройства достаточно заменить номиналы конденсаторов в генераторах. Схема способна генерировать сигналы частотой до 1 МГц. Минимальные рекомендуемые номиналы конденсаторов C1 – C3 составляют 120 пФ.

Принципиальная схема генератора сложных звуковых сигналов показана на рис. 2.40. Перечень элементов дан в табл. 2.32.

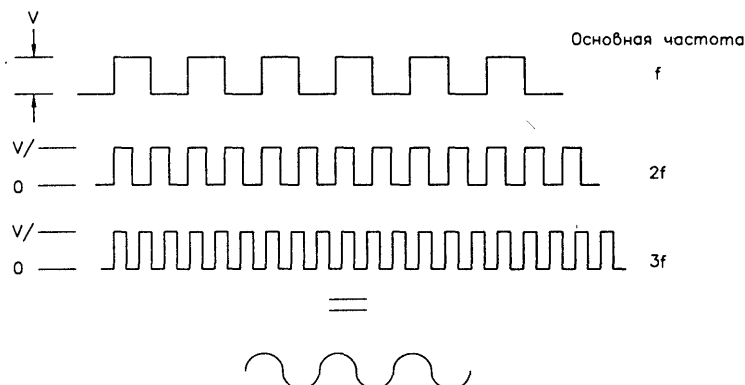


Рис. 2.39. Синусоидальный сигнал может быть синтезирован из прямоугольных импульсных сигналов

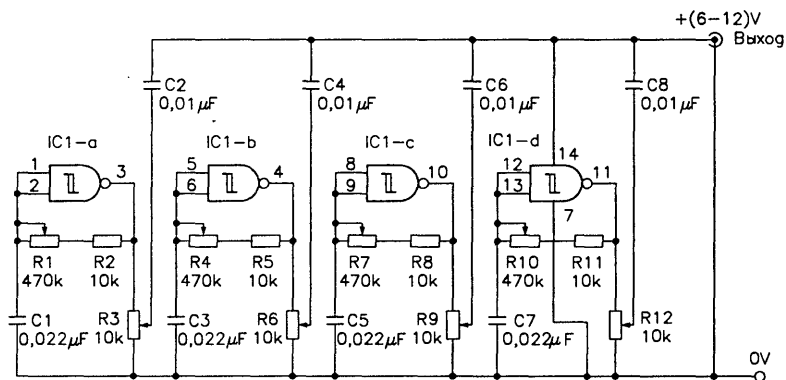


Рис. 2.40. Генератор сложных звуковых сигналов. Эта схема синтезирует сигналы из последовательностей прямоугольных импульсов

Таблица 2.32. Перечень элементов генератора сложных звуковых сигналов

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
R1, R4, R7, R10	Потенциометры, 470 кОм
R2, R5, R8, R11	Резисторы, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3, R6, R9, R12	Потенциометры, 10 кОм
C1, C3, C5, C7	Керамические или пленочные конденсаторы, 0,022 пФ
C2, C4, C6, C8	Керамические или пленочные конденсаторы, 0,01 мкФ

ПРОЕКТ 33. УСТРОЙСТВО ЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С ПЕРЕМЕННЫМ ИНТЕРВАЛОМ (Э)

Все схемы устройств звуковой сигнализации, уже рассмотренные в этой книге, имеют рабочий цикл 50%. Это означает, что продолжительность генерируемого пакета импульсов (тона) для всех частот – такая же, как и интервал между пакетами. На низких частотах длительности пакетов оказываются очень продолжительными, что нежелательно для некоторых случаев.

Генератор на ИС 4093 может быть усовершенствован, чтобы выдавать пакеты импульсов фиксированной продолжительности в любом диапазоне частот. Частотный диапазон можно отрегулировать простым потенциометром.

На приведенной схеме показан пример того, как это сделать. Наше устройство формирует короткие (или длинные) пакеты импульсов с частотой следования от 3–4 за 1 с до одного за 3–4 с. Тон (частота импульсов в пакете) также может регулироваться в широком диапазоне частот – от 100 до 1000 Гц.

Работает схема следующим образом. Вентиль IC1-a, подключенный как инвертор с обратной связью, генерирует импульсы, как описано во вводной части этой книги. Когда питание включено, конденсатор C1 заряжается через резистор R3, и, таким образом, высокий потенциал выхода разрешает через стробирующий вход работу второго генератора на вентиле IC1-b.

Во время заряда C1 генерируется тон. Когда C1 зарядится до V_p , выход IC1-a переходит в низкое состояние и генератор на IC1-b останавливается. Конденсатор C1 начинает разряжаться через R1, R2 и D1 до уровня V_n . Затем выход IC1-a снова переходит в высокое состояние, и начинается новый цикл. Заметим, что конденсатор C1 заряжается через D2 и R3 и разряжается через R1, R2 и D2. Таким образом, потенциометр R1 управляет интервалом между выходными импульсами, а резистор R3 определяет их продолжительность (рис. 2.41).

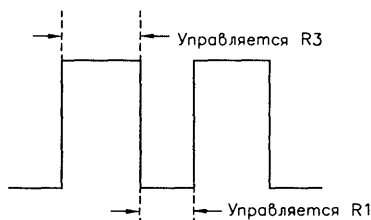


Рис. 2.41. R1 и R3 управляют рабочим циклом генерируемого сигнала

Потенциометр R4 регулирует частоту тона. На выходе схемы – пьезодинамик или пьезонаушник. Номинал резистора R3 может выбираться в диапазоне между 100 кОм и 1 МОм.

Принципиальная схема устройства звуковой сигнализации приведена на рис. 2.42, перечень элементов – в табл. 2.33.

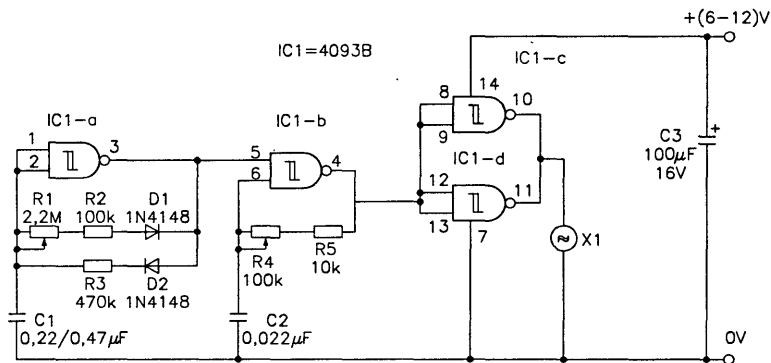


Рис. 2.42. Устройство звуковой сигнализации с переменным интервалом

Таблица 2.33. Перечень элементов устройства звуковой сигнализации с переменным интервалом

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093В
X1	Пьезодинамик или пьезонаушник
D1, D2	Кремниевые диоды общего назначения, 1N4148
R1	Потенциометр, 2,2 МОм
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 470 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Потенциометр, 100 кОм
R5	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 или 0,47 мкФ
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

ПРОЕКТ 34. СИРЕНА С ПЕРЕМЕННЫМ РАБОЧИМ ЦИКЛОМ (Э, П)

Эта сирена издает сигнал с регулируемым интервалом между пакетами импульсов звуковой частоты.

Продолжительность пакетов импульсов (звукового тона) настраивается резистором R3, интервал между пакетами – потенциометром R2. Частоту звукового тона настраивают потенциометром R5.

Выходной каскад на транзисторах обеспечивает возможность работы на громкоговоритель, при этом выходная мощность зависит от напряжения источника питания. До 4 Вт на выходе может быть получено при напряжении источника питания 12 В. Амплитуда тока в нагрузке в этом случае достигает 1 А. По принципу работы устройство аналогично схеме 33.

Выбор выходных транзисторов зависит от напряжения источника питания. Для 5–6 В питающего напряжения применяется пара кремниевых транзисторов общего назначения 2N2222/2N2907. Но если используется 9–12 В, применяется пара мощных кремниевых транзисторов TIP31/TIP32, устанавливаемых на радиаторах. Принципиальная схема сирены с переменным рабочим циклом представлена на рис. 2.43, перечень элементов – в табл. 2.34.

Рабочий цикл может быть отрегулирован в диапазоне между 5 и 95%.

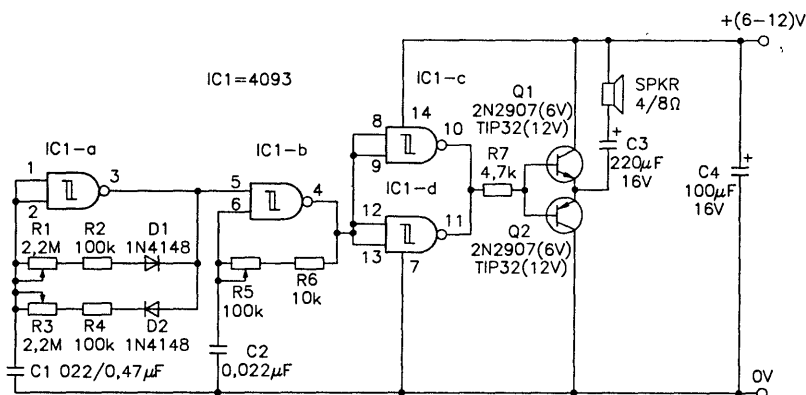


Рис. 2.43. Сирена с переменным рабочим циклом.

Выбор выходных транзисторов зависит от напряжения источника питания

Таблица 2.34. Перечень элементов схемы сирены с переменным рабочим циклом

Описание	
Интегральная схема КМОП 4093	
п–р–п транзистор (см. в тексте), 2N2222 или TIP31	
р–п–р транзистор (см. в тексте), 2N2907 или TIP32	
Четырехдюймовый громкоговоритель, 4–8 Ом	
Кремниевые диоды общего назначения, 1N4148	

Таблица 2.34. Перечень элементов схемы сирены с переменным рабочим циклом (окончание)

Обозначение	Описание
R1, R3	Потенциометры, 2,2 МОм
R2, R4	Резисторы, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Потенциометр, 100 кОм
R6	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R7	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 или 0,47 мкФ
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C3	Электролитический конденсатор, 220 мкФ, 16 В
C4	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

ПРОЕКТ 35. ЗАПУСКАЕМАЯ ПРИКОСНОВЕНИЕМ СИРЕНА (Э)

Некоторые схемы, уже рассмотренные нами в этой книге, являются генераторами, частота которых регулируется прикосновением. Здесь же мы имеем дело с генератором, запускаемым прикосновением. Устройство вырабатывает звук при прикосновении к датчику. Частота тона и интервал между пакетами импульсов фиксированы. Аудиотон имеет частоту 1000 Гц и повторяется с частотой один раз в секунду.

Принцип работы схемы несложен. При прикосновении к датчику потенциал вывода 2 (IC1-a) становится низким, а выход переходит на высокий уровень, включая два генератора, собранные на IC1-b и IC1-c.

Модулирующий сигнал и тон, вырабатываемые этими двумя генераторами, смешиваются на четвертом вентиле (IC1-d) и подаются на выходной динамик. Как и в предыдущей схеме, вы можете заменить пьезодинамик транзисторным выходным каскадом для подключения громкоговорителя.

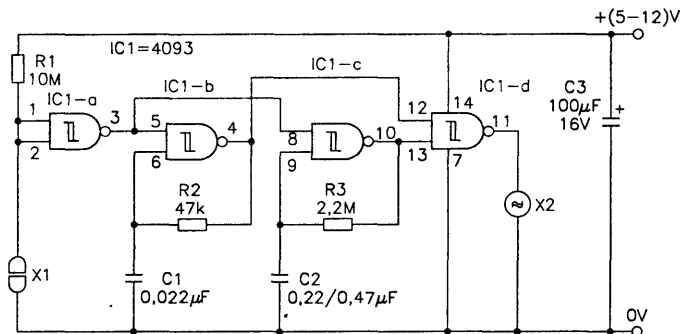


Рис. 2.44. Сирена включается при прикосновении к датчику

Датчик сделан из двух небольших металлических пластин. Нужно одновременно прикоснуться к обеим, чтобы запустить схему. Принципиальная схема прибора показана на рис. 2.44. Перечень элементов дан в табл. 2.35.

Это устройство может быть использовано для аварийной сигнализации или как генератор звуковых эффектов при прикосновении в игрушках.

Таблица 2.35. Перечень элементов запускаемой прикосновением sireны

Интегральная схема КМОП 4093
Тактильный датчик из металлических пластин (см. в тексте)
Пьезодинамик или пьезонаушник
Резистор, 10 МОм, 0,25 Вт, 5%
Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
Пленочный или керамический конденсатор, 0,022 мкФ
Пленочный или керамический конденсатор, 0,22 или 0,47 мкФ
Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

ПРОЕКТ 36. ЗВУКОВАЯ МАШИНА (Э, П)

Вы хотели бы создавать различные космические звуковые эффекты с помощью простого прибора? Сирены, крики птиц, космических монстров и залпы огнестрельного оружия можно имитировать с помощью схемы, описанной здесь.

Комбинирование положений четырех потенциометров и двух переключателей предоставляет неограниченные возможности для создания подобных звуков.

Схема состоит из двух генераторов. Один, работающий на низкой частоте между 0,2 и 2 Гц, используется как модулятор. Другой генератор работает в диапазоне аудиочастоты между 100 и 1000 Гц и используется для генерации тона.

Потенциометры применяются для управления частотой генераторов и режимом модуляции. Выключатели могут соединять генераторы в четырех различных комбинациях:

1. В первой комбинации переключатель S1 находится в положении А, а S2 – в положении D. Вентиль IC1-b реализует звуковой генератор. Таким образом, мы получаем непрерывный звук, регулируемый по частоте потенциометром R5.

- Во втором варианте (S1 в положении А, а S2 в положении С) генератор низкой частоты на вентиле IC1-а модулирует по частоте звуковой генератор на вентиле IC1-б. Частота модуляции настраивается потенциометром R1, глубина модуляции (девиация) – потенциометрами R3 и R4. Устройство будет генерировать непрерывный звуковой сигнал с изменяющейся частотой.
- В третьей комбинации (S1 в положении В и S2 в положении А) устройство выдает прерывистый звуковой сигнал с периодичностью, определяемой потенциометром R1, и тоном, задаваемым R5. Потенциометры R3 и R4 не влияют на схему в этом режиме.
- Наконец, в четвертом режиме (S1 в положении В и S2 в положении С) получаем прерывистый тон с модуляцией частоты. Частота прерывания задается потенциометром R1, частота тона – R5, глубина модуляции – R3 и R4.

Можно попробовать изменять номиналы конденсаторов C1 – C3 для получения новых эффектов. Создайте новые звуковые образы!

Принципиальная схема звуковой машины показана на рис. 2.45, перечень элементов дан в табл. 2.36.

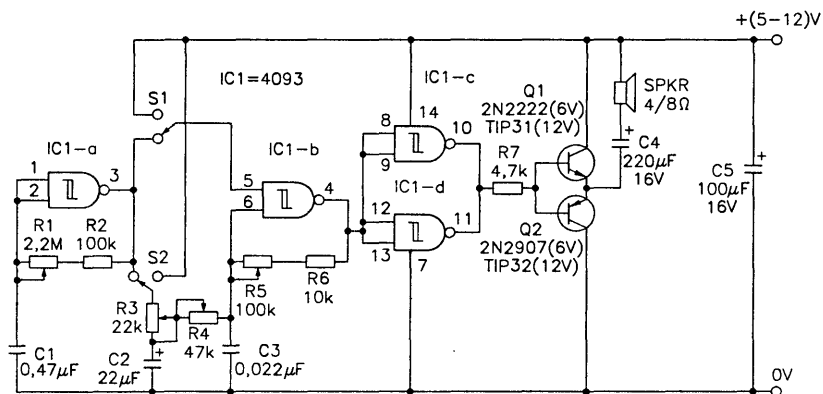


Рис. 2.45. Звуковая машина. С помощью этой схемы можно создавать космические звуки

Таблица 2.36. Перечень элементов звуковой машины

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	п-р-п кремниевый транзистор (см. в тексте), 2N2222 или ТП31
Q2	п-р-п кремниевый транзистор (см. в тексте), 2N2907 или ТП32

Таблица 2.36. Перечень элементов звуковой машины (окончание)

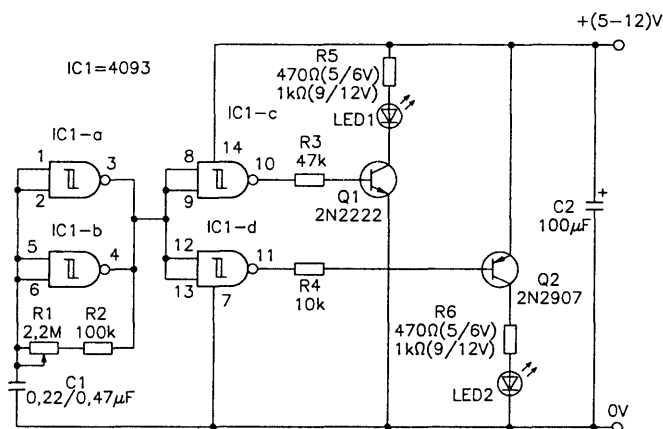
Обозначение	Описание
SPKR	Четырехдюймовый громкоговоритель, 4–8 Ом
S1, S2	Однополюсные переключатели на два направления
P1	Потенциометр, 2,2 МОм
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Потенциометр, 22 кОм
R4	Потенциометр, 47 кОм
R5	Потенциометр, 100 кОм
R6	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,47 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 22 мкФ, 12 В
C3	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C4	Электролитический конденсатор, 220 мкФ, 16 В
C5	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Выбор применяемых транзисторов зависит от напряжения источника питания. Если источник питания выдает от 5 до 6 В, применяется пара кремниевых транзисторов общего назначения 2N2222/2N2907. Но если используется источник питания 9–12 В, используется пара мощных кремниевых транзисторов TIP31/ TIP32, которые должны быть установлены на радиаторах.

Громкоговоритель следует разместить в корпусе для лучшего воспроизведения звука.

1	ИС КМОП 4093	15
2	Проекты устройств для звуковых и радиочастот	41

3 Схемы с применением ламп и светодиодов



4	Устройства со схемами задержки	117
5	Бистабильные схемы (триггеры)	147
6	Системы сигнализации	163
7	Инверторы	189
8	Разные схемы	205

В этой главе описываются устройства, создающие световые эффекты с использованием ламп и светодиодов. Среди них устройства сигнализации, схемы индикации состояния приборов и систем и др. Некоторые схемы производят также звуковые эффекты. Читатель должен иметь в виду, что все схемы из этой книги могут быть скомбинированы в различных вариантах для создания других, более сложных устройств.

Как и в предыдущей главе, представлены только базовые схемы. Наиболее сложные устройства, приведенные в заключительной главе, комбинируют звук, свет, цифровые и времязадающие схемы. Во многих схемах применяются компоненты, описанные в предыдущих главах.

Как и устройства, описанные в главе 1, все эти схемы просты в изготовлении. Они также либо являются экспериментальными, то есть знакомят вас с работой компонентов и схем (обозначенные буквой Э), либо предназначены для изготовления полезных приборов, которые вы сможете использовать дома, в автомобиле, в своих научных исследованиях и т.п. (обозначенные буквой П).

ПРОЕКТ 37. УСТРОЙСТВО СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ НА СВЕТОДИОДЕ I (Э)

На ИС 4093 может быть изготовлено простое устройство световой сигнализации (flasher) на светодиоде. Здесь ИС используется как низкочастотный генератор, имеющий в качестве нагрузки светодиод. Вентиль IC1-а работает на низкой частоте, определяемой потенциометром R1, резистором R2 и конденсатором C1 и регулируемой в диапазоне от 0,2 до 5 Гц. Этот генератор управляет тремя другими вентилями, к объединенным выходам которых подключен светодиод.

Выбор резистора R3 зависит от напряжения источника питания. С источником питания напряжением от 5 до 6 В следует применить

Таблица 3.1. Перечень элементов устройства световой сигнализации на светодиоде

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
LED1	Красные, желтые или зеленые светодиоды
R1	Потенциометр, 2,2 МОм
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор (напряжение питания от 5 до 6 В), 470 Ом, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор (напряжение питания от 9 до 12 В), 1000 Ом, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 или 0,47 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

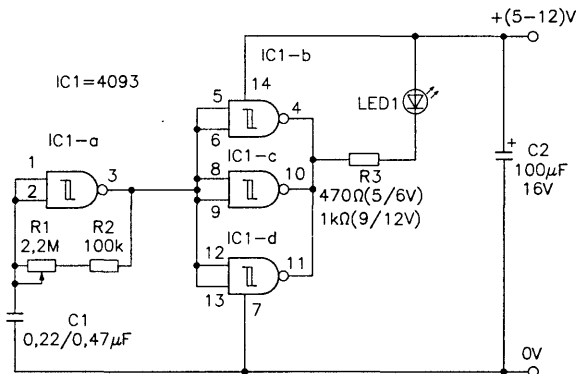


Рис. 3.1. Это устройство световой сигнализации на светодиоде имеет рабочий цикл 50%

резистор R3 сопротивлением 470 Ом, с источником питания от 9 до 12 В – резистор R3 на 1000 Ом.

На рис. 3.1 показана принципиальная схема устройства световой сигнализации на светодиоде, перечень элементов приведен в табл. 3.1. Будьте внимательны при монтаже полярных компонентов, таких как светодиод и электролитический конденсатор C2.

ПРОЕКТ 38. ТЕСТЕР ДЛЯ ИС 4093 (Э)

Данная схема определяет исправность ИС 4093. Эта простая схема проверки состоит из низкочастотного генератора и трех усилителей, имеющих в качестве нагрузки светодиода.

Если каскад генератора (IC1-a) неисправен, светодиоды не мигают. Но если каскад генератора работает нормально, а один из трех других логических вентилях неисправен, то не мигает соответствующий светодиод. Светодиоды мигают с частотой около 1 Гц. Принципиальная схема тестера для проверки ИС 4093 показана на рис. 3.2, перечень элементов приведен в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Перечень элементов тестера для ИС 4093

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
LED1 – LED3	Красные, зеленые или желтые светодиоды
R1	Потенциометр, 2,2 МОм
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3 – R5	Резисторы, 1,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

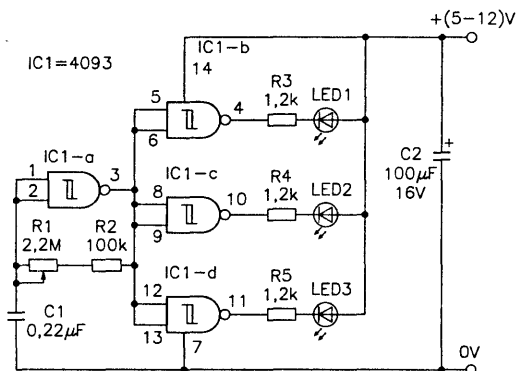


Рис. 3.2. Тестер для ИС.4093. Все три светодиода мигают, если ИС в порядке

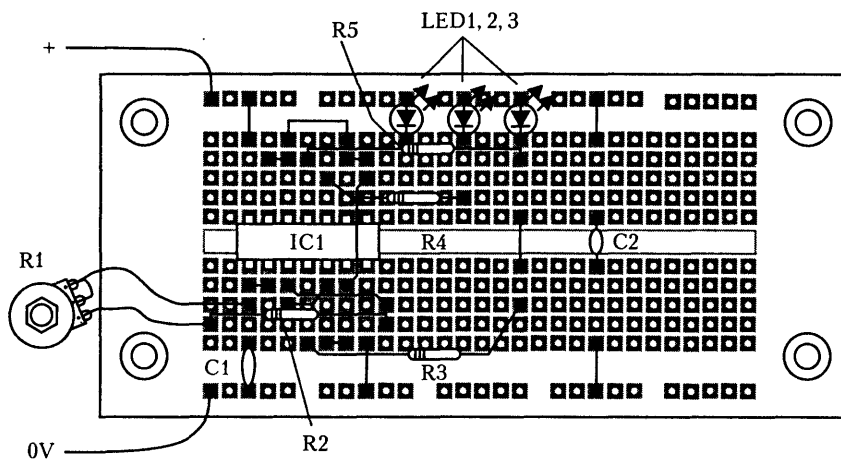


Рис. 3.3. Размещение компонентов на беспаячной плате

Схема смонтирована на беспаячной плате, как показано на рис. 3.3. При монтаже должна быть соблюдена правильность подключения выводов полярных компонентов, таких как светодиоды и электролитический конденсатор C2.

ПРОЕКТ 39. УСТРОЙСТВО СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ НА ЛАМПЕ НАКАЛИВАНИЯ (Э, П)

В этом приборе мигают небольшие лампочки номинальным напряжением 6 или 12 В. Частота миганий составляет от 0,2 до 5 Гц

и регулируется потенциометром. В выходном каскаде для подключения лампы используется мощный составной транзистор с током нагрузки до 1 А. Устройство может применяться как компонент аварийной сигнализации, в автомобилях, в трейлерах и т.п. Оно питается от аккумуляторов напряжением 6 или 12 В.

С помощью емкости конденсатора C1 можно изменять частотный диапазон работы схемы. Большие значения C1 дадут низкую частоту вспышек. Для экспериментирования могут быть использованы емкости номиналом до 2,2 мкФ. Принципиальная схема прибора показана на рис. 3.4, перечень элементов приведен в табл. 3.3.

Транзистор Q1 необходимо установить на радиаторе. Лампа должна иметь соответствующий патрон.

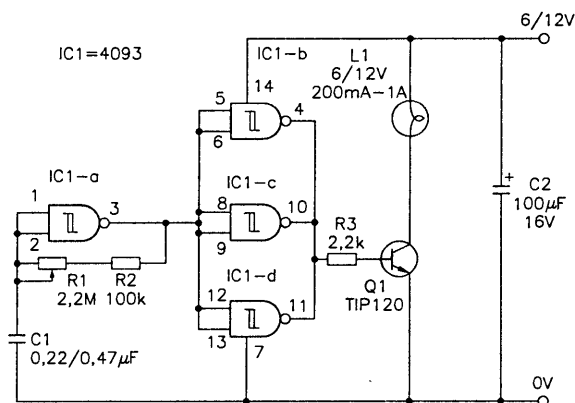


Рис. 3.4. Устройство световой сигнализации на лампе накаливания

Таблица 3.3. Перечень элементов устройства световой сигнализации на лампе накаливания

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
L1	Лампа накаливания (см. в тексте), 6 или 12 В, 200 мА – 1 А
Q1	п-р-п составной транзистор, TIP120
R1	Потенциометр, 2,2 МОм
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 или 0,47 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

ПРОЕКТ 40. УСТРОЙСТВО СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С ЛАМПОЙ НАКАЛИВАНИЯ И ПЕРЕМЕННЫМ РАБОЧИМ ЦИКЛОМ (Э, П)

В схеме проекта 39 и в других, рассмотренных ранее в этой книге, использован 50-процентный рабочий цикл генераторов. Но для некоторых устройств нужна другая продолжительность рабочего цикла, например, с целью уменьшения потребления электроэнергии. В данном устройстве обеспечивается регулировка рабочего цикла в диапазоне от 5 до 95%. Частота также изменяется от 0,2 до 5 Гц. Для регулировки частоты следует изменить емкость конденсатора С1, а для корректировки рабочего цикла – сопротивление резисторов R2 и R4, потенциометров R1 и R3.

Питание устройства осуществляется от источника напряжением 6–12 В. Выходная мощность достаточна для подключения лампы накаливания, рассчитанной на ток 1 А.

Схема работает следующим образом. Конденсатор С1 заряжается через потенциометр R3 и резистор R4, а разряжается через потенциометр R1 и резистор R2. Таким образом, R1 управляет длительностью фазы низкого уровня выходного сигнала, а R2 – длительностью высокого уровня выходного сигнала. В буферном каскаде использованы вентили IC1-b, -с и -d.

Принципиальная схема устройства световой сигнализации с лампой накаливания и переменным рабочим циклом показана на рис. 3.5, перечень элементов приведен в табл. 3.4.

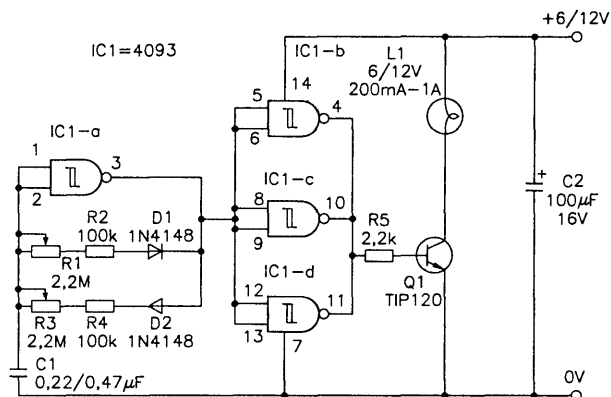


Рис. 3.5. Устройство световой сигнализации с лампой накаливания и переменным рабочим циклом

Таблица 3.4. Перечень элементов устройства световой сигнализации с лампой накаливания и переменным рабочим циклом

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Мощный составной п-р-п транзистор, TIP120
L1	Лампа накаливания (см. в тексте), 200 мА – 1 А, 6 или 12 В
D1, D2	Кремниевые диоды общего назначения, 1N4148
R1, R3	Потенциометры, 2,2 МОм
R2, R4	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 или 0,47 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Транзистор Q1 должен быть укреплен на радиаторе. Полярные компоненты необходимо установить с соблюдением полярности.

ПРОЕКТ 41. УСТРОЙСТВО СВЕТОВОЙ И ЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ (Э)

В этом звуковом и световом устройстве сигнализации используются пьезодинамик для выдачи аудиотона (с частотой, отрегулированной пользователем) и устройство световой сигнализации на светодиоде, характеристики которого также устанавливаются пользователем.

Звуковой тон регулируется потенциометром R3 в диапазоне от 100 до 1000 Гц, частота мигания (0,2 до 5 Гц) задается потенциометром R1.

Для обеспечения мощного звукового выхода вы можете применить один из множества усилителей, предложенных в предыдущих проектах. Применяв мощные транзисторы в «световом канале», можно будет подключать мощные лампы. Для подключения лампы накаливания с током до 1 А подойдет составной транзистор, такой как TIP115.

Устройство может быть использовано как компонент аварийной сигнализации, в играх, в автомобилях и др.

Принципиальная схема устройства световой и звуковой сигнализации показана на рис. 3.6. Таблица на рисунке иллюстрирует зависимость сопротивления ограничивающего ток светодиода резистора R_x от величины питающего напряжения. Перечень элементов приведен в табл. 3.5.

Тон и частота вспышек могут меняться подбором значений емкостей C1 и C2. Попробуйте поэкспериментировать с номиналами с целью определения оптимальных значений для выбранных приложений.

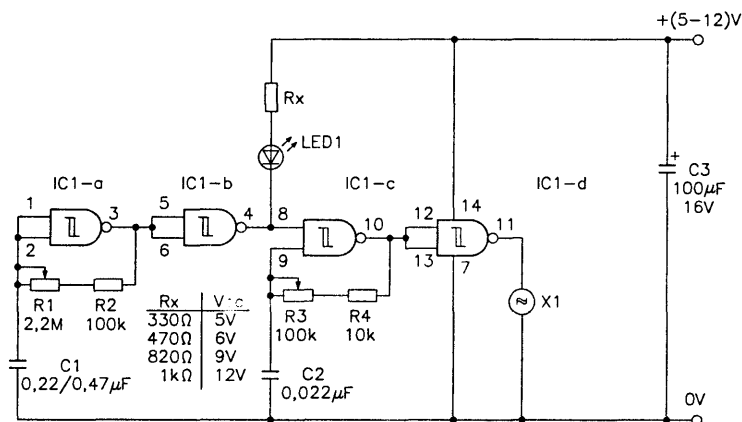


Рис. 3.6. Устройство световой и звуковой сигнализации

Таблица 3.5. Перечень элементов

устройства световой и звуковой сигнализации

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
LED1	Красный, зеленый или желтый светодиод
X1	Пьезодинамик или пьезонаушник
R1	Потенциометр, 2,2 МОм
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Потенциометр, 100 кОм
R4	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 или 0,47 мкФ
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

ПРОЕКТ 42. УСТРОЙСТВО СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ НА СВЕТОДИОДЕ II (Э)

В этой схеме используются генератор на двух вентилях, задающий рабочий цикл всплеск на уровне 50%, и обычный светодиод. Схема питается от источника напряжением 5–12 В и может применяться как часть аварийной сигнализации, в системах предупреждения, играх, игрушках и т.п.

Выбор R_x зависит от напряжения источника питания (см. таблицу на рис. 3.7). Для получения большей выходной мощности можно применить выходной каскад на транзисторах, как в некоторых предыдущих проектах. Мощный выходной каскад с использованием транзистора TIP120 подойдет для подключения лампы с током потребления до 1 А.

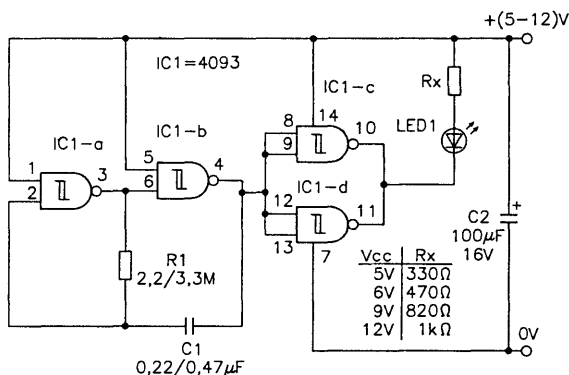


Рис. 3.7. Устройство световой сигнализации на светодиоде II

Таблица 3.6. Перечень элементов устройства световой сигнализации на светодиоде II

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
LED1	Красный, зеленый или желтый светодиод
R1	Резистор (см. в тексте), 2,2 или 3,3 МОм, 0,25 Вт, 5%
Rx	Резистор (см. рис. 3.7), 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 или 0,47 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Принципиальная схема устройства световой сигнализации на светодиоде II дана на рис. 3.7, перечень элементов приведен в табл. 3.6.

Частоту вспышек можно изменять подбором емкости конденсатора C1 и сопротивления резистора R1. Диапазон значений резистора R1 – от 1 до 10 МОм, емкости конденсатора C1 – между 0,22 и 2,2 мкФ. Поэкспериментируйте, чтобы найти оптимальные номиналы элементов.

ПРОЕКТ 43. УСТРОЙСТВО СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С ДВОЙНОЙ РЕГУЛИРОВКОЙ РАБОЧЕГО ЦИКЛА (Э)

Эта схема работает с переменным рабочим циклом. Генератор на двух вентилях используется для подключения двухцветного светодиода или двух монохромных светодиодов, мигающих с частотой от 0,2 до 5 Гц.

Напряжение источника питания – от 5 до 12 В. Время свечения каждого светодиода регулируется независимо, в широком диапазоне.

Это устройство можно использовать как компонент аварийной сигнализации, в системах предупреждения, игрушках, играх или как экспериментальное пособие для изучения мультивибраторов.

В этом устройстве два логических элемента работают как мультивибратор. Частота его работы задается элементами C1, C2, R1–R4. Потенциометрами R1 и R3 можно осуществлять регулировку длительностей логических фаз мультивибратора и частоты.

В соответствии с назначением устройства диапазон частот можно менять путем выбора емкостей конденсаторов C1 и C2.

Принципиальная схема прибора показана на рис. 3.8. Перечень элементов дан в табл. 3.7.

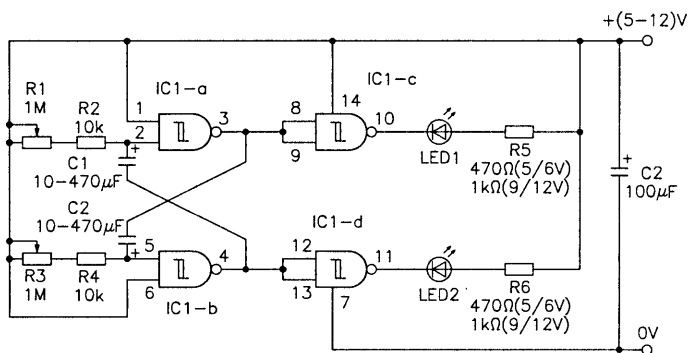


Рис. 3.8. Устройство световой сигнализации с двойной регулировкой рабочего цикла

Таблица 3.7. Перечень элементов устройства световой сигнализации с двойной регулировкой рабочего цикла

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
LED1, LED2	Двухцветный или красный и зеленый одиночные светодиоды
R1, R3	Потенциометры, 1,0 МОм
R2, R4	Резисторы, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5, R6	Резисторы (см. рис. 3.8), 0,25 Вт, 5%
C1, C2	Электролитический конденсатор, 10–470 мкФ, 16 В
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

При монтаже следите за правильностью установки полярных компонентов (электролитических конденсаторов и светодиодов).

ПРОЕКТ 44. УСТРОЙСТВО СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С ДВУМЯ СВЕТОДИОДАМИ I (Э)

Эта схема имеет 50-процентный рабочий цикл, к ней можно подключать один двухцветный или два монохромных светодиода. Светодиоды

загораются попеременно с частотой, которая может регулироваться от 0,2 до 5 Гц.

Светодиоды подключаются через два транзистора, так что можно подсоединить до пяти светодиодов, подобрав соответствующий резистор для каждого транзистора. Частота вспышек настраивается R1, частотный диапазон изменяется конденсатором C1.

К устройству можно подсоединять небольшие лампы накаливания с токами до 100 мА без какой либо модификации этой базовой схемы. Вы только должны учитывать рабочее напряжение лампы, которая заменяет светодиод с последовательно подключенным резистором.

Принципиальная схема устройства световой сигнализации с двумя светодиодами показана на рис. 3.9, перечень элементов приведен

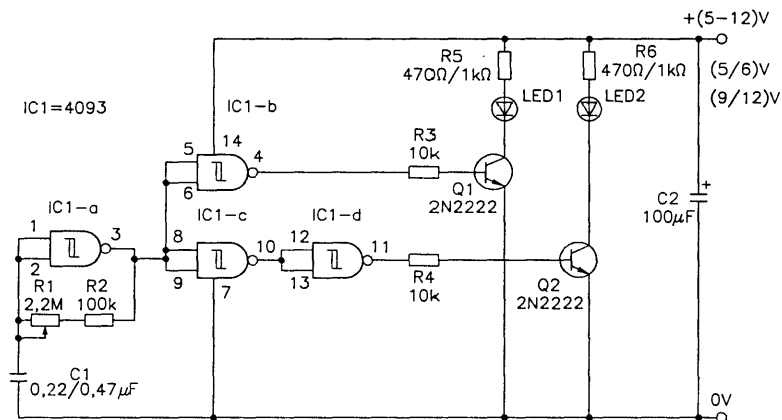


Рис. 3.9. Устройство световой сигнализации с двумя светодиодами I с использованием транзисторов для подключения нескольких светодиодов

Таблица 3.8. Перечень элементов устройства световой сигнализации с двумя светодиодами I

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1, Q2	Кремниевые п-р-п транзисторы общего назначения, 2N2222
LED1, LED2	Двухцветный или красный и зеленый одиночные светодиоды
R1	Потенциометр, 2,2 МОм
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3, R4	Резисторы, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5, R6	Резистор (см. в схеме), 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 или 0,47 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

в табл. 3.8. Должно быть соблюдено правильное положение выводов полярных компонентов (светодиодов, электролитических конденсаторов и транзисторов).

ПРОЕКТ 45. УСТРОЙСТВО СВЕТОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ II НА ДВУХ СВЕТОДИОДАХ И КОМПЛЕМЕНТАРНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ (Э)

Эта схема имеет в нагрузке два монохромных светодиода или двухцветный светодиод. Частота вспышек может регулироваться в широком частотном диапазоне (от 0,2 до 5 Гц) потенциометром R1.

Каждый транзистор выдерживает нагрузку до 100 мА, таким образом, вы можете подсоединить дополнительные светодиоды в цепи коллекторов, каждый с соответствующим, включенным последовательно, резистором. Можно подключать и небольшие лампы накаливания, подобранные в соответствии с применяемым источником питания.

Частотный диапазон определяется номиналом конденсатора C1. Значение между 0,22 и 2,2 мкФ может быть подобрано экспериментально. Величины сопротивлений R5 и R6 зависят от питающего напряжения, на схеме указаны их базовые значения.

Принципиальная схема устройства показана на рис. 3.10, перечень элементов приведен в табл. 3.9.

При монтаже полярных компонентов (светодиодов, электролитических конденсаторов и транзисторов) следует быть особенно внимательным.

