

Рудольф Ф. Граф и Вильям Шиите
Энциклопедия электронных схем
Том 6. Часть II. Книга 5

Rudolf F. Graf & William Sheets

**ENCYCLOPEDIA OF
ELECTRONIC CIRCUITS
VOLUME 6**

McGraw-Hill

A Division of The McGraw-Hill Companies



New York • San Francisco • Washington, D.C. • Auckland • Bogota • Caracas • Lisbon • London
Madrid • Mexico City • Milan • Montreal • New Delhi • San Juan • Singapore • Sydney • Tokyo • Toronto

В помощь радиолюбителю

Рудольф Ф. Граф и Вильям Шиитс

**ЭНЦИКЛОПЕДИЯ
ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ
ТОМ 6**

Часть II. Книга 5



Москва, 2008

УДК 621.396.6
ББК 32.844-я92
Г78

Граф Р. Ф., Шиитс В.

Г78 Энциклопедия электронных схем. Том 6. Часть II. Книга 5: Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 296 с.: ил. (В помощь радиолюбителю).

ISBN 5-94074-159-2

Вниманию читателей предлагается русский перевод американского издания «Encyclopedia of Electronic Circuits. Volume 6». В книге собраны принципиальные схемы и краткие описания различных электронных устройств, взятые со- ставителями из фирменной документации и периодических изданий. Основ- ное внимание уделено аналоговым и импульсным схемам.

В русском издании исправлены ошибки и опечатки, присутствующие в ори- гинале. Часть II содержит более 300 схем и статей. В приложениях приведены некоторые справочные данные.

Книга рассчитана на самые широкие читательские круги – от радиолюби- телей до профессиональных разработчиков радиоэлектронных устройств.

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероят- ность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 0-07-011276-2 (англ.)

© Original edition copyright by Rudolf F. Graf and William Sheets. All rights reserved.

ISBN 5-94074-159-2 (рус.)

© Перевод на русский язык, оформление ДМК Пресс, 2008

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие к русскому изданию	14
От редактора	14
<hr/>	
36 Схемы генераторов	15
Генератор звуковой частоты	15
Многофункциональный генератор	18
Простой генератор	21
Прецизионный высокостабильный генератор	21
Широкодиапазонный многофункциональный генератор	22
<hr/>	
37 Схемы игровых устройств	24
Устройство для игры в кости I	24
Устройство для игры в «очко»	25
Устройство для игры в кости II	26
Трехходовый прибор для проверки реакции	28
Прибор для проверки реакции I	29
Устройство для игры в монетку	30
Электронный игровой автомат	30
Игровое устройство «Кто первый?»	31
Прибор для проверки реакции II	32
Аналоговый прибор для проверки реакции	33
Игровое устройство «Колесо фортуны»	34
<hr/>	
38 Схемы индикаторов влажности	35
Индикатор влажности	35
Цифровой индикатор влажности	37
<hr/>	
39 Схемы индикаторов	38
Прибор для определения победителя гонок	38
Индикатор тока	39
Светодиодный индикатор сигнала на микросхеме 555	39
Индикатор уровня сигнала для приемника	40

40	Схемы устройств инфракрасного диапазона	41
	Передачик инфракрасного сигнала с модуляцией	41
	Детектор инфракрасного излучения с сигнализацией	42
	Передачик инфракрасного сигнала для наушников	42
	Устройство дистанционного управления для телевизора	43
	Передачик инфракрасного сигнала для дистанционного управления	44
	Устройство инфракрасной подсветки для приборов ночного видения	45
	Малопотребляющий приемник инфракрасного сигнала для линии связи	45
	Инфракрасный детектор температуры тела	46
	Детектор инфракрасного излучения	47
	Передачик инфракрасного сигнала с импульсной модуляцией	47
	Приемник частотно-модулированного инфракрасного сигнала	48
	Приемник инфракрасного сигнала общего назначения	49
	Приемник инфракрасного сигнала для наушников	49
	Передачик частотно-модулированного инфракрасного сигнала	50
	Приемник одночастотного тонального инфракрасного сигнала	51
	Приемник инфракрасного излучения со звуковой сигнализацией	52

41	Схемы измерительных усилителей	54
	Измерительный усилитель с коэффициентом усиления 100	54
	Измерительный усилитель I	55
	Измерительный усилитель с задаваемым усилением	56
	Дифференциальный измерительный усилитель с регулируемым усилением	56
	Дифференциальный измерительный усилитель	57
	Измерительный усилитель с высоким входным импедансом	58
	Измерительный усилитель переменного сигнала	58
	Малощумящий измерительный усилитель	59
	Малопотребляющий измерительный усилитель	60
	Измерительный усилитель с малым уровнем шума	60
	Измерительный усилитель II	61

42	Схемы интеграторов	62
	Интегратор с компенсацией токов смещения	62
	Простой интегратор	62
	Интегратор переменного сигнала	63

43	Схемы интерфейсов	64
	Интерфейс для таймера и линии переменного тока	64
	Интерфейс для преобразователя сопротивления	64

44	Схемы инверторов	66
	Инвертор и схема запуска на тиристорах	66
	Простой инвертор	68

Инвертор для автомобильного аудиоусилителя	68
Преобразователь положительного постоянного напряжения в отрицательное	69
Мощный инвертор сигнала частотой 10 кГц	69

45 Генераторы и детекторы ионов	71
Генератор отрицательно заряженных ионов I	71
Электроскоп для регистрации ионов	72
Генератор отрицательно заряженных ионов II	72
Детектор ионов	73

46 Схемы с лазерами	74
Формирователь тока управления для лазера	74
Источник питания для гелий-неонового лазера	75
Мишень для лазерного пистолета со звуковой сигнализацией	76
Излучатель на лазерном диоде	77
Детектор инфракрасного излучения лазера	77
Приемник инфракрасного излучения лазера со схемой ФАПЧ	79
Устройство управления лазерным диодом на ОУ	80
Источник питания для лазера	81
Устройство управления двойным лазером на микросхеме	81
Устройство управления импульсным лазером на микросхеме	82

47 Схемы управления световыми сигналами	84
Устройство управления светофором	84
Адаптер тахометра	85
Устройство слежения за положением Солнца	85
Счетчик световых полос	86
Малозумящий датчик освещенности для управления серводвигателем	88
Усилитель сигнала фотодиода	88
Переключаемый светодиодный индикатор	89
Индикатор освещенности	89
Усилитель сигнала фотодиода с однополярным питанием	90
Одновибратор, управляемый световым сигналом	90
Программируемое фотореле	91
Контроллер светофора	92
Колориметр	93
Измеритель освещенности	96
Передачик на светодиоде с излучением в видимом диапазоне	96
Источник питания на солнечных элементах I	99
Приемник излучения светодиода в видимом диапазоне	100
Источник питания на солнечных элементах II	101
Логарифмический преобразователь тока фотодиода и передатчик	101
Солнечная батарея для устройства слежения за положением Солнца	102

48	Логические схемы	104
	Индикатор изменения логического состояния	104
	Мультиплексор логических сигналов	105
	Логический элемент И	106
	Релейная логическая схема И	106
	Релейная логическая схема ИЛИ	107

49	Схемы для выполнения математических операций	108
	Схема для умножения и деления положительных сигналов	108
	Схема для точного извлечения квадратного корня	110
	Схема для точного возведения в квадрат	110
	Мостовая схема с линейным преобразованием	111
	Схема для извлечения квадратного корня	112
	Аналоговое устройство умножения/деления	113
	Устройство для вычисления разности квадратов	114
	Устройство для приблизительного расчета синуса угла	114
	Простое аналоговое устройство усреднения	115
	Простое аналоговое устройство умножения	116
	Вычислитель отклонения $\Delta\%$	117

50	Схемы для измерения и контроля	119
	Электронный уровень	119
	Цифровой вольтметр на одной микросхеме	120
	Измеритель индуктивности	121
	Схема формирования отрицательного опорного напряжения	122
	Прецизионный источник тока	123
	Измеритель мощности сигнала до 1 кВт	124
	Логический пробник	125
	Стабилизированный источник тока	126
	Источник питания для образцового генератора	127
	Приставка для измерения сопротивления	127
	Измеритель частоты звукового диапазона	128
	Индикатор сигнала инфранизкой частоты	128
	Датчик механических напряжений	129
	Формирователь минутной метки	130
	Цифровой барометр	131
	Источник опорного напряжения	132
	Схема для подбора пары транзисторов	133
	Цифровой измеритель емкости с автоматическим выбором диапазона измерения	133
	Делитель опорной частоты 10 МГц	135
	Электроскоп	135
	Ваттметр с оптической развязкой	136
	Цифровой генератор трехфазных сигналов	137
	Простой аудиоусилитель	138
	Акселерометр	138

Резонансный индикатор высокочастотного сигнала I	140
Резонансный индикатор высокочастотного сигнала II	141
Два независимых измерительных устройства	142
Измеритель мощности на высоких частотах	143
Наноамперметр	144
Логарифмический измеритель освещенности	146
Индикатор переменного тока	147
Модель переменного резистора с мощностью рассеяния 100 Вт	149
Схема контроля интермодуляционных искажений в PIN-диодах	150
Управляемый генератор и компаратор частоты	150
Усилитель для электрокардиографа	151
Тестер для проверки трансформатора	152
Контроллер технологического процесса	152
Приставка для измерения больших токов	153
Калибратор аналоговых схем	154
Простой генератор контрольных сигналов	154
Простой анализатор нелинейных искажений	155
Определитель емкости и индуктивности со схемой измерителя КСВ	156
Генератор частоты поднесущей	157
Устройство для регулировки свечи зажигания мотоцикла	158
Частотомер диапазона 0–50 МГц	159
Схема с программно задаваемой емкостью	160
Схема с программно задаваемым сопротивлением	161
Образцовый генератор 10 МГц	163

51 Схемы метрономов	164
Метроном со звуковым сигналом	164
Метроном со световым сигналом	165

52 Вспомогательные электронные схемы	167
Преобразователь тока на МОП транзисторе	167
Простой счетчик событий	168
Удвоитель частоты	169
Индикатор атмосферных шумов	169
Тахометр для определения угла поворота вала	170
Преобразователь звукового сигнала	172
Источник питания для преобразователя звукового сигнала	173
Система передачи сообщений на одной микросхеме	174
Схема блока кадровой развертки для телевизора	175
Генератор тонального синхросигнала	176
Ограничитель громкости аудиосигнала	177
Простое устройство внутренней связи в условиях шума	178
Схема индикации на симисторах	178
Устройство оцифровывания шумового сигнала	179
8-канальное устройство накопления данных	179
Индикатор имени	180
Гидрофон	181

Подводный микрофон	183
Формирователь импульсных эхо-сигналов	183
Простой источник псевдослучайного сигнала	184
Схема блока строчной развертки для телевизора	185
Устройство для глушения сигнала	187
Устройство дистанционного управления коэффициентом усиления	188
Заграждающий фильтр для генератора	190
Повторитель напряжения с током потребления до 1 А	191
Электронная приманка для рыб	192
Преобразователь сердечных ритмов	192
Устройство для предотвращения дребезга контактов	193
Устройство согласования с положительной ОС	193
Умножитель частоты на 10	194
Устройство для зажигания конфорки газовой плиты	194
Схема блока контроля линии передачи данных	195
Устройство защиты от влияния контура заземления	196
Генератор двухчастотного сигнала для проверки блоков аудиосистем	197
Бездиодный пиковый детектор	197

53	Схемы смесителей	199
	Простой смеситель аудиосигналов	199
	Смеситель аудиосигналов на операционном усилителе	199

54	Схемы для моделей железных дорог	201
	Светофор переезда для модели железной дороги	201
	Семафор для модели железной дороги	202

55	Схемы модуляторов	204
	Безваракторный высокочастотный модулятор	204
	Модулятор видеосигнала	205
	Цифровой широтно-импульсный модулятор	206
	Двухполосный модулятор на умножителе	208
	Широтно-импульсный модулятор	209
	Линейный амплитудный модулятор	209
	Схема подключения модулятора видеосигнала	210

56	Схемы для формирования кода Морзе	211
	Устройство формирования кода Морзе	211
	Активный фильтр звуковой частоты	214
	Устройство формирования аудиосигнала	215
	Простой генератор кодов	216

57	Схемы управления двигателем	217
	Устройство для задания направления вращения двигателя I	217
	Контроллер скорости вращения двигателя постоянного тока	218
	Устройство для точного управления скоростью вращения двигателя	219
	Регулятор скорости вращения двигателя на симисторе	220
	Схема управления двигателем с большим временем задержки	221
	Регулятор скорости вращения двигателя на тиристоре	222
	Регулятор скорости вращения двигателя	222
	Низковольтный контроллер скорости вращения двигателя	223
	Устройство для задания направления вращения двигателя II	224

58	Схемы мультивибраторов	225
	Автоколебательный мультивибратор со схемой запуска	225
	Мультивибратор с двумя устойчивыми состояниями	225
	Автоколебательный мультивибратор I	226
	Автоколебательный мультивибратор с перестройкой длительности импульса	226
	Ждущий мультивибратор	227
	Автоколебательный мультивибратор на микросхеме 555	228
	Автоколебательный мультивибратор II	228

59	Схемы генерации и подавления шума	229
	Генератор шума	229
	Шумоподавитель Dolby	229
	Перестраиваемый ограничитель шума	230
	Простой ограничитель шума	231
	Селектор аудиоканалов с контролем шума	231

60	Схемы на основе операционных усилителей	234
	Типовые схемы включения операционных усилителей	234
	Операционный усилитель с большой постоянной времени	235
	Операционный усилитель со смещенным нулем	235
	Типовая схема аудиоусилителя на ОУ	236
	Защитное устройство входных каскадов ОУ с большим импедансом	236
	Схемы балансных усилителей на ОУ	237
	Параллельное включение операционных усилителей	238
	ОУ с однополярным питанием	239
	Регулятор тока на ОУ	240
	Резистивный умножитель на ОУ	240
	Имитатор заземления	241

61	Генераторы аудиосигналов	242
	Генератор с фазовым сдвигом сигнала на транзисторе	242
	Перестраиваемый генератор	242
	Типовой генератор звуковой частоты на микросхеме LM3909	244
	Четырехчастотный звуковой генератор	244
	Генератор с низким уровнем искажений	246
	Низкочастотный автогенератор	247
	Генератор звуковой частоты на элементах ТТЛ	247
	Автогенератор с регулируемым коэффициентом заполнения	248
	Простой перестраиваемый генератор	249
	Генератор с мостом Вина I	249
	Генератор с мостом Вина II	250
	Генератор на логических элементах	250

62	Схемы вспомогательных генераторов	252
	Перестраиваемый автогенератор I	252
	Автогенератор I	253
	Автогенератор II	253
	Перестраиваемый автогенератор II	254
	Генератор с четырьмя выходами	255
	Стабилизированный генератор на основе моста Вина	256
	Генератор прямоугольного сигнала с цифровым управлением	256
	Генератор меандра на микросхеме 555	258
	Генератор с регулируемыми характеристиками на микросхеме 555	258
	Цифровой перестраиваемый генератор	259

63	Схемы высокочастотных генераторов	260
	Генератор частотно-модулированного сигнала	260
	Перестраиваемый генератор на полевом транзисторе	260
	Генератор амплитудно-модулированного сигнала для радиомикрофона	261
	Генератор Рейнарта	262
	Высокочастотный перестраиваемый генератор I	262
	Генератор биений для АМ КВ радиоприемника	264
	Кварцевый генератор Батлера	265
	Генератор сигналов частотой 455 кГц	265
	Модифицированный генератор Хартли	266
	LC-генератор инфранизких частот	266
	Генератор для АМ радиопередатчика	266
	Высокочастотный перестраиваемый генератор II	267
	Генератор на транзисторной паре Дарлингтона	268
	Безваракторный высокочастотный ЧМ генератор	269
	Перестраиваемый СВЧ генератор	269
	Универсальный перестраиваемый генератор	270
	Генераторы на микросхеме NE602	271

Генератор Колпитца	272
Генератор Клэппа частотой 100 кГц	272
Перестраиваемый генератор на транзисторе	272
Генератор Хартли	273

64	Схемы для осциллографов	274
	Адаптер курсора напряжения	274
	Фазовый синхронизатор частоты дискретизации	275
	Переключатель видеосигнала с задержкой	277
	Дифференциальный усилитель	278

65	Схемы для фотографии	280
	Зарядное устройство для конденсатора фотовспышки	280
	Устройство последовательной подачи слайдов	282
	Синхронизатор фотовспышки	283

66	Схемы с пьезоэлементами	285
	Схемы управления пьезоэлементом	285
	Буферное устройство для пьезоэлемента	286

	Приложения	287
	Приложение 1. Сокращения и обозначения на схемах	287
	Приложение 2. Американская система классификации проводов и карбонильных сердечников	288

ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

Предлагаемая книга – пятая из серии схемотехнических сборников издательства «ДМК Пресс» (первые три были выпущены издательством «ДМК» в 2000–2001 гг. и соответствовали изданию «Encyclopedia of Electronic Circuits. Volume 7»; четвертая соответствовала части I издания «Encyclopedia of Electronic Circuits. Volume 6»). В отличие от американского издания «Encyclopedia of Electronic Circuits. Volume 6», содержащего в одном томе более 1000 страниц, русское выпускается в трех частях с сохранением сквозной нумерации глав. Такое деление связано с желанием издательства ускорить выход книги в свет, а также с необходимостью тщательной проверки и серьезной редактуры оригинала в связи с большим количеством обнаруженных ошибок и неточностей. Все исправления с согласия владельцев прав на книгу внесены непосредственно в тексты и рисунки.

Издательство «ДМК Пресс» заинтересовано в получении читательских отзывов на книгу «Энциклопедия электронных схем. Том 6. Часть II. Книга 5» и с благодарностью примет любые замечания и пожелания, касающиеся этого сборника, а также предложения по поводу возможного выпуска предыдущих томов «Encyclopedia of Electronic Circuits» (тт. 2–5) на русском языке.

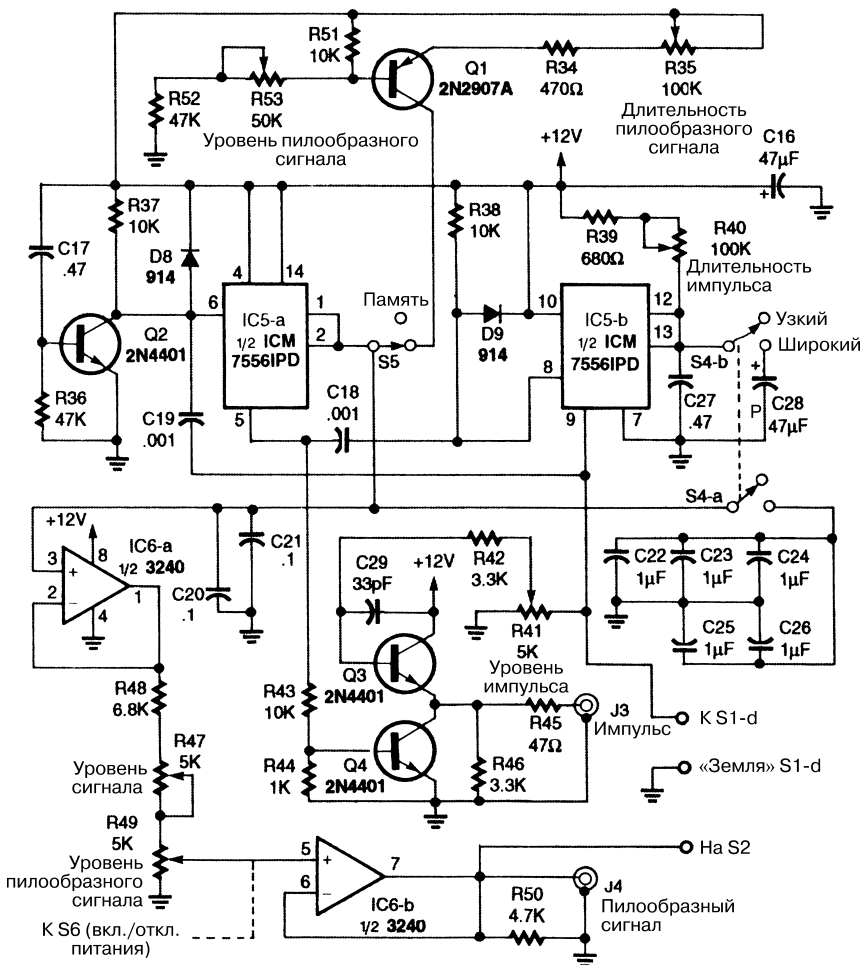
ОТ РЕДАКТОРА

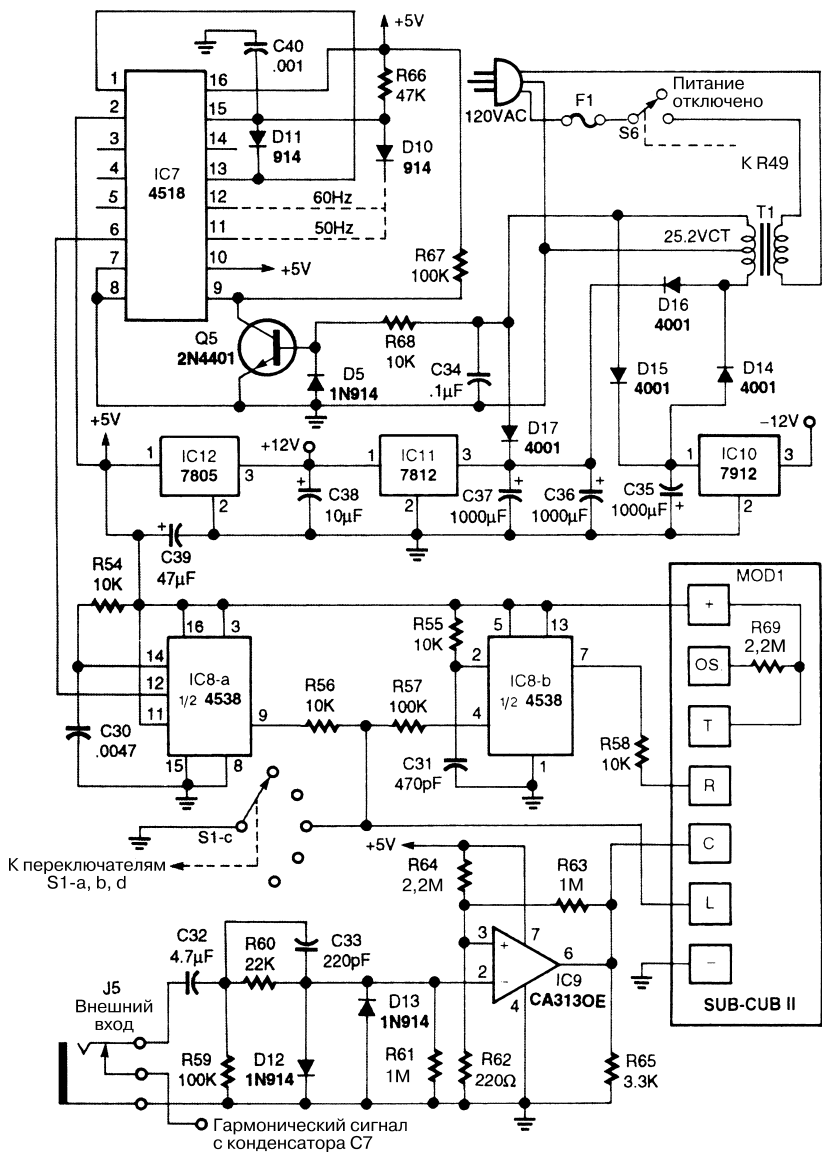
В русском переводе «Encyclopedia of Electronic Circuits. Volume 6» принципиальные электрические схемы приведены в оригинальном виде – так, как они были изображены в источнике. Поэтому условные обозначения электрорадиоэлементов и их номинальные значения несколько отличаются от принятых в России, однако даже начинающие радиолюбители без труда разберутся в этом разнообразии. В приложении указаны некоторые обозначения и сокращения, представленные на схемах, которые помещены в настоящее издание, а также справочные данные.

ГЛАВА 36

СХЕМЫ ГЕНЕРАТОРОВ

ГЕНЕРАТОР ЗВУКОВОЙ ЧАСТОТЫ



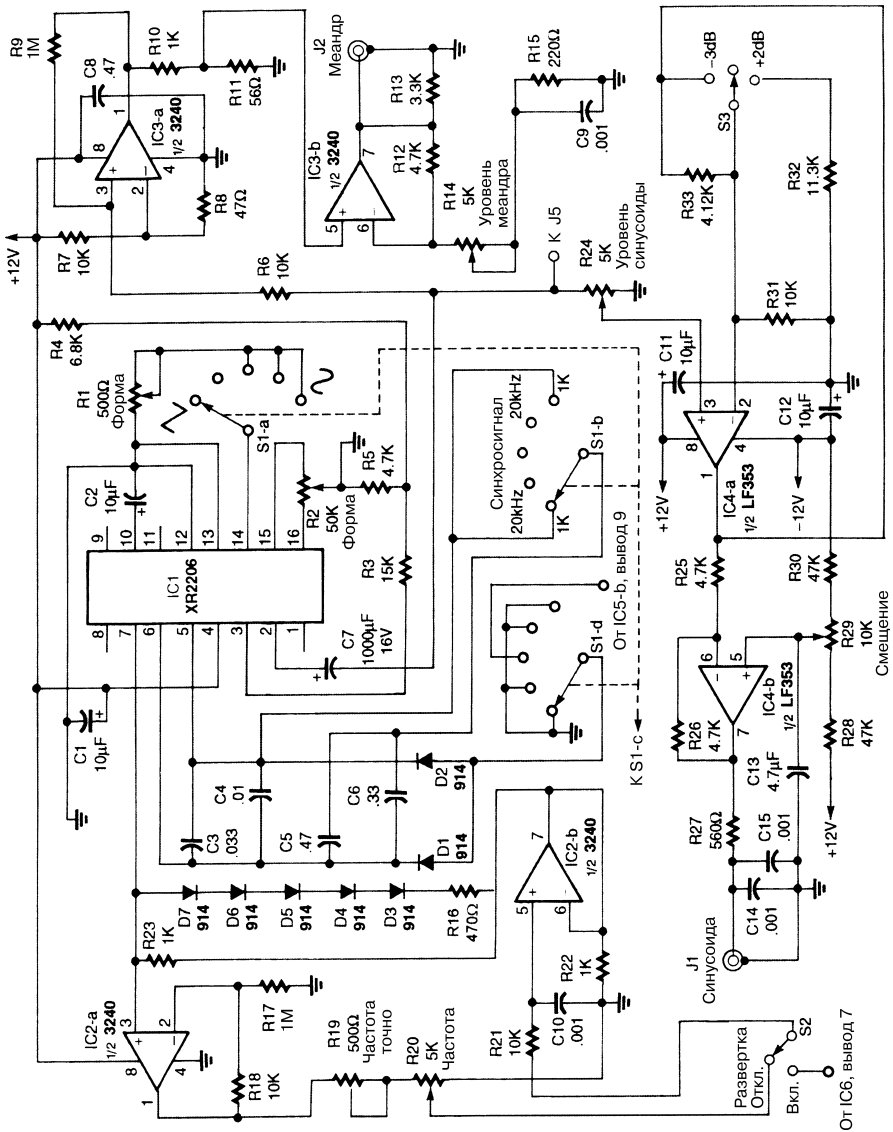


Popular Electronics

Рис. 36.1 (б)

На рис. 36.1 показаны три самостоятельные схемы, которые образуют генератор, обеспечивающий воспроизведение сигналов звуковой частоты. Эти схемы также могут применяться по отдельности для решения различных задач пользователей.

Микросхема XR2206, используемая в качестве генератора, формирует треугольные выходные сигналы на выводе 2 при разомкнутых контактах переключателя S1-a.



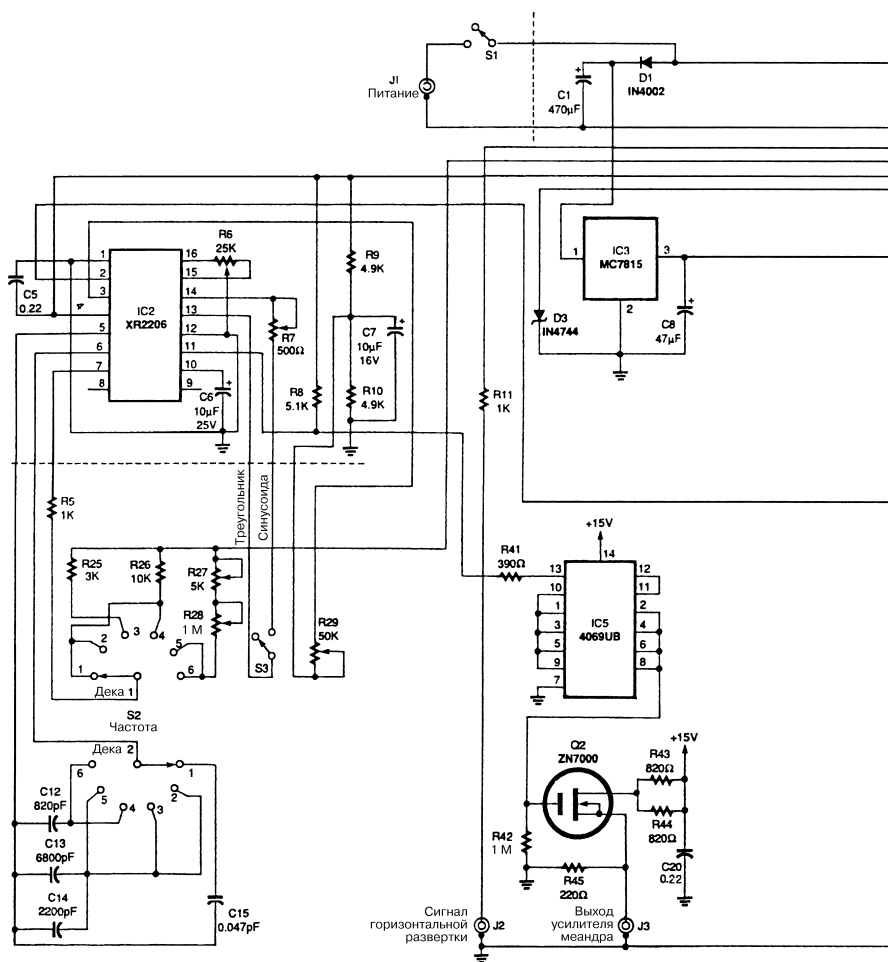
Popular Electronics

Рис. 36.1 (в)

Выходной сигнал первого таймера микросхемы IC5 обеспечивает запуск второго таймера. После этого с помощью транзистора Q2 (при первоначальной подаче напряжения питания) схема продолжает работать в режиме генерации.

Модуль счетчика (MOD1) имеет высоту 9 мм и снабжен шестисимвольным жидкокристаллическим дисплеем. Импульсы поступают с интервалом 1 с по цепи питания переменного тока, которая характеризуется типовым показателем стабильности частоты 99,99%.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР

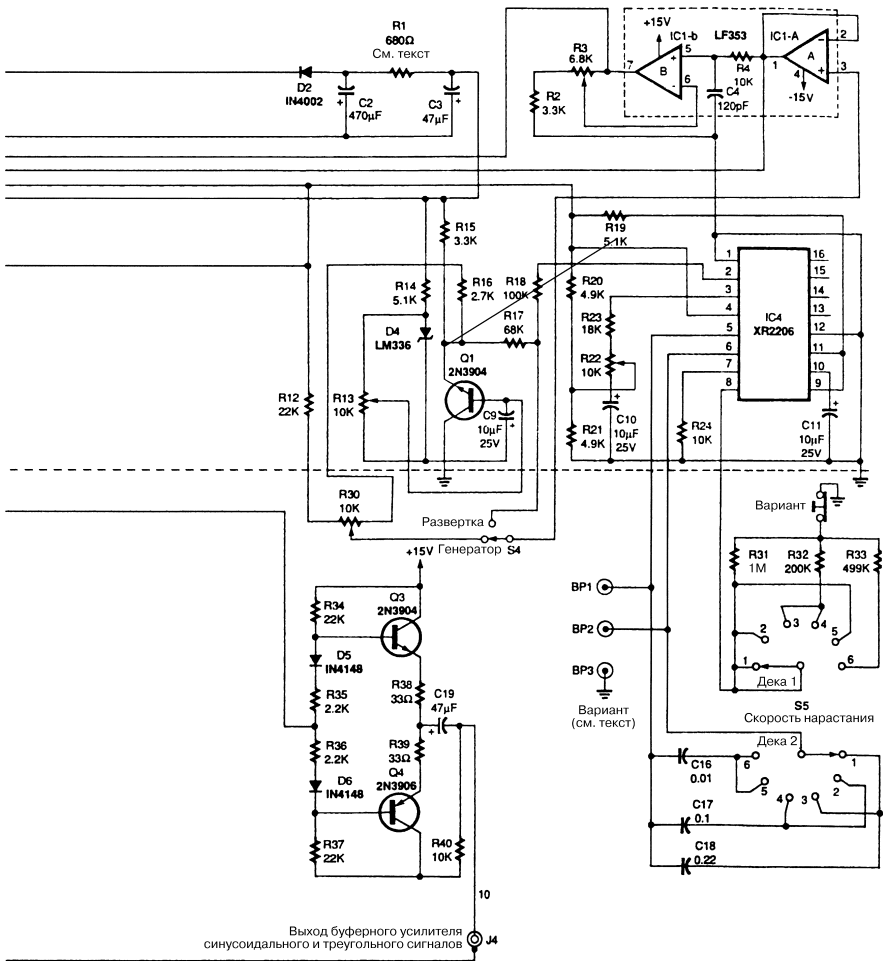


Electronics Now

Рис. 36.2 (1 из 2)

В схеме (рис. 36.2) микросхемы IC2 и IC4 XR2206 фирмы Emax используются в качестве задающих генераторов. При этом микросхема IC4 обеспечивает формирование пилообразных сигналов развертки, а микросхема IC2 – гармонических синусоидальных сигналов, сигналов треугольной формы (треугольник) и импульсных последовательностей (меандр). Микросхема IC1 (два операционных усилителя) позволяет масштабировать и смещать уровень пилообразного напряжения, что способствует изменению сигнала горизонтальной развертки осциллографа.

Любую частоту, которая формируется в направлении горизонтальной оси осциллографа, подключенного к генератору, можно проконтролировать внешним



Electronics Now

Рис. 36.2 (2 из 2)

частотомером путем ручной подстройки внутреннего генератора (после отключения этого генератора от линии управляющего пилообразного сигнала). Основные характеристики многофункционального генератора приведены в табл. 36.1.

Таблица 36.1. Характеристики многофункционального генератора

Вид выходного сигнала	Максимальный размах напряжения	Частота	Прочие условия
Синусоидальный (1)	5 В	10 Гц – 100 кГц	1 В на частоте 800 кГц
Треугольный (1)	8 В	10 Гц – 50 кГц	1 В на частотах > 500 кГц

Таблица 36.1. Характеристики многофункционального генератора (окончание)

Вид выходного сигнала	Максимальный размах напряжения	Частота	Прочие условия
Прямоугольный (2)	5 В		Положительный выходной сигнал (со связями по постоянному току, с заземлением опорного входа), время нарастания/спада > 50 нс
Пилообразный (3)			Спадающий, 6 типов наклона

(1) Размах выходного сигнала может изменяться.
(2) Регулировка уровня выходного сигнала не предусмотрена.
(3) Значения по осям X и Y (амплитуда и длительность пилообразного сигнала) являются регулируемыми.

Скорость нарастания и частота пилообразного сигнала генератора могут задаваться с помощью шестипозиционных поворотных переключателей передней панели: переключателя скорости нарастания S5 и переключателя частоты S2. Потенциометр R30 позволяет производить ручную широкодиапазонную настройку генератора. В табл. 36.2 представлен перечень диапазонов частот, используемых для генератора. Для позиций 1–4 эти диапазоны перекрываются, а для позиций 5 и 6 – могут выбираться. При определении режима работы генератора с помощью переключателя S4 оператор вправе выбрать любой частотный режим в рамках применимого диапазона частот прибора (частота задается переключателем S2 и резистором R30).

Скорость нарастания пилообразного сигнала и его длительность определяются поворотным шестипозиционным переключателем S5 (скорость нарастания). В табл. 36.3 приведен перечень длительностей пилообразных сигналов для каждой позиции S5. Следует отметить, что при низкочастотной развертке необходимы большие длительности пилообразных сигналов.

Таблица 36.2. Диапазоны частот многофункционального генератора

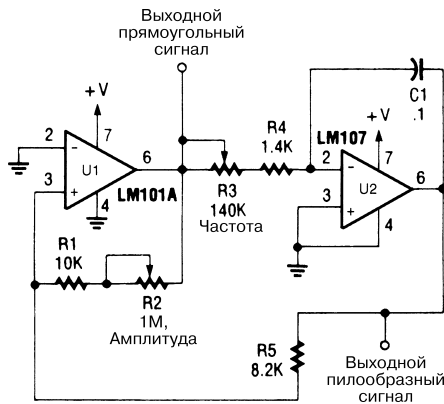
Положение переключателя S2	Условия	Диапазон частот
1	Предварительная установка	От 20 Гц до > 2 кГц
2	Предварительная установка	От < 400 Гц до > 10 кГц
3	Предварительная установка	От < 1 кГц до > 25 кГц
4	Предварительная установка	От 5 кГц до > 100 кГц
5*	Настройка потенциометром	От 2 до 100 кГц
	Настройка потенциометром и подстройка генератора, управляемого напряжением	От < 10 Гц до > 100 кГц
6*	Настройка потенциометром	От < 40 до > 800 кГц
	Настройка потенциометром и подстройка генератора, управляемого напряжением	От < 100 Гц до > 800 кГц

* Диапазоны частот, приведенные для позиций 5 и 6, соответствуют полным диапазонам настройки многофункционального генератора и не образуют единую непрерывную шкалу.

Таблица 36.3. Длительность пилообразного сигнала

Положение переключателя S5	Длительность периода, мс
1	~130
2	~60
3	~30
4	~15
5	~6
6	~3

ПРОСТОЙ ГЕНЕРАТОР



Popular Electronics

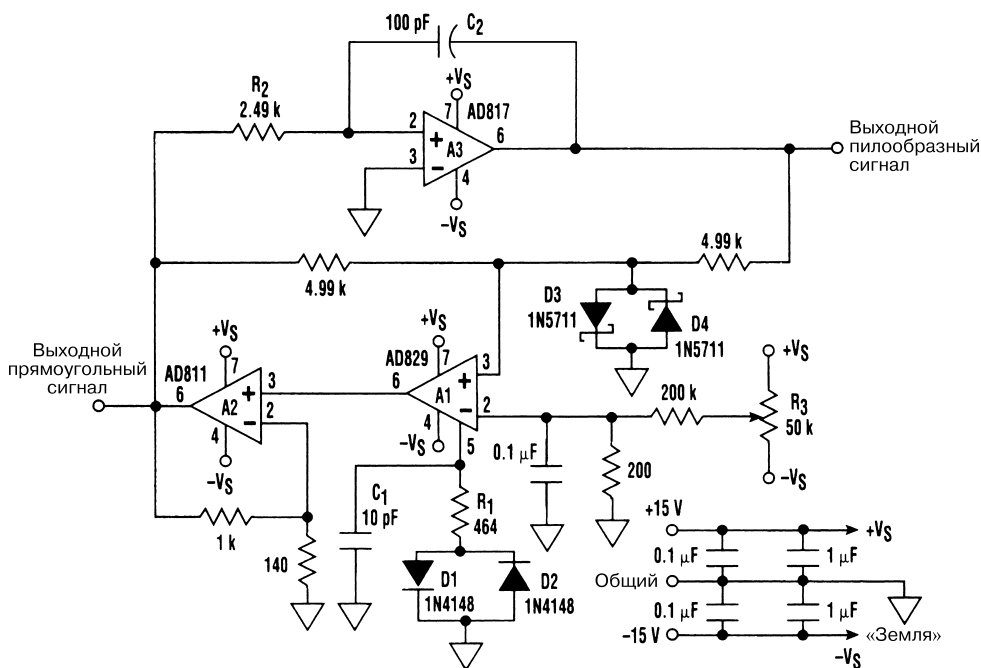
Рис. 36.3

Схема простого генератора низкой частоты на двух ОУ (рис. 36.3) может быть использована при конструировании различных электронных устройств и игрушек.

ПРЕЦИЗИОННЫЙ ВЫСОКОСТАБИЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР

Генераторы с ограниченным уровнем питания обычно весьма чувствительны к изменениям температуры и напряжения питания. Подобные генераторы не могут выдавать симметричный сигнал и не работают на высоких частотах, а оконечный усилитель переходит в режим насыщения при достижении выходным сигналом уровня напряжения питания.

Показанная на рис. 36.4 схема позволяет устранить эти проблемы. Выходной сигнал имеет вид меандра, а сама схема обеспечивает малые длительности фронтов, малое время установки режима генерации и нечувствительность амплитуды сигнала к температурным колебаниям. Так, формируемый схемой треугольный импульс демонстрирует постоянство скорости нарастания во всем частотном диапазоне.



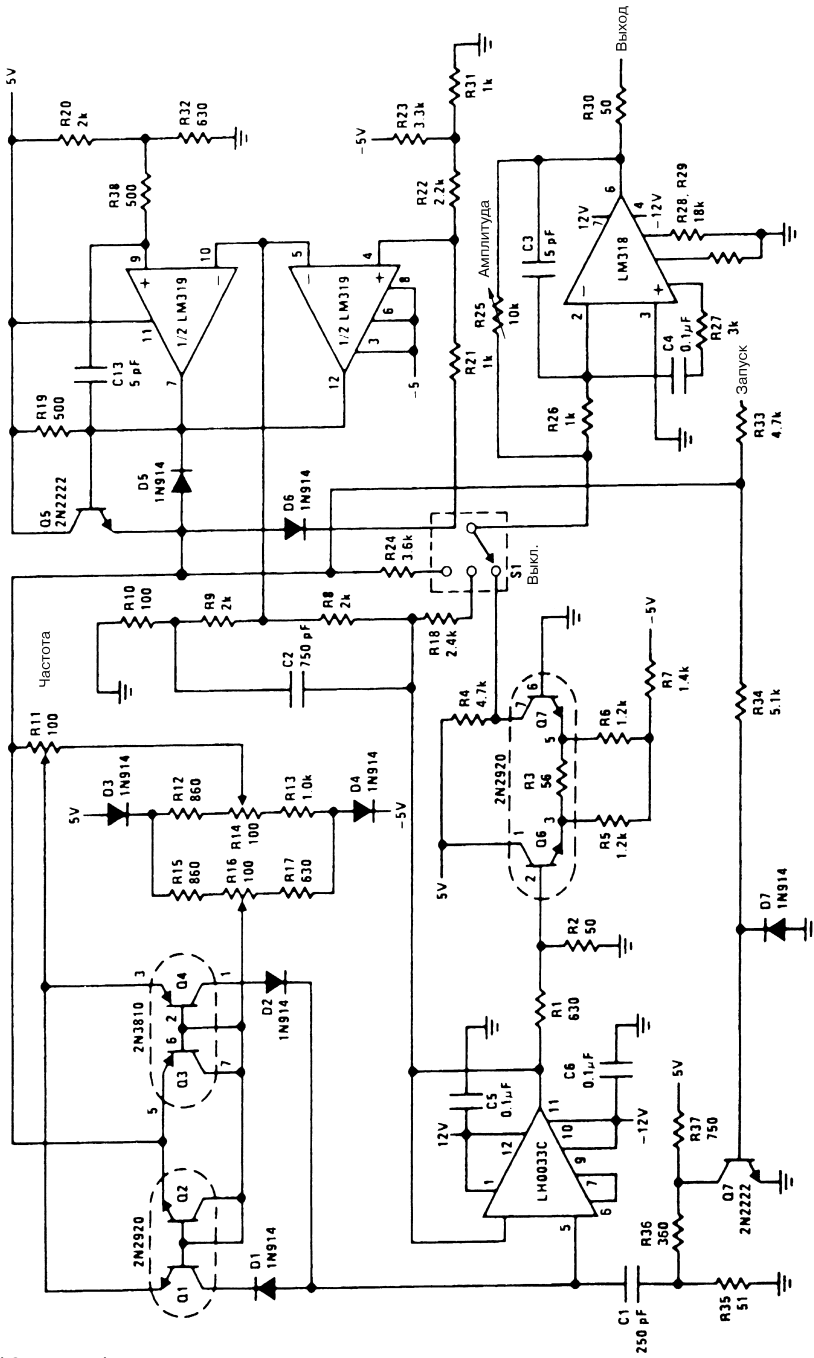
Electronic Design

Рис. 36.4

Усилители A1 и A2 обеспечивают формирование стабильного уровня напряжения +10 В. Этот сигнал интегрируется цепочкой, состоящей из усилителя A3, конденсатора C2 и резистора R2, и преобразуется в пилообразный сигнал отрицательной полярности. При максимальной величине выходного сигнала усилителя A3, равной -10 В, выходной сигнал с A1 и A2 изменяет свое состояние и на выходе A3 образуется сигнал обратной полярности. При максимальной величине выходного сигнала усилителя A3, равной +10 В, выходной сигнал с A1 и A2 опять изменяет свое состояние, в результате начинается новый цикл.

ШИРОКОДИАПАЗОННЫЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР

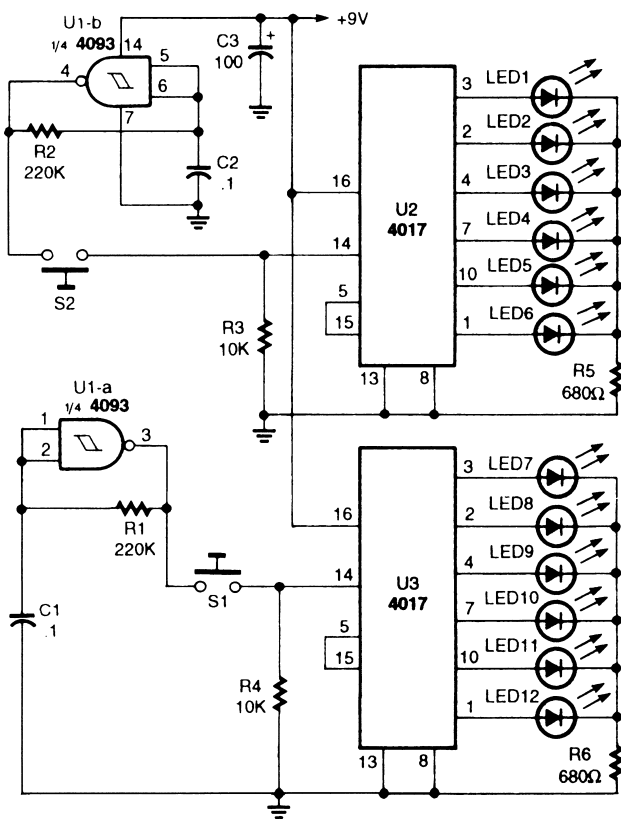
Генератор (рис. 36.5) обеспечивает формирование гармонических, прямоугольных и треугольных (пилообразных) сигналов. Для их получения могут использоваться различные типы микросхем, образующих многофункциональный генератор общего назначения. Известные простые схемы генераторов обычно ограничиваются выработкой сигналов в диапазоне до 10 кГц и не формируют гармонические сигналы. Приведенная схема, напротив, генерирует сигналы всех трех типов и имеет диапазон частот от 10 Гц до 1-2 МГц.



ГЛАВА 37

СХЕМЫ ИГРОВЫХ УСТРОЙСТВ

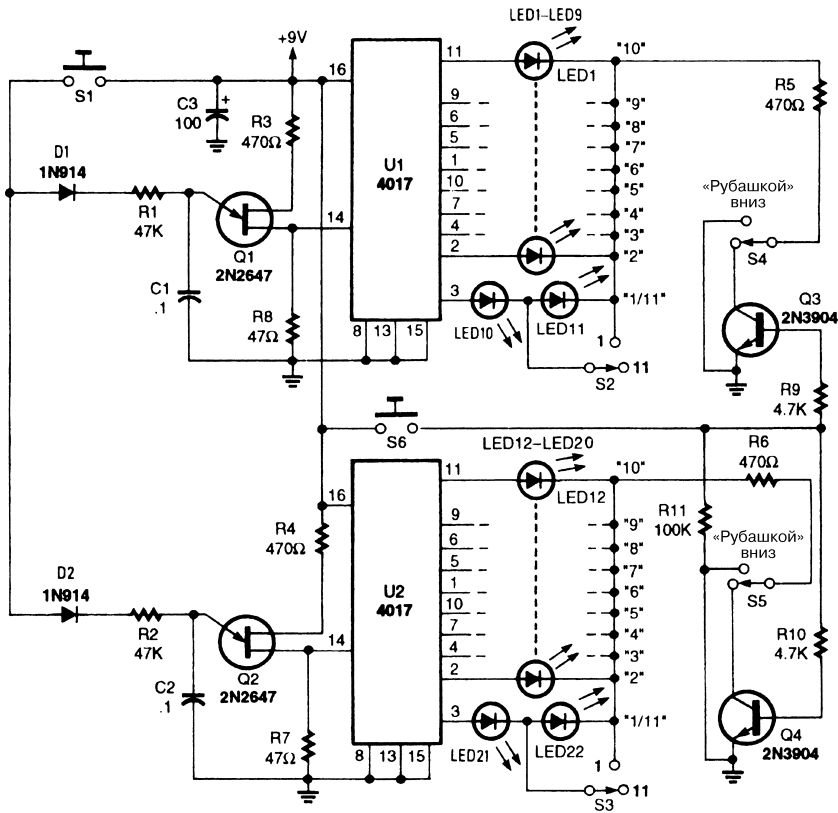
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИГРЫ В КОСТИ I



В устройстве для игры в кости (рис. 37.1) микросхема 4093 (четыре двухвходовых логических элемента И-НЕ, триггеры Шмитта на основе КМОП структур) использована для построения схем мультивибраторов, предназначенных для формирования импульсных последовательностей. Каждая из двух микросхем 4017 (счетчик импульсов) соединена с шестью светодиодами. При поступлении импульсов на вывод 14 микросхемы 4017 начинает работать счетчик до шести. При размыкании переключателей S1 и S2 один из светодиодов каждой микросхемы остается гореть, указывая цифру в интервале от одного до шести.