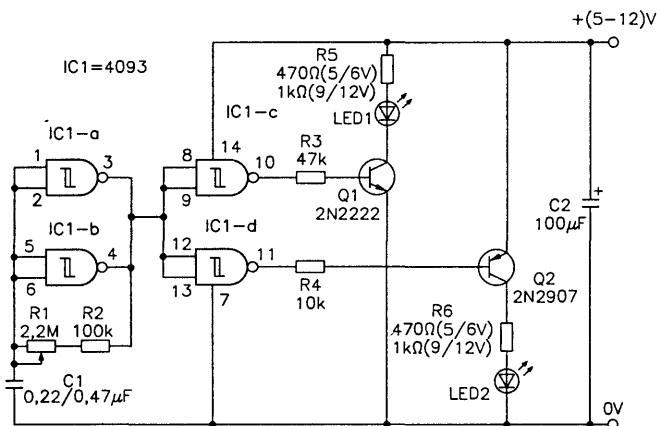


Рис. 3.10. Устройство световой сигнализации II на двух светодиодах и комплементарных транзисторах

Таблица 3.9. Перечень элементов устройства световой сигнализации II на двух светодиодах и комплементарных транзисторах

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1, Q2	Кремниевые п-р-п транзисторы общего назначения, 2N2222
LED1, LED2	Двухцветный или зеленый и красный светодиоды
R1	Потенциометр, 2,2 МОм
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3, R4	Резисторы, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5, R6	Резисторы (см. схему), 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 или 0,47 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

ПРОЕКТ 46. ДВУХЦВЕТНОЕ УСТРОЙСТВО СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ НА СВЕТОДИОДАХ III (Э, П)

Эта версия двухцветного устройства световой сигнализации на светодиодах использует мостовую схему, в которой два логических элемента ИС 4093 образуют генератор низкой частоты, а два других логических элемента используются в качестве инвертирующих усилителей для подключения комплементарным способом двух светодиодов или двухцветного светодиода.

Частота вспышек настраивается потенциометром R1 и может меняться от 0,2 до 5 Гц. Номинал конденсатора C1 можно выбирать в пределах от 0,22 до 2,2 мкФ для изменения частотного диапазона.

Величина ограничивающего резистора R_x зависит от напряжения источника питания, его значения приведены в таблице на рис. 3.11, где показана принципиальная схема двухцветного устройства световой сигнализации устройства на светодиодах III. Перечень элементов приведен в табл. 3.10.

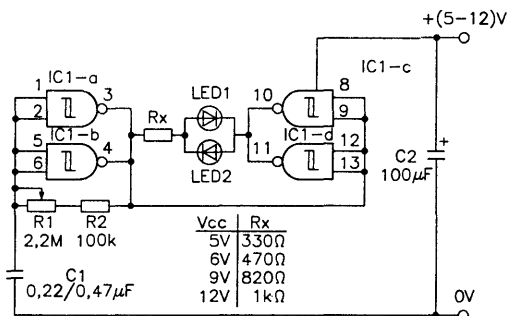


Рис. 3.11. Двухцветное устройство световой сигнализации III на светодиодах

Таблица 3.10. Перечень элементов двухцветного устройства световой сигнализации на светодиодах III

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
LED1, LED2	Двухцветный или два обычных светодиода
R1	Потенциометр, 2,2 МОм
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор (см. принципиальную схему), 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 или 0,47 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Должно быть соблюдено правильное положение выводов полярных компонентов (светодиодов и конденсатора C2). Устройство может использоваться как компонент аварийной сигнализации, а также в играх, игрушках и др.

ПРОЕКТ 47. МОЩНОЕ УСТРОЙСТВО СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ (Э, П)

Это устройство световой сигнализации имеет в качестве нагрузки две лампы накаливания с током до 1 А. Его можно использовать как часть системы предупреждения, в автомобилях, трейлерах и т.п. Питание устройства осуществляется от источника напряжением от 6 до 12 В.

В выходном каскаде использованы мощные составные транзисторы разной полярности для непосредственного управления двумя лампами, которые включаются попеременно. Частота вспышек управляется потенциометром R1. Рабочий цикл – 50%, рабочая частота – от 0,2 до 5 Гц.

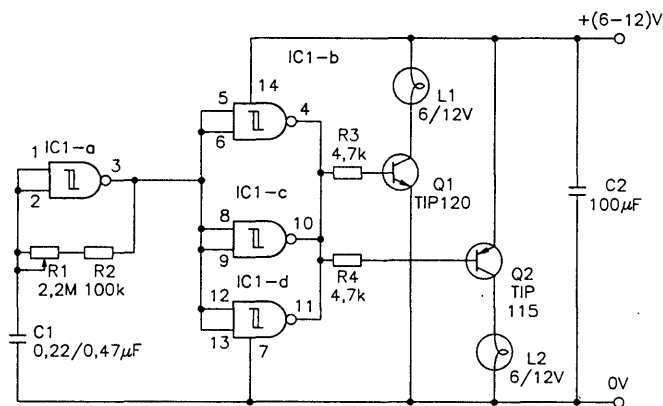


Рис. 3.12. В этом мощном устройстве световой сигнализации используются комплементарные составные транзисторы

Как и в предыдущих устройствах, частотный диапазон определяется емкостью конденсатора С1. Значения до 2,2 мкФ могут быть подобраны экспериментально в зависимости от назначения устройства.

Принципиальная схема устройства световой сигнализации показана на рис. 3.12, перечень элементов приведен в табл. 3.11.

Таблица 3.11. Перечень элементов мощного устройства световой сигнализации

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Мощный составной п-р-п транзистор, ТП120
Q2	Мощный составной р-п-р транзистор, ТП115
L1, L2	Лампы накаливания (см. в тексте), от 200 мА до 1 А
R1	Потенциометр, 2,2 МОм
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3, R4	Резисторы, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, от 0,22 до 0,47 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Транзисторы должны быть смонтированы на радиаторах. Лампы L1 и L2 должны подбираться по номинальному рабочему напряжению в соответствии с напряжением питания.

ПРОЕКТ 48. ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ЛАМПЫ С ЗАДЕРЖКОЙ (Э, П)

Эта схема выключит лампу накаливания после окончания времени задержки, величина которого может задаваться в диапазоне от нескольких секунд до нескольких минут. Интервалы времени определяются емкостью конденсатора С1 и могут быть увеличены до получаса, если применяется электролитический конденсатор номиналом 2200 мкФ.

Когда питание подано и лампа включена, С1 начинает заряжаться через резистор R1 до уровня $V_{\text{н}}$. Затем выход вентиля IC1-а переключается (высокий уровень на выходе), и следовательно, на выходе предоконечного каскада, образованного вентилями IC1-b, -с и -d, будет низкий уровень. Выходной транзистор закроется, и L1 выключится.

Устройство питается от источника напряжением 6–12 В. Лампа выбирается в соответствии с этим напряжением, рабочий ток ламп должен быть в диапазоне от 100 мА до 1 А.

Устройство может быть использовано в автоматических системах иллюминации и во многих других случаях. Для подключения более мощной нагрузки можно заменить лампу на реле с рабочим напряжением обмотки 6–12 В.

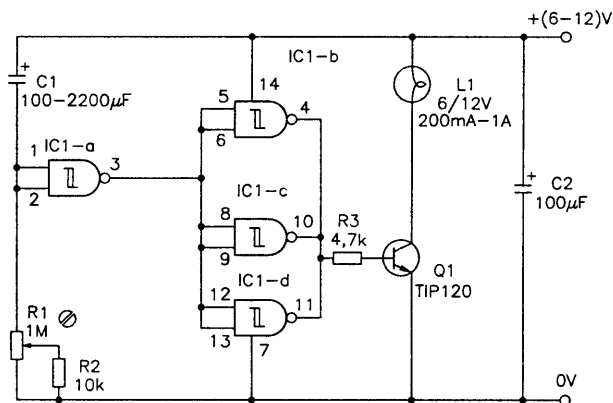


Рис. 3.13. Выключатель лампы с задержкой от 2 до 200 с

Таблица 3.12. Перечень элементов выключателя лампы с задержкой

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Мощный составной n-p-n транзистор, TIP120
L1	Лампа накаливания (см. в тексте), 6 или 12 В
R1	Потенциометр, 1,0 МОм
R2	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор (см. в тексте), 100–2200 мкФ, 16 В
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Принципиальная схема устройства показана на рис. 3.13, перечень элементов приведен в табл. 3.12.

Транзистор Q1 должен быть установлен на радиаторе (для информации о выборе ламп обратитесь к проекту 47).

Чтобы преобразовать эту схему в схему с задержкой включения нужно поменять местами конденсатор C1 и пару резисторов R1/R2.

ПРОЕКТ 49. УСТРОЙСТВО СВЕТОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С НЕОНОВОЙ ЛАМПОЙ (Э)

Это простая экспериментальная схема, в которой неоновая лампа будет мигать с частотой около 1 Гц. Частота может легко изменяться подбором емкости конденсатора C2. Для обеспечения регулировки частоты можно заменить R2 на потенциометр номиналом 2,2 МОм с включенным последовательно с ним резистором сопротивлением 100 кОм.

Устройство питается от источника напряжением от 5 до 12 В. Рабочий цикл – 50%.

Для включения лампы на нее подаются пакеты импульсов, формируемых двумя генераторами, – высокочастотным на вентиле IC1-a и низкочастотным на вентиле IC1-b, который работает как модулирующий генератор.

Если устройство питается от источника напряжением 9 В или более, транзистор Q1 должен быть установлен на радиаторе.

Трансформатор Т1 – небольшой сетевой понижающий трансформатор с первичной обмоткой на 117 В переменного тока и вторичной обмоткой на напряжение от 6 до 12 В. В данной схеме трансформатор включен как повышающий. Ток низковольтной обмотки составляет от 100 до 300 мА.

Последовательно с неоновой лампой может быть включен резистор. В зависимости от желаемого уровня света вы можете выполнять эксперименты с резисторами от 1 до 100 кОм.

Принципиальная схема устройства световой сигнализации с неоновой лампой показана на рис. 3.14, перечень элементов приведен в табл. 3.13.

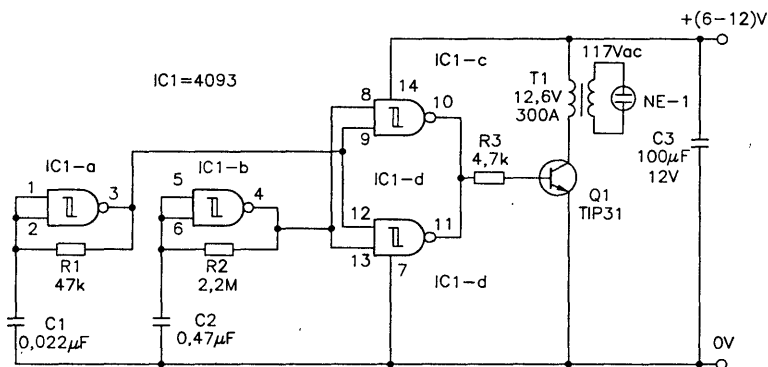


Рис. 3.14. Устройство световой сигнализации с неоновой лампой.
Высокое напряжение формируется трансформатором

Все компоненты, за исключением трансформатора и неоновой лампы, размещаются на беспаячной макетной или печатной плате. Транзистор Q1 должен быть установлен на небольшом радиаторе.

От этой схемы могут быть запитаны небольшие (4–15 Вт) лампы дневного света. Поэкспериментируйте с отработавшими осветительными лампами.

Таблица 3.13. Перечень элементов устройства световой сигнализации с неоновой лампой

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Мощный кремниевый п-р-п транзистор, ТПР31
T1	Понижающий сетевой трансформатор (см. в тексте), 12,6 В, 300 мА
NE-1	Неоновая лампа
R1	Резистор, 47,0 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,47–1 мкФ
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

ПРОЕКТ 50. УСТРОЙСТВО СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ, ВЫКЛЮЧАЮЩЕЕСЯ С ЗАДЕРЖКОЙ (Э, П)

Эту схему можно использовать как часть систем предупреждения в тех случаях, когда необходимо, чтобы лампа мигала определенное время и после этого выключалась. Время задержки может быть отрегулировано в интервале от нескольких секунд до нескольких минут, но схему можно изменить, чтобы увеличить этот диапазон. Все, что нужно сделать, – это установить емкость конденсатора C1 в диапазоне от 47 до 1500 мкФ.

В качестве нагрузки устройства можно использовать лампы с рабочим током от 200 мА до 1 А. В зависимости от применяемой лампы питание осуществляется от источника напряжением 6–12 В.

Частота вспышек устройства световой сигнализации определяется номиналами резистора R3 и конденсатора C2; с номиналами, указанными на схеме, она составляет около 1 Гц. Вы можете изменять эту частоту подбором номинала конденсатора C2 или заменив резистор R3 на потенциометр номиналом 2,2 МОм с включенным последовательно резистором 100 кОм.

В качестве запускающего ключа можно использовать тумблер, включенный последовательно с конденсатором C1. При его замыкании конденсатор C1 начинается заряжаться, включается генератор на вентиле IC1-b и начинает мигать лампа. Когда C1 зарядится, вентиль IC1-a переключается, на выходе его появляется низкий уровень, генератор на вентиле IC1-b останавливается и лампа гаснет.

Принципиальная схема выключающегося с задержкой устройства световой сигнализации показана на рис. 3.15, перечень элементов приведен в табл. 3.14.

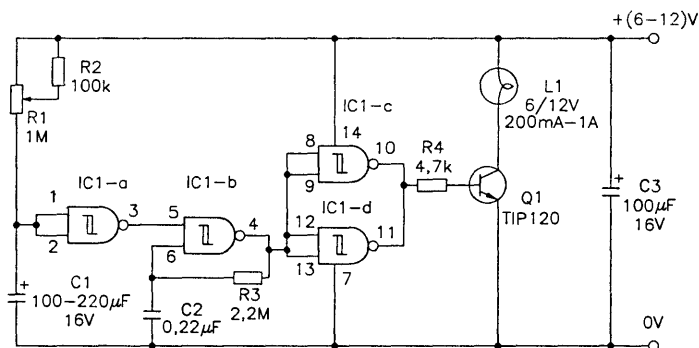


Рис. 3.15. Выключающееся с задержкой устройство световой сигнализации.
Резистор R1 регулирует время задержки

Таблица 3.14. Перечень элементов выключающегося с задержкой устройства световой сигнализации

IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Мощный составной п-р-п транзистор, TIP120
L1	Лампа накаливания, (см. в тексте), от 200 мА до 1 А, 6 или 12 В
R1	Потенциометр, 1,0 МОм
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 100–220 мкФ, 16 В
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 или 0,47 мкФ
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Выбор подходящих ламп осуществляется так же, как в проекте 47. Транзистор Q1 должен быть установлен на радиаторе. Напоминаем о повышенном внимании при монтаже полярных компонентов.

Вы можете увеличить выходную мощность, заменив выходной транзистор на любой мощный полевой транзистор с рабочими токами до 2 А и более.

ПРОЕКТ 51. УСТРОЙСТВО СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ, ВКЛЮЧАЮЩЕЕСЯ С ЗАДЕРЖКОЙ (Э, П)

В этом приборе лампа начинает мигать через несколько секунд или минут после включения питания. Схему можно использовать как часть аварийной сигнализации, в системах предупреждения, в бытовых электроприборах и т.п.

Как и в предыдущей схеме, время задержки и частота вспышек могут изменяться подбором значений конденсаторов C1 и C2. Транзистор Q1 должен быть укреплен на радиаторе. Лампы использованы такие же, как в проекте 47.

Принципиальная схема включающегося с задержкой устройства световой сигнализации показана на рис. 3.16, перечень элементов приведен в табл. 3.15.

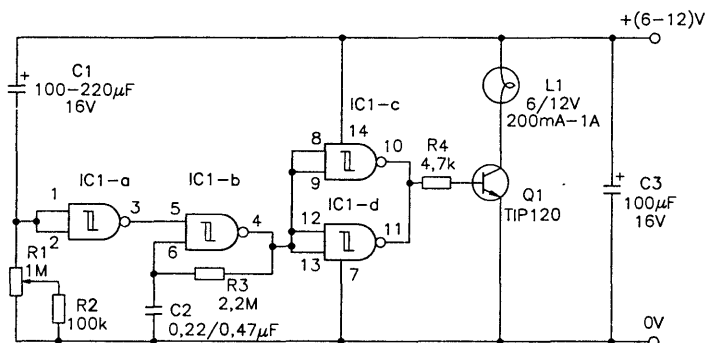


Рис. 3.16. Включающееся с задержкой устройство световой сигнализации. Лампа будет мигать после задержки от нескольких секунд до нескольких минут

Таблица 3.15. Перечень элементов включающегося с задержкой устройства световой сигнализации

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Составной п-р-п транзистор, TIP120
L1	Лампа накаливания (см. в тексте), от 200 мА до 1 А, 6 или 12 В
R1	Потенциометр, 1,0 МОм
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 100–220 мкФ, 16 В
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22–0,47 мкФ
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Для подключения больших нагрузок можно использовать дополнительное реле. Вместо L1 подключается обмотка реле с номинальным напряжением 6 или 12 В, 100–500 мА. Реле выбирается в соответствии с нагрузкой, которую вы намерены подключать.

ПРОЕКТ 52. ЗАПУСКАЮЩЕЕСЯ ПРИКОСНОВЕНИЕМ УСТРОЙСТВО СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ НА СВЕТОДИОДЕ (Э)

Эта экспериментальная схема вызывает мигание светодиода, когда вы коснетесь датчика пальцами. Применяется устройство для включения аварийной сигнализации, в школьных и любительских экспериментах, а также в играх и детских игрушках.

Могут использоваться источники питания от 5 до 12 В. Величина ограничивающего резистора R_x зависит от напряжения источника питания (см. таблицу на рисунке). Чувствительность определяется резистором R_1 , величина которого должна быть не менее 1 МОм. Частота вспышек регулируется резистором R_2 в диапазоне от 0,2 до 5 Гц. Можно добавить транзисторные выходные каскады для подключения лампы или другой нагрузки большой мощности. Принципиальная схема запускающегося прикосновением устройства световой сигнализации на светодиоде показана на рис. 3.17, перечень элементов приведен в табл. 3.16.

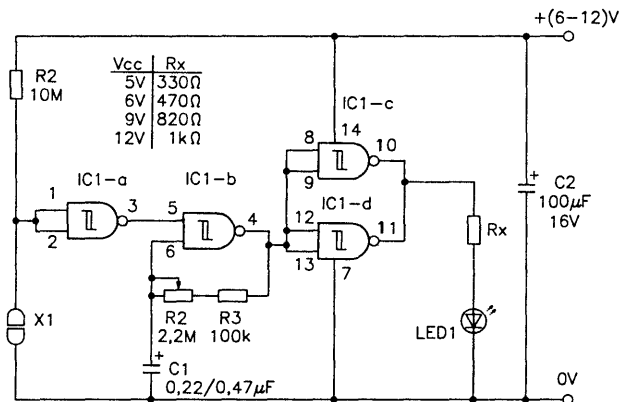


Рис. 3.17. Запускающееся прикосновением устройство световой сигнализации на светодиоде. Можно применить транзистор в выходном каскаде для подключения реле

Таблица 3.16. Перечень элементов устройства световой сигнализации на светодиоде

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
LED	Красные, желтые или зеленые светодиоды
X1	Датчик (см. в тексте)
R1	Резистор, 10,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
Rx	Резистор (см. в тексте), 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 или 0,47 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Датчик представляет собой две пластинки или два винта, размещенных рядом, чтобы к ним можно было прикоснуться одновременно. При монтаже должна быть соблюдена полярность таких компонентов, как светодиоды и конденсатор C2.

ПРОЕКТ 53. УСТРОЙСТВО СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С ЛАМПОЙ НАКАЛИВАНИЯ С ПЕРЕМЕННЫМ РАБОЧИМ ЦИКЛОМ (Э, П)

В этом устройстве интервал между вспышками лампы регулируется в широком диапазоне. Длительность вспышек фиксирована, но вы можете сделать ее управляемой, заменив резистор R3 на потенциометр 2,2 МОм с включенным последовательно резистором 100 кОм.

Устройство может быть использовано как часть аварийной сигнализации, в системах предупреждения, играх, игрушках, декорирования, автомобилях и т.п.

Выбор источника питания зависит от типа лампы. Подойдет источник напряжением 6–12 В. Выходной ток может составлять до 500 мА в зависимости от типа лампы. По принципу работы устройство практически не отличается от других устройств с переменным рабочим циклом, описанных в этой книге.

Принципиальная схема устройства световой сигнализации с лампой накаливания с переменным рабочим циклом показана на рис. 3.18, перечень элементов приведен в табл. 3.17.

Выбор лампы выполняется, как в проекте 47. Транзистор Q1 должен быть укреплен на радиаторе. Особое внимание уделите монтажу полярных компонентов.

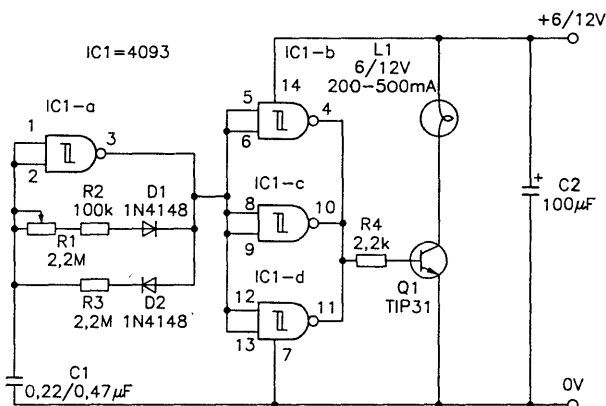


Рис. 3.18. Устройство световой сигнализации с лампой накаливания с переменным рабочим циклом

Таблица 3.17. Перечень элементов устройства световой сигнализации с лампой накаливания с переменным рабочим циклом

Интегральная схема КМОП 4093
Мощный п-р-п транзистор, TIP31
Кремниевые диоды общего назначения, 1N4148
Лампа накаливания (см. в тексте), от 200 до 500 мА, 6 или 12 В
Потенциометр, 2,2 МОм
Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
Резистор, 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
Керамический или пленочный конденсатор, 0,22–0,47 мкФ
Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

ПРОЕКТ 54. ВКЛЮЧАЮЩЕЕСЯ В ТЕМНОТЕ УСТРОЙСТВО СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С ЛАМПОЙ НАКАЛИВАНИЯ (П)

Эта схема может быть использована в системах предупреждения, она имеет в качестве нагрузки лампу накаливания напряжением 6 или 12 В.

Схема работает следующим образом. Когда датчик на фототранзисторе Q1 освещен, на выходе вентили IC1-a присутствует низкий уровень; генератор на вентиле IC1-b выключен и на его выходе – высокий уровень, что дает низкий уровень на выходе вентилях IC1-c и IC1-d. Транзистор Q2 закрыт, лампа выключена. Когда световой

поток уменьшается, клапан IC1-a переключается, на его выходе появляется высокий уровень, соответственно включается генератор на клапане IC1-b, сигнал с которого через клапаны IC1-c и IC1-d подается на выходной транзистор.

Транзистор Q2 позволяет подключить лампы с рабочим током до 500 мА и должен быть укреплен на радиаторе. Чувствительность настраивается потенциометром R1, частота вспышек – потенциометром R3.

Принципиальная схема включающегося в темноте устройства световой сигнализации с лампой накаливания показана на рис. 3.19, перечень элементов приведен в табл. 3.18.

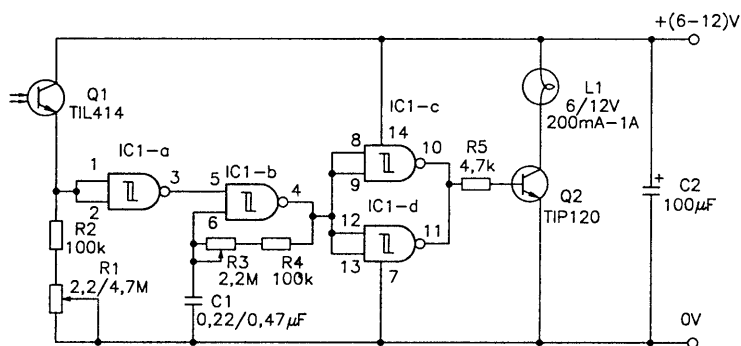


Рис. 3.19. Включающееся в темноте устройство световой сигнализации с лампой накаливания

Таблица 3.18. Перечень элементов включающегося в темноте устройства световой сигнализации с лампой накаливания

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Фототранзистор, TIL414 или эквивалентный
Q2	Мощный составной п-р-п транзистор, TIP120
L1	Лампа накаливания (см. в тексте), от 200 мА до 1 А, 6 или 12 В
R1	Потенциометр, 2,2 или 4,7 МОм
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Потенциометр, 2,2 МОм
R4	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 или 0,47 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Транзистор Q2 должен быть укреплен на радиаторе. Обратите внимание на правильность подключения полярных компонентов, таких как транзисторы и электролитический конденсатор. Фототранзистор Q1 следует разместить внутри трубки. Можно вставить фокусирующую линзу в верхний конец трубки.

Для настройки устройства необходимо потенциометр R1 выставить на соответствующий уровень освещенности, при котором происходит срабатывание.

ПРОЕКТ 55. УСТРОЙСТВО СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С ПЕРЕМЕННЫМ РАБОЧИМ ЦИКЛОМ (Э, П)

Эта схема выдает импульсы переменной длительности, имея в качестве нагрузки лампы накаливания с рабочими токами от 100 мА до 1 А. Устройство может быть использовано в системах предупреждения, аварийной сигнализации и для многих других целей. Частота регулируется в широком диапазоне с помощью потенциометра.

Схема работает следующим образом. Вентиль IC1-а образует самовозбуждающийся низкочастотный генератор, работающий в частотном диапазоне 0,2–5 Гц. Выходные импульсы генератора подаются одновременно на вход вентилей IC1-d и на RC-цепь, образованную элементами R3, R4 и C2. Данная цепочка обеспечивает задержку импульсов генератора, которые подаются на вывод 14 вентилей IC1-d. Таким образом, в соответствии с этой задержкой длительность выходного импульса вентилей IC1-d и, следовательно, продолжительность свечения лампы будут меняться.

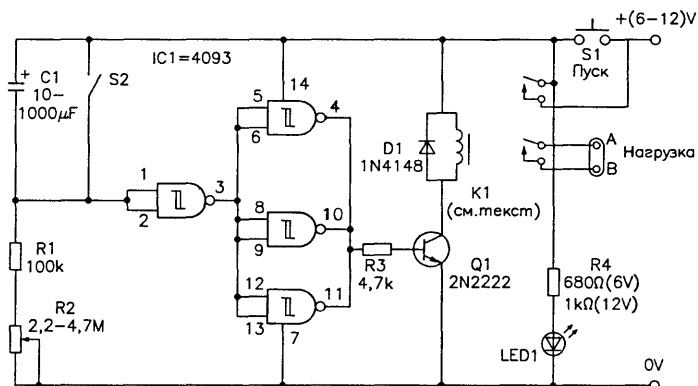
Если задержка небольшая, два импульса на входы вентилей IC1-d подаются практически одновременно и рабочий цикл свечения лампы будет таким, какой задает самовозбуждающийся генератор, образованный вентилем IC1-а, то есть около 50%. Но, регулируя R3, можно увеличивать расфазировку импульсов на входах вентилей IC1-d, чем уменьшается время совпадения высоких уровней на входах и, следовательно, увеличивается рабочий цикл.

Диод D1 используется для разрядки конденсатора C2 в конце каждого импульса. Когда выход вентилей IC1-а переключается на низкий уровень между вспышками, диод D1 открывается, позволяя конденсатору C1 разряжаться через него.

Мощный составной транзистор используется в выходном каскаде для подключения лампы с рабочим током до 1 А. Источник питания может быть с рабочим напряжением 6 или 12 В в зависимости от типа лампы.

1	ИС КМОП 4093	15
2	Проекты устройств для звуковых и радиочастот	41
3	Схемы с применением ламп и светодиодов	91

4 Устройства со схемами задержки



5	Бистабильные схемы (триггеры)	147
6	Системы сигнализации	163
7	Инверторы	189
8	Разные схемы	205

ИС 4093 могут успешно применяться в электронных устройствах со схемами задержки, используемых в промышленности, в робототехнике, для дома или автомобилей, в научных и школьных экспериментах... Схемы, описанные в этой главе, функционируют в режимах задержки времени включения или времени выключения. Нагрузкой в этих схемах могут быть приборы переменного и постоянного тока – схемы со светодиодами или с звонками, бытовые электроприборы и т.п. в широком диапазоне мощности.

Многие схемы – экспериментальные и могут быть использованы как составные части более сложных устройств. Но большинство из них являются функционально законченными, и их можно применять, как описано в книге. В последней части книги приведены описания устройств, которые представляют собой комбинации устройств задержек, устройств световой или звуковой сигнализации, мощных выходных каскадов и многих других, рассмотренных в этой книге.

ПРОЕКТ 56. ПРОСТЕЙШИЙ ТАЙМЕР (Э, П)

В этой простейшей схеме таймера использована ИС 4093. После заданного времени задержки светодиод может включаться или выключаться в соответствии с выбранным вами вариантом функционирования. Время задержки может быть отрегулировано в диапазоне от нескольких секунд до получаса. Схема используется как таймер для контроля времени приготовления пищи или парковки автомобиля, для отсчета периодов времени в играх (например, в шахматах) и многих других целей.

Устройство питается от четырех пальчиковых батареек (6 В) или аккумулятора/батарейки напряжением 9 В. Ток потребления зависит от состояния светодиода. С выключенным светодиодом ток потребления составляет около 1 мА, с включенным – от 10 до 30 мА в зависимости от напряжения питания и величины сопротивления R3.

Если вы хотите выключать светодиод после задержки, то подсоедините его, как показано непрерывной линией в схеме. Если светодиод нужно включать, то подсоедините его, как показано пунктирной линией.

Схема работает следующим образом. Когда переключатель S1 замкнут, на выходе вентиля IC1-а присутствует низкий уровень, конденсатор C1 начинается заряжаться через резисторы R1 и R2 до уровня V_n (вывод 2). В это время на выходе вентиля IC1-b, -с и -d – высокий уровень и светодиод включен.

Когда напряжение достигнет уровня V_n , уровень выхода вентиля IC1-a становится высоким. Этот логический уровень подается на входы IC1-b, -c и -d. Выходы трех логических вентилях, имевшие в исходном состоянии высокий уровень, переходят на низкий уровень, выключая светодиод. Если светодиод соединен с плюсом источника питания и в исходном состоянии выключен, то после замыкания переключателя S1 он включится через заданное время задержки.

Принципиальная схема простейшего таймера показана на рис. 4.1, перечень элементов приведен в табл. 4.1.

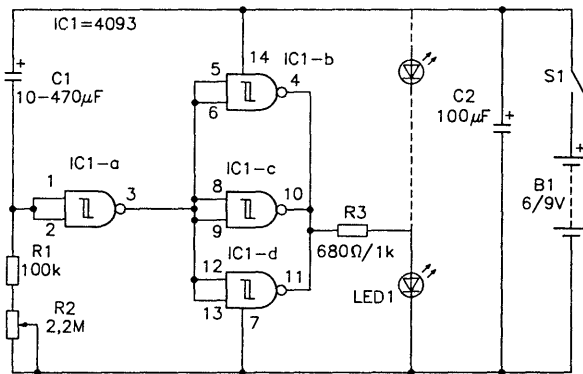


Рис. 4.1. Простейший таймер. Подключение светодиода зависит от желаемого режима функционирования

Таблица 4.1. Перечень элементов простейшего таймера

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
LED1	Красный светодиод
S1	Однополюсный выключатель (тумблер)
B1	Четыре пальчиковых батарейки (6 или 9 В) или аккумулятор (9 В)
R1	Резистор, 100 МОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Потенциометр, 2,2 или 4,7 МОм
R3	Резистор, 680 Ом (напряжение питания 6 В) или 1,0 кОм (напряжение питания 9 В), 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 10–470 мкФ, 16 В
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

Время задержки зависит от емкости конденсатора C1. С конденсатором емкостью 470 мкФ и потенциометром номиналом 4,7 МОм максимальное время задержки составит около получаса. Для увеличения

времени задержки могут быть использованы конденсаторы емкостью до 1000 мкФ.

Можно смонтировать таймер на печатной плате и поместить его в пластмассовый корпус для получения переносного устройства.

ПРОЕКТ 57. РЕЛЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ (Э, П)

Это устройство при замыкании выключателя подает напряжение питания на нагрузку и автоматически отключает напряжение через заранее установленное время задержки.

Устройство обеспечивает время задержки до получаса, и его можно использовать для выключения телевизора, аудиооборудования, осветительных ламп и многих других бытовых электроприборов. Базовая схема питается от аккумулятора/батарейки напряжением 12 или 6 В, но можно сделать вариант схемы с питанием от сети переменного тока, как показано на рис. 4.2.

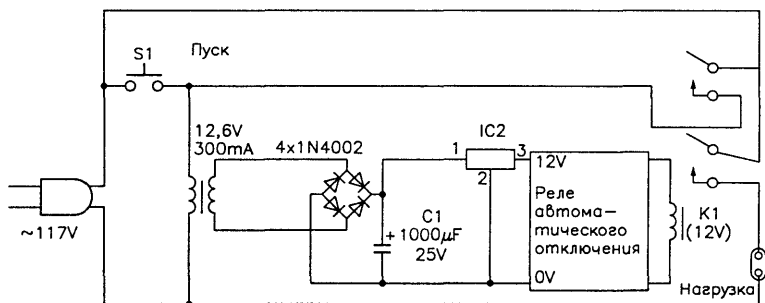


Рис. 4.2. Вариант схемы управления нагрузкой напрямую от сети переменного тока. Обратите внимание на новое расположение S1

Рекомендуемое мини-реле – *двухполюсное, на два направления* (DPDT – double-pole double-throw) – может быть смонтировано на беспаячной или универсальной печатной плате. Допустимо использовать другие чувствительные реле с номинальным напряжением 6 или 12 В. Сопротивление катушки реле должно быть в диапазоне 200–500 Ом (для 12 В) или 100–250 Ом (для 6 В).

Устройство работает аналогично устройству проекта 56. Единственное их различие – в выходном транзисторном каскаде для подключения реле.

Принципиальная схема реле автоматического отключения показана на рис. 4.3, перечень элементов приведен в табл. 4.2.

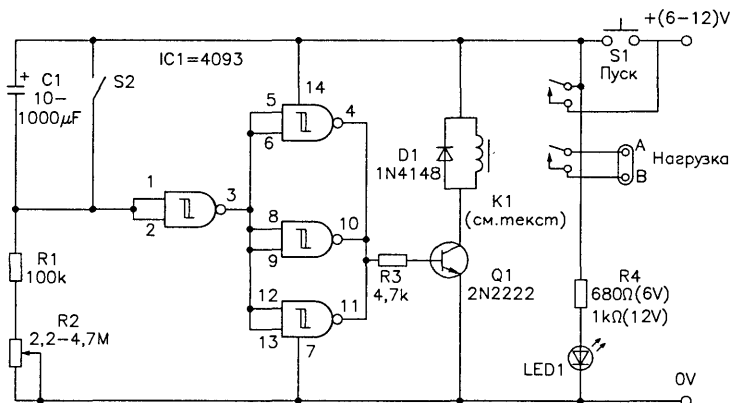


Рис. 4.3. Реле автоматического отключения

Таблица 4.2. Перечень элементов реле автоматического отключения

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Кремниевый транзистор общего назначения, 2N2222
D1	Кремниевый диод общего назначения, 1N4148 или эквивалентный
K1	Мини-DPDT-реле, контакты до 1 А, 12 В постоянного тока, 43 мА, 280 Ом или на 6 В (см. в тексте)
LED1	Красный светодиод
S1, S2	Кнопки, нормально разомкнутые
R1	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Потенциометр, 2,2 или 4,7 МОм
R3	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 680 Ом (6 В) или 1000 Ом (12 В), 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор (см. в тексте), 10–1000 мкФ, 12 В

Должно соблюдаться правильное положение выводов полярных компонентов (диодов, электролитических конденсаторов и источника питания). Провода, подсоединяющие нагрузку, необходимо подобрать в соответствии с протекающим током.

Конденсатор C1 определяет диапазон задержки. Используя конденсатор емкостью 1000 мкФ и потенциометр сопротивлением 4,7 МОм, можно получить время задержки до получаса.

Чтобы подготовить устройство к работе, присоедините нагрузку к контактам реле и установите потенциометр R2 на желаемое время задержки. Нажмите кнопку S1 для запуска. С этого момента нагрузка подключится к питанию и светодиод LED1 (LED – light-emitting diode) начнет светиться.

После истечения установленного времени задержки устройство автоматически отключится вместе с управляемой нагрузкой. Перед следующим включением устройства вы должны нажать кнопку S2 для разрядки конденсатора С1.

Обратите внимание: так как ИС 4093 имеет очень высокое входное сопротивление, все схемы с большими значениями времязадающих конденсаторов должны иметь параллельно конденсаторам кнопку для разрядки их после каждого цикла работы, за исключением вариантов, в которых применяется цепочка автоматической разрядки.

ПРОЕКТ 58. ПРОСТОЙ ТАЙМЕР II (Э, П)

Небольшие бытовые электроприборы и схемы могут автоматически включаться этим простым таймером после времени задержки в диапазоне от секунды до нескольких минут. Устройство работает так же, как два предыдущих таймера, описанные в этой главе, с тем отличием, что в данном варианте используется р-н-р транзистор в выходном каскаде.

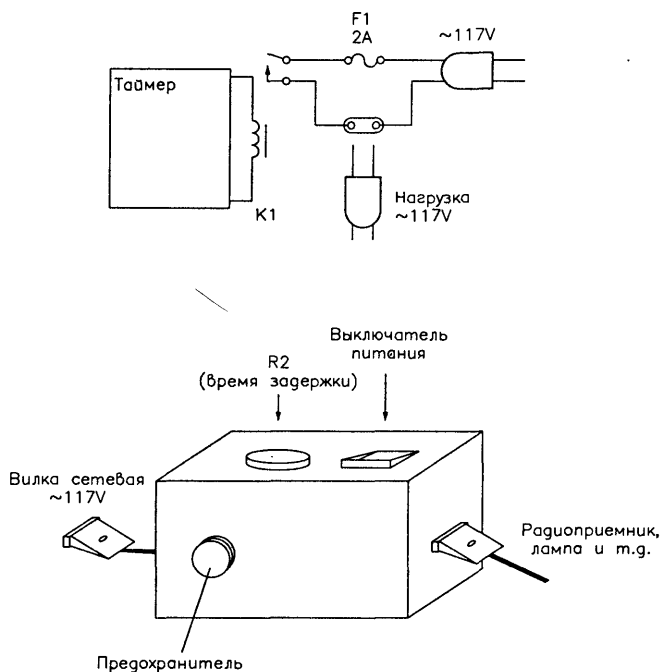


Рис. 4.4. Использование простого таймера II для управления бытовыми электроприборами

С используемым р-п-р транзистором реле запитывается, когда выходы вентилях IC1-b, -c и -d переходят на низкий уровень в конце отрегулированного времени задержки.

Можно использовать этот таймер как часть более сложных схем или самостоятельно. Подобный таймер, с добавлением некоторых компонентов, удобен для управления электроприборами, питающимися от сети переменного тока, как показано на рис. 4.4. Используя однополюсное мини-реле с номинальным током контактов 1 А, можно управлять нагрузкой переменного тока мощностью до 100 Вт.

Устройство может питаться от пальчиковых батареек или, по желанию, от электросети переменного тока. В главе 1 этой книги предложены некоторые варианты источников питания.

Принципиальная схема таймера II показана на рис. 4.5 (см. варианты, чтобы подготовить устройство к работе от сети переменного тока), перечень элементов приведен в табл. 4.3.

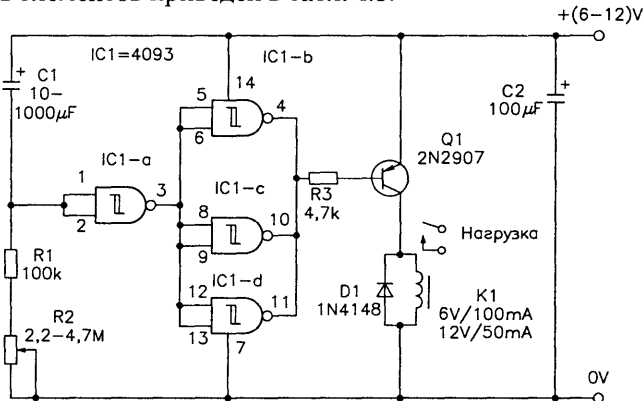


Рис. 4.5. Простой таймер II

Таблица 4.3. Перечень элементов простого таймера II

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Кремниевый р-п-р транзистор общего назначения, 2N2907
D1	Кремниевый диод общего назначения, 1N4148
K1	Мини-DPDT- или SPST-реле, контакты до 1 А, 12 В постоянного тока, 43 мА, 280 Ом или на 6 В (см. в тексте)
R1	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Потенциометр, 2,2 МОм
R3	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор (см. в тексте), 10–1000 мкФ, 16 В
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Должна соблюдаться правильная ориентация выводов полярных компонентов (диодов и электролитических конденсаторов).

Чтобы подготовить устройство к работе, установите время задержки потенциометром R2 и подключите его к источнику питания. После установленного времени задержки реле сработает, подключив нагрузку.