Устройство может настраиваться так, чтобы имелась возможность бросать сразу обе кости посредством одновременного нажатия переключателей S1 и S2 или же делать это поочередно, нажимая S1 и S2 последовательно.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИГРЫ В «ОЧКО»



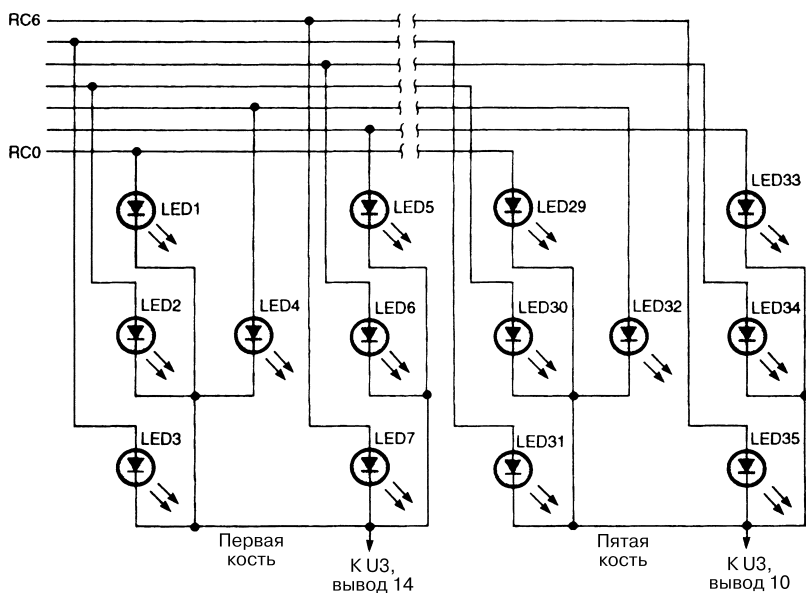
В схеме устройства для игры в «очко» (рис. 37.2) два однопереходных транзистора 2N2647 играют роль схемы генерации импульсов для микросхем 4017. Кнопка S1 обеспечивает одновременное управление обоими генераторами, а диоды D1 и D2 осуществляют развязку схем.

Микросхемы 4017 (счетчик и схема считывания) используются в одной и той же конфигурации и реализуют одинаковые режимы функционирования. При поступлении импульсов на вывод 14 микросхема 4017 производит циклический счет в интервале от 1 до 10 до тех пор, пока поступление импульсов не прекращается. Если кнопка S1 нажата, импульсы на вывод 14 не поступают, а один из светодиодов каждой микросхемы горит, указывая число очков карты – от 1 (1 или 11) до 10.

Положения переключателей S2 и S3 определяют порядок учета карты «туз», которая может интерпретироваться как 1 или 11. Для этого S2 и S3 устанавливаются в соответствующие положения до или после раздачи карт.

Карты могут ложиться «рубашкой» вниз или вверх. Когда переключатели S4 и S5 установлены в положения, показанные на схеме, раздача карт производится «рубашкой» вверх. Транзисторы Q3 и Q4 в этом случае запираются, и токовые сигналы на светодиоды не поступают. При нажатии кнопки S6 оба транзистора открываются, что приводит к включению соответствующих светодиодов.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИГРЫ В КОСТИ II

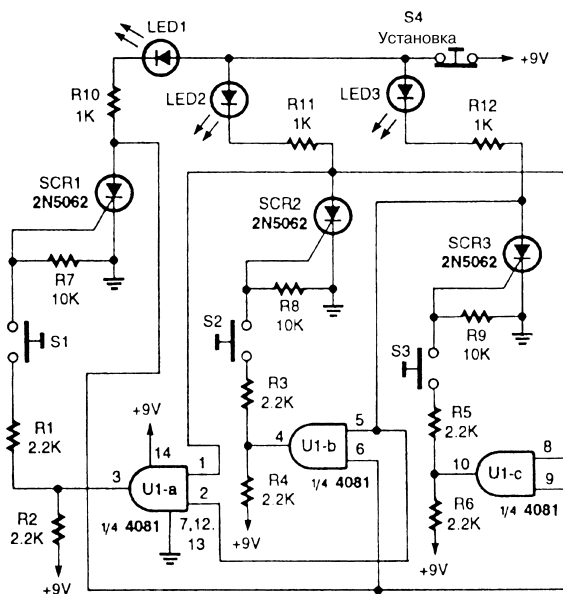


В данной схеме (рис. 37.3б) режим счета поддерживает микроконтроллер U2, что обеспечивает невысокую стоимость игрового устройства со светодиодным дисплеем.

Для указания очков (точек на костях) прибор использует пять групп по семь светодиодов в каждой. Кнопочные выключатели, показанные под «светодиодными костями», позволяют игроку наметить цель при очередном броске. Маркированная кость обозначается слабо горящими светодиодами. При нажатии кнопки, расположенной справа от дисплея, выполняется бросок выделенной кости. Игрок может изменить маркировку кости, нажав кнопку еще раз. Если игрок нажал кнопку броска при отсутствии маркированных костей, помечены будут все используемые кости. При повторном нажатии этой кнопки инициируется сам процесс бросания и активизируются светодиоды для каждой маркированной кости, причем еще до того, как будет показан результат. Устройство не считает ни число бросков, ни очки; данные задачи должны решать сами игроки.

Дополнительно на рис. 37.3а показана схема соединений светодиодов в игровых костях. Чтобы упростить схему и сделать ее более наглядной, показаны связи только для первой и последней кости. Управляет схемой микроконтроллер, программное обеспечение для которого подробно описано в «Popular Electronics».

ТРЕХВХОДОВЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ПРОВЕРКИ РЕАКЦИИ

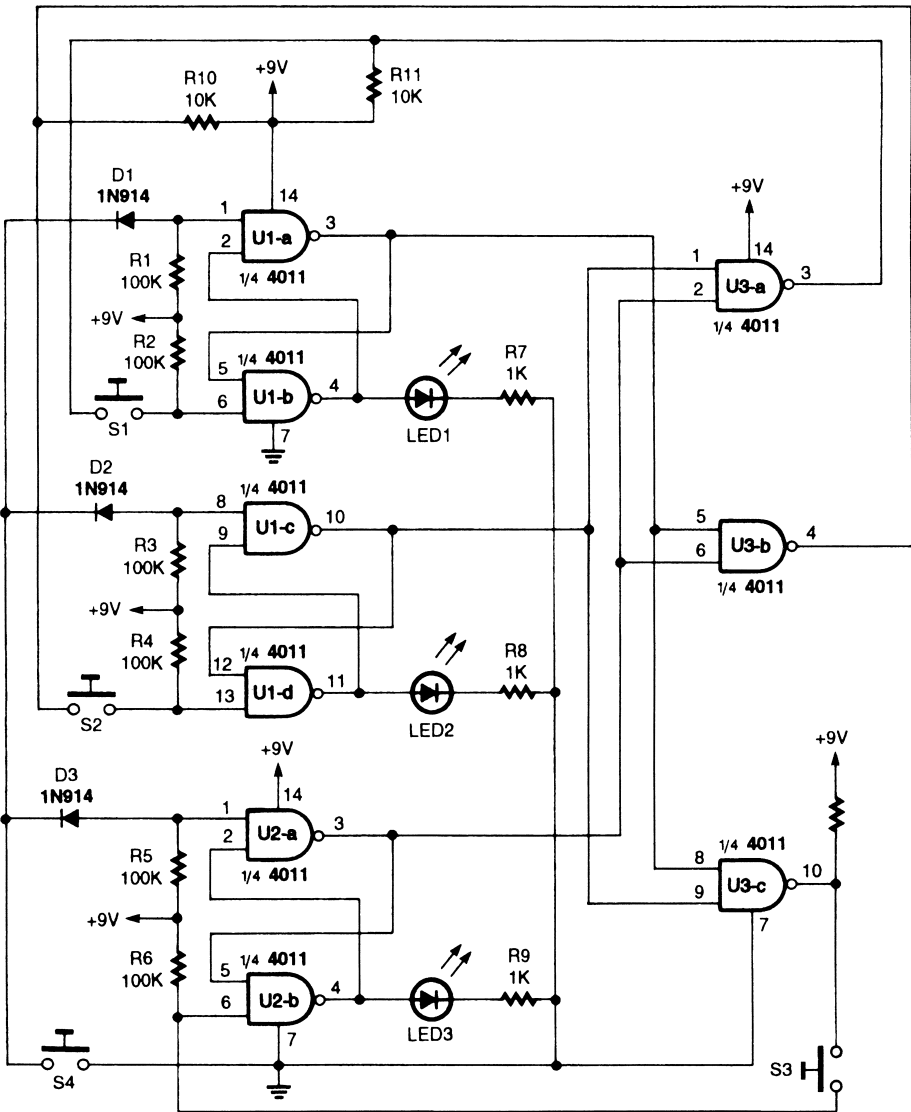


Popular Electronics

Рис. 37.4

В схеме прибора (рис. 37.4) взаимосвязанные триггеры фиксируют первый поступивший входной сигнал с кнопок S1, S2 или S3. В выходных цепях схемы использованы тиристоры.

ПРИБОР ДЛЯ ПРОВЕРКИ РЕАКЦИИ I

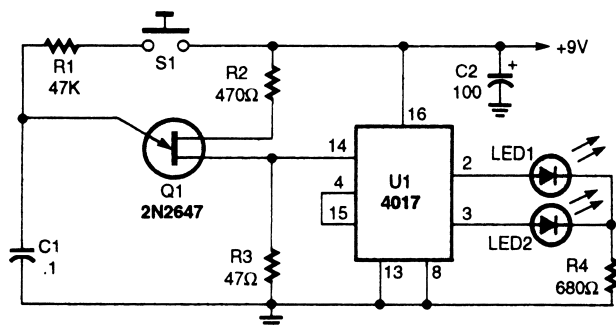


Popular Electronics

Рис. 37.5

В схеме прибора (рис. 37.5) взаимосвязанные триггеры фиксируют первый поступивший входной сигнал с кнопок S1, S2 или S3. Аналоговые переключатели управляются логическими элементами, а другая часть логической схемы регистрирует состояния кнопок S1, S2 и S3.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИГРЫ В МОНЕТКУ



Popular Electronics

Рис. 37.6

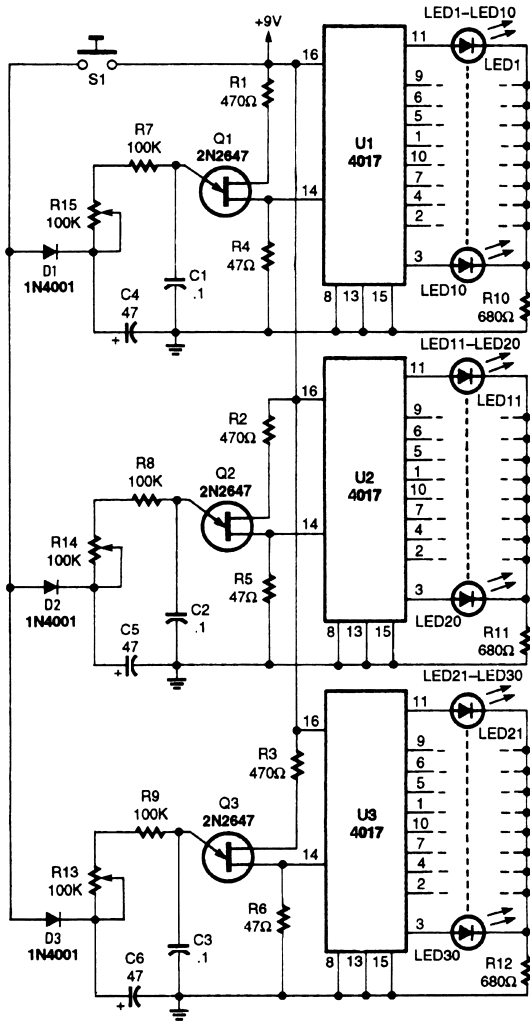
В устройстве (рис. 37.6) микросхема U1 включена по схеме двухкаскадного счетчика, которая обеспечивает циклический счет в интервале от 1 до 2 до тех пор, пока нажата кнопка S1 и тактовые импульсы подаются на вывод 14 микросхемы 4017. При отпускании кнопки (прекращении поступления импульсов) один из светодиодов устройства продолжает гореть, указывая результат счета (чет или нечет). Если обозначить один светодиод как «орел», а другой как «решку», нетрудно получить устройство для игры в монетку.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ИГРОВОЙ АВТОМАТ

Игровой автомат типа «однорукий бандит» (рис. 37.7), состоит из трех схем формирования последовательностей импульсов и трех схем счетчиков и считывания. Кнопочный выключатель S1 обеспечивает одновременное включение всех трех схем генерации. При замыкании контактов S1 конденсаторы C4 – C6 заряжаются через диоды D31 – D33 до напряжения 8 В. После размыкания контактов S1 ток от трех предварительно заряженных конденсаторов поступает на три схемы генерации. По мере разряда конденсаторов эти схемы постепенно замедляют ритм работы, что напоминает эффект остановки вращения игрового барабана.

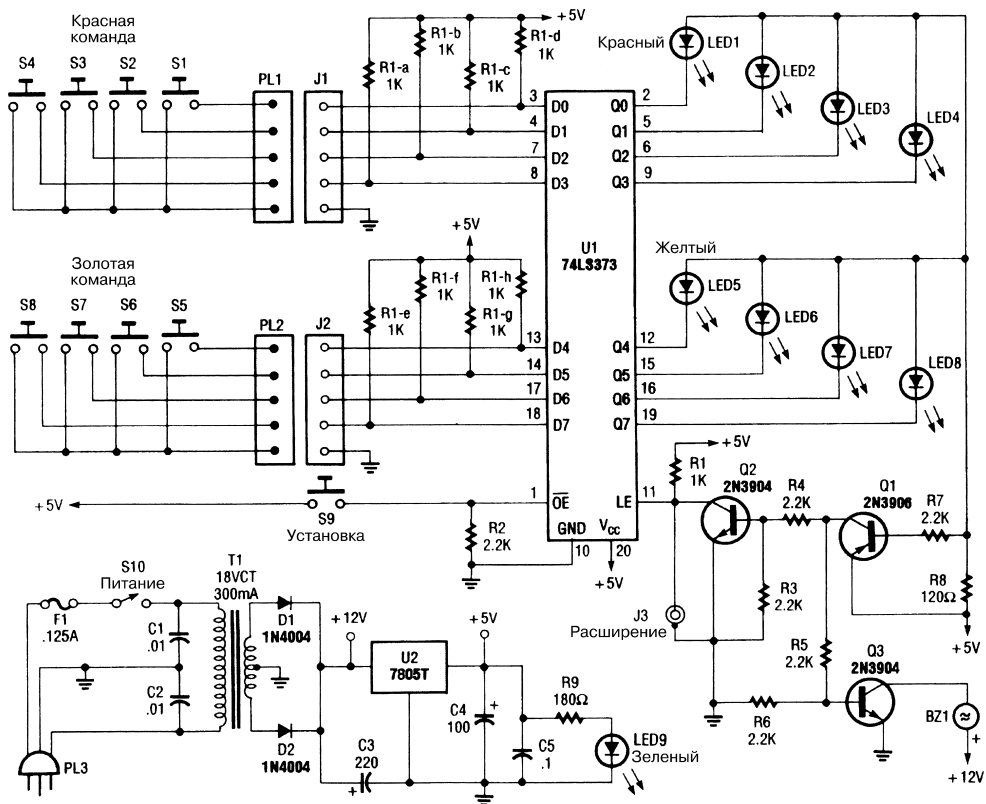
Десять выходных светодиодов микросхемы 4017 могут нумероваться или помечаться изображениями яблока, вишни, колокольчика, карты или других предметов, что позволяет сделать игру более привлекательной. Дополнительная логическая схема на выходе микросхемы 4017 служит для формирования звуковых эффектов или включения подсветки при совпадении трех меток или чисел.

Для изменения частоты и скорости выполнения броска перед новой игрой можно перенастроить потенциометры R12 – R14.



ИГРОВОЕ УСТРОЙСТВО «КТО ПЕРВЫЙ?»

Устройство, показанное на рис. 37.8, удобно для проведения различных игр, где требуется выявить первого отреагировавшего участника (например, кто первый отгадает загадку). Элемент U1 представлен микросхемой 74LS373 (восемь D-триггеров).



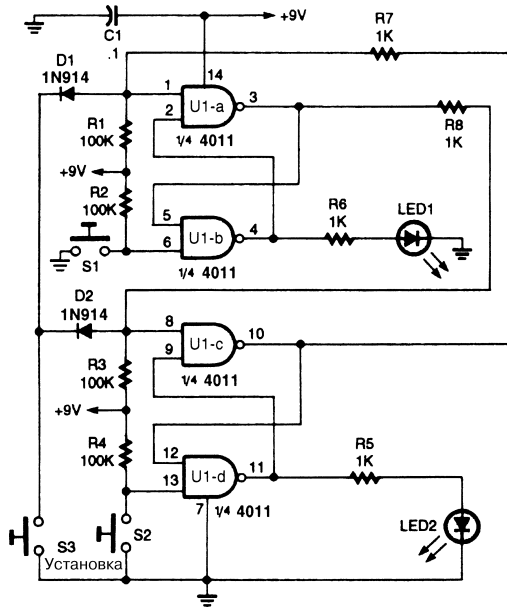
Popular Electronics

Рис. 37.8

При нажатии кнопки загорается соответствующий светодиод схемы. Одновременно открывается транзистор Q1 и формируется усиленный транзистором Q3 звуковой сигнал (BZ1). Транзистор Q1 используется также с целью выработки напряжения смещения для транзистора Q2, блокируя, таким образом, триггеры микросхемы U1.

ПРИБОР ДЛЯ ПРОВЕРКИ РЕАКЦИИ II

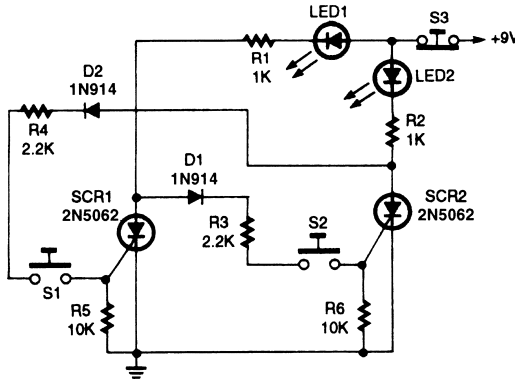
В схеме (рис. 37.9) два взаимосвязанных триггера применяются для регистрации сигналов, поступающих на два входа. Кнопки S1 и S2 выполняют функции переключателей ввода, однако вместо них можно использовать два внешних устройства, формирующих сигнал логического уровня.



Popular Electronics

Рис. 37.9

АНАЛОГОВЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ПРОВЕРКИ РЕАКЦИИ

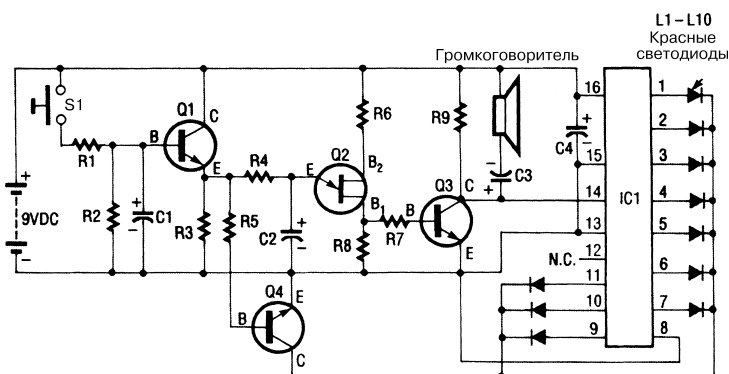


Popular Electronics

Рис. 37.10

Аналоговый прибор (рис. 37.10) построен на двух взаимосвязанных тиристорах, каждый из которых может быть заблокирован управляющим токовым сигналом, поступающим с анода другого.

ИГРОВОЕ УСТРОЙСТВО «КОЛЕСО ФОРТУНЫ»



Popular Electronics

Рис. 37.11

В схеме игрового устройства «Колесо фортуны» (рис. 37.11) последовательность сигналов, формируемых транзистором Q2, усиливается транзистором Q3 и направляется на счетчик Джонсона, выполненный на микросхеме IC1. На выходе микросхемы формируется сигнал управления светодиодами, которые загораются в определенной последовательности, производя эффект вращающегося красного круга.

Таблица 37.1. Перечень элементов схемы рис. 37.11

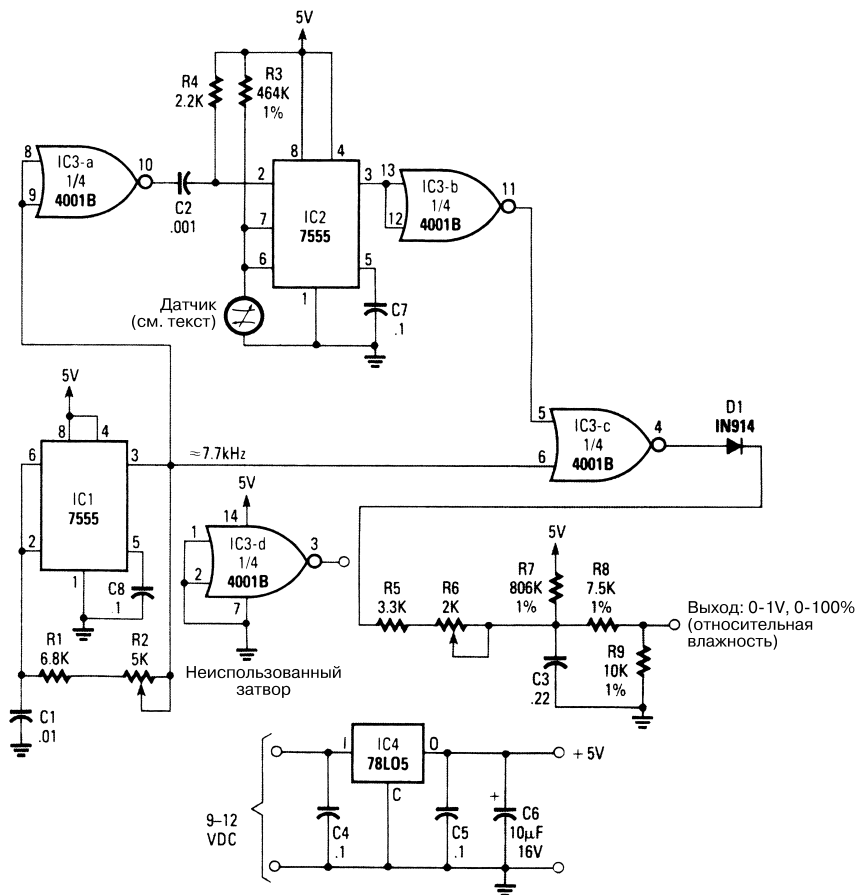
Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
C1, C3	Конденсатор, 10 мкФ
C2	Конденсатор, 1 мкФ
C4	Конденсатор, 47 мкФ
IC1	Микросхема MC14017BCP
L1 – L10	Красный светодиод фирмы Lumo
Q1, Q3, Q4	Транзистор 2N3904
Q2	Транзистор MU10UJ
R1, R5	Резистор, 33 кОм
R2	Резистор, 2,2 МОм
R3	Резистор, 82 кОм
R4	Резистор, 47 кОм
R6	Резистор, 2,2 кОм
R7	Резистор, 390 Ом
R8	Резистор, 100 Ом
R9	Резистор, 680 Ом
S1	Кнопочный переключатель

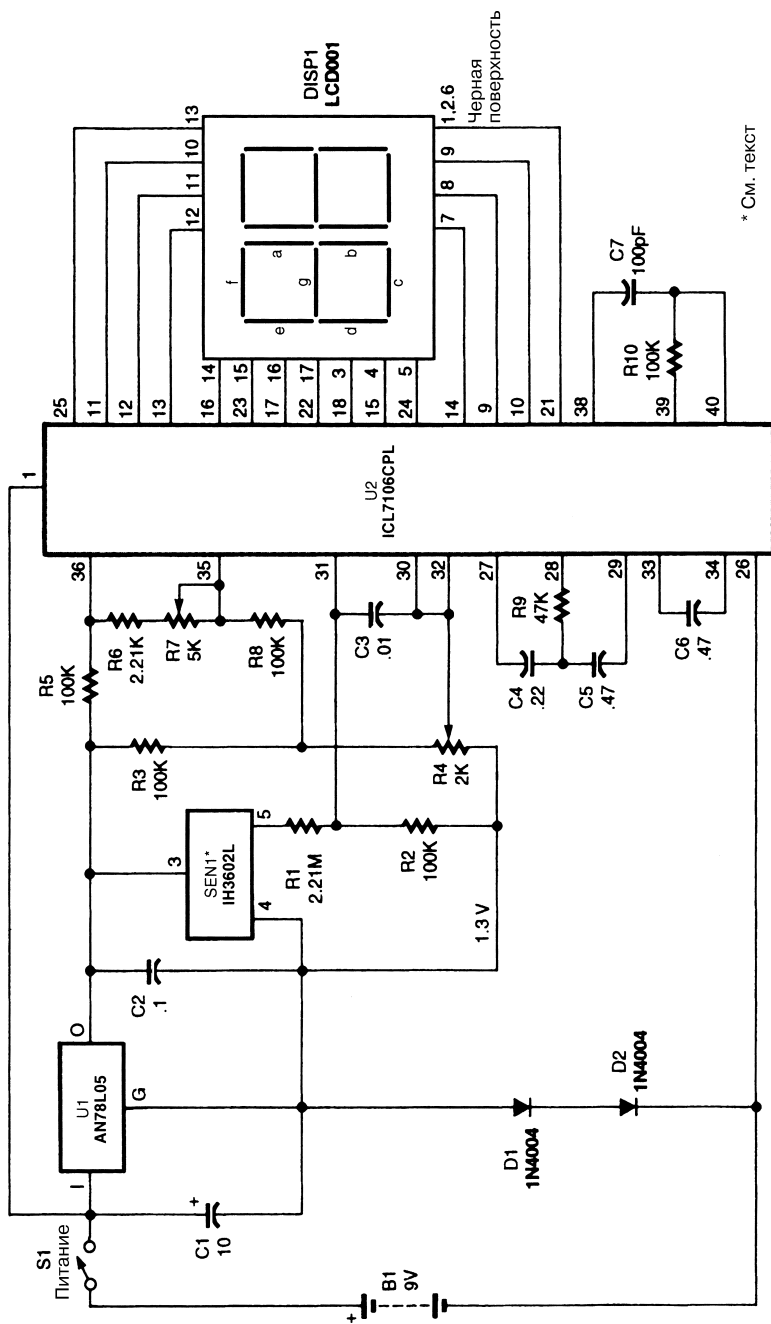
ГЛАВА 38

СХЕМЫ

ИНДИКАТОРОВ ВЛАЖНОСТИ

ИНДИКАТОР ВЛАЖНОСТИ





* См. текст

Схема (рис. 38.1) использует датчик влажности фирмы Philips, средняя емкость которого составляет порядка 45 пФ и может колебаться в диапазоне от 0 до 100 пФ (при изменении относительной влажности). Микросхема IC2 представляет собой генератор, частота которого определяется емкостью датчика относительной влажности. Сигнал этого генератора сравнивается с сигналом генератора фиксированной частоты, а выявленная разность регистрируется микросхемой IC3-с и выпрямляется, в результате чего на выходе схемы формируется постоянный сигнал напряжения в диапазоне от 0 до 1 В, соответствующем диапазону относительной влажности от 0 до 100%.

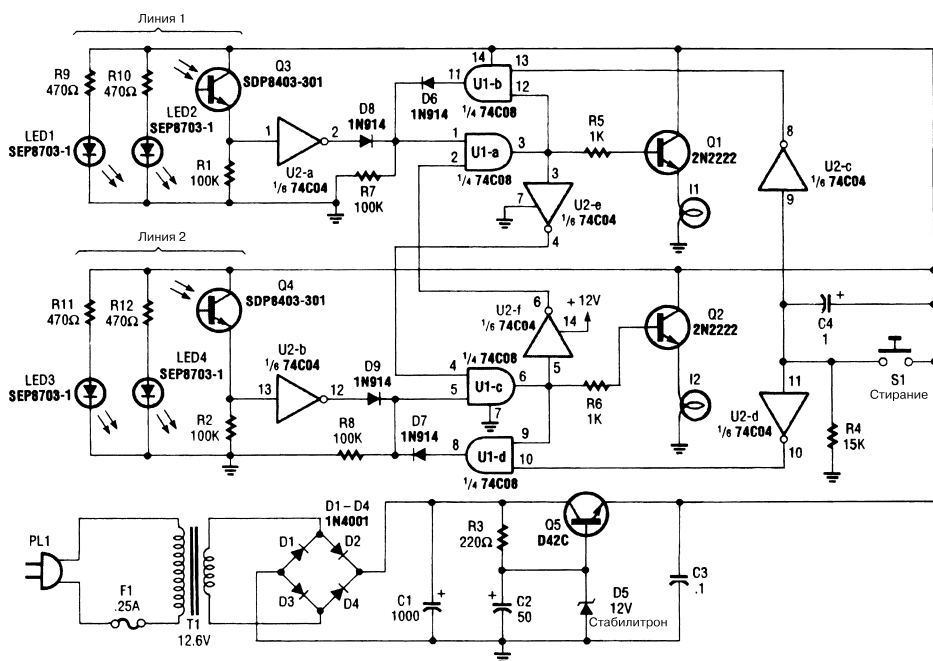
ЦИФРОВОЙ ИНДИКАТОР ВЛАЖНОСТИ

В схеме цифрового индикатора относительной влажности (рис. 38.2) на выходе датчика SEN1 формируется постоянное напряжение, имеющее линейную зависимость от величины относительной влажности. Этот сигнал через резисторы R1 и R2 поступает на аналого-цифровой преобразователь, выполненный на микросхеме U2. Настройка нуля осуществляется потенциометром R4, а потенциометр R7 используется с целью калибровки жидкокристаллического дисплея для считывания показаний в цифровом виде (в диапазоне от 0 до 100%).

ГЛАВА 39

СХЕМЫ ИНДИКАТОРОВ

ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОБЕДИТЕЛЯ ГОНОК

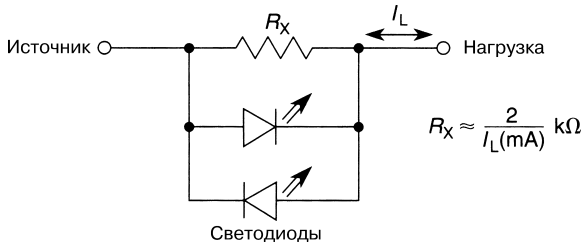


Popular Electronics

Рис. 39.1

Индикатор (рис. 39.1) использует светодиоды и фотоприемники инфракрасного диапазона для определения автомобиля, пересекающего финишную черту первым. Сигнал от первого автомобиля фактически блокирует данные по второму автомобилю, однако система может быть переустановлена нажатием кнопки S1.

ИНДИКАТОР ТОКА

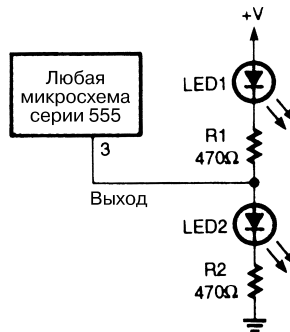


William Sheets

Рис. 39.2

Примечание. Для индикации типа полярности могут использоваться светодиоды различных цветов.

В индикаторе тока (рис. 39.2) на выводы светодиода подается напряжение 1,5–3 В. В схеме использован шунтирующий резистор, установленный последовательно с источником сигнала и нагрузкой. Этот резистор служит для формирования напряжения свечения светодиода. При величине тока более 100 мА рекомендуется применять токоограничивающие резисторы, которые устанавливаются последовательно со светодиодами и понижают ток до безопасного уровня.

СВЕТОДИОДНЫЙ ИНДИКАТОР СИГНАЛА
НА МИКРОСХЕМЕ 555

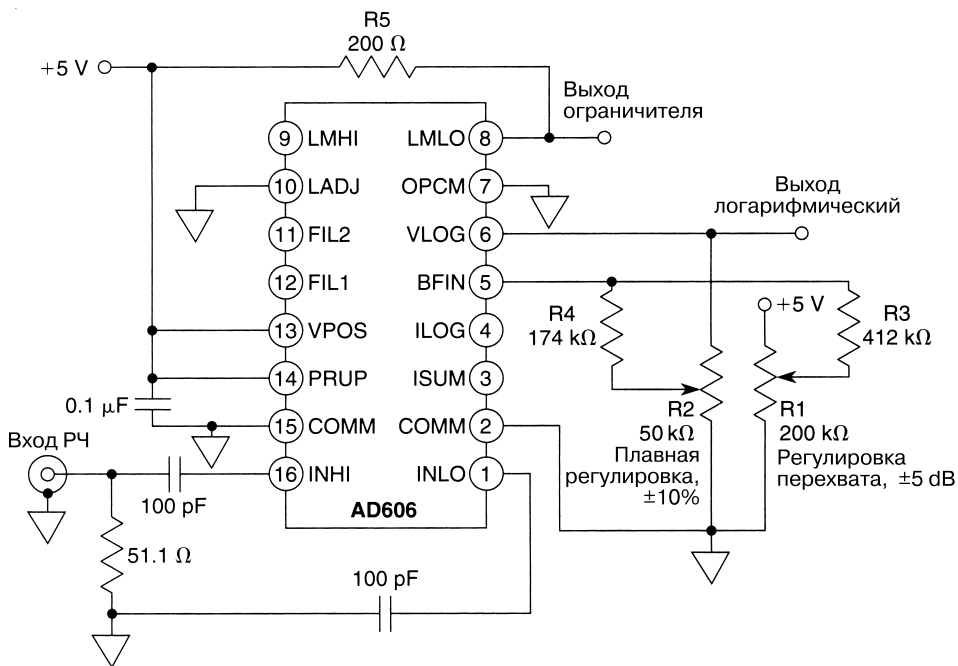
Popular Electronics

Рис. 39.3

В схеме индикатора (рис. 39.3) применяется пара последовательно включенных светодиодов. Подобный индикатор может работать совместно с любыми низкочастотными

генераторами, выполненными на основе микросхем 555, и показывать наличие выходного сигнала высокого или низкого уровня. При высоком уровне выходного сигнала загорается светодиод LED2, а при изменении уровня сигнала на низкий – светодиод LED1.

ИНДИКАТОР УРОВНЯ СИГНАЛА ДЛЯ ПРИЕМНИКА



Analog Devices

Рис. 39.4

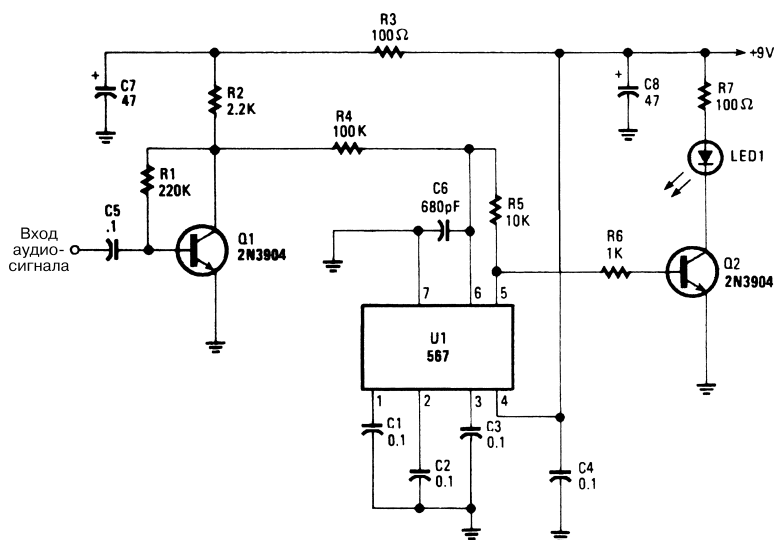
В схеме индикатора уровня сигнала (рис. 39.4) используется логарифмический усилитель AD606, а выходной сигнал схемы связан с входным логарифмической зависимостью. При этом диапазон выходного сигнала составляет от +3 В при входном сигнале –80 дБм до +3,5 В при входном сигнале 10 дБм (относительно уровня 1 мВ). Верхняя граница частотного диапазона равна 50 МГц.

ГЛАВА 40

СХЕМЫ УСТРОЙСТВ

ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА

ПЕРЕДАТЧИК ИНФРАКРАСНОГО СИГНАЛА С МОДУЛЯЦИЕЙ

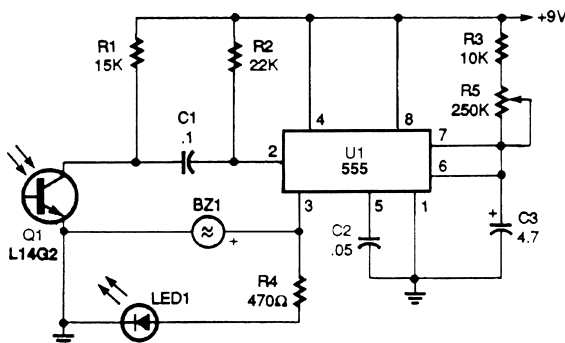


Popular Electronics

Рис. 40.1

Схема передатчика ИК сигнала (рис. 40.1) создает эффект, аналогичный частотной модуляции. Это достигается путем изменения напряжения на выводе 6 микросхемы фазовой подстройки частоты при помощи входного аудиосигнала. Формируемый ЧМ сигнал инфракрасного диапазона может регистрироваться приемником с соответствующим детектором.

ДЕТЕКТОР ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С СИГНАЛИЗАЦИЕЙ



Popular Electronics

Рис. 40.2

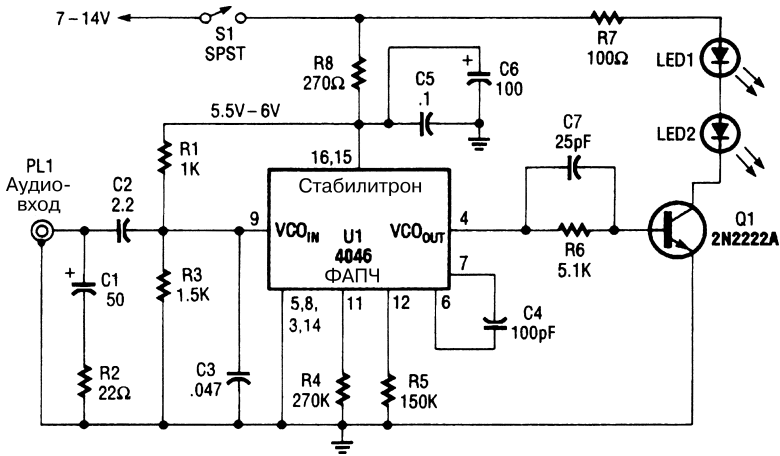
Схема детектора сигнала ИК диапазона (рис. 40.2) обеспечивает звуковую и световую сигнализацию, а также увеличивает длительность регистрируемого импульса для лучшего его восприятия.

Фототранзистор $Q1$ отслеживает дистанционно формируемый сигнал ИК диапазона и направляет импульс отрицательной полярности на вход запуска (вывод 2) микросхемы $U1$. Микросхема 555 образует схему одновибратора, при этом параметры выходного сигнала (вывод 3) определяются емкостью конденсатора $C3$ и сопротивлением резисторов $R3$ и $R5$. При поступлении входного импульса уровень сигнала на выводе 3 изменяется на высокий, загорается светодиод $LED1$ и активизируется пьезоэлектрический зуммер $BZ1$.

Для формирования более продолжительных выходных сигналов рекомендуется задавать максимальное сопротивление резистора $R5$. Чтобы расширить диапазон длительностей входных сигналов, следует увеличить емкость конденсатора $C3$, а чтобы сузить – уменьшить емкость.

ПЕРЕДАТЧИК ИНФРАКРАСНОГО СИГНАЛА ДЛЯ НАУШНИКОВ

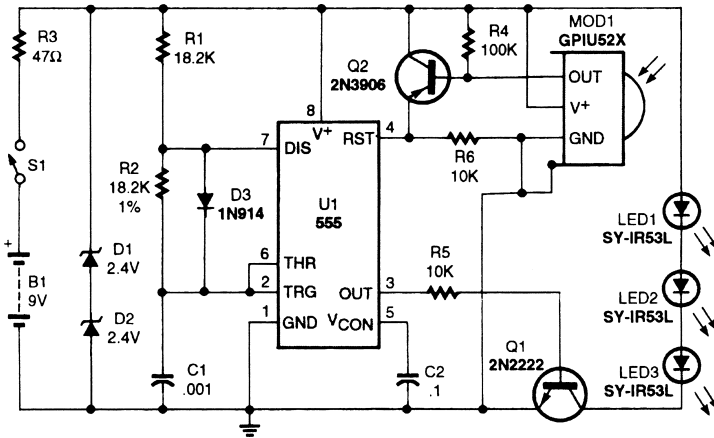
В схеме передатчика сигнала ИК диапазона для наушников (рис. 40.3) входной аудиосигнал, поступающий с разъема $PL1$, используется для частотной модуляции выходного сигнала ГУН, выполненного на микросхеме 4046 схемы фазовой подстройки частоты. Выходной сигнал генератора поступает на транзистор $Q1$, обеспечивая его последовательное переключение. Транзистор $Q1$ в свою очередь управляет двумя светодиодами инфракрасного излучения. Формируемый сигнал характеризуется частотой порядка 100 кГц, а чувствительность генератора, вырабатывающего частотно-модулированный сигнал, составляет около 7,5 мВ/В.



Popular Electronics

Рис. 40.3

УСТРОЙСТВО ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ТЕЛЕВИЗОРА

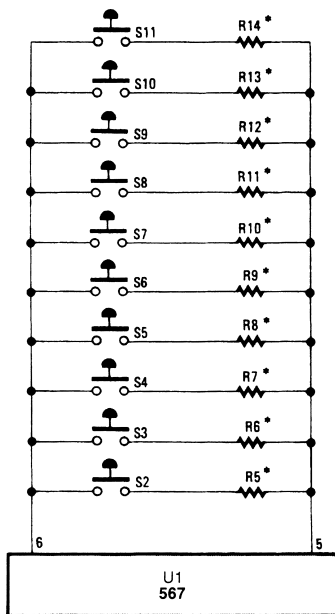
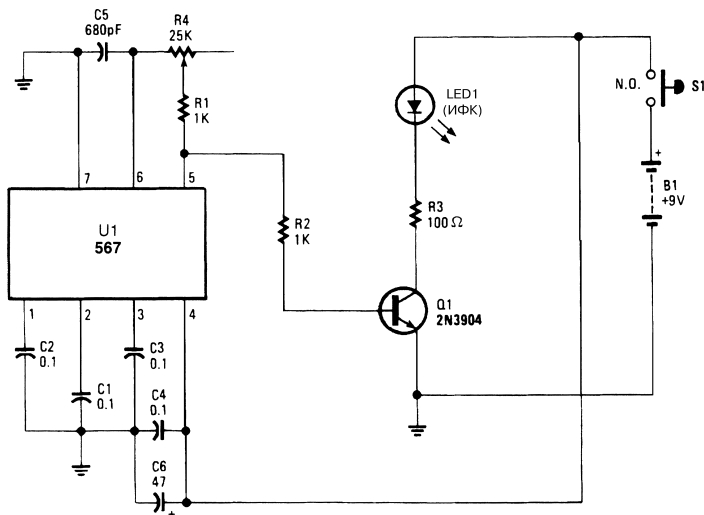


Popular Electronics

Рис. 40.4

Схема, показанная на рис. 40.4, выполняет функцию инфракрасного повторителя и расширяет возможности дистанционного управления телевизором. Элемент MOD1 представлен приемником и детектором инфракрасного диапазона GP1U52X фирмы Radio Shack P/N 276-137.

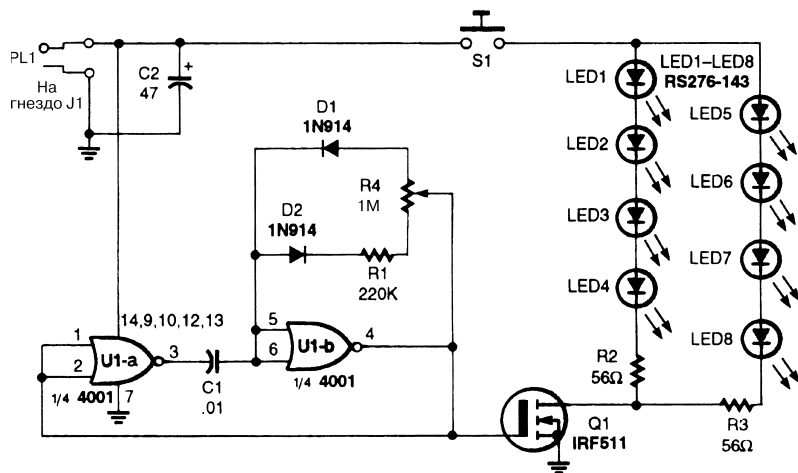
ПЕРЕДАТЧИК ИНФРАКРАСНОГО СИГНАЛА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ



* См. текст

Передатчик (рис. 40.5) формирует модулированный световой сигнал ИК диапазона. Он может использоваться для управления оборудованием, например для его дистанционного включения/отключения, а также для передачи тональных сигналов. Если в схеме потенциометр заменить несколькими кнопочными переключателями и резисторами, это позволит передавать многочастотные тональные сигналы.

УСТРОЙСТВО ИНФРАКРАСНОЙ ПОДСВЕТКИ ДЛЯ ПРИБОРОВ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ



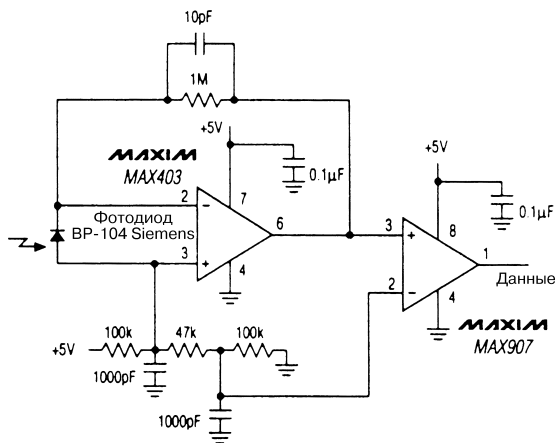
Popular Electronics

Рис. 40.6

Устройство ИК подсветки для телевизионной камеры и биноклей ночного видения (рис. 40.6) управляет переключателем, задает коэффициент заполнения и формирует необходимый уровень инфракрасного освещения. В схеме применяются ИК светодиоды RS276-143.

МАЛОПОТРЕБЛЯЮЩИЙ ПРИЕМНИК ИНФРАКРАСНОГО СИГНАЛА ДЛЯ ЛИНИИ СВЯЗИ

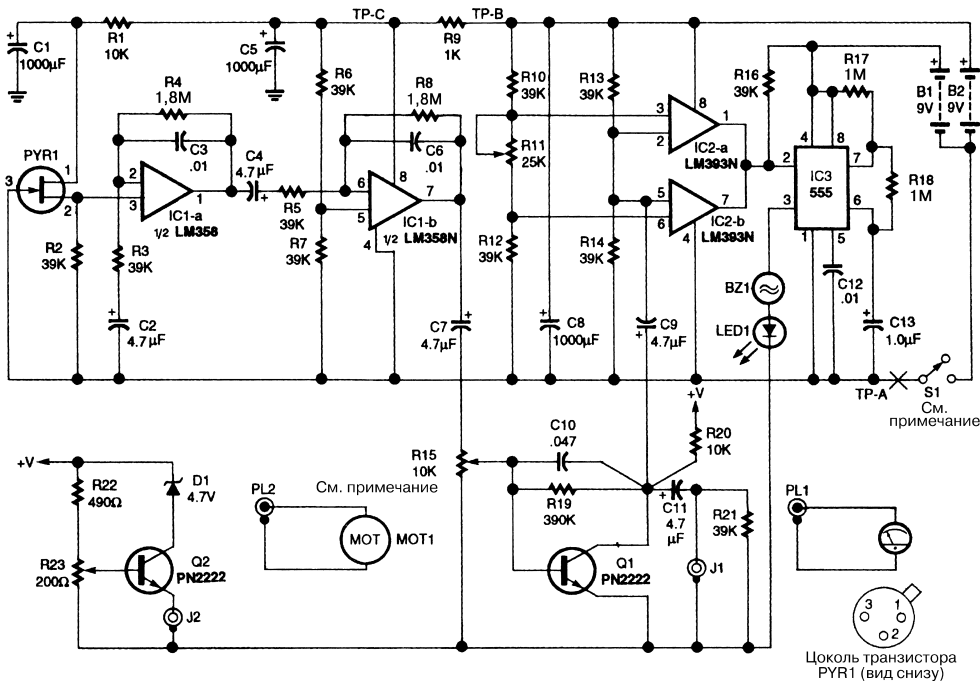
Малопотребляющий приемник ИК сигнала (рис. 40.7) построен на микросхеме MAX403 фирмы Maxim. Он потребляет ток не более 1 мА и обеспечивает скорость приема данных 1 Мбит/с и выше.



Maxim

Рис. 40.7

ИНФРАКРАСНЫЙ ДЕТЕКТОР ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА



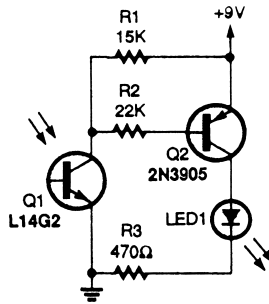
Electronics Now

Рис. 40.8

Примечание. Переключатель S1 и потенциометр R15 размещены в одном корпусе.

Схема, показанная на рис. 40.8, использует теплоэлектрический детектор для регистрации ИК излучения в диапазоне длин волн от 6 до 14 мкм. Подобный детектор может также применяться в системах охраны и при проведении различных экспериментов. Элемент PYR1 представлен теплоэлектрическим детектором ИК диапазона. Детектор необходимо устанавливать в корпусе со специальной инфракрасной линзой, позволяющей фокусировать ИК излучение в апертуре.

ДЕТЕКТОР ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

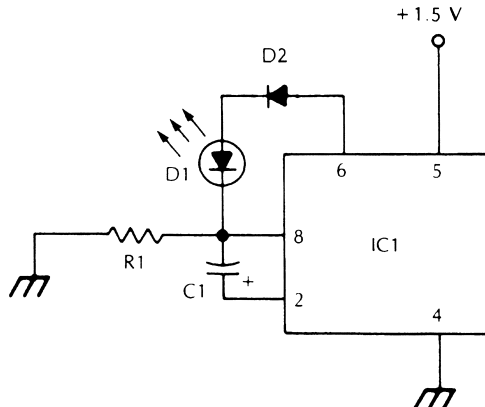


Popular Electronics

Рис. 40.9

В схеме (рис. 40.9) применяется фототранзистор Q1, регистрирующий управляющие сигналы ИК диапазона. Транзистор Q2 усиливает выходные сигналы транзистора Q1 и обеспечивает свечение светодиода LED1. Если этот светодиод горит, значит, на фототранзистор поступил инфракрасный сигнал дистанционного управления.