ПРОЕКТ 59. ТАЙМЕР, ФОРМИРУЮЩИЙ ЗВУКОВОЙ СИГНАЛ (Э, П)

Эта схема формирует непрерывный звуковой сигнал после установленного времени задержки. Устройство может быть использовано как таймер для фотолaborаторий, для контроля времени приготовления пищи, для управления процессом травления печатных плат, в играх и во многих других случаях. Время задержки регулируется в диапазоне от нескольких минут до получаса.

Устройство можно изготовить в виде компактной платы и поместить в небольшой пластмассовый корпус (карманный вариант).

Данная схема работает так же, как и предыдущие, поэтому пояснение требуется только для работы выходных каскадов. Вентиль IC1-b действует как генератор звуковой частоты, запускаясь только после установленного времени задержки. Этот генератор подает выходной сигнал на оконечный каскад, через него усиленный сигнал проходит на пьезодинамик.

Время задержки настраивается потенциометром R2, выходной тон – потенциометром R3. Конденсатор C1 определяет диапазон времени задержки. С конденсатором емкостью 1000 мкФ и потенциометром сопротивлением 4,7 МОм можно получить время задержки до получаса. Устройство питается от пальчиковых батареек или аккумулятора/батарейки напряжением 9 В.

Принципиальная схема таймера показана на рис. 4.6, перечень элементов приведен в табл. 4.4.

Резисторы R2 и R3 можно заменить подстроечными резисторами или потенциометрами, если вы хотите регулировать время задержки и выходной тон. Кнопка S2 требуется для разрядки конденсатора C1 после каждого цикла применения, так как конденсатор сохраняет заряд длительное время. X1 – пьезодинамик или пьезонаушник.

Для пользования таймером установите время задержки потенциометром R2 и подайте питание выключателем S1. После установленного времени задержки устройство выдаст непрерывный звуковой сигнал с частотой, заданной потенциометром R3.

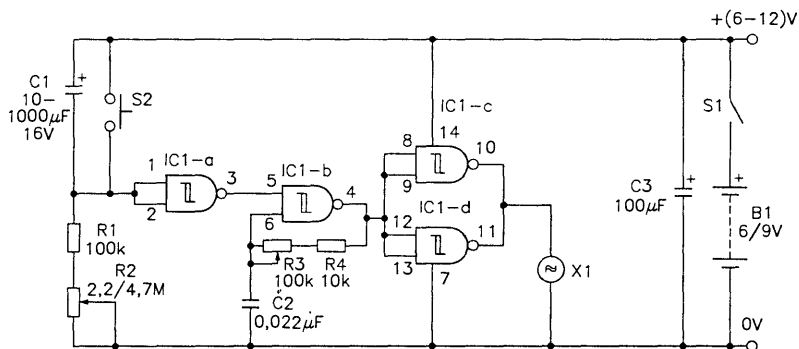


Рис. 4.6. Таймер, формирующий звуковой сигнал

Таблица 4.4. Перечень элементов таймера, формирующего звуковой сигнал

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
X1	Пьезодинамик или пьезонаушник
S1	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
S2	Кнопка, нормально разомкнутая
B1	Четыре пальчиковых батарейки или аккумулятор (6 или 9 В) и держатель
R1	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Потенциометр, 2,2 или 4,7 МОм
R3	Потенциометр или подстроечный резистор, 100 кОм
R4	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор (см. в тексте), 10–1000 мкФ, 16 В
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

ПРОЕКТ 60. ТАЙМЕР С ПРЕРЫВИСТЫМ ТОНОМ (Э, П)

Это устройство можно использовать как таймер для контроля времени приготовления пищи или для фотолaborаторий, в играх и для многих других целей, как и предыдущие схемы в данной главе. Эта схема выдает прерывистый тон после установленного времени задержки. Время задержки может быть отрегулировано от секунды до получаса и более.

Устройство питается от четырех пальчиковых батареек (6 В) или от аккумулятора/батарейки (9 В), ток нагрузки невелик — несколько миллиампер во включенном состоянии. Схема может быть смонтирована на универсальной печатной плате и помещена в портативный пластмассовый корпус (карманный вариант).

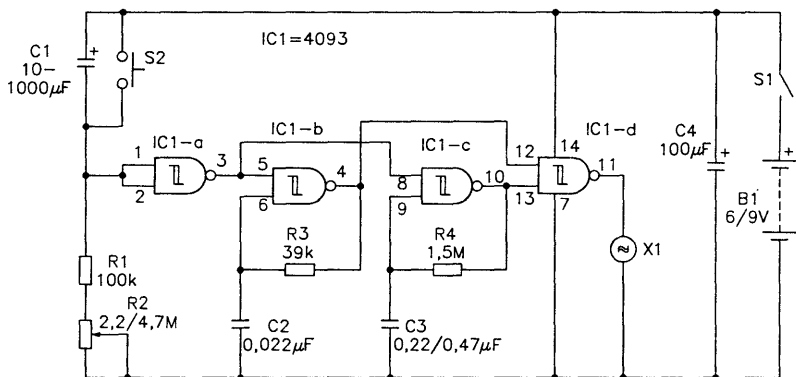


Рис. 4.7. Таймер с прерывистым тоном

Таблица 4.5. Перечень элементов таймера с прерывистым тоном

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
X1	Пьезодинамик или пьезонаушник
S1	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
S2	Кнопка, нормально разомкнутая
B1	Четыре пальчиковых батарейки или аккумулятор (6 или 9 В)
R1	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Потенциометр, 2,2 или 4,7 МОм
R3	Резистор, 39 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 1,5 МОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 10–1000 мкФ, 12 В
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C3	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 или 0,47 мкФ
C4	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

Принципиальная схема таймера с прерывистым тоном дана на рис. 4.7, перечень элементов приведен в табл. 4.5.

При монтаже следите за правильностью установки полярных компонентов (электролитических конденсаторов и батареек). Использовать таймер очень легко. Сначала установите время задержки потенциометром R2. Затем замкните переключатель S1 и ждите. Через заданное время устройство выдает прерывистый тон. Чтобы выключить сигнал, разомкните питание переключателем S1.

Чтобы применить устройство снова, сначала нажмите кнопку S2 для разрядки конденсатора C1, затем замкните переключатель S1 – пойдет отсчет нового интервала времени задержки. С конденсатором

емкостью 1000 мкФ (C1) и потенциометром на 4,7 МОм время задержки составит от секунды до получаса и более.

ПРОЕКТ 61. ВЫКЛЮЧАЮЩИЙ ТАЙМЕР (Э, П)

Этот простой таймер выключит любую нагрузку, подсоединенную к его выходу, после времени задержки, которое может регулироваться от секунды до получаса и более. Можно использовать это устройство для выключения нагревательных приборов, электроинструментов, лампы фотоувеличителя и многих других электроприборов. Конденсатор C1 выберите в соответствии с назначением устройства. Короткое время задержки может быть получено при малом значении емкости – в диапазоне между 10 и 100 мкФ. Большие значения (конденсатор емкостью 1000 мкФ и потенциометр сопротивлением 4,7 МОм) дают время задержки до 45 мин.

Ток нагрузки ограничен возможностями контактов реле. Реле с номинальным током контактов 1 А может управлять нагрузкой до 100 Вт. Если вы хотите управлять нагрузкой большой мощности, то должно быть использовано реле, предназначенное для коммутирования больших токов. Реле может быть рассчитано на 6 или 12 В. Рекомендованный транзистор может работать с токами до 100 мА, и это определяет сопротивление обмотки.

Принципиальная схема выключающего таймера показана на рис. 4.8, перечень элементов приведен в табл. 4.6.

Будьте внимательны при монтаже полярных компонентов (электролитических конденсаторов и транзистора).

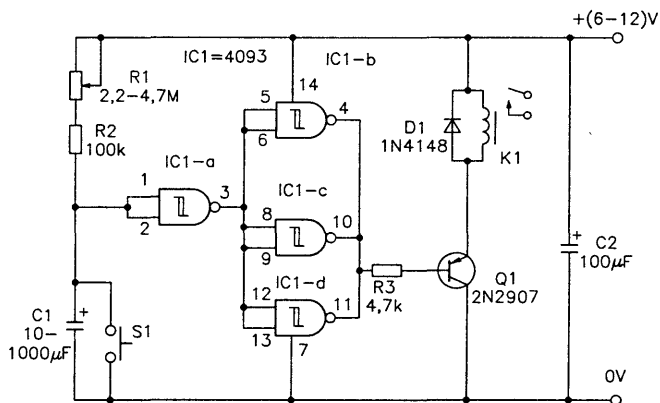


Рис. 4.8. Выключающий таймер

Таблица 4.6. Перечень элементов выключающего таймера

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093В
Q1	Кремниевый п-р-п транзистор общего назначения, 2N2907
D1	Кремниевый диод общего назначения, 1N4148
K1	Реле, 6 или 12 В (12 В, 43 мА, 280 Ом)
S1	Кнопка, нормально разомкнутая
R1	Потенциометр, 2,2 или 4,7 МОм
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 10–1000 мкФ, 16 В
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Подключение внешней нагрузки можно выполнить, как показано на схеме 57. Чтобы подключить реле, предназначенное для коммутирования больших токов, нужно в качестве транзистора Q1 использовать TIP31 и уменьшить сопротивление R3 до 2,2 кОм. К этой модифицированной схеме может быть подключено реле с током обмотки до 500 мА.

ПРОЕКТ 62. ВЫКЛЮЧАЮЩИЙ ТАЙМЕР С ПРЕРЫВИСТЫМ ЗВУКОВЫМ СИГНАЛОМ (Э, П)

Эта схема выдает прерывистый тон в течение регулируемого времени. Схему можно использовать в играх, бытовых приборах и т.п.

В качестве источника питания можно использовать четыре пальчиковых батарейки или аккумулятор/батарейку 9 В. Ток нагрузки невелик, что продлевает срок службы батарейки до нескольких месяцев.

Время задержки – в диапазоне от нескольких секунд до получаса и более. Для формирования звукового сигнала следует использовать пьезодинамик или пьезонаушник. Можно поместить все компоненты в небольшой пластмассовый корпус, чтобы получить переносной, удобный в использовании прибор.

Устройство имеет один компонент регулировки – потенциометр R1 – для установки времени задержки. Принципиальная схема выключающего таймера с прерывистым звуковым сигналом показана на рис. 4.9, перечень элементов приведен в табл. 4.7.

Будьте внимательны при монтаже электролитических конденсаторов. Резистор R3 определяет тон, а R4 – частоту прерывания. Значения этих компонентов могут варьироваться для изменения звука.

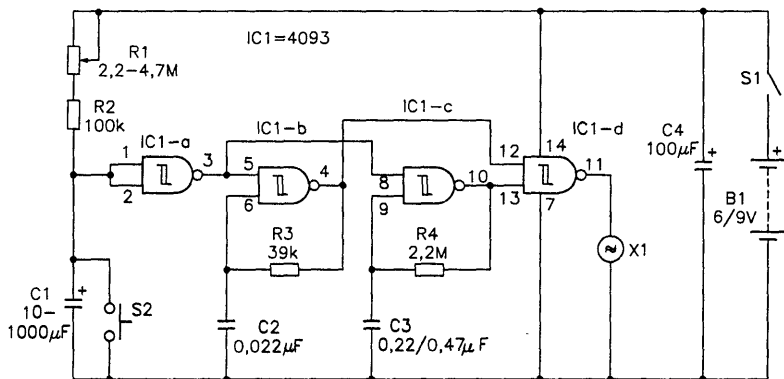


Рис. 4.9. Выключающий таймер с прерывистым звуковым сигналом

Таблица 4.7. Перечень элементов выключающего таймера с прерывистым звуковым сигналом

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
X1	Пьезодинамик или пьезонаушник
S1	Однополюсный выключатель — тумблер или движковый переключатель
S2	Кнопка, нормально разомкнутая
R1	Потенциометр, 2,2 или 4,7 МОм
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 39 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 10–1000 мкФ, 12 В
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C3	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22/0,47 мкФ
C4	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

При запуске устройства нужно нажать кнопку S2 для разрядки конденсатора C1. С конденсатором емкостью 1000 мкФ и потенциометром 4,7 МОм время задержки составит 45 мин.

ПРОЕКТ 63. ДВОЙНОЙ ВКЛЮЧАЮЩИЙ ТАЙМЕР (Э, П)

К этой схеме подключены два реле, управляемые двумя времязадающими узлами. Реле K2 срабатывает после времени задержки, регулируемого потенциометром R2. Затем, после времени задержки, регулируемого потенциометром R3, срабатывает реле K1.

Схему можно использовать как последовательный таймер в нескольких типах автоматических систем. Например, можно применить эту схему как часть «интеллектуальной» тревожной сигнализации, сначала включающей сирену, затем, через несколько минут, – лампу. Второе действие – включение лампы – наведет взломщика на мысль о присутствии поблизости другого человека.

Устройство питается от источника напряжением 6 или 12 В. В системах тревожной сигнализации нужно применять аккумулятор большой емкости или запитывать их от сети переменного тока, поскольку два реле потребляют ток, превышающий возможности пальчиковых батареек и небольших аккумуляторов. В двойном устройстве можно получить общее время задержки до полутора часов.

Принципиальная схема двойного включающего таймера показана на рис. 4.10, перечень элементов приведен в табл. 4.8.

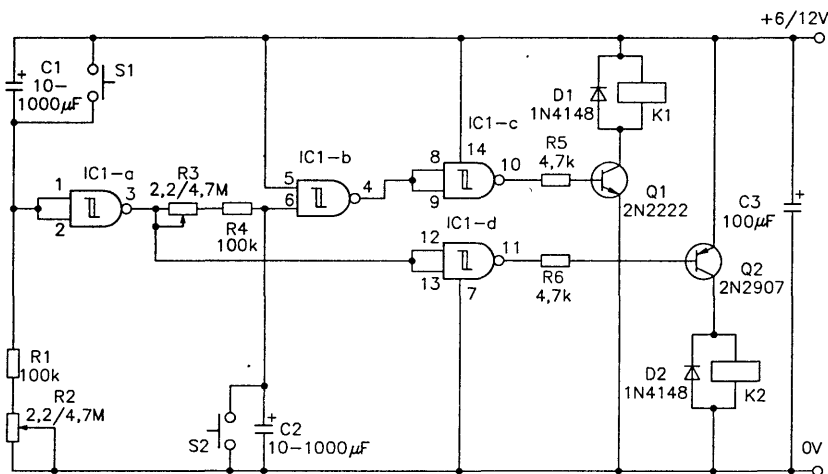


Рис. 4.10. Двойной включающий таймер

При монтаже должно соблюдаться правильное расположение выводов полярных компонентов (двух диодов и электролитических конденсаторов). Используя мини-реле, схему легко разместить в компактном корпусе. Эти компоненты могут быть установлены прямо на беспаечной плате или на универсальных печатных платах.

Чтобы подключить мощные реле в выходном каскаде (Q1 и Q2), следует применить транзисторы TIP31 и TIP32 соответственно. При этом коммутируемый ими ток через обмотки может достигать 500 мА.

Таблица 4.8. Перечень элементов двойного включающего таймера

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Кремниевый п-р-п транзистор общего назначения, 2N2222
Q2	Кремниевый р-п-р транзистор общего назначения, 2N2907
D1, D2	Кремниевые диоды общего назначения, 1N4148
K1, K2	Реле, с катушкой на 100 мА, 6 или 12 В
S1, S2	Кнопка, нормально разомкнутая
R1, R4	Резисторы, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2, R3	Потенциометры, 2,2 или 4,7 МОм
R5, R6	Резисторы, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1, C2	Электролитические конденсаторы (см. в тексте), 10–1000 мкФ, 12 В
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Эти транзисторы должны быть смонтированы на радиаторах, если напряжение источника питания составляет 12 В.

ПРОЕКТ 64. ВКЛЮЧАЮЩИЙ И ВЫКЛЮЧАЮЩИЙ ТАЙМЕР (Э)

Как можно догадаться по названию, этот таймер включает нагрузку после установленного времени задержки и выключает ту же нагрузку после второго установленного времени задержки. Нагрузка в этой схеме – простой светодиод, но схему легко изменить для подключения других нагрузок, таких как реле, лампы, электродвигатели и т.п.

Схема может применяться для демонстрации работы ждущего мультивибратора на двух вентилях 4093, использованных в базовой схеме. Первое время задержки (включения) может быть отрегулировано от нескольких секунд до получаса и более с помощью потенциометра R1. Время пребывания во включенном состоянии регулируется в том же диапазоне с помощью потенциометра R3.

Принципиальная схема экспериментального включающего и выключающего таймера показана на рис. 4.11, перечень элементов приведен в табл. 4.9.

При монтаже должна соблюдаться правильность подключения выводов поляризованных компонентов (электролитических конденсаторов). Выбор номинала ограничивающего резистора представлен в таблице на рисунке. Для получения обратной последовательности действий таймера можно подсоединить светодиод между выводами 10–11 и отрицательным полюсом питающего напряжения. Светодиод выключится и после времени задержки включится снова. С емкостью 1000 мкФ и потенциометром сопротивлением 4,7 МОм максимальное время задержки составит до 30 мин.

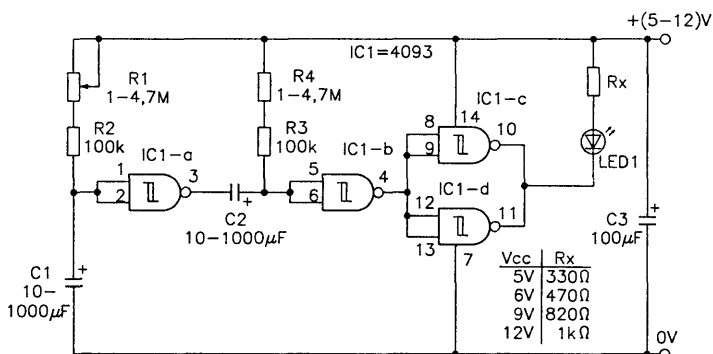


Рис. 4.11. Включающий и выключающий таймер

Таблица 4.9. Перечень элементов включающего и выключающего таймера

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
LED1	Красный светодиод
R1, R4	Потенциометры или подстроечные резисторы, 1,0–4,7 МОм
R2, R3	Резисторы, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Резистор (см. таблицу на рисунке), 0,25 Вт, 5%
C1, C2	Электролитический конденсатор (см. в тексте), 10–1000 мкФ, 16 В
C3	Электролитический конденсатор (см. в тексте), 100 мкФ, 16 В

ПРОЕКТ 65. ВЫКЛЮЧАЮЩИЙ И ВКЛЮЧАЮЩИЙ ТАЙМЕР (Э)

Этот экспериментальный двойной таймер выключает нагрузку через установленное время задержки и включает ту же нагрузку снова после второго времени задержки. Время задержки в каждом случае может быть более 45 мин, давая общее время задержки более полутора часов. В нашей экспериментальной схеме нагрузка – светодиод, но его легко заменить другой нагрузкой.

Схема состоит из двух ждущих мультивибраторов, реализованных на двух из четырех вентилях ИС 4093. Конденсаторы C1 и C2 с подсоединенными к ним резисторами (R1, R2, R3 и R4) определяют время задержки. С конденсаторами емкостью 1000 мкФ и потенциометром сопротивлением 4,7 МОм максимальное время задержки составит 45 мин.

Принципиальная схема выключающего и включающего таймера дана на рис. 4.12, перечень элементов приведен в табл. 4.10. Выбор ограничивающего резистора определяется в таблице на рисунке.

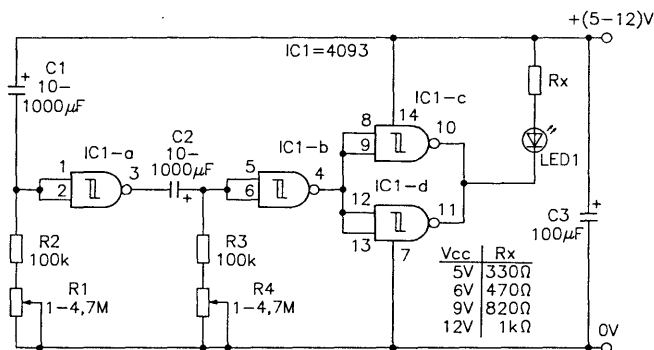


Рис. 4.12. Выключающий и включающий таймер

Таблица 4.10. Перечень элементов выключающего и включающего таймера

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
LED1	Красный светодиод
R1, R4	Потенциометры или подстроечные резисторы, 1,0–4,7 МОм
R2, R3	Резисторы, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
Rx	Резистор, в соответствии с напряжением питания (см. таблицу на схеме), 0,25 Вт, 5%
C1, C2	Электролитический конденсатор, 10–1000 мкФ, 12 В
C3	Электролитический конденсатор (см. в тексте), 100 мкФ, 16 В

При монтаже должна соблюдаться правильность подключения выводов полярных компонентов.

При работе, когда питание включено (выключатель замкнут), светодиод светится в течение времени задержки, отрегулированного потенциометром R1. После этого времени задержки светодиод выключается и остается в таком состоянии в течение времени задержки, определяемого потенциометром R4. После второго времени задержки светодиод включается снова. Для установки нового времени задержки повторно разомкните выключатель и подождите несколько минут, пока C1 и C2 не разрядятся.

ПРОЕКТ 66. ВКЛЮЧАЮЩИЙ И ВЫКЛЮЧАЮЩИЙ ТАЙМЕР С РЕЛЕ (Э, П)

К базовой схеме проекта 65 включающего и выключающего таймера для расширения ее функциональности добавлено реле. Полученную схему можно использовать как часть автомобильной сигнализации,

в которой после второго времени задержки отключается звуковой сигнал, предотвращая таким образом разряд аккумулятора. Определяя продолжительность звукового сигнала, целесообразно установить время включения в несколько секунд и время отключения в несколько минут.

Схема работает аналогично предыдущим схемам со ждущими мультивибраторами, описанным в этой книге. Реле должно быть выбрано в соответствии с требуемой нагрузкой. Для управления небольшими электроприборами следует использовать мини-реле с током нагрузки до 1 А. Для более мощных нагрузок необходимы реле с большими токами коммутирования. Если катушки реле потребляют ток больше чем 100–500 мА, транзистор Q1 нужно заменить на TIP32 и номинал резистора R5 должен составлять 2,2 кОм.

Принципиальная схема этого таймера показана на рис. 4.13, перечень элементов приведен в табл. 4.11.

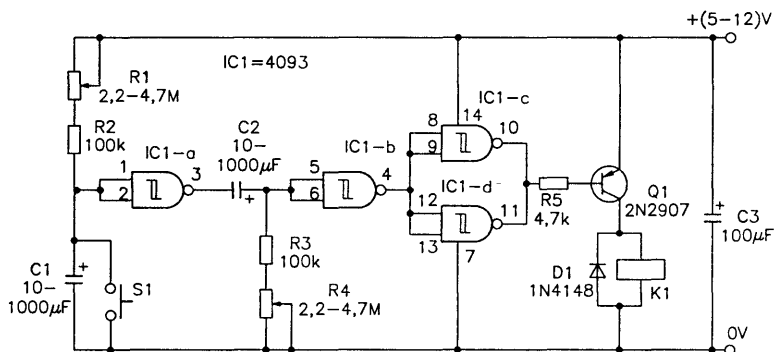


Рис. 4.13. Включающий и выключающий таймер с реле

Таблица 4.11. Перечень элементов включающего и выключающего таймера с реле

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Кремниевый р-п-р транзистор общего назначения, 2N2907
D1	Кремниевый диод общего назначения, 1N4148
R1, R4	Потенциометры, 2,2–4,7 МОм
R2, R3	Резисторы, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
K1	Реле (см. в тексте), 6 В или 12 В
C1, C2	Электролитические конденсаторы, 10–1000 мкФ, 12 В
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

При монтаже следите за правильностью включения полярных компонентов (диода, транзистора и электролитических конденсаторов).

Мини-реле смонтировано на беспаячной плате. Если вы используете эквивалентное реле, будьте внимательны к расположению выводов: они могут быть расположены другим образом.

Нагрузка подсоединяется к реле, как и для других схем таймеров. Потенциометр R1 регулирует первое время задержки, а R4 – второе.

ПРОЕКТ 67. ДВОЙНОЙ МИНИ-ТАЙМЕР (Э, П)

Этот карманный таймер можно применять для контроля времени приготовления пищи, парковки автомобиля, в фотолабораторий и во многих других случаях. Первое время задержки настраивается потенциометром R1. После этого периода времени пьезодинамик или пьезонаушник выдают звуковой сигнал в течение интервала времени, равного второму времени задержки, регулируемому потенциометром R3. Первое и второе время задержки могут быть отрегулированы в диапазоне от нескольких секунд до 45 мин и более в соответствии со значениями емкостей конденсаторов C1 и C2.

Схема запитывается от четырех пальчиковых батареек (6 В) или аккумулятора/батарейки напряжением 9 В. Рабочий ток невелик, и срок службы батарейки достигает нескольких недель. Тон звучания определяется номиналами конденсатора C3 и резистора R5. Для получения регулируемого тона можно заменить R5 на подстроечный резистор или потенциометр, включенный последовательно с резистором сопротивлением 10 кОм. Подойдет подстроечный резистор сопротивлением 100 кОм.

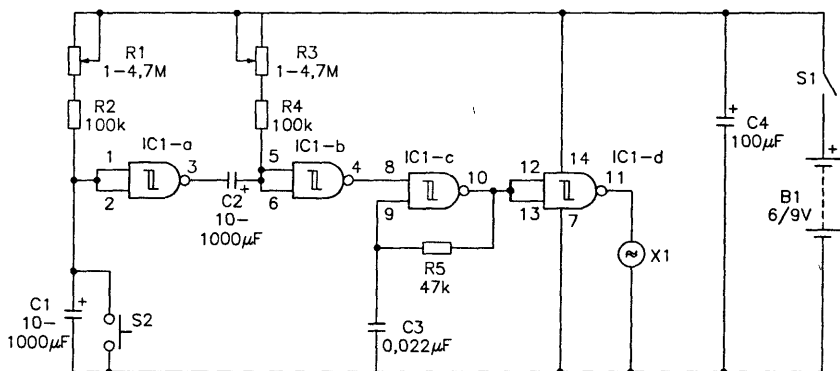


Рис. 4.14. Двойной мини-таймер

Таблица 4.12. Перечень элементов двойного мини-таймера

	Описание
	Интегральная схема КМОП 4093
	Пьезодинамик или пьезонаушник
	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
	Кнопка
	Четыре пальчиковых батарейки или аккумулятор (6 или 9 В)
	Потенциометры или подстроечные резисторы, 1,0–4,7 МОм
	Резисторы, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
	Электролитические конденсаторы, 10–1000 мкФ, 12 В
	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

Принципиальная схема двойного мини-таймера показана на рис. 4.14, перечень элементов приведен в табл. 4.12.

Обратите особое внимание на расположение выводов полярных компонентов (электролитических конденсаторов и батареек).

С конденсаторами емкостью 1000 мкФ (С1 и С2) и потенциометрами сопротивлением 4,7 МОм (R1 и R3) можно получить время задержки до полутора часов. Принцип работы такой же, как и у предыдущих таймеров, описанных в этой книге.

ПРОЕКТ 68. ДВОЙНОЙ ТАЙМЕР С ПРЕРЫВИСТЫМ ТОНОМ (Э, П)

После первого времени задержки, определяемого в этой схеме потенциометром R2, выдается периодический или прерывистый звуковой тон в течение времени второго периода задержки, которое настраивается вторым потенциометром R4. Суммарное время задержки может достигать полутора часов. Схему можно использовать как таймер для фотолaborаторий, для контроля времени приготовления пищи, химических процессов и во многих других случаях.

Таймер питается от четырех пальчиковых батареек (6 В) или аккумулятора/батарейки напряжением 9 В. Ток нагрузки невелик (всего несколько миллиампер), и срок службы батареек достигает многих недель.

Принципиальная схема двойного таймера с прерывистым тоном показана на рис. 4.15, перечень элементов приведен в табл. 4.13.

При монтаже должно соблюдаться правильное положение выводов полярных компонентов (электролитических конденсаторов и батареек). Чтобы получить компактный вариант, можно использовать небольшую печатную плату.

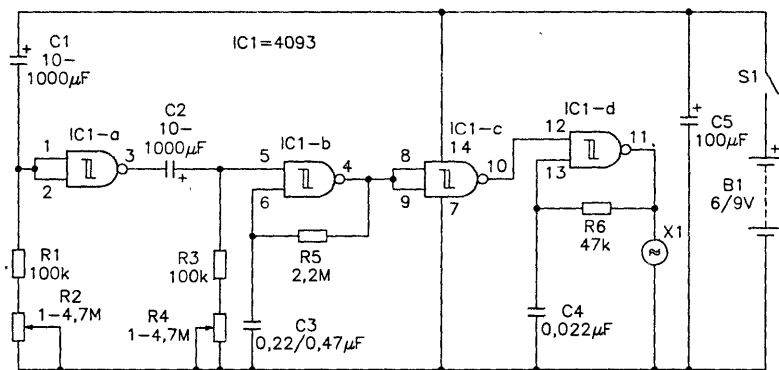


Рис. 4.15. Двойной таймер с прерывистым тоном

Таблица 4.13. Перечень элементов двойного таймера с прерывистым тоном

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
X1	Пьезодинамик или пьезонаушник
S1	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
B1	Четыре пальчиковых батарейки или аккумулятор (6 или 9 В)
R1, R3	Резисторы, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2, R4	Потенциометры или подстроечные резисторы, 1,0–4,7 МОм
R5	Резистор, 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
R6	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1, C2	Электролитические конденсаторы, 10–1000 мкФ, 12 В
C3	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 или 0,47 мкФ
C4	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C5	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

Время задержки определяется конденсаторами C1 и C2. Для конденсаторов емкостью 1000 мкФ максимальное время задержки составит 45 мин. Общее время задержки может превышать 90 мин.

Тон звучания определяется потенциометром R6 и емкостью C4, частота следования пакетов импульсов определяется RC-цепочкой R5 и C3. Можно выбрать другие компоненты для изменения выходного тона.

Для работы с прибором установите время задержек потенциометрами R2 и R4, затем замкните выключатель S1. После времени задержки, отрегулированного потенциометром R2, тон будет звучать во время интервала, заданного потенциометром R4.

ПРОЕКТ 69. ТАЙМЕР С ИНДИКАТОРОМ-ПОЛОСКОЙ НА ЧЕТЫРЕХ СВЕТОДИОДАХ (Э)

Эту интересную экспериментальную схему можно использовать как таймер для контроля времени приготовления пищи, для фотолaborаторий и как часть других схем. В схеме имеется четыре светодиода, которые включаются один за другим в соответствии с установленным временем задержек. Установленное время задержки может быть от нескольких секунд до 1–2 мин в зависимости от величины емкости конденсатора С1.

Четыре логических элемента ИС 4093 подключены как *компараторы* напряжения. Цепочка резисторов, соединенная с входами логических элементов, действует как делитель напряжения, определяя момент перехода каждого выхода на низкий уровень и включения соответствующего светодиода.

В делителе напряжения использованы различные значения резисторов для обеспечения линейной характеристики переключения, так как конденсатор заряжается через резисторы в соответствии с экспоненциальной характеристикой.

Принципиальная схема таймера с индикатором-полоской на четырех светодиодах показана на рис. 4.16, перечень элементов приведен в табл. 4.14.

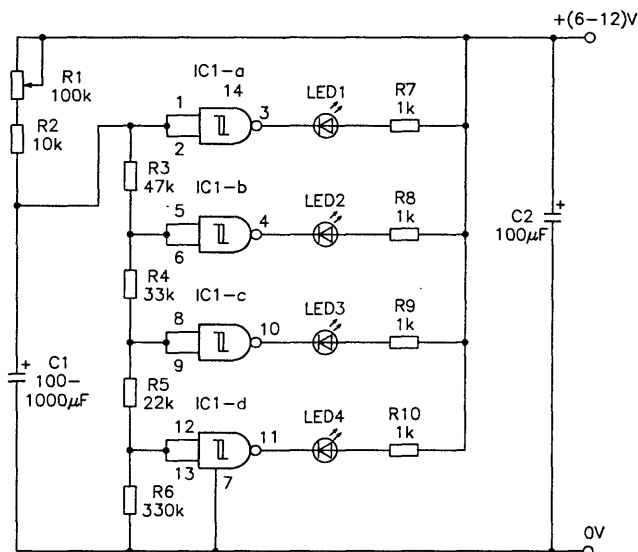


Рис. 4.16. Таймер с индикатором-полоской на четырех светодиодах

Таблица 4.14. Перечень элементов таймера с индикатором-полоской на четырех светодиодах

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема, КМОП 4093
LED1 – LED4	Красные светодиоды
R1	Потенциометр, 100 кОм
R2	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 33 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Резистор, 22 кОм, 0,25 Вт, 5%
R6	Резистор, 330 кОм, 0,25 Вт, 5%
R7 – R10	Резисторы, 1 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 100–1000 мкФ, 16 В
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

ПРОЕКТ 70. ТАЙМЕР С ИНДИКАТОРОМ-ПОЛОСКОЙ И РЕЛЕ (Э, П)

В этой схеме четыре светодиода включаются один за другим. Когда последний светодиод включится, срабатывает реле. Можно использовать этот интересный таймер для управления внешней нагрузкой с отслеживанием включения по гистограмме.

Время задержки регулируется в широком диапазоне значений (от нескольких секунд до нескольких минут) в зависимости от емкости использованного конденсатора. Мини-реле с коммутируемым током 1 А управляет внешней нагрузкой до 100 Вт.

Для коммутирования больших токов следует взять другое реле, но тогда вы также должны заменить выходной транзистор составным. Этот транзистор может управлять токами до 1 А при использовании источника питания напряжением 12 В.

Принципиальная схема этого таймера показана на рис. 4.17, перечень элементов приведен в табл. 4.15.

При монтаже уделите особое внимание установке полярных компонентов (светодиодов, электролитических конденсаторов и диодов). Помните, что небольшое однополюсное реле может быть установлено прямо на беспаячной плате или печатных платах. Допустимо использовать другие типы реле, но не во всех случаях они могут быть смонтированы на беспаячной плате. Более мощное реле, с токами обмотки 100–500 мА, может быть использовано при замене выходного транзистора Q1 на составной р–п–р транзистор и применении источника питания напряжением 12 В.

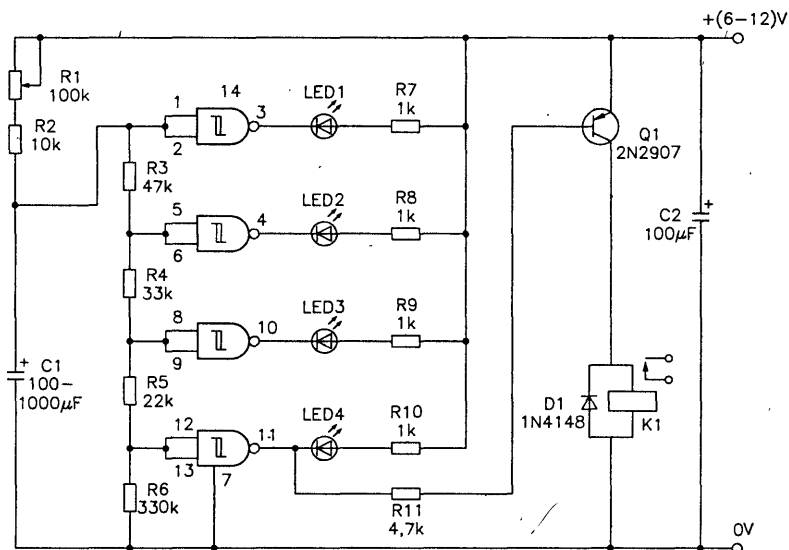


Рис. 4.17. Таймер с индикатором-полоской и реле

Таблица 4.15. Перечень элементов таймера с индикатором-полоской и реле

Обозначение	Описание
IC	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Кремниевый р-п-р транзистор общего назначения, 2N2907
D1	Кремниевый диод общего назначения, 1N4148
LED1 - LED4	Красные светодиоды
K1	Реле, до 100 мА, 6 или 12 В
R1	Потенциометр, 100 кОм
R2	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 33 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Резистор, 22 кОм, 0,25 Вт, 5%
R6	Резистор, 330 кОм, 0,25 Вт, 5%
R7 - R10	Резисторы, 1 кОм, 0,25 Вт, 5%
R11	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 100-1000 мкФ, 12 В
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

ПРОЕКТ 71. ТАЙМЕР С ЛАМПОЙ НАКАЛИВАНИЯ (П)

Здесь мы рассматриваем выключающую схему со временем задержки до 30 мин. Схема может быть использована с лампой накаливания

переменного тока. Можно установить устройство для временного включения лампы у входной двери (чтобы видеть замочную скважину), в темных помещениях и во многих других местах.

Рекомендуемый тиристор работает с токами до 4 А, но для безопасной работы нагрузка должна быть не более 200 Вт (лампы накаливания или нагреватели), не применяйте индуктивную нагрузку или лампы дневного света.

Схема работает следующим образом. Когда тумблер S1 замкнут, источник питания включен. Конденсатор C2 начинается заряжаться через цепочку R1–R2. В это время на входе вентиля IC1-а высокий уровень, дающий низкий уровень на выходе этого вентиля, и следовательно, на выходах вентилях IC1-b, -c и -d получаем высокий уровень, который открывает тиристор, обеспечивающий подачу напряжения на лампу накаливания.

Когда на входе вентиля IC1-а достигнуто пороговое напряжение V_p , на его выходе появляется высокий уровень, и в это время на выходах вентилях IC1-b, -c и -d появляется низкий уровень, выключая тиристор и лампу накаливания.

Для запуска таймера повторно нажмите на кнопку S2, чтобы разрядить C2. Время задержки до 30 мин может быть получено с конденсатором емкостью 1000 мкФ и потенциометром сопротивлением 4,7 МОм. Чтобы уменьшить время задержек, можно применить конденсатор меньшей емкости. Обратите внимание на то, что трансформатор включен, когда S1 замкнут, даже если лампа выключена, но потребляемая мощность холостого хода невелика.

Принципиальная схема таймера с лампой накаливания показана на рис. 4.18, перечень элементов приведен в табл. 4.16.

Тиристор должен быть смонтирован на радиаторе. Для регулировки времени задержки используется потенциометр R1.

Будьте внимательны при монтаже полярных компонентов (диодов, электролитических конденсаторов и тиристора).

Все компоненты могут быть помещены в пластмассовый корпус, за исключением лампы.

Помните, что эта схема имеет прямой контакт с сетью переменного тока. Меры безопасности должны тщательно соблюдаться. Убедитесь, что металлические части и компоненты не касаются проводов сети переменного тока. Не применяйте металлических корпусов для размещения компонентов.

При использовании устройства сначала установите потенциометром R1 желаемое время задержки, затем замкните тумблер S1. Лампа

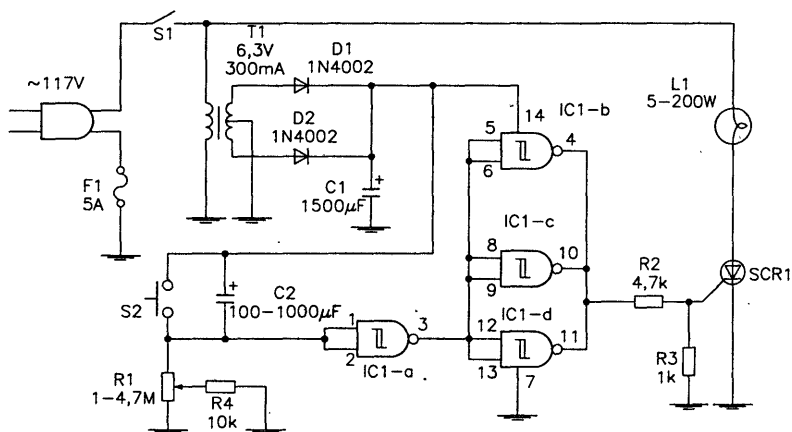


Рис. 4.18. Таймер с лампой накаливания

Таблица 4.16. Перечень элементов таймера с лампой накаливания

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
SCR1	Кремниевый тиристор, Т1С106-В или эквивалентный, 200 В, 4 А
D1, D2	Кремниевые диоды, 1N4002 или эквивалентные, 50 В, 1 А
T1	Трансформатор: вторичная обмотка 6,3 В, 300–500 мА; первичная обмотка 117 В переменного тока
S1	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
S2	Кнопка
F1	Предохранитель и держатель, 5 А
L1	Лампа накаливания (см. в тексте), 5–200 Вт
P1	Потенциометр, 1,0–4,7 МОм
R2	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 1,0 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 1500 мкФ, 16 В
C2	Электролитический конденсатор, 100–1000 мкФ, 16 В

будет светиться в течение установленного времени задержки. Для запуска таймера следует разрядить времязадающий конденсатор нажатием кнопки S2.