ПЕРЕДАТЧИК ИНФРАКРАСНОГО СИГНАЛА С ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ



McGraw-Hill

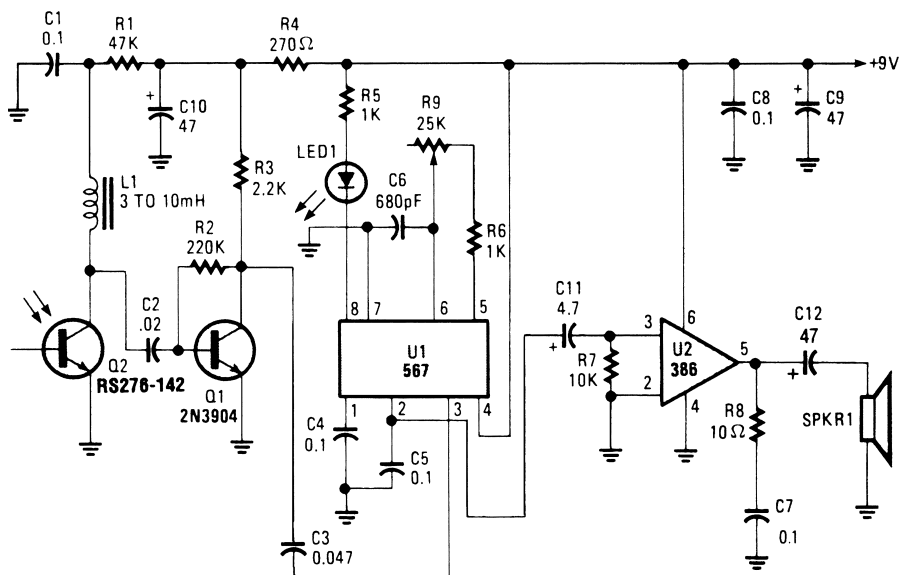
Рис. 40.10

Таблица 40.1. Перечень элементов схемы рис. 40.10

Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
IC1	Микросхема LM3909, импульсный светодиодный индикатор/генератор
D1	Светодиод инфракрасного излучения
D2	Диод 1N4148, 1N914 или аналогичного типа
C1	Конденсатор электролитический, 1 мкФ, 5 В
R1	Резистор, 1,5 кОм, 0,25 Вт, 5%

Показанный на рис. 40.10 генератор обеспечивает формирование импульсов ИК диапазона с помощью светодиода, при этом частота импульсов составляет порядка 1000 Гц. Подобная схема может применяться для контроля при настройке ИК линий связи, при юстировке волоконно-оптических кабелей и для других целей.

ПРИЕМНИК ЧАСТОТНО-МОДУЛИРОВАННОГО ИНФРАКРАСНОГО СИГНАЛА

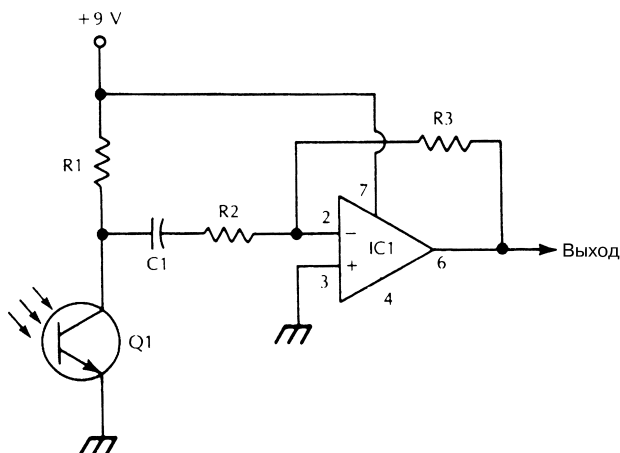


Popular Electronics

Рис. 40.11

В приемнике (рис. 40.11) частотно-модулированные ИК сигналы поступают на фототранзистор Q2. Транзистор Q1 используется в качестве резонансного усилителя и формирует сигнал управления детектором фазовой подстройки частоты U1. Микросхема U2 предназначена для усиления аудиосигналов и передачи их на громкоговоритель.

ПРИЕМНИК ИНФРАКРАСНОГО СИГНАЛА ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ



McGraw-Hill

Рис. 40.12

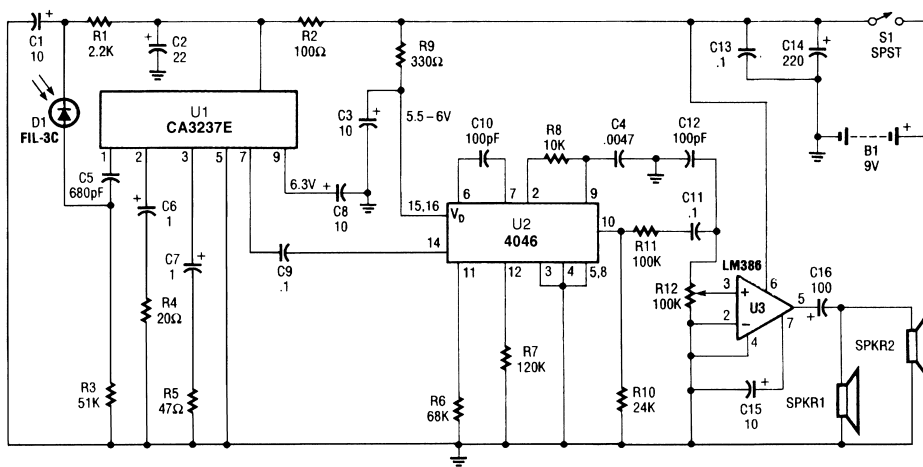
Таблица 40.2. Перечень элементов схемы рис. 40.12

Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
IC1	Микросхема 741, операционный усилитель
Q1	Фототранзистор инфракрасного диапазона
C1	Конденсатор, 0,01 мкФ
R1	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 1 МОм, 0,25 Вт, 5%

Устройство (рис. 40.12) предназначено для приема амплитудно-модулированного ИК сигнала и формирования аудиосигнала, соответствующего модулирующему сигналу огибающей. Фототранзистор Q1 должен быть правильно установлен и экранирован от воздействия фоновой засветки. Подобная схема может применяться для приема аудиосигналов на наушники.

ПРИЕМНИК ИНФРАКРАСНОГО СИГНАЛА ДЛЯ НАУШНИКОВ

В схеме беспроводного приемника (рис. 40.13) фотодиод D1 управляет предусилителем сигнала ИК диапазона, выполненным на микросхеме CA3237E и обеспечивающим большой коэффициент усиления. Микросхема U2 представлена схемой фазовой подстройки частоты с детектором ЧМ сигнала, настроенным на частоту порядка 100 кГц. Выходной сигнал детектора усиливается микросхемой U3, которая передает сигнал на громкоговоритель или наушники.

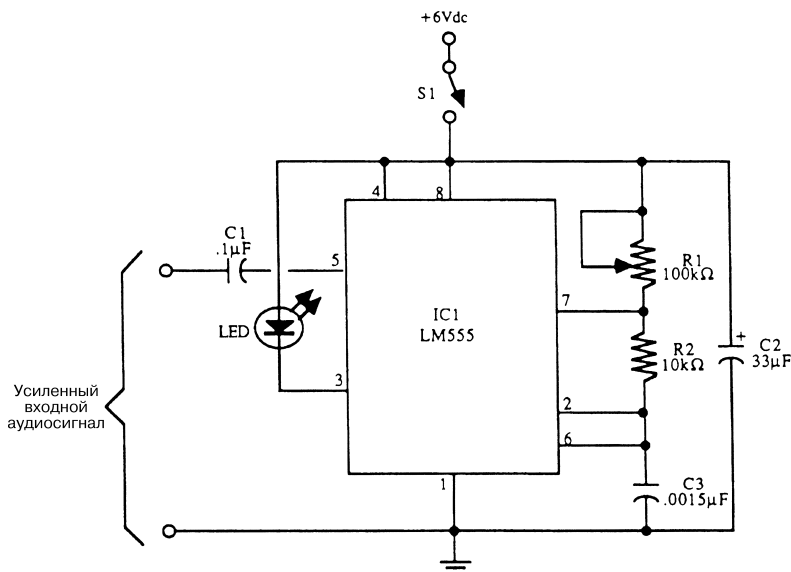


Popular Electronics

Рис. 40.13

Примечание. SPKR1, SPKR2: громкоговорители сопротивлением 8–32 Ом.

ПЕРЕДАТЧИК ЧАСТОТНО-МОДУЛИРОВАННОГО ИНФРАКРАСНОГО СИГНАЛА

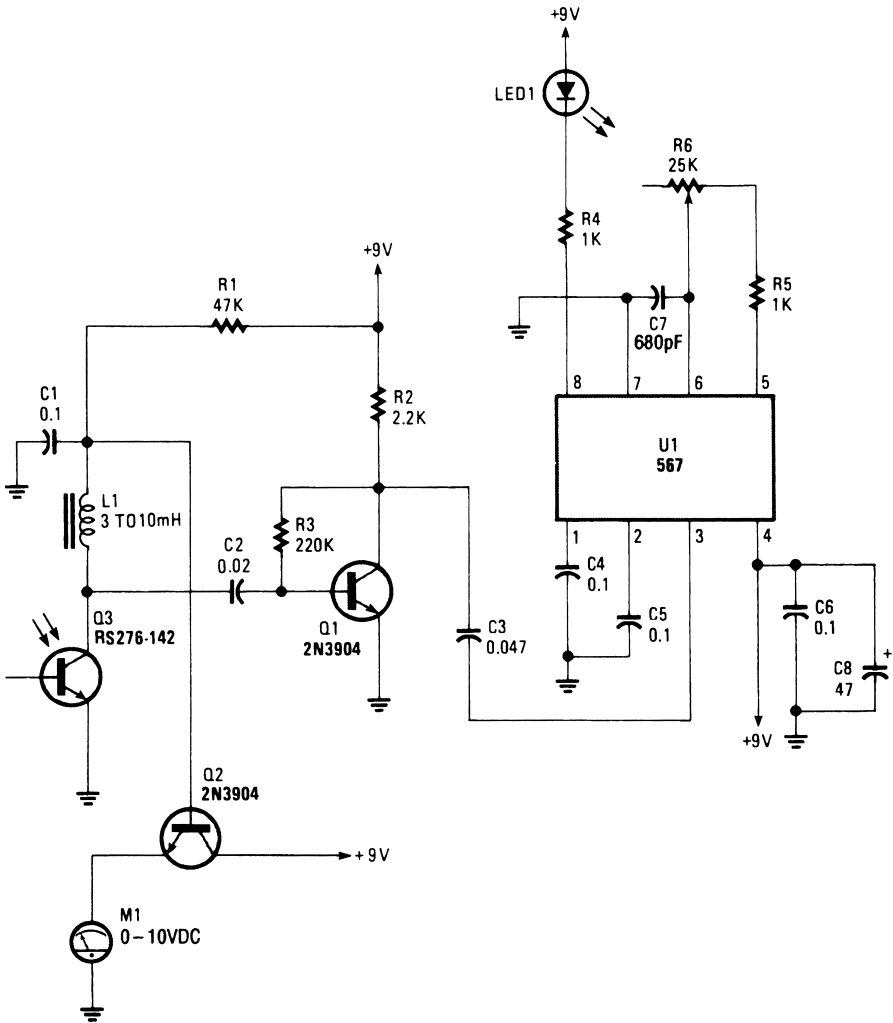


McGraw-Hill

Рис. 40.14

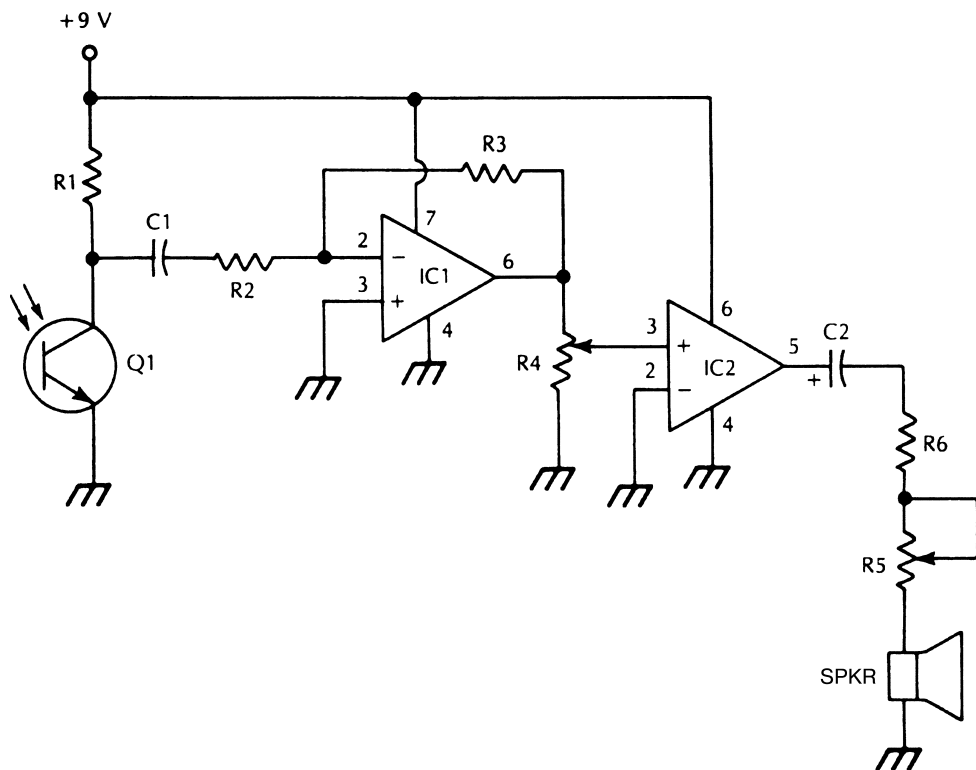
На рис. 40.14 показана схема светодиодного передатчика ИК сигнала, формирующего частотно-модулированные импульсы. Настройка частоты производится с помощью потенциометра R1. Для указанных элементов схемы диапазон частот составляет 8–48 кГц.

ПРИЕМНИК ОДНОЧАСТОТНОГО ТОНАЛЬНОГО ИНФРАКРАСНОГО СИГНАЛА



Фототранзистор Q3 в схеме, представленной на рис. 40.15, выполняет функцию детектора модулированных сигналов ИК диапазона. Транзистор Q1 используется в качестве усилителя, а микросхема U1 – декодера тонального сигнала. Светодиод LED1 загорается при приеме ИК сигнала с заданными параметрами модуляции.

ПРИЕМНИК ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СО ЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИЕЙ



McGraw-Hill

Рис. 40.16

Приемник (рис. 40.16) обеспечивает обнаружение амплитудно-модулированного ИК сигнала и его воспроизведение громкоговорителем. Потенциометр R5 используется для регулировки уровня громкости, однако в ряде случаев он может быть исключен. Фототранзистор Q1 необходимо правильно установить и экранировать от воздействия фоновой засветки.

Таблица 40.3. Перечень элементов схемы рис. 40.16

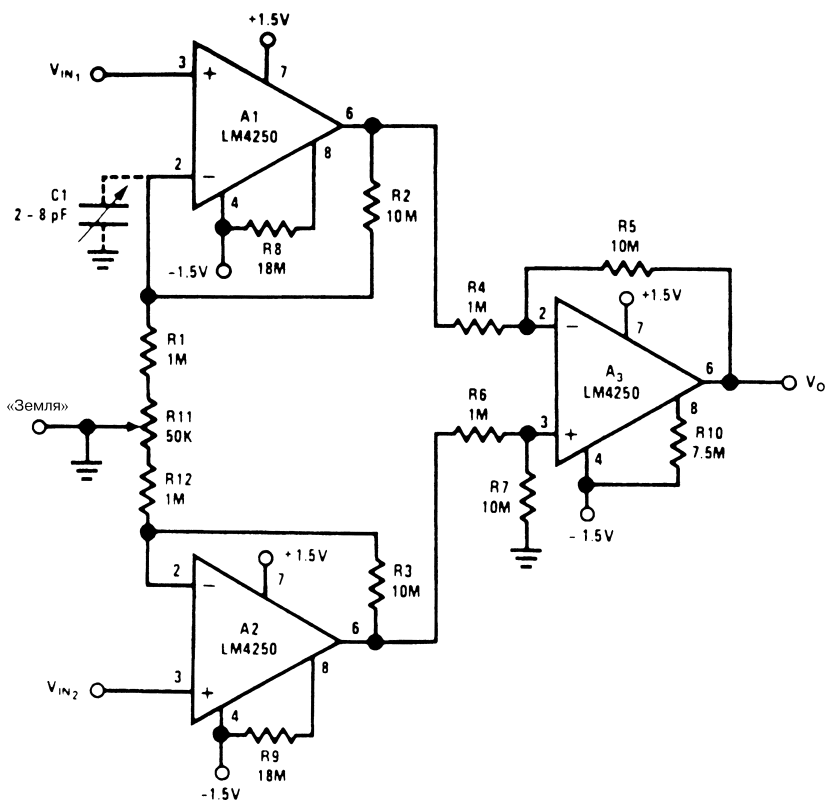
Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
IC1	Микросхема 741 (или аналогичного типа), операционный усилитель
IC2	Микросхема LM386, усилитель аудиосигналов
Q1	Фототранзистор инфракрасного диапазона
SPKR	Малогобаритный громкоговоритель
C1	Конденсатор, 0,1 мкФ
C2	Конденсатор электролитический, 220 мкФ, 15 В
R1	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 1 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 680 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Потенциометр, 25 кОм
R5	Потенциометр, 500 Ом
R6	Резистор, 47 Ом, 0,25 Вт, 5%

ГЛАВА 41

СХЕМЫ

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

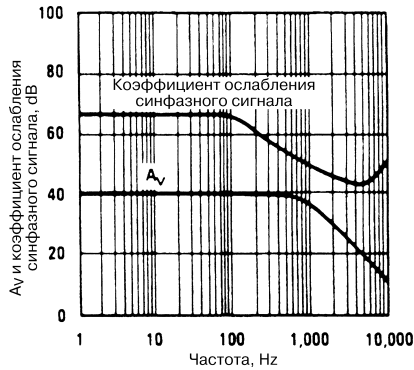
**ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ
С КОЭФФИЦИЕНТОМ УСИЛЕНИЯ 100**



National Semiconductor

Рис. 41.1 (а)

Примечание. Резисторы $R2 - R7$ имеют допуск 1%.

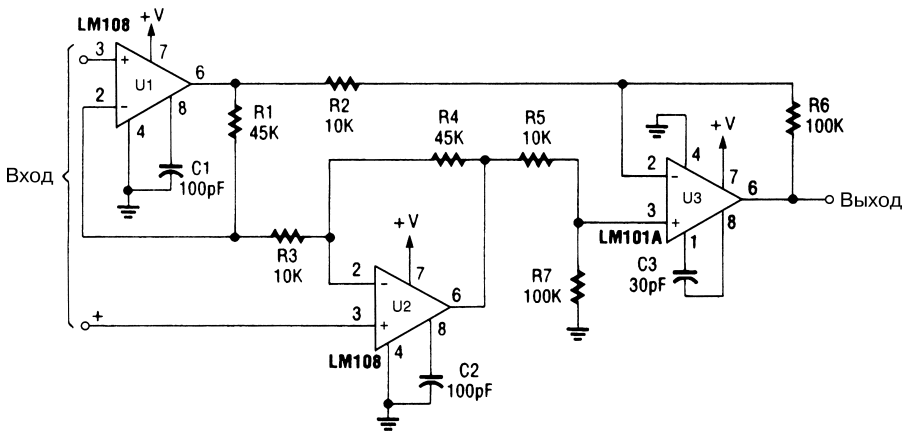


National Semiconductor

Рис. 41.1 (б)

На рис. 41.1а приведена схема измерительного усилителя, а на рис. 41.1б – зависимость коэффициента ослабления синфазного сигнала A_v от частоты. Потребляемая мощность усилителя $P_o = 10$ мкВт. Потенциометр R11 и подстроечный конденсатор C1 используются для подавления соответственно переменных и постоянных составляющих синфазного сигнала.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ I



Linear Technology

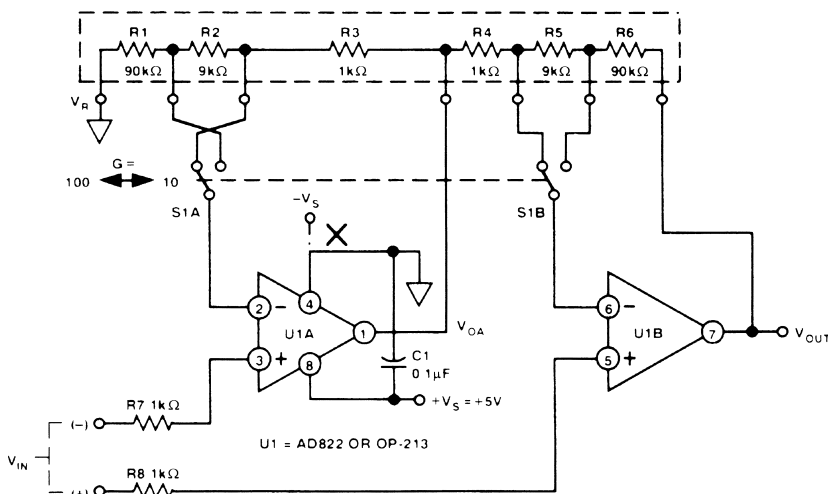
Рис. 41.2

Коэффициент ослабления синфазного сигнала измерительного усилителя (рис. 41.2) определяется из соотношения

$$A_v = \frac{R6}{R2} \left(1 + \frac{2R1}{R3} \right).$$

При этом $R1 = R4$, $R2 = R5$, $R6 = R7$.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ С ЗАДАВАЕМЫМ УСИЛЕНИЕМ



Analog Devices

Рис. 41.3

Примечание. R1 – R6: резисторы, №1043 по перечню фирмы Ohmtek.

Измерительный усилитель (рис. 41.3) обеспечивает программное задание коэффициента усиления. Для схемы выполняется соотношение

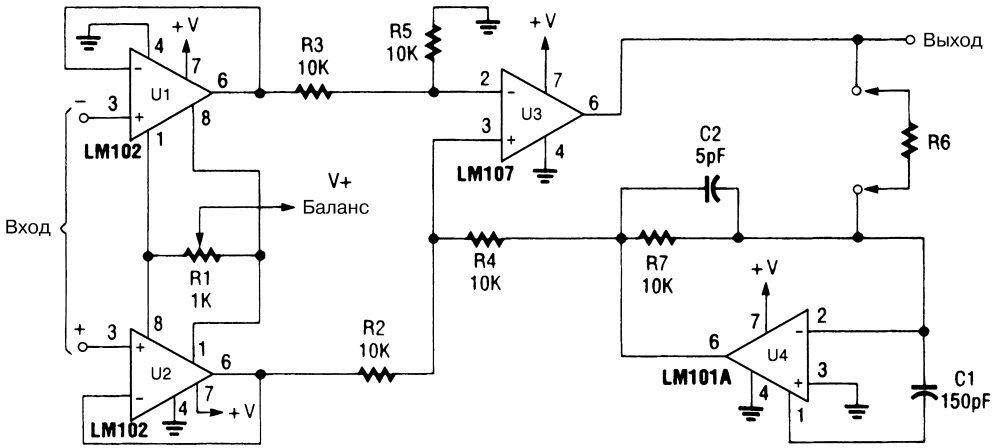
$$U_{OUT} = U_{IN}G + U_R,$$

где $G_{100} = 1 + \frac{R5 + R6}{R4}$, $G_{10} = 1 + \frac{R6}{R4 + R5}$.

Прибор построен на двух операционных усилителях и предназначен для схем с однополярным источником питания. В качестве U1A и U1B могут использоваться микросхемы AD822 или OP-213 фирмы Analog Devices.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ С РЕГУЛИРУЕМЫМ УСИЛЕНИЕМ

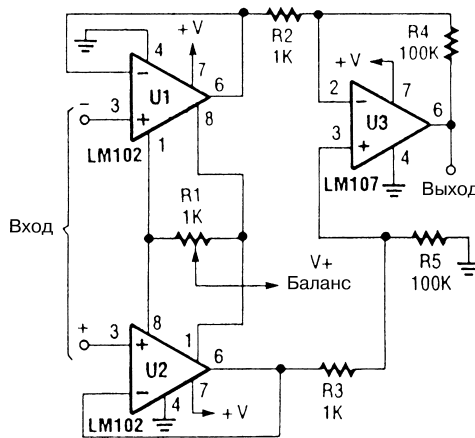
Изменение сопротивления резистора R6 от 10 кОм до 3 МОм позволяет регулировать коэффициент усиления дифференциального измерительного усилителя (рис. 41.4): $A_V = 10^{-4}R6$.



Popular Electronics

Рис. 41.4

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ



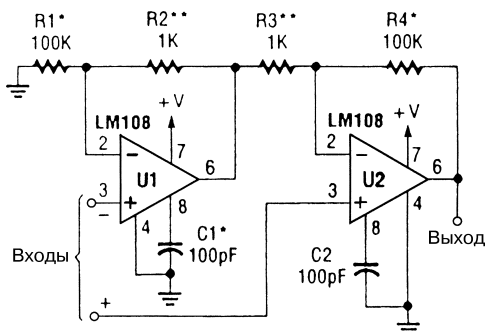
Popular Electronics

Рис. 41.5

Для схемы усилителя синфазного сигнала на трех ОУ (рис. 41.5) справедливо равенство

$$A_v = \frac{R_4}{R_2} = \frac{R_5}{R_3}$$

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ С ВЫСОКИМ ВХОДНЫМ ИМПЕДАНСОМ



Popular Electronics

Рис. 41.6

Примечание.

* При соответствии номиналов обеспечивается необходимая величина коэффициента усиления синфазного сигнала.

** Могут исключаться для расширения полосы частот.

Для схемы измерительного усилителя на двух ОУ (рис. 41.6) выполняются следующие соотношения:

$$R1 = R4, R2 = R3,$$

$$A_V = 1 + \frac{R1}{R2}.$$

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ПЕРЕМЕННОГО СИГНАЛА

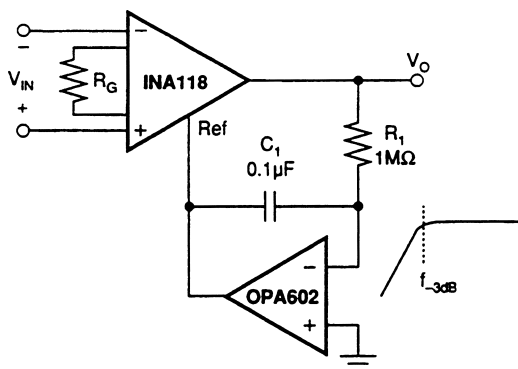


Рис. 41.7

Для схемы измерительного усилителя (рис. 41.7) выполняется соотношение:

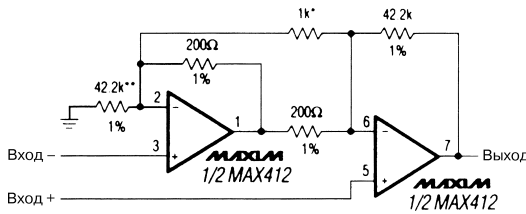
$$f_{-3дБ} = \frac{1}{2\pi R_1 C_1} = 1,59 \text{ Гц}$$

Значения сопротивления резистора R_G для достижения требуемого коэффициента усиления схемы представлены в табл. 41.1.

Таблица 41.1. Величины коэффициента усиления и соответствующие значения сопротивления резистора

Требуемый коэффициент усиления	Требуемая величина сопротивления резистора R_G , Ом	Ближайший номинал резистора R_G с допуском 1%, Ом
1	Не используется	Не используется
2	50000	49900
5	12500	12400
10	5556	5620
20	2632	1260
50	1020	1020
100	505,1	511
200	251,3	249
500	100,2	100
1000	50,05	49,9
2000	25,01	24,9
5000	10,00	10
10000	5,001	4,99

МАЛОШУМЯЩИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ



Maxim

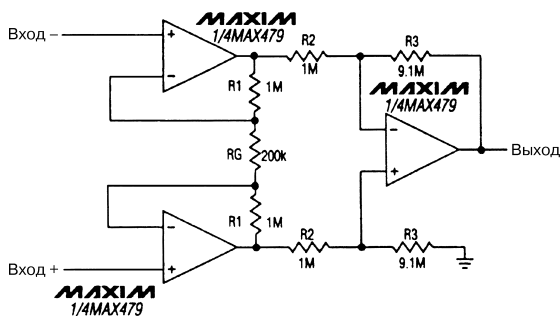
Рис. 41.8

Примечание.

- * Регулировка коэффициента усиления.
- ** Регулировка коэффициента ослабления синфазного сигнала.

В схеме малошумящего измерительного усилителя (рис. 41.8) использована микросхема MAX412 фирмы Maxim. Напряжение источника питания составляет ± 5 В при токе потребления 5 мА.

МАЛОПОТРЕБЛЯЮЩИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ



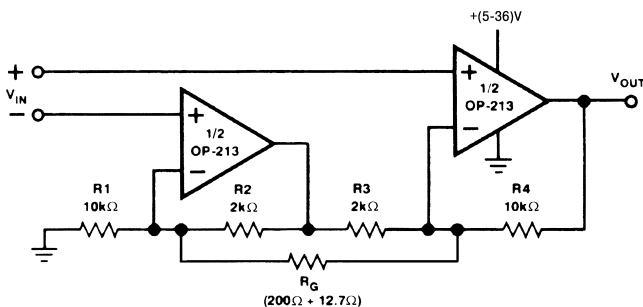
Maxim

Рис. 41.9

В схеме (рис. 41.9) потребляемый ток усилителя составляет менее 20 мА при использовании источника питания напряжением ±15 В. Коэффициент усиления при указанных на схеме номиналах равен

$$G = \left(1 + \frac{2R1}{RG}\right) \frac{R3}{R2} = 100.$$

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ С МАЛЫМ УРОВНЕМ ШУМА



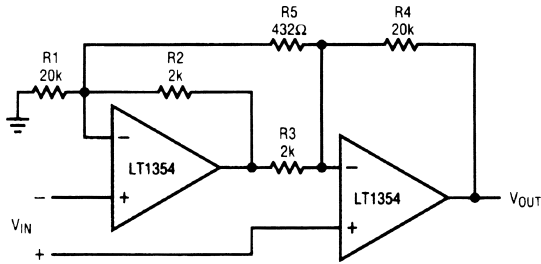
Analog Devices

Рис. 41.10

Примечание. Все резисторы схемы имеют допуск ±0,1% и температурный коэффициент ±25×10⁻⁶/°C.

Коэффициент передачи усилителя на микросхеме OP-213 (рис. 41.10) составляет

$$G = \frac{20 \text{ кОм}}{R_G} + 6.$$

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ II

Linear Technology

Рис. 41.11

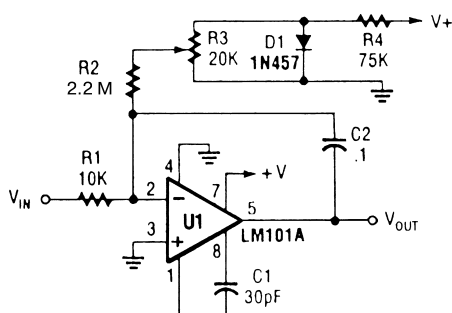
На схеме (рис. 41.11) изменение сопротивления резистора R_5 служит для подстройки коэффициента усиления. Резистор R_1 предназначен для изменения коэффициента ослабления синфазного сигнала. Полоса частот усилителя составляет 120 кГц, а коэффициент передачи равен

$$A_U = \frac{R_4}{R_3} \left[1 + \frac{1}{2} \left(\frac{R_2}{R_1} + \frac{R_3}{R_4} \right) + \frac{R_2 + R_3}{R_5} \right] = 104.$$

ГЛАВА 42

СХЕМЫ ИНТЕГРАТОРОВ

ИНТЕГРАТОР С КОМПЕНСАЦИЕЙ ТОКОВ СМЕЩЕНИЯ



Popular Electronics

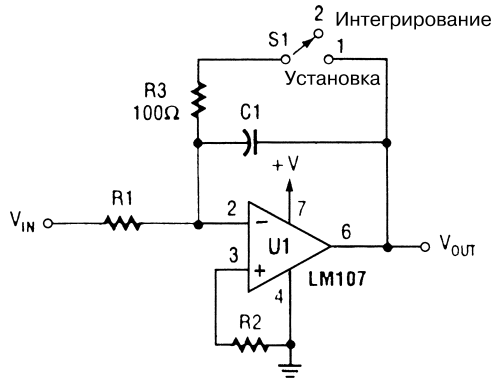
Рис. 42.1

Для компенсации ухода нуля интегратора (рис. 42.1) рекомендуется производить настройку схемы с помощью резистора $R3$. Изменение токов смещения обычно составляет порядка $0,1 \text{ пА}/^\circ\text{C}$ в диапазоне температур от -55 до 125°C .

ПРОСТОЙ ИНТЕГРАТОР

Для уменьшения ошибок, связанных с влиянием входных токов смещения интегратора (рис. 42.2), необходимо обеспечить следующие соотношения:

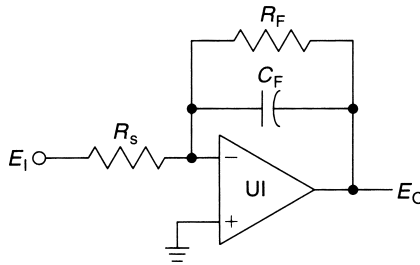
$$V_{OUT} = -\frac{1}{R1C1} \int_{t_1}^{t_2} V_{IN} dt,$$
$$f_c = \frac{1}{2\pi R1C1},$$
$$R1 = R2.$$



Popular Electronics

Рис. 42.2

ИНТЕГРАТОР ПЕРЕМЕННОГО СИГНАЛА



William Sheets

Рис. 42.3

Примечание. Для схемы выполняются следующие соотношения:

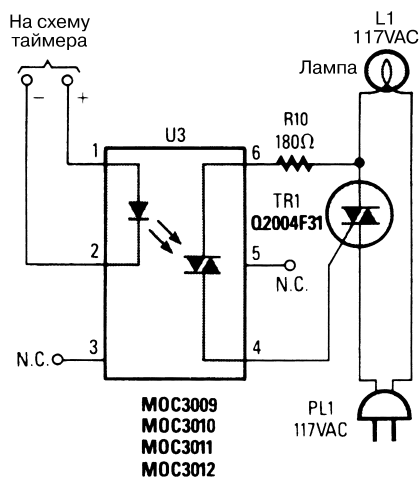
$$\frac{E_0}{E_1}(s) = \frac{R_F}{R_S(1 + sR_FC_F)} \approx \frac{1}{R_FC_F} \text{ при } s \gg \frac{1}{R_FC_F}, s = j2\pi f.$$

В схеме интегратора (рис. 42.3) могут использоваться различные типы операционных усилителей. Сопротивления резисторов R_F и R_S зависят от требуемой величины коэффициента усиления, однако в большинстве случаев они находятся в диапазоне 1 кОм – 1 МОм. Емкость конденсатора C_F зависит от положения полюса частотной характеристики. Микросхема U1 представлена операционным усилителем серии 741 или аналогичным.

ГЛАВА 43

СХЕМЫ ИНТЕРФЕЙСОВ

ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ ТАЙМЕРА И ЛИНИИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА



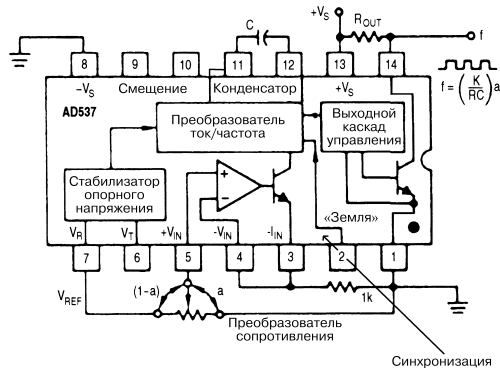
Popular Electronics

Рис. 43.1

Схема интерфейса (рис. 43.1) иллюстрирует использование оптрона для управления симистором, связанным с нагрузкой по переменному току. В данном случае обеспечивается полная развязка между схемой таймера и цепью переменного тока. В схеме таймера может применяться микросхема 555 или аналогичная.

ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Схема (рис. 43.2) обеспечивает непосредственное подключение преобразователя сопротивления (например, индикаторов уровня, термисторов, фотопреобразователей, датчиков контроля механического напряжения, потенциометров с сервоприводом и других подобных устройств) к микросхеме AD537. Коэффициент



Analog Devices

Рис. 43.2

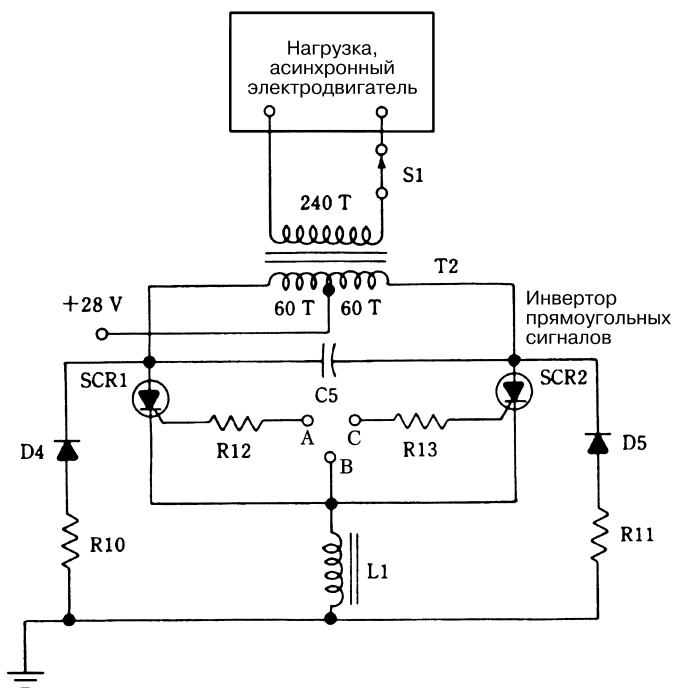
масштабирования K функционально зависит от этого сопротивления и изменяется от 0,65 до 0,98, что соответствует изменению сопротивления в диапазоне 3–100 кОм.

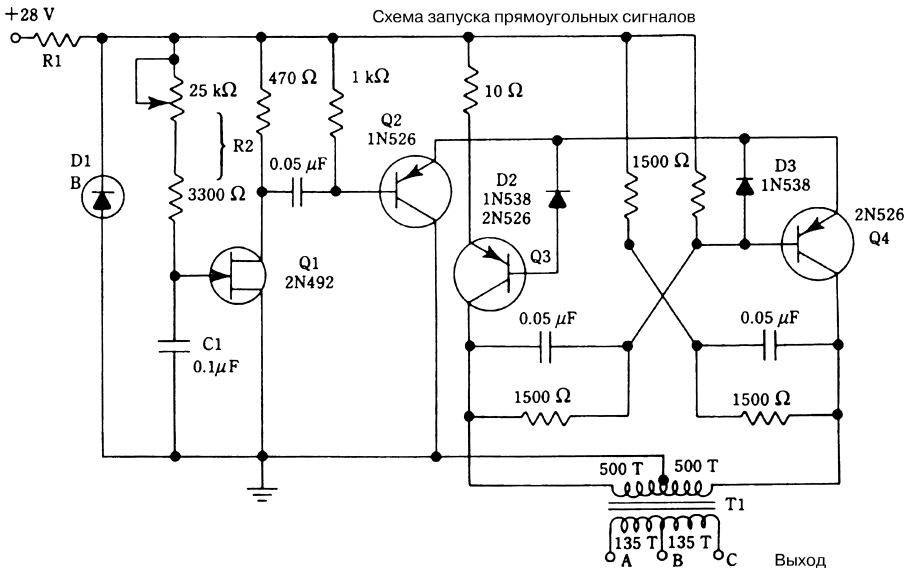
ГЛАВА 44

СХЕМЫ ИНВЕРТОРОВ

ИНВЕРТОР И СХЕМА ЗАПУСКА НА ТИРИСТОРАХ

Инвертор на тиристорах (рис.44.1) обеспечивает нормальный режим работы для широкого диапазона нагрузок и может применяться в мощных индуктивных устройствах, например двигателях. Индуктивность $L1$ и конденсатор $C5$ используются в качестве элементов коммутации. Они образуют резонансный контур на частоте, соответствующей полупериоду следования прямоугольных импульсов.





McGraw-Hill

Рис. 44.1 (б)

В табл. 44.1 представлен перечень элементов, применяемых в схеме инвертора, а также их основные технические параметры; в табл. 44.2 аналогичные характеристики приводятся для элементов схемы запуска. У всех резисторов схемы запуска (за исключением R1) мощность рассеяния составляет 0,5 Вт.

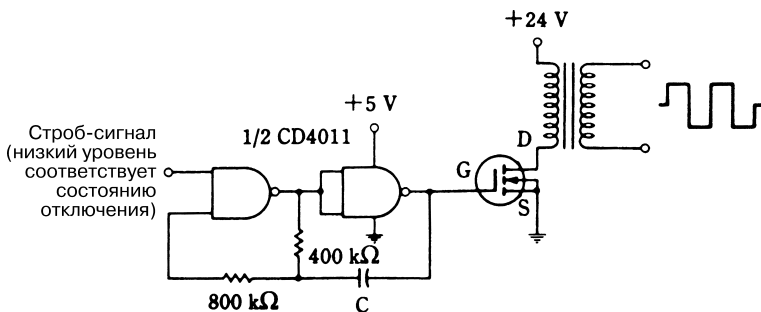
Таблица 44.1. Перечень элементов схемы инвертора

Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
R10, R11	Резистор, 1 Ом, 20 Вт
R12, R13	Резистор, 12 Ом, 1 Вт
C5	Конденсатор, 2–4 мкФ
D4, D5	Диод 1N2157
SCR1, SCR2	Тиристор С40А
T2	Трансформатор, номер элемента 9Т33У267 G.E.
L1	Индуктивность, номер элемента 9 5/8 33 3/4 266 G.E.

Таблица 44.2. Перечень элементов схемы запуска

Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
R1	Резистор, 75 Ом, 10 Вт
C1	Конденсатор, 0,1 мкФ
D1	Диод туннельный, 16–18 В, 1 Вт
T1	Трансформатор, номер элемента 9Т33У268 G. E.

ПРОСТОЙ ИНВЕРТОР

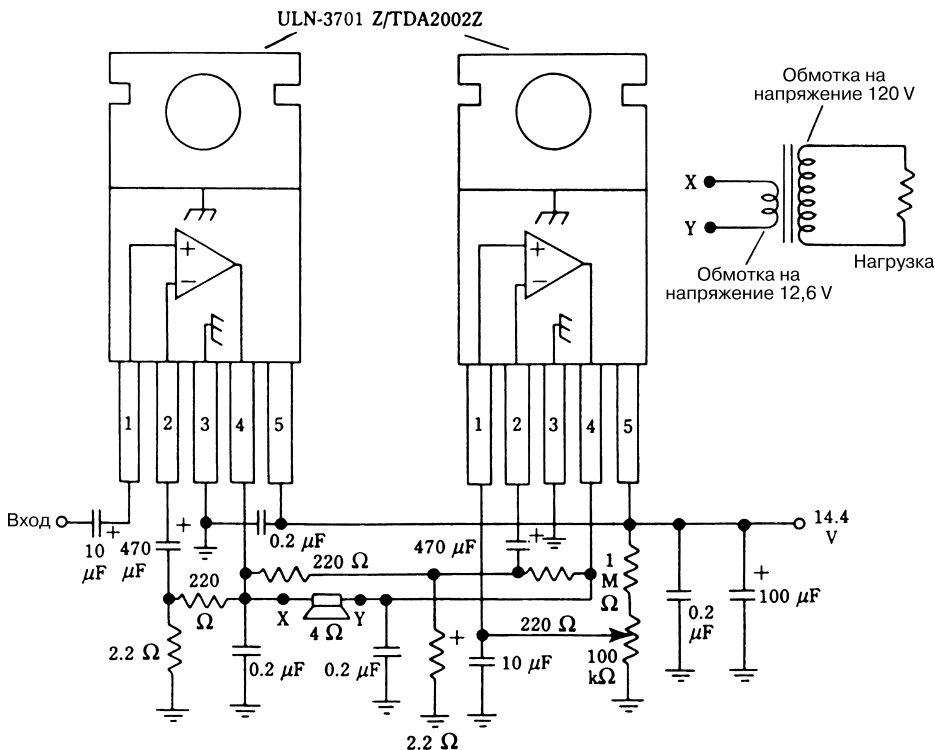


McGraw-Hill

Рис. 44.2

На схеме (рис. 44.2) представлен простой импульсный инвертор на ИС CD4011 и полевом транзисторе с трансформаторным выходом.

ИНВЕРТОР ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОГО АУДИОУСИЛИТЕЛЯ

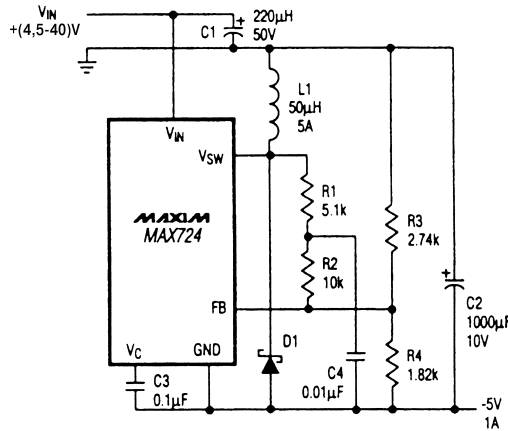


McGraw-Hill

Рис. 44.3

В схеме (рис. 44.3) усилитель аудиосигнала может управлять понижающим трансформатором для получения переменного сигнала амплитудой 120 В.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ



Maxim

Рис. 44.4

Примечание. Все резисторы с допуском 1%.

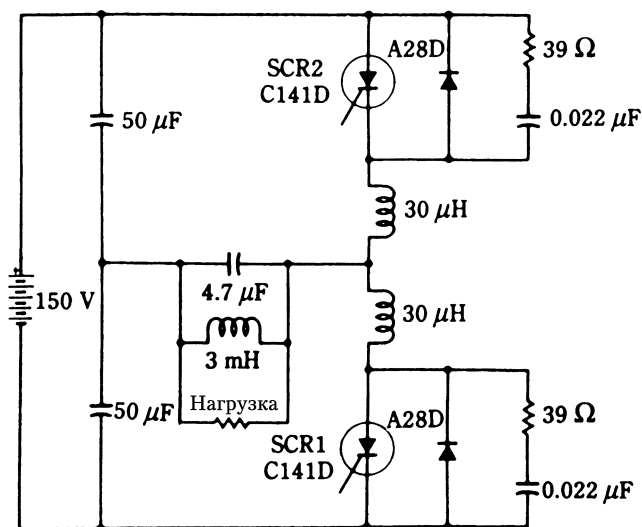
Таблица 44.3. Перечень элементов схемы рис. 44.4

Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
D1	Диод MBR745 фирмы Motorola
C1	Конденсатор, номер элемента UPL1C221MRH6 по перечню фирмы Nichicon
C2	Конденсатор, номер элемента UPL1A102MRH6 по перечню фирмы Nichicon
L1	Индуктивность, номер элемента CTX25-4-52 по перечню фирмы Coil Tronics

Схема (рис. 44.4) служит для формирования источника отрицательного постоянного напряжения -5 В при наличии только источника положительного постоянного напряжения. В табл. 44.3 приведен перечень элементов данной схемы, а также их основные технические характеристики.

МОЩНЫЙ ИНВЕРТОР СИГНАЛА ЧАСТОТОЙ 10 КГЦ

В схеме (рис. 44.5) тиристоры формируют достаточно мощные сигналы на частотах 30 кГц и более. В частности, здесь вырабатывается сигнал мощностью 1 кВт на частоте 10 кГц. На схеме показана эквивалентная нагрузка, роль которой обычно



McGraw-Hill

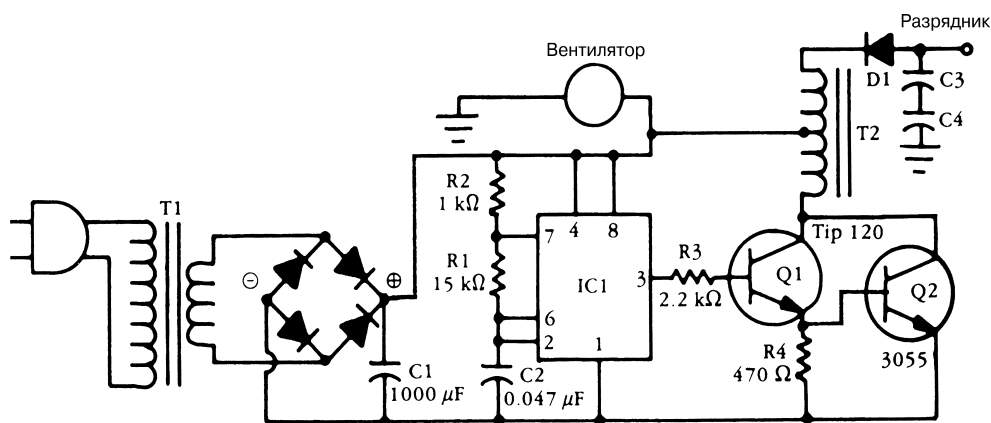
Рис. 44.5

выполняет первичная обмотка трансформатора, используемого для электрической развязки. Источником питания может служить мостовой выпрямитель с фильтром, рассчитанный на напряжение 120 В.

ГЛАВА 45

ГЕНЕРАТОРЫ И ДЕТЕКТОРЫ ИОНОВ

ГЕНЕРАТОР ОТРИЦАТЕЛЬНО ЗАРЯЖЕННЫХ ИОНОВ I

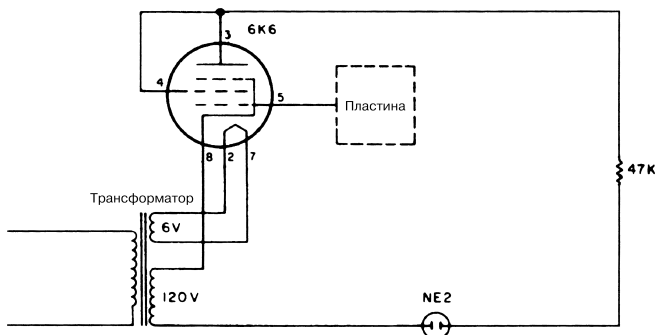


McGraw-Hill

Рис. 45.1

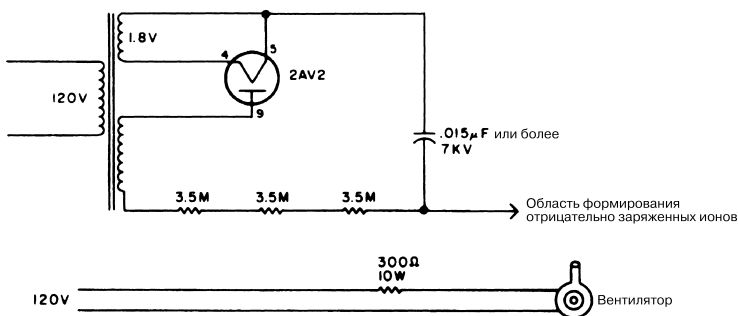
Схема генератора отрицательно заряженных ионов (рис. 45.1) построена на микросхеме 555, которая управляет каскадом Дарлингтона, выполненным на транзисторной паре. В качестве трансформатора Т1 может быть использована малогабаритная высоковольтная катушка зажигания автомобиля, трансформатор схемы обратного хода луча в черно-белом телевизоре или другое подобное устройство. Элементы С3, С4 и D1 должны быть рассчитаны на напряжение 10–15 кВ. Вентилятор обеспечивает принудительное прохождение воздушного потока через область разряда.

ЭЛЕКТРОСКОП ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ИОНОВ

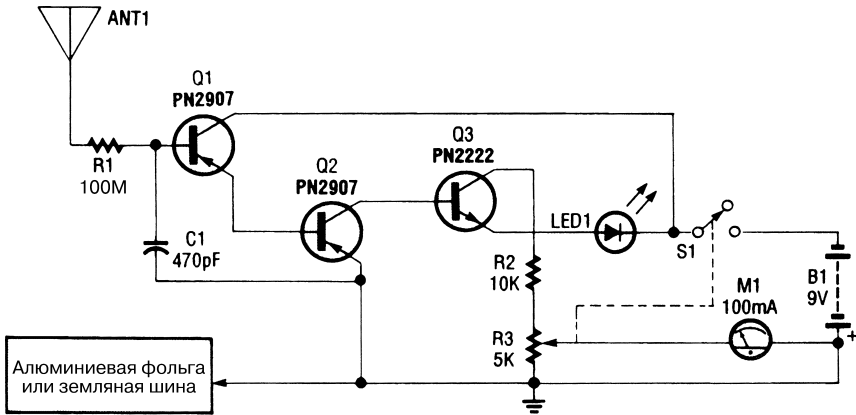
73 *Amateur Radio Today***Рис. 45.2**

На схеме (рис. 45.2) показан электроскоп для регистрации отрицательно заряженных ионов с помощью плоской антенны. При этом отрицательный электрический заряд, накапливающийся на пластине антенны, переводит электронную лампу в режим отсечки, в результате чего загорается неоновый индикатор.

ГЕНЕРАТОР ОТРИЦАТЕЛЬНО ЗАРЯЖЕННЫХ ИОНОВ II

73 *Amateur Radio Today***Рис. 45.3**

На схеме (рис. 45.3) воздушный поток непрерывно циркулирует в области электрода, имеющего высокий отрицательный потенциал. Малогабаритный трансформатор с выходным напряжением 4–6 кВ предусматривает использование накальной обмотки. В качестве эффективного источника заряженных частиц может применяться старый выходной резонатор электронной лампы.

ДЕТЕКТОР ИОНОВ

Electronic Hobbyists Handbook

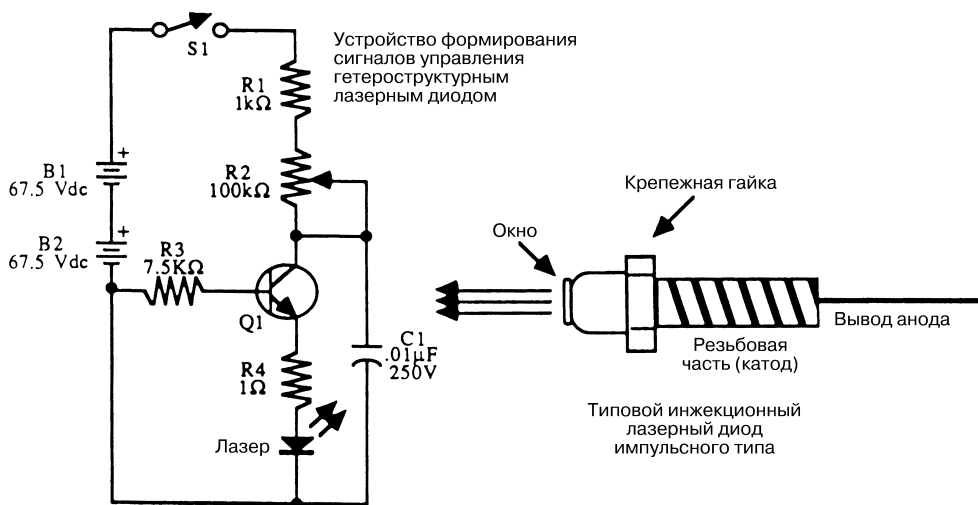
Рис. 45.4

Схема детектора ионов (рис. 45.4) позволяет регистрировать статические электрические заряды, в частности свободные ионы, и может применяться для обнаружения потока ионов, статического электричества, электростатических полей, утечек высоковольтных устройств и других источников заряженных частиц. Земление выполняется с помощью специальной шины или касанием рукой электрода из алюминиевой фольги. Прибор M1 представлен обычным микроамперметром со шкалой 100 мкА, а потенциометр R3 служит для регулировки чувствительности.

ГЛАВА 46

СХЕМЫ С ЛАЗЕРАМИ

ФОРМИРОВАТЕЛЬ ТОКА УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ЛАЗЕРА



McGraw-Hill

Рис. 46.1

Примечание. Все резисторы с допуском 5 или 10%, мощность рассеяния 0,25 Вт.

Таблица 46.1. Перечень элементов схемы рис. 46.1

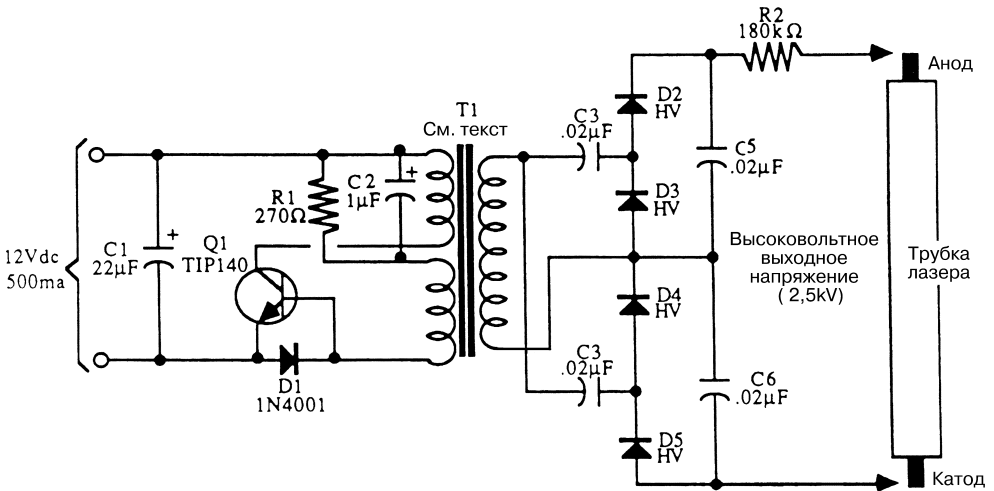
Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
R1	Резистор, 1 кОм
R2	Потенциометр, 100 кОм
R3	Резистор, 7,5 кОм
R4	Резистор углеродный, 1 Ом, 5 Вт

Таблица 46.1. Перечень элементов схемы рис. 46.1 (окончание)

Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
C1	Конденсатор 0,01 мкФ, 250 В
Q1	Транзистор 2N2222 или аналогичного типа
B1, B2	Аккумуляторная батарея, постоянное напряжение 67,5 В
Лазер	Гетероструктурный лазерный диод с радиатором для отвода тепла

В схеме (рис. 46.1) транзистор используется в режиме лавинного пробоя. Прежде чем выбрать экземпляр, обеспечивающий требуемый режим генерации, следует поэкспериментировать с несколькими транзисторами 2N2222. Потенциометр R2 служит для оптимизации режима генерации, при этом устройство должно вырабатывать токовые импульсы амплитудой 10–20 А и длительностью 50 нс.

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ ГЕЛИЙ-НЕОНОВОГО ЛАЗЕРА



McGraw-Hill

Рис. 46.2

Примечание.

C2 – C5: конденсаторы на напряжение 5 кВ.

D2 – D5: диоды на напряжение 5 кВ.

R2: резистор с минимальной мощностью рассеяния 3 Вт.

Q1: транзистор с радиатором для отвода тепла.

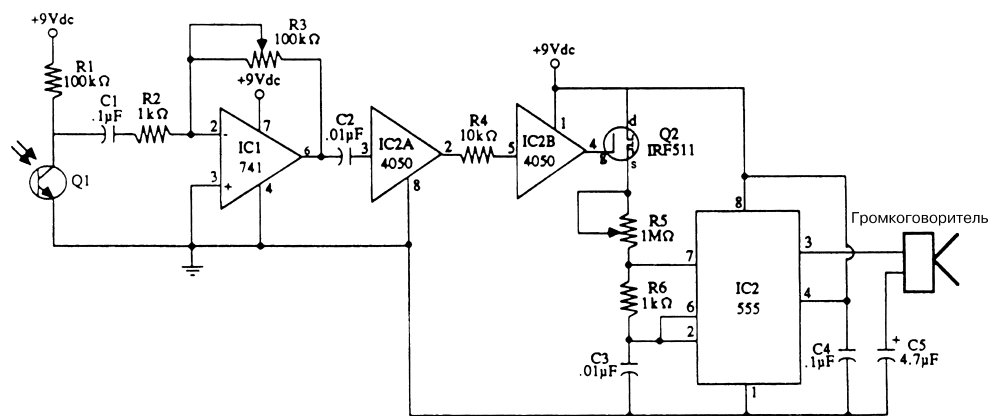
Все резисторы с допуском 5 или 10% и рассеиваемой мощностью 0,25 Вт (если не указано иное). Все конденсаторы с допуском 10 или 20% и напряжением не менее 35 В (если не указано иное).

В схеме высоковольтного источника питания для гелий-неонового лазера (рис. 46.2) трансформатор Т1 является основным элементом инвертора постоянного напряжения (6 В / 330 В) с коэффициентом трансформации 57,4:1 и номинальной мощностью 7 Вт. Минимальный входной ток равен 200 мА. В табл. 46.2 приведен перечень элементов схемы, а также их основные технические параметры.

Таблица 46.2. Перечень элементов схемы рис. 46.2

Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
R1	Резистор, 270 Ом
R2	Резистор, 180 Ом, от 3 до 5 Вт
C1	Конденсатор электролитический, 22 мкФ
C2	Конденсатор электролитический, 1 мкФ
C3 – C6	Конденсатор, 0,02 мкФ, 1 кВ
D1	Диод 1N4001
D2 – D5	Диод высоковольтный, 3 кВ
Q1	Транзистор мощный, TIP 140
T1	Трансформатор высоковольтный

МИШЕНЬ ДЛЯ ЛАЗЕРНОГО ПИСТОЛЕТА СО ЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИЕЙ



McGraw-Hill

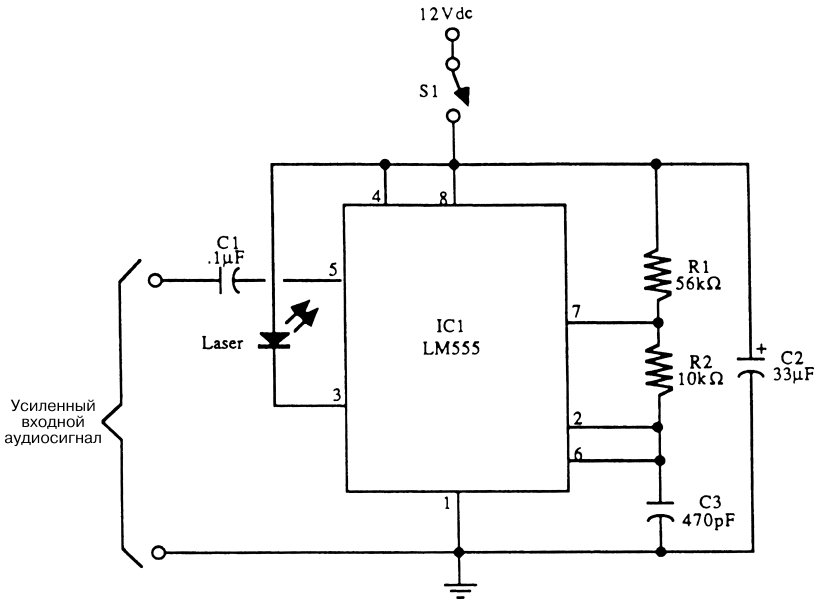
Рис. 46.3

Примечание. Все неиспользуемые выводы микросхемы 4050 рекомендуется заземлять.

На рис. 46.3 показана схема усилителя преобразованных световых и генератора звуковых сигналов (на основе таймера на микросхеме 555 и громкоговорителя).

Фототранзистор Q1 регистрирует световые импульсы и обеспечивает формирование звуковых сигналов, похожих на сирену.

ИЗЛУЧАТЕЛЬ НА ЛАЗЕРНОМ ДИОДЕ



McGraw-Hill

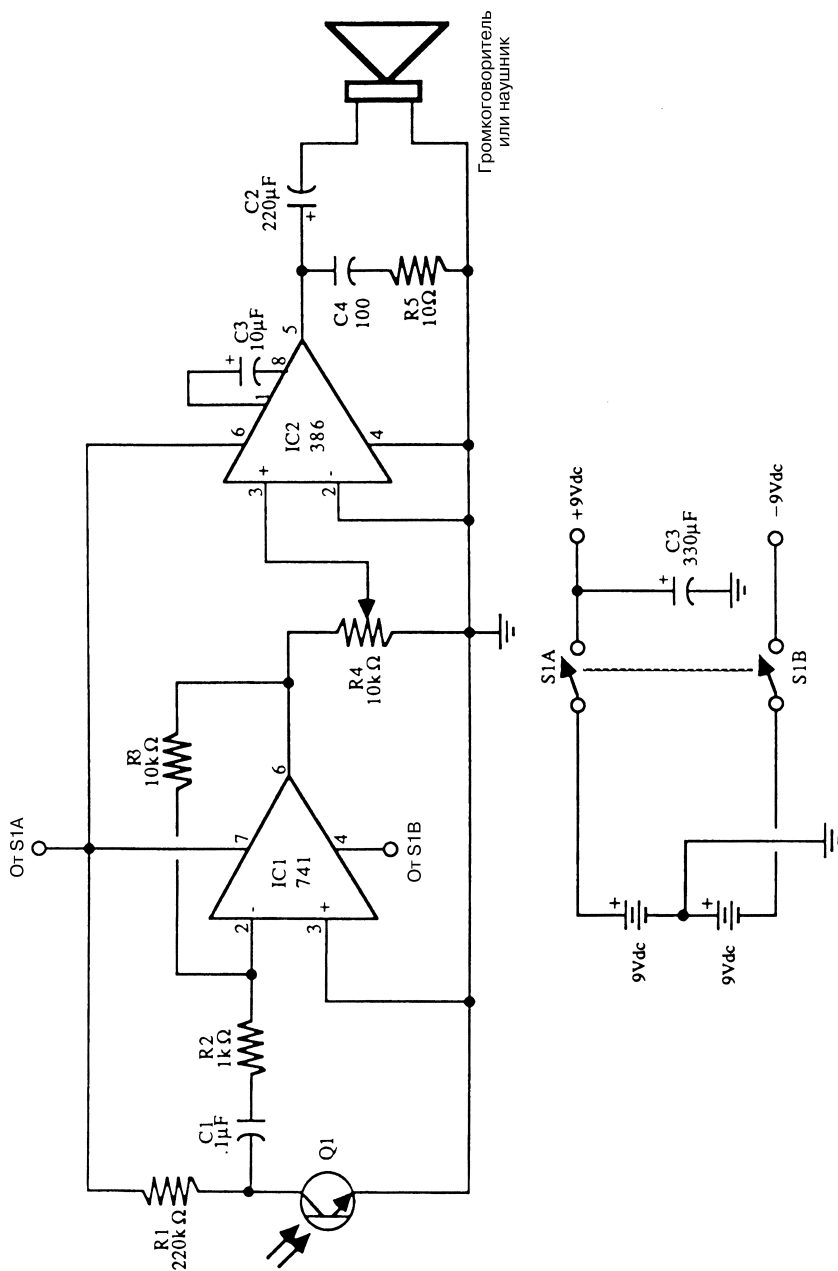
Рис. 46.4

Для показанных на схеме (рис. 46.4) элементов значение центральной частоты соответствует 40,31 кГц. Чтобы перенастроить центральную частоту, следует заменить резистор R1 потенциометром сопротивлением 100 кОм. Расчет центральной частоты производится из соотношения

$$f = \frac{1,44}{C3 (R1 + 2R2)}$$

ДЕТЕКТОР ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЛАЗЕРА

На рис. 46.5 представлена схема универсального детектора лазерного излучения. Выходной сигнал микросхемы LM386 (усилитель аудиосигнала) может подаваться на малогабаритный громкоговоритель (сопротивлением 8 Ом) или наушники. Схема питается от двух аккумуляторных батарей напряжением 9 В. Для снижения чувствительности нужно уменьшить сопротивление резистора R1, а для повышения коэффициента усиления ОУ – увеличить. Избегайте значительного роста



McGraw-Hill

Рис. 46.5

коэффициента усиления: это может привести к появлению паразитной генерации. В качестве Q1 используется фототранзистор инфракрасного диапазона.

ПРИЕМНИК ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЛАЗЕРА СО СХемой ФАПЧ

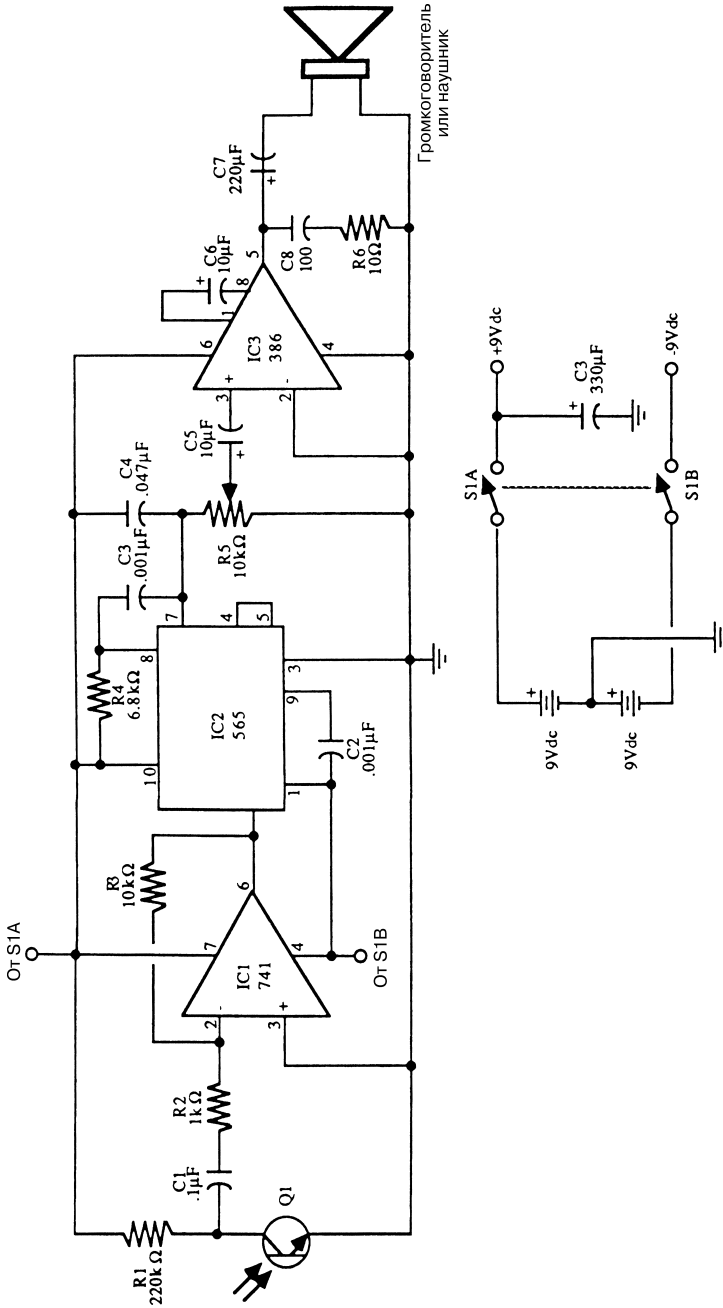


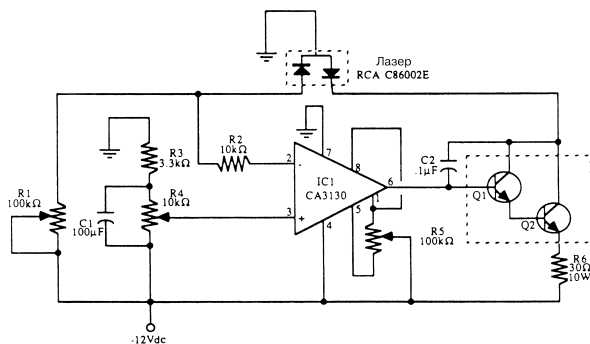
Схема детектора лазерного излучения с частотно-импульсной модуляцией (рис. 46.6) использует микросхему 565 (схема фазовой подстройки частоты) или аналогичную. Увеличение полного коэффициента усиления схемы достигается повышением сопротивления резистора R3 до 1 МОм. Хотя элемент R4 показан в виде резистора, его легко заменить прецизионным потенциометром сопротивлением 10 кОм, что позволит регулировать центральную частоту приемника. При указанных номиналах элементов значение центральной частоты составляет 39,75 кГц. Расчет частоты свободной генерации в схеме ФАПЧ производится из соотношения

$$f = \frac{1}{3,7 R_4 C_2},$$

где сопротивление задается в килоомах, емкость – в микрофарадах, частота – в кГц.

Для обеспечения оптимальной характеристики в области высоких частот нужно подстроить конденсатор C1. Данная схема в функциональном отношении аналогична схеме детектора инфракрасного лазерного излучения (см. рис. 46.5), но дополнительно предусматривает применение контура фазовой подстройки частоты.

УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ЛАЗЕРНЫМ ДИОДОМ НА ОУ



McGraw-Hill

Рис. 46.7

Схема (рис. 46.7) обеспечивает автоматическую регулировку токовых сигналов управления с помощью операционного усилителя. Для выходного каскада рекомендуется использовать транзисторы, указанные в табл. 46.3, или однотипные, в частности мощный составной транзистор Дарлингтона (TIP 120).

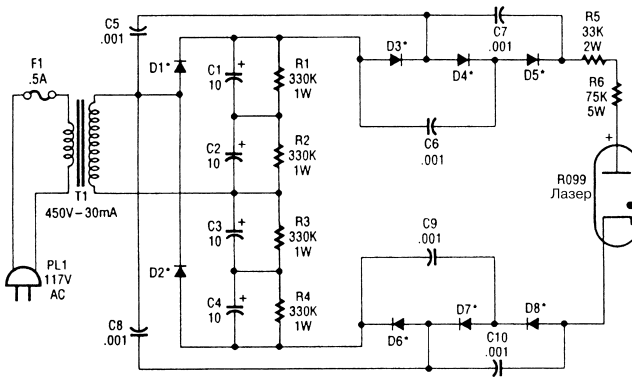
Таблица 46.3. Перечень элементов схемы рис. 46.7

Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
IC1	Микросхема RCA CA 313, операционный усилитель
R1, R5	Потенциометр, 100 кОм

Таблица 46.3. Перечень элементов схемы рис. 46.7 (окончание)

Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
R2	Резистор, 10 кОм
R3	Потенциометр, 3,3 кОм
R4	Потенциометр, 10 кОм
R6	Резистор, 30 Ом, 10 Вт
C1	Конденсатор электролитический, 100 мкФ
C2	Конденсатор дисковый, 0,1 мкФ
Q1	Транзистор 2N2101
Q2	Транзистор 2N3585
Лазер	Диод лазерный, RCA C86002 (или аналогичного типа)

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ ЛАЗЕРА



Popular Electronics

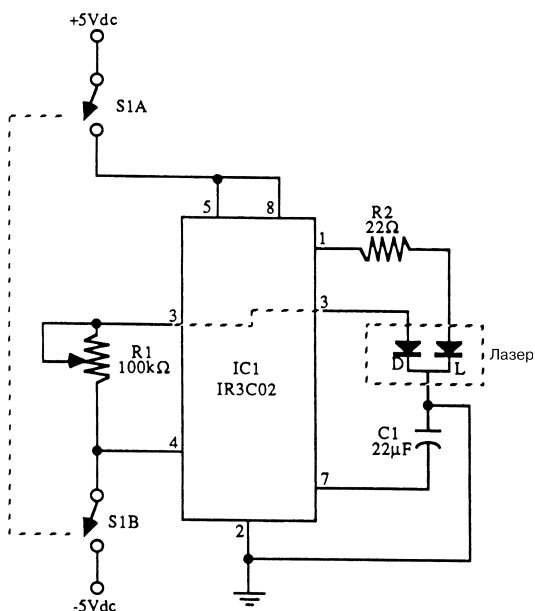
Рис. 46.8

Примечание. Все диоды типа 1N4007/1N5408.

Источник питания (рис. 46.8) вырабатывает постоянное напряжение 6 кВ (в режиме холостого хода), которое снижается до 1375 В при подключении номинальной нагрузки.

УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ДВОЙНЫМ ЛАЗЕРОМ НА МИКРОСХЕМЕ

С помощью устройства (рис. 46.9) на ИС IR3C02 достигается эффективное управление двойным лазерным диодом.



McGraw-Hill

Рис. 46.9

Таблица 46.4. Перечень элементов схемы рис. 46.9

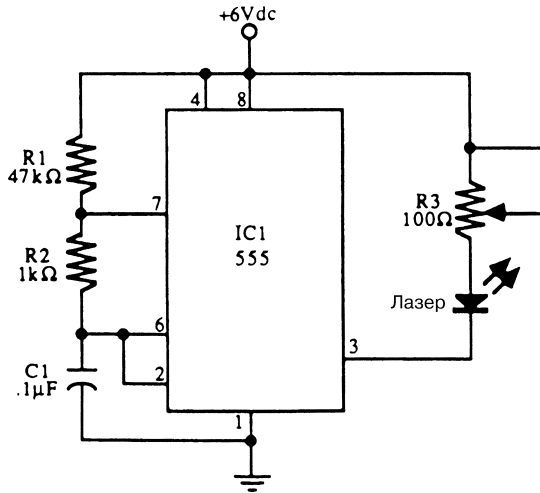
Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
IC	Микросхема IR3C02 фирмы Sharp, блок управления лазером
R1	Потенциометр, 100 кОм
R2	Резистор, 22 Ом
C1	Конденсатор электролитический, 22 мкФ
S1	Переключатель двухполюсный
Лазер	Диод лазерный, со сдвоенной гетероструктурой (например, типа LTO20 фирмы Sharp) и радиатором для отвода тепла

УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ИМПУЛЬСНЫМ ЛАЗЕРОМ НА МИКРОСХЕМЕ

Устройство (рис. 46.10) на ИС 555 обеспечивает эффективное управление двойным лазерным диодом.

Таблица 46.5. Перечень элементов схемы рис. 46.10

Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
IC1	Микросхема 555, таймер
R1	Резистор, 47 кОм, 5–10%, 0,25 Вт



McGraw-Hill

Рис. 46.10

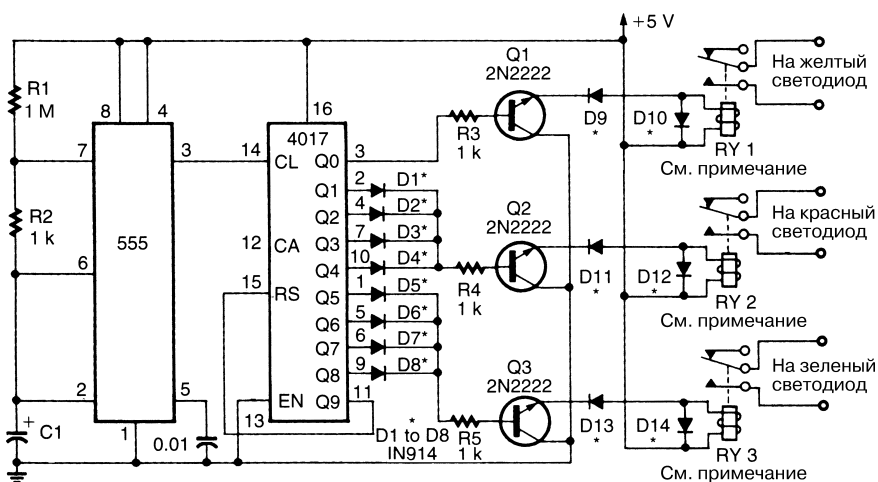
Таблица 46.5. Перечень элементов схемы рис. 46.10 (окончание)

Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
R2	Резистор, 1 кОм, 5–10%, 0,25 Вт
R3	Потенциометр, 100 Ом
C1	Конденсатор дисковый, 0,1 мкФ, 10–20%, 35 В
Лазер	Диод лазерный, со двойной гетероструктурой и радиатором для отвода тепла

ГЛАВА 47

СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОВЫМИ СИГНАЛАМИ

УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОФОР



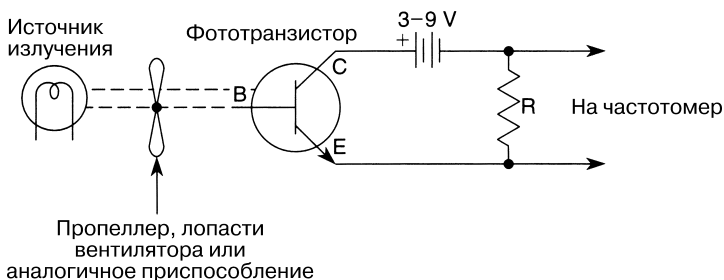
Electronics Now

Рис. 47.1

Примечание. Все реле рассчитаны на постоянное номинальное напряжение 5 В, а максимально допустимые значения напряжения и тока для контактов реле составляют соответственно 120 В и 2 А.

В схеме управления светофором (рис. 47.1) таймер микросхемы 555 используется для управления счетчиком, выполненным на микросхеме 4017. Выходной сигнал счетчика подается на транзисторный каскад управления реле. Регулировка продолжительности свечения ламп светофора обеспечивается изменением характера подключения выходов счетчика.

АДАПТЕР ТАХОМЕТРА



William Sheets

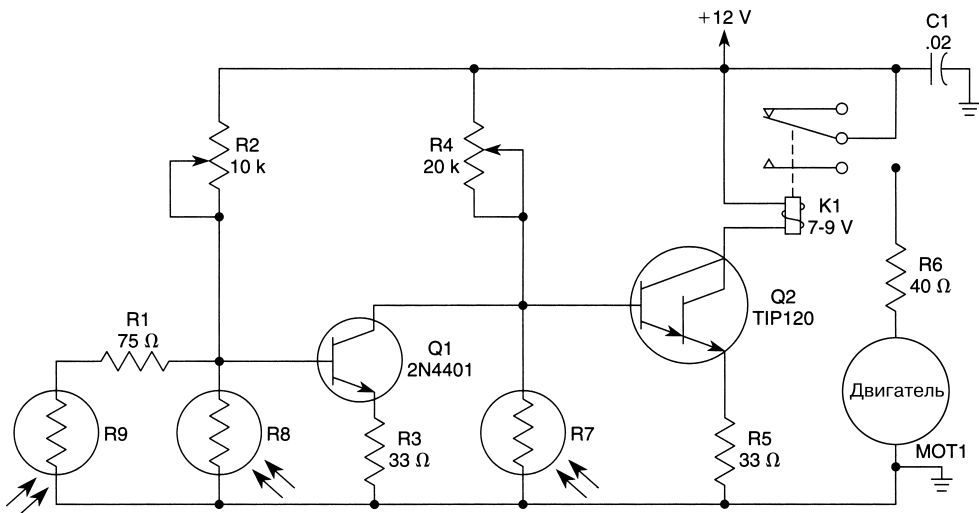
Рис. 47.2

В схеме (рис. 47.2) фототранзистор и источник света позволяют применить счетчик импульсов в качестве тахометра, при этом выполняется соотношение

$$\text{Число оборотов в минуту} = 60 \frac{\text{показание счетчика в Гц}}{\text{число лопастей}}.$$

Световой поток периодически прерывается лопастями пропеллера или вентилятора. Сопротивление резистора R равно 1–100 кОм. Для получения наилучших результатов рекомендуется поэкспериментировать с несколькими резисторами.

УСТРОЙСТВО СЛЕЖЕНИЯ ЗА ПОЛОЖЕНИЕМ СОЛНЦА



Popular Electronics

Рис. 47.3

Устройство слежения солнечных элементов за положением Солнца (рис. 47.3) построено на схеме с тремя фоторезисторами, R7 – R9, что гарантирует правильное отслеживание положения Солнца в дневное время. Указанные фоторезисторы характеризуются сопротивлением 160 Ом при ярком солнечном свете и 4880 Ом в затененном состоянии (эти значения не критичны). Фоторезистор R7 установлен в трубе с узкой щелью – так, чтобы свет падал на него только при условии точной ориентации элемента на Солнце. При этом фоторезистор R7 имеет малое сопротивление. R7 и потенциометр R4 образуют делитель напряжения в цепи базы транзисторной пары Дарлингтона Q2. При уменьшении сопротивления фоторезистора транзистор Q2 будет поддерживаться в запертом состоянии.

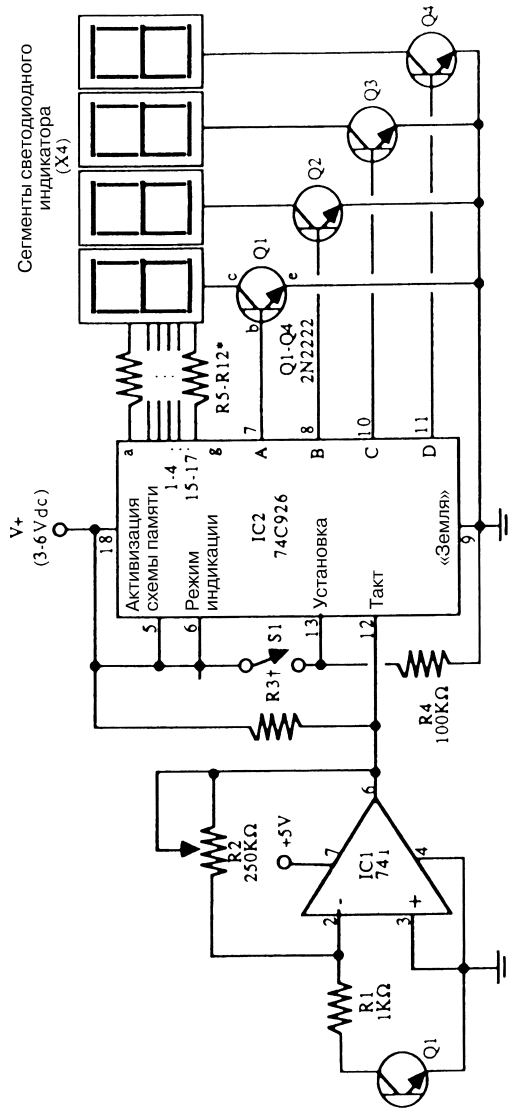
При смещении Солнца к западу на фоторезистор R7 прямые солнечные лучи не попадают. В результате его сопротивление заметно возрастает, что приводит к увеличению потенциала на базе транзистора Q2 и его отпиранию. Контакты реле замыкаются, и токовый сигнал поступает на обмотку двигателя MOT1 (бытовой двигатель, рассчитанный на постоянное напряжение 1,5 В, с небольшим крутящим моментом). Двигатель медленно поворачивается (резистор R6 служит для ограничения максимального тока двигателя и способствует замедлению скорости поворота), и фоторезистор R7 вновь оказывается полностью освещенным, что приводит к снижению потенциала базы транзистора Q2 и завершению передвижений.

Подобные операции повторяются регулярно по мере перемещения Солнца на небосклоне. Фоторезистор R8 установлен на внешней стенке трубы – так, чтобы свет падал на него при различных положениях Солнца. При попадании солнечных лучей на этот фоторезистор его сопротивление невелико, и транзистор Q1 будет в запертом состоянии, позволяя устройству слежения работать описанным выше образом. Однако, если Солнце скрывается за облаками, сопротивление фоторезистора R8 заметно возрастает, создавая прямое смещение на базе транзистора Q1. В результате транзистор Q1 открывается и блокирует базу транзистора Q2, уменьшая потенциал практически до нуля, после чего транзистор Q2 остается в запертом состоянии.

Фоторезистор R9 является датчиком рассвета и устанавливается на задней части устройства слежения. Когда прибор останавливается при заходе Солнца, указывая на запад, фоторезистор R9 фактически ориентирован на восток. При восходе Солнца фоторезистор R9 освещается и его сопротивление резко уменьшается, что приводит к запиранию транзистора Q1 и возрастанию потенциала на базе транзистора Q2. При этом токовый сигнал подается на контакты реле и далее на обмотку двигателя, обеспечивая поворот устройства в сторону восхода Солнца.

СЧЕТЧИК СВЕТОВЫХ ПОЛОС

Для работ с интерферометрами и проведения оптических экспериментов часто применяются счетчики интерференционных (световых) полос. В схеме подобного счетчика (рис. 47.4) фототранзистор Q1 контролирует состояния с высоким и низким уровнем освещенности. При сдвиге датчика вдоль интерференционной картины чередование ярко и слабо освещенных участков приводит к формированию соответствующего электрического сигнала на выходе фототранзистора. Этот сигнал



McGraw-Hill

Рис. 47.4

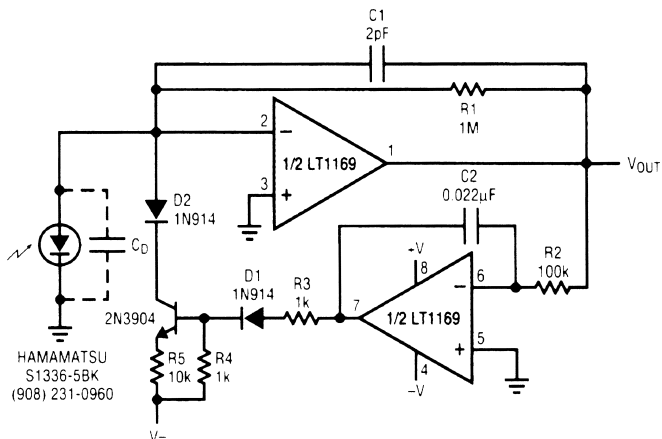
Примечание.

* Не требуется, если напряжение $+U$ составляет 4 В или менее.

† Для выбора чувствительности можно изменять сопротивление резистора R3 в диапазоне от 10 кОм до 10 МОм.

усиливается микросхемой IC1, а число импульсов подсчитывается микросхемой IC2. При необходимости в схеме может использоваться триггер Шмитта.

МАЛОШУМЯЩИЙ ДАТЧИК ОСВЕЩЕННОСТИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СЕРВОДИВИТЕЛЕМ



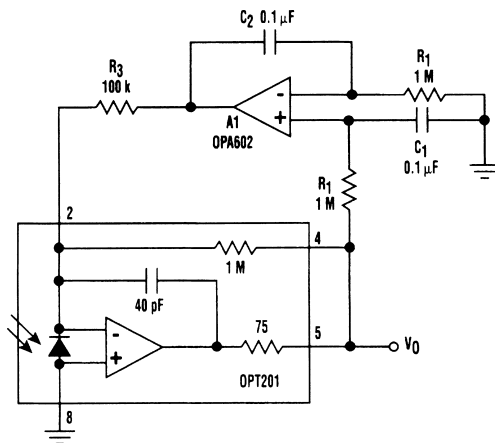
Linear Technology

Рис. 47.5

Примечание. C_0 – паразитная емкость фотодиода.

В схеме датчика освещенности (рис. 47.5) должно выполняться соотношение $R_2C_2 > R_1C_1$. Выходное напряжение V_{OUT} составляет 100 мВ/мкВт при длине волны 200 нм или 330 мВ/мкВт при длине волны 633 нм.

УСИЛИТЕЛЬ СИГНАЛА ФОТОДИОДА

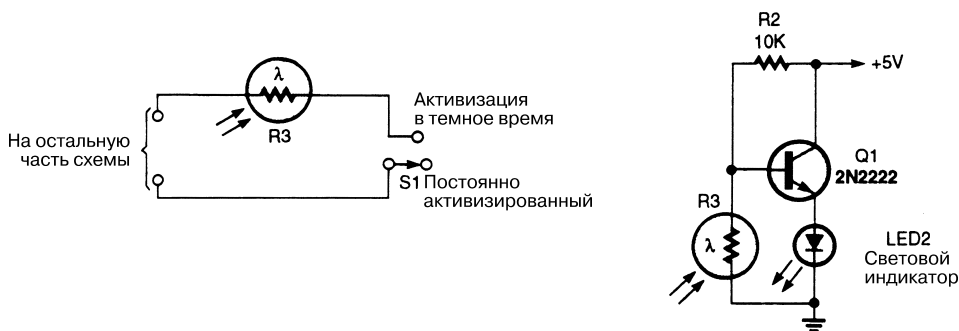


Electronic Design

Рис. 47.6

Усилитель (рис. 47.6), объединенный со схемой восстановления постоянного уровня напряжения, обеспечивает подавление низкочастотного сигнала, вызываемого фоновой засветкой, что облегчает измерение параметров световых сигналов.

ПЕРЕКЛЮЧАЕМЫЙ СВЕТОДИОДНЫЙ ИНДИКАТОР

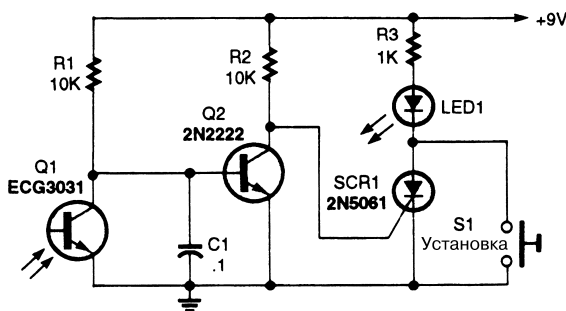


Popular Electronics

Рис. 47.7

Схема (рис. 47.7) служит для активизации светодиодного индикатора после длительной паузы, соответствующей темному времени суток. Подобная схема может применяться для имитации средств охранной сигнализации (при охране лодок, автомобилей и в других случаях).

ИНДИКАТОР ОСВЕЩЕННОСТИ

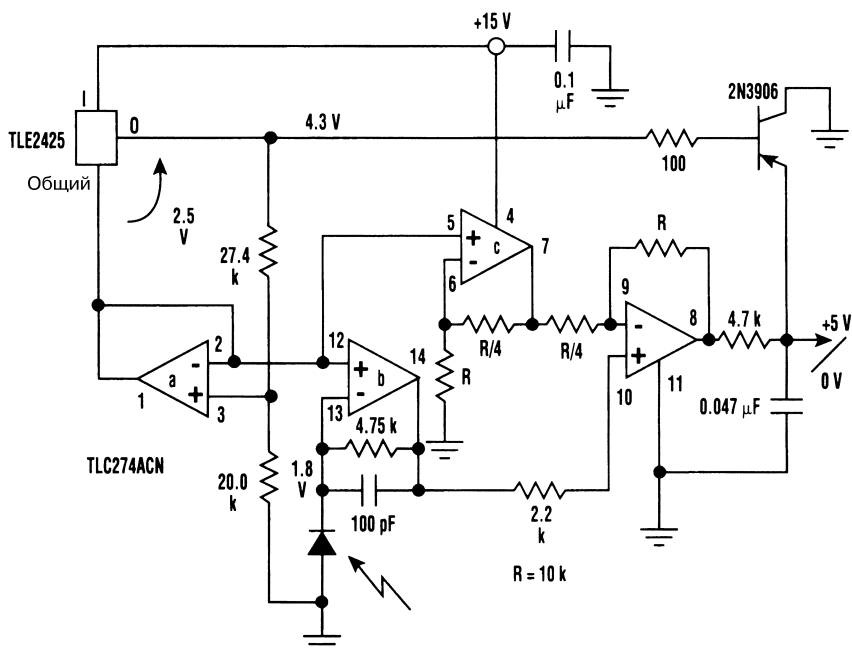


Popular Electronics

Рис. 47.8

При поступлении светового сигнала на детектор Q1 (рис. 47.8) транзистор Q2 переходит в режим отсечки, что приводит к формированию напряжения смещения на тиристоре SCR1, его отпиранию и зажиганию светодиодного индикатора LED1. Кнопка S1 используется для переустановки индикатора.

УСИЛИТЕЛЬ СИГНАЛА ФОТОДИОДА С ОДНОПОЛЯРНЫМ ПИТАНИЕМ



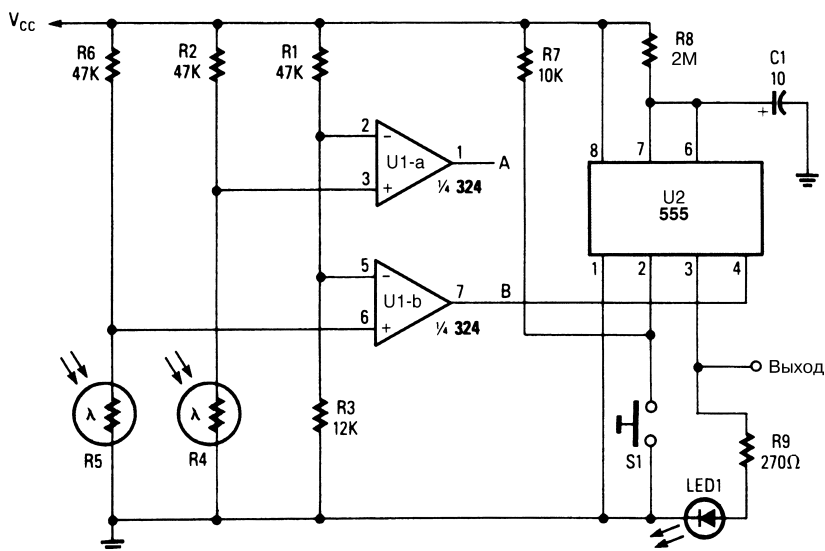
Electronic Design

Рис. 47.9

Схема усилителя (рис. 47.9) формирует напряжение смещения уровня выходного сигнала и применяет однополярный источник питания. Плавающее опорное напряжение, вырабатываемое элементом TLE2425, используется для перевода фотодиода в режим обратного смещения. Это напряжение также определяет уровень смещения выходного сигнала. В результате поддерживается линейный характер преобразования светового сигнала в электрический, а ток фотодиода изменяется в диапазоне от темного до максимального уровня при полном освещении элемента солнечными лучами.

ОДНОВИБРАТОР, УПРАВЛЯЕМЫЙ СВЕТОВЫМ СИГНАЛОМ

Управляемый световым сигналом одновибратор (рис. 47.10) построен на микросхеме 555 (мультивибратор с одним устойчивым состоянием) и паре компараторов, служащих для контроля уровня световых сигналов. Эта схема удобна для включения различных устройств в зависимости от времени суток. В дневные часы таймер

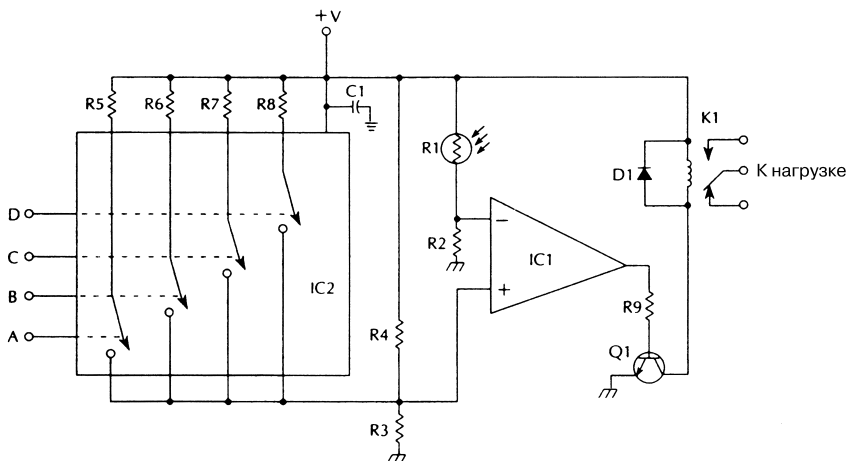


Popular Electronics

Рис. 47.10

U2 отключен, поэтому он не формирует выходного сигнала. Однако в ночное время таймер U2 активизируется сигналом микросхемы U1-b, и при нажатии кнопки S1 инициируется его рабочий цикл. В результате светодиодный индикатор LED1 загорается и горит в течение периода, определяемого элементами R8 и C1.

ПРОГРАММИРУЕМОЕ ФОТОРЕЛЕ



McGraw-Hill

Рис. 47.11

Использование цифровых входов А, В, С и D обеспечивает выбор различных уровней светового сигнала (рис. 47.11). Это достигается за счет изменения сопротивления параллельно включенных резисторов мостовой схемы (табл. 47.1).