ПРОЕКТ 72. ДВОЙНОЙ ТАЙМЕР С ЛАМПОЙ НАКАЛИВАНИЯ (П)

Эта схема питается и от аккумуляторов, и от сети переменного тока одновременно, имея в качестве нагрузки лампу накаливания мощностью до 200 Вт. Схема включает лампу накаливания после установленного

времени задержки и автоматически отключает лампу после второго времени задержки. Время задержек может быть отрегулировано от секунды до получаса и более.

Схема работает следующим образом. Когда тумблер S1 замкнут, конденсатор C2 заряжается через потенциометр R1 и резистор R2 до уровня V_p , при достижении которого на выходе вентиля IC1-a установится низкий логический уровень и начинается заряжаться конденсатор C3 через потенциометр R3 и резистор R4 до уровня V_n .

Во время зарядки первого конденсатора (C2) на выходе вентиля IC1-b, -c и -d присутствует низкий уровень, тиристор закрыт. Во время второй задержки, когда заряжается конденсатор C3, на выходах вентиля IC1-b, -c и -d – высокий уровень, тиристор открыт, на лампу от сети переменного тока подано напряжение.

Как только конденсатор C3 зарядится до уровня V_n , выходы вентиля IC1-b, -c и -d снова переходят на низкий логический уровень и тиристор закрывается. Для запуска таймера следует повторно нажать кнопку S2, чтобы разрядить конденсатор C2. Помните, что тиристор подает на нагрузку только половину волны переменного тока. Для управления обеими полуволнами вместе с тиристором следует использовать диодные мостовые схемы. Не применяйте устройство для управления индуктивной нагрузкой или лампами дневного света.

Принципиальная схема двойного таймера с лампой накаливания показана на рис. 4.19, перечень элементов приведен в табл. 4.17.

Как всегда, при монтаже следите за правильностью установки полярных компонентов (источника питания постоянного тока и электролитических конденсаторов). Тиристор должен быть смонтирован на радиаторе.

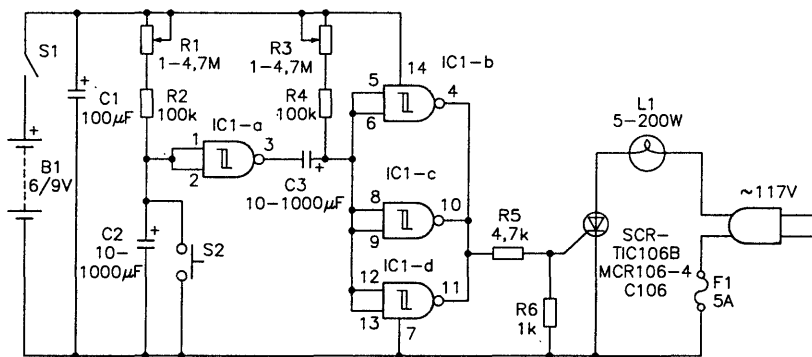


Рис. 4.19. Двойной таймер с лампой накаливания

Таблица 4.17. Перечень элементов двойного таймера с лампой накаливания

Обозначение	Описание
IC	Интегральная схема КМОП 4093
SCR	Кремниевый тиристор, TIC106-B или эквивалентный
S1	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
S2	Кнопка, нормально разомкнутая
P1, R1	Потенциометры, 1,0–4,7 МОм
R2, R4	Резисторы, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Резистор, 1,0 Ом, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В
C2	Электролитический конденсатор, 10–1000 мкФ, 12 В
P2	Предохранитель и держатель, 5 А
B1	Четыре пальчиковых батарейки или аккумулятор (6 или 9 В)

С конденсаторами C2 и C3 емкостью 1000 мкФ и потенциометрами сопротивлением 4,7 МОм суммарное время задержки будет до 90 мин. Потребляемый ток от источника питания постоянного тока невелик, что продлевает срок службы батарейки до нескольких недель.

ПРОЕКТ 73. АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВКЛЮЧАЮЩИЙ И ВЫКЛЮЧАЮЩИЙ ТАЙМЕР (п)

Эта схема может быть использована для выключения лампы у входной двери и одновременной активизации системы тревожной сигнализации, когда вы уходите из дома. Схема запитана от сети переменного тока или от резервного аккумулятора.

Для включения света у входной двери вам нужно использовать небольшое отверстие, через которое можно нажать секретную кнопку. В другом варианте можно заменить кнопку герконом, который срабатывает от небольшого магнита, вставленного, например, в брелок для ключей, как предложено на рис. 4.20. Схема используется для охранной сигнализации и питается от сети переменного тока или от аккумулятора 12 В (от того же, от которого питается сигнализация).

Схема работает следующим образом. Когда тумблер S1 замкнут, питание включено, C2 начинается заряжаться через потенциометр R1 и резистор R2. Резистор R1 регулирует время задержки. Как только напряжение на выводе 2 (IC1-a) достигнет уровня V_{th} , на его выходе установится высокий уровень, выходы вентилей IC1-b, -c и -d переключаются на низкий уровень, выключая реле. Во время зарядки конденсатора C2 реле включено и лампа будет светиться. После

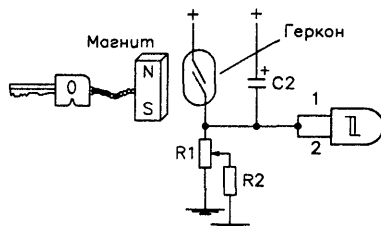


Рис. 4.20. Эта схема может быть активизирована небольшим магнитом

запрограммированного времени задержки реле выключается и питание подается на сигнализацию.

Для запуска таймера повторно (когда вы возвращаетесь домой) нужно нажать S2. Затем C2 начинает снова заряжаться, и источник питания сигнализации отключается на установленное время задержки.

Принципиальная схема таймера дана на рис. 4.21, перечень элементов приведен в табл. 4.18.

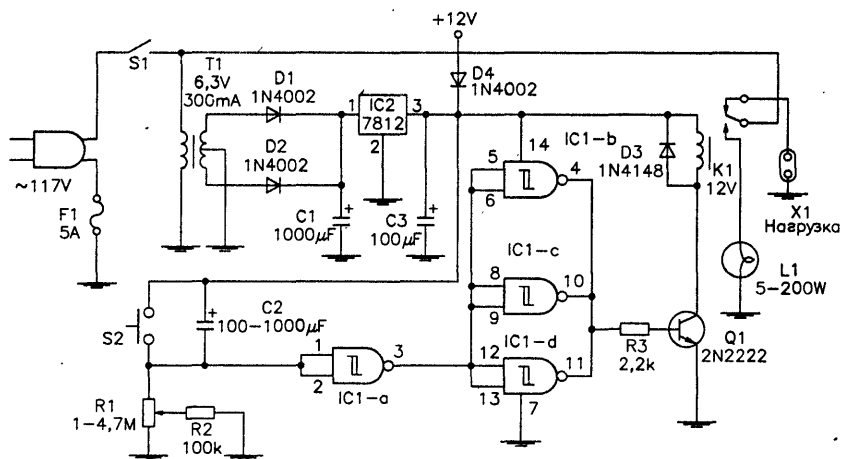


Рис. 4.21. Автоматический включающий и выключающий таймер

При монтаже соблюдайте правильность установки полярных компонентов (диодов, электролитических конденсаторов и транзистора). В базовой схеме используется мини-реле (12 В, 43 мА), которое может быть смонтировано на беспаячной плате или универсальных печатных платах. Если вы используете другой тип реле, разводка печатной платы может измениться в зависимости от расположения выводов.

Таблица 4.18. Перечень элементов
автоматического включающего и выключающего таймера

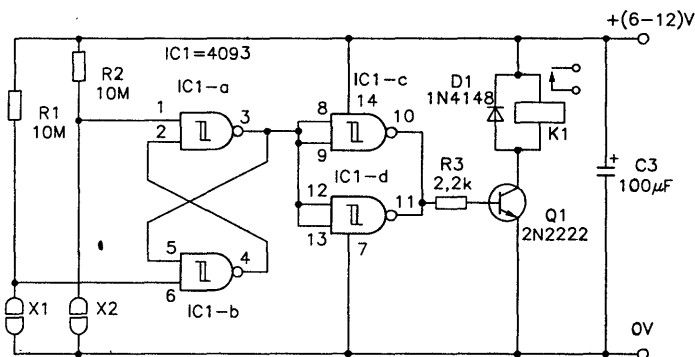
Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
IC2	ИС линейного стабилизатора напряжения, 7812
Q1	Кремниевый п-р-п транзистор общего назначения, 2N2222
D1, D2	Кремниевые выпрямительные диоды, 1N4002, 50 В, 1 А
D3	Кремниевый диод, 1N4148
D4	Кремниевый выпрямительный диод (см. в тексте), 1N4002 или эквивалентный
K1	Реле, 12 В, 100 мА
Т1	Трансформатор: вторичная обмотка 12,6 В, 450 мА; первичная обмотка 117 В переменного тока
S1	Однополюсный выключатель — тумблер или движковый переключатель
S2	Кнопка, нормально разомкнутая
F1	Предохранитель и держатель, 5 А
P1	Потенциометр, 1,0–4,7 МОм
R1	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 1000 мкФ, 25 В
C2	Электролитический конденсатор, 100–1000 мкФ, 16 В
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Допустимо использовать более мощное реле. Если оно имеет обмотку с рабочим током в диапазоне 100–500 мА, транзистор Q1 нужно поменять на составной либо на мощный п-р-п транзистор, такой как TIP31 или TIP110. Резервный аккумулятор должен быть подсоединен через D4 в качестве аварийного источника питания при сбоях в работе сети переменного тока.

Кнопку S2 нужно поместить в секретном месте. Если вы используете геркон в качестве S2, его можно поместить под тонкую пластиковую панель, которая не будет препятствовать действию магнита.

1	ИС КМОП 4093	15
2	Проекты устройств для звуковых и радиочастот	41
3	Схемы с применением ламп и светодиодов	91
4	Устройства со схемами задержки	117

5 Бистабильные схемы (триггеры)



6	Системы сигнализации	163
7	Инверторы	189
8	Разные схемы	205

Бистабильные схемы построены на двух логических элементах с взаимными перекрестными 100-процентными отрицательными обратными связями. Они используются в качестве хранилища данных в оперативной памяти, регистрах, счетчиках и во многих других базовых логических схемах.

Начав с базовой схемы, использующей два из четырех вентилях 4093, мы познакомим читателя и с другими интересными схемами. Эти схемы также можно использовать в составе более сложных устройств или как законченные, самостоятельные приборы.

Предлагаем читателю самому поэкспериментировать с компонентами, чтобы улучшить качество функционирования схем как в описанных устройствах, так и в устройствах, не упомянутых в данной книге.

ПРОЕКТ 74. АКТИВИЗИРУЕМЫЙ ПРИКОСНОВЕНИЕМ ТРИГГЕР (Э)

Эта схема показывает, как ИС 4093 может быть использована с тактильными датчиками для управления двумя светодиодами. На двух вентилях ИС собран RS-триггер, другие два логических элемента подключены в качестве инверторов, работающих на светодиоды.

Когда вы коснетесь датчика X1, светодиод LED1 включится, LED2 выключится. Затем, если вы коснетесь датчика X2, светодиод LED1 выключится, LED2 включится. Очень высокое входное сопротивление триггера, задаваемое резисторами R1 и R2, обеспечивает исключительную чувствительность схемы.

Эту экспериментальную схему можно использовать в разных устройствах: для световой сигнализации, для демонстрации работы триггера или в составе других схем. Можно заменить светодиоды LED1 и LED2 на мощные транзисторные каскады, имеющие в качестве нагрузки реле, лампы или другие устройства.

Схема питается от батареек/аккумуляторов (6 или 9 В) или от сетевого источника питания. Ток нагрузки – около 20 мА (при 9 В).

Принципиальная схема активизируемого прикосновением триггера дана на рис. 5.1, перечень элементов приведен в табл. 5.1. При монтаже должно строго соблюдаться расположение выводов полярных компонентов (светодиодов, электролитических конденсаторов).

Датчики X1 и X2 сделаны из двух металлических пластинок, расположенных рядом. Чтобы активизировать схему, к ним нужно прикоснуться пальцем одновременно.

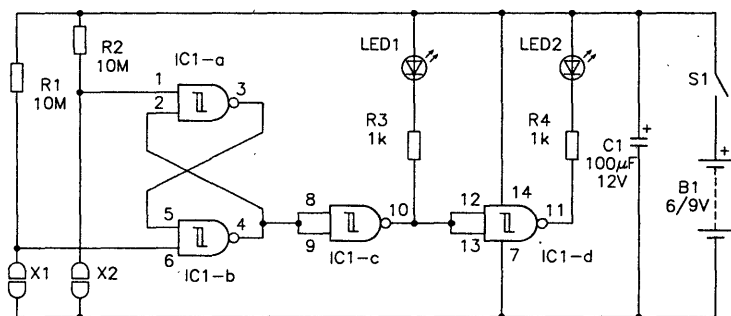


Рис. 5.1. Активизируемый прикосновением триггер

Таблица 5.1. Перечень элементов активизируемого прикосновением триггера

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
LED1, LED2	Красные светодиоды
S1	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
X1, X2	Тактильные датчики (см. в тексте)
R1, R2	Резисторы, 10,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
R3, R4	Резисторы, 1,0 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В
B1	Четыре пальчиковых батарейки или аккумулятор (6 или 9 В)

Если вы хотите подключить мощные источники света, такие как лампы или более чем два светодиода, можно применить транзисторные выходные каскады. Транзистор общего назначения 2N2222 (n-p-n) с резистором в цепи базы номиналом 1–4,7 кОм даст около 100 мА в цепи коллектора.

Для работы включите источник питания (тумблером S1) и затем поочередно касайтесь датчиков X1 или X2 – светодиоды будут включаться и выключаться.

ПРОЕКТ 75. АКТИВИЗИРУЕМАЯ ПРИКОСНОВЕНИЕМ СХЕМА С РЕЛЕ (Э, П)

Лампы, небольшие бытовые электроприборы, электроинструменты и другие приборы, работающие на переменном токе, могут управляться прикосновением ваших пальцев. Эта простая схема позволяет включить любую нагрузку, коснувшись датчика X1, и выключить ее, коснувшись датчика X2. Нет опасности поражения электрическим током, так как управление полностью изолировано от сети переменного тока.

Схема управления питается от четырех или шести пальчиковых батареек или от источника питания 6–12 В в зависимости от номинального напряжения катушки реле. Не применяйте бестрансформаторные источники питания. Они не изолированы от сети переменного тока и могут явиться причиной поражения электричеством.

Принципиальная схема активизируемого прикосновением реле дана на рис. 5.2, перечень элементов приведен в табл. 5.2.

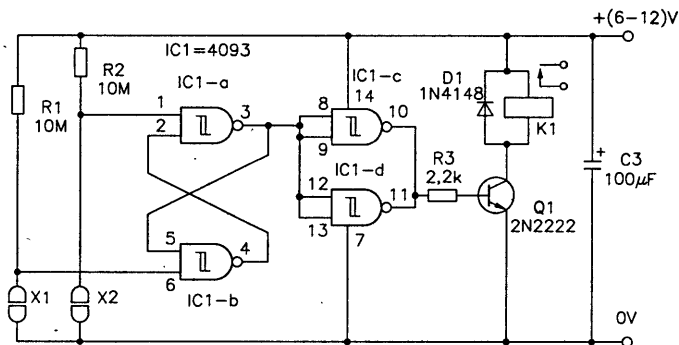


Рис. 5.2. Активизируемая прикосновением схема с реле

Таблица 5.2. Перечень элементов активизируемой прикосновением схемы с реле

Интегральная схема КМОП 4093
Кремниевый п-р-п транзистор общего назначения, 2N2222
Кремниевый диод общего назначения, 1N4148
Мини-DPDT- или SPST-реле (см. в тексте), 6 или 12 В
Резистор, 10,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В
Датчики (см. в тексте)

Подключение реле определяется его типом. Можно применить мини-реле с номинальным током контактов 1 А и подсоединить его, как показано на схеме. Можно использовать другие типы реле, подобранные в соответствии с нагрузкой. Однополюсное реле на два направления (SPDT – single-pole, double-throw) с коммутируемым током 10 А подойдет для управления мощными электроприборами. Несомненно, напряжение питания должно быть таким же, как рабочее напряжение катушки реле.

При монтаже должно строго соблюдаться правильное расположение выводов полярных компонентов (диода D1, электролитического конденсатора и транзистора). Датчики X1 и X2 можно изготовить, как описано в схеме 74.

Не применяйте металлический корпус для прибора, так как в нем имеются части, подсоединенные напрямую к сети переменного тока. Убедитесь, что нет прямого контакта схемы низкого напряжения с сетью переменного тока, чтобы предотвратить поражение электрическим током и опасность короткого замыкания.

Нагрузка подсоединяется, как показано в других схемах, где применяются реле с нормально разомкнутыми контактами. Можно использовать реле с нормально замкнутыми контактами для выключения нагрузки при срабатывании реле.

Помните, что ток нагрузки при срабатывании реле – большой. Ток становится маленьким, когда транзистор закрыт (катушка не запитана). Это важный фактор, который нужно принять во внимание, если вы используете батарейки или аккумуляторы для питания устройства.

ПРОЕКТ 76. ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ, УПРАВЛЯЕМЫЙ ПРИКОСНОВЕНИЕМ (Э, П)

Можно управлять небольшим электродвигателем постоянного тока, касаясь тактильных датчиков пальцами и таким образом меняя направление его вращения. Когда вы коснетесь датчика X1, электродвигатель вращается по часовой стрелке, а при прикосновении к датчику X2 – против часовой стрелки. Небольшие электродвигатели постоянного тока могут управляться этой схемой, пока требуемые токи нагрузки не превышают рабочего тока контактов реле. Можно применить схему в моделях железных дорог, для небольших роботов и игрушек, в устройствах дистанционного управления и др.

Устройство питается от источников напряжением от 6 до 12 В в соответствии с требуемым напряжением для работы электродвигателей. Можно применить отдельный источник питания для электродвигателя.

Работает схема следующим образом. Когда вы коснетесь датчика X1, напряжение входа (вывод 6) вентиля IC1-b становится низким (лог. 0). Следовательно, на выходе (вывод 4) устанавливается высокий уровень. Напряжение выхода (вывод 3) вентиля IC1-a переключается на низкий уровень, удерживая состояние бистабильной ячейки, образованной двумя логическими элементами.

Низкий уровень напряжения на выходе вентиля IC1-а задает высокий уровень напряжения на базе транзистора, следовательно, реле срабатывает и коммутирует электродвигатель так, что тот вращается по часовой стрелке.

Если вы коснетесь датчика X2, на выходе (вывод 3) IC1-а появляется высокий логический уровень. Это вызывает переключение на низкий уровень выходов вентиля IC1-с и -d и запирает транзистор Q1. Реле отключается, и электродвигатель вращается в противоположном направлении.

Принципиальная схема электродвигателя, управляемого прикосновением, показана на рис. 5.3, перечень элементов приведен в табл. 5.3.

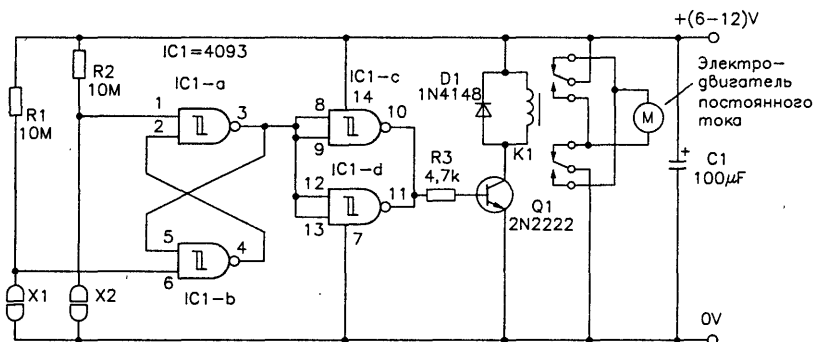


Рис. 5.3. Электродвигатель, управляемый прикосновением

Таблица 5.3. Перечень элементов электродвигателя, управляемого прикосновением

Интегральная схема КМОП 4093
Кремниевый п-р-п транзистор общего назначения, 2N2222
Кремниевый диод общего назначения, 1N4148
Датчики (см. в тексте)
Реле (см. в тексте), 6 или 12 В
Электродвигатель постоянного тока (до 1 А), 6 или 12 В
Резисторы, 10,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
Резистор, 4,7 Ом, 0,25 Вт, 5%
Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

В качестве реле K1 рекомендуем малогабаритные DPDT-реле на 6/12 В с током обмотки от 10 до 100 мА. Рабочий ток контактов выбирается в соответствии с требуемым током для электродвигателя.

При монтаже должно строго соблюдаться правильное расположение выводов полярных компонентов (электролитического конденсатора, транзистора и диода). Тактильные датчики можно изготовить, как описано в проекте 74.

Если вы используете эту схему в модели железной дороги, можно сделать интересный датчик из проводящей губки, наклеенной на дно модели товарного вагона. При прикосновении к датчику поезд поедет в противоположном направлении. Перед применением прибора убедитесь, что электродвигатель соединен с соблюдением полярности для получения желаемого направления движения.

ПРОЕКТ 77. РЕГИСТРАТОР ОДНОСТОРОННЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ (Э, П)

В этой схеме применяется датчик на двух фотоэлементах. Схему можно использовать в некоторых интересных устройствах, например как часть более сложных счетчиков событий, а также в научных экспериментах и др. Входящие импульсы могут считаться счетчиками на ИС КМОП, ТТЛ или механическим счетчиком.

Данная схема регистрирует отсутствие светового сигнала на одном из датчиков. При этом RS-триггер переходит в соответствующее состояние.

Датчики – светочувствительные резисторы или фотоэлементы. Чувствительность при необходимости можно регулировать посредством потенциометров R2 и R4. Номиналы резисторов R1 и R3 должны подбираться для работы с имеющимся источником света и с учетом расстояния от источника света до датчиков.

Слабый источник света в темной среде может быть обнаружен при больших значениях сопротивлений. Небольшие значения (примерно 100 кОм для потенциометров и 10 кОм для постоянных резисторов) используются при ярком свете источника. Выход – КМОП совместимый, но с подходящим согласующим устройством можно подключить ТТЛ или другие логические микросхемы.

Принципиальная схема регистратора одностороннего воздействия показана на рис. 5.4, перечень элементов приведен в табл. 5.4.

Для подсоединения датчиков необходимы короткие провода. Если требуются длинные провода, то применяются экранированные. Экран соединяется с плюсом схемы.

Конденсатор С1 – единственный полярный компонент схемы. Подключите его должным образом, как показано на схеме.

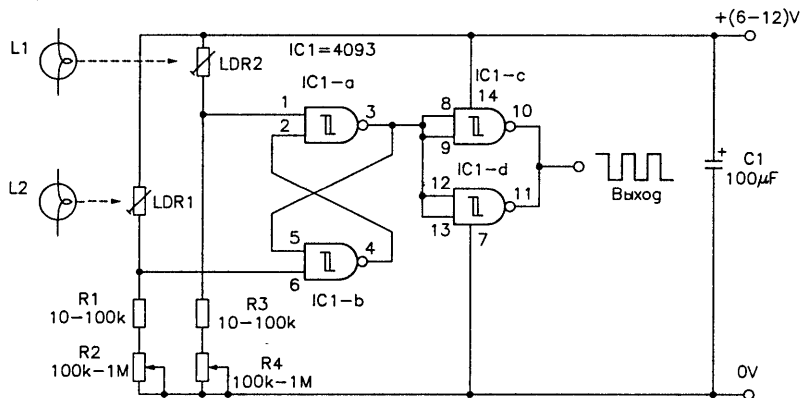


Рис. 5.4. Регистратор одностороннего воздействия

Таблица 5.4. Перечень элементов регистратора одностороннего воздействия

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
LDR1, LDR2	Фоторезисторы
R1, R2, R3, R4	Резисторы (см. в тексте), 10–100 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Потенциометры (см. в тексте), 100–1000 кОм
C1	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В
L1, L2	Лампы, источники света (см. в тексте)

Напряжение питания схемы составляет 6–12 В. Для предотвращения ложных срабатываний от высокочастотных мерцаний светового источника можно подсоединить конденсаторы емкостью 1000 пФ между выводами 1 и 6 и шиной 0 В.

ПРОЕКТ 78. БИСТАБИЛЬНОЕ ЗВУКОВОЕ РЕЛЕ (Э, П)

Хлопните в ладоши – лампа включится, коснитесь датчика пальцем – лампа выключится. Это звуковое реле имеет два стабильных состояния и применяется для управления небольшими электроприборами, электроинструментами, лампами и многими другими устройствами.

Можно использовать эту схему в составе аварийной сигнализации для обнаружения любых странных звуков в вашем доме, для включения сирены или другого сигнализатора.

Схема питается от источника напряжением 6 или 12 В в соответствии с использованным реле. Когда реле не включено, ток нагрузки

При монтаже должно строго соблюдаться правильное расположение выводов полярных компонентов (электретного микрофона, электролитических конденсаторов, диода D1 и транзистора).

Для удаленного соединения с микрофоном применяются экранированные провода. Экран должен быть соединен с минусом источника питания. Тактильный датчик X1 выполнен так же, как и датчик в проекте 74.

Катушка реле подбирается в соответствии с напряжением питания, ток контактов реле зависит от нагрузки, которую вы намерены подключать. Для небольших нагрузок можно применить мини-реле с коммутируемым током 1 А, для повышенной нагрузки необходимо более мощное реле.

Для регулировки схемы замкните R3 и включите источник питания. Затем хлопайте в ладоши и подстраивайте R3 до тех пор, пока реле не включится. Для возврата схемы в исходное состояние коснитесь датчика X1.

ПРОЕКТ 79. ТРИГГЕР II (Э)

Во всех предыдущих бистабильных схемах использовались два датчика или два входа для включения и выключения нагрузки. Эта и последующие схемы отличаются от предыдущих. Здесь применяется только один сенсорный датчик или один вход для переключения и возврата в исходное состояние триггера.

Наш экспериментальный триггер II воздействует на реле, замыкая его контакты при нажатии на кнопку S1 в первый раз и размыкая контакты при втором касании.

Эта схема может быть использована для демонстрации принципов работы устройств дистанционного управления, систем аварийной сигнализации, а также в научных экспериментах и для многих других целей – здесь читатель может дать волю своему воображению.

Кнопку S1 можно заменить герконом для системы аварийной сигнализации и устройств, в которых магнитные поля используются для включения и выключения нагрузки. В качестве нагрузки можно применять лампы, небольшие электродвигатели постоянного тока и тому подобные устройства с током до 1 А. Чтобы подключить индуктивную нагрузку, подсоедините параллельно диод для защиты транзистора от скачков высокого напряжения.

Источник питания выбирается в соответствии с имеющейся нагрузкой. Схема будет работать в диапазоне напряжений от 6 до 12 В без изменения компонентов.

Принципиальная схема триггера II показана на рис. 5.6, перечень элементов приведен в табл. 5.6.

При управлении нагрузкой до 500 мА транзистор Q1 следует укрепить на радиаторе. Можно заменить составной транзистор мощным полевым транзистором без других изменений в схеме.

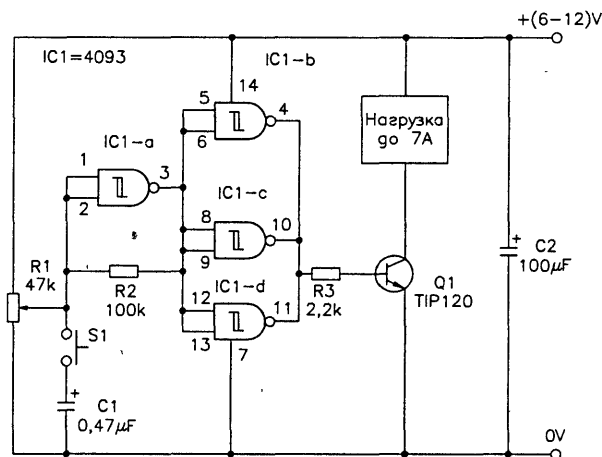


Рис. 5.6. Триггер II. Нажатие кнопки S1 меняет состояние этой схемы

Таблица 5.6. Перечень элементов триггера II

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Мощный составной п-р-п транзистор, TIP120 или эквивалентный
S1	Кнопка, нормально разомкнутая
R1	Потенциометр, 47 кОм
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,47 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Потенциометр R1 необходим для подстройки области стабильной работы переключателя S1. В экспериментальных устройствах в качестве нагрузки применяется лампа накаливания.

ПРОЕКТ 80. РЕЛЕ II, АКТИВИЗИРУЕМОЕ ПРИКОСНОВЕНИЕМ (Э, П)

Здесь используется новая двухкаскадная схема триггера с одним тактильным датчиком. Схема может быть использована для демонстрации

Таблица 5.7. Перечень элементов реле II, активируемого прикосновением

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Кремниевый п-р-п транзистор общего назначения, 2N2222
D1	Кремниевый диод общего назначения, 1N4148
X1	Тактильный датчик (как в проекте 74)
R1–R3	Резисторы, 10,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В
K1	Реле (см. в тексте), 6 или 12 В

конденсатора, транзистора). Тактильный датчик X1 – такой же, как в схеме проекта 74. Для подсоединения этого датчика к схеме предпочтительны короткие провода. Длинные провода от датчика должны быть экранированы. Соедините экран с положительным полюсом источника питания. Измените номинал резистора R1 в соответствии с желаемой чувствительностью или замените его потенциометром на 10 МОм.

Для управления нагрузкой большой мощности следует применить мини-реле SPST (однополюсное на одно направление), 10 А. Не запитывайте схему от бестрансформаторных источников питания, так как они не обеспечивают изоляцию от сети переменного тока, и это может привести к поражению электрическим током при прикосновении к датчику.

ПРОЕКТ 81. СВЕТОВОЙ ПУЛЬТ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ (П)

Эта схема демонстрирует, как можно изменить схему проекта 80, чтобы получить пульт дистанционного управления для бытовых электроприборов и системы аварийной сигнализации. Заменяя тактильный датчик (X1) фотоэлементом (LDR), можно подать переключающий сигнал на реле от источника света, такого как фонарик, спичка или зеркало.

Схема обеспечивает регулировку чувствительности (с помощью потенциометра R2) и может реагировать на очень слабый источник света, такой как одна спичка на расстоянии нескольких футов от датчика. Для получения повышенной чувствительности можно разместить фотодатчик (LDR) в трубке из плотного картона и закрепить фокусирующую линзу на ее переднем конце.

Устройство питается напряжением 6 или 12 В в соответствии с рабочим напряжением обмотки реле. Ток нагрузки невелик, когда реле выключено. Это очень важно, если вы намерены применять батарейки для питания устройства.

Принципиальная схема светового пульта дистанционного управления показана на рис. 5.8, перечень элементов приведен в табл. 5.8.

Если датчик удален от схемы, следует применять экранированный провод. Реле выбирается в соответствии с напряжением источника питания (или наоборот). В этой схеме могут быть использованы разные типы реле, например реле с обмоткой на напряжение 6 или 12 В, потребляющей 10–100 мА. Небольшие электроприборы могут управляться мини-реле с коммутируемым током 1 А.

При монтаже должно строго соблюдаться правильное расположение выводов полярных компонентов (диода, электролитического конденсатора и транзистора).

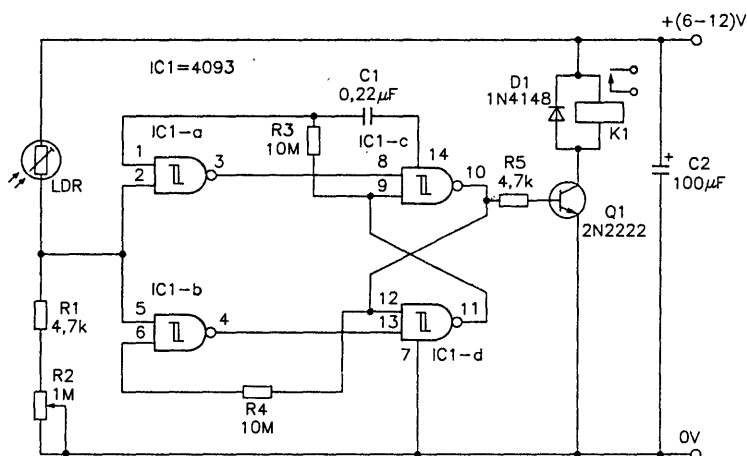


Рис. 5.8. Световой пульт дистанционного управления

Таблица 5.8. Перечень элементов светового пульта дистанционного управления

Обозначение	Описание
IC	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Кремниевый п-р-п транзистор общего назначения, 2N2222
D1	Кремниевый диод общего назначения, 1N4148
LDR	Фоторезистор
K1	Реле (см. в тексте), 6 или 12 В
R1	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Потенциометр, 1,0 МОм
R3, R4	Резисторы, 10,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Чувствительность настраивается потенциометром R2. Установите чувствительность в соответствии с разностью между управляющим источником света и окружающим световым фоном. Если вам нужен датчик с направленной чувствительностью, разместите фоторезистор LDR в трубке из непрозрачного материала (например, картона) и закрепите фокусирующую линзу на ее переднем конце. Расположение линзы определяется ее фокусным расстоянием, фокус должен находиться на поверхности фоторезистора.

ПРОЕКТ 82. ИМИТАТОР ПОДБРАСЫВАНИЯ МОНЕТЫ (П)

Эта схема моделирует процесс подбрасывания монеты при нажатии кнопки S1. Несомненно, электронный вариант выбора не является взвешенным и выверенным – он на 100% случайный, и не стоит таким образом принимать важные решения.

Схема имеет два светодиода, попеременно включающиеся, когда вы нажмете кнопку S1. После нажатия кнопки схема не останавливается сразу, а продолжает работать в течение периода времени, заданного цепочкой R1 и C1. По истечении заданного времени останется только один светящийся светодиод – и это определяет победителя.

Принципиальная схема имитатора подбрасывания монеты показана на рис. 5.9, перечень элементов приведен в табл. 5.9.

При монтаже должно строго соблюдаться правильное расположение выводов полярных компонентов (светодиодов, электролитических конденсаторов и источника питания).

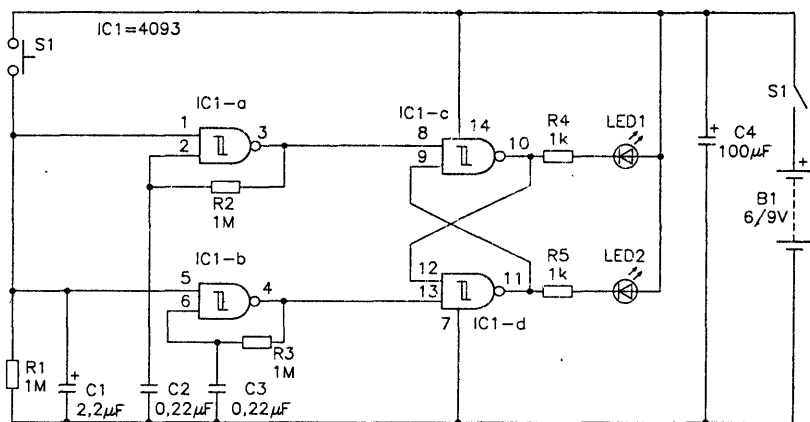


Рис. 5.9. Имитатор подбрасывания монеты

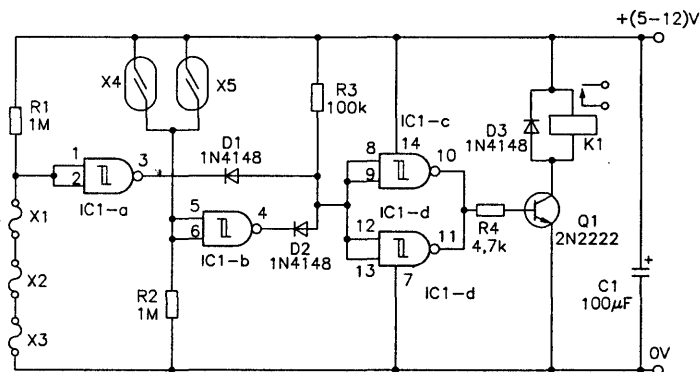
Таблица 5.9. Перечень элементов имитатора подбрасывания монеты

	Описание
	Интегральная схема КМОП 4093
	Красный и зеленый светодиоды
	Кнопка, нормально разомкнутая
	Однополюсный выключатель – движковый переключатель или тумблер
	Четыре пальчиковых батарейки или аккумулятор (6 или 9 В)
	Резисторы, 1,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
	Резисторы, 1,0 кОм, 0,25 Вт, 5%
	Электролитический конденсатор, 2,2 мкФ, 16 В
	Керамические или пленочные конденсаторы, 0,22 мкФ
	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Для изменения характера функционирования имитатора подбрасывания монеты можно взять другие номиналы конденсаторов С1, С2 и С3.

1	ИС КМОП 4093	15
2	Проекты устройств для звуковых и радиочастот	41
3	Схемы с применением ламп и светодиодов	91
4	Устройства со схемами задержки	117
5	Бистабильные схемы (триггеры)	147

6 Системы сигнализации



7	Инверторы	189
8	Разные схемы	205

Малое потребление тока интегральными схемами КМОП делает их идеальными для применения в разнообразных электронных схемах сигнализации. В нескольких таких схемах, описанных в данной главе, снова используется ИС 4093. Эти схемы – простые и не очень простые системы защиты от взломщиков, системы водно-аварийной сигнализации, автомобильные системы сигнализации, температурные системы аварийной сигнализации (повышенной и пониженной температуры) и многие другие.

Как и в предыдущих главах, каждая схема может быть использована самостоятельно, как законченное устройство, или в составе более сложных схем. Используйте ваше воображение, чтобы комбинировать всевозможные схемы.

ПРОЕКТ 83. УСТРОЙСТВО СИГНАЛИЗАЦИИ ДЛЯ БАССЕЙНА ИЛИ ИНДИКАТОР ДОЖДЯ (П)

Датчик закрепляется на стенке плавательного бассейна и может обнаружить волну, образующуюся при падении кого-либо в воду. Другой вид датчика используется в той же схеме для обнаружения дождя или наличия воды. Базовый вариант схемы имеет небольшую мощность и работает на пьезодинамик, но можно значительно увеличить мощность схемы, заменив микросхемный выходной каскад одним из транзисторных каскадов, приведенных в этой книге.

Схема возвращается в исходное состояние тактильным датчиком. Нужно дотронуться до двух пластинок, расположенных рядом, чтобы выключить сигнализацию.

Питание – от пальчиковых батареек (6 В) или от аккумулятора/батарейки 9 В. Когда звук выключен, ток нагрузки невелик, что увеличивает срок службы батареек до нескольких недель.

Провода, обеспечивающие подключение датчика к устройству могут быть достаточно длинными. При расстоянии больше 30 футов (10 м) рекомендуем использовать для подключения экранированный провод.

Принципиальная схема устройства сигнализации для плавательного бассейна приведена на рис. 6.1, перечень элементов – в табл. 6.1.

Датчик сигнализации для плавательного бассейна Х1 собран из двух обычных проводов. Провода находятся на расстоянии 2,5–5 см один от другого и на высоте 1,5 см над водой.

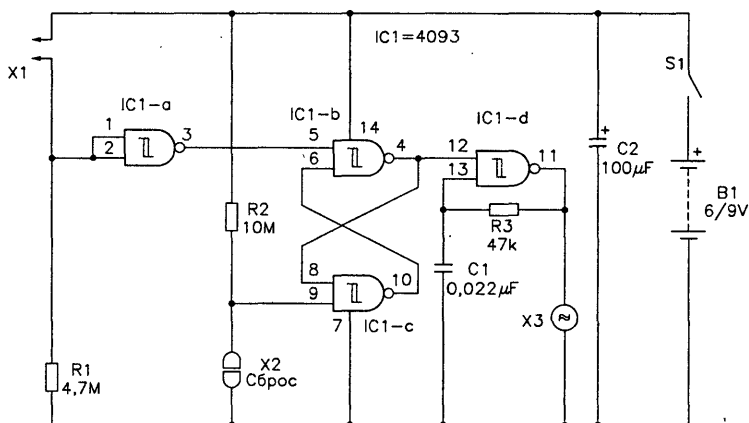


Рис. 6.1. Устройство сигнализации для бассейна или индикатор дождя

Таблица 6.1. Перечень элементов устройства сигнализации для бассейна или индикатора дождя

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
X1	Датчик (см. в тексте)
X2	Тактильный датчик (см. в тексте)
X3	Пьезодинамик или пьезонаушник
S1	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
B1	Четыре пальчиковых батарейки или аккумулятор (6 или 9 В)
R1	Резистор, 4,7 МОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 10,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Датчик сигнализации при дожде сделан из двух металлических (медных или алюминиевых) решеток с помещенной между ними немного просоленной пористой бумагой или тканью. Помните, что в этом варианте для возврата устройства в исходное состояние вы должны заменить мокрый кусок бумаги или ткани сухим до того, как отключить сигнализацию с помощью контактного сенсора X2.

При монтаже должно строго соблюдаться правильное расположение выводов полярных компонентов. Контактный сенсор для сброса устройства в исходное состояние – такой же, как в схеме проекта 74.

ПРОЕКТ 84. УСТРОЙСТВО МАЯТНИКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ (Э, П)

Любое перемещение, которое отклоняет маятниковый датчик, инициирует переключение реле. Частота переключения реле определяется номиналами элементов схемы, которые при необходимости могут изменяться.

Схема используется для защиты от кражи автомобиля, крупных предметов, домов и пр. Датчик применяется для обнаружения любого движения. Можно использовать эту схему для регистрации движения при научных исследованиях.

Через реле допустимо подключать мощные устройства сирены, автомобильные звуковые сигналы, лампы и т.п. Устройство может питаться от обычных батареек или аккумуляторов. Ток потребления, когда реле выключено, невелик (около 5 мА).

Принципиальная схема маятниковой сигнализации показана на рис. 6.2, перечень элементов приведен в табл. 6.2.

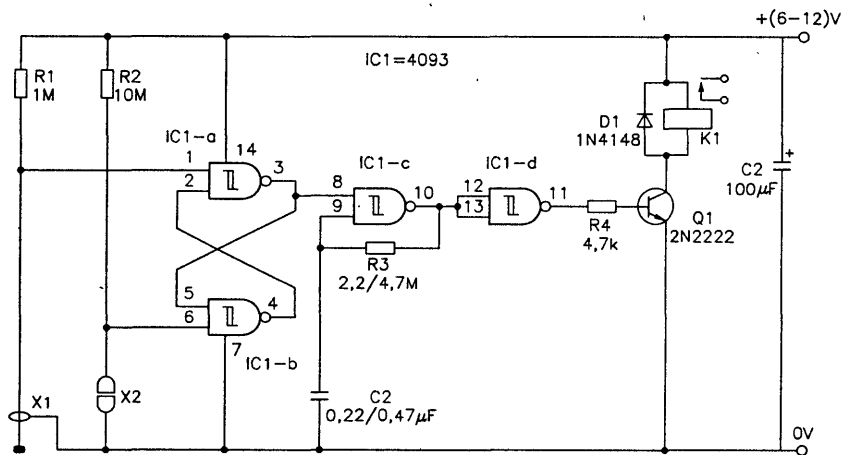


Рис. 6.2. Устройство маятниковой сигнализации

Реле выбирается в соответствии с напряжением источника питания. Можно применить мини-реле с током коммутации 1 А или – для больших нагрузок – порядка 10 А. Частота включения и выключения определяется номиналами резистора R3 и конденсатора C1. Можно

Таблица 6.2. Перечень элементов устройства маятниковой сигнализации

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Кремниевый п-р-п транзистор общего назначения, 2N2222
DL1	Кремниевый диод общего назначения, 1N4148
K1	Реле на 6 или 12 В (см. в тексте)
X1	Маятниковый датчик (см. в тексте)
X2	Тактильный датчик или кнопка
R1	Резистор, 1,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 10,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 2,2/4,7 МОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Гленочный или керамический, 0,22 или 0,47 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

регулировать значения этих компонентов для изменения величины задержки. Возможные номиналы компонентов показаны на схеме.

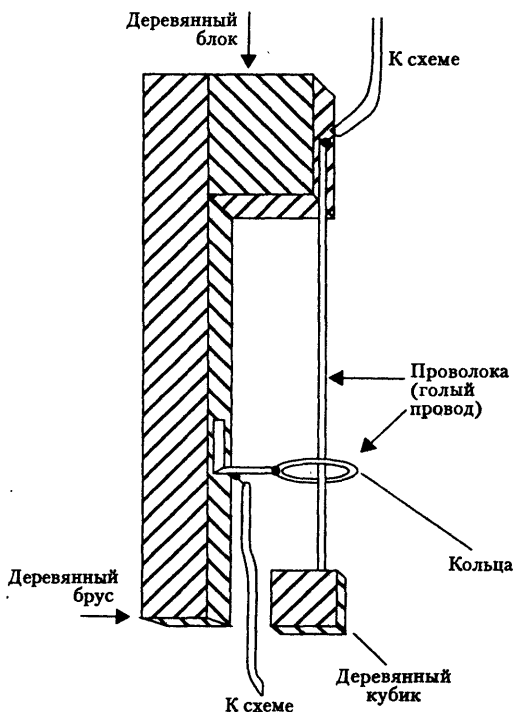


Рис. 6.3. Конструкция датчика

Схема возвращается в исходное состояние после нажатия на тактильный датчик, как в проекте 83, но можно заменить этот датчик обычной кнопкой. При монтаже нужно строго соблюдать правильное подключение выводов полярных компонентов (диода, электролитического конденсатора и транзистора).

Конструкция датчика показана на рис. 6.3. Заметим, что срабатывание происходит, когда вертикальный неизолированный провод касается кольца под воздействием любой вибрации.

ПРОЕКТ 85. ОХРАННАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ ДЛЯ БОЛЬШИХ ПОМЕЩЕНИЙ (п)

Это устройство может служить для защиты вашего дома или других помещений. Схема не самоблокирующаяся, в ней используются два вида датчиков. Сигнализация срабатывает, когда любой входной датчик (X1, X2 и X3) разомкнется или когда любой магнитный датчик (X4 и X5) замкнется.

Дюжины датчиков могут быть соединены параллельно или включены последовательно, и каждый вызовет срабатывание сигнализации, когда активизируется. Ток в датчиках составляет всего несколько микроампер, так что они могут быть размещены на расстоянии сотен футов от схемы без риска возникновения проблем, вызванных высоким уровнем сопротивления проводов. Схема нагружена на реле, которое используется для управления источниками звука, такими как сирены, автомобильные звуковые сигналы и т.п.

Питание осуществляется от аккумуляторов напряжением 6 или 12 В в зависимости от используемого реле. Рабочий ток, когда сигнализация не активизирована, составляет всего 2 мА, так что аккумулятор практически не разряжается.

В качестве датчиков можно использовать микровыключатели или герконы, которые устанавливаются на дверях или окнах. Устройство срабатывает, когда их открывают или перемещают за установленный предел. Можно также использовать микровыключатели, реагирующие на нажатие.

Напомним, что сигнализация срабатывает, когда один из сенсоров X1, X2, X3 размыкается или когда один из сенсоров X4, X5 замыкается, так что можно применять нормально разомкнутые и нормально замкнутые выключатели.

Принципиальная схема устройства сигнализации показана на рис. 6.4, перечень элементов приведен в табл. 6.3.

На выходе устройства при питании напряжением 12 В можно использовать мини-реле с током коммутации до 1 А. Для нагрузки большой мощности подходит реле с коммутируемым током порядка 10 А.

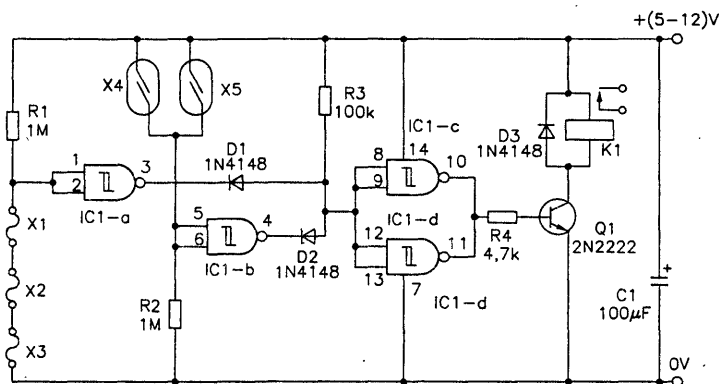


Рис. 6.4. Устройство охранной сигнализации для больших помещений

Таблица 6.3. Перечень элементов устройства охранной сигнализации для больших помещений

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Кремниевый п-р-п транзистор общего назначения, 2N2222
D1, D2, D3	Кремниевые диоды общего назначения, 1N4148
K1	Реле на 6 или 12 В (см. в тексте)
X1, X2	Нормально замкнутые датчики (см. в тексте)
X3, X4, X5	Нормально разомкнутые датчики (см. в тексте)
R1, R2	Резисторы, 1,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Для сброса устройства сигнализации в исходное состояние нужно замкнуть разомкнутый датчик (X1, X2 или X3) или разомкнуть замкнутый датчик (X4 или X5).

ПРОЕКТ 86. УСТРОЙСТВО ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ, СРАБАТЫВАЮЩЕЕ НА СВЕТ (П, Э)

Эту схему охранной сигнализации можно использовать во многих интересных приложениях. Она включает звуковой сигнал, когда свет падает на датчик. Схема имеет встроенный звуковой источник – пьезодинамик, – и для генерации более громкого звука следует использовать любой из описанных выше мощных выходных каскадов.

Схема универсальна и будет работать практически с любым фоторезистором (LDR) или с фотоэлементом диаметром от одной восьмой до одного дюйма.

Фоторезистор LDR и потенциометр R1 образуют делитель напряжения, сигнал с которого поступает на вход вентиля IC1-a. Когда срабатывает триггер на вентилях IC1-b и IC1-c, генератор на вентиле IC1-d включается и формирует звуковую частоту до тех пор, пока триггер не переключится.

Нагрузкой звукового генератора является пьезодинамик. Если требуется более мощный аудиовыход, следует использовать усилительный каскад на одном или двух транзисторах. К нему можно подключать громкоговоритель, как показано во многих предыдущих проектах в этой книге.

Принципиальная схема устройства охранной сигнализации, реагирующего на свет, показана на рис. 6.5, перечень элементов приведен в табл. 6.4.

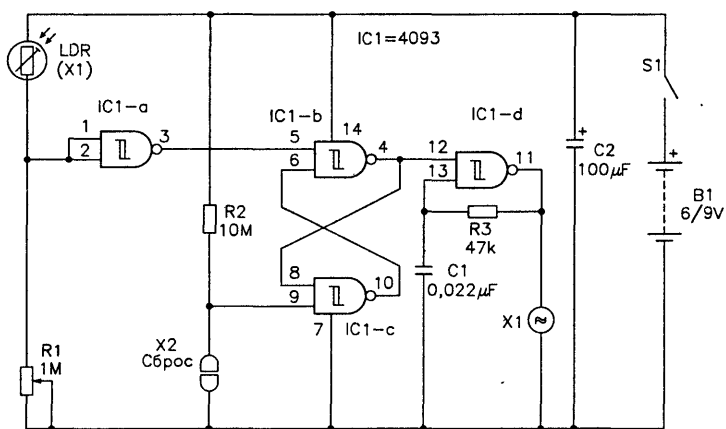


Рис. 6.5. Устройство охранной сигнализации, срабатывающей на свет

Потенциометр R1 регулирует чувствительность устройства, при необходимости можно применить и подстроечный резистор.

Чувствительность устройства так высока, что оно может включаться даже от очень слабого света, который глаз человека не видит.

Пространственная направленность достигается путем расположения фоторезистора в трубке из непрозрачного материала (картона) с фокусирующей линзой. Чувствительная поверхность фоторезистора

Таблица 6.4. Перечень элементов устройства охранной сигнализации, срабатывающей на свет

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
X1	Фоторезистор
X2	Пьезодинамик
X3	Тактильный датчик или кнопка с нормально разомкнутыми контактами
S1	Однополюсный выключатель – движковый переключатель или тумблер
B1	Четыре пальчиковых батарейки или аккумулятор (6 или 9 В)
R1	Потенциометр или переменный резистор, 1,0 МОм
R2	Резистор, 10,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

должна быть в фокусе линзы. Чувствительность пропорциональна диаметру линзы.

Сделать так, чтобы устройство сигнализации срабатывало на отсутствие света, очень легко – просто поменяйте местами фоторезистор LDR и потенциометр R1. Частота аудиосигнала может изменяться подбором номиналов конденсатора C1 и резистора R3.

ПРОЕКТ 87. СИГНАЛИЗАЦИЯ ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНИКОВ (П)

Очень важно, чтобы дверцы холодильников (и рефрижераторов) оставались плотно закрытыми. Сигнализация, описанная здесь, срабатывает при открывании дверцы холодильника.

В качестве датчика в устройстве используется фоторезистор (LDR) или любой другой фоточувствительный элемент. Работает оно следующим образом. При открывании дверцы холодильника свет падает на фоторезистор LDR, активизируя схему; при этом выход вентиля IC1-а переходит с низкого уровня на высокий. Запускаются модулирующий генератор на вентиле IC1-б и генератор звуковой частоты на вентиле IC1-с. Сигналы генераторов совмещаются на модулирующем вентиле IC1-d – к его выходу подключен пьезодинамик, который будет издавать прерывистый тон. Устройство может питаться от пальчиковых батареек (6 В) или аккумуляторов/батареек напряжением 9 В. Ток потребления в активном состоянии – порядка 5 мА и около 0,5 мА при отсутствии звукового сигнала.

Принципиальная схема устройства сигнализации для холодильников показана на рис. 6.6, перечень элементов приведен в табл. 6.5.

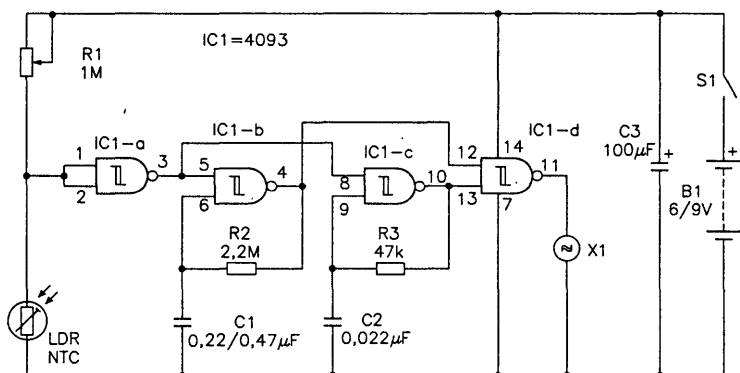


Рис. 6.6. Устройство сигнализации для холодильников

Таблица 6.5. Перечень элементов устройства сигнализации для холодильников

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема, КМОП 4093
X1	Пьезодинамик или пьезонаушник
LDR	Фоторезистор
S1	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
B1	Четыре пальчиковых батарейки или аккумулятор (6 или 9 В)
R1	Подстроечный резистор, 1,0 МОм
R2	Резистор, 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22/0,47 мкФ
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

При монтаже нужно строго соблюдать правильное расположение выводов полярных компонентов (электролитического конденсатора и источника питания).

В этой схеме можно применить фоторезистор любого типа. Наиболее подходят фоторезисторы и фотоэлементы с диаметрами от четверти дюйма до одного дюйма. Чувствительность регулируется потенциометром R1. Все компоненты могут быть помещены в пластмассовый корпус. В корпусе должно быть отверстие для того, чтобы свет мог попасть на фоторезистор. Частоту модулирующего генератора регулируют, меняя номиналы резистора R2 или конденсатора C1. Номинал последнего может быть в пределах от 0,22 до 0,47 мкФ. Аудиотон определяется резистором R3 и конденсатором C2. Номиналы этих компонентов также можно изменять.

ПРОЕКТ 88. СВЕТОВОЕ УСТРОЙСТВО ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ (П, Э)

Можно включать и выключать небольшие электроприборы, используя фонарик в качестве пульта дистанционного управления. Посветите фонариком – и нагрузка включится. Посветите снова – и выключите нагрузку. Можно также использовать это устройство дистанционного управления, чтобы открывать дверь гаража или для включения лампы.

Устройство питается от источников напряжением 6 или 12 В в зависимости от используемого реле. Фотоэлементы датчика нельзя устанавливать в очень светлом месте, причем они должны быть разнесены на расстояние минимум 10 дюймов (25 см) один от другого. Это расстояние необходимо для предотвращения одновременного попадания света фонарика на оба фотоэлемента.

Нагрузкой мощностью до 100 Вт можно управлять с помощью мини-реле с током коммутации 1 А. Для управления нагрузкой большой мощности следует применить реле с током порядка 10 А.

Датчики – это обычные фотоэлементы или фоторезисторы с диаметрами от четверти дюйма до одного дюйма. Для этой схемы подходят любые типы фотоэлементов.

Выбор источника питания зависит от предполагаемого применения. Для питания портативного варианта устройства можно использовать пальчиковые батарейки, а стационарный запитывать непосредственно от сети, сетевого адаптера или аккумулятора/батарейки напряжением 12 В.

Принципиальная схема устройства показана на рис. 6.7, перечень элементов приведен в табл. 6.6.

Каждый фотоэлемент следует поместить в трубку из плотного картона. Направленная чувствительность достигается применением фокусирующих линз перед каждым фоторезистором.

Поместите устройство в пластмассовый корпус, например, с размерами, которые предложены на рис. 6.8. Настройка чувствительности осуществляется переменными резисторами R1 и R2. Можно применить обычные потенциометры или подстроечные резисторы, установленные непосредственно на плате. Будьте осторожны с подсоединением нагрузки, чтобы избежать опасности поражения электрическим током в случае, если схема питается от сети переменного тока.

Работать с устройством очень легко. Следует поместить его в необходимое место, ориентируя соответствующим образом по отношению к фонарику. Затем при нормальном окружающем освещении

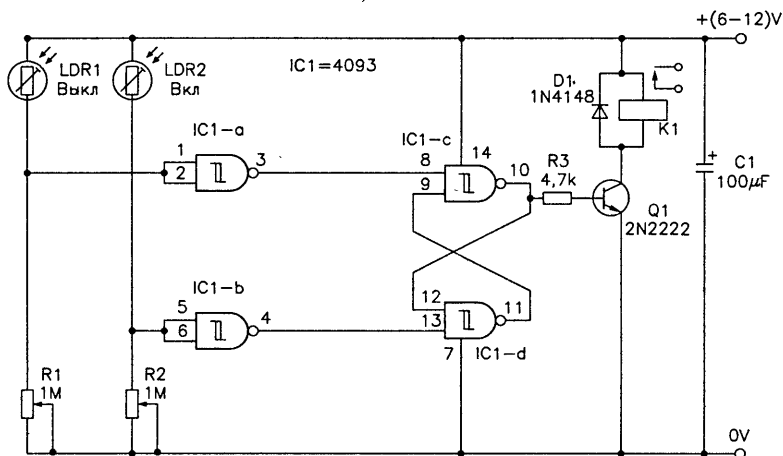


Рис. 6.7. Световое устройство дистанционного управления

Таблица 6.6. Перечень элементов светового устройства дистанционного управления

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Кремниевый п-р-п транзистор общего назначения, 2N2222
D1	Кремниевый диод общего назначения, 1N4148
K1	Реле на 6 или 12 В (см. в тексте)
LDR1, LDR2	Фоторезистор
R1, R2	Потенциометры или подстроечные резисторы, 1,0 МОм
R3	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

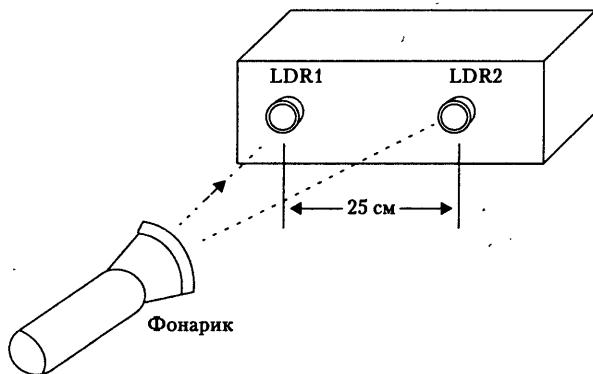


Рис. 6.8. Фоторезисторы должны быть установлены на расстоянии более 10 дюймов (25 см) один от другого

необходимо произвести настройку чувствительности потенциометрами R1 и R2 соответственно на включение и выключение коротким световым импульсом.

ПРОЕКТ 89. УСТРОЙСТВО ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ I, ВКЛЮЧАЮЩЕЕСЯ С ЗАДЕРЖКОЙ (Э, П)

Эта схема включит звуковую сигнализацию после истечения времени задержки около 20 с. Время задержки определяется резистором R1 и конденсатором C1. Его можно изменять подбором номиналов данных компонентов. Емкость 1000 мкФ и сопротивление 1 МОм дадут время задержки около 15 мин.

В этом устройстве использованы нормально замкнутые датчики. Срабатывание происходит, когда любой датчик разомкнется. Можно применить проволочные или герконовые датчики. Несколько датчиков могут быть соединены последовательно, и каждый вызовет срабатывание сигнализации. Токи, протекающие через датчики, составляют несколько микроампер, и вызываемые ими падения напряжений в соединительных проводах не велики, так что датчики могут быть размещены на расстоянии сотен футов от схемы без риска снижения надежности работы устройства.

К устройству подключается громкоговоритель, рассчитанный на мощность около 1 Вт. При применении источника питания напряжением 6 В в выходном каскаде можно использовать транзисторы общего назначения, 2N2222 и 2N2907. Однако, если вы запитываете схему напряжением 12 В, нужно применять более мощные транзисторы, такие, например, как пара TIP31 – TIP32. В этом случае транзисторы должны быть установлены на радиаторах.

Частота звукового тона определяется резистором R4 и конденсатором C2. Емкость конденсатора C2 может меняться от 0,01 до 0,1 мкФ, сопротивление резистора R4 – от 22 кОм до 1 МОм.

Лучшее воспроизведение звука получается при помещении громкоговорителя в корпус. Светодиод LED1 используется для индикации включения устройства. Светодиод будет светиться, когда устройство активизировано. Ток потребления устройства в пассивном состоянии невелик.

Принципиальная схема устройства охранной сигнализации показана на рис. 6.9, перечень элементов приведен в табл. 6.7.

S1 – это кнопка, используемая для активизации устройства. Нажмите ее, когда уходите из дома. Это даст вам время пройти через дверь без необходимости выключения сигнализации.

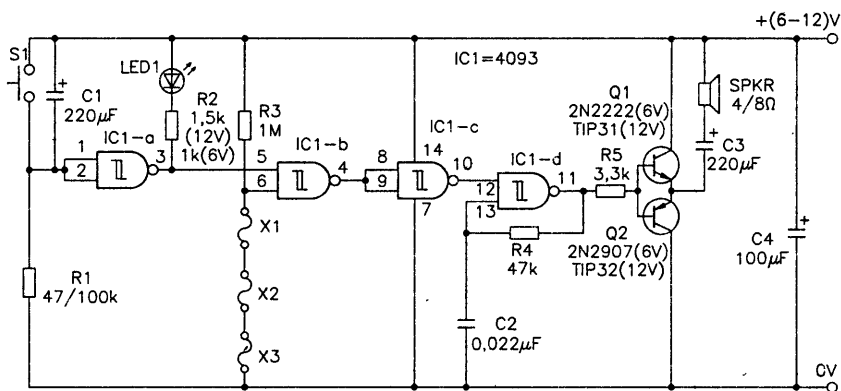


Рис. 6.9. Включающееся с задержкой устройство охранной сигнализации I

Таблица 6.7. Перечень элементов устройства охранной сигнализации I

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Мощный п-р-п транзистор (см. в тексте), 2N2222 (6 В) или TIP31 (12 В)
Q2	Мощный р-п-р транзистор (см. в тексте), 2N2907 (6 В) или TIP32 (12 В)
LED1	Красный светодиод
X1, X2, X3	Нормально замкнутые датчики (см. в тексте)
S1	Кнопка с нормально разомкнутыми контактами
SPKR	Четырехдоймовый громкоговоритель, 4 или 8 Ом
R1	Резистор, 47/100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 1,0 кОм (6 В) или 1,5 кОм (12 В), 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 1,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Резистор, 3,3 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 220 мкФ, 12 В
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C3	Электролитический конденсатор, 220 мкФ, 16 В
C4	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

ПРОЕКТ 90. УСТРОЙСТВО ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ II, ВКЛЮЧАЮЩЕЕСЯ С ЗАДЕРЖКОЙ (П)

Эта версия включающегося с задержкой устройства охранной сигнализации может управлять нагрузкой мощностью до сотен ватт. Схема имеет на выходе реле, что, собственно, и позволяет управлять нагрузками большой мощности – такими как сирены, автомобильные звуковые сигналы и небольшие электроприборы, питающиеся от аккумуляторов или от сети переменного тока.

Принцип работы такой же, как в предыдущем проекте. С номиналами компонентов, указанными на схеме, обеспечивается задержка около 20 с. Можно изменять время задержки подбором величин конденсатора C1 и резистора R1. Диапазон значений емкости C1 – от 10 до 1000 мкФ, сопротивления R1 – между 10 кОм и 1 МОм.

В качестве датчиков можно использовать магнитные датчики или проволочные, нормально замкнутые. Несколько датчиков могут быть соединены последовательно для защиты больших площадей, как в проекте 89.

Устройство может питаться от пальчиковых батареек, аккумулятора или выпрямителя при токах потребления 250 мА и более. Когда реле выключено, ток потребления невелик, поэтому вполне можно использовать аккумулятор.

Принципиальная схема устройства показана на рис. 6.10, перечень элементов приведен в табл. 6.8.

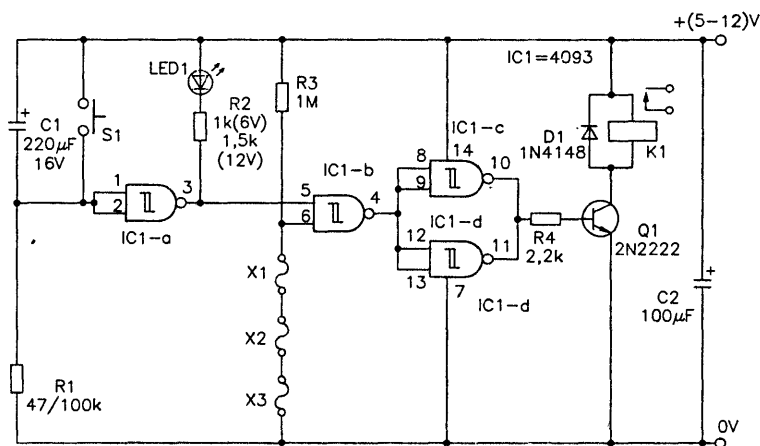


Рис. 6.10. Включающееся с задержкой устройство охранной сигнализации II

Выбор реле K1 зависит от напряжения источника питания и величины тока, потребляемого нагрузкой.

Мини-реле класса DPDT, рассчитанное на ток в 1 А, может управлять нагрузкой до 100 Вт от сети переменного тока. Это реле используется при напряжении источника питания 12 В.

Для нагрузки большей мощности следует заменить это реле на мини-реле класса SPST (до 10 А), но вы должны обратить внимание на различие в расположении выводов.

Таблица 6.8. Перечень элементов устройства охранной сигнализации II, включающегося с задержкой

Обозначение	Описание
IC	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Кремниевый p–p–n транзистор общего назначения, 2N2222
Q1	Кремниевый диод общего назначения, 1N4148
LED1	Красный светодиод
K1	DPDT-мини-реле на 6 или 12 В (см. в тексте), 1 А
S1	Кнопка с нормально разомкнутыми контактами
R1	Резистор (см. в тексте), 47 или 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор (см. в тексте), 1,0 кОм (6 В) или 1,5 кОм (12 В), 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 1,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 220 мкФ, 16 В
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В
X1, X2	Нормально замкнутые датчики (см. в тексте)

Чтобы подготовить устройство к работе, нажмите кнопку S1 до того, как выйдете из дома. После запрограммированного времени задержки устройство сигнализации включается автоматически.

ПРОЕКТ 91. УСТРОЙСТВО ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С ЗАДЕРЖКОЙ (П, Э)

Эта схема включает реле после времени задержки, определяемого номиналами компонентов C1, R4 и R3. Время задержки может меняться от нескольких секунд до нескольких минут. Датчик – нормально разомкнутый выключатель (магнитный, микровыключатель и т.п.). Множество датчиков могут быть соединены параллельно с датчиком X1 для защиты дополнительных объектов. Схема возвращается в исходное состояние тактильным датчиком или, по желанию, кнопкой.

Схема работает следующим образом. При замыкании датчика X1 выход вентиля IC1-а переходит на низкий уровень. При размыкании его выход переходит на высокий уровень. В этот момент конденсатор C1 начинает заряжаться через переменный резистор R3 и резистор R4 до того момента, пока вентили IC1-с и -d не переключатся. После этого на базу транзистора подается открывающее напряжение, включается реле (K1).

Устройство питается от источников напряжением 6 или 12 В (аккумулятора или выпрямителя). Для этой схемы подходят мини-реле, рассчитанные на напряжение 12 В и ток 1 А.

Принципиальная схема устройства охранной сигнализации с задержкой показана на рис. 6.11, перечень элементов приведен в табл. 6.9.

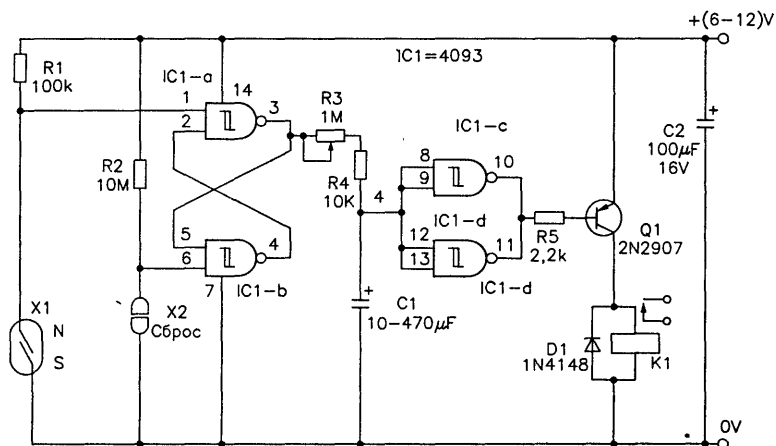


Рис. 6.11. Устройство охранной сигнализации с задержкой.
Другие датчики могут быть добавлены параллельно X1

Таблица 6.9. Перечень элементов устройства охранной сигнализации с задержкой

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Кремниевый р-п-р транзистор общего назначения, 2N2907
D1	Кремниевый диод общего назначения, 1N4148
K1	Реле на 6 или 12 В (см. в тексте)
X1	Геркон или кнопка, нормально разомкнутые (см. в тексте)
X2	Тактильный датчик или кнопка с нормально разомкнутыми контактами (см. в тексте)
R1	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 10,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Потенциометр или подстроечный резистор, 1,0 МОм
R4	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор (см. в тексте), 10–470 мкФ, 16 В
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

При монтаже должно строго соблюдаться правильное расположение выводов полярных компонентов (транзистора, электролитических конденсаторов и диода).

Чтобы подготовить устройство к работе, установите потенциометр R3 на минимальное сопротивление и коснитесь датчика X2 для возврата схемы в исходное состояние. Затем воздействуйте на X1, чтобы включить сигнализацию. После установленного времени задержки вы

услышите, что реле замыкает контакты. Повторите эту процедуру и, используя часы, установите потенциометром R3 желаемое время задержки.

ПРОЕКТ 92. УСТРОЙСТВО ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ОТ ВЗЛОМЩИКОВ (П)

Защитите ваш дом и офис на ночь и в выходные этим злейшим врагом взломщиков. Когда датчики обнаруживают незваного гостя, система автоматически включает звуковой генератор.

В схеме используются нормально разомкнутые и нормально замкнутые датчики. Можно подсоединить дюжины датчиков для защиты всего вашего дома. Устройство питается от батареек или от сетевого источника. Когда звук выключен, ток потребления невелик. Ток датчиков определяется резисторами R1 и R2. Допустимо заменить номиналы этих компонентов на 100 кОм, чтобы уменьшить ток.

Для питания можно применить источник напряжением 6 или 12 В; естественно, наибольшая звуковая мощность получается с источником питания напряжением 12 В.

В качестве датчиков можно применить проволочные датчики, микровыключатели, магнитные выключатели (герконы), маятниковые датчики и т.п. Датчик в соответствии его типом (на замыкание или размыкание) подключается к подходящему входу.

На рис. 6.12 показана принципиальная схема устройства охранной сигнализации от взломщиков, перечень элементов приведен в табл. 6.10.

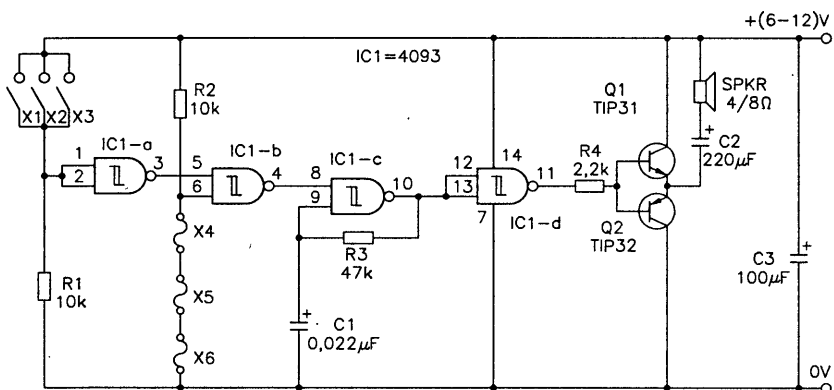


Рис. 6.12. Устройство охранной сигнализации от взломщиков

Таблица 6.10. Перечень элементов устройства охранной сигнализации от взломщиков

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Мощный кремниевый п–р–п транзистор, ТПР31
Q2	Мощный кремниевый р–п–р транзистор, ТПР32
X1–X6	Датчики (см. в тексте)
SPKR	Четырехдвоймовый громкоговоритель, 4 или 8 Ом
R1, R2	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 220 мкФ, 16 В
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Транзисторы Q1 и Q2 должны быть установлены на радиаторах. Громкоговоритель (SPKR) может быть размещен в небольшом корпусе, чтобы улучшить воспроизведение звука. При монтаже должно строго соблюдаться правильное расположение выводов полярных компонентов (электролитических конденсаторов и транзисторов).

Параллельные включаемые датчики – нормально разомкнутые, такие как герконы, микровыключатели и др. Включаемые последовательно датчики – проволочные датчики, нормально замкнутые выключатели и т.п. Помните, что это не самоблокирующаяся система. Можно комбинировать эту схему с другими устройствами, описанными в данной книге, для получения блокирующей сигнализации. Схема возвращается в исходное состояние размыканием или замыканием активизированного датчика.

ПРОЕКТ 93. УСТРОЙСТВО СИГНАЛИЗАЦИИ ДОСТИЖЕНИЯ НИЖНЕГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПРЕДЕЛА (Э, П)

Это устройство выдает звуковой сигнал на пьезодинамик, когда температура опустится ниже установленного предела. Можно применять эту схему в теплицах, в нагревателях и т.п.

Датчик – обычный кремниевый диод, но возможно применение терморезистора. Поменяв местами R1–Q1 с R2–R3, получим сигнализацию достижения верхнего температурного предела.

Схема воспроизводит прерывистый звук с помощью двух генераторов. Вентиль IC1-a – инвертор, который управляет генераторами

на вентилях IC1-b и IC1-c. IC1-c – низкочастотный генератор, который модулирует второй генератор звуковой частоты, образованный вентилем IC1-b. Его частота определяется резистором R4 и конденсатором C1. Частота воспроизводимого аудиотона может варьироваться в широком диапазоне посредством изменения номиналов данных компонентов.

Питание осуществляется от источника напряжением 6–12 В. Для переносного варианта можно применить небольшие аккумуляторы/батарейки на 9 В. Ток потребления составляет около 0,5 мА, когда звук выключен. В активном режиме, с включенным звуком, ток потребления достигает 5 мА. Если необходим более громкий звук, можно использовать мощные выходные каскады.

Принципиальная схема устройства сигнализации достижения нижнего температурного предела показана на рис. 6.13, перечень элементов приведен в табл. 6.11.

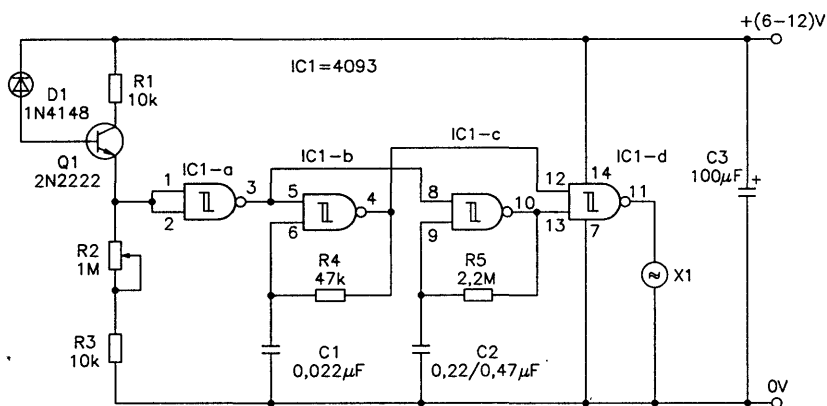


Рис. 6.13. Устройство сигнализации достижения нижнего температурного предела

При монтаже должна строго соблюдаться правильность подключения выводов полярных компонентов, включая диод D1, который используется как датчик. Этот датчик может быть размещен вне устройства, на некотором расстоянии от него, и подключен посредством обычных или экранированных проводов в зависимости от назначения. Не допускайте попадания влаги на датчик – это может вызвать проблемы в работе схемы.

Таблица 6.11. Перечень элементов устройства сигнализации достижения нижнего температурного предела

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Кремниевый п-р-п транзистор общего назначения, 2N2222
D1	Кремниевый диод общего назначения, 1N4148
X1	Пьезодинамик или пьезонаушник
R1	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Потенциометр (подстроечный резистор), 1,0 МОм
R3	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Резистор, 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C2	Пленочный или керамический конденсатор, 0,22/0,47 мкФ
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

X1 – пьезодинамик или пьезонаушник. Для усиления звука на выходе схемы можно включить выходной каскад на транзисторах, обеспечивающий подключение громкоговорителя, как и во многих других устройствах, описанных в этой книге.

Настройка схемы осуществляется потенциометром R2. Его можно выставить на любую желаемую температуру срабатывания устройства. Для точной регулировки можно заменить обычный переменный резистор многооборотным потенциометром.

ПРОЕКТ 94. УСТРОЙСТВО СИГНАЛИЗАЦИИ ДОСТИЖЕНИЯ НИЖНЕГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПРЕДЕЛА С РЕЛЕ (П)

Используя эту схему, можно включать нагреватель, когда температура упадет ниже предустановленного уровня. Это устройство используется в теплицах или в жилых помещениях, чтобы поддерживать определенную температуру.

Схему легко изменить так, чтобы она работала как реле достижения верхнего температурного предела, то есть как реле перегрева. Для этого нужно просто поменять местами цепь, образованную R1, Q1 и D1 с цепью R2, R3.

Для управления небольшими нагрузками, до 100 Вт, может быть использовано мини-реле, рассчитанное на ток 1 А. Для нагрузок большей мощности, таких как нагреватели или вентиляторы, должны быть использованы мини-реле с номинальным коммутируемым током 10 А.

Выбор источника питания зависит от используемого реле. Ток потребления, когда реле выключено, невелик (несколько миллиампер). Схема работает так же, как и схема проекта 93.

Принципиальная схема устройства сигнализации достижения нижнего температурного предела с реле показана на рис. 6.14, перечень элементов приведен в табл. 6.12.

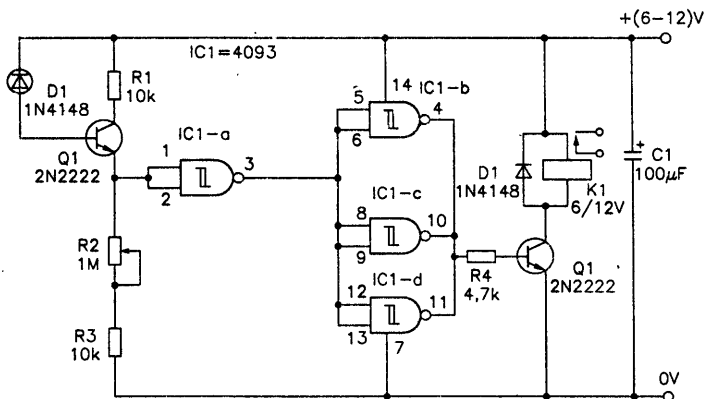


Рис. 6.14. Устройство сигнализации достижения нижнего температурного предела с реле

Таблица 6.12. Перечень элементов устройства сигнализации достижения нижнего температурного предела с реле

Интегральная схема КМОП 4093
Кремниевый п-р-п транзистор общего назначения, 2N2222
Кремниевые диоды общего назначения, 1N4148
Реле на 6 или 12 В (см. в тексте)
Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
Подстроечный резистор, 1,0 кОм
Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Правильное расположение выводов полярных компонентов должно строго соблюдаться при монтаже. Датчик может быть любым кремниевым диодом, он может быть размещен на некотором расстоянии от схемы. Установка желаемой температуры осуществляется потенциометром R2.

ПРОЕКТ 95. РЕЛЕ ПЕРЕГРЕВА С ДАТЧИКОМ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ТЕМПЕРАТУРНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ (П)

Эта схема может быть использована для управления температурой в помещении летом. Устройство способно управлять вентилятором или другими воздухообменными системами, включая и выключая их, когда температура достигает предустановленного значения. Схема также может применяться для обнаружения перегрева электродвигателей и других устройств, в том числе двигателя автомобиля, и подключаться к реле sireны или автомобильного сигнала и т.п.