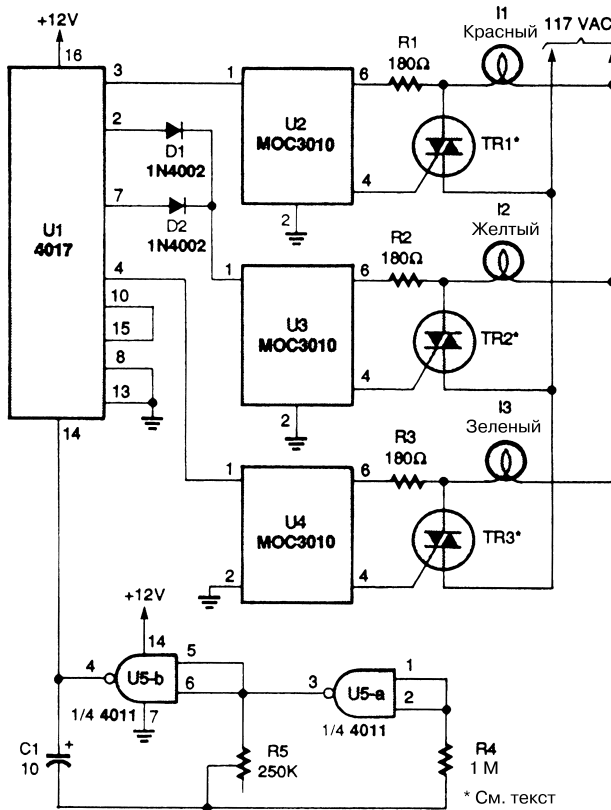
Таблица 47.1. Перечень элементов схемы рис. 47.11

<i>Позиционное обозначение</i>	<i>Название элемента и его технические параметры</i>
IC1	Микросхема 741, операционный усилитель
IC2	Микросхема CD4066, четыре двунаправленных ключа
Q1	Транзистор 2N2222, 2N3904 или аналогичный
D1	Диод 1N4002 или аналогичный
C1	Конденсатор, 0,1 мкФ
R1	Фоторезистор
R2, R3	Резистор, 390 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4, R5	Резистор, 1 МОм, 0,25 Вт, 5%
R6	Резистор, 820 кОм, 0,25 Вт, 5%
R7	Резистор, 470 кОм, 0,25 Вт, 5%
R8	Резистор, 270 кОм, 0,25 Вт, 5%
R9	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
K1	Реле, выбираемое с учетом типа нагрузки

КОНТРОЛЛЕР СВЕТОФОРА

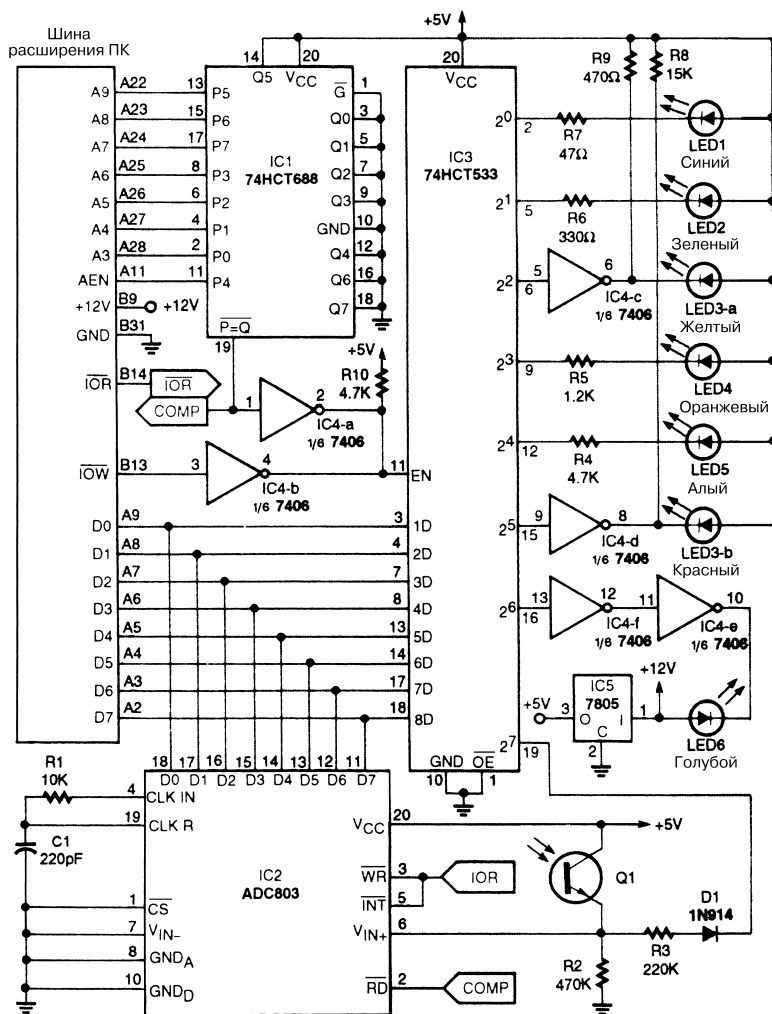
В схеме контроллера светофора (рис. 47.12) генератор U5A-B управляет микросхемой 4017 (счетчик с делением на 10). Первый выходной сигнал микросхемы U1 формируется на выводе 3, что приводит к подаче положительного сигнала на микросхему U2 (оптрон и схема управления симистором) и переключению симистора (триака) TR1. В результате загорается красная лампа I1. Второй выходной сигнал микросхемы U1 снимается с вывода 2 и проходит через диод D1 на микросхему U3, вследствие чего загорается желтая лампа I2. Третий выходной сигнал микросхемы U1 формируется на выводе 4, вызывая переключение микросхемы U4 и зажигание зеленой лампы I3. Четвертый появляется на выводе 7: он проходит через диод D2 на микросхему U3 и снова зажигает желтую лампу I2.

Если нужно задать типовую последовательность индикации светофора (зеленый, желтый и красный), измените схему следующим образом. Отсоедините выводы 10 и 15 микросхемы U1 от шины заземления. Удалите диоды D1 и D2 и соедините выводы 2 микросхемы U1 и 1 микросхемы U3. После этого закоротите выводы 7 и 15 микросхемы U1 и используйте микросхему U2 для управления зеленой лампой I3, а микросхему U4 – для управления красной лампой I1.



КОЛОРИМЕТР

Колориметр (рис. 47.13, табл. 47.2) включается с помощью соответствующих аппаратных и программных средств. При этом один из светодиодных индикаторов начинает светиться. Фототранзистор измеряет уровень света, отраженного от контролируемой поверхности, а 8-разрядный АЦП преобразует выходной сигнал фототранзистора в цифровой, обрабатываемый компьютером. Семь светодиодов различных цветов (синий, голубой, зеленый, желтый, оранжевый, алый и красный) обеспечивают эффективную индикацию в видимой области спектра. Отсутствие перекрытия диапазонов для соседних светодиодов может приводить к некоторому искажению результатов контроля, поэтому в схеме применяются встроенные элементы компенсации.



Electronics Now

Рис. 47.13

Таблица 47.2. Цвета светодиодов и соответствующие коды

Светодиод	Длина волны, нм	Цвет	Управляющее кодовое число
LED1	470	Синий	$2^0 = 1$
LED2	560	Зеленый	$2^1 = 2$
LED3-a	590	Желтый	$2^2 = 4$
LED3-b	700	Красный	$2^3 = 8$
LED4	630	Оранжевый	$2^4 = 16$
LED5	665	Алый	$2^5 = 32$
LED6	482	Голубой	$2^6 = 64$

Две достаточно простые программы управления (на языке программирования Basic) используются для выполнения процедур калибровки и идентификации (см. листинги 47.1 и 47.2). Первая программа позволяет задать набор стандартных параметров в процессе работы с известными цветовыми образцами и установления правильного цветового сочетания; вторая служит для контроля неизвестных образцов и обеспечивает соответствие требованиям существующих в области колориметрии стандартов, а также способствует уменьшению количества ошибок контроля.

Листинг 47.1. Программа для процедуры калибровки

```

10 'CALIBRAT.BAS программа калибровки
20 CLS:KEY OFF:N=0;ADR=512:OPEN"R",1,"CAL1",16:OPEN"r",2,"cal2",24
30 FIELD 1,2AS BS,2AS GS,2AS YS,2AS OS,2AS CS,2AS RS,2AS AS,2AS AGS
40 FIELD 2,24AS IDS
50 PRINT "контрольный номер", N+1:OUT ADR,255:BEEF:INPUT "Ввод
названия стандарта или 'E' для завершения"; TEMPIDS
60 IF TEMPIDS="E" OR TEMPIDS="e" THEN N=0:GOTO 200
70 IF TEMPIDS="n" THEN INPUT "Ввод n для повторного выполнения
операции", N:N=N-1:GOTO 50
80 N=N+1:FOR H=0 TO 7:K=0:IF H<7 THEN Z=2^H ELSE Z=194
90 OUT ADR, Z:FOR I=1 TO 500:NEXT I
100 FOR J=1 TO 50:K=K+INP(ADR) :NEXT J
110 IF H=0 THEN LSET BS=MKIS(K)
120 IF H=1 THEN LSET GS=MKIS(K)
130 IF H=2 THEN LSET YS=MKIS(K)
140 IF H=3 THEN LSET OS=MKIS(K)
150 IF H=4 THEN LSET CS=MKIS(K)
160 IF H=5 THEN LSET RS=MKIS(K)
170 IF H=6 THEN LSET AS=MKIS(K)
180 IF H=7 THEN LSET AGS=MKIS(K)
190 NEXT H:LSET IDS=TEMPIDS:PUT 1,N:PUT 2,N:CLS:GOTO 50
200 N=N+1:GET #1,N:GET #2,N:IF N>(LOF(1)/16) THEN END
210 B=CVI(BS):G=CVI(GS):Y=CVI(YS):O=CVI(OS):C=CVI(CS):R=CVI(RS):
A=CVI(AS):AG=CVI(AGS)
220 PRINT N, IDS:GOTO 200

```

Листинг 47.2. Программа для процедуры идентификации

```

1 'IDENTIFY.BAS программа идентификации
10 ADR=512:OUT ADR,255:PRINT:INPUT "Нажмите клавишу ENTER для
сканирования и идентификации неизвестного цвета";A
20 IF A=9 THEN RUN "fcal"
30 ERP=1E+20:OPEN"R",1,"call",16
40 FOR H=0 TO 7:K=0:IF H<7 THEN Z=2^H ELSE Z=194
50 OUT ADR,Z: FOR I=1 TO 500:NEXT I
60 FOR J=1 TO 50:K=K+INP(ADR):NEXT J
70 IF H=0 THEN BU=K ELSE IF H=1 THEN GU=K ELSE IF H=2 THEN YU=K
80 IF H=3 THEN OU=K ELSE IF H=4 THEN CU=K ELSE IF H=5 THEN RU=K
90 IF H=6 THEN AU=K ELSE IF H=7 THEN AGU=K

```

```

100 NEXT H:BEEP
110 OUT 512,255:OPEN"r",2,"cal2",24:FIELD 1,2AS BS, 2AS GS,2AS
    YS,2AS OS,2AS CS,2AS RS,2AS AS,2AS AGS:B=LOF(1)/16
120 FOR N=1 TO B:GET #1,N:IF ABS(CVI(BS)-BU)>400 THEN 140
130 ER=(CVI(BS)-BU)^2+(CVI(GS)-GU)^2+(CVI(YS)-YU)^2+(CVI(OS)-OU)^2+
    (CVI(CS)-CU)^2+(CVI(RS)-RU)^2+1*((CVI(AS)-AU)^2)+2*((CVI(AGS)-
    AGU)^2):IF ER<ERP THEN ERP=ER:NN=N
140 NEXT N
150 FIELD 2, 24AS IDS: GET #2,NN
160 CLS:PRINT "Наиболее подходящий цвет", IDS:PRINT "Относительная
    ошибка", ERP:PRINT "контрольный номер", NN:RUN

```

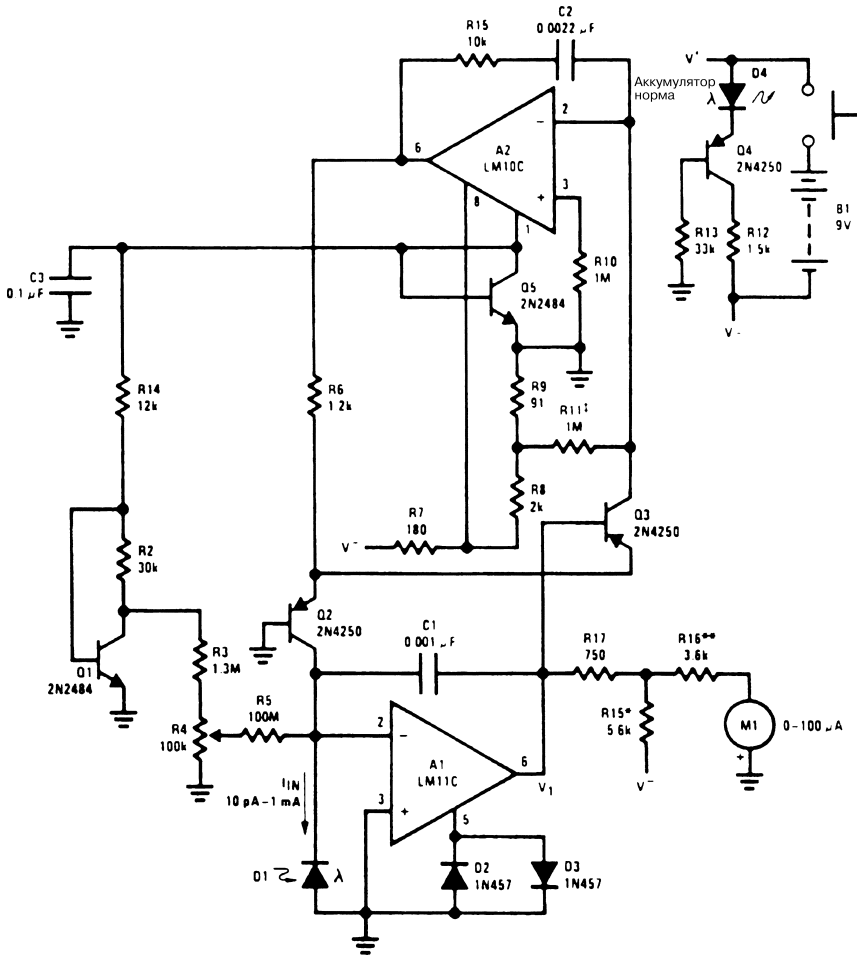
ИЗМЕРИТЕЛЬ ОСВЕЩЕННОСТИ

Логарифмический усилитель (рис. 47.14) адаптирован для функции измерителя освещенности, питающегося от аккумуляторной батареи. Микросхема LM10 (операционный усилитель и источник опорного напряжения) играет роль второго усилителя и формирователя регулируемого напряжения, которое используется для задания уровня смещения схемы логарифмирования и активизации схемы компенсации токов смещения. В результате для входного тока обеспечивается разрешающая способность не хуже ± 2 пА в диапазоне температур 15–55 °С. Поскольку данное устройство применяется только для индикации наличия выходного сигнала, оптимизировать схему частотной компенсации не нужно. Вследствие достаточно ограниченного температурного диапазона для логарифмирования здесь могут использоваться относительно дешевые транзисторы. Устройство защищено от избыточных токов нагрузки с помощью демпфирующих диодов D2 и D3.

Кремниевые фотодиоды более чувствительны к инфракрасному излучению, чем к излучению видимого диапазона, поэтому при работе в области фотографии рекомендуется задействовать соответствующий светофильтр. В измерителе также возможно применение фотодиодов на основе арсенида-фосфида галлия, характеризующихся высокой чувствительностью к излучению видимого диапазона и низкой – к ИК лучам.

ПЕРЕДАТЧИК НА СВЕТОДИОДЕ С ИЗЛУЧЕНИЕМ В ВИДИМОМ ДИАПАЗОНЕ

Передачик (рис. 47.15) построен на ИС 5532 и может использоваться для передачи данных в оптоволоконных линиях связи. Перечень элементов схемы приведен в табл. 47.3.



National Semiconductor

Рис. 47.14

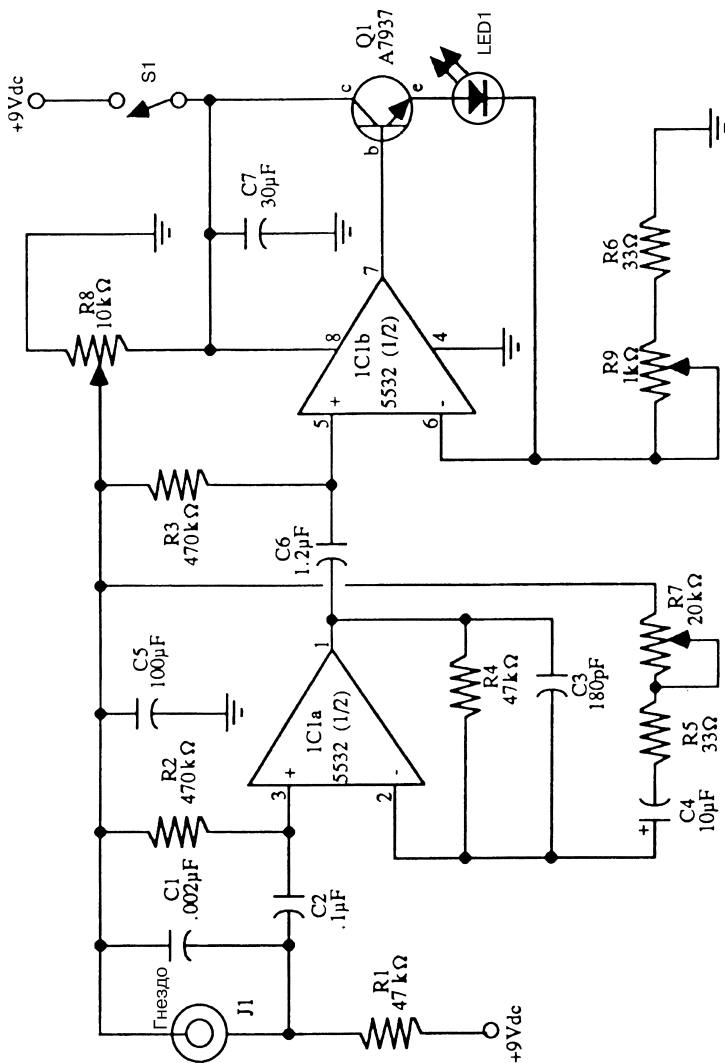
Примечание.

↑ $V_1 = 0$ при $I_{IN} = 100$ нА.

↑ $V_1 = -0,24$ В при $I_{IN} = 10$ пА.

* $M1 = 0$ при $I_{IN} = 10$ пА.

** $M1 = 100$ мкА при $I_{IN} = 1$ мА.



McGraw-Hill

Рис. 47.15

Примечание. Все резисторы с допуском 5 или 10% и мощностью рассеяния 0,25 Вт. Все конденсаторы с допуском 10 или 20%, рассчитанные на напряжение не менее 35 В.

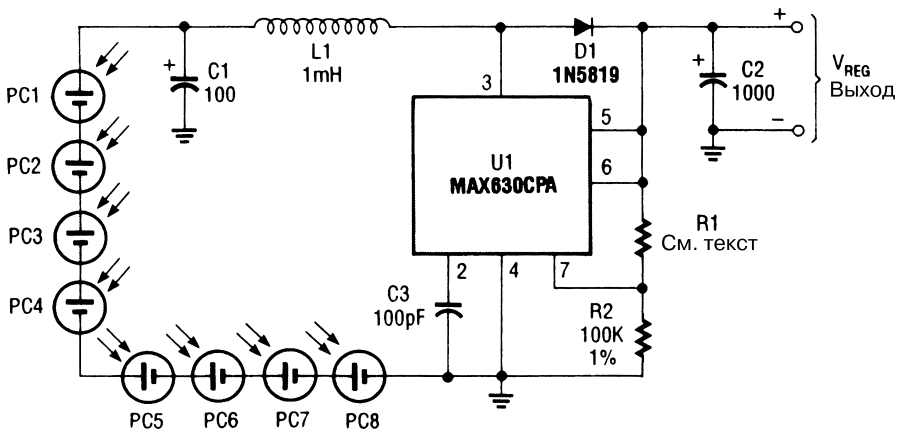
Таблица 47.3. Перечень элементов схемы рис. 47.15

Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
R1, R4	Резистор, 47 кОм
R2, R3	Резистор, 470 кОм
R5, R6	Резистор, 33 Ом

Таблица 47.3. Перечень элементов схемы рис. 47.15 (окончание)

Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
R7, R9	Потенциометр, 1 кОм
R8	Потенциометр, 10 кОм
C1	Конденсатор дисковый, 0,002 мкФ
C2	Конденсатор дисковый, 0,1 мкФ
C3	Конденсатор дисковый, 180 пФ
C4	Конденсатор электролитический поляризованный, 10 мкФ
C5	Конденсатор электролитический поляризованный, 100 мкФ
C6	Конденсатор электролитический поляризованный, 1,2 мкФ
C7	Конденсатор электролитический поляризованный, 30 мкФ
IC1	Микросхема 5532, малошумящий усилитель
Q1	Транзистор А7937
LED1	Светодиод с высоким уровнем яркости
J1	Гнездо малогабаритное телефонное (для электретного конденсаторного микрофона)
S1	Выключатель однополюсный

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ НА СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ I

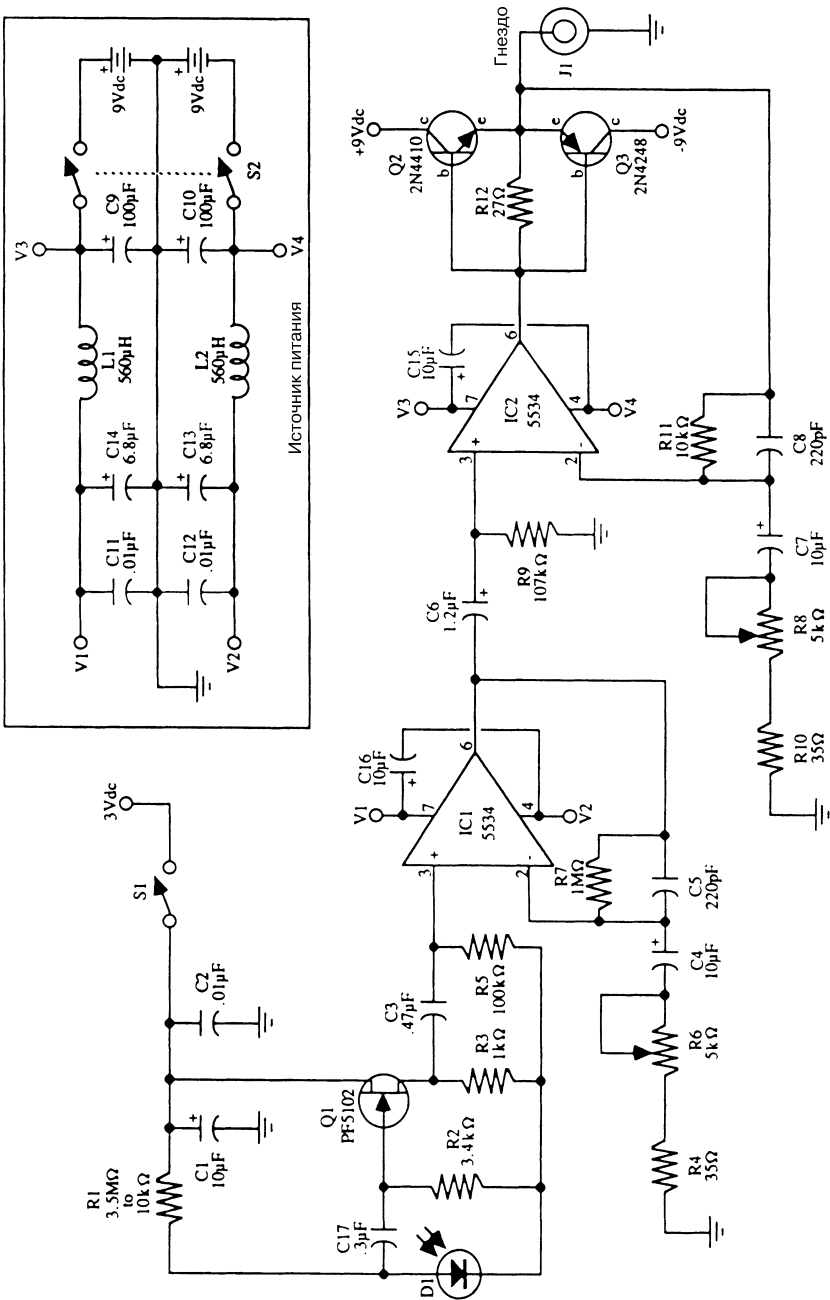


Electronics Hobbyist Handbook

Рис. 47.16

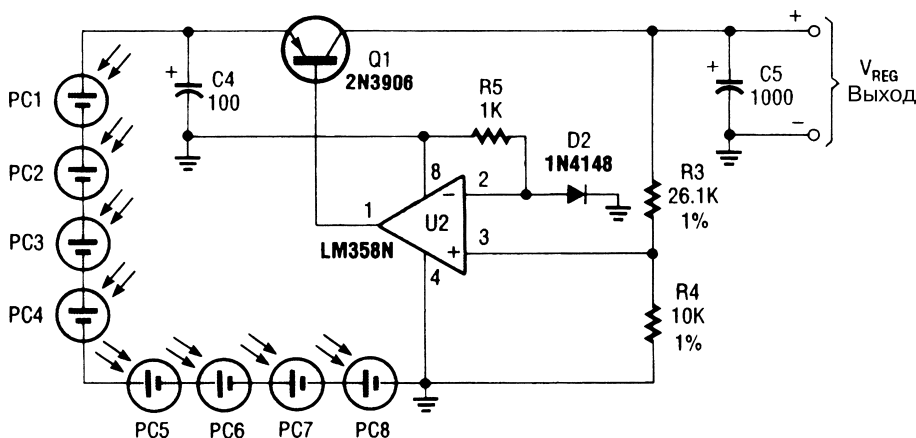
Схема (рис. 47.16) обеспечивает формирование постоянного напряжения 4,8 или 7,2 В при токе 15 мА и входном сигнале 3 В (формируется панелью фотоэлементов). Сопротивление резистора R1 должно составлять 453 Ом при выходном напряжении 7,2 В и 274 Ом при выходном напряжении 4,8 В. Коэффициент полезного действия регулятора равен примерно 70%, его следует учитывать при выборе типа солнечных элементов питания.

ПРИЕМНИК ИЗЛУЧЕНИЯ СВЕТОДИОДА В ВИДИМОМ ДИАПАЗОНЕ



Приемник (рис. 47.17) построен на ИС 5534 и может использоваться для приема данных в оптоволоконных линиях связи. Для повышения чувствительности схемы входной каскад выполнен на полевом транзисторе.

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ НА СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ II



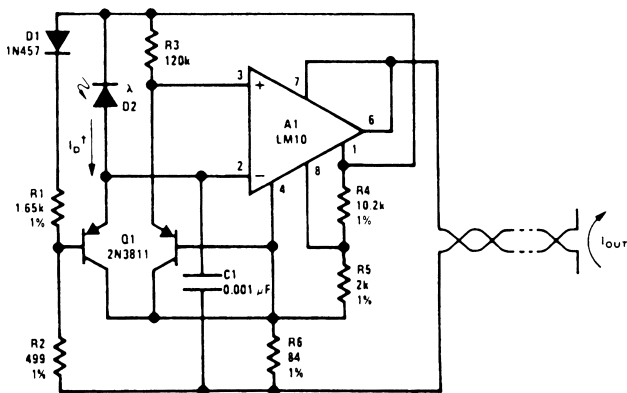
Electronics Hobbyist Handbook

Рис. 47.18

Показанный на рис. 47.18 линейный регулятор на солнечных элементах формирует постоянное напряжение 2,4 В для питания небольших устройств, например кассетных магнитофонов или небольших радиоприемников, использующих два элемента питания типа АА. Перепад напряжения на элементе солнечной батареи составляет 0,3 В, что нужно учитывать при выборе типа солнечных элементов. Ток нагрузки обычно равен 125 мА.

ЛОГАРИФМИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ТОКА ФОТОДИОДА И ПЕРЕДАТЧИК

Логарифмическое преобразование в схеме (рис. 47.19) выполняется по отношению к току фотодиода, что позволяет уплотнить шкалу изменения уровня освещения и привести ее к типовому диапазону передачи. В схеме предусмотрено задание средней точки шкалы, относительно которой производится последующая регулировка. При этом величина резистора R3 выбирается таким образом, чтобы протекающий через него ток соответствовал току фотодиода. Для коэффициента логарифмического преобразования предусмотрена температурная компенсация с помощью резистора R6. Если на контрольном выходе напряжение сигнала равно 1,22 В, через резистор R2 будет протекать ток, пропорциональный (благодаря диоду D1) величине абсолютной температуры, поэтому формируемое напряжение смещения будет соответствовать температурному коэффициенту резистора R6. Конденсатор C1



National Semiconductor

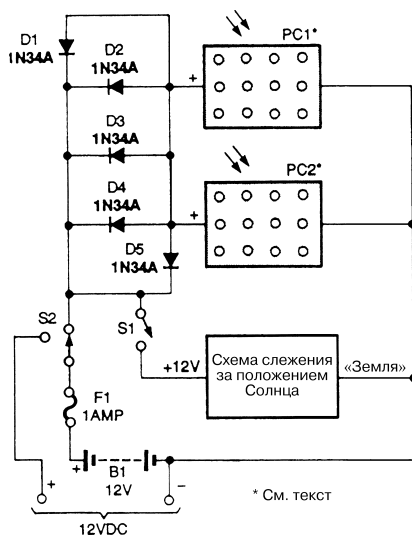
Рис. 47.19

Примечание. $1 \text{ mA} \leq I_{\text{OUT}} \leq 5 \text{ mA}$, $50 \text{ мкА} \leq I_D \leq 500 \text{ мкА}$.

Резистор R3 задает центральную точку шкалы, а резистор R6 – коэффициент масштабирования.

предназначен для того, чтобы фотодиоды с большими областями перехода и относительно большими емкостями не вызывали заметных изменений частоты.

СОЛНЕЧНАЯ БАТАРЕЯ ДЛЯ УСТРОЙСТВА СЛЕЖЕНИЯ ЗА ПОЛОЖЕНИЕМ СОЛНЦА



* См. текст

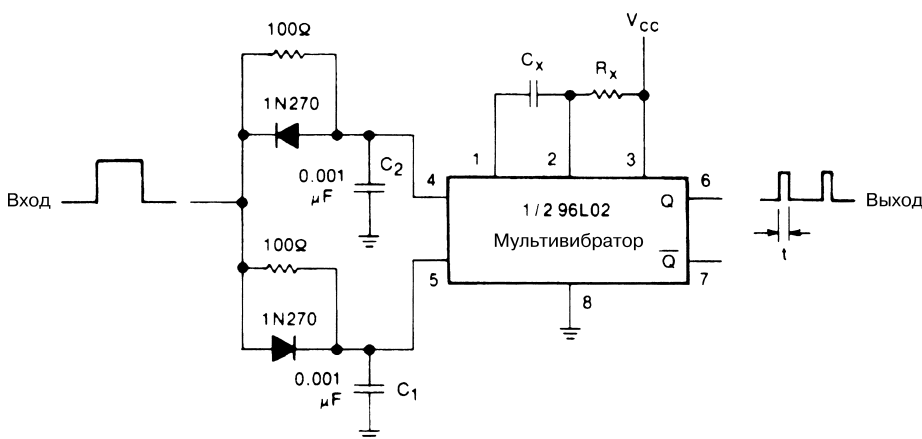
Рис. 47.20

Схема солнечной батареи (рис. 47.20) представляет собой схему источника питания на солнечных элементах и предназначена для питания устройства слежения за положением Солнца. Этот источник может также использоваться для других устройств с напряжением питания 12 В, при этом элементы РС1 и РС2 необходимо устанавливать непосредственно на блоке устройства слежения.

ГЛАВА 48

ЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

ИНДИКАТОР ИЗМЕНЕНИЯ ЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ



Nasa Tech Briefs

Рис. 48.1

Представленная схема (рис. 48.1) содержит одновибратор на микросхеме, два диода и несколько резисторов и конденсаторов, образующих делители для формирования выходных импульсных сигналов при изменении логического состояния на входах схемы (с 1 на 0 или с 0 на 1). Таким образом, данная схема может служить как индикатором изменения состояния, так и удвоителем частоты входного сигнала прямоугольной формы.

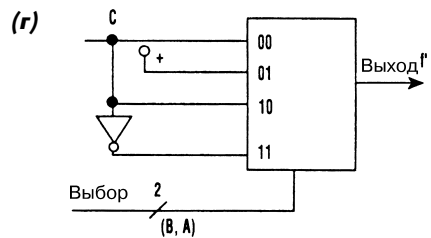
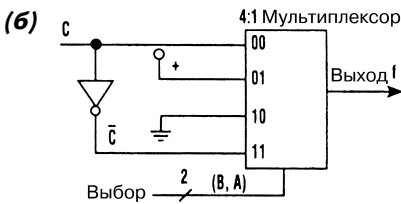
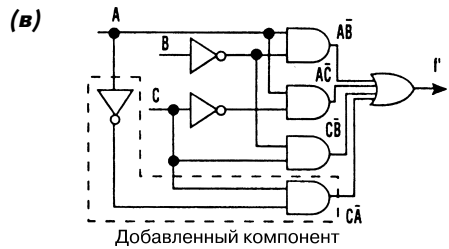
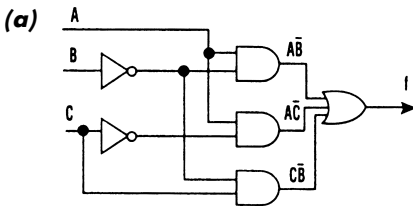
В этой схеме допустимо использовать одновибратор любого типа, а показанная конфигурация позволяет обеспечить небольшой уровень рассеиваемой мощности (до 80 мкВт), что достигается за счет применения микросхемы 96L02 фирмы Fairchild, содержащей два мультивибратора на основе ТТЛ структур. Изменение состояния на

выходе микросхемы 96L02 происходит при условии, что на выводах 3 и 5 присутствует логический уровень 1, а на выводе 4 потенциал изменяет свое состояние с 0 на 1. Подобное переключение происходит и в том случае, если уровень напряжения на выводе 3 соответствует логической 1, а на выводе 4 – 0.

Для выполнения таких функций необходимо иметь один входной вывод и подать на вывод 3 постоянное напряжение смещения. При этом элементы схемы обеспечивают автоматическое формирование на выводе 5 уровня 1 при появлении переднего фронта импульса на выводе 4 и формирование на выводе 4 уровня 0 при появлении заднего фронта импульса на выводе 5.

Так, например, если на входе присутствует уровень 0 и он изменяется на 1, то конденсатор С1 заряжается через смещенный в прямом направлении диод, шунтирующий резистор сопротивлением 100 Ом. В результате уровень сигнала на выводе 5 быстро изменяется на 1. Конденсатор С2 заряжается через резистор сопротивлением 100 Ом, однако при подаче на диод обратного напряжения смещения передний фронт импульса не поступает на вывод 4 до тех пор, пока на выводе 5 не установится уровень 1. Таким образом, полностью удовлетворяются условия переключения и формирования выходного сигнала t , длительность которого определяется постоянной времени, задаваемой элементами R_x и C_x .

МУЛЬТИПЛЕКСОР ЛОГИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

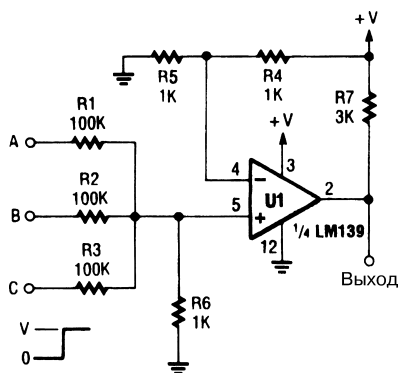


Сложные логические функции могут реализовываться с помощью обычного мультиплексора без привлечения большого числа логических элементов. На рисунке показана логическая схема мультиплексора (рис. 48.2а) и схема его соединений (рис. 48.2б). При изменении логической схемы (рис. 48.2в) изменяется и схема подключений (рис. 48.2г). В табл. 48.1 представлена таблица истинности.

Таблица 48.1. Таблица истинности мультиплексора рис. 48.2а

C	B	A	Выход $f = A\bar{C} + A\bar{B} + C\bar{B}$
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

ЛОГИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ И



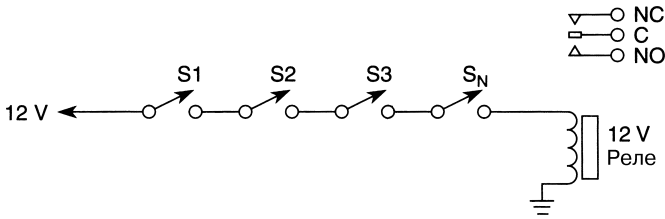
Popular Electronics

Рис. 48.3

Микросхема LM139 (рис. 48.3) включена в режиме логического элемента И (обычно применяются элементы на основе КМОП или ТТЛ структур). В данном случае можно использовать незадействованные ОУ этой микросхемы.

РЕЛЕЙНАЯ ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА И

В схеме (рис. 48.4) все переключатели $S_1 - S_N$ (где N – любое целое число) должны оставаться в замкнутом состоянии для активизации реле. Если хотя бы один

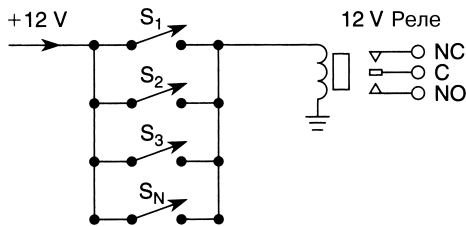


William Sheets

Рис. 48.4

переключатель разомкнут, реле не срабатывает. Эту схему можно использовать в системах охранной сигнализации (защита против взлома) или в аналогичных устройствах.

РЕЛЕЙНАЯ ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ИЛИ



William Sheets

Рис. 48.5

При замыкании любого из переключателей S1, S2, S3 или S_N (где N – любое целое число) будет активизироваться реле. Схему можно использовать в системах охранной сигнализации (защита против взлома) или в аналогичных устройствах.

ГЛАВА 49

СХЕМЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

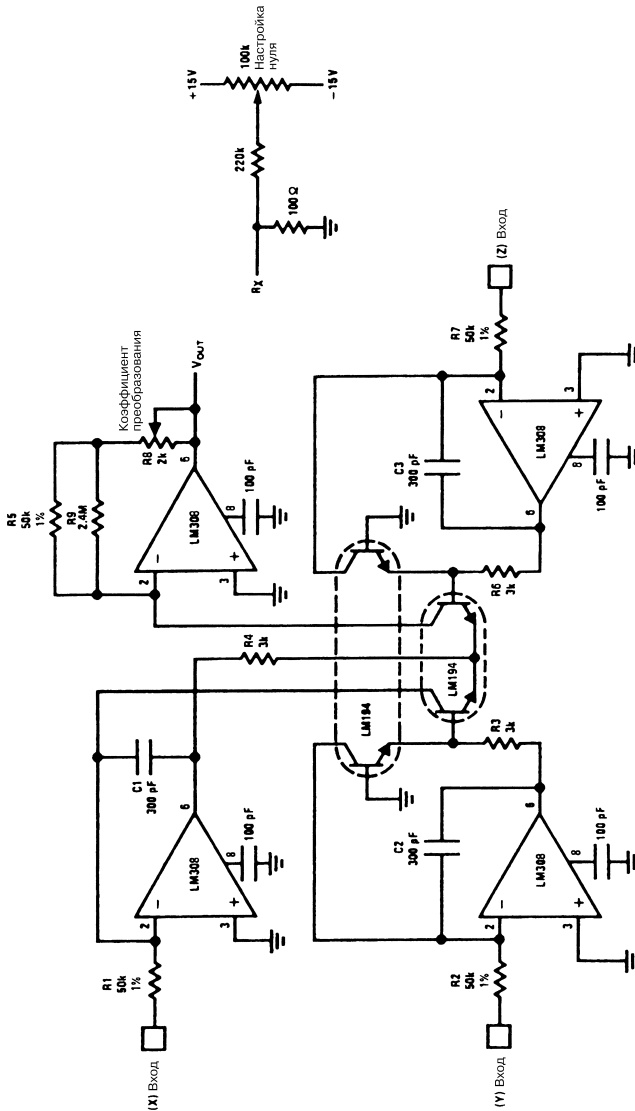
СХЕМА ДЛЯ УМНОЖЕНИЯ И ДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ

Представленное устройство формирует выходной сигнал, который пропорционален произведению сигналов (X) и (Y), разделенному на (Z). Все входные сигналы должны быть положительными и находиться в первом квадранте комплексной плоскости. При поступлении входных сигналов небольшого уровня создаваемые в микросхемах LM308 напряжения смещения могут приводить к появлению заметных ошибок. На рис. 49.1 показан достаточно простой подход, позволяющий свести к нулю напряжения смещения микросхем LM308 (дополнительные элементы показаны пунктирной линией). В этом случае положительный вход LM308 должен быть подключен к резистору R_x , а не к шине заземления. Режим суммирования позволяет выполнять масштабирование как для отдельных, так и для всех входов одновременно. При этом сопротивление входного резистора следует задавать равным $U_{IN(MAX)} / 200$ мкА. В данном случае напряжение U_{out} определяется из соотношения

$$U_{out} = \frac{\left(\frac{X}{R1}\right)\left(\frac{Y}{R2}\right)R5}{\frac{Z}{R7}}.$$

Уровень входного сигнала, благодаря режиму суммирования, может превышать уровень напряжения питания.

Для простых функций типа (X)×(Y) или (X)/(Z) неиспользуемый вход устройства нужно соединить с источником опорного напряжения, изменения уровня которого проявляются в виде колебаний коэффициента масштабирования выходного сигнала. Чтобы получить результат преобразования с высокой точностью, необходим стабилизированный источник опорного напряжения. Если этого не требуется,

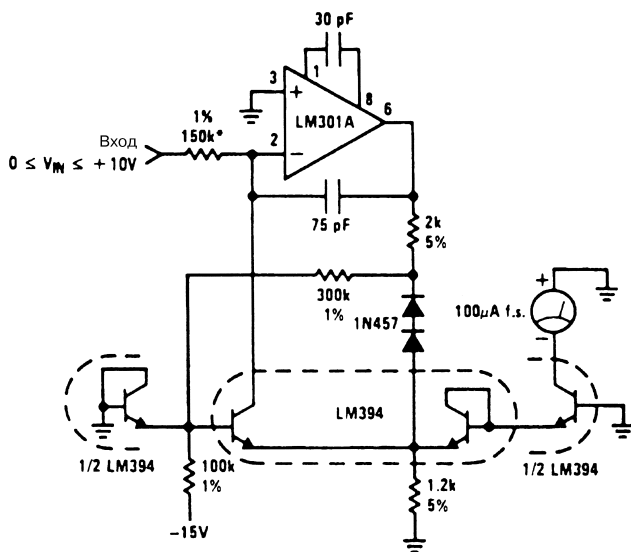


National Semiconductor

Рис. 49.1

неиспользуемый вход устройства можно подключить к положительному выходу источника питания, при этом должно выполняться равенство:

$$R = \frac{U_+}{200 \text{ мкА}}$$

СХЕМА ДЛЯ ТОЧНОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ КВАДРАТНОГО КОРНЯ

National Semiconductor

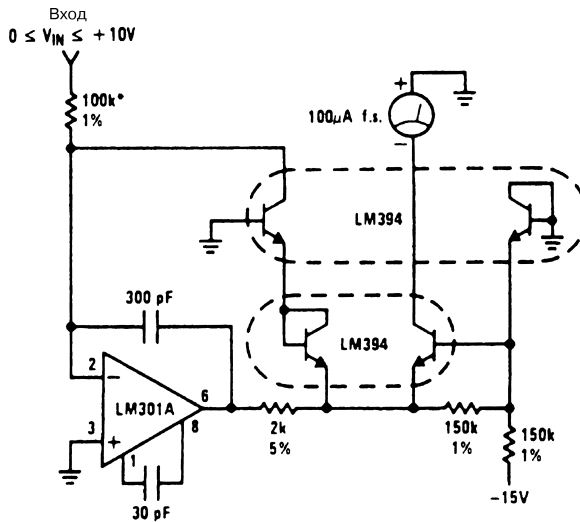
Рис. 49.2**Примечание.**

* Подбирается для обеспечения высокой точности преобразования в пределах всей шкалы.

Недорогое прецизионное устройство (рис. 49.2) реализует функцию извлечения квадратного корня. На его выходе образуется токовый сигнал, который может подаваться на измерительный прибор непосредственно или после преобразования его в напряжение. Источник питания -15 В применяется в качестве блока опорного напряжения, поэтому он должен быть стабилизированным. Изменения напряжения питания на 1% могут вызывать колебания выходного сигнала на 0,5%. При использовании микросхемы LM301A источник положительного напряжения не нужен, поскольку входы микросхемы адаптированы для условий, когда функцию плюсовой шины выполняет шина заземления. Два диода 1N457 и резистор сопротивлением 300 кОм служат для температурной компенсации выходного тока микросхемы LM394.

СХЕМА ДЛЯ ТОЧНОГО ВОЗВЕДЕНИЯ В КВАДРАТ

Устройство (рис. 49.3) обеспечивает точное возведение в квадрат входного сигнала и формирование на выходе токового сигнала. Полная шкала для входного напряжения составляет 10 В, однако эту величину допустимо регулировать подбором



National Semiconductor

Рис. 49.3

Примечание.

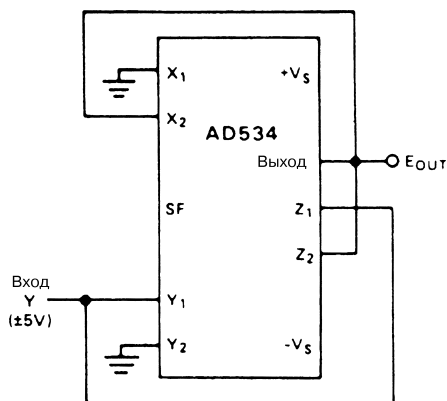
* Подбирается для обеспечения высокой точности преобразования в пределах всей шкалы.

сопротивления входного резистора (первоначальное значение составляет 100 кОм). Здесь, как и в схеме устройства для извлечения квадратного корня, используется стабилизированный источник питания -15 В, который выполняет функцию блока опорного напряжения. Изменение напряжения этого источника на 1% приводит к колебанию выходного сигнала также примерно на 1%. Установленный в цепи база–эмиттер микросхемы LM394 резистор сопротивлением 150 кОм предназначен для температурной компенсации токового сигнала, формируемого источником питания. Для повышения точности преобразования при низких уровнях входного сигнала напряжение смещения микросхемы LM301A нужно уменьшить до нуля. В рассматриваемом случае это достигается подключением резистора 100 кОм к положительному входу микросхемы, что обеспечивает оптимальный баланс напряжений.

МОСТОВАЯ СХЕМА С ЛИНЕЙНЫМ ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ

В одном из плеч мостовой схемы Уитстона (рис. 49.4) допускается изменение сопротивления (по отношению к номинальному значению) с коэффициентом $(1 + 2X)$, при этом выходной сигнал тока или напряжения мостовой схемы определяется из следующего соотношения (с учетом полярности):

$$Y = \frac{X}{1 + X}$$



Analog Devices

Рис. 49.4

Примечание. $\frac{-E_{\text{OUT}} Y}{10} = Y - E_{\text{OUT}}$, $E_{\text{OUT}} \left(1 - \frac{Y}{10}\right) = Y$, $E_{\text{OUT}} = \frac{Y}{1 - y}$,
 где $y = \frac{Y}{10}$.

Для высокой линейности преобразования необходимо использовать небольшой по величине сигнал X, а в ряде случаев – осуществлять предварительное усиление. Следует отметить, что даже небольшие токовые сигналы вызывают заметную разбалансировку мостовой схемы, что создает проблемы при обеспечении высоких показателей линейности преобразования.

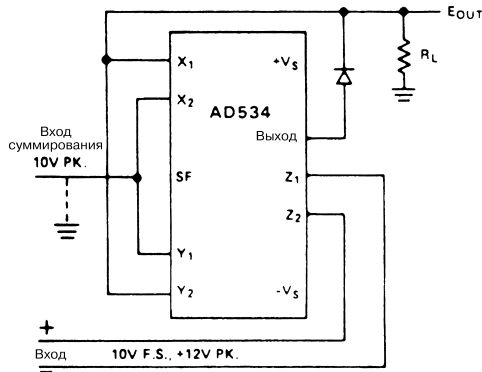
Устройство выполняет преобразование, обратное по отношению к функции мостовой схемы, при этом верно соотношение

$$X = \frac{Y}{1 + Y}.$$

В зависимости от того, в каком плече мостовой схемы имеются изменения, может потребоваться инвертировать полярность входных сигналов Z устройства.

СХЕМА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ КВАДРАТНОГО КОРНЯ

Микросхема AD534 (рис. 49.5) применяется для построения устройства, извлекающего квадратный корень, используя дифференциальные входы. Диоды предотвращают сбой, вероятные при быстром изменении полярности входных сигналов. Как следует из схемы, входной сигнал всегда остается положительным, однако возможно применение и отрицательного сигнала посредством изменения полярности включения диодов и взаимной замены входов X. Поскольку входной сигнал носит дифференциальный характер, допустимо реализовать любые комбинации полярности



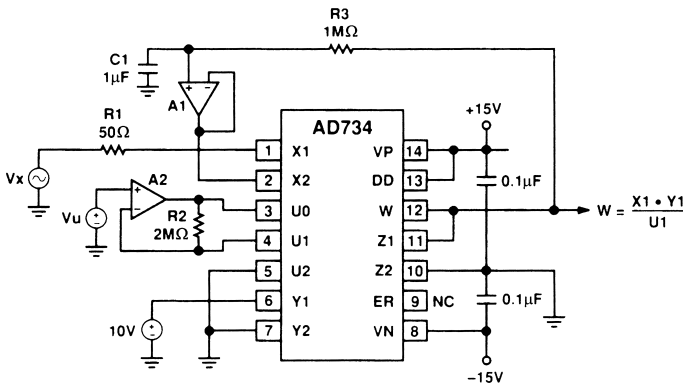
Analog Devices

Рис. 49.5

Примечание. $(E_{OUT} - A)(-E_{OUT} + A) = -10Z$, $(E_{OUT} - A)^2 = 10Z$, $E_{OUT} = \sqrt{10Z} + A$.

сигналов. Если в выходном каскаде отсутствует резистивная связь с шиной заземления, она должна быть восстановлена для задания нормального режима работы диодов. В некоторых случаях может понадобиться компенсация напряжения смещения на входе Z, что обеспечит высокую точность преобразования для входного сигнала с уровнем менее 1 В.