Схема питается от источника напряжением 6 или 12 В в зависимости от используемого реле. С напряжением питания 12 В можно применить мини-реле с коммутируемым током 1 А. Для более мощной нагрузки применяется реле с номинальным током контактов 10 А.

Датчик – резистор с отрицательным температурным коэффициентом (NTC – negative temperature coefficient) с номиналом от 10 до 100 кОм. Сопротивления потенциометра R1 и резистора R2 зависят от номинального сопротивления датчика при рабочей температуре окружающей среды. Для сопротивления NTC-датчика между 10 и 47 кОм номинал потенциометра R1 может быть равен 47 кОм и номинал резистора R2 – 4,7 кОм. Для сопротивления NTC-датчика в диапазоне от 47 до 100 кОм номинал потенциометра R1 должен составлять 100 или 220 кОм, а резистора R2 – 10 кОм.

Принципиальная схема реле перегрева представлена на рис. 6.15, перечень элементов приведен в табл. 6.13.

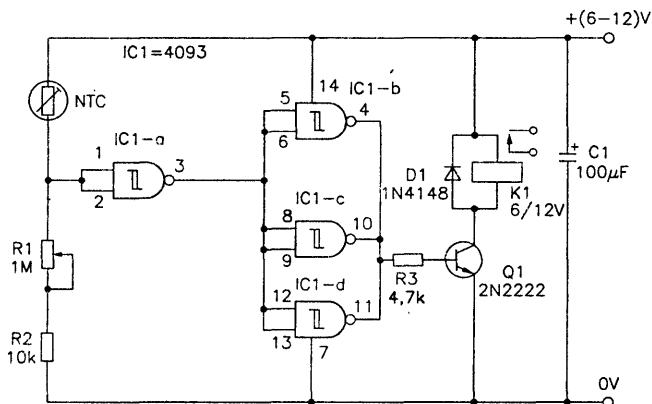


Рис. 6.15. Реле перегрева с датчиком
с отрицательным температурным коэффициентом

Таблица 6.13. Перечень элементов реле перегрева с датчиком с отрицательным температурным коэффициентом

	ЭЛЕМЕНТЫ
R1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Кремниевый п–р–п транзистор общего назначения, 2N2222
T1	Датчик температуры (см. в тексте), 10–100 кОм
D1	Кремниевый диод общего назначения, 1N4148
R2	Реле на 6 или 12 В (см. в тексте)
R3	Потенциометр (см. в тексте), 47 или 100 кОм
R4	Резистор (см. в тексте), 4,7 или 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Резистор, 4,7 кОм, 0,5 Вт, 5%
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

K1 – мини-реле, которое может быть размещено прямо на плате. Датчик размещается на любом расстоянии от прибора. Можно поместить датчик в теплице или в жилых помещениях.

При монтаже должно строго соблюдаться правильное расположение выводов полярных компонентов.

Для настройки прибора установите потенциометр R1 таким образом, чтобы контакты реле замыкались при желаемой температуре.

ПРОЕКТ 96. УСТРОЙСТВО СИГНАЛИЗАЦИИ С МАЯТНИКОВЫМ ДАТЧИКОМ И ТАЙМЕРОМ (П)

Это устройство сигнализации включится от любого движения и будет активным в течение предустановленного времени задержки. Во время активности устройства сигнализации пьезодинамик издает прерывистый звук. Это время настраивается потенциометром R3 и может меняться от секунды до нескольких минут. Время зависит также от емкости конденсатора C2.

Частота модуляции определяется резистором R6 и конденсатором C5, являющимися времязадающими элементами генератора на вентиле IC1-a. Частота тона определяется резистором R5 и конденсатором C4, входящими в состав генератора звуковой частоты на вентиле IC1-b. Номиналы всех этих компонентов можно регулировать для изменения звука.

Вентили IC1-c и IC1-d действуют как буферный каскад, работающий на пьезодинамик. Если необходима большая мощность звука, следует использовать на выходе усилитель на транзисторах, работающий на громкоговоритель.

Устройство может питаться от источников напряжением 6–12 В. Когда устройство пассивно (звука нет), ток потребления составляет

всего несколько миллиампер. Когда звук включен, ток потребления – около 10 мА.

Допустимо подсоединить параллельно множество других маятниковых датчиков для обеспечения защиты помещений с большой площадью. Датчики можно поместить на любом расстоянии от схемы управления.

Принципиальная схема устройства сигнализации с маятниковым датчиком и таймером показана на рис. 6.16, перечень элементов приведен в табл. 6.14.

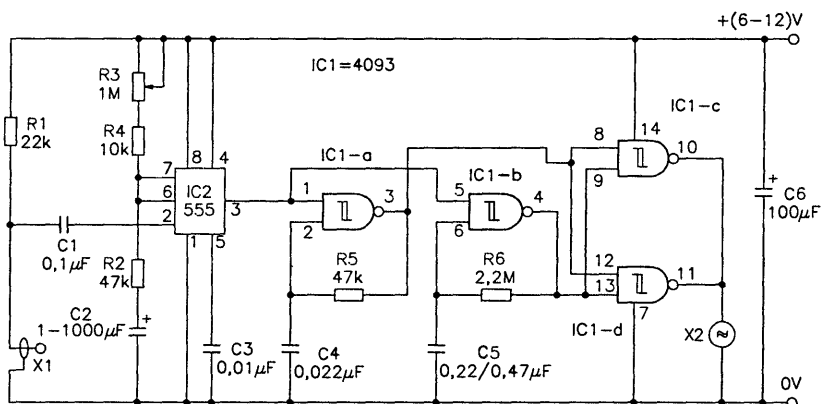


Рис. 6.16. Устройство сигнализации с маятниковым датчиком и таймером

Таблица 6.14. Перечень элементов устройства сигнализации с маятниковым датчиком и таймером

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
IC2	Таймер 555, интегральная схема
X1	Маятниковый датчик (см. в тексте)
X2	Пьезодинамик или пьезонаушник
R1	Резистор, 22 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Потенциометр, 1,0 МОм
R4	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
R6	Резистор, 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,1 мкФ
C2	Электrolитический конденсатор (см. в тексте), 1–1000 мкФ, 12 В
C3	Керамический или пленочный конденсатор, 0,01 мкФ

Таблица 6.14. Перечень элементов устройства сигнализации с маятниковым датчиком и таймером (окончание)

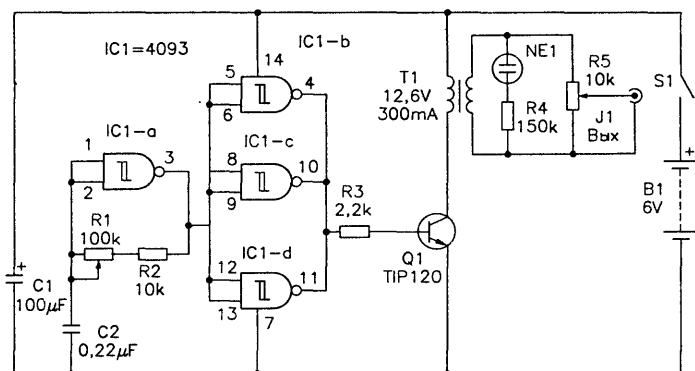
Обозначение	Описание
C4	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C5	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22/0,47 мкФ
C6	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Датчик сделан из жесткого оголенного провода, проходящего через кольцо из оголенного провода, как показано на схеме. Емкость конденсатора C2 определяет желаемый период звучания и может быть в диапазоне от 1 до 1000 мкФ. С конденсатором емкостью 1000 мкФ время задержки составляет около 15 мин (R3 выставлен на максимальное сопротивление).

Для регулировки устройства установите потенциометр R3 на максимальное сопротивление и замкните датчик. Сравните время звучания с желаемым и, если оно превосходит последнее, уменьшите сопротивление. Повторяйте процесс до тех пор, пока не получите требуемое время звучания.

1	ИС КМОП 4093	15
2	Проекты устройств для звуковых и радиочастот	41
3	Схемы с применением ламп и светодиодов	91
4	Устройства со схемами задержки	117
5	Бистабильные схемы (триггеры)	147
6	Системы сигнализации	163

7 Инверторы



Инверторы – это устройства, предназначенные для получения высокого напряжения переменного или постоянного тока от низковольтных источников питания постоянного тока, таких как батарейки, аккумуляторы и др. Могут использоваться и альтернативные источники энергии – фотоэлементы, генераторы постоянного тока, ветряные электрогенераторы и т.п.

В этой главе описываются некоторые инверторы, выполненные на базе ИС 4093, которые можно применять в вашем доме, автомобиле, офисе и во многих других местах, а также в научных экспериментах.

Как и в предыдущих проектах, схемы могут изменяться для каждого конкретного случая. Рекомендуем читателю попробовать все возможные варианты. Оптимальные характеристики достигаются подбором номиналов компонентов в соответствии с условиями работы схемы.

ПРОЕКТ 97. ПРОСТОЙ ИНВЕРТОР ДЛЯ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ ЛАМПЫ (Э, П)

Эта схема позволяет включать большие трубчатые лампы дневного света (7–40 Вт) от источника питания 12 В (то есть автомобильного аккумулятора, никель-кадмиевых аккумуляторов и др.) без дросселя и стартера. Даже старые лампы, которые уже не работают от сети переменного тока, засветятся в этом устройстве. Устройство можно применить как аварийное освещение, в трейлерах, для сигнализации и т.п.

Ток потребления зависит от характеристик лампы и трансформатора и может меняться от 100 до 800 мА.

Яркость лампы зависит от потребляемого ею тока. Поэкспериментируйте с другими трансформаторами и с частотами генератора для получения лучшего качества свечения.

В схеме имеется генератор низкой частоты (IC1-a), который управляет буферным каскадом, образованным вентилями IC1-b, -c и -d. Буфер управляет мощным составным транзистором, нагрузка которого – небольшой трансформатор. Высокое напряжение для зажигания лампы берется с вторичной обмотки трансформатора.

Можно изменять частоту генератора подбором сопротивления резистора R1 и емкости конденсатора C1, чтобы найти подходящий уровень света. При желании можно заменить R1 на потенциометр 100 кОм, соединенный последовательно с резистором 10 кОм. Это позволит регулировать частоту, чтобы достичь оптимальных характеристик работы устройства.

Принципиальная схема простого инвертора для флуоресцентной лампы показана на рис. 7.1, перечень элементов приведен в табл. 7.1. Транзистор Q1 должен быть укреплен на большом радиаторе.

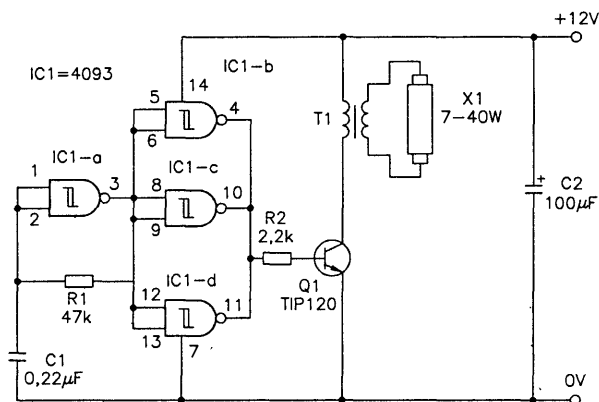


Рис. 7.1. Простой инвертор для флуоресцентной лампы. Можно использовать любой трансформатор с первичной обмоткой, рассчитанной на ток 450 мА – 1 А. Вместо Q1 можно применить мощный полевой транзистор

Таблица 7.1. Перечень элементов простого инвертора для флуоресцентной лампы

Обозначение	Описание
IC	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Мощный составной п-р-п транзистор, TIP120
X1	Флуоресцентная лампа (см. в тексте), 7–40 Вт
T1	Трансформатор (см. в тексте): первичная обмотка на 117 В переменного тока; вторичная обмотка 12 В, 450 мА
R1	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Пленочный или керамический конденсатор, 0,22 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

В качестве трансформатора T1 можно применить сетевой понижающий трансформатор в обратном включении. Подходит трансформатор на напряжение 12 В и ток порядка 450 мА – 1 А. Многие сетевые понижающие трансформаторы имеют отводы в сетевых обмотках и секционированные или разделенные низковольтные обмотки. Возможны различные варианты их включений. Среди них можно подобрать оптимальный вариант для конкретного применения.

Допустимо увеличить выходную мощность, заменив Q1 на мощный полевой транзистор. В этой схеме может быть использован любой мощный полевой транзистор, с рабочим током 2 А и более, в частности IRF640.

Для использования в этой схеме пригодны лампы дневного света мощностью от 7 до 40 Вт и даже уже не работающие.

Внимание! Лампа дневного света находится под опасным высоким напряжением. Будьте аккуратны с изоляцией проводов и разъемами.

ПРОЕКТ 98. УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЙ СВЕТИЛЬНИК (П)

Этот питающийся от аккумулятора ультрафиолетовый светильник способен создавать игру цвета различных предметов. Многие материалы в природе выглядят приятно, но обыденно при естественном освещении, если же их осветить ультрафиолетовыми лучами, то они будут похожи на переливающиеся драгоценные камни. Минералы, песок, грунт, некоторые насекомые и такие обычные материалы, как картон и пластик, флуоресцируют великолепными цветами, если их осветить источником ультрафиолетового света. Используя данную схему, можно проводить интересные эксперименты для средних школ.

Этот ультрафиолетовый светильник работает от аккумуляторов напряжением 6 В. Ток потребления лежит в диапазоне от 100 до 400 мА и зависит от номинала резистора R1, характеристик трансформатора и ультрафиолетовой лампы.

Ультрафиолетовая лампа должна быть мощностью от 4 до 7 Вт, например GE F6T4/BLB (6 Вт). Все компоненты можно поместить в пластмассовый корпус. Лампа установлена в поливинилхлоридной трубке с ручкой и длинным проводом для подсоединения ее к схеме.

Схема – простой инвертор, образованный низкочастотным генератором на вентиле IC1-а и выходным каскадом на транзисторе Q1. Вентили IC1-b, -с и -d образуют буферный каскад. Значения номиналов резистора R1 и конденсатора C1 варьируются для получения оптимальных характеристик.

Принципиальная схема ультрафиолетового светильника представлена на рис. 7.2, перечень элементов приведен в табл. 7.2.

Все компоненты помещаются на универсальной печатной плате, за исключением источника питания, тумблера S1, трансформатора и ультрафиолетовой лампы. Печатную плату следует разместить в пластмассовом корпусе, закрепив ее обычными винтами. Транзистор Q1 должен быть укреплен на радиаторе.

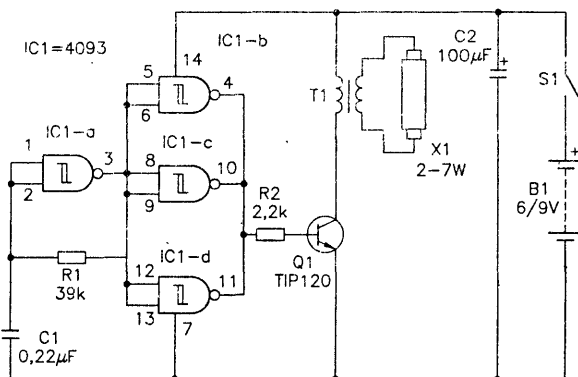


Рис. 7.2. Ультрафиолетовый светильник

Таблица 7.2. Перечень элементов ультрафиолетового светильника

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Мощный составной п-р-п транзистор, TIP120
T1	Трансформатор (см. в тексте), 12,6 В, 350 мА
X1	Ультрафиолетовая лампа, GE F6T4/BLB или эквивалентная, 4-7 Вт
S1	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
B1	Четыре батарейки или аккумуляторы, 6 или 9 В
R1	Резистор, 39 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

При использовании устройства замкните тумблер S1 для подачи питания на схему. Вы услышите слабое гудение трансформатора, означающее генерацию. Лампа должна излучать немного света в видимой области спектра, что будет служить признаком работы схемы.

ПРОЕКТ 99. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ (Э, П)

Эта схема генерирует высокое напряжение от 2000 до 10000 В и может быть использована в некоторых экспериментах, а также в прикладных устройствах – ионизаторах, оградах для скота и т.п.

Схема, как и все предыдущие, построена на базе ИС 4093. Низкочастотный генератор реализован на вентиле IC1-а, буферный каскад –

на вентилях IC1-b, -c и -d. Последний управляет выходным каскадом на мощном составном (или мощном полевом) транзисторе.

Нагрузка транзистора – обычная автомобильная катушка зажигания, которая формирует в ее вторичной обмотке необходимый высокий уровень напряжения. Потенциометром R1 можно регулировать частоту генератора для достижения оптимальных характеристик схемы. Величина выходного напряжения зависит от примененной катушки.

Можно использовать выпрямитель для питания схемы в лаборатории, а также автомобильный аккумулятор или восемь никель-кадмиевых аккумуляторов. Ток потребления зависит от номинала резистора R1.

Разряды могут быть получены между выводами HV (высокое напряжение) и E в зазоре от 0,25 до 1,25 см.

Внимание! Не прикасайтесь ни к каким частям схемы во время ее работы.

Принципиальная схема экспериментального генератора высокого напряжения приведена на рис. 7.3, перечень элементов – в табл. 7.3.

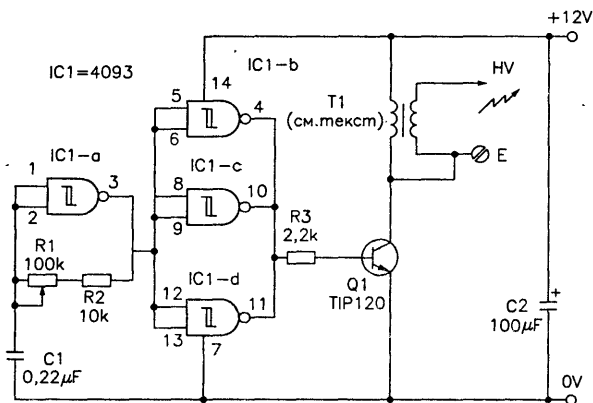


Рис. 7.3. Экспериментальный генератор высокого напряжения

Транзистор должен быть установлен на радиаторе. Т1 – катушка зажигания, которая используется в автомобилях. Для этой схемы подойдут любые типы. При монтаже должно строго соблюдаться правильное расположение выводов полярных компонентов.

Потенциометром R1 регулируют частоту генерации для достижения оптимальных характеристик функционирования устройства.

Таблица 7.3. Перечень элементов экспериментального генератора высокого напряжения

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
T1	Любая автомобильная катушка зажигания (см. в тексте)
Q1	Мощный составной п-р-п транзистор, TP120
R1	Потенциометр, 100 кОм
R2	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Попробуйте поднести флуоресцентную или неоновую лампу к выводу высокого напряжения. Она будет светиться без электрического контакта со схемой. В темноте свечение заметно лучше.

ПРОЕКТ 100. ЭЛЕКТРОНЕЙРОСТИМУЛЯТОР (п)

Это устройство может быть использовано в биологических экспериментах. Схема выдает высокое напряжение (до 300 В) с низким уровнем тока для исследования нейростимулирующих воздействий.

Амплитуда стимулирующих импульсов настраивается потенциометром R5, частота – потенциометром R1. Схема питается от аккумулятора напряжением 6 В. Потребляемый ток составляет около 100 мА. Для индикации работы схемы используется неоновая лампа.

Выбор электродов зависит от типа эксперимента. Две металлических трубки с диаметрами от полдюйма до одного дюйма пригодны для стимуляции вручную.

Принципиальная схема электронейростимулятора показана на рис. 7.4, перечень элементов приведен в табл. 7.4.

Можно экспериментировать с небольшим сетевым понижающим трансформатором в обратном включении. Подойдут трансформаторы с первичной обмоткой до 117 В переменного тока и вторичной обмоткой с напряжением в диапазоне от 6 до 12,6 В и токами от 100 до 500 мА. Лучшие результаты получаются при регулировке частоты потенциометром R1. Транзистор Q1 должен быть укреплен на радиаторе. Для индикации работы схемы может быть использована любая неоновая лампа. В качестве выходного разъема целесообразно использовать разъем типа «моно-джек».

Для работы с устройством сначала установите потенциометр R5 на минимум, затем замкните тумблер S1 для подачи питания на схему.

Схема питается от автомобильного аккумулятора 12 В, ток потребления зависит от лампы и трансформатора, используемых в схеме. В схеме могут применяться лампы дневного света мощностью от 7 до 40 Вт.

Потенциометр R1 регулирует уровень света, при котором устройство включается. Потенциометр R1 и фоторезистор LDR образуют делитель напряжения, и он настраивается таким образом, чтобы напряжение на входе вентиля IC1-а было немного меньше, чем пороговое напряжение переключения триггера. Резистор R2 и конденсатор C1 определяют частоту мигания. Частоту можно изменять, в соответствии с назначением устройства. Конденсатор C2 и резистор R3 определяют частоту модулирующего генератора на вентиле IC1-б. Транзистор Q1 нагружен на небольшой трансформатор, который формирует высокое напряжение, подаваемое на флуоресцентную лампу.

Принципиальная схема активируемого темнотой мигающего устройства с лампой дневного света показана на рис. 7.5, перечень элементов приведен в табл. 7.5.

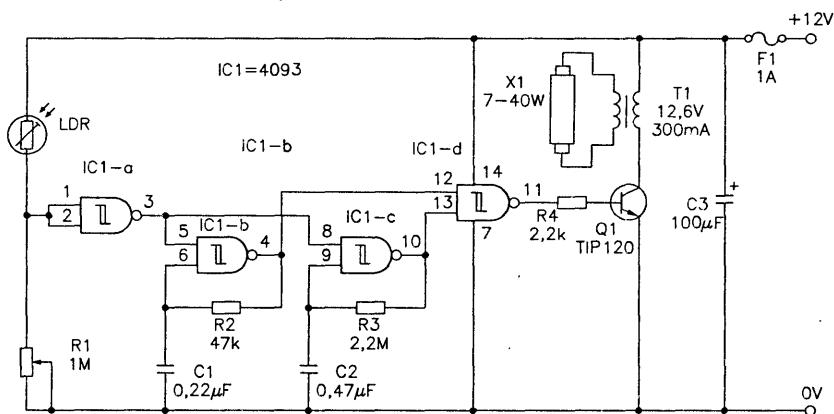


Рис. 7.5. Устройство световой сигнализации с лампой дневного света, срабатывающее на темноту

Транзистор Q1 должен быть установлен на радиаторе. Плата, трансформатор, предохранитель F1 и потенциометр R1 размещаются в пластмассовом корпусе. Фоторезистор LDR (датчик) должен быть установлен в месте, где на него попадает окружающий свет, но не световые импульсы лампы.

Таблица 7.5. Перечень элементов устройства световой сигнализации с лампой дневного света, срабатывающего на темноту

	Описание
	Интегральная схема КМОП 4093
	Мощный составной п-р-п транзистор, TIP120
	Фоторезистор
	Флуоресцентная лампа, 7–40 Вт (см. в тексте)
	Трансформатор на 12,6 В, 300 мА (в обратном включении)
	Предохранитель, 1 А, и держатель
	Потенциометр или подстроечный резистор, 1,0 МОм
	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
	Резистор, 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 мкФ
	Керамический или пленочный конденсатор, 0,47 мкФ
	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Лампа дневного света может быть размещена на любом расстоянии от прибора, но вы должны быть осторожны с изоляцией проводов, потому что на этой части схемы присутствует высокое напряжение.

Можно изменить значения емкостей конденсаторов C1 и C2 для получения оптимальных характеристик и желаемой частоты мигания в соответствии с назначением устройства.

ПРОЕКТ 102. УСТРОЙСТВО СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С ЛАМПОЙ ДНЕВНОГО СВЕТА, СРАБАТЫВАЮЩЕЕ НА СВЕТ (П)

Эта схема включает флуоресцентный свет, когда датчик (фоторезистор LDR) освещается. Схему можно использовать как световую сигнализацию, а также в составе других устройств для применения дома и в офисе.

Принцип работы тот же, что и в проекте 101, их различие только в том, что здесь поменяли местами фоторезистор LDR и потенциометр R1.

Схема питается от автомобильного аккумулятора 12 В, мощность флуоресцентной лампы может меняться от 7 до 40 Вт. Частота мигания регулируется подбором емкостей конденсаторов C2 и R3.

Ток потребления зависит от используемого трансформатора и флуоресцентной лампы, он лежит в диапазоне от 100 до 400 мА.

Датчик и лампа дневного света могут быть размещены на любом расстоянии от прибора, но они должны быть экранированы друг от друга по свету, чтобы предотвратить обратную связь.

Принципиальная схема устройства световой сигнализации с лампой дневного света, срабатывающего на свет, показана на рис. 7.6, перечень элементов приведен в табл. 7.6.

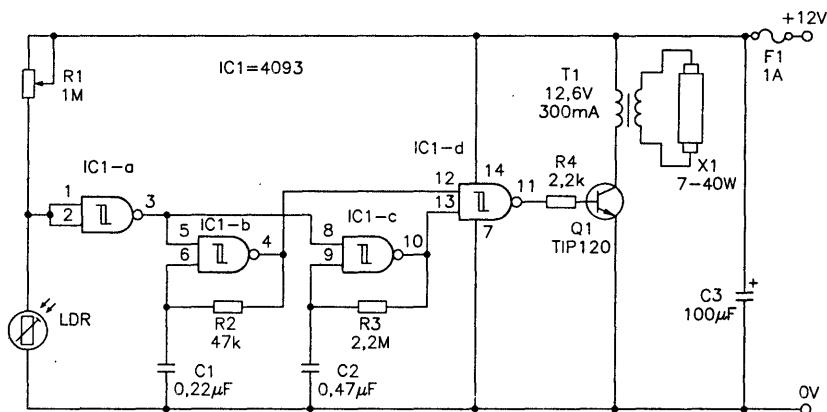


Рис. 7.6. Устройство световой сигнализации с лампой дневного света, срабатывающее на свет

Таблица 7.6. Перечень элементов устройства световой сигнализации с лампой дневного света, срабатывающего на свет

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Мощный составной п-р-п транзистор, TIP120
F1	Предохранитель, 1 А, с держателем
LDR	Фоторезистор
T1	Понижающий трансформатор: первичная обмотка на 117 В переменного тока; вторичная обмотка на 12,6 В, 300 мА
X1	Флуоресцентная лампа, 7–40 Вт
R1	Потенциометр или подстроечный резистор, 1,0 МОм
R2	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 мкФ
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,47 мкФ
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

При монтаже должно соблюдаться правильное положение выводов полярных компонентов (электролитического конденсатора, интегральной схемы и транзистора). Транзистор Q1 должен быть смонтирован на радиаторе.

Источник питания – никель-кадмиевый или автомобильный аккумулятор. Трансформатор – тот же, что использован в проекте 101. Подробные инструкции по установке трансформатора даны там же.

ПРОЕКТ 103. УСТРОЙСТВО СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С ЛАМПОЙ ДНЕВНОГО СВЕТА (П, Э)

Инвертор, показанный на этой схеме, зажигает флуоресцентную лампу от источника питания постоянного тока напряжением 12 В – автомобильного или никель-кадмиевого аккумулятора. Схема можно использовать самостоятельно в визуальной рекламе, для украшения помещений или в составе других устройства дома и в офисе.

Частота мигания зависит от номиналов резистора R2 и конденсатора C2, ее можно отрегулировать, чтобы изменить характеристики функционирования схемы. Ток нагрузки и, следовательно, яркость лампы зависят от характеристик трансформатора и лампы. Любые сетевые понижающие трансформаторы небольшой мощности на напряжение 5–12 В и с токами от 100 до 500 мА могут быть использованы в этой схеме в обратном включении.

Принципиальная схема устройства световой сигнализации с лампой дневного света приведена на рис. 7.7, перечень элементов – в табл. 7.7.

Трансформатор – тот же, что использован в схемах проектов 102 и 103. Транзистор Q1 должен быть установлен на радиаторе.

Пригодны лампы дневного света мощностью от 7 до 40 Вт, даже те, которые уже не работают от сетевого напряжения.

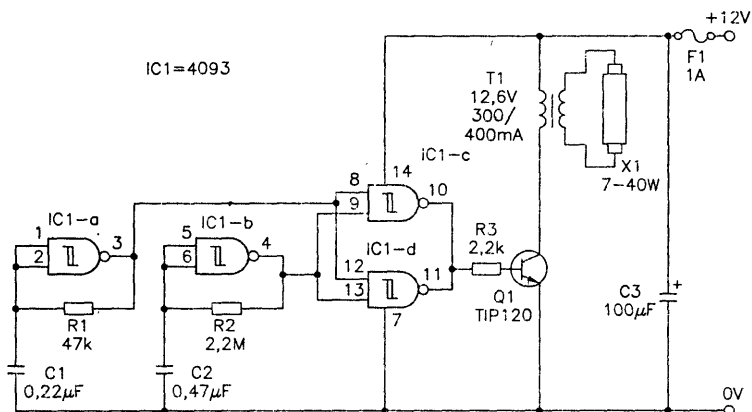


Рис. 7.7. Устройство световой сигнализации с лампой дневного света

Таблица 7.7. Перечень элементов устройства световой сигнализации с лампой дневного света

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	п-р-п мощный составной транзистор, ПР120 или эквивалентный
F1	Предохранитель, 1 А, и держатель
X1	Флуоресцентная лампа, 7–40 Вт
T1	Трансформатор: первичная обмотка на 117 В; вторичная обмотка на 12,6 В, 300 мА (см. в тексте)
R1	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 мкФ
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,47 мкФ
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Оптимальные характеристики достигаются регулировкой значений конденсатора C1 и потенциометра R1. Значения этих компонентов могут изменяться в широком диапазоне. Также можно заменить транзистор Q1 на любой мощный полевой транзистор для достижения оптимальных характеристик.

ПРОЕКТ 104. ИОНИЗАТОР ВОЗДУХА (П)

Отрицательные и положительные ионы в окружающем воздухе влияют на самочувствие человека. Многие теории пытаются объяснить это воздействие. Некоторые ученые связывают раздражительность и странное поведение человека с положительными ионами, а чувство комфорта – с отрицательными. В продаже есть много изделий для насыщения рабочих и жилых помещений отрицательными ионами.

Прибор, представленный здесь, генерирует отрицательные ионы и может быть использован в экспериментах, которые определяют производимый ими эффект. Так как насыщенность воздуха ионами в результате работы устройства может быть разной – это зависит от использованных компонентов, – не рекомендуется включать его в доме или офисе до тех пор, пока не выполнено точное измерение количества ионов, генерируемых этим устройством.

Основа схемы – генератор высокого напряжения, который через специальный электрод непрерывно насыщает воздух отрицательными ионами. Эти ионы распространяются в окружающем воздухе, действуя на живых существ, находящихся поблизости.

Таблица 7.8. Перечень элементов ионизатора воздуха (окончание)

Обозначение	Описание
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 мкФ
C2 – C4	Керамические или пленочные конденсаторы, 0,01 пФ, 630 В
C5	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Электрод Х1 – небольшой штырь. В качестве трансформатора можно использовать маленький сетевой понижающий трансформатор (в обратном включении) с вторичной обмоткой напряжением 5–12 В и током 100–500 мА. Первичная обмотка рассчитана на 117 В переменного тока. Транзистор Q1 должен быть установлен на небольшом радиаторе.

ПРОЕКТ 105. СТРОБОСКОП С ЛАМПОЙ ДНЕВНОГО СВЕТА (п, э)

Быстрые световые импульсы короткой продолжительности дают интересный эффект, когда используются для освещения движущихся объектов. Движения «замораживаются», что можно наблюдать на музыкальных шоу, танцах и т.п.

В схеме используется обычная лампа дневного света (мощностью 7–40 Вт), которая несколько отличается от ксеноновых ламп, часто применяемых в устройствах этого вида. Лампы дневного света, используемые в данном случае, легко достать, но они не дают световых импульсов такой интенсивности, как ксеноновая лампа. Поэтому наша схема фактически является экспериментальным стробоскопом низкой мощности, но ее можно применить для иллюминации и др.

Схема состоит из простого инвертора с модуляцией. На вентиле IC1-а собран низкочастотный генератор, к которому через модулятор на вентилях IC1-а и IC1-d подключен выходной каскад на транзисторах. Транзистор работает на небольшой трансформатор, который питает флуоресцентную лампу короткими импульсами высокого напряжения. Модулирующий генератор реализован на вентиле IC1-b.

Устройство может питаться от любого источника напряжением 12 В. Ток потребления составляет от 100 до 500 мА в зависимости от использованных в схеме компонентов.

Принципиальная схема стробоскопа с лампой дневного света показана на рис. 7.9, перечень элементов приведен в табл. 7.9.

Транзистор Q1 должен быть установлен на небольшом радиаторе. В качестве трансформатора можно использовать небольшой сетевой

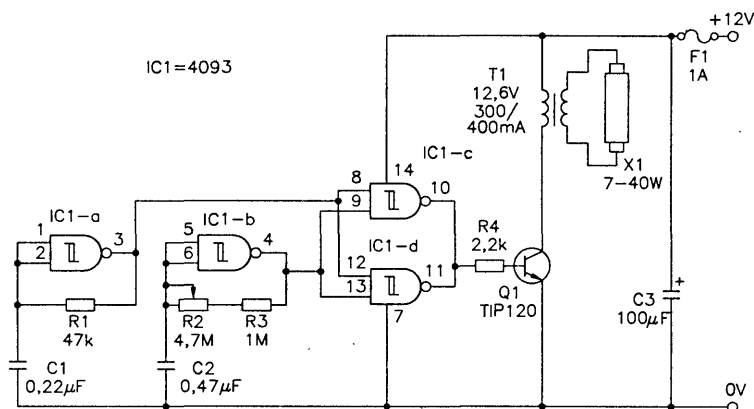


Рис. 7.9. Стробоскоп с лампой дневного света

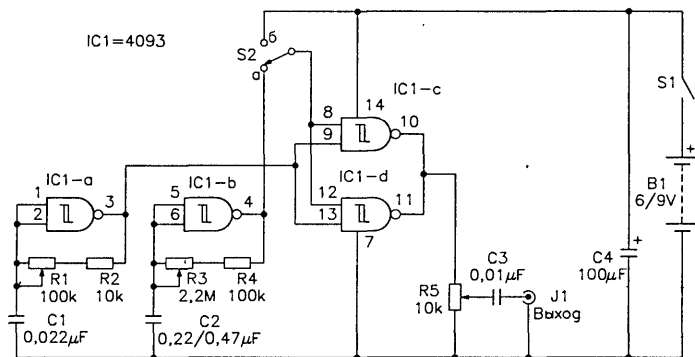
Таблица 7.9. Перечень элементов стробоскопа с лампой дневного света

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Мощный составной п-р-п транзистор, TIP120
F1	Предохранитель, 1 А, и держатель
X1	Обычная флуоресцентная лампа, 7–40 Вт
T1	Трансформатор: первичная обмотка на 117 В переменного тока; вторичная обмотка на 12,6 В, 300 мА
R1	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Потенциометр, 4,7 МОм
R3	Резистор, 1,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 мкФ
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,47 мкФ
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

понижающий трансформатор (в обратном включении) с вторичной обмоткой напряжением 5–12 В. Длительность световых импульсов регулируется потенциометром R2. Лампа дневного света может быть расположена на значительном удалении от устройства (где вам удобнее), но нужно быть осторожными с изоляцией проводов. Эта часть схемы находится под высоким напряжением, что может привести к тяжелому поражению электрическим током.

1	ИС КМОП 4093	15
2	Проекты устройств для звуковых и радиочастот	41
3	Схемы с применением ламп и светодиодов	91
4	Устройства со схемами задержки	117
5	Бистабильные схемы (триггеры)	147
6	Системы сигнализации	163
7	Инверторы	189

8 Разные схемы



Устройства, описанные в этой заключительной главе, предназначены для различных применений: для дома, автомобилей, школьных научных проектов, любительских и научных лабораторий и др. Многие из этих схем можно использовать как часть более сложных устройств. В данную главу включены устройства создания световых эффектов, генераторы звука, таймеры, тестеры и музыкальные инструменты. Многие схемы включают в себя другие интегральные схемы, но все они базируются на ИС 4093.

Особое внимание читатель должен уделить схемам, питаемым от сети переменного тока. Будьте осторожны со всеми соединениями, проверяйте изоляцию, чтобы предотвратить поражение электрическим током и короткие замыкания.

Как и в предыдущих главах, эти схемы могут быть модифицированы, допустимо изменение номиналов компонентов для получения оптимальных характеристик в зависимости от назначения устройств. Многие эксперименты можно осуществить с заменой элементов – это оговорено в каждом случае.

ПРОЕКТ 106. УПРАВЛЯЕМЫЙ ИМПУЛЬСАМИ ГЕНЕРАТОР I (Э)

Эта экспериментальная схема научит вас использовать ИС 4093 в качестве генератора, управляемого внешними импульсами. Схема может применяться самостоятельно или как часть более сложных устройств.

Схема начинает работать от положительного импульса, подаваемого на вход. Частота определяется сопротивлением (R) и емкостью (C) в соответствии с формулами, приведенными в главе 1. Емкость может меняться от 50 пФ до 1000 мкФ, сопротивление составляет от 2 кОм до 4,7 МОм.

Схема питается от источника напряжением 5–15 В, ток без нагрузки – приблизительно 0,5 мА.

Принципиальная схема управляемого импульсами генератора I приведена на рис. 8.1. Перечень элементов дан в табл. 8.1.

Верхний уровень напряжения управляющего импульса не должен превышать напряжения источника питания. Низкий логический уровень – 0 В. Входное сопротивление схемы очень высокое – несколько мегаом. Информация о зависимости частоты от номиналов компонентов приведена в главе 1.

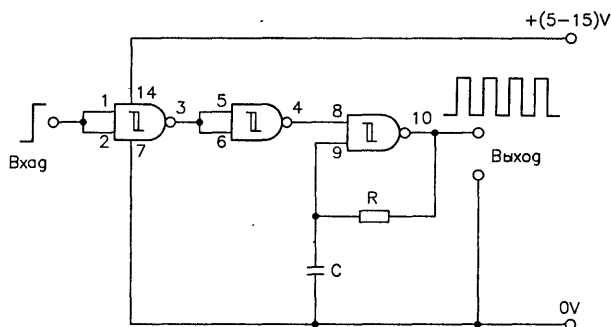


Рис. 8.1. Управляемый импульсами генератор I

Таблица 8.1. Перечень элементов управляемого импульсами генератора I

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
R	Резистор (см. в тексте), 2,0 кОм – 4,7 МОм
C	Конденсатор (см. в тексте), 50 нФ – 1000 мкФ

ПРОЕКТ 107. УПРАВЛЯЕМЫЙ ИМПУЛЬСАМИ ГЕНЕРАТОР II (Э)

Эта схема включается при подаче на ее вход отрицательного импульса. Применяются только два из вентилях ИС 4093, в остальном характеристики аналогичны схеме проекта 106.

Можно использовать эту схему как часть более сложных устройств.

Принципиальная схема управляемого импульсами генератора II представлена на рис. 8.2. Перечень элементов приведен в табл. 8.2.

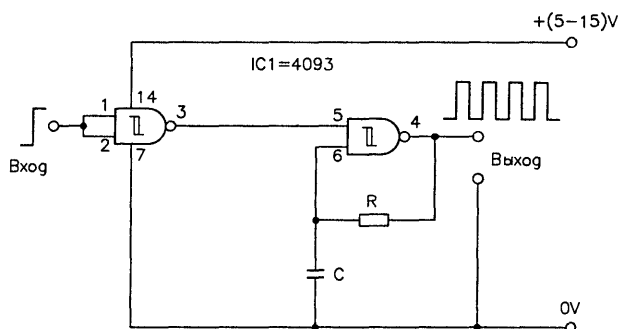


Рис. 8.2. Управляемый импульсами генератор II

Таблица 8.2. Перечень элементов управляемого импульсами генератора II

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
C	Конденсатор (см. проект 106), 50 пФ – 1000 мкФ
R	Резистор (см. проект 106), 2,0 кОм – 4,7 МОм

Частота определяется номиналами резистора R и конденсатора C (см. главу 1).

ПРОЕКТ 108. ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСОВ ЧАСТОТЫ ЭЛЕКТРОСЕТИ (Э)

Эта схема формирует прямоугольные импульсы с частотой электросети, которые можно использовать для управления часами, компьютерами, таймерами и др.

Принципиальная схема генератора показана на рис. 8.3. Перечень элементов приведен в табл. 8.3.

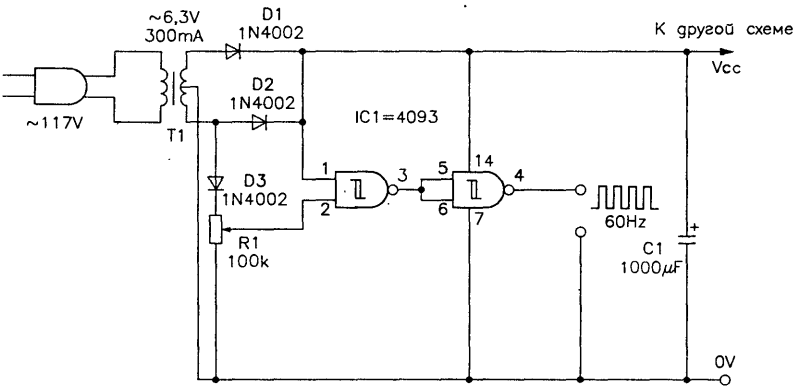


Рис. 8.3. Генератор импульсов частоты электросети

Таблица 8.3. Перечень элементов генератора импульсов частоты электросети

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
T1	Трансформатор: первичная обмотка на 117 В переменного тока; вторичная обмотка на 6,3 В, 300 мА (см. в тексте)
R1	Подстроечный резистор, 100 кОм
C1	Электролитический конденсатор, 1000 мкФ, 25 В
D1, D2	Кремниевые выпрямительные диоды, 1N4002 или эквивалентные

Используется любой трансформатор с напряжением вторичной обмотки 5–12 В и током в диапазоне от 50 мА до 1 А (или иначе в зависимости от назначения устройства). Схема используется для управления любыми устройствами, работающими от импульсных генераторов, например часами. Для настройки требуемого соотношения времени фаз выходного сигнала используется подстроечный резистор R1. Для регулировки схемы следует использовать осциллограф.

ПРОЕКТ 109. ЭЛЕКТРОСКОП (П)

Эта схема используется для обнаружения статического электричества, а также для индикации высокого напряжения без контакта с опасным оборудованием. Датчик сделан из металлического кольца, которое просто вносят в электрическое поле. Эту процедуру нужно выполнять с осторожностью, чтобы предотвратить контакт с проводниками, находящимися под высоким напряжением.

Устройство можно применять в экспериментах с генератором высокого напряжения и для многих других целей, дома и в школе, в научных проектах и экспериментах. Схема портативна и питается от четырех пальчиковых батареек или аккумулятора/батарейки напряжением 9 В.

Присутствие статических зарядов или электрических полей высокой напряженности индицируется светодиодом.

Принципиальная схема электроскопа показана на рис. 8.4, перечень элементов приведен в табл. 8.4.

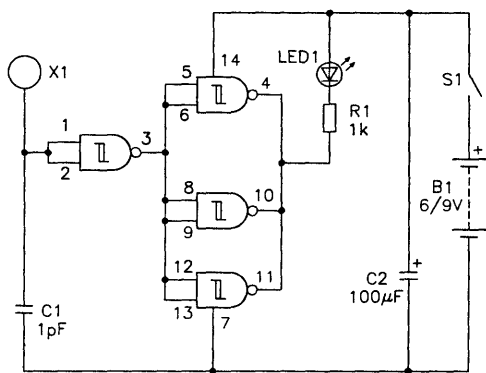


Рис. 8.4. Электроскоп

Таблица 8.4. Перечень элементов электроскопа

Обозначение	Описание
С	Интегральная схема КМОП 4093
LED	Красный светодиод
В	Однополюсный выключатель – движковый переключатель или тумблер
В1	Четыре пальчиковых батарейки (6 или 9 В) или одна батарейка на 9 В
Х	Датчик (см. в тексте)
С1	Керамический конденсатор, 1 пФ
С2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В
Р	Резистор, 1,0 кОм, 0,25 Вт, 5%

Датчик – небольшое проволочное кольцо. Устройство размещается в небольшом пластмассовом корпусе. Конденсатор С1 можно сделать самим: для этого скрутите два двухдюймовых куска жесткого изолированного провода.

Поднесите заряженный источник близко к датчику. Полоска бумаги оттолкнется от стержня, сделанного из изоляционного материала. Светодиод засветится при приближении датчика к заряду.

ПРОЕКТ 110. МОДУЛИРОВАННЫЙ ГЕНЕРАТОР (Э)

Эта схема предназначена для лабораторных опытов. Она формирует модулированные по амплитуде прямоугольные импульсы в диапазоне от 100 Гц до 1 кГц (или в другом диапазоне, если заменить компоненты).

Амплитуда выходного сигнала регулируется от 0 до 6 или 9 В потенциометром R5, его частота настраивается потенциометром R1. Частота модуляции настраивается потенциометром R3.

Схема работает следующим образом. На вентиле IC1-а собран звуковой генератор, его частота определяется номиналами компонентов С1, R1 и R2. Емкость конденсатора С1 можно выбирать в пределах от 1 до 100 нФ, чтобы изменить частотный диапазон.

Вентиль IC1-б – модулирующий низкочастотный генератор. Частота настраивается потенциометром R3. Переключатель S2 используется для выбора режима. Когда S2 находится в положении а, на выходе имеем модулированный сигнал, когда в положении б – генерируется непрерывный сигнал. Потенциометр R5 регулирует амплитуду выходного сигнала.

Принципиальная схема модулированного генератора показана на рис. 8.5, перечень элементов приведен в табл. 8.5.

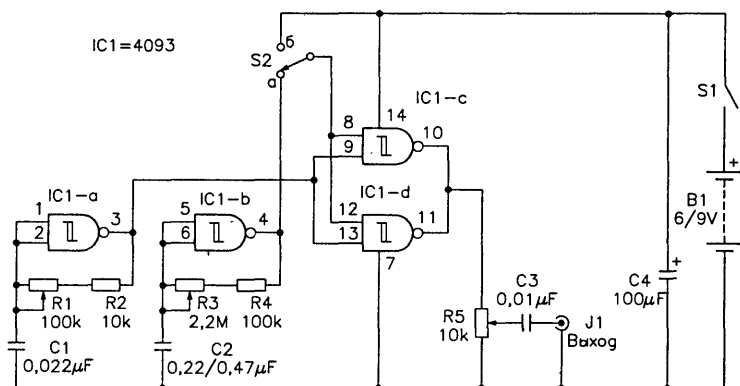


Рис. 8.5. Модулированный генератор

Таблица 8.5. Перечень элементов модулированного генератора

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
S1	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
S2	SPDT-тумблер или движковый переключатель
B1	Четыре пальчиковых батарейки (6 В) или одна батарейка на 9 В
R1	Потенциометр, 100 кОм
R2	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Потенциометр, 2,2 МОм
R4	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Потенциометр, 10 кОм
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 мкФ
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 или 0,47 мкФ
C3	Керамический или пленочный конденсатор, 0,01 мкФ
C4	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В
J1	Одноштырьковый закрытый разъем

Устройство помещают в небольшой пластмассовый корпус. Калибровка частоты выполняется с помощью частотомера или осциллографа.

Регулировку частоты генерации и модуляции можно осуществить изменением емкостей конденсаторов $C1$ и $C2$. Устройство питается от источника напряжением 6 или 9 В, ток потребления – всего несколько миллиампер.

ПРОЕКТ 111. ТЕСТЕР КОНДЕНСАТОРОВ (П)

С помощью этого устройства можно тестировать конденсаторы в диапазоне емкостей от 120 пФ до 100 мкФ (любого типа). Индикация состояния – визуальная. Вращая потенциометр R1, вы найдете положение, в котором светодиод будет мигать с низкой частотой. Если светодиод остается включенным – конденсатор закорочен, а если выключенным – конденсатор в обрыве.

Устройство может питаться от источника напряжением 6 В (четыре пальчиковых батарейки) или 9 В (аккумулятор/батарейка). Ток потребления с выключенным светодиодом составляет около 0,5 мА, с включенным – около 5 мА.

Схема состоит из низкочастотного генератора (IC1-a), частота которого регулируется потенциометром R1. Этот потенциометр должен быть выставлен так, чтобы частота составляла примерно 1 Гц, тогда вспышки светодиода будут видимы. Вентили IC1-b, -c и -d выполняют роль буферного каскада, необходимого для подключения светодиода.

Принципиальная схема тестера конденсаторов представлена на рис. 8.6, перечень элементов приведен в табл. 8.6.

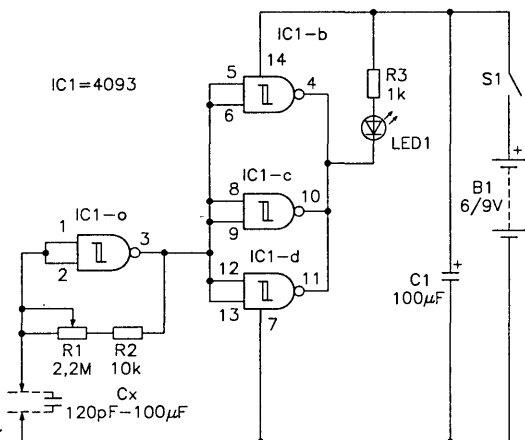


Рис. 8.6. Тестер конденсаторов

Схему можно разместить в небольшом пластмассовом корпусе. При монтаже нужно строго соблюдать правильное подключение полярных компонентов (светодиода, электролитического конденсатора и т.п.).

Таблица 8.6. Перечень элементов тестера конденсаторов

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
LED1	Красный светодиод
S1	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
B1	Четыре пальчиковых батарейки (6 или 9 В) или одна батарейка на 9 В
X1, X2	Красный и черный щупы или зажимы типа «крокодил»
R1	Потенциометр, 2,2 МОм
R2	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 1,0 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

ПРОЕКТ 112. ДЕТЕКТОР РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ (п, э)

Рентгеновские лучи представляют опасность для людей. Данная схема способна обнаружить их источники, выдавая при этом звуковой сигнал. Схема используется в лаборатории, дома и в других местах, где может быть обнаружено рентгеновское излучение.

Схема работает следующим образом. Датчик – фоторезистор LDR (или фотоэлемент), сопротивление которого зависит от светового потока, падающего на его чувствительную поверхность. Фоторезистор LDR нужно поместить в алюминиевую тонкостенную коробку с небольшим кусочком флуоресцентного материала – видимый свет не будет проходить через стенки коробки, но рентгеновские лучи без проблем попадут на флуоресцентный материал. Флуоресцентный материал поглощает рентгеновские лучи и преобразует их энергию в видимый свет, то есть начинает светиться слабым светом, который стимулирует фоторезистор LDR, уменьшая его электрическое сопротивление.

В полной темноте сопротивление фоторезистора LDR очень высоко – порядка миллионов ом. Генератор на вентиле IC1-а работает на очень низкой частоте. Генерируются импульсы с очень большим периодом.

В присутствии источника рентгеновских лучей сопротивление фоторезистора LDR падает и генератор увеличивает свою частоту, тем самым свидетельствуя о наличии рентгеновских лучей.

Принципиальная схема детектора рентгеновского излучения представлена на рис. 8.7, перечень элементов приведен в табл. 8.7.

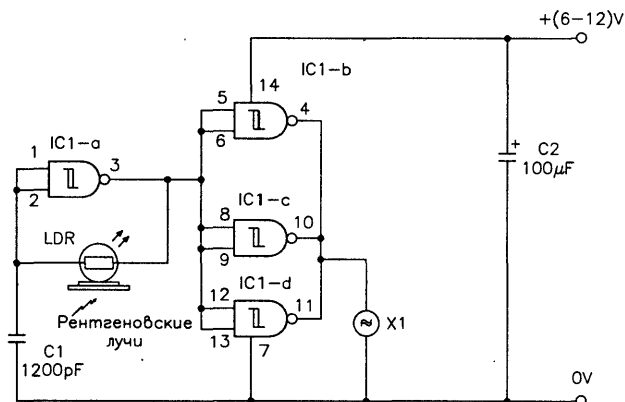


Рис. 8.7. Детектор рентгеновского излучения

Таблица 8.7. Перечень элементов детектора рентгеновского излучения

	Описание
	Интегральная схема КМОП 4093
	Пьезодинамик или пьезонаушник
	Фоторезистор
	Керамический конденсатор, 1200 пФ
	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

Конструкция сенсора приведена на той же схеме. Он соединяется со схемой обычными проводами длиной от 10 до 50 см.

Напряжение источника питания может меняться от 6 до 12 В. Если нужен переносной вариант, можно применить аккумулятор/батарейку на 9 В или четыре пальчиковых батарейки.

ПРОЕКТ 113. ТЕСТЕР ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ (П)

Эта схема используется для проверки электронных компонентов, таких как диоды, резисторы, катушки индуктивности, трансформаторы, лампы, предохранители, выключатели, громкоговорители, транзисторы и многие другие, выдавая визуальную индикацию их состояния.

Для индикации состояния проверяемых компонентов используются два светодиода. Когда щупы не соединены или сопротивление между ними очень высокое, светодиод LED1 включен, а светодиод LED2 выключен. При низком уровне сопротивления между щупами (величина уровня, считающегося низким или высоким, определяется регулировкой потенциометра R2) светодиод LED2 включен, а светодиод

LED1 выключен. Устройство питается напряжением 6–9 В от аккумулятора или четырех пальчиковых батареек.

Ток потребления, около 10 мА, зависит от сопротивлений резисторов R3 и R4. Их номиналы определяются напряжением источника питания.

Принципиальная схема тестера электропроводности представлена на рис. 8.8, перечень элементов приведен в табл. 8.8.

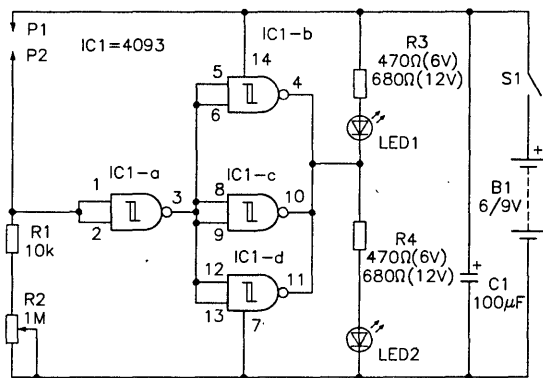


Рис. 8.8. Тестер электропроводности

Таблица 8.8. Перечень элементов тестера электропроводности

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
LED1, LED2	Красные светодиоды
P1, P2	Щупы
S1	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
B1	Четыре пальчиковых батарейки (6 В) или одна батарейка на 9 В
R1	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Потенциометр, 1,0 МОм
R3/R4	Резисторы, 470 Ом (6 В) или 680 Ом (9 В), 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

При монтаже обратите внимание на правильность подключения полярных компонентов (светодиодов и электролитического конденсатора). При использовании этого тестера следует настроить чувствительность потенциометром R2. С увеличением сопротивления потенциометра R2 точка включения светодиода 2 (пороговое значение сопротивления) проверяемого элемента также увеличивается. Установите R2 в соответствии с требуемым значением сопротивления компонента.

ПРОЕКТ 114. ЗВУКОВОЙ ТЕСТЕР КОНДЕНСАТОРОВ (П)

Эта простая схема позволяет проверять конденсаторы в диапазоне емкостей между 1 нФ и 100 мкФ. Пьезодинамик воспроизводит пульсирующий или непрерывный тон, когда проверяемый конденсатор работает нормально. Если конденсатор неисправен, звука не будет.

Схема очень простая, все компоненты могут быть помещены в небольшой пластмассовый корпус. Схема питается от источника напряжением 6 или 9 В, ток потребления невелик. Когда звук выключен, ток потребления составляет около 0,5 мА, когда включен – около 5 мА.

Принципиальная схема звукового тестера конденсаторов показана на рис. 8.9, перечень элементов приведен в табл. 8.9.

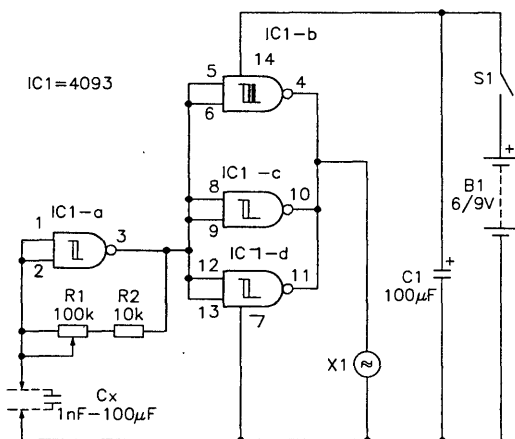


Рис. 8.9. Звуковой тестер конденсаторов

Таблица 8.9. Перечень элементов звукового тестера конденсаторов

	Описание
1	Интегральная схема КМОП 4-093
2	Однополюсный выключатель – тумблер или двужыковый переключатель
3	Четыре пальчиковых батарейки (6 В) или одна батарейка на 9 В
4	Черный и красный щупы
5	Пьезодинамик или пьезонаушник
6	Потенциометр, 100 кОм
7	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
8	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

При использовании устройства коснитесь выводов конденсатора проверочными щупами и установите потенциометр R1 для получения непрерывного или прерывистого звука (непрерывный звук производится с конденсаторами небольшой емкости, прерывистый – с конденсаторами большой емкости). Если звука нет при любом положении потенциометра R1, проверяемый конденсатор неисправен. (Звуча также не будет, если емкость конденсатора находится вне проверяемого диапазона.)

ПРОЕКТ 115. ТЕСТЕР ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ С ФИКСИРОВАННЫМ ТОНОМ (П)

Это устройство по назначению аналогично схеме проекта 113 и используется для тестирования проводящих компонентов, таких как диоды, лампы, предохранители, катушки индуктивности, выключатели и многие другие. Тестер будет генерировать непрерывный тон, когда сопротивление проверяемого элемента мало.

Устройство питается напряжением 6 или 9 В, ток потребления невелик. С выключенным звуком ток потребления составляет 0,5 мА, с включенным – около 5 мА. Принципиальная схема тестера электропроводности с фиксированным тоном показана на рис. 8.10, перечень элементов приведен в табл. 8.10.

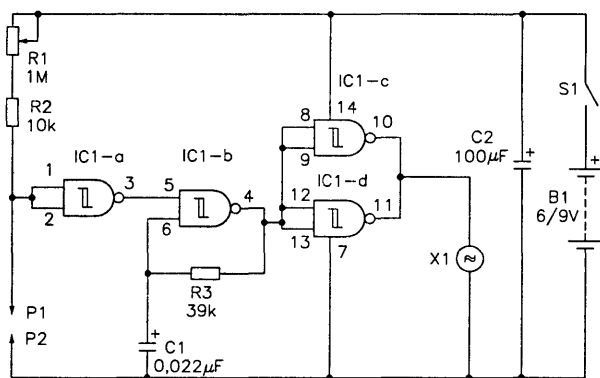


Рис. 8.10. Тестер электропроводности с фиксированным тоном

Все компоненты могут быть помещены в небольшой пластмассовый корпус. Потенциометр R1 регулирует чувствительность, как в схеме проекта 113. Устройство может питаться от пальчиковых батареек или от аккумулятора. X1 – пьезодинамик или пьезонаушник.

Таблица 8.10. Перечень элементов тестера электропроводности с фиксированным тоном

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
X1	Пьезодинамик или пьезонаушник
S1	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
B1	Четыре пальчиковых батарейки или аккумулятор (6 или 9 В)
P1, P2	Черный и красный щупы
R1	Потенциометр, 1,0 МОм
R2	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 39 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

ПРОЕКТ 116. ГЕНЕРАТОР С ТАЙМЕРОМ I (Э, П)

Эта схема генерирует импульсы в течение запрограммированного времени. Ее можно применять для различных игр (чтобы выдавать случайное число импульсов), для создания аудиоэффектов и т.п.

Время задержки зависит от номиналов компонентов R1 и C1 и может меняться от десятой доли секунды до 15 мин и более. Возможные значения емкостей конденсаторов C1 и C2 указаны на схеме.

Компоненты R2 и C2 определяют частоту генерируемых импульсов, значения этих компонентов могут варьироваться в широком диапазоне, при этом частота меняется от 0,01 Гц до 1 МГц.

Принципиальная схема генератора с таймером показана на рис. 8.11, перечень элементов приведен в табл. 8.11.

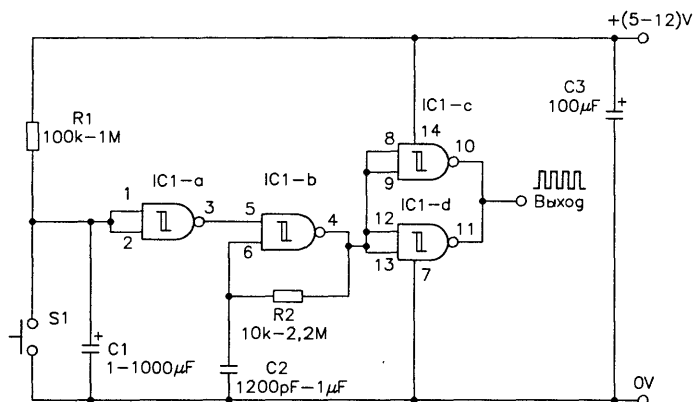


Рис. 8.11. Генератор с таймером I

Таблица 8.11. Перечень элементов генератора с таймером I

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
S1	Кнопка с нормально разомкнутыми контактами
R1	Резистор, 100 кОм – 1,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 10кОм – 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Конденсатор, 1–1000 мкФ
C2	Пленочный или керамический конденсатор, 1200 пФ – 1 мкФ
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Схема питается напряжением 3–15 В, ток потребления – от 0,5 до 1 мА (с ненагруженным выходом).

Для включения схемы нажмите кнопку S1 – выходной сигнал будет генерироваться в течение времени, определяемого значениями использованных компонентов.

ПРОЕКТ 117. ГЕНЕРАТОР С ТАЙМЕРОМ II (П)

Эта схему можно использовать в составе других устройств, как функциональный аналог схемы 116 или самостоятельно, в качестве устройства проверки цифровой аппаратуры. Схема генерирует прямоугольные сигналы, частота которых определяется компонентами резистора R3 и конденсатора C3, в течение периода разрешения, задаваемого резистором R2 и конденсатором C1.

Период разрешения может задаваться в пределах от десятой доли секунды до 15 мин. Частота выходного сигнала изменяется от 0,1 Гц до 1 МГц. Устройство питается напряжением 5–15 В, ток потребления невелик.

Принципиальная схема генератора с таймером II показана на рис. 8.12, перечень элементов приведен в табл. 8.12.

Схема работает следующим образом. При подаче низкого логического уровня на вход IC1 (на вывод 2) ИС таймера запускается и в течение некоторого времени формирует на выходе высокий уровень. Генератор, образованный IC2-с, включается. Генерируемый прямоугольный сигнал подается на буферный каскад (IC2-d), а с него – на выход устройства. Вентили IC2-a и IC2-b тоже работают как буферные усилители между ИС таймера IC1 и генератором.

Время пребывания устройства во включенном состоянии зависит от номиналов резистора R2 и конденсатора C1, диапазон их возможных значений указан на схеме. Время активизации генератора составляет от десятой доли секунды до 15 мин. Выходная частота определяется резистором R3 и конденсатором C3, их значения также приведены на схеме.

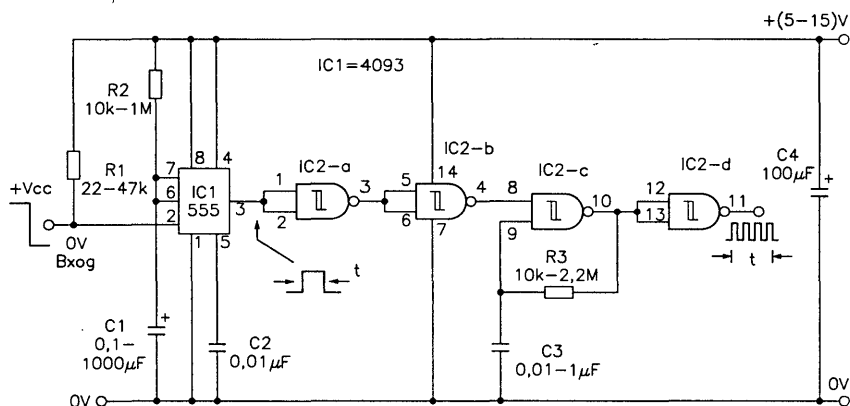


Рис. 8.12. Генератор с таймером II

Таблица 8.12. Перечень элементов генератора с таймером II

Обозначение	Описание
IC1	Таймер 555, интегральная схема
IC2	Интегральная схема КМОП 4093
R1	Резистор, 22–47 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 10 кОм – 1,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 10 кОм – 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Конденсатор, 0,1–1000 мкФ
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,01 мкФ
C3	Конденсатор, 0,01 пФ – 1 мкФ
C4	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

ПРОЕКТ 118. ТЕСТЕР ЛОВКОСТИ РУК (П)

Это игровое устройство проверяет ловкость ваших рук. Как показано на схеме, устройство имеет небольшую петлю, которую вы должны провести вдоль провода так, чтобы провод находился внутри петли. Ваша цель – провести петлю вдоль извивающегося провода, не коснувшись его.

Небольшое ошибочное движение или дрожание руки – и кольцо коснется провода. Это включит схему, которая выдает звуковой тон. Продолжительность звукового тона постоянна и не зависит от времени контакта между проводами.

Сноровка, требуемая для игры, во многом зависит от размера петли и степени изгиба провода.

Очки подсчитываются по числу звуков, производимых прибором. Выиграет тот, кто наберет меньшее количество очков.

Принципиальная схема показана на рис. 8.13, перечень элементов приведен в табл. 8.13.

Для монтажа компонентов может использоваться печатная плата. Она помещается в небольшой пластмассовый корпус вместе с аккумулятором и пьезодинамиком. На петлю и проволочную трассу идет 60–90 см провода.

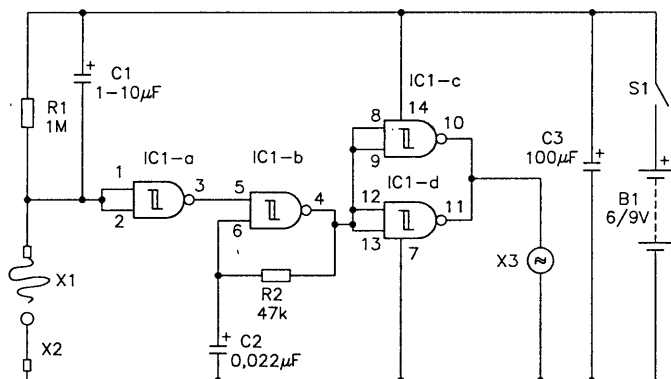


Рис. 8.13. Тестер ловкости рук

Таблица 8.13. Перечень элементов тестера ловкости рук

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
R1	Резистор, 1,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
X1	Изогнутый провод (см. в тексте)
X2	Петля (см. в тексте)
X3	Пьезодинамик или пьезонаушник
S1	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
B1	Четыре пальчиковых батарейки или аккумулятор (6 или 9 В)
C1	Электролитический конденсатор, 1–10 мкФ, 12 В
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C3	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

Время генерации звукового сигнала зависит от емкости конденсатора C1, оно может меняться в пределах допусков значений элементов. Схема питается от аккумулятора/батарейки напряжением 9 В или четырех пальчиковых батареек. Ток потребления составляет около 0,5 мА в отсутствие звука и примерно 5 мА при его генерации.

ПРОЕКТ 119. ДАТЧИК УРОВНЯ ВОДЫ (П, Э)

Эта схема производит непрерывный звуковой сигнал, когда уровень воды достигнет датчика. Схема может использоваться дома, в лаборатории, на работе – для индикации дождя или уровня воды.

Питание устройства осуществляется от источника питания напряжением 6–12 В, ток потребления невелик – всего 0,5 мА, когда звук выключен.

Принципиальная схема датчика уровня воды показана на рис. 8.14, перечень элементов приведен в табл. 8.14.

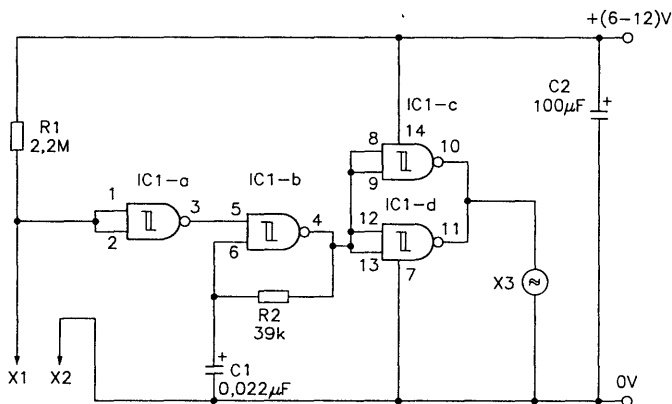


Рис. 8.14. Датчик уровня воды

Таблица 8.14. Перечень элементов датчика уровня воды

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
X1, X2	Датчик уровня воды (см. в тексте)
X3	Пьезодинамик или пьезонаушник
R1	Резистор, 2,2 МОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 39 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Датчик выполнен из двух оголенных проводов, которые, коснувшись воды, включают схему. Датчик должен быть укреплен на нужном уровне (высоте) – когда вода достигнет этого уровня, сработает звуковая сигнализация.

X3 – пьезодинамик или пьезонаушник. Если вы хотите увеличить громкость звука, следует применить выходной каскад на транзисторах,

чтобы подключить громкоговоритель, как это делалось во многих других проектах в данной книге.

Частота звука определяется резистором R2 и конденсатором C1. Можно изменять эту частоту подбором величины сопротивления R2. Сопротивление этого резистора может принимать значения между 22 и 100 кОм. Для оперативной регулировки тона попробуйте заменить R2 на потенциометр 100 кОм с включенным последовательно резистором 10 кОм.

Провода на датчик могут быть длинными. Источник питания – четыре пальчиковых батарейки, аккумулятор/батарейка на 9 В или выпрямитель. Не применяйте бестрансформаторные источники питания в этой схеме!

ПРОЕКТ 120. ЭЛЕКТРОННЫЙ ОРГАН (Э, П)

Этот интересный аудиоэксперимент поможет сделать замечательную игрушку для детей. Устройство воспроизводит ноты музыкального ряда при прикосновении щупа к клавишам клавиатуры. Звук формируется пьезодинамиком, но, если вы хотите получить повышенную громкость, можно применить выходной каскад на транзисторах, чтобы подключить громкоговоритель. Для этого пригодны несколько вариантов выходных каскадов, предложенные в этой книге.

Электронный орган в каждый момент способен издавать только одну ноту, но общее число воспроизводимых нот не ограничено. Схема функционирует как музыкальный инструмент, на котором играют, касаясь щупом клавиш.

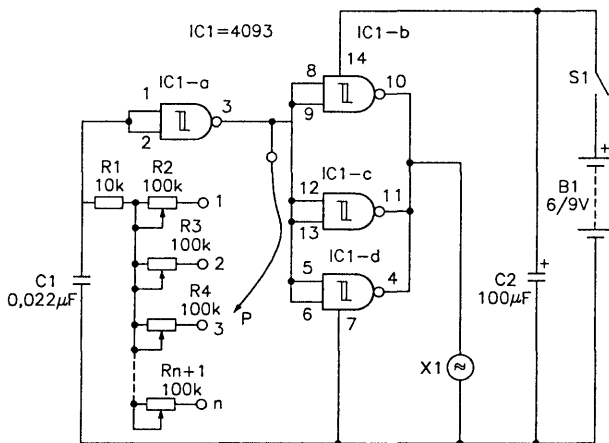


Рис. 8.15. Электронный орган

Таблица 8.15. Перечень элементов электронного органа

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Х1	Пьезодинамик
P	Датчик
S1	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
B1	Четыре пальчиковых батарейки или аккумулятор (6 или 9 В)
R1	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2...Rn	Подстроечные резисторы, 100 кОм – 1,0 МОм
C	Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
С	Электrolитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

Тональный диапазон определяется емкостью конденсатора С1, которая может подбираться в широком диапазоне. Необходимые значения между 0,022 и 1 мкФ могут быть определены экспериментально.

Принципиальная схема электронного органа представлена на рис. 8.15, перечень элементов приведен в табл. 8.15.

Устройство может питаться от пальчиковых батареек или аккумулятора/батарейки на 9 В. Чтобы подключить небольшие громкоговорители, используются мощные выходные каскады, как предложено в других схемах. Каждая нота настраивается соответствующим подстроечным резистором.

Ток потребления схемы – всего несколько миллиампер, что обеспечивает продолжительный срок службы батареек.

ПРОЕКТ 121. ЭЛЕКТРОННЫЙ ОРГАН С ВИБРАТО (П, Э)

В этом устройстве к электронному органу добавлен низкочастотный модулирующий генератор (схема 120), который производит эффект вибрато, то есть модулирует в небольших пределах частоту генерируемых нот. Частота модулирующего генератора управляется потенциометром R1. Глубина модуляции, то есть девиация частоты, управляется потенциометром R4.

Как и в схеме 120, ноты извлекаются касанием клавиш щупом. На выходе схемы – пьезодинамик, но, если вы хотите получить более высокий уровень громкости звука, можно применить выходной каскад на транзисторах, работающий на громкоговоритель аналогично тому, как это делается во многих других устройствах, описанных в данной книге.

Электронный орган питается от четырех пальчиковых батареек или аккумулятора, ток потребления невелик: от 0,5 мА, когда звук выключен, и до 5 мА, когда включен.

Принципиальная схема электронного органа с вибратором показана на рис. 8.16, перечень элементов приведен в табл. 8.16.

Клавиатура аналогична клавиатуре проекта 120. Некоторое изменение эффекта вибратора может быть получено посредством регулировки номиналов конденсаторов C1 и C2. Если вы хотите получить больше семи нот, примените подстроечные резисторы на 470 кОм или 1 МОм.

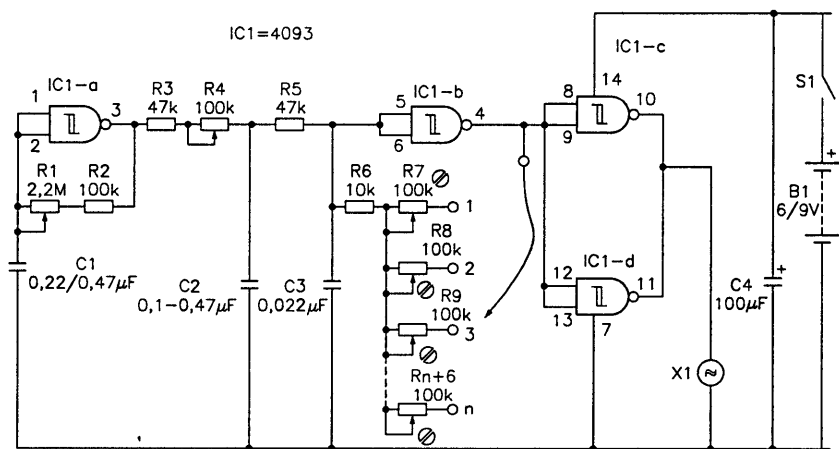


Рис. 8.16. Электронный орган с вибратором

Таблица 8.16. Перечень элементов электронного органа с вибратором

Интегральная схема КМОП 4093
Пьезодинамик
Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
Четыре пальчиковых батарейки или аккумулятор (6 или 9 В)
Датчик (см. в тексте)
Потенциометр или подстроечный резистор, 2,2 МОм
Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
Потенциометр или подстроечный резистор, 100 кОм
Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
Переменные резисторы, 100 кОм
Керамический или пленочный конденсатор, 0,22 или 0,47 мкФ
Керамический или пленочный конденсатор, 0,1–0,47 мкФ
Керамический или пленочный конденсатор, 0,022 мкФ
Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

ПРОЕКТ 122. УСТРОЙСТВО, ВКЛЮЧАЮЩЕЕ СВЕТОДИОД ЗВУКОВЫМ СИГНАЛОМ (Э)

Любой звук, принятый микрофоном, будет вызывать вспышку выходного светодиода. Схему можно изменить, чтобы подключить реле и управлять внешней нагрузкой от звукового источника.

Чувствительность управляется потенциометром R1. Можно применить небольшие электродинамические микрофоны с полным сопротивлением в диапазоне от 4 до 200 Ом. Допустимо использовать небольшой громкоговоритель в качестве чувствительного микрофона. Сопротивление цепи микрофона может быть увеличено, если включить небольшой трансформатор или дополнительные транзисторные каскады. Схема применяется для обнаружения звуковых колебаний или механических ударов. В последнем случае преобразователем-датчиком может быть громкоговоритель.

Схема питается от пальчиковых батареек или от аккумулятора, ток потребления невелик, когда светодиод выключен.

Микросхема IC1 – операционный усилитель на *полевых транзисторах* (JFET – junction field-effect transistor), который управляет ИС 4093. Логические элементы ИС 4093 использованы в качестве инвертора (IC1-a) и буферного каскада (IC1-b, -c и -d). Чтобы подключить реле, следует применить выходной каскад на транзисторах, как описано в некоторых предыдущих проектах в этой книге.

Принципиальная схема устройства, включающего светодиод звуковым сигналом, показана на рис. 8.17, перечень элементов приведен в табл. 8.17.

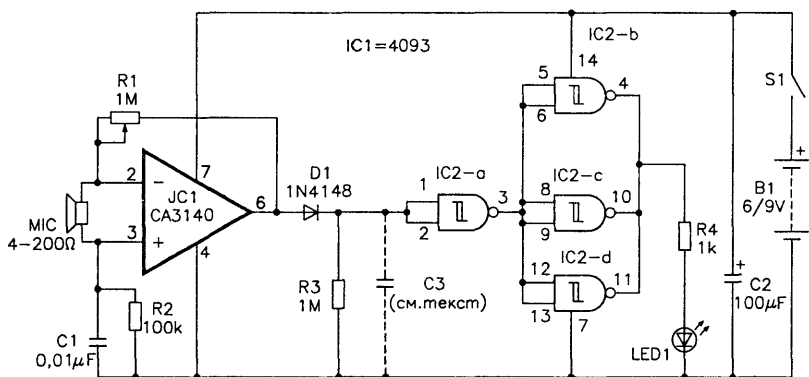


Рис. 8.17. Устройство, включающее светодиод звуковым сигналом

Таблица 8.17. Перечень элементов устройства, включающего светодиод звуковым сигналом

Обозначение	Описание
IC1	Операционный усилитель КМОП CA3140
IC2	Интегральная схема КМОП 4093
LED1	Красный светодиод
D1	Кремниевый диод общего назначения, 1N4148
MC	Электродинамический микрофон или маленький громкоговоритель (см. в тексте), 4–200 Ом
S1	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
B1	Четыре пальчиковых батарейки или аккумулятор (6 или 9 В)
R1	Потенциометр, 1,0 МОм
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 1,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 1,0 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,01 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 12 В

При монтаже особое внимание следует уделять полярным компонентам (диоду, светодиоду и электролитическому конденсатору).

Конденсатор С3 добавляет инерционность схеме. При больших значениях емкости (от 1 до 10 мкФ) любой короткий звук включает светодиод на период времени от нескольких секунд до нескольких минут. Обычно конденсатор С3 (показан пунктиром) ставится, если вы хотите изменить схему для подключения реле.

Конденсатор С1 управляет частотной характеристикой устройства. Потенциометр R1 регулирует усиление и, следовательно, чувствительность схемы. Микрофон можно поместить на некотором расстоянии от устройства, для подключения применимы обычные провода.

ПРОЕКТ 123. ПРОСТОЙ ШКАЛЬНЫЙ ИНДИКАТОР (Э)

Эта схема управляет четырьмя светодиодами, которые включаются в зависимости от величины поданного аналогового напряжения. Она используется для получения визуальной индикации мгновенной мощности аудиоусилителя.

Можно расширить схему, используя две микросхемы. Это позволит непрерывно отслеживать аудиовыходы двух каналов стереосистемы и, в частности, должным образом установить баланс выходов.

Трансформатор Т1, расположенный на входе, изолирует схему от усилителя, обеспечивая необходимые меры безопасности от коротких замыканий и поражения электрическим током.

Схема используется с усилителями мощностью от 0,1 до 100 Вт. R_x выбирается в соответствии с выходной мощностью усилителя. Значения R_x для разных уровней мощности даны в табл. 8.18.

Таблица 8.18. Зависимость R_x от выходной мощности усилителя

Выходная мощность усилителя, Вт	R_x
0,1–1	–
1–5	10 Ом, 0,5 Вт
5–20	22 Ом, 1 Вт
20–50	47 Ом, 1 Вт
50–100	100 Ом, 1 Вт

Резисторы R3, R4, R5 и потенциометр R6 определяют динамический диапазон работы схемы. Можно менять номиналы этих компонентов в соответствии с желаемой шкалой работы светодиодов – логарифмической или другой.

Потенциометр R1 регулирует чувствительность устройства.

Устройство может питаться от источников напряжением от 6 до 12 В. Резисторы R7 – R10 определяют яркость свечения светодиодов.