АНАЛОГОВОЕ УСТРОЙСТВО УМНОЖЕНИЯ/ДЕЛЕНИЯ



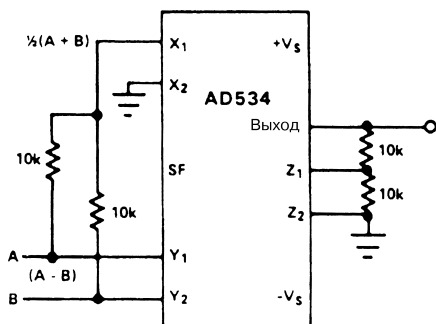
Analog Devices

Рис. 49.6

Примечание. В качестве микросхем A1, A2 используются операционные усилители типа OP-249.

В устройстве (рис. 49.6) выходной сигнал $W = X1 \times Y1/U1$ формируется с помощью схемы умножителя. Микросхема AD734 в данном случае выполняет функцию умножения сигналов для четырех квадрантов комплексной плоскости.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ РАЗНОСТИ КВАДРАТОВ



Analog Devices

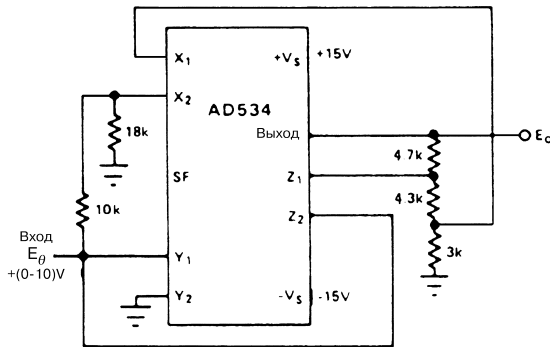
Рис. 49.7

Примечание. Выходное напряжение схемы равно $E_0 = \frac{A^2 - B^2}{10}$ при условии $|A - B| \leq 12,5 \text{ В}$, $|A + B| \leq 25 \text{ В}$.

В устройстве (рис. 49.7) используется одна микросхема AD534, которая обеспечивает вычисление разности квадратов двух входных сигналов. Подобная функция может оказаться весьма полезной при проведении векторных расчетов и при вычислении весовых коэффициентов разности двух сигналов с целью задания ярко выраженной нелинейности преобразования.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРИБЛИЗИТЕЛЬНОГО РАСЧЕТА СИНУСА УГЛА

Микросхема AD534 (рис. 49.8) удобна для выполнения математических действий, описанных в разделе 2.1 «Справочника по нелинейным схемам» (Nonlinear Circuits Handbook). Многие из подобных схем применяют сложные обратные связи с большим количеством операционных усилителей, служащих для сложения и вычитания различных сигналов. Данная схема, напротив, весьма проста; она иллюстрирует те результаты, которых можно добиться с помощью всего нескольких дополнительных резисторов. Для углов в диапазоне от 0° до 90° точность расчета



Analog Devices

Рис. 49.8

Примечание. $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$,

$$\frac{\left(\frac{E_0}{4} - \frac{9}{14} E_0\right) E_0}{10} = \frac{7,3}{12} E_0 - E_0, \quad E_0 = E_0 \frac{\frac{9}{140} E_0 - 1}{\frac{1}{40} E_0 - \frac{7,3}{12}} \geq (10 \text{ В}) \sin \theta,$$

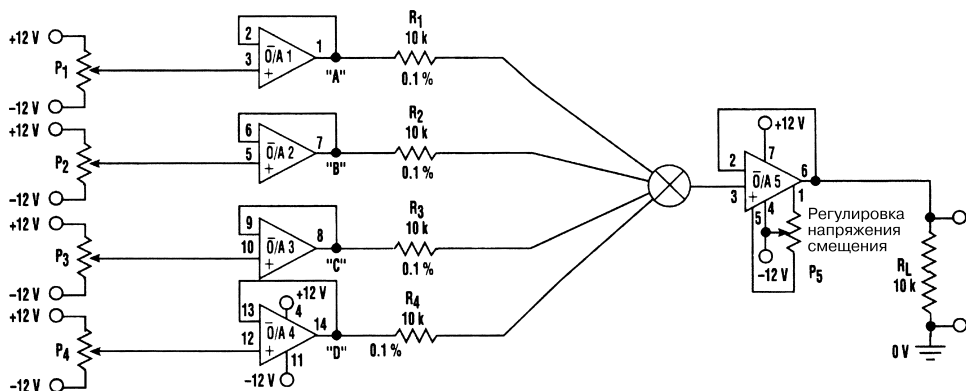
$$\text{где } \theta = \frac{\pi E_0}{2 \cdot 10 \text{ В}}.$$

оценивается на уровне 0,5% от полной шкалы, при этом для микросхемы AD534L эта величина составит 0,75% (при использовании резисторов с допуском 0,1%).

ПРОСТОЕ АНАЛОГОВОЕ УСТРОЙСТВО УСРЕДНЕНИЯ

В ряде случаев аналоговые устройства, выполняющие функцию усреднения (а не суммирования), могут оказаться весьма полезными. Данный тип устройств далеко не всегда описывается в книгах, посвященных операционным усилителям, поскольку в этом случае ОУ используется только для буферизации. Чтобы получить хорошие точностные показатели, в устройстве следует применять операционные усилители на полевых транзисторах с компенсированным напряжением смещения. Кроме того, усредняющие резисторы ($R1 - R4$) должны иметь очень малые допуски.

На схеме (рис. 49.9) ОУ с 1 по 4 служат для устранения взаимного влияния между потенциометрами $P1 - P4$, чтобы для резисторов $R1 - R4$ обеспечивался небольшой входной импеданс.



Electronic Design

Рис. 49.9

Примечание.

- О/А 1–4: операционные усилители TL084.
- О/А 5: операционный усилитель LF441.
- P1 – P5: потенциометры сопротивлением 10 кОм.

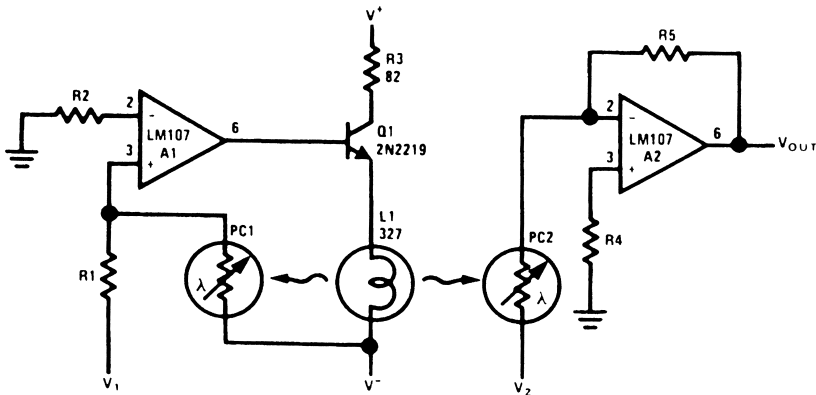
В табл. 49.1 приведены произвольные значения входных напряжений и соответствующие им значения выходного напряжения, формируемого на резисторе R_L .

Таблица 49.1. Значения входных и выходного напряжений схемы

Напряжения в точках контроля	Таблица значений								
«А»	+5	+5	-5	+1,5	-1	+8	+10	+10	
«В»	+5	-5	-5	-3	-3	+8	+10	-9	
«С»	+5	+5	+5	-6	-5	-3	+10	+10	
«D»	+5	+5	+5	+2,5	-8	+9	+9	+10	
Выходное напряжение на резисторе R_L	+5	+2,5	0	-1,25	-4,25	+5,5	+9,75	+5,25	

ПРОСТОЕ АНАЛОГОВОЕ УСТРОЙСТВО УМНОЖЕНИЯ

Принцип работы устройства (рис. 49.10) станет понятнее, если предположить, что микросхема А2 представлена усилителем с регулируемым коэффициентом передачи сигнала U_2 . При этом величина коэффициента усиления определяется отношением сопротивлений элементов PC2 и R5. Микросхема А1 выполняет функции управляющего усилителя, задающего сопротивление элемента PC2 в зависимости от напряжения U_1 . Выходное напряжение U_{OUT} определяется обоими сигналами – U_1 и U_2 .



National Semiconductor

Рис. 49.10

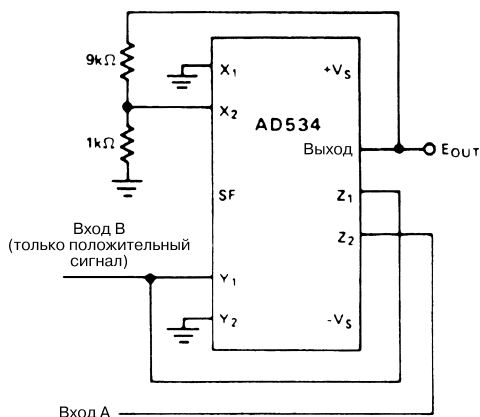
Примечание. $R5 = R1 \frac{V^-}{10}$, $V_1 > 0$, $V_{OUT} = \frac{V_1 V_2}{10}$.

Управляющий усилитель A1 обеспечивает работу лампы L1. При наличии входного напряжения управление производится таким образом, чтобы ток, поступающий в узел суммирования от источника отрицательного напряжения питания через элемент PC1, был равен току, подающемуся на этот узел через резистор R1 от источника напряжения U₁. Поскольку уровень отрицательного напряжения питания является фиксированным, сопротивление элемента PC1 изменяется пропорционально сопротивлению R1, а также отношению напряжений U₁/U⁻. Лампа L1 также освещает элемент PC2 и, в случае соответствия параметров используемых фотоэлементов, способствует подстройке сопротивления PC2 в соответствии с сопротивлением PC1.

Усилитель с регулируемым коэффициентом передачи A2 выполняет также функцию инвертора, при этом величина коэффициента усиления соответствует отношению сопротивлений элементов PC2 и R5. Если сопротивление резистора R5 задано в виде произведения сопротивления резистора R1 и напряжения U⁻, то выходное напряжение равно произведению напряжений U₁ и U₂. Сопротивление резистора R5 может изменяться в 10 раз для того, чтобы обеспечить необходимый коэффициент масштабирования.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬ ОТКЛОНЕНИЯ Δ%

Функция расчета величины отклонения (в процентах) используется при проведении различных измерений, проверок и статистических вычислений. Например, выходной сигнал устройства, показанного на рис. 49.11, может подаваться на входы компараторов для инициирования каких-либо операций или индикации. Последнее зависит от того, соответствует ли коэффициент преобразования контролируемой схемы



Analog Devices

Рис. 49.11

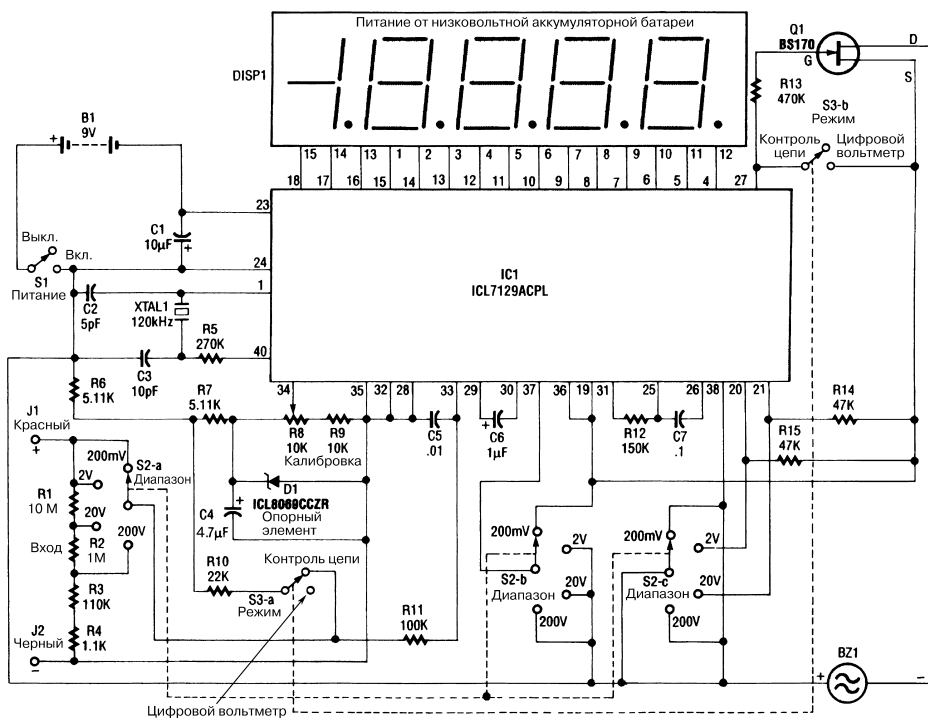
Примечание. $\frac{-0,1E_{\text{OUT}}B}{10} = B - A$, $E_{\text{OUT}} = 100 \frac{A - B}{B}$ (%/В).

заданному диапазону, в частности величине отклонения (в процентах) в положительном и отрицательном направлениях.

Приведенный на схеме коэффициент масштабирования 1%/В является общепринятым. Однако допустимо использовать и другие коэффициенты масштабирования в интервале от 10 до 0,1%/В с учетом конкретного случая. Изменение коэффициента масштабирования осуществляется регулировкой коэффициента ослабления в цепи обратной связи (в диапазоне от 1 до 0,01). Для проведения калибровки и выполнения устройством функции нормализации на вход А схемы предварительно надо подать соответствующим образом усиленный или ослабленный внешний сигнал.

Электронный уровень (рис. 50.1) использует два фототранзистора и светодиод инфракрасного диапазона для контроля положения воздушного пузырька. В этой схеме интенсивность ИК излучения, регистрируемого фототранзисторами Q1 и Q2, преобразуется операционным усилителем U1 и микросхемой U2 (два таймера) в постоянный тональный сигнал либо в тональный сигнал с быстро или медленно изменяющейся частотой.

ЦИФРОВОЙ ВОЛЬТМЕТР НА ОДНОЙ МИКРОСХЕМЕ



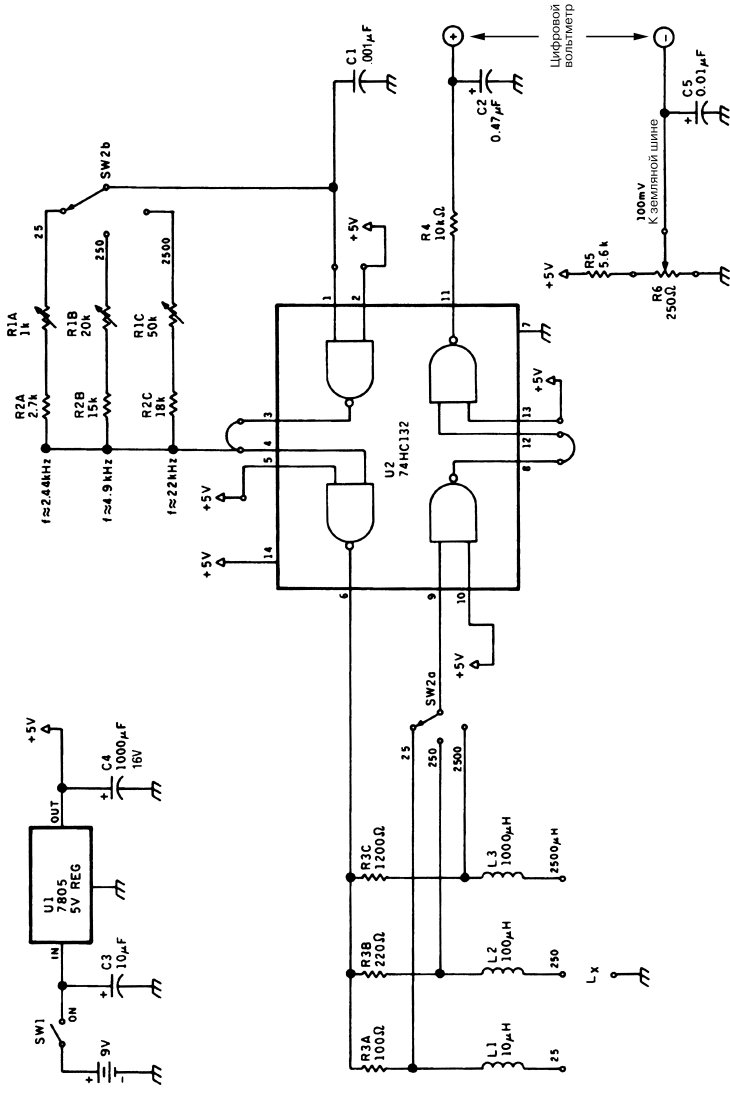
Electronic Experiments Handbook

Рис. 50.2

Цифровой вольтметр (рис. 50.2) имеет пятиразрядный дисплей и построен на микросхеме ICL7129ACPL фирмы Maxim (аналого-цифровой преобразователь с блоком управления жидкокристаллическим дисплеем). Для формирования опорного напряжения 1,2 В используется стабилитрон ICL8066 CCZR. Переключатели S2a, S2b и S2c служат для выбора одного из четырех диапазонов измерения (вплоть до верхнего с максимальным напряжением 200 В). Вольтметр также снабжен пьезоэлектрическим зуммером для проверки целостности цепей. Переключатель S3 устанавливает режим работы: измерение напряжения или контроль сопротивления цепи. Кварцевый резонатор разрешается заменить резонатором частотой 100 кГц в том случае, если требуется обеспечить максимальную частоту

режекции на уровне 50 Гц¹. Обычно этот резонатор формирует сигнал частотой 120 кГц для надежного подавления паразитных сигналов частотой 60 Гц за счет выполнения микросхемой IC1 повторного преобразования фронта импульса.

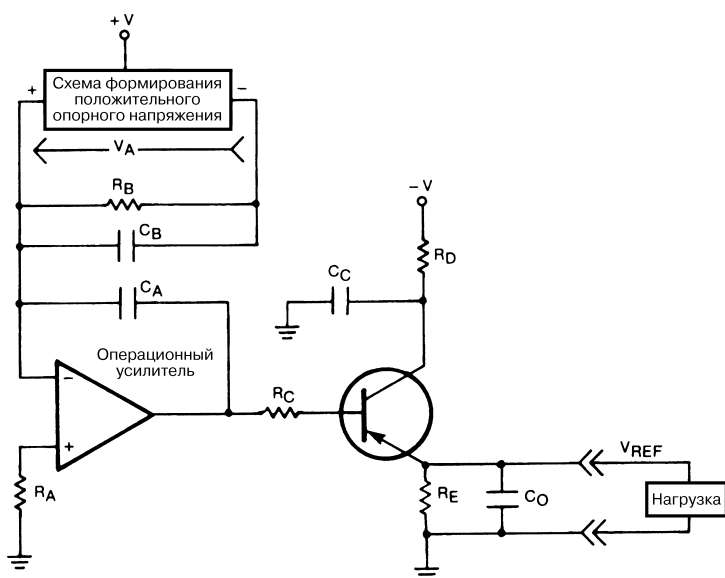
ИЗМЕРИТЕЛЬ ИНДУКТИВНОСТИ



¹ Частота переменного напряжения питания сети. – Прим. ред.

Измеритель индуктивности (рис. 50.3) содержит генератор и схему формирования импульсов. Сигнал прямоугольной формы, поступающий с выхода генератора, предварительно дифференцируется, а выходной сигнал преобразуется формирователем и подается на вход цифрового вольтметра. Уровень этого сигнала пропорционален величине контролируемой индуктивности. Переменные резисторы R1A, R1B, R1C используются для калибровки, а потенциометр R6 – для задания напряжения смещения.

СХЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ОПОРНОГО НАПЯЖЕНИЯ



Nasa Tach Briefs

Рис. 50.4

Примечание. Напряжение V_{OS} соответствует напряжению смещения операционного усилителя, а напряжение $V_{REF} = -V_A \pm |V_{OS}| = -V_A$, поскольку $|V_{OS}|$ намного меньше величины ошибки для напряжения V_{REF} .

На схеме (рис. 50.4) показан источник питания, вырабатывающий стабилизированное опорное напряжение отрицательной полярности. Для обеспечения точности и стабильности этот источник снабжен блоком формирования высокостабильного опорного напряжения положительной полярности, построенным на основе усилителя с обратной связью и большим коэффициентом преобразования.

Усилитель в свою очередь базируется на ОУ и транзисторном каскаде, которые используются при управлении уровнем тока в нагрузке. Обычно подобные схемы

с положительным опорным напряжением допускают работу только с относительно небольшими токами нагрузки. Это ограничение не действует в данной схеме, поскольку блок формирования опорного напряжения положительной полярности установлен в цепи обратной связи усилителя параллельно с резистором R_B , который играет роль постоянной нагрузки для названного блока. Такой подход позволяет повысить стабильность токового сигнала за счет устранения регулировки тока нагрузки.

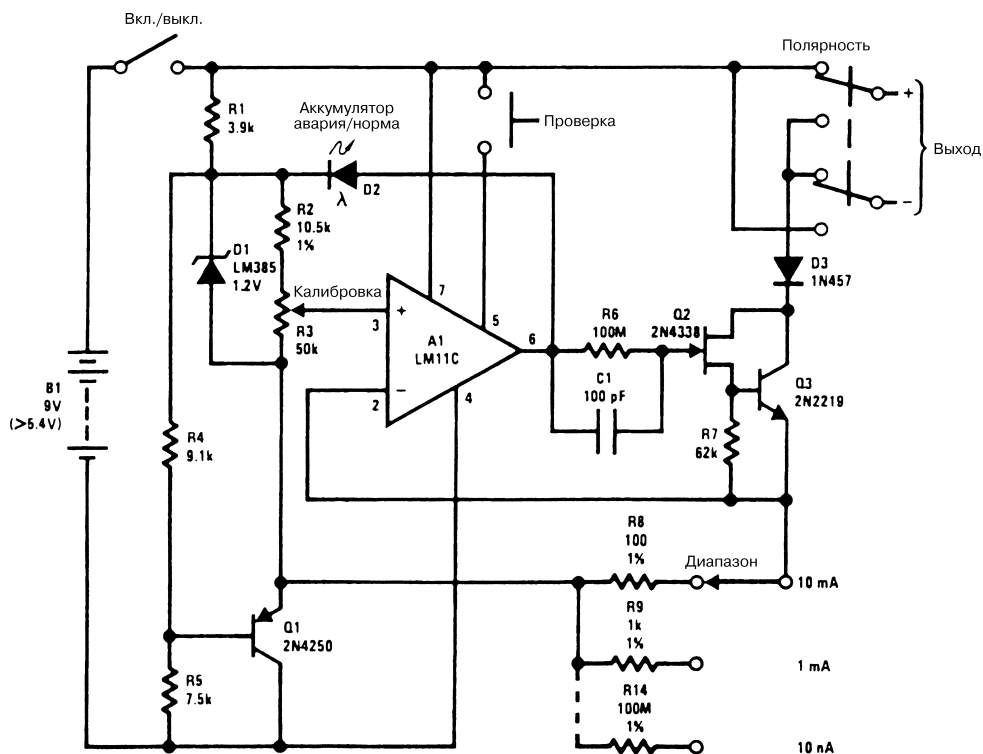
Если смещение операционного усилителя невелико, погрешность преобразования всего устройства определяется лишь точностными показателями самого блока формирования опорного напряжения положительной полярности. Прибор потребляет небольшую электрическую мощность и обеспечивает работу со значительными токами нагрузки. Выбранная конфигурация цепи обратной связи и использование усилителя с транзисторным каскадом, дающие большой коэффициент усиления, позволяют добиться весьма малого выходного импеданса. Конденсаторы ослабляют помехи и шумы и делают функционирование устройства более устойчивым. При коротком замыкании в нагрузке резистор R_D защищает выходной транзистор, сохраняя ток на заданном уровне.

ПРЕЦИЗИОННЫЙ ИСТОЧНИК ТОКА

Схема источника тока, питающаяся от аккумуляторной батареи, вполне пригодна для лабораторных целей (рис. 50.5). Операционный усилитель используется здесь для регулировки перепада напряжения, формирующегося на резисторах выбора диапазона, при этом характер регулировки определяется величиной напряжения в одном из плеч калибровочного потенциометра R_3 . Перепад напряжения на резисторах выбора диапазона зависит от величины выходного тока, формируемого транзисторами Q_2 и Q_3 .

Стабилитрон D_1 отвечает за точностные показатели схемы, а транзистор Q_1 удерживает входные импульсы микросхемы $LM11$ в пределах диапазона синфазного сигнала, что позволяет работать даже при пониженном напряжении аккумуляторной батареи. Светодиод D_2 служит для индикации режима насыщения выходного сигнала. Однако полностью полагаться на эту индикацию не следует, особенно при выходном токе менее 10 нА (если только сопротивление резистора R_6 предварительно не увеличено). Дело в том, что небольшие токовые сигналы, передаваемые на резисторы выбора диапазона через R_6 , не образуют заметного перепада напряжения на этом резисторе и не переключают светодиод в проводящее состояние.

Если светодиод загорается в отсутствие выходной нагрузки, можно сделать вывод о достаточном уровне напряжения аккумуляторной батареи для управления схемой. Однако в схеме предусмотрен также специальный переключатель для проверки аккумуляторной батареи. Этот переключатель соединен с базой транзистора выходного каскада операционного усилителя и обеспечивает формирование на выходе напряжения $U+$.



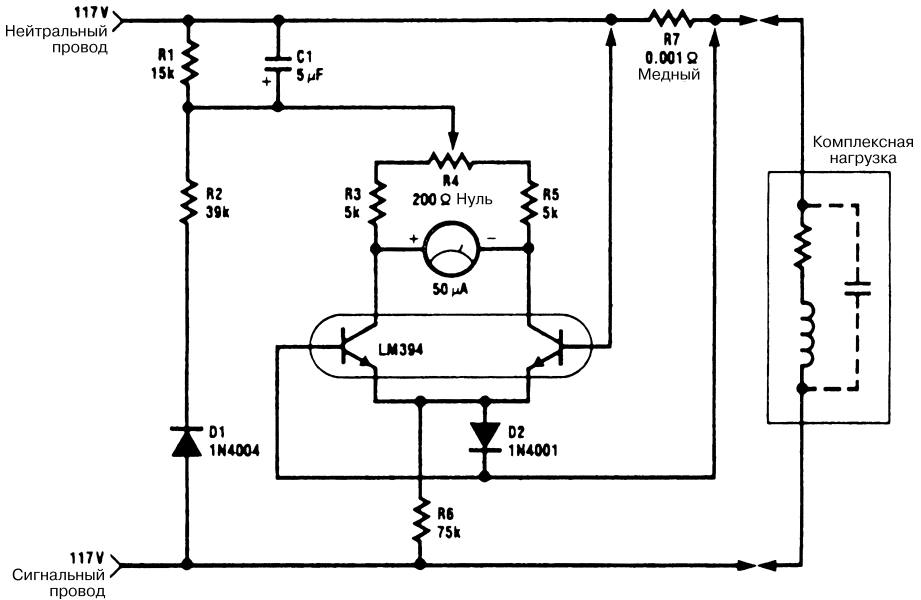
National Semiconductor

Рис. 50.5

Примечание. Резистор $R2$ используется для калибровки диапазона. Транзисторы $Q2$ и $Q3$ подбираются для обеспечения $I_{CBO} \leq 100 \text{ nA}$.

ИЗМЕРИТЕЛЬ МОЩНОСТИ СИГНАЛА ДО 1 КВТ

Устройство (рис. 50.6) использует только одну транзисторную пару для выполнения функции $(X) \times (Y)$. Схема предназначена для работы в сетях переменного напряжения $117 \pm 50 \text{ В}$, однако может легко модифицироваться для других напряжений. Прибор измеряет активную составляющую мощности, направляемой в нагрузку, и не предусматривает применения внешнего источника питания. Потери мощности не превышают 0,5 Вт. Перепад напряжения, необходимый для контроля протекающего в нагрузке тока, составляет всего 10 мВ, что позволяет сохранять потери напряжения в нагрузке на уровне менее 0,01%. Коэффициент подавления реактивной составляющей токового сигнала для нагрузок линейного типа не хуже 100:1. Величина коэффициента нелинейности не превышает 1% от полной шкалы при включении микроамперметра со шкалой 50 мкА. Температурная



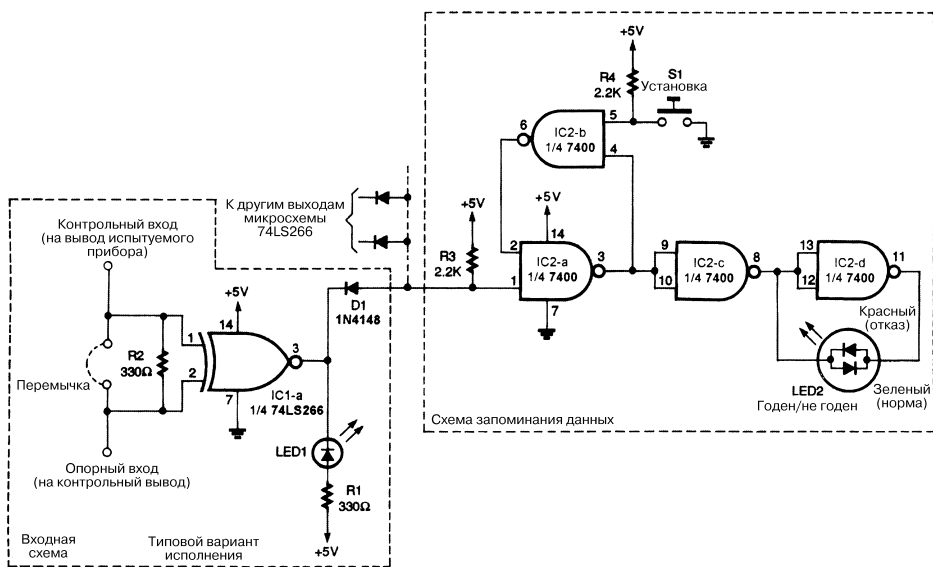
National Semiconductor

Рис. 50.6

компенсация коэффициента преобразования обеспечивается за счет медного шунта с температурным коэффициентом $+0,32\%/^{\circ}\text{C}$ при регистрации тока нагрузки. Устройство измеряет мощность только отрицательных полувольт электрического сигнала, поэтому его не следует использовать в выпрямительных схемах.

ЛОГИЧЕСКИЙ ПРОБНИК

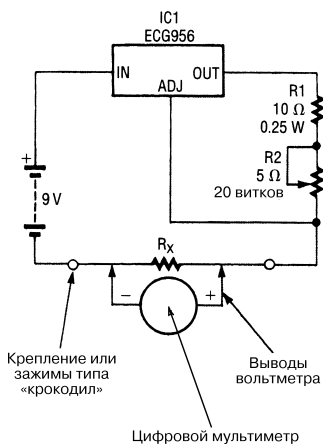
Устройство (рис. 50.7) сравнивает два логических сигнала и указывает на их совпадение или различие. Для использования пробника его контрольный вход следует подключить к нужному выводу испытываемого прибора, а затем подсоединить опорный вход пробника к аналогичному выводу образцового прибора. После нажатия кнопки УСТАНОВКА инициируется начало испытаний, о чем свидетельствует включение зеленого сигнала двухцветного светодиодного индикатора. При обнаружении любых отличий контролируемого сигнала от опорного сигнала образцового прибора загорится светодиодный индикатор, соответствующий контролируемому выводу, а в двухцветном светодиодном индикаторе зажжется красная лампа. Подобная ситуация обычно указывает на неисправность испытываемого прибора. Если сигналы приборов совпадают, устройство считается прошедшим испытания («годен»), а двухцветный светодиодный индикатор горит зеленым светом.



Electronics Now

Рис. 50.7

СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ ИСТОЧНИК ТОКА

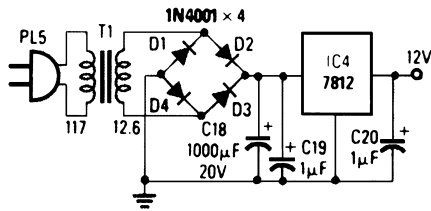


Electronics Now

Рис. 50.8

Стабилизатор напряжения (рис. 50.8) выполняет функцию источника тока. Калибровка резистора осуществляется с помощью цифрового вольтметра и самого источника тока.

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ ОБРАЗЦОВОГО ГЕНЕРАТОРА

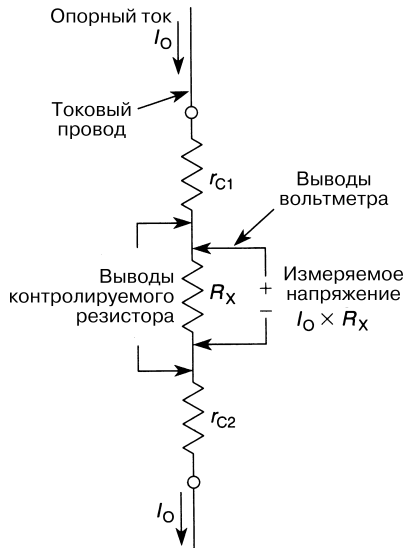


Radio-Electronics

Рис. 50.9

Простой источник питания (рис. 50.9) может использоваться вместо аккумуляторной батареи В1 для питания образцового генератора сигналов частотой 10 МГц.

ПРИСТАВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ

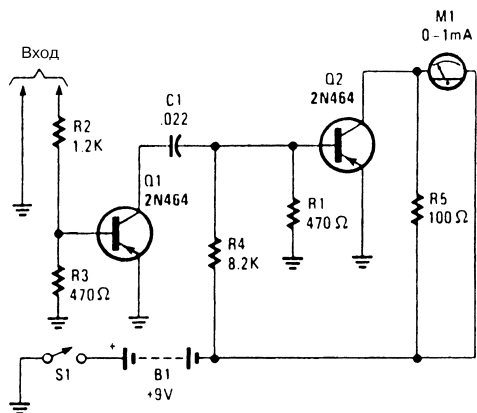


Electronics Now

Рис. 50.10

На рис. 50.10 показана приставка, обеспечивающая измерение сопротивления по четырехпроводной схеме.

ИЗМЕРИТЕЛЬ ЧАСТОТЫ ЗВУКОВОГО ДИАПАЗОНА

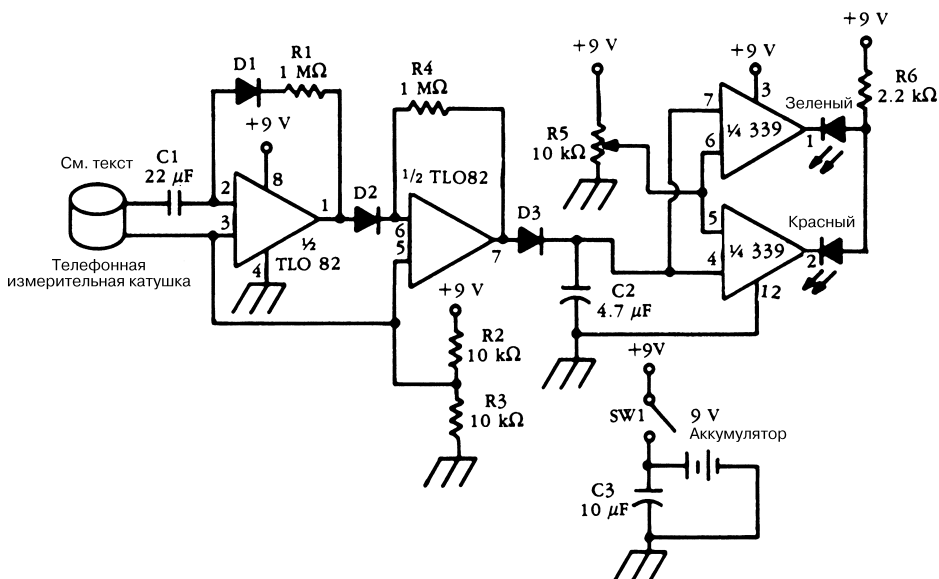


Popular Electronics

Рис. 50.11

Представленный на рис. 50.11 формирователь импульсов обычно применяется в схемах тахометров для генерации сигналов, поступающих на измерительный прибор.

ИНДИКАТОР СИГНАЛА ИНФРАНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

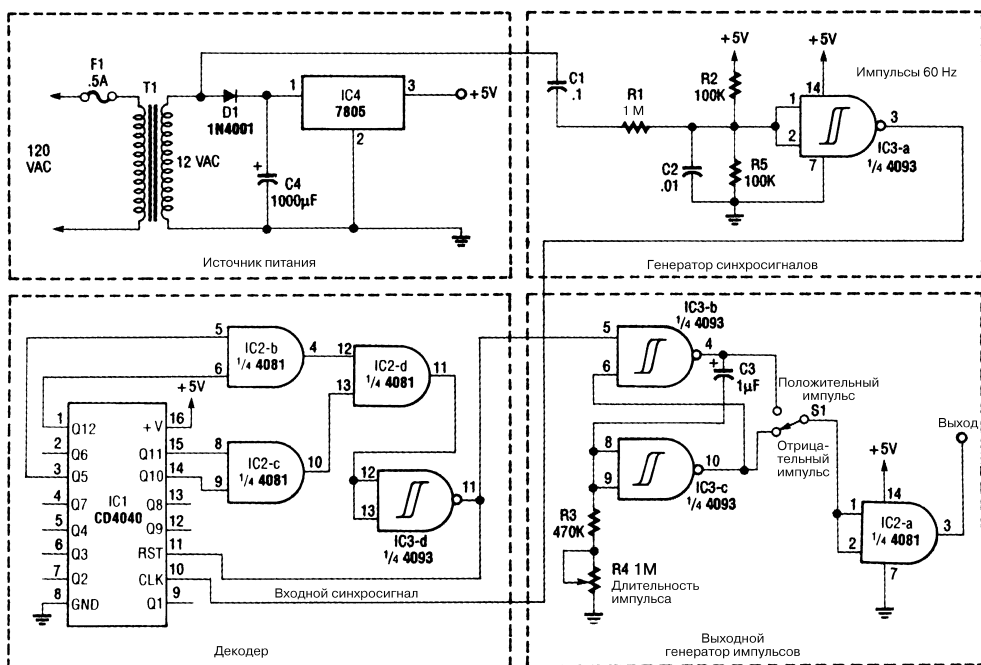


McGraw-Hill

Рис. 50.12

В схеме датчика механических напряжений (рис. 50.13) выходной сигнал мостовой схемы (с полной шкалой 50 мВ) усиливается и калибруется, в результате чего на выходе схемы формируется токовый сигнал с типовым диапазоном передачи (4–20 мА). Питается датчик от внешнего источника напряжением от 12 до 36 В.

ФОРМИРОВАТЕЛЬ МИНУТНОЙ МЕТКИ



Electronics Now

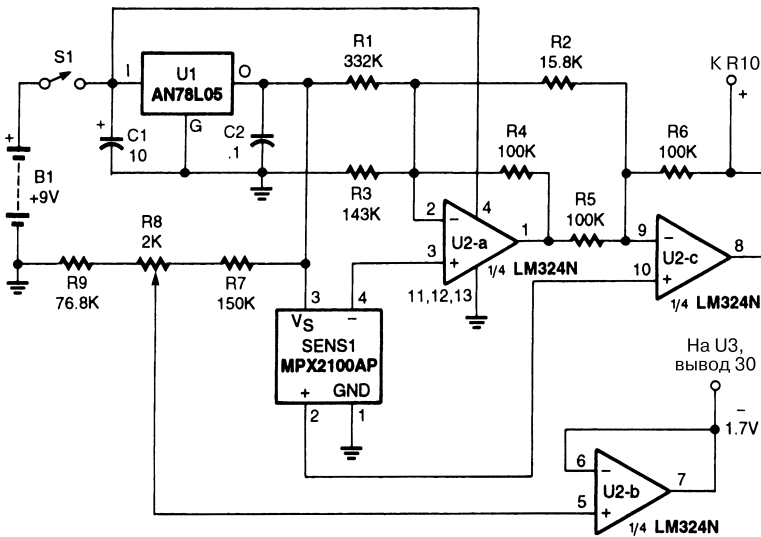
Рис. 50.14

На рис. 50.14 показана схема электронного формирователя минутной метки. Переменное выходное напряжение трансформатора T1 характеризуется амплитудой 12 В и частотой 60 Гц. Это напряжение выпрямляется диодом D1, а его амплитуда определяется микросхемой IC4 (LM7805, стабилизатор напряжения), посредством чего формируется сигнал постоянного уровня 5 В. Невыпрямленная составляющая переменного сигнала проходит полосовой фильтр, образованный элементами R1, R2, R5, C1 и C2. Резисторы R2 и R5 составляют делитель, задающий напряжения смещения для входа триггера Шмитта (микросхема IC3-а) на уровне 2,5 В. Триггер Шмитта вырабатывает прямоугольный сигнал частотой 60 Гц, который подается на вход микросхемы IC1 (CE4040, 12-разрядный двоичный счетчик).

Выходные сигналы счетчика преобразуются логическим элементом И (микросхема IC2, 4081) и поступают на установочный вход счетчика, обеспечивая его периодический возврат в исходное положение после накопления заданного числа импульсов.

Импульс с выхода микросхемы IC2-d инвертируется триггером Шмитта (IC3-d) и поступает на выходную схему генератора. Выходной импульс формируется с помощью двух триггеров Шмитта, включенных по схеме RS-триггера (микросхемы IC3-b и IC3-c). Выходной сигнал RS-триггера подается на элементы R3, R4 и C3, определяющие длительность выходного импульса T, которая в первом приближении выводится из соотношения $T = 1,2C3 (R3 + R4)$. Переключатель S1 используется для выбора сигналов положительной или отрицательной полярности, а буферизация импульсов обеспечивается логическим элементом И (IC2-a).

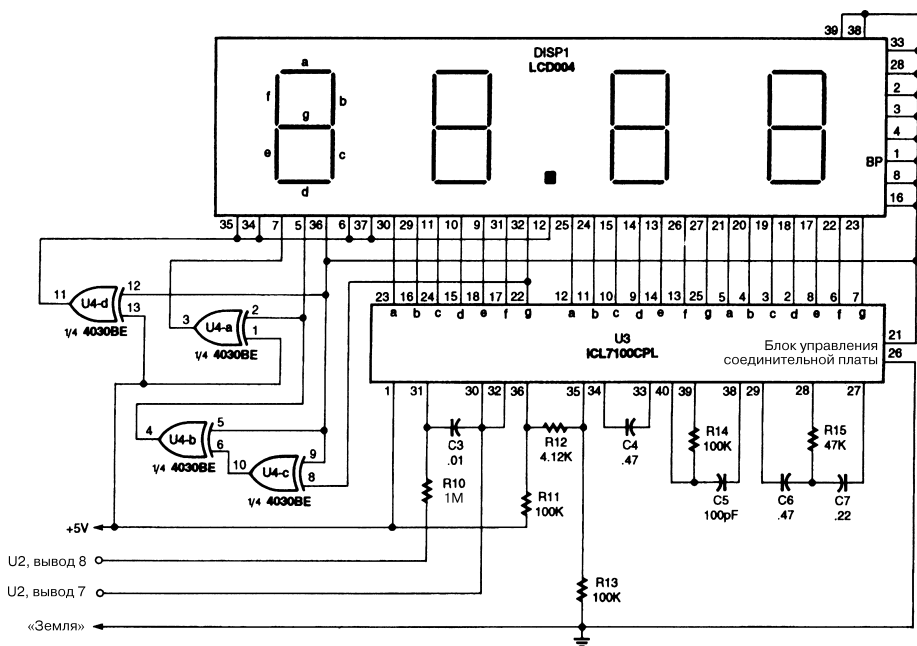
ЦИФРОВОЙ БАРОМЕТР



Popular Electronics

Рис. 50.15 (а)

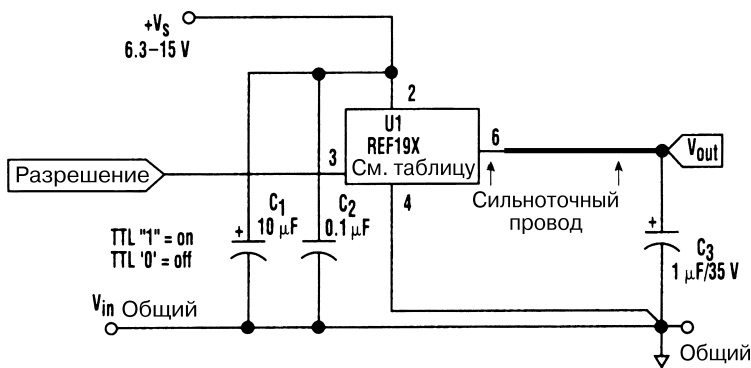
В схеме измерителя давления (рис. 50.15) выходной сигнал датчика SENS1 передается на усилитель U2 и далее на аналого-цифровой преобразователь с четырехразрядным дисплеем. Выходной сигнал АЦП калибруется для указания барометрического давления (например, в миллиметрах ртутного столба).



Popular Electronics

Рис. 50.15 (б)

ИСТОЧНИК ОПОРНОГО НАПЯЖЕНИЯ



Electronic Design

Рис. 50.16

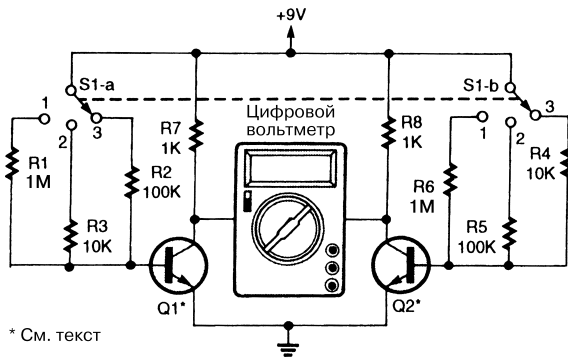
Примечание. Логическая единица (1) для ТТЛ логики соответствует состоянию «включено», а логический ноль (0) – состоянию «выключено».

В источнике опорного напряжения (рис. 50.16) микросхема U1 представлена прибором серии REF190, формирующим выходные сигналы с уровнями 2,5, 4,5 и 5 В при использовании небольшого числа внешних элементов (табл. 50.1).

Таблица 50.1. Величина выходного напряжения для различных типов микросхем

Тип микросхемы U1	Выходное напряжение U_{out} В
REF192	2,5
REF194	4,5
REF195	5,0

СХЕМА ДЛЯ ПОДБОРА ПАРЫ ТРАНЗИСТОРОВ



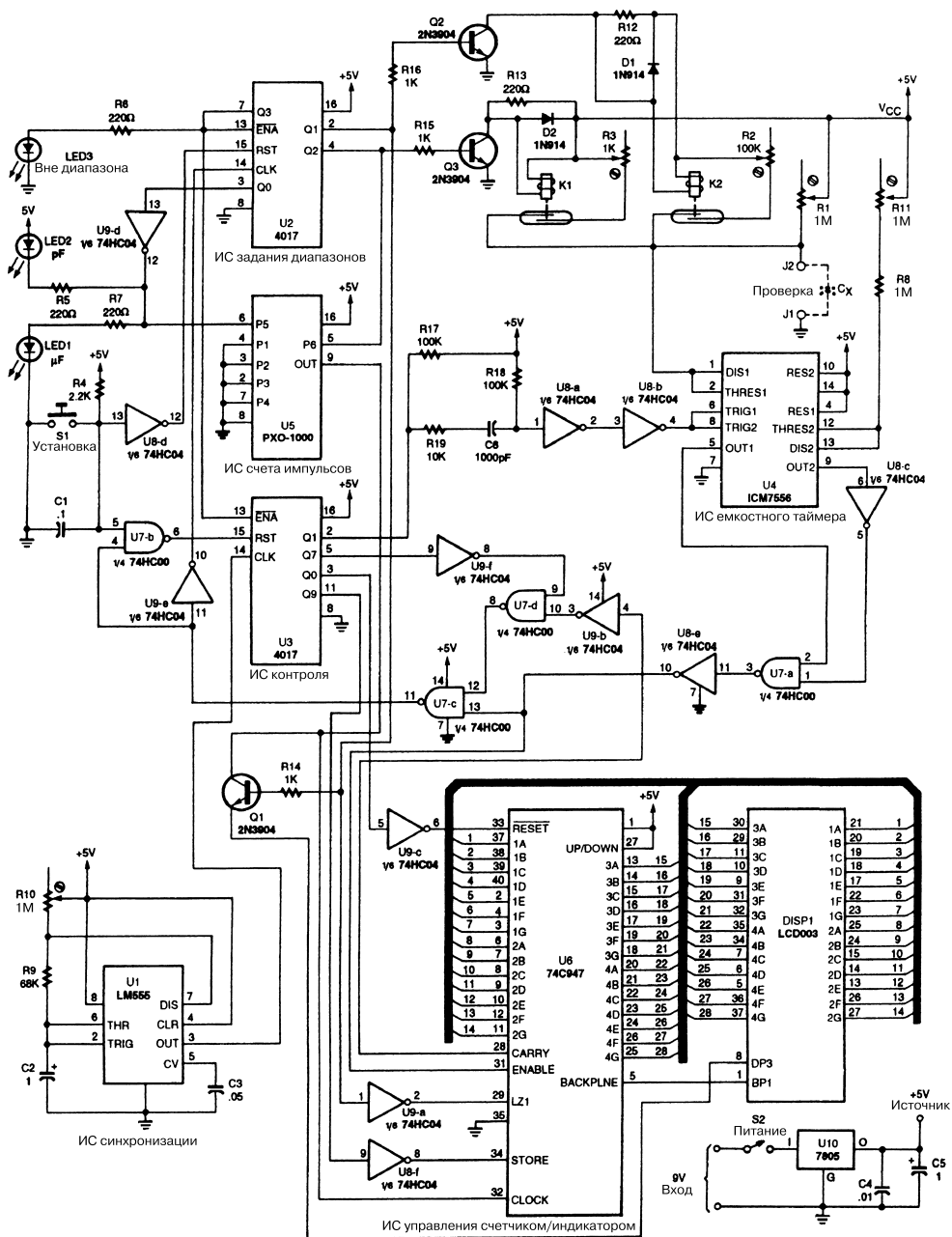
Popular Electronics

Рис. 50.17

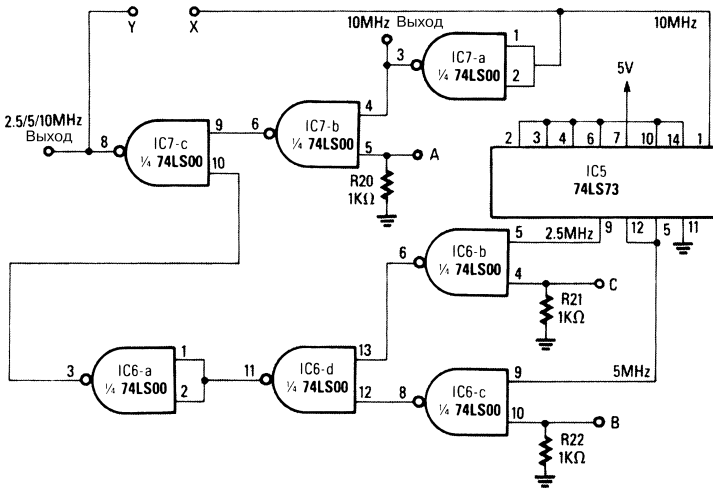
Транзисторы Q1 и Q2 (рис. 50.17) следует выбирать таким образом, чтобы обеспечивались нулевые (или близкие к нулю) показания цифрового вольтметра, выполняющего в данном случае функцию индикатора нуля. Вместо цифрового вольтметра может использоваться и вольтметр аналогового типа. Переключатель S1 устанавливает определенный уровень тока базы (приблизительно 8, 80 или 800 мкА).

ЦИФРОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ЕМКОСТИ С АВТОМАТИЧЕСКИМ ВЫБОРОМ ДИАПАЗОНА ИЗМЕРЕНИЯ

Устройство (рис. 50.18) измеряет емкость в диапазоне от 1 пФ до 1000 мкФ. Микросхема U4 (таймер) использует контролируемую емкость для формирования импульса, длительность которого изменяется в зависимости от ее величины. Соответственно по длительности сигнала можно судить о величине емкости. В качестве индикатора выступает жидкокристаллический дисплей LCD003, управляемый микросхемой 74C947 (счетчик и блок управления дисплеем).



ДЕЛИТЕЛЬ ОПОРНОЙ ЧАСТОТЫ 10 МГц



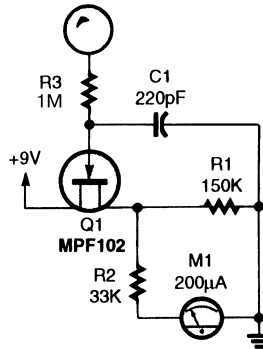
Radio-Electronics

Рис. 50.19

Делитель (рис. 50.19) построен на логических ИС серии 74LSxx и формирует на выходе схемы частоты 10, 5 и 2,5 МГц.

ЭЛЕКТРОСКОП

Накопитель заряда
(короткий оголенный
проводник или небольшая
металлическая сфера)



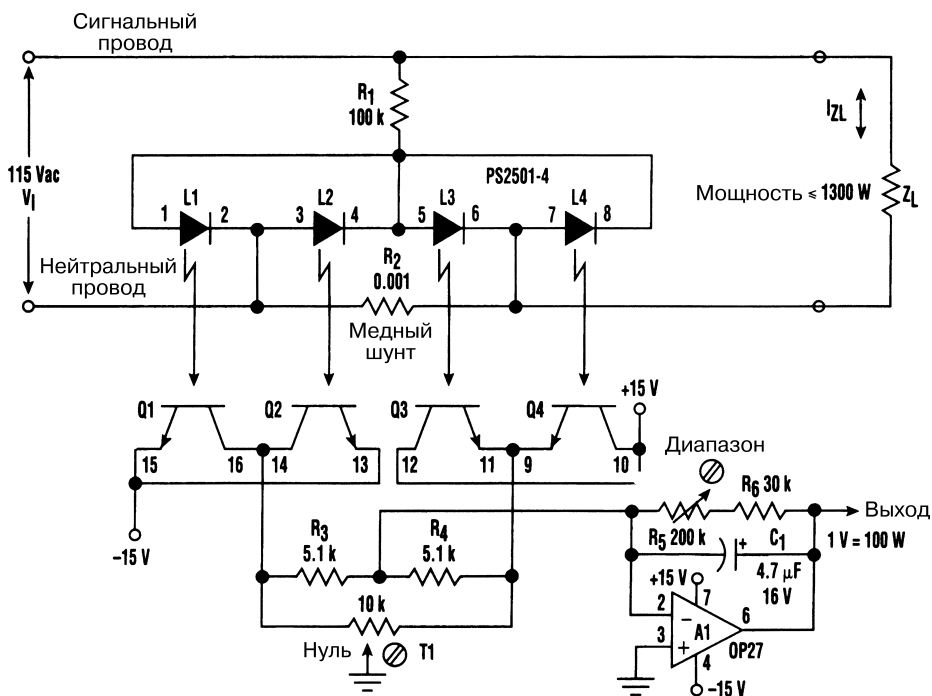
Popular Electronics

Рис. 50.20

Электроскоп (рис. 50.20) служит для регистрации электростатических зарядов. В процессе работы конденсатор С1 подавляет переменный сигнал, что ведет к некоторому ухудшению чувствительности измерительной схемы. Элементы МРF102 и R1 образуют делитель напряжения. При подаче на затвор полевого транзистора потенциала земляной шины выходной сигнал делителя составляет порядка 4,5 В, что соответствует половине шкалы измерительного прибора М1 (микроамперметр со шкалой 200 мкА). Положительно заряженный объект (например, стеклянная палочка, натертая шерстью) вызывает увеличение показаний (по отношению к среднему уровню шкалы), а отрицательно заряженный (например, пластиковая расческа) – уменьшение (также по отношению к среднему уровню шкалы).

Данная схема (вместе с аккумуляторной батареей напряжением 9 В) должна быть выполнена в металлическом корпусе, а короткий оголенный провод может играть роль электрода для накопления заряда.

ВАТТМЕТР С ОПТИЧЕСКОЙ РАЗВЯЗКОЙ



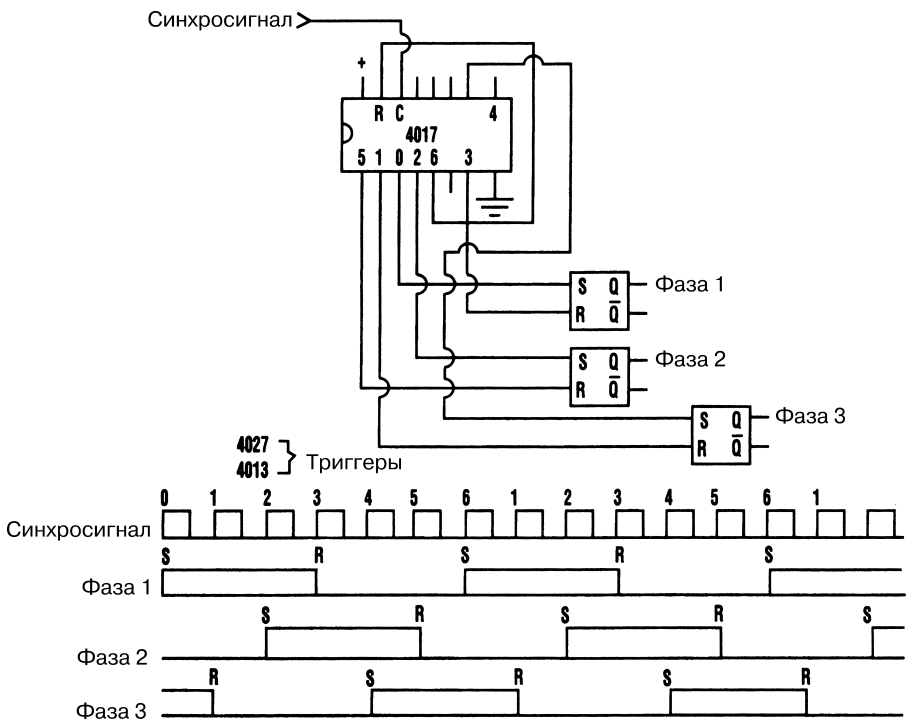
Electronic Design

Рис. 50.21

На рис. 50.21 показан 4-канальный блок оптической развязки, содержащий светодиоды L1 – L4 и фототранзисторы Q1 – Q4. В построении использована двойная мостовая конфигурация. Схема предназначена для определения произведения (для

четырёх квадрантов комплексной плоскости) переменного напряжения линии питания и тока нагрузки Z1. В результате появляется возможность быстрого расчёта мощности, передаваемой в нагрузку, причем эта функция обеспечивается даже в условиях изменения напряжения питания и реактивного или нелинейного характера нагрузки. Указанная функция ваттметра реализуется при оптической развязке с линией питания, предусматривает контроль мощности в диапазоне до 1300 Вт и способствует формированию выходных сигналов напряжения при коэффициенте масштабирования 1 В / 100 Вт.

ЦИФРОВОЙ ГЕНЕРАТОР ТРЕХФАЗНЫХ СИГНАЛОВ



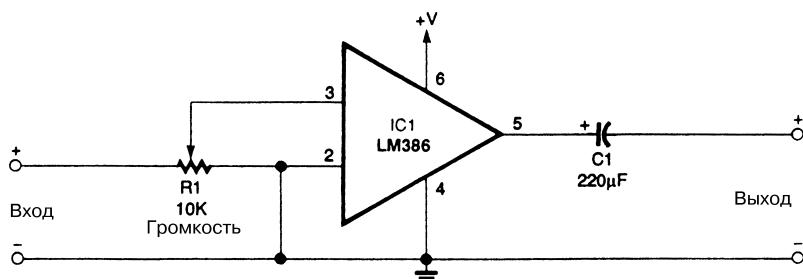
Electronic Design

Рис. 50.22

Простая цифровая схема (рис. 50.22) вырабатывает трехфазный цифровой импульс, используя источник прямоугольного сигнала. Временные диаграммы, показанные на рис. 50.22, указывают, что импульсы второй и третьей фаз сдвинуты соответственно на 120° и 240° относительно сигнала первой фазы.

Диапазон частот, для которого формируются трехфазные импульсы, ограничен только емкостными показателями самих логических элементов. Следует отметить, что частота выходных сигналов в данном случае составляет $1/6$ от частоты входного.

ПРОСТОЙ АУДИОУСИЛИТЕЛЬ



Electronics Now

Рис. 50.23

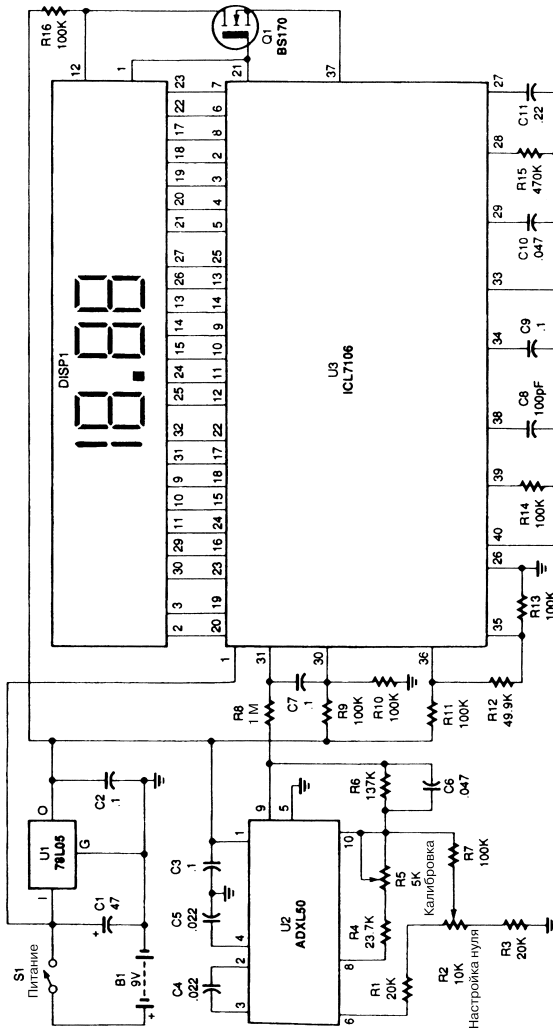
Схема (рис. 50.23) характеризуется коэффициентом усиления, равным 20. Здесь может использоваться источник питания напряжением от 5 до 12 В, последнее зависит от уровня мощности контролируемого аудиосигнала.

АКСЕЛЕРОМЕТР

В схеме акселерометра (измерителя ускорения), показанной на рис. 50.24, микросхема U2 (ADXL50) подает сигнал на аналогово-цифровой преобразователь, выполненный на микросхеме U3, которая управляет жидкокристаллическим дисплеем DISP1 (три с половиной разряда). Поскольку модуль индицирует любые числа от $-19,99$ до $+19,99$, схема позволяет измерять ускорение g в том же диапазоне значений. Центральным элементом устройства является микросхема ADXL50 – акселерометр. Диапазон измерения для нее задается в пределах $\pm 20g$ с целью использования всей шкалы жидкокристаллического дисплея DISP1 (19,99). Коэффициент преобразования схемы определяется значениями сопротивлений резисторов R4, R5 и R6, а потенциометр R2 и резистор R3 обеспечивают ручную настройку нуля вывода 9 микросхемы U2 (например, на уровне половины напряжения питания 2,5 В). Выходное напряжение изменяется линейно, а коэффициент масштабирования обычно задается на уровне 0,1 В/g.

Для получения хороших показателей схемы при небольших величинах ускорения g полоса частот усилителя с помощью конденсатора C6 ограничивается частотой 30 Гц. Блок индикации состоит из микросхем DISP1 (цифрового дисплея) и U3, причем последняя содержит аналого-цифровой преобразователь, генератор импульсов, резисторы, схемы хранения данных, схему 7-сегментного декодирования (на три с половиной разряда) и вспомогательный генератор.

Дифференциальный аналоговый входной сигнал подается на выводы 30 и 31 микросхемы U3. На вывод 31 (положительный вход) поступает сигнал с вывода 9 микросхемы U2 через буферный резистор R8, а на вывод 30 (отрицательный вход) – сигнал напряжения смещения 2,5 В, который формируется делителем напряжения, состоящим из резисторов R9 и R10.

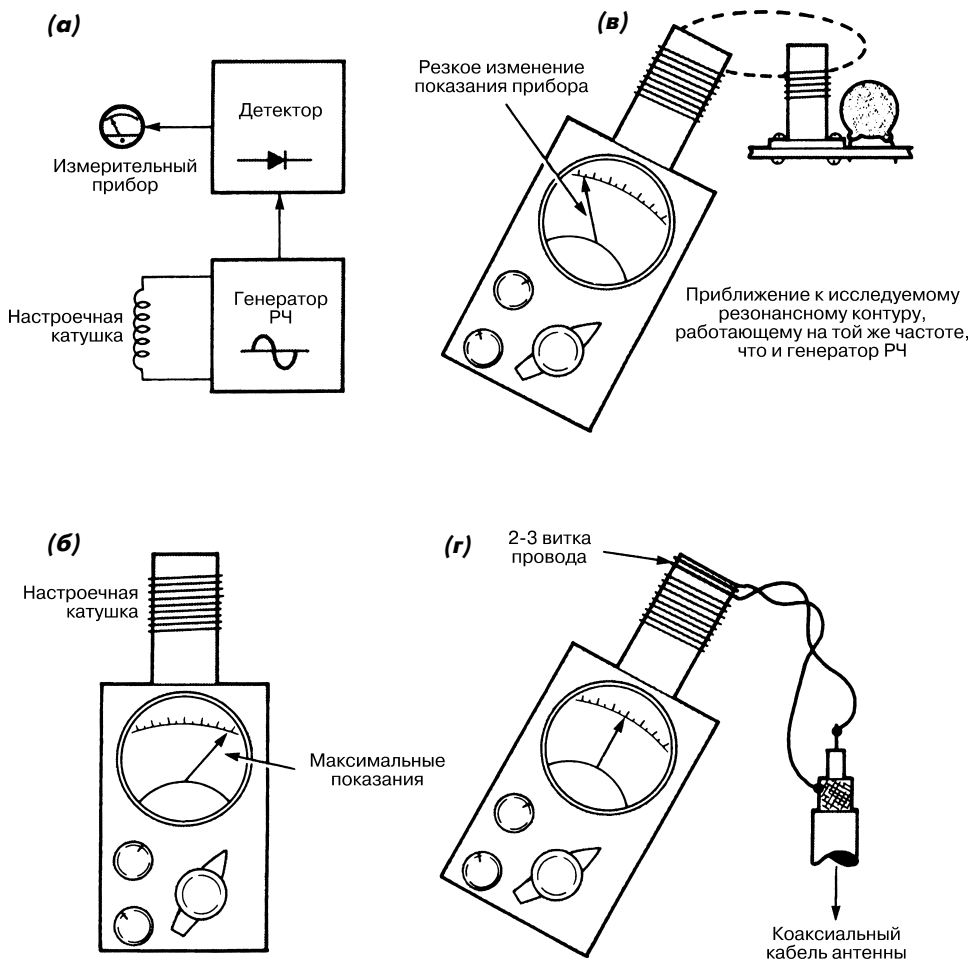


Popular Electronics

Рис. 50.24

Для нормальной работы микросхемы U3 необходимо опорное стабилизированное напряжение. Полномасштабный результат (19,99) регистрируется в том случае, когда дифференциальный аналоговый сигнал напряжения, поступающий на выводы 31 и 30, соответствует удвоенному опорному напряжению. Разделительная точка на жидкокристаллическом дисплее обеспечивает вывод показаний в диапазоне от 0,00 до 19,99. Формирование этой точки осуществляется инвертированием вспомогательного прямоугольного сигнала, который вырабатывается на выводе 21 микросхемы U3, с помощью МОП транзистора Q1 и подачи сигнала, смещенного по фазе на 180°, на вывод 12 микросхемы DISP1.

РЕЗОНАНСНЫЙ ИНДИКАТОР ВЫСОКОЧАСТОТНОГО СИГНАЛА I



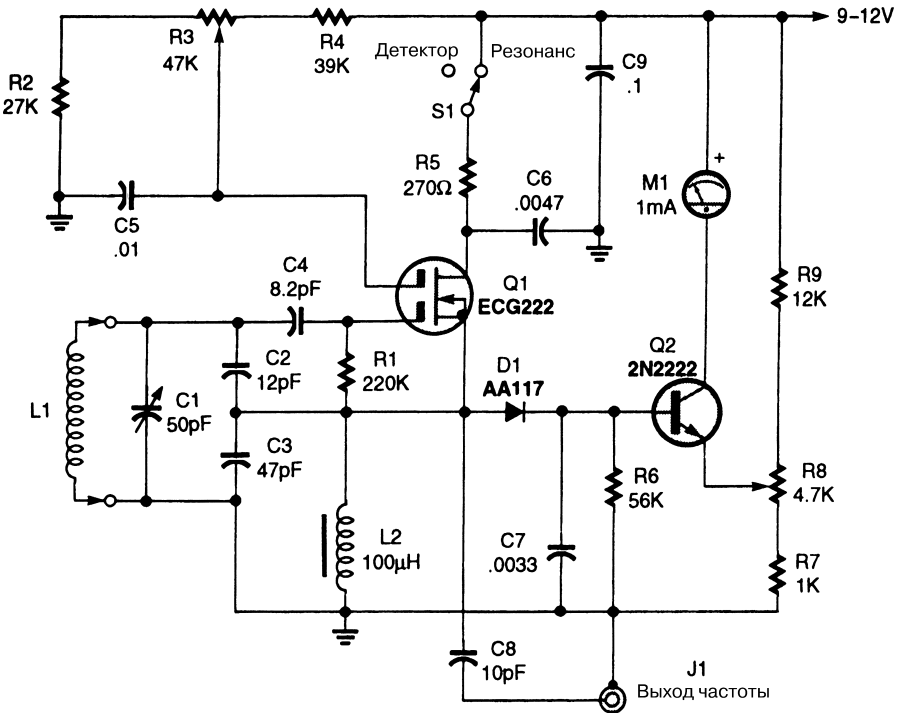
Popular Electronics

Рис. 50.25

Схема типового измерителя резонансной частоты на транзисторном генераторе (рис. 50.25а) содержит настроечную катушку, генератор ВЧ сигнала, детектор и измерительный прибор (рис. 50.25б). При приближении настроечной катушки к резонатору, формирующему сигналы той же частоты, что и внутренний ВЧ генератор, стрелка измерительного прибора (рис. 50.25в) резко отклоняется влево. Настроечная катушка генератора высокочастотных сигналов может также подключаться

к коаксиальной линии связи антенны с помощью нескольких (2 или 3) витков провода и используется для определения резонансной частоты антенны (рис. 50.25r).

РЕЗОНАНСНЫЙ ИНДИКАТОР ВЫСОКОЧАСТОТНОГО СИГНАЛА II



Popular Electronics

Рис. 50.26

Устройство (рис. 50.26) применяется для контроля резонансных свойств антенн, резонансных контуров и детекторов. Эта схема является модифицированным вариантом хорошо известного индикатора радиочастотных сигналов на основе электронной лампы. При применении прибора предусматривается приближение катушки генератора ВЧ сигнала к исследуемому резонансному контуру, направление на него испытываемого сигнала и определение соответствия резонансной частоты контура частоте сигнала генератора. Это состояние индицируется характерным отклонением стрелки (положением dip – резонанс) на шкале измерительного прибора. Диапазон рабочих частот прибора определяется параметрами катушки индуктивности L1 (табл. 50.2).

Таблица 50.2. Намоточные данные катушки L1

Диапазон частот, МГц	Число витков	Размер и тип провода
3,5–6,5	45	Провод № 32 с эмалевым покрытием
6,5–11	32	Провод № 26 с эмалевым покрытием
11–19	14	Провод № 20 с эмалевым покрытием
15–24	10	Провод № 20 с эмалевым покрытием
21–36	7	Изолированный монтажный провод
32–56	4	Изолированный монтажный провод
60–110	U-образный (длиной 4,5 см)	Провод № 16 с эмалевым покрытием

ДВА НЕЗАВИСИМЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВА

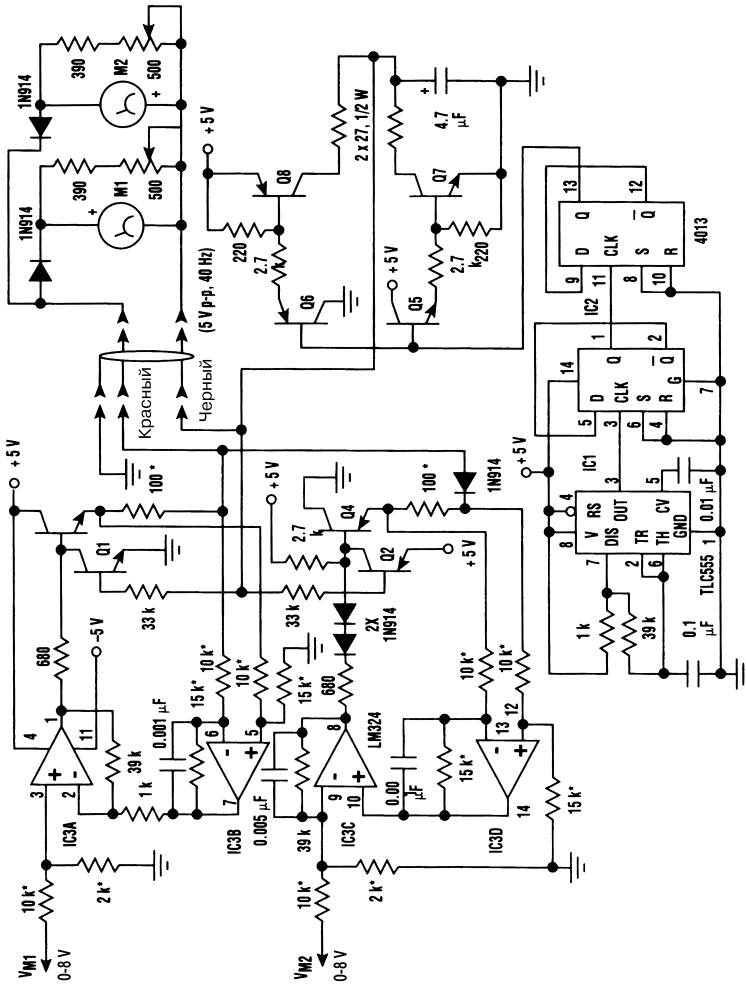
Два устройства, предназначенные для дистанционных измерений (рис. 50.27), могут использоваться независимо при помощи единственной проводной пары. Эта схема работает на постоянном токе и предотвращает влияние сопротивления проводной пары до 200 Ом на результат измерения. Следует отметить, что независимое применение двух измерительных устройств обычно требует двух проводных пар (по одной на каждое устройство).

Микросхемы IC1 и IC2 формируют симметричный прямоугольный сигнал (меандр) частотой 40 Гц, хотя в данном случае значение частоты не является критичным. Транзисторы Q5 – Q8 увеличивают размах меандра до 5 В, который подается в провод возврата (черный) для передачи на измерительные устройства.

Усилитель IC3A буферизует входное напряжение U_{M1} в диапазоне от 0 до 8 В; в дальнейшем оно поступает на измерительный прибор M1 через эмиттерный повторитель Q3 и измерительный резистор сопротивлением 100 Ом. Другой вывод резистора соединен с проводом питания (красный) измерительных устройств. Микросхема IC3B усиливает на измерительном резисторе падение напряжения, соответствующего току, который подается на M1 и используется для формирования цепи обратной связи микросхемы IC3A.

В результате на вход прибора M1 поступает напряжение 0–8 В и вырабатывается сигнал тока 0–10 мА. Транзистор Q1 обеспечивает синхронную передачу и блокировку этого сигнала и генерирует прямоугольный импульс частотой 40 Гц, поэтому прибор M1 воспринимает только 50% сигнала тока от 0 до 10 мА (фактически средняя величина тока в приборе M1 изменяется в диапазоне от 0 до 5 мА).

Аналогичным образом микросхемы IC3C, IC3D и транзисторы Q3, Q4 направляют сигнал тока (от 0 до 10 мА) на прибор M2. M1 и M2 электрически развязаны со схемой с помощью двух встречно включенных диодов 1N914, которые устанавливаются в корпусе выносных приборов. Применение потенциометров совместно с приборами обеспечивает возможность их калибровки. Диод 1N914, использованный в схеме M2, служит также для исключения взаимного влияния приборов M1 и M2.



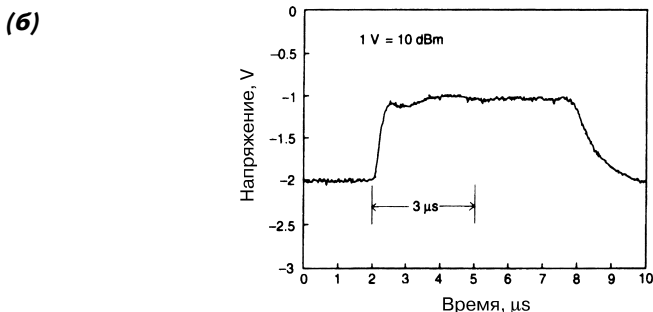
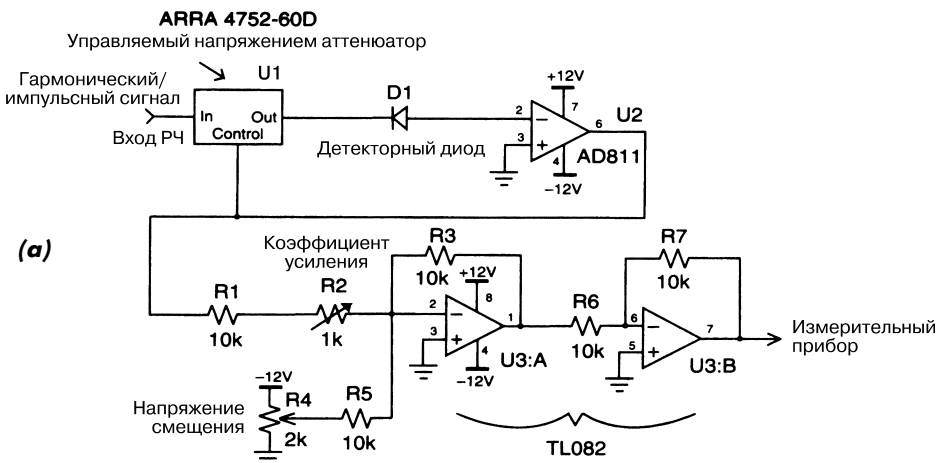
Electronic Design

Рис. 50.27

Примечание. Все резисторы, отмеченные звездочкой (*), имеют допуск 1%, транзисторы 2N3904 – p-n-p типа, транзисторы 2N3906 – p-n-p типа. В качестве измерительных приборов M1, M2 использованы миллиамперметры с током отклонения 4 мА и внутренним сопротивлением 120 Ом.

ИЗМЕРИТЕЛЬ МОЩНОСТИ НА ВЫСОКИХ ЧАСТОТАХ

Устройство (рис. 50.28) предназначено для согласования диода с аттенюатором, управляемым напряжением и имеющим логарифмическую характеристику. Изменяя



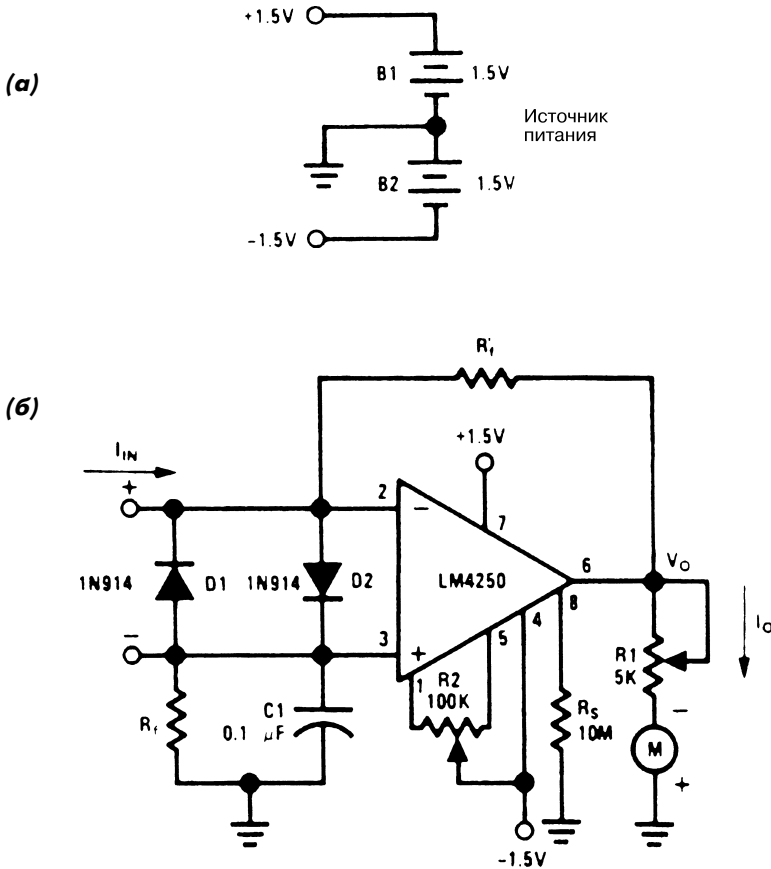
RF Design

Рис. 50.28

коэффициент ослабления вплоть до формирования нулевого сигнала на выходе диода, можно оценить фактический уровень мощности входных высокочастотных сигналов. Поскольку настраиваемый аттенуатор обладает логарифмической характеристикой, влияние нелинейности характеристики самого диода удастся свести к минимуму.

НАНОАМПЕРМЕТР

В схеме (рис. 50.29) потенциометр R2 обеспечивает настройку нуля электрического измерительного прибора путем уменьшения до нуля входного напряжения смещения $U_{ос}$. Полная шкала прибора задается с помощью потенциометра R1. R1 и R2 настраиваются один раз перед проведением измерений (для каждого типа операционного усилителя или режима измерения). Так, при шкале 50 мкА (2 кОм) сопротивление резистора R1 должно составлять порядка 4 кОм для использования



National Semiconductor

Рис. 50.29

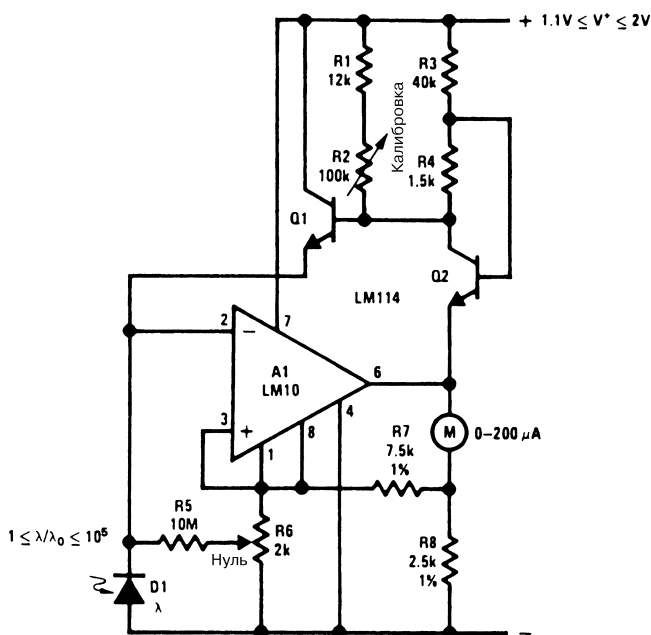
полной шкалы прибора в условиях выходного напряжения 300 мВ. Диоды D1 и D2 защищают вход прибора от влияния избыточных токов (до 75 мА).

Таблица 50.3. Значения сопротивлений резисторов для нано- и микроамперметра постоянного тока

Полная шкала измерения тока, мкА	Величина сопротивления резистора R_p , кОм	Величина сопротивления резистора R'_p , МОм
0,1	1500	1,5
0,5	300	0,3
1	300	0
5	60	0
10	30	0
50	6	0
100	3	0

При сопротивлении резистора R_p равном 1,5 МОм, прибор трансформируется в наноамперметр с полной шкалой 100 нА. При уменьшении сопротивления до 3 кОм (табл. 50.3) полная шкала прибора соответствует 100 мкА, то есть максимальному току, который может реализовываться в этой конфигурации. Перепад напряжения между двумя входными выводами равен выходному напряжению U_o , деленному на коэффициент усиления схемы с разомкнутой цепью обратной связи. Когда величина названного коэффициента соответствует 10000, перепад напряжения не превышает 30 мкВ.

ЛОГАРИФМИЧЕСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ОСВЕЩЕННОСТИ



National Semiconductor

Рис. 50.30

Портативное устройство, служащее для контроля уровня освещенности, характеризуется динамическим диапазоном измерения в пять декад (рис. 50.30). Оно калибруется переменным резистором R2 для средней точки диапазона, при этом выходной сигнал усилителя соответствует контрольному сигналу и, следовательно, средней точке шкалы измерительного прибора. Напряжение в цепи база-эмиттер транзистора Q2 изменяется при колебаниях напряжения питания, поэтому резистор R4 используется для минимизации эффектов, связанных с нестабильностью источника питания. Если измеряемый фототок меньше 50 нА, необходимо компенсировать токи смещения операционного усилителя.

Наклон логарифмической характеристики при температурных изменениях не может быть постоянным. При частотной характеристике, соответствующей пяти декадам, наибольшая величина ошибки может достигать 40% (например, режим экспозиции в фотографии) в условиях температурных колебаний $\pm 18^\circ\text{C}$.

Если необходима температурная компенсация, удобнее всего применять измерительный прибор с нулем в центре шкалы, поскольку в этом случае есть возможность учета различных смещений (схемы с компенсацией опорного сигнала не рекомендуются). Такая конфигурация реализуется установкой резистора (в виде нескольких витков медного провода) последовательно с измерительным прибором.

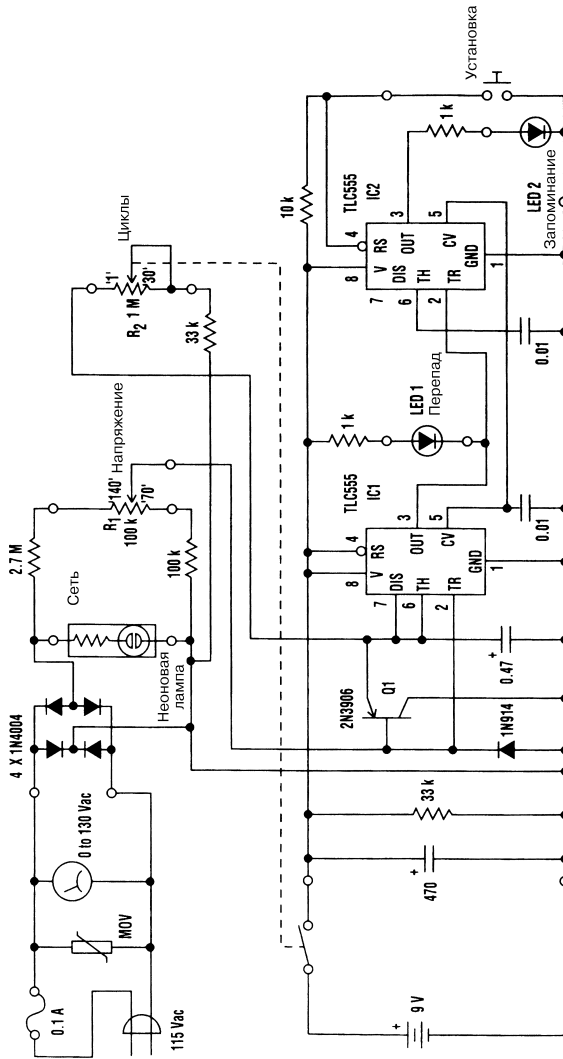
Если описанное устройство планируется использовать в фотографии, учтите, что кремниевые фотодиоды, в отличие от обычной фотопленки, весьма чувствительны к излучению в инфракрасной области спектра, поэтому здесь необходимо использовать заградительный ИК светофильтр. Хороших результатов можно также добиться при работе с фотодиодами, настроенными на длину волны синего света, или с соответствующими корректирующими светофильтрами.

ИНДИКАТОР ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

В схеме (рис. 50.31) вольтметр со шкалой от 0 до 130 В и неоновая лампа СЕТЬ обеспечивают контроль за средними показателями сигнала переменного тока в линии питания. Предохранитель и варистор MOV на основе окисла металла защищают индикатор от больших бросков напряжения.

Четыре диода 1N4004 выпрямляют переменный сигнал и формируют отрицательные импульсы (по два за цикл, то есть каждые 8,33 мс при частоте следования 60 Гц). Потенциометр R1 служит для формирования ослабленного импульсного сигнала, который поступает на детектор контроля, построенный на транзисторе Q1, микросхеме IC1 и нескольких пассивных элементах. Если амплитуда импульсов превышает пороговый уровень, задаваемый резистором R1, микросхема IC1 циклически переключается, а на ее выходе поддерживается сигнал высокого уровня. Когда амплитуда становится ниже порогового уровня, микросхема IC1 вырабатывает импульс, длительность которого определяется сопротивлением переменного резистора R2 и конденсатора емкостью 0,47 мкФ. Резистор R2 калибруется для считывания числа циклов, необходимых при индикации исчезновения импульсов. Это число может задаваться в диапазоне от 1 (порядка 17 мс) до 30 циклов (0,5 с).

После формирования микросхемой IC1 продолжительного импульса уровень сигнала на ее выходе изменяется на низкий и загорается светодиодный индикатор LED1. Одновременно запускается микросхема IC2, которая включена по схеме RS-триггера, и загорается светодиодный индикатор LED2. При возврате напряжения к нормальному уровню микросхема снова переходит в режим переключения, уровень сигнала на ее выходе изменяется на высокий и светодиодный индикатор LED1 гаснет. Следует отметить, что LED2 продолжает гореть до тех пор, пока прибор не будет переустановлен вручную с помощью соответствующей кнопки.



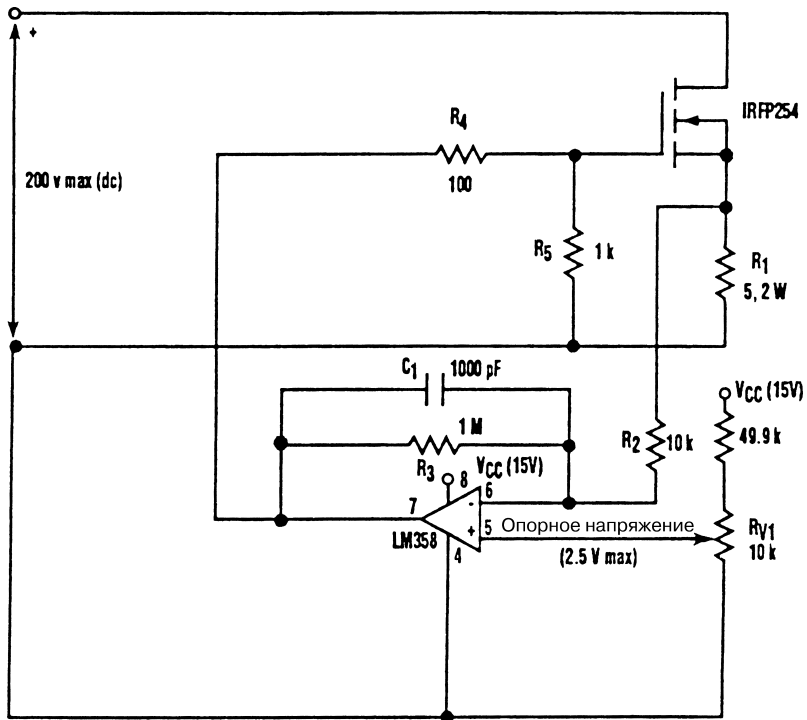
Electronic Design

Рис. 50.31

Примечание. Емкость конденсаторов приводится в микрофарадах (если не указано иное).

Схема питается от аккумуляторной батареи напряжением 9 В, а само устройство помещается в пластиковый или металлический (заземленный) корпус. Между линией питания переменного тока и схемой контроля практически отсутствует электрическая развязка. Поэтому, чтобы избежать поражения электрическим током, при проведении контроля необходима осторожность.

МОДЕЛЬ ПЕРЕМЕННОГО РЕЗИСТОРА С МОЩНОСТЬЮ РАССЕЯНИЯ 100 Вт



Electronic Design

Рис. 50.32

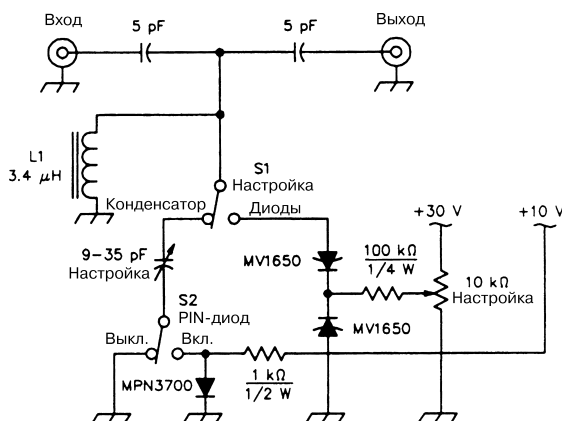
На рис. 50.32 показана схема модели переменного резистора, выполняющая функцию нагрузки с изменяемой величиной сопротивления. Подобная нагрузка часто используется в автоматических тестерах для контроля и калибровки источника питания. Рассматриваемое устройство призвано моделировать переменный резистор с большой мощностью рассеяния (до 100 Вт).

Перепад напряжения на резисторе R1, пропорциональный току полевого транзистора, сравнивается с изменяющимся опорным напряжением при помощи операционного усилителя с большим коэффициентом усиления. Сигнал рассогласования, формируемый усилителем, применяется для управления затвором полевого транзистора и определяет режим его проводимости.

Рассеиваемая схемой мощность ограничивается возможностями и характеристиками полевого транзистора. Полевой транзистор должен устанавливаться на радиаторе, обеспечивающем отвод тепла, или снабжаться вентилятором, что позволит поддерживать температуру корпуса транзистора на безопасном уровне. Данная схема рассеивает мощность до 100 Вт при температуре полевого транзистора не более 50 °С. Потенциометр RV1 разрешается заменить цифро-аналоговым

преобразователем, что дает возможность использовать принцип компьютерного управления, реализуемый, в частности, в автоматических тестерах.

СХЕМА КОНТРОЛЯ ИНТЕРМОДУЛЯЦИОННЫХ ИСКАЖЕНИЙ В PIN-ДИОДАХ



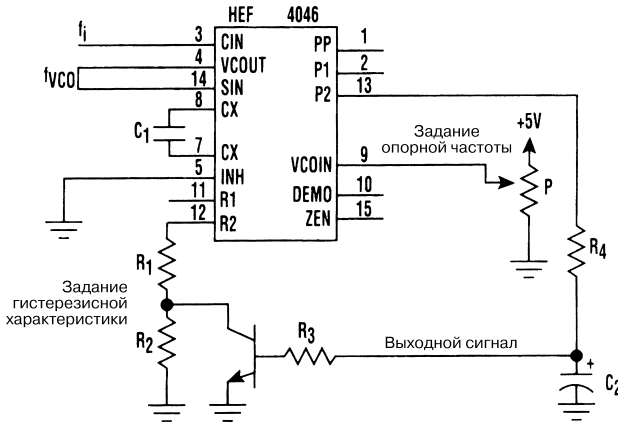
QST

Рис. 50.33

В схеме (рис. 50.33) слабо связанный резонансный контур служит для контроля интермодуляционных искажений, создаваемых PIN- и настроечными диодами, в узком частотном диапазоне. При этом переключателем S1 НАСТРОЙКА обеспечивается необходимая коммутация, а устройство отслеживает возникновение резонанса при взаимодействии конденсатора С1 или пары встречно включенных диодов MV1650 с индуктивностью L1. Переключатель S2 PIN-ДИОД подключает (или отключает) PIN-диод последовательно с конденсатором С1. Индуктивность L1 изготавливается путем намотки 33 витков провода № 28 с эмалевым покрытием на тороидальный сердечник типа Т-37-6 из порошкового железа. Номинальная емкость диода MV1650 (настроечный диод на напряжение 20 В) равна 100 пФ при напряжении настройки 4 В.

УПРАВЛЯЕМЫЙ ГЕНЕРАТОР И КОМПАРАТОР ЧАСТОТЫ

В схеме (рис. 50.34) сравнение частоты f_i входного сигнала с частотой f_{VCO} управляемого напряжением генератора обеспечивается посредством единственной микросхемы (схема фазовой подстройки частоты на основе КМОП структур) и одного транзистора. Сравнение фаз и частот производится с помощью соответствующего

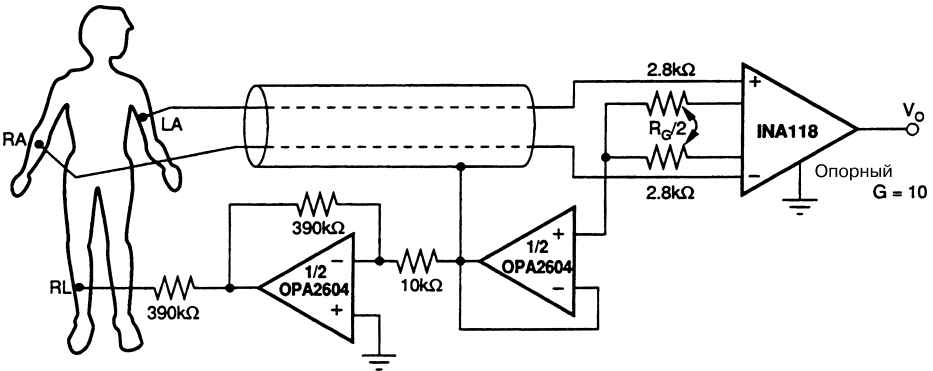


Electronic Design

Рис. 50.34

компаратора, который, наряду с управляемым генератором, является частью микросхемы HEF4046 (схема ФАПЧ). Транзистор задает необходимые параметры гистерезисной характеристики, что позволяет использовать данное устройство в качестве блока управления переключением.

УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФА



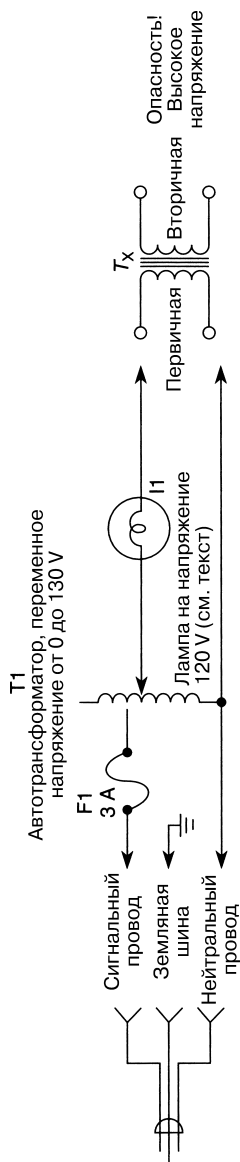
Burr-Brown

Рис. 50.35

Простой усилитель сигналов сердечного ритма (рис. 50.35) собран на двух ИС и предназначен для совместной работы с электрокардиографом.

ТЕСТЕР ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТРАНСФОРМАТОРА

На практике достаточно часто возникают отказы трансформаторов, причем из-за короткого замыкания обмоток может создаваться опасность поражения электрическим током. Предлагаемый метод проверки позволяет обнаруживать трансформатор с коротко замкнутыми обмотками. На первичную обмотку с автотрансформатора через лампу, мощность которой соответствует приблизительно половине номинальной мощности тестируемого трансформатора (в ваттах), подается напряжение от 0 до 130 В. На первом этапе следует подключить выводы трансформатора, установить регулятор автотрансформатора в положение «0 В» (рис. 50.36) и только после этого подать на схему напряжение питания. Затем подайте напряжение на проверяемый трансформатор, при этом лампа не должна загораться. Если лампа загорелась, то во вторичной обмотке имеется короткое замыкание и ее нужно закортотить; в этом случае лампа продолжает гореть. Для трансформаторов с несколькими обмотками проверку следует провести для каждой вторичной обмотки.