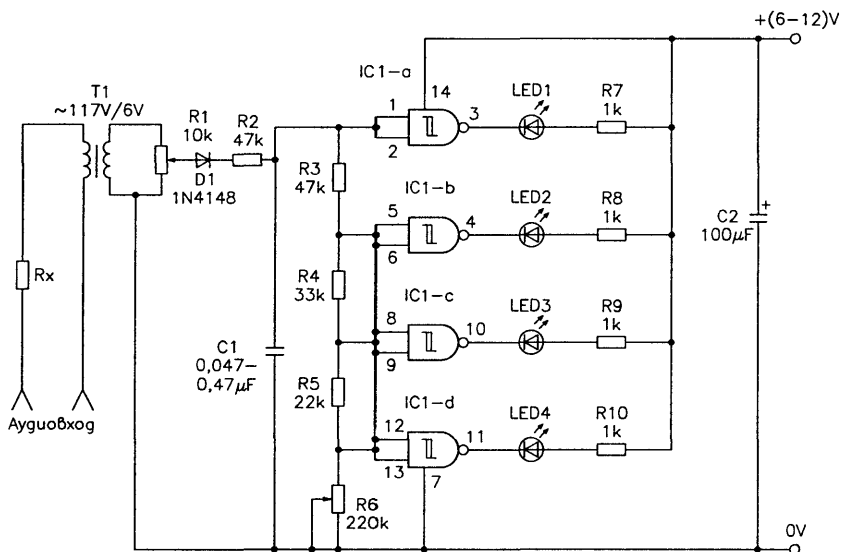


Рис. 8.18. Простой шкальный индикатор.
Сопротивление R_x зависит от выходной мощности усилителя

Значения резисторов могут изменяться в соответствии с напряжением источника питания.

Принципиальная схема устройства приведена на рис. 8.18, перечень элементов – в табл. 8.19.

Таблица 8.19. Перечень элементов простого шкального индикатора

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
D1	Кремниевый диод общего назначения, 1N4148
LED1 – LED4	Красные светодиоды
Т1	Трансформатор: первичная обмотка на 117 В переменного тока; вторичная обмотка на 5–12 В, 150–500 мА
Rx	Резистор, выбирается в соответствии с выходной мощностью усилителя (см. табл. 8.18)
R1	Потенциометр, 10 кОм
R2	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 33 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Резистор, 22 кОм, 0,25 Вт, 5%
R6	Потенциометр или подстроечный резистор, 220 кОм
R7 – R10	Резисторы, 1,0 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический или пленочный конденсатор, 0,047–0,47 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Аудисигналы поступают с выхода усилителя, используемого для подключения громкоговорителя. В этой схеме можно применять небольшие сетевые понижающие трансформаторы с первичной обмоткой на 117 В переменного тока, вторичной обмоткой от 5 до 12,6 В, с током 100–500 мА.

Во время сборки устройства будьте внимательны при монтаже полярных компонентов (светодиодов, диода и электролитического конденсатора).

Потенциометр R1 регулирует чувствительность, R6 – пороговую величину (то есть уровень напряжения, при котором включается первый светодиод).

Отклик на низкие частоты определяется емкостью конденсатора C1. Номинал его можно выбирать в диапазоне, указанном на схеме, для достижения лучшего качества функционирования.

Для контроля работы стереосистемы используют два устройства. Каждое из них должно соединяться с соответствующим стереоканалом усилителя.

ПРОЕКТ 124. АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ (Э, П)

Эта схема управляет нагрузкой, включая и выключая ее автоматически с предустановленной частотой. Устройство можно применить для управления (включения и выключения) сигнальными и декоративными лампами, сиренами, электродвигателями, бытовыми электроприборами и т.п.

Интервалы включения и выключения могут быть отрегулированы от нескольких секунд до нескольких минут (в соответствии с назначением управляемого устройства) посредством изменения емкости конденсатора С1. При значениях емкости между 0,22 и 0,47 мкФ интервалы составят от долей секунды до нескольких секунд. Используя конденсатор емкостью 100 мкФ, получим интервалы в диапазоне от 1 до 8 мин.

Ток, потребляемый нагрузкой, ограничен контактами реле. Для управления нагрузкой мощностью до 100 Вт, можно применить мини-реле с обмоткой, рассчитанной на 12 В при токе контактов 1 А. Можно также использовать в данной схеме реле на напряжение 6 В. Это позволит снизить напряжение источника питания.

Устройство может питаться от аккумулятора/батарейки или сетевого источника. Потребляемый ток в основном определяется реле.

Принципиальная схема автоматического выключателя общего назначения представлена на рис. 8.19, перечень элементов приведен в табл. 8.20.

Схему можно изменить для применения реле различных типов.

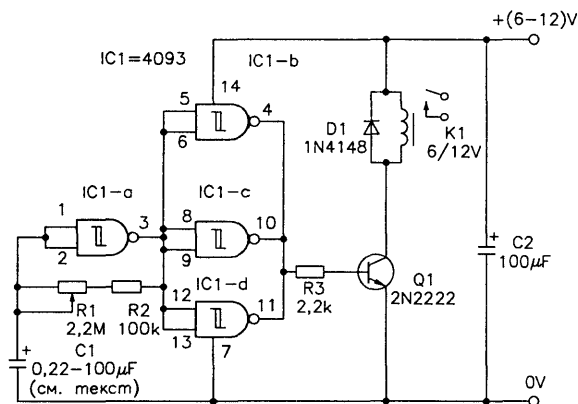


Рис. 8.19. Автоматический выключатель общего назначения

Таблица 8.20. Перечень элементов автоматического выключателя общего назначения

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
Q1	Кремниевый п-р-п транзистор общего назначения, 2N2222
D1	Кремниевый диод общего назначения, 1N4148
K1	Реле на 6 или 12 В (см. в тексте)
R1	Потенциометр, 2,2 МОм
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 2,2 кОм 0,25 Вт, 5%
C1	Керамический, пленочный или электролитический конденсатор (см. в тексте), 0,22–100 мкФ
C2	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

ПРОЕКТ 125. УСТРОЙСТВО СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ, СРАБАТЫВАЮЩЕЕ НА ТЕМНОТУ (П)

Можно применить эту схему для автоматического включения сигнальной лампы в сумерках и выключения ее на рассвете, как описано в варианте на светодиодах (см. проект 101).

В этой схеме в качестве датчика используется фототранзистор. По принципу работы схема аналогична схеме проекта 101, их различие – в наличии низкочастотного генератора и преобразователя.

Потенциометр R1 регулирует включающий уровень света, потенциометр R2 определяет частоту световых импульсов.

Лампой (или несколькими лампами) можно управлять посредством реле. Допустимо также использовать схему для управления другой нагрузкой – электроприборами, электродвигателями, соленоидами и т.п. Частота может изменяться подбором емкости конденсатора C1 (см. проект 124 для дополнительной информации).

Принципиальная схема устройства световой сигнализации, срабатывающего на темноту, показана на рис. 8.20, перечень элементов приведен в табл. 8.21.

Схему можно модифицировать под конкретное реле, имеющееся в вашем распоряжении. Выбор реле зависит от управляемой нагрузки. Мини-реле на 12 В с током контактов 1 А можно использовать для управления небольшими электроприборами и лампами до 100 Вт.

В устройстве применимы практически любые фототранзисторы. Даже обычный мощный транзистор, такой как 2N3055, без колпачка, может работать как чувствительный фототранзистор.

Емкость конденсатора C1 определяет частоту включения и выключения. (См. проект 124 для получения дополнительной информации.)

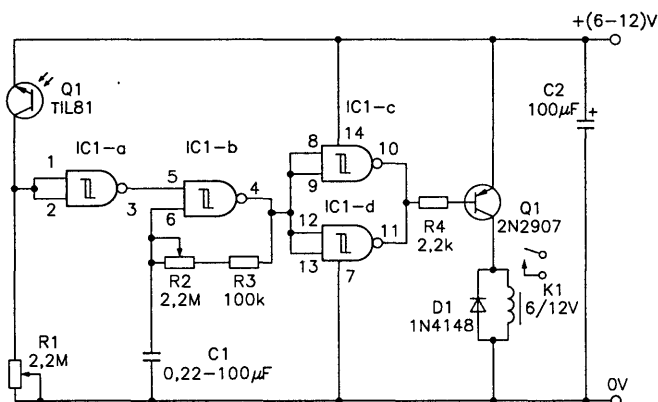


Рис. 8.20. Устройство световой сигнализации, срабатывающее на темноту

Таблица 8.21. Перечень элементов устройства световой сигнализации, срабатывающего на темноту

Обозначение	
Интегральная схема КМОП 4093	IC1
Фототранзистор, TIL81 или эквивалентный	Q1
Кремниевый диод общего назначения, 1N4148	D1
Кремниевый р-п-р транзистор общего назначения, 2N2907	Q1
Реле на 6 или 12 В (см. в тексте)	K1
Потенциометры, 2,2 МОм	R1, R2
Резистор, 100 МОм, 0,25 Вт, 5%	R3
Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%	R4
Керамический, пленочный, или электролитический конденсатор (см. в тексте), 0,22–100 мкФ	C1
Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В	C2

ПРОЕКТ 126. СЕНСОРНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ I (Э)

С помощью этой экспериментальной схемы можно управлять небольшими электроприборами, лампами и электродвигателями простым касанием. Нагрузка включена, только пока прикасаешься к датчику. Датчик – небольшая пластина, ее нельзя размещать вдали от схемы.

Устройство может питаться напряжением 6 или 12 В в зависимости от используемого реле. Не применяйте бестрансформаторные источники питания – это может привести к поражению электрическим током. Чувствительность увеличивается подключением точки X к «земле».

Если у схемы бывают сбои в работе из-за наводок на датчик или соединительный провод, следует использовать конденсатор Сх.

Принципиальная схема сенсорного переключателя показана на рис. 8.21, перечень элементов приведен в табл. 8.22.

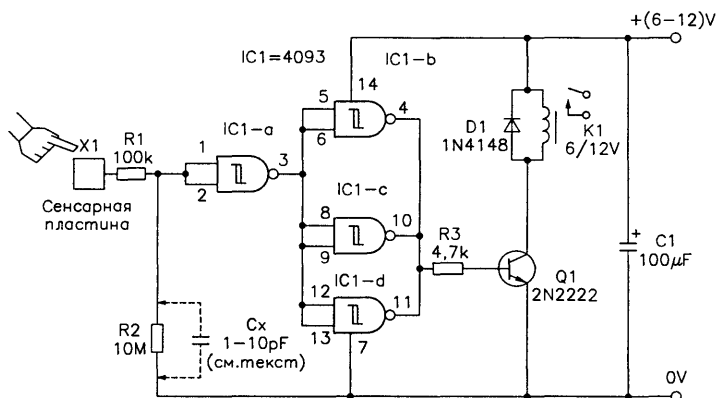


Рис. 8.21. Сенсорный переключатель I

Таблица 8.22. Перечень элементов сенсорного переключателя I

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
X1	Тактильный датчик (см. в тексте)
Q1	Кремниевый п-р-п транзистор общего назначения, 2N2222
D1	Кремниевый диод общего назначения, 1N4148
K1	Реле на 6 или 12 В (см. в тексте)
R1	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 10,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
Cx	См. в тексте и на схеме
C1	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Сенсор – металлическая квадратная пластинка, размером 5×5 см. Он соединяется со схемой обычным проводом длиной 10–25 см. Чувствительность можно настраивать, изменяя сопротивление резистора R2. Значения подбираются экспериментально в пределах от 2,3 до 10 МОм.

ПРОЕКТ 127. СЕНСОРНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ II (Э)

Эта схема позволяет управлять нагрузкой с током до 3 А (9–12 В) касанием металлической пластины. Схема используется для управления

малыми электродвигателями постоянного тока, соленоидами, лампами и другими небольшими электроприборами постоянного тока.

Схема является вариантом схемы проекта 126, где реле заменено тиристором. Схема может питаться напряжением 9–12 В. Так как на тиристоре в открытом состоянии падает напряжение 2 В, то на нагрузке напряжение на 2 В меньше напряжения питания.

Диод D1 используется только с индуктивной нагрузкой, например с электродвигателями и соленоидами. Резистор R1 определяет чувствительность, его номинал может выбираться в диапазоне от 2,2 до 10 МОм. Можно заменить этот резистор потенциометром на 10 МОм для оперативной регулировки чувствительности.

Принципиальная схема сенсорного переключателя II показана на рис. 8.22, перечень элементов приведен в табл. 8.23.

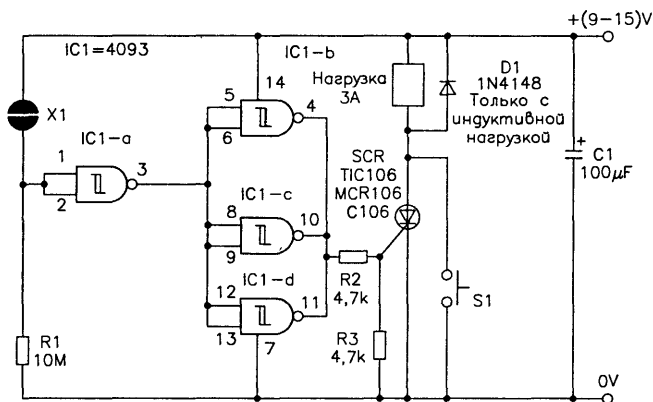


Рис. 8.22. Сенсорный переключатель II

Таблица 8.23. Перечень элементов сенсорного переключателя II

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
SCR	Тиристор, TIC106, C106, MCR106 или эквивалентный
D1	Кремниевый диод общего назначения, 1N4148
X1	Тактильный датчик (см. в тексте)
R1	Резистор, 10,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
R2, R3	Резисторы, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
S1	Кнопка с нормально разомкнутыми контактами
C1	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Сенсор переключателя изготавливается из двух металлических пластинок, к которым необходимо одновременно прикоснуться пальцами. Значения сопротивления резистора R1 выбираются в зависимости от длины соединительных проводов до сенсорного переключателя. С длинными проводами значение сопротивления не следует брать слишком большим, чтобы уменьшить влияние наводок, которые могут вызвать ошибки в работе схемы.

Тиристор должен быть укреплен на радиаторе. Помните, что это самоблокирующаяся схема (с памятью). Касание датчика включает нагрузку, и она остается включенной до тех пор, пока вы не нажмете S1, чтобы выключить схему.

ПРОЕКТ 128. СЕНСОРНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ III (Э)

Эта схема может управлять нагрузкой до 2 А без применения реле. Схему можно использовать для управления небольшими электродвигателями постоянного тока, лампами, соленоидами и нагревателями.

В этой схеме реле заменено мощным составным транзистором (пара Дарлингтона). Устройство может питаться от источника напряжением 6–12 В. Ток потребления зависит от нагрузки.

Принципиальная схема сенсорного переключателя III показана на рис. 8.23, перечень элементов приведен в табл. 8.24.

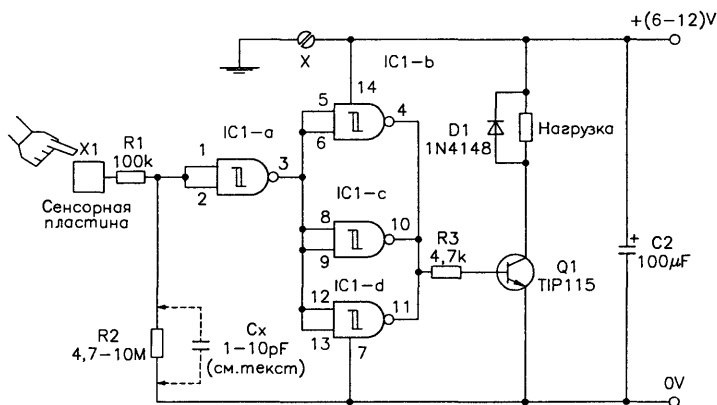


Рис. 8.23. Сенсорный переключатель III

Транзистор должен быть установлен на радиаторе. Заметим, что это не самоблокирующаяся схема (без памяти). Нагрузка включается только на время касания пластинки сенсора.

Таблица 8.24. Перечень элементов сенсорного переключателя III

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
R1	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 4,7 МОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
Q1	Мощный составной п–р–п транзистор, TIP115
D1	Кремниевый диод общего назначения, 1N4148
X1	Тактильный датчик (см. в тексте)
R1	Резистор (см. в тексте), 4,7–10,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Можно заменить биполярный транзистор мощным полевым, чтобы увеличить возможности схемы. При монтаже должна строго соблюдаться правильная ориентация выводов нагрузки, если это электродвигатель или другие полярные приборы.

ПРОЕКТ 129. ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ С ОПТРОННОЙ РАЗВЯЗКОЙ (П, Э)

Используя эту схему, можно управлять бытовыми электроприборами, электродвигателями, лампами, нагревателями и некоторыми другими устройствами переменного или постоянного тока через компьютер или иное цифровое устройство. Оптрон изолирует нагрузку от схемы управления, обеспечивая высокий уровень безопасности пользователя.

Схема может управлять нагрузкой, потребляющей ток до 1 А, посредством мини-реле. При большей мощности нагрузки следует использовать реле на ток коммутации 10 А.

Нагрузка включается подачей высокого логического уровня на вход, резистор R_x используется для ограничения тока через светодиод в соответствии с цифровым выходным сигналом. В таблице на схеме показана зависимость значений R_x от коммутирующего напряжения (V_{cc}). Устройство может питаться напряжением 6–12 В в зависимости от используемого реле.

Принципиальная схема переключателя с оптронной развязкой показана на рис. 8.24, перечень элементов приведен в табл. 8.25.

Схему можно собрать на беспаячных или печатных платах. Разводка зависит от используемого реле, размера и формы других компонентов. При монтаже следует быть внимательными к подключению входных проводов.

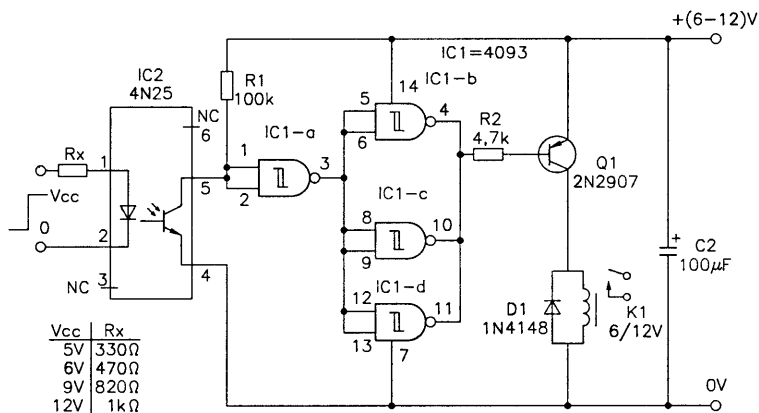


Рис. 8.24. Переключатель с оптронной развязкой

Таблица 8.25. Перечень элементов переключателя с оптронной развязкой

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
IC2	Оптрон, 4N25 или эквивалентный
D1	Кремниевый диод общего назначения, 1N4148
Q1	Кремниевый р-п-р транзистор общего назначения, 2N2907
K1	Реле на 6 или 12 В (см. в тексте)
Rx	См. в тексте
R1	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

ПРОЕКТ 130. УСТРОЙСТВО СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С ДВУМЯ ЛАМПАМИ (П)

В этой схеме применены две лампы, которые вспыхивают попеременно с частотой, определяемой потенциометром R1. Схема работает таким образом, что лампа 1 (L1) выключена, когда лампа 2 (L2) включена, и наоборот.

Заметим, что это полуволновая схема, поэтому лампы будут светиться в половину номинальной мощности. Этот фактор должен учитываться при использовании схемы для систем предупреждения, декоративной иллюминации и т.п.

Частотный диапазон изменяется подбором емкости конденсатора C2. Значения могут меняться от 0,22 до 10 мкФ. С помощью этой схемы легко управлять двумя лампами по 200 Вт. Тиристоры должны быть укреплены на радиаторах.

Принципиальная схема устройства световой сигнализации переменного тока с двумя лампами показана на рис. 8.25, перечень элементов приведен в табл. 8.26.

При обращении с линиями высокого напряжения следует соблюдать специальные меры предосторожности. Устройство можно поместить

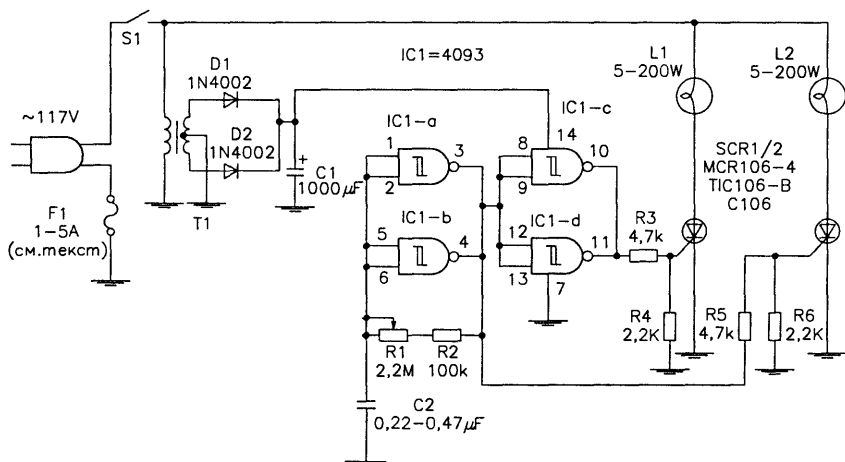


Рис. 8.25. Устройство световой сигнализации переменного тока с двумя лампами

Таблица 8.26. Перечень элементов устройства световой сигнализации переменного тока с двумя лампами

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
SCR1, SCR2	Тиристоры, TIC106, MCR106, C106 или эквивалентные, с пиковым обратным напряжением 200 В
D1, D2	Кремниевые диоды, 1N4002 или эквивалентные (50 В, 1 А)
T1	Трансформатор: первичная обмотка на 117 В переменного тока; вторичная обмотка на 6,3 В, 300 мА (см. в тексте)
F1	Предохранитель (номинал зависит от типа лампы), 1–5 А
S1	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
L1, L2	Лампы накаливания, 5–200 Вт, 117 В
R1	Потенциометр, 2,2 МОм
R2	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3, R5	Резисторы, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4, R6	Резисторы, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 1000 мкФ, 25 В
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,22/0,47 мкФ

в пластмассовый корпус, чтобы линии высокого напряжения были полностью изолированы.

Следует быть внимательным при монтаже полярных компонентов (диодов, электролитических конденсаторов и тиристоров). В этой схеме могут быть использованы тиристоры с *пиковым обратным напряжением* (PIV – peak inverse voltage) не менее 200 В.

Предохранитель выбирается в зависимости от используемых ламп. Предохранитель на ток 1 А применяется с лампами 5–40 Вт, 2 А – с лампами 60–100 Вт, предохранитель на 5 А – с лампами 120–200 Вт.

ПРОЕКТ 131. УСТРОЙСТВО, СОЗДАЮЩЕЕ ЭФФЕКТ МЕРЦАЮЩЕГО ПЛАМЕНИ (П, Э)

Эта схема моделирует пламя костра или свечи, меняя яркость лампы. Схему можно применять в каминах или внутри антикварной масляной лампы, чтобы получить реалистичный эффект их свечения.

Схема может управлять лампами накаливания 5–200 Вт, частота настраивается потенциометром R1.

Принципиальная схема устройства показана на рис. 8.26, перечень элементов приведен в табл. 8.27.

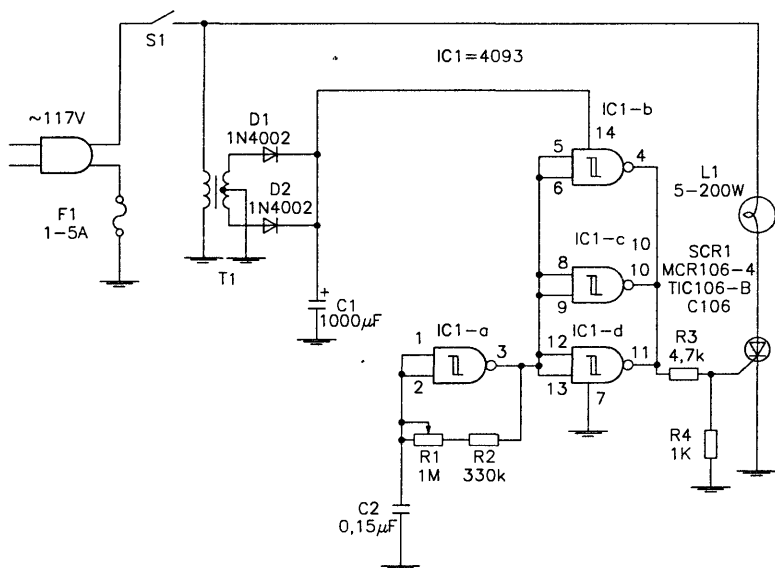


Рис. 8.26. Устройство, создающее эффект мерцающего пламени

Таблица 8.27. Перечень элементов устройства, создающего эффект мерцающего пламени

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
SCR1	Тиристор, TIC106, MCR106, C106 (200 PIV) или эквивалентный
D1, D2	Кремниевый выпрямительный диод, 1N4002
T1	Трансформатор: первичная обмотка 117 В переменного тока; вторичная обмотка на 6,3 В, 300 мА
F1	Предохранитель, 5 А, с держателем
S1	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
R1	Потенциометр, 1,0 МОм
R2	Резистор, 330 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 1,0 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 1000 мкФ, 25 В
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,15 мкФ
L1	Лампа накаливания (117 В переменного тока), 5–200 Вт

Тиристор должен быть смонтирован на радиаторе. При монтаже должно строго соблюдаться правильное расположение выводов полупроводниковых компонентов.

ПРОЕКТ 132. УСТРОЙСТВО ВКЛЮЧЕНИЯ ЛАМПЫ, СРАБАТЫВАЮЩЕЕ НА ТЕМНОТУ (П)

Можно применить эту схему для включения осветительной лампы накаливания, когда становится темно, и выключения ее на свету.

В этой схеме реле заменено тиристором, можно подключать лампы мощностью до 200 Вт. Заметим, что тиристор – полуволновой прибор, так что лампа накаливания будет светиться в половину ее номинальной яркости.

Схема питается от сети переменного тока. Чувствительность настраивается потенциометром R1. Датчик (фоторезистор LDR) должен быть размещен как можно дальше от управляемой лампы, чтобы предотвратить обратную связь, и воспринимать только дневной свет.

В схеме могут быть использованы любые малогабаритные мало-мощные понижающие трансформаторы на ток вторичной обмотки 100–500 мА. Выбор светодиода для индикации питающего напряжения – на ваше усмотрение.

Принципиальная схема устройства показана на рис. 8.27, перечень элементов приведен в табл. 8.28.

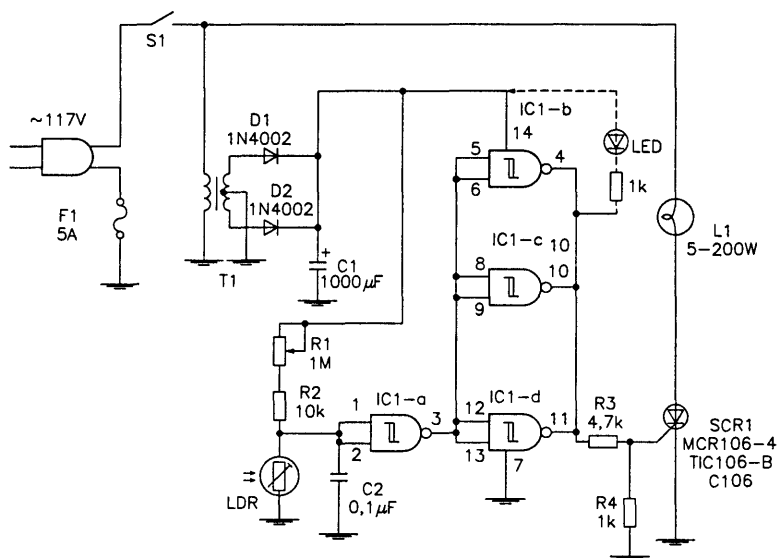


Рис. 8.27. Устройство включения лампы, срабатывающее на темноту

Таблица 8.28. Перечень элементов устройства включения лампы, срабатывающего на темноту

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
SCR1	Тиристор, TIC106, MCR106, C106 или эквивалентный
D1, D2	Кремниевые выпрямительные диоды, 1N4002 или эквивалентные
LDR	Фоторезистор
S1	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
F1	Предохранитель, 5 А, и держатель
T1	Трансформатор: первичная обмотка на 117 В переменного тока; вторичная обмотка на 6,3 В, 300 мА
L1	Лампа накаливания, 5–200 Вт, 117 В
R1	Потенциометр, 1,0 МОм
R2	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 1,0 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 1000 мкФ, 25 В
C2	Керамический или пленочный конденсатор, 0,1 мкФ

В этой схеме используется тиристор с пиковым обратным напряжением (PIV) 200 В. Этот тиристор должен быть укреплен на радиаторе. Будьте осторожны с линиями высокого напряжения – используйте

подходящие провода и избегайте любого контакта этих проводников с внешними частями прибора.

Устройство целесообразно разместить в пластмассовом корпусе. Фоторезистор LDR удаляется на некоторое расстояние от лампы, чтобы принимать только окружающий свет. Для настройки включения лампы в сумерках необходимо отрегулировать уровень чувствительности с помощью потенциометра R1.

Значения конденсатора C1 можно менять, чтобы получить повышенную устойчивость устройства к вспышкам молнии во время грозы.

ПРОЕКТ 133. МОЩНЫЙ ТРИГГЕР С ГЕРКОНАМИ (П)

Устройство может управлять нагрузкой большой мощности, включая и отключая ее от сети переменного тока с помощью магнитных выключателей (герконов) с низким рабочим током. Схема применяется как часть системы аварийной сигнализации, в автоматических механизмах и может входить в состав более сложных устройств.

Когда датчик X1 срабатывает, триггер, образованный вентилями IC1-a и -b, переключается и тиристор включается. Лампа остается включенной до тех пор, пока триггер не переключится от второго датчика X2.

Схема – однополупериодная (полуволновая), поскольку используется тиристор, но ее можно легко модифицировать, применив мостовые выпрямители на входе сети переменного тока.

Силовой тиристор с пиковым обратным напряжением (PIV) 200 В должен быть смонтирован на радиаторе. Нагрузкой могут быть лампы или нагреватели (резистивная нагрузка) мощностью 5–200 Вт.

Принципиальная схема мощного триггера с герконами показана на рис. 8.28, перечень элементов приведен в табл. 8.29.

Будьте аккуратны с проводами к датчику – они не изолированы от сети переменного тока.

При монтаже особое внимание уделите установке полярных компонентов (диодов, электролитических конденсаторов, тиристора).

Возможность ошибок в работе схемы в случае наводок на длинные провода к датчикам устраняется уменьшением номиналов потенциометра R1 и резистора R2. Допустимо уменьшать их номиналы до 10 кОм.

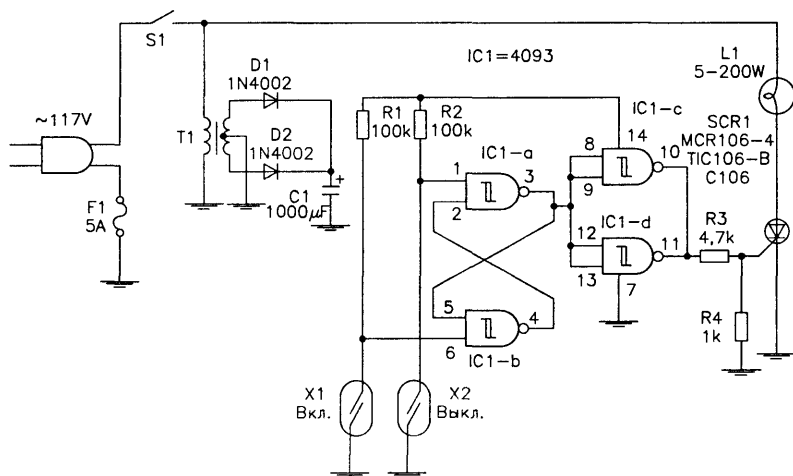


Рис. 8.28. Мощный триггер с герконами

Таблица 8.29. Перечень элементов мощного триггера с герконами

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
SCR	Тиристор, TIC106, C106, MCR106 или эквивалентный на 200 В
D1, D2	Кремниевые выпрямительные диоды, 1N4002 или эквивалентные
X1, X2	Герконы
L1	Лампа накаливания, 5–200 Вт, 117 В
F1	Предохранитель, 5 А, и держатель
S1	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
T1	Трансформатор: первичная обмотка на 117 В переменного тока; вторичная обмотка на 6,3 В, 300–500 мА
R1, R2	Резисторы, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 1,0 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 1000 мкФ, 25 В

ПРОЕКТ 134. УСТРОЙСТВО СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С ЛАМПОЙ НАКАЛИВАНИЯ (П)

Эту схему можно использовать для визуальной сигнализации или в коммерческой рекламе. Устройство обеспечивает мигание лампы накаливания переменного тока.

Продолжительность вспышки определяется номиналами конденсатора C2 и резистора R3, частоту мигания настраивают потенциометром R1 или путем изменения емкости конденсатора C1. Значения от 100 до 1000 мкФ могут быть подобраны экспериментально в соответствии с назначением устройства.

Схема состоит из генератора с настраиваемым значением рабочего цикла, который управляет тиристором. В качестве нагрузки тиристора используется обычная лампа накаливания мощностью от 5 до 200 Вт. Помните, что тиристоры – полуволновые (однополупериодные) приборы, поэтому подключенная нагрузка получает половину сетевого напряжения.

Принципиальная схема устройства световой сигнализации переменного тока с лампой накаливания показана на рис. 8.29, перечень элементов приведен в табл. 8.30.

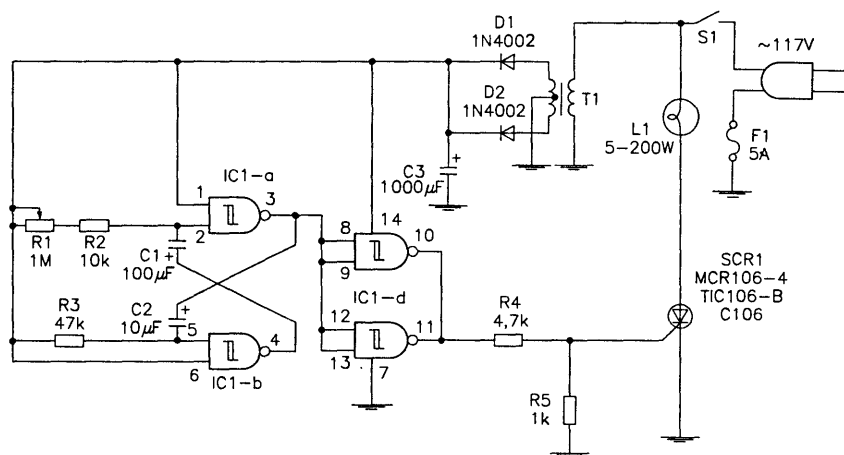


Рис. 8.29. Устройство световой сигнализации переменного тока с лампой накаливания

Тиристор должен быть укреплен на радиаторе. Для схемы питания можно использовать небольшой трансформатор с вторичной обмоткой на ток от 300 до 500 мА.

Для получения двухполуволнового варианта необходимо использовать тиристор в мостовой схеме (с диодами на 200 В, 4 А). Частота мигания регулируется потенциометром R1.

Таблица 8.30. Перечень элементов устройства световой сигнализации переменного тока с лампой накаливания

Обозначение	Описание
IC1	Интегральная схема КМОП 4093
SCR	Тиристор, TIC106, MCR106, C106 или эквивалентный на 200 В
D1, D2	Кремниевые выпрямительные диоды, 1N4002 или эквивалентные
T1	Трансформатор: первичная обмотка на 117 В переменного тока; вторичная обмотка на 6,3 В, 300–500 мА
F1	Предохранитель, 5 А, и держатель
S1	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
R1	Потенциометр, 1,0 МОм
R2	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Резистор, 1,0 кОм, 0,25 Вт, 5%
C1	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В
C2	Электролитический конденсатор, 10 мкФ, 16 В
C3	Электролитический конденсатор, 1000 мкФ, 16 В
L1	Лампа накаливания, 5–200 Вт, 117 В

ПРОЕКТ 135. ДВУХПОЛУПЕРИОДНЫЙ СЕНСОРНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ДЛЯ НАГРУЗКИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА (П)

Нагрузкой переменного тока мощностью до 800 Вт можно управлять посредством касания сенсора в этом устройстве. Схема полностью изолирована от сети переменного тока, поэтому нет опасности поражения электрическим током.

Микроамперы постоянного тока, проходящие через ваш палец, могут управлять нагрузкой большой мощности, такой, например, как бытовые электроприборы, электродвигатели и нагреватели мощностью до 800 Вт.

Схема состоит из триггера, управляемого прикосновением, который, в свою очередь, воздействует на симистор через *однопереходный транзистор* (UJT – unijunction transistor) и изолирующий трансформатор. Симистор TIC226-B, обеспечивает управление нагрузкой до 800 Вт (8 А, 117 В) и должен быть установлен на радиаторе.

Провода к тактильному датчику могут быть любой длины, допустимо помещать датчик на некотором расстоянии от схемы. Так как линия управления работает с низким напряжением и слабым уровнем тока, нет нужды принимать специальные меры предосторожности.

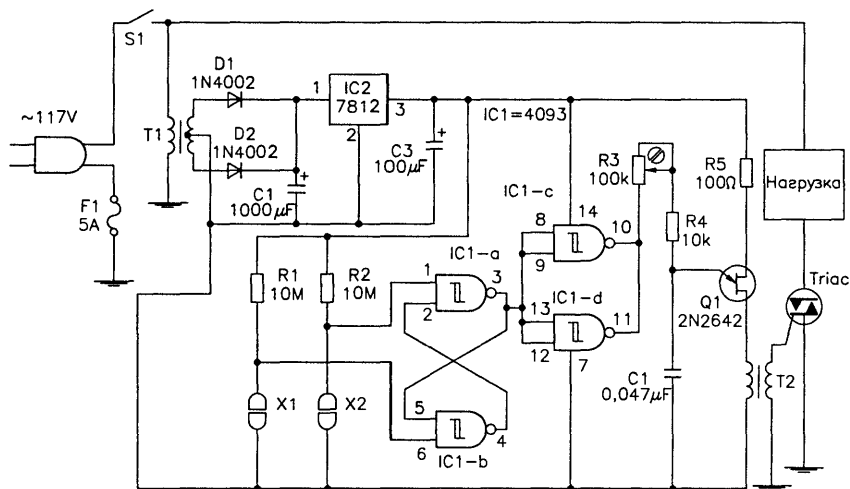


Рис. 8.30. Двухполупериодный сенсорный переключатель для нагрузки переменного тока

Таблица 8.31. Перечень элементов двухполупериодного сенсорного переключателя для нагрузки переменного тока

	Описание
1	Интегральная схема КМОП 4093
2	Стабилизатор напряжения, ИС 7812
3	Триак, TIC226-B, Texas Instruments
4	Однопереходный транзистор, 2N2646
5	Кремниевый выпрямительный диод, 1N4002 или эквивалентный
6	Однополюсный выключатель – тумблер или движковый переключатель
7	Сенсорные переключатели (см. в тексте)
8	Предохранитель, 10 А, и держатель
9	Трансформатор: первичная обмотка на 117 В переменного тока; вторичная обмотка на 12,6 В, 300–500 мА
10	Импульсный трансформатор, 1:1
11	Резисторы, 10,0 МОм, 0,25 Вт, 5%
12	Подстроечный резистор, 100 кОм
13	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
14	Резистор, 100 Ом, 0,25 Вт, 5%
15	Электролитический конденсатор, 1000 мкФ, 25 В
16	Керамический или пленочный конденсатор, 0,047 мкФ
17	Электролитический конденсатор, 100 мкФ, 16 В

Принципиальная схема двухполупериодного сенсорного переключателя для нагрузки переменного тока представлена на рис. 8.30, перечень элементов приведен в табл. 8.31.

Убедитесь, что сеть переменного тока высокого напряжения не соединяется с платой и что используются подходящие провода. Симистор должен быть установлен на большом радиаторе.

Трансформатор T2 – типовой импульсный трансформатор (1:1) для управления тиристорами и симисторами. X1 и X2 – тактильные датчики, сделанные из двух небольших металлических пластин таким образом, чтобы можно было одновременно прикоснуться пальцем к обоим. Резистор R3 обеспечивает настройку характеристик переключения симистора.

Ньютон С. Брага
135 радиолюбительских устройств
на одной микросхеме

Главный редактор *Захаров И. М.*

`editor-in-chief@dmkpress.ru`

Перевод *Безяев П. Г.*

Научный редактор *Корзинкин В. С.*

Выпускающий редактор *Тульсанова Е. А.*

Верстка *Трубачев М. П.*

Графика *Салимонов Р. В.*

Дизайн обложки *Харевская И. А.*

Подписано в печать 17.04.2007 г. Формат 60х88/16.

Гарнитура «Петербург». Печать офсетная.

Усл. печ. л. 15,19. Тираж 1000 экз. Зак. № К-7190.

Web-сайт издательства: www.dmk-press.ru

Internet-магазин: www.aliants-kniga.ru