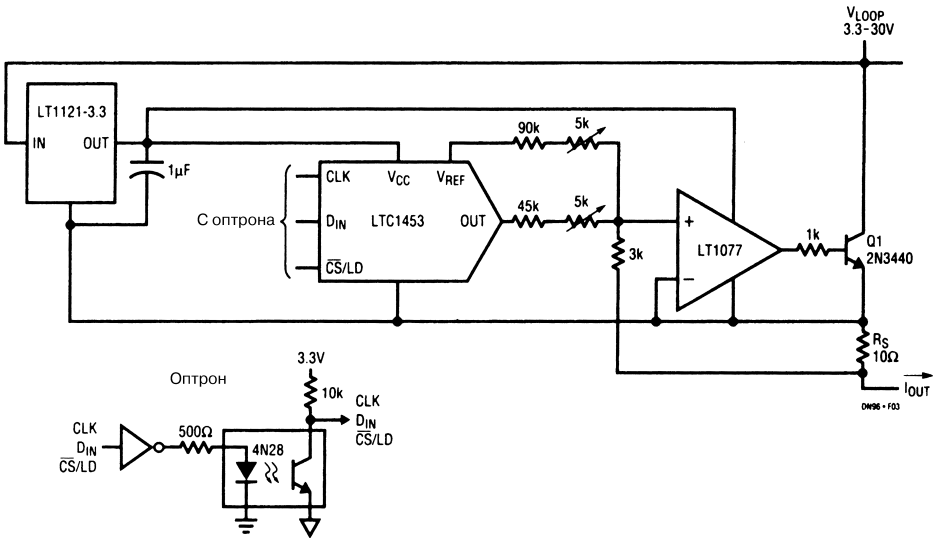


William Sheets

Рис. 50.36

КОНТРОЛЛЕР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Микросхема LT1453 (рис. 50.37) используется для построения контроллера технологического процесса, который имеет оптоэлектронную развязку, управляется цифровыми сигналами и рассчитан на диапазон тока от 0 до 20 мА. Контроллер

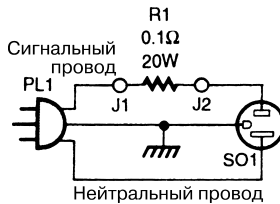


Linear Technology

Рис. 50.37

содержит оптрон и питается от источника напряжения 3,3–30 В. Выход опорного напряжения 1,22 В микросхемы LT1453 служит для формирования тока смещения 4 мА, а сигнал выходного напряжения U_{OUT} – для цифрового управления и формирования сигнала тока в диапазоне от 0 до 16 мА. Резистор R_S является измерительным, а операционный усилитель LT1077 модулирует сигнал транзистора Q1 для получения выходного сигнала тока через резистор в диапазоне от 4 до 20 мА. Представленная схема управления обеспечивает устойчивую работу при задании тока величиной 4 мА в качестве нуля шкалы.

ПРИСТАВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ БОЛЬШИХ ТОКОВ



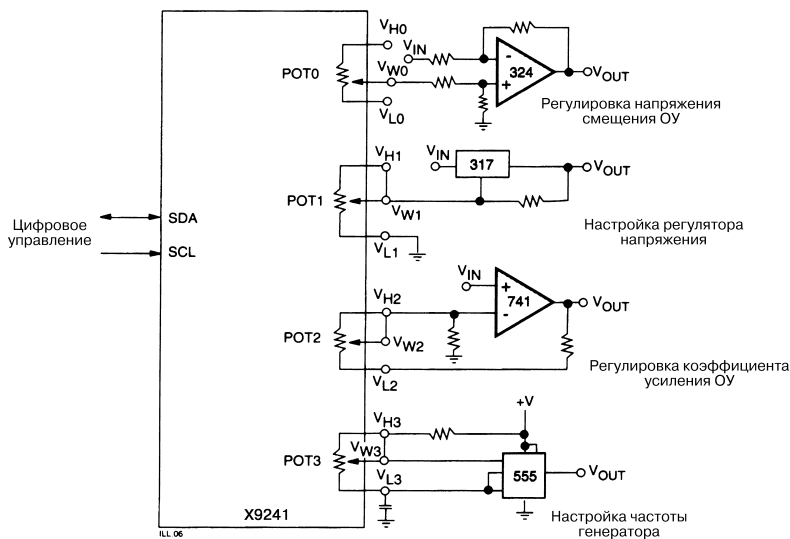
Popular Electronics

Рис. 50.38

При контроле приборов с большими токами нагрузки и использовании амперметра на максимальный ток 10 А будет полезно устройство, показанное на рис. 50.38. Оно может состоять из одного дополнительного провода, рассчитанного на большой ток.

В качестве выводов J1 и J2 могут применяться тщательно изолированные гнезда, в которые вставляются выводы амперметра.

КАЛИБРАТОР АНАЛОГОВЫХ СХЕМ

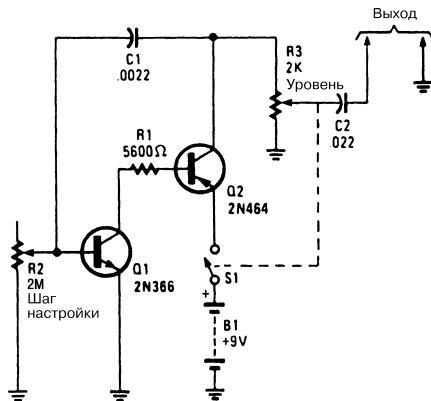


XICOR

Рис. 50.39

Микросхема X9241 (четыре потенциометра) фирмы XICOR предназначена для цифровой регулировки параметров четырех аналоговых схем (рис. 50.39).

ПРОСТОЙ ГЕНЕРАТОР КОНТРОЛЬНЫХ СИГНАЛОВ

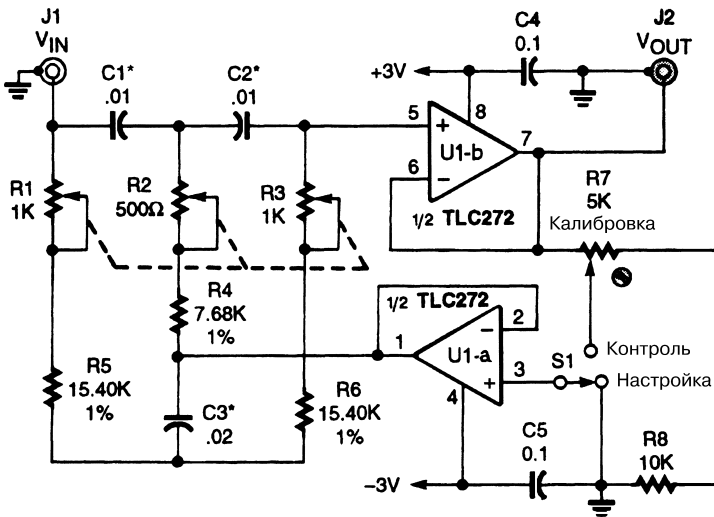


Popular Electronics

Рис. 50.40

На рис. 50.40 изображен простой RC-генератор, который формирует сложные гармонические сигналы, используемые для контроля различных схем.

ПРОСТОЙ АНАЛИЗАТОР НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ



Popular Electronics

Рис. 50.41

Примечание. Слюдяные конденсаторы, обозначенные звездочкой (*), имеют допуск 1%.

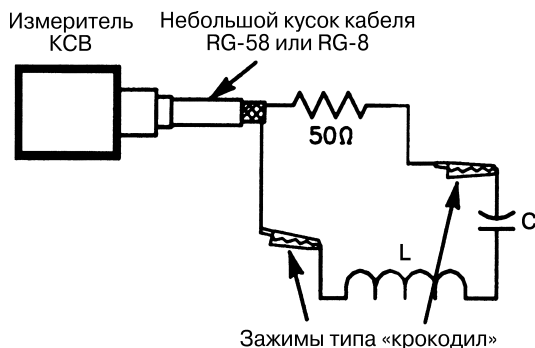
Схема (рис. 50.41) позволяет точно определить полный коэффициент гармоник (THD) с помощью вольтметра, измеряющего эффективное значение напряжения.

Эта схема отличается от традиционных, поскольку в ней используется обычная частота 1000 Гц, однако допускается переход к любым частотам в диапазоне от 970 до 1030 Гц и обеспечивается варьирование величины добротности Q в диапазоне от 0,3 до 50. Операционный усилитель U1 на микросхеме TLC272 (с КМОП структурой) содержит два повторителя напряжения, предназначенных для буферизации входного сигнала сдвоенного Т-образного режекторного фильтра. Настройка производится переменными резисторами R1 – R3, в качестве которых применяются стандартные потенциометры с линейно изменяющимся сопротивлением. Они подключаются параллельно и устанавливаются рядом, а их ползунки скрепляются между собой, поддерживая совместное перемещение. Еще одной конструктивной особенностью является использование витой пары на входе и выходе схемы.

Для калибровки схемы необходимо подать на ее вход напряжение 1000 В (среднеквадратическое значение) частотой 2000 Гц, установить переключатель S1 в положение КОНТРОЛЬ и, изменяя положение движка резистора R7, добиться показания 0,99 В (эффективное значение) по шкале вольтметра.

Чтобы активизировать схему, переключатель S1 следует перевести в положение НАСТРОЙКА, синусоидальный сигнал частотой 1000 Гц подать на вход контролируемого операционного усилителя, а выходной сигнал усилителя – на анализатор нелинейных искажений, после чего настроить резисторы R1 – R3, добиваясь минимального уровня выходного сигнала. После этого переключатель S1 нужно установить в положение КОНТРОЛЬ и считать показания вольтметра. Полный коэффициент гармоник (THD) выводится из соотношения

ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ЕМКОСТИ И ИНДУКТИВНОСТИ СО СХЕМОЙ ИЗМЕРИТЕЛЯ КСВ



QST

Рис. 50.42

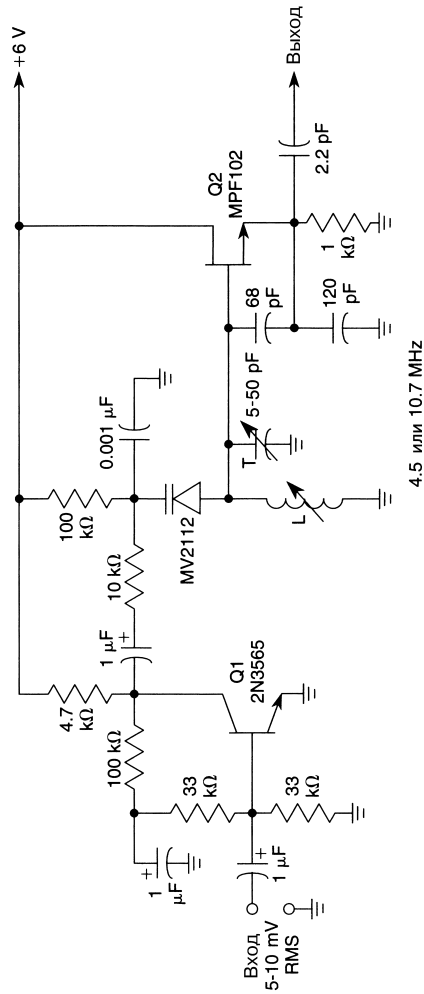
В условиях резонанса коэффициент стоячей волны (КСВ) для схемы, показанной на рис. 50.42, будет соответствовать 1, при этом активное сопротивление составляет 50 Ом, а реактивное равно нулю. Если известен элемент L или C, другой элемент определяется из соотношений:

$$|X_C| = |X_L| = \frac{1}{2\pi f C} = 2\pi f L,$$

$$L = \frac{1}{(2\pi f)^2 C},$$

$$C = \frac{1}{(2\pi f)^2 L}.$$

ГЕНЕРАТОР ЧАСТОТЫ ПОДНЕСУЩЕЙ



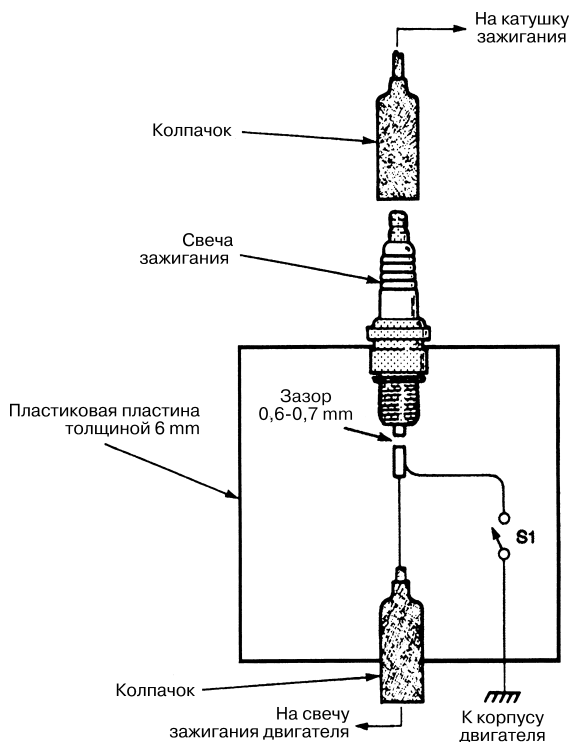
William Sheets

Рис. 50.43

Схема (рис. 50.43) формирует частотно-модулированный сигнал поднесущей в диапазоне частот 4,5–10,7 МГц и служит для проверки и настройки преобразователей сигналов промежуточной частоты (частотно-модулированных и телевизионных). Транзистор Q1 выполняет функцию усилителя аудиосигнала, а транзистор Q2 используется для построения управляемого генератора, выходной сигнал которого модулируется варактором MV2112. Схема обеспечивает отклонение частоты на 1%. Индуктивность L выбирается с целью получения режима резонанса при взаимодействии

с конденсаторами схемы на частотах 4,5 или 10,7 МГц. Индуктивность составляет примерно 2–10 мкГн, в зависимости от требуемого значения резонансной частоты.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕГУЛИРОВКИ СВЕЧИ ЗАЖИГАНИЯ МОТОЦИКЛА



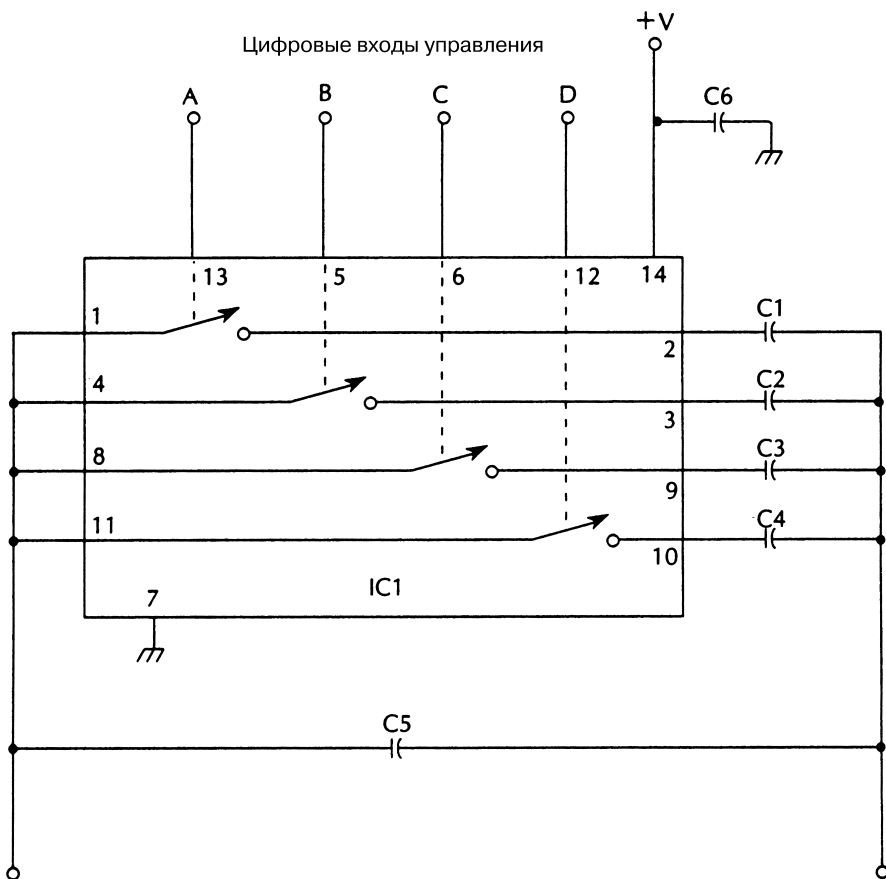
Popular Electronics

Рис. 50.44

При проведении регулировки нового мотоцикла представленное устройство (рис. 50.44) может оказаться весьма полезным. Прежде чем начать работу, следует убедиться, что переключатель S1 имеет изолированную ручку, а держатель свечи заземлен. При отключенной схеме зажигания необходимо отсоединить один конец провода свечи зажигания и скоммутировать его со свечой зажигания, установленной в держателе. Затем нужно надеть колпачок держателя на свечу зажигания, разомкнуть переключатель S1 и запустить двигатель. Потом переключатель S1 требуется снова замкнуть, при этом на цилиндр с держателем не должен подаваться электрический разряд, а в зазоре свечи наблюдается устойчивый искровой разряд. Перед замыканием переключателя S1 следует убедиться в том, что держатель надежно соединен с корпусом двигателя.

Недорогой частотомер (рис. 50.45) использует микроконтроллер как счетчик импульсов. Микроконтроллер также обеспечивает управление жидкокристаллическим дисплеем, который воспринимает стандартный код ASCII. Значение частоты выводится на дисплей в герцах, килогерцах или мегагерцах, при этом частотомер позволяет автоматически выбрать диапазон измерения.

СХЕМА С ПРОГРАММНО ЗАДАВАЕМОЙ ЕМКОСТЬЮ



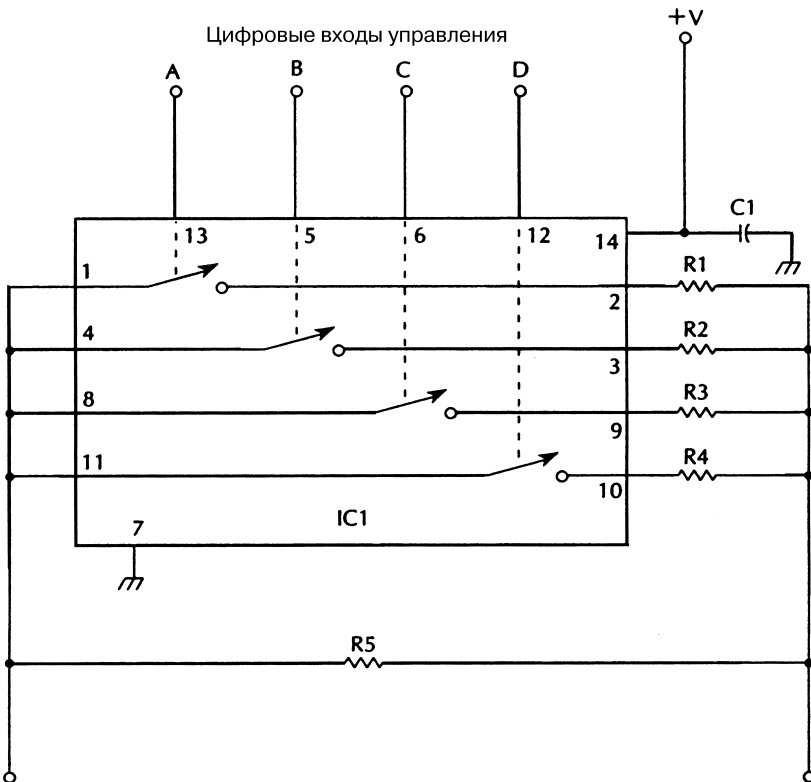
McGraw-Hill

Рис. 50.46

Конденсатор с программно задаваемой емкостью весьма полезен в тех схемах, где требуется ее дискретное изменение. Сопротивление цепей микросхемы IC1 (рис. 50.46 и табл. 50.4) во включенном режиме оказывается расположенным последовательно с конденсаторами, и пренебречь им нельзя.

Таблица 50.4. Перечень элементов схемы рис. 50.46

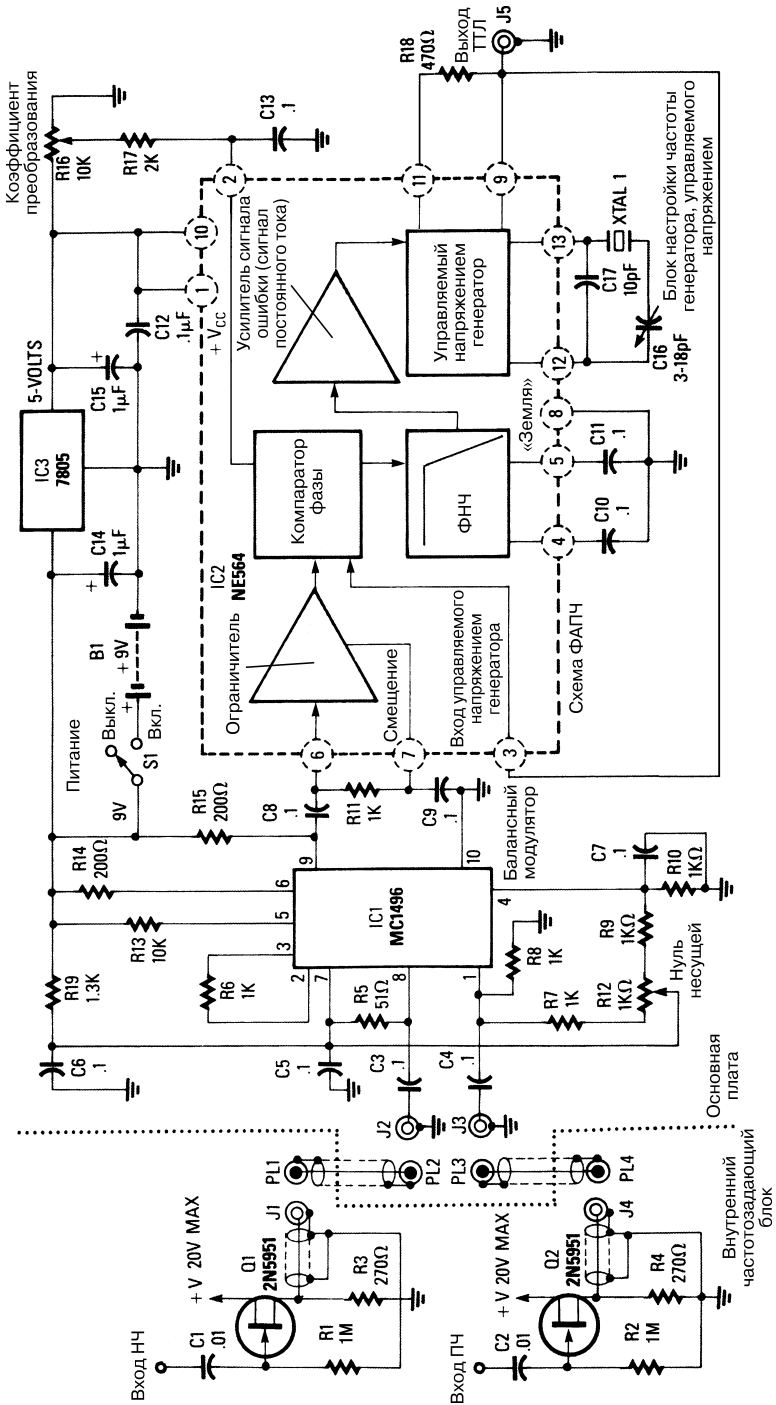
Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
IC1	Микросхема CD4066, четыре двунаправленных ключа
C1	Конденсатор, 10 мкФ, 25 В
C2	Конденсатор, 22 мкФ, 25 В
C3	Конденсатор, 47 мкФ, 25 В
C4	Конденсатор, 100 мкФ, 25 В
C5	Конденсатор, 1 мкФ, 25 В
C6	Конденсатор, 0,1 мкФ, 25 В

СХЕМА С ПРОГРАММНО ЗАДАВАЕМЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ

McGraw-Hill

Рис. 50.47

Резистор с программно задаваемым сопротивлением допустимо использовать вместо потенциометра или постоянного резистора (рис. 50.47 и табл. 50.5). Сопротивление



цепей микросхемы IC1 во включенном состоянии при необходимости (например, в прецизионных схемах) должно приниматься во внимание.

Таблица 50.5. Перечень элементов схемы рис. 50.47

Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
IC1	Микросхема CD4066, четыре двунаправленных ключа
C1	Конденсатор, 0,1 мкФ
R1	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 1 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Резистор, 1 МОм, 0,25 Вт, 5%

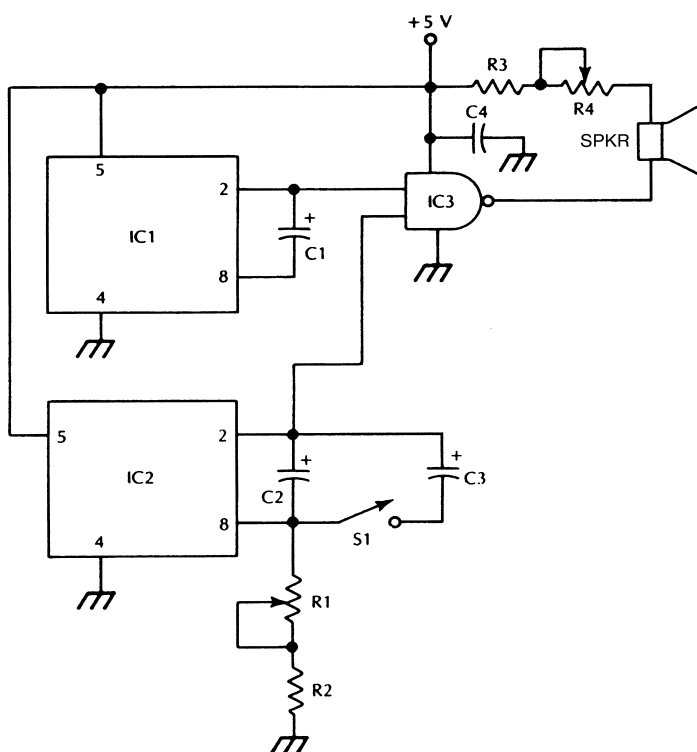
ОБРАЗЦОВЫЙ ГЕНЕРАТОР 10 МГц

Приемник сигналов частотой 10 МГц фирмы Radio Shack применяется в качестве основного блока генератора (рис. 50.48). В схеме обеспечивается сложение частоты сигналов низкочастотного генератора и промежуточной. При настройке приемника на частоту 10 МГц (сигнал WWV) суммарный сигнал служит для синхронизации управляемого генератора частотой 10 МГц. В этой схеме также можно использовать делитель, формирующий частоты 2,5 или 5 МГц.

ГЛАВА 51

СХЕМЫ МЕТРОНОВ

МЕТРОНОМ СО ЗВУКОВЫМ СИГНАЛОМ



McGraw-Hill

Рис. 51.1

В схеме (рис. 51.1 и табл. 51.1) микросхема IC1 формирует звуковой сигнал, а микросхема IC2 – сигнал с регулируемой инфранизкой частотой. Потенциометр R1

задает ритм работы метронома. Названные сигналы объединяются микросхемой IC3.

Таблица 51.1. Перечень элементов схемы рис. 51.1

Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
IC1, IC2	Микросхема LM3909, импульсный светодиодный индикатор и генератор
IC3	Микросхема 7400, четыре логических элемента И-НЕ
SPKR	Малогабаритный громкоговоритель
S1	Переключатель с однополюсной группой замыкающих контактов
C1	Конденсатор электролитический, 1 мкФ, 10 В
C2	Конденсатор электролитический, 100 мкФ, 10 В
C3	Конденсатор электролитический, 47 мкФ, 10 В
C4	Конденсатор, 0,01 мкФ
R1	Потенциометр, 50 кОм
R2	Резистор, 3,3 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Потенциометр, 500 Ом

МЕТРОНОМ СО СВЕТОВЫМ СИГНАЛОМ

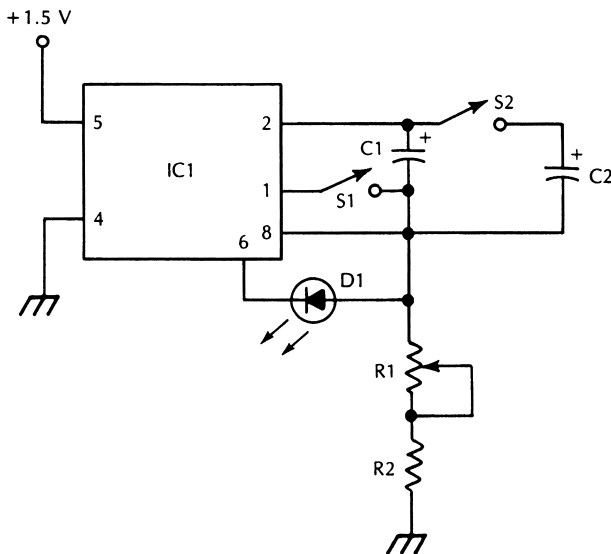


Таблица 51.2. Перечень элементов схемы рис. 51.2

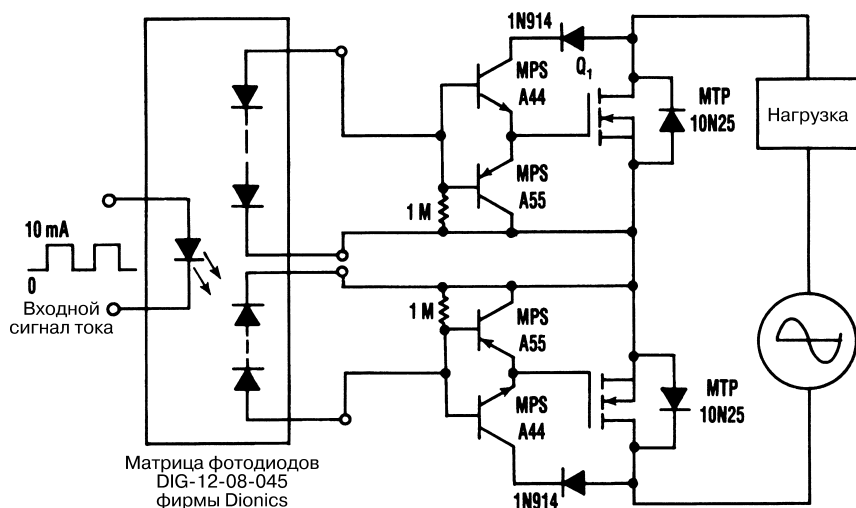
Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
IC1	Микросхема CD3909, импульсный светодиодный индикатор и генератор
D1	Светодиод
S1, S2	Переключатель с однополюсной группой замыкающих контактов
C1	Конденсатор электролитический, 100 мкФ, 6 В
C2	Конденсатор электролитический, 47 мкФ, 6 В
R1	Потенциометр, 50 кОм
R2	Резистор, 3,3 кОм, 0,25 Вт, 5%

В схеме метронома (рис. 51.2 и табл. 51.2) микросхема IC1 формирует сигнал низкой частоты. Потенциометр R1 задает ритм работы, для индикации которого служит светодиод.

ГЛАВА 52

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ СХЕМЫ

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ТОКА НА МОП ТРАНЗИСТОРЕ



Electronic Design

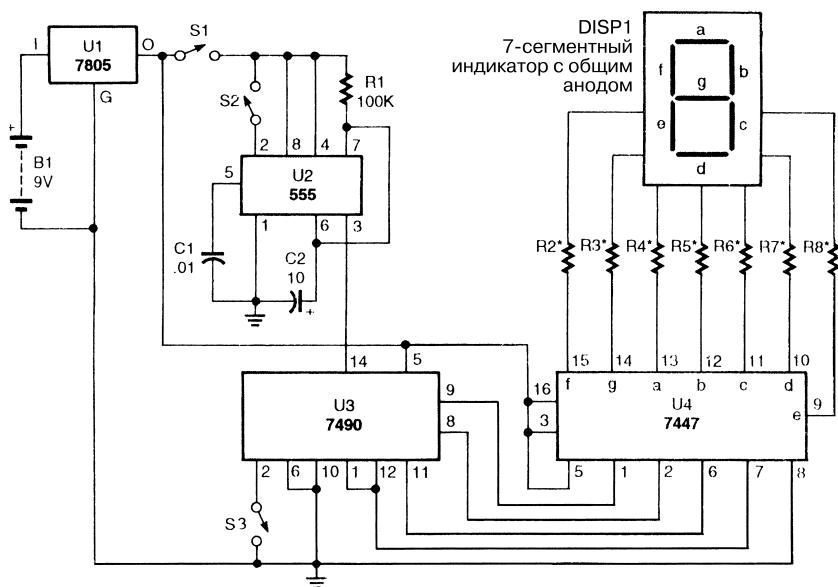
Рис. 52.1

Из практики хорошо известно, что простой и надежный путь устранения проблем, связанных с плавающим напряжением на затворе, заключается в применении для управления затвором потенциала стока МОП транзистора. При соединении коллектора транзистора Q_1 (высоковольтный транзистор n-p-n типа в режиме малого сигнала и максимальным допустимым напряжением 400 В) со стоком полевого транзистора формируется необходимый управляющий потенциал затвора, в частности тогда, когда величина напряжения перехода исток–сток оказывается достаточно большой. Две подобные схемы включены встречно и образуют своего рода реле переменного тока.

При использовании эмиттерного повторителя, связанного со стоком полевого транзистора, увеличивается управляющий ток затвора и уменьшается время переключения транзистора. Коэффициент увеличения (или уменьшения) равен параметру β высоковольтного транзистора. В результате время спада напряжения перехода исток–сток для полевого транзистора определяется размером его полупроводниковой структуры и электрическим зарядом затвора. Для схемы (рис. 52.1) это время равно 200 мкс (в случае МОП транзистора типа МТР10N25 с максимально допустимыми током 10 А и напряжением 250 В). При подобных временах спада, позволяющих значительно сократить потери при переключении, допустима широтно-импульсная модуляция на частотах 100 Гц и менее.

При включении устройства напряжение U_{DS} быстро снижается до уровня, равно- го сумме напряжения 0,7 В (перепад напряжения на диоде 1N914), напряжения насы- щения перехода коллектор–эмиттер транзистора Q1 и напряжения перехода затвор– исток, необходимого для поддержания требуемого уровня тока в нагрузке. Диодная матрица завершает процедуру переключения полевого транзистора без помощи бу- ферной схемы. Процесс спада напряжения U_{DS} заметно замедляется при достижении уровня 5–7 В. В высоковольтных низкочастотных системах допускается определен- ное остаточное напряжение U_{DS} , поскольку оно обычно составляет лишь малую часть от напряжения переключения. Диод 1N914 позволяет напряжению U_{GS} превысить на- пряжение U_{DS} при завершении процесса переключения полевого транзистора.

ПРОСТОЙ СЧЕТЧИК СОБЫТИЙ



Popular Electronics

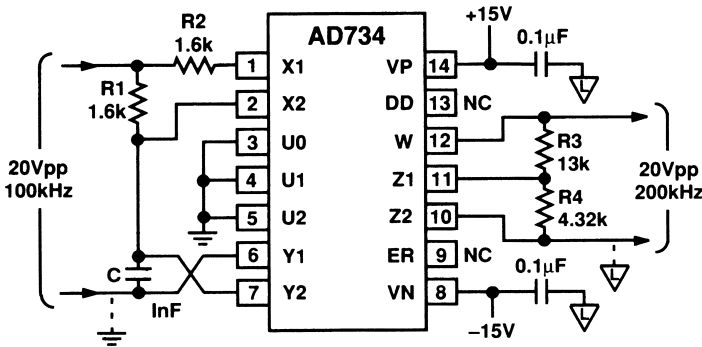
Рис. 52.2

Примечание.

* Резисторы R2 – R8 сопротивлением 470 Ом.

В схеме (рис. 52.2) переключатель S1 выполняет функцию сетевого тумблера, а микросхема U2 управляет счетчиком U3 путем формирования импульса при каждом нажатии кнопки S2. Микросхема U4 и модуль индикации DISP1 считывают показания счетчика (микросхема U3), а кнопка S3 служит для переустановки. Данный счетчик индицирует одну цифру и может использоваться как самостоятельно, так и совместно с аналогичными устройствами.

УДВОИТЕЛЬ ЧАСТОТЫ

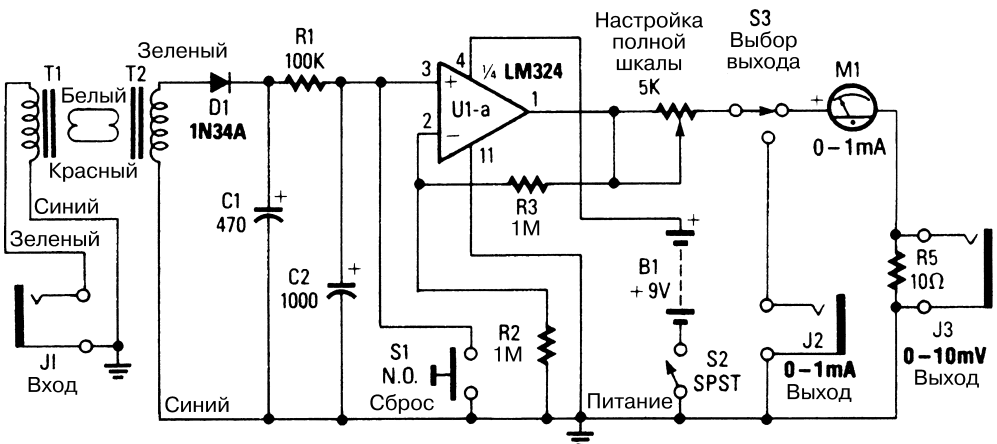


Analog Devices

Рис. 52.3

В устройстве (рис. 52.3) микросхема AD734 (аналоговый умножитель для четырех квадрантов) фирмы Analog Devices применяется для удвоения частоты.

ИНДИКАТОР АТМОСФЕРНЫХ ШУМОВ



Popular Electronics

Рис. 52.4

При настройке на неиспользуемую частоту в диапазоне 540 кГц (свободную от помех, создаваемых станциями широкого вещания) обычный транзисторный радиоприемник удобен для регистрации атмосферных радиопомех. Принимаемый сигнал передается с гнезда наушников радиоприемника на входное гнездо J1 (рис. 52.4) с помощью соединительного шнура. Трансформаторы T1 и T2, включенные встречно, обеспечивают необходимое согласование импеданса и регулировку уровня сигнала в тех случаях, когда индикатор работает с различными типами радиоприемников.

Диод D1 выпрямляет входной аудиосигнал, поступающий от приемника, и преобразует его в пульсирующий импульс, который далее фильтруется цепочкой C1, R1 и C2, характеризующейся постоянной времени порядка нескольких минут. Это позволяет устранить все пульсации – за исключением некоторых, вызываемых атмосферными электрическими разрядами.

Уровень напряжения, которое формируется на выходе фильтра, функционально зависит от уровня сигнала, поступающего на конденсатор C1. Кнопка S1 предназначена для быстрого разряда конденсаторов при проведении каких-либо настроек в процессе контроля.

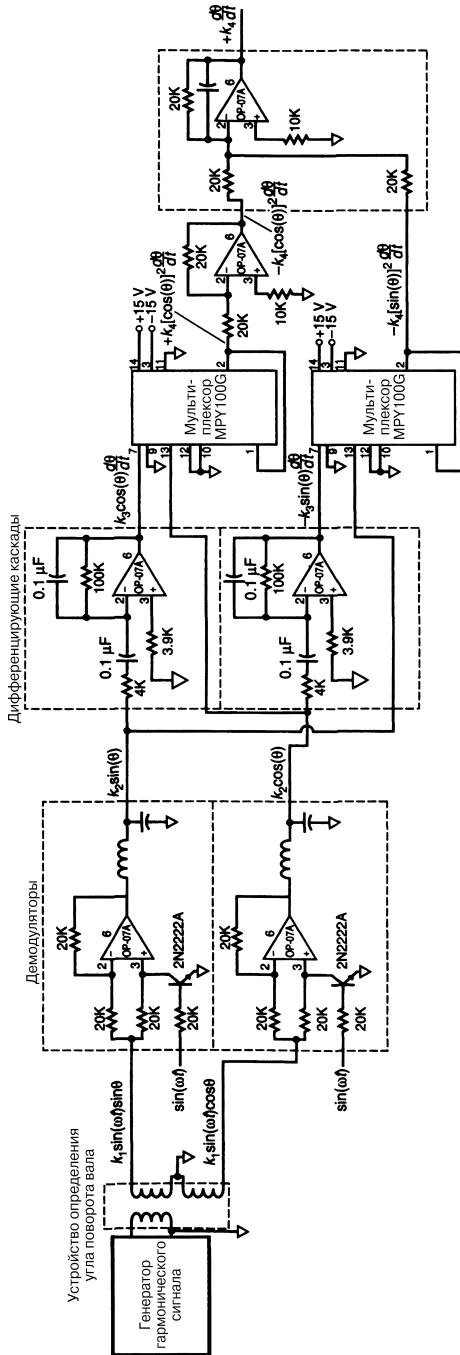
Микросхема U1 (одна часть LM324, четыре операционных усилителя) применяется для построения вольтметра с большим входным импедансом. Резисторы R2 и R3 задают коэффициент усиления, а потенциометр R4 служит для подстройки шкалы измерительного прибора с учетом уровня сигнала на входе схемы. Напряжение 1,5 В вполне приемлемо при использовании различных типов радиоприемников, однако при необходимости его нетрудно изменить.

Если индикатор нужен только для измерительных целей, миллиамперметр можно подключить непосредственно между резистором R4 и земляной шиной (шасси), фактически минуя элементы R5, S3, J2 и J3. Они необходимы при регистрации результатов на самописцах с диапазонами измеряемых напряжения и тока соответственно 0–10 мВ и 0–1 мА. В случае питания схемы от аккумуляторной батареи напряжением 9 В потребляемый ток не превышает 1 мА.

ТАХОМЕТР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛА ПОВОРОТА ВАЛА

Тахометр построен на основе бесщеточного устройства, служащего для определения угла поворота вала. В результате выполнения ряда несложных математических операций и тригонометрических расчетов устройство формирует напряжение, пропорциональное скорости вращения вала.

На рис. 52.5 приведена схема аналогового тахометра, преобразующая входные и выходные сигналы двухфазного бесщеточного трансформаторного устройства. Устройство предназначено для преобразования угла поворота вала в измерительный сигнал, мгновенная амплитуда которого по величине пропорциональна мгновенной скорости поворота вала. Процедура преобразования в этой схеме включает целый ряд подготовительных математических операций для выполнения конечной тригонометрической операции в соответствии с выражением $(\sin x)^2 + (\cos x)^2 = 1$, справедливым для любых значений угла x .



На устройство подается гармонический сигнал (либо сигнал треугольного, прямоугольного или иного периодического типа). При этом два выходных сигнала с устройства имеют вид

$$k_1 \sin \omega t \sin \theta \text{ и } k_1 \sin \omega t \cos \theta,$$

где k_1 является постоянной, по величине пропорциональной амплитуде периодического сигнала, $\omega t = 2\pi x$ (частота периодического сигнала), t – время, а θ – мгновенное значение угла поворота вала.

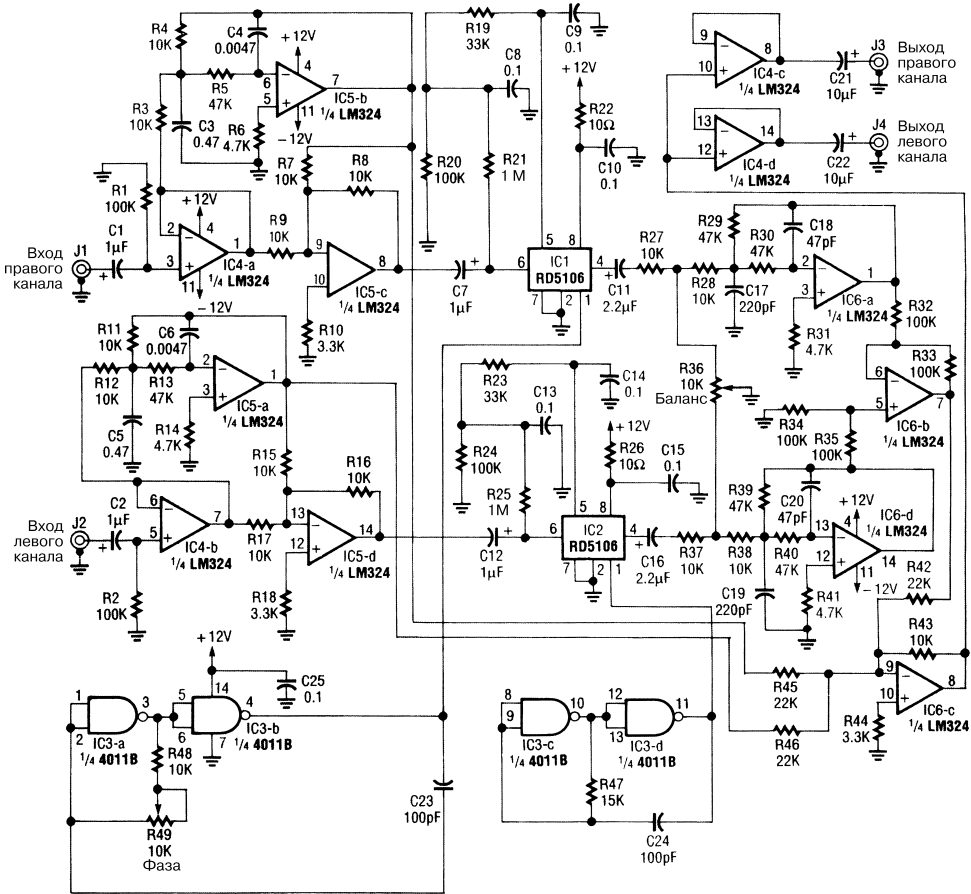
Два выходных сигнала устройства преобразуются совместно с входным периодическим сигналом посредством демодулятора. После этого выходные сигналы демодуляторов дифференцируются. Величина $d\theta/dt$ в данном случае соответствует скорости изменения угла вала, то есть измеряемой угловой скорости вращения вала.

На следующем этапе схема умножения (мультиплексор) перемножает сигналы, формирующиеся на выходах демодулятора и схемы дифференцирования, которые пропорциональны величине $\sin \theta$. В результате на выходе схемы умножения вырабатывается сигнал, пропорциональный величине $\cos \theta$. Выходной сигнал схемы умножения на заключительном этапе поступает на инвертирующий усилитель ОР-07А с единичным коэффициентом усиления.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЗВУКОВОГО СИГНАЛА

На рис. 52.6 приведена схема входного фильтра звуковых сигналов. Сигналы правого и левого каналов подаются через конденсаторы С1 и С2 на буферные усилители IC4-а и IC4-б, а оттуда – на активные схемы смещения IC5-а и IC5-б. Далее низкочастотные составляющие поступают на схему смещения IC6-с, а составляющие высоких и средних частот – на аналоговые линии временной задержки IC2 и IC1 (микросхемы RD5106, 256 приборов с зарядовой связью типа «цепочка») соответственно. Микросхема IC2 обеспечивает временную задержку сигнала левого канала на 2,4 мс, которая определяется генератором сигналов постоянной частоты (половина микросхемы IC3, конденсатор С24 и резистор R47). Сигнал правого канала задерживается микросхемой IC1, выполняющей (совместно с половиной микросхемы IC3, резисторами R48, R49 и конденсатором С23) функцию генератора сигналов переменной частоты. Потенциометр R49 используется для подстройки фазы.

Выходные сигналы линий временной задержки (микросхемы IC1и IC2) проходят фильтры нижних частот (микросхемы IC6-а и IC6-д), что позволяет устранить из них высокочастотные составляющие, появившиеся на этапе стробирования (в микросхемах IC1 и IC2). Резистор R36 регулирует баланс и формирует сигналы одинаковой амплитуды для левого и правого каналов. Микросхема IC6-б играет роль дифференциального усилителя, который исключает все одинаковые



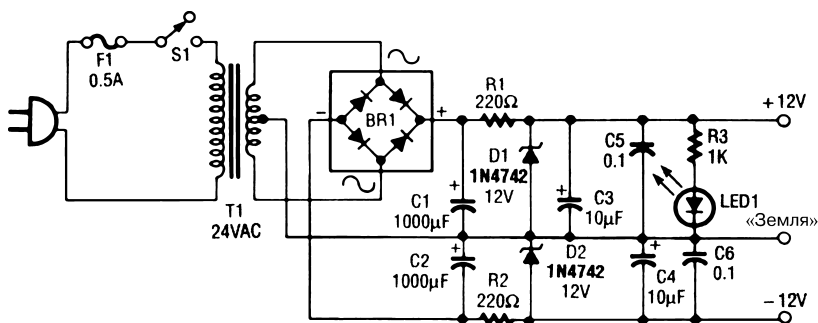
Radio-Electronics

Рис. 52.6

частотные составляющие, присутствующие в сигналах обоих каналов. Результирующий сигнал на выходе микросхемы IC6-b смешивается с сигналом низких частот, образующимся на выходе микросхемы IC6-c, и передается на выход устройства через буферные схемы IC4-c и IC4-d.

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЗВУКОВОГО СИГНАЛА

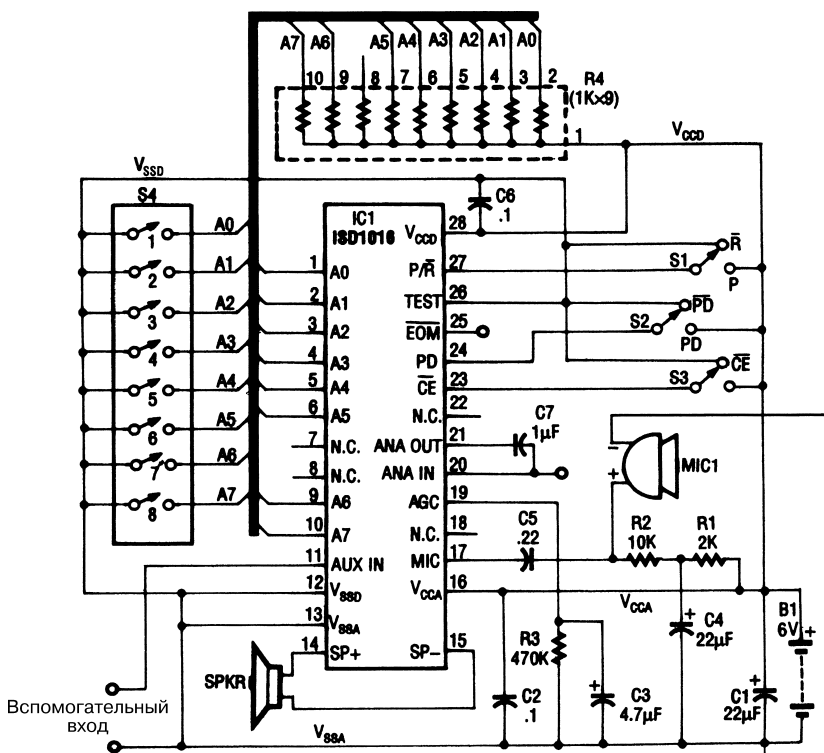
На рис. 52.7 представлена схема источника питания, работающего совместно со схемой, приведенной на рис. 52.6.



Radio-Electronics

Рис. 52.7

СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ СООБЩЕНИЙ НА ОДНОЙ МИКРОСХЕМЕ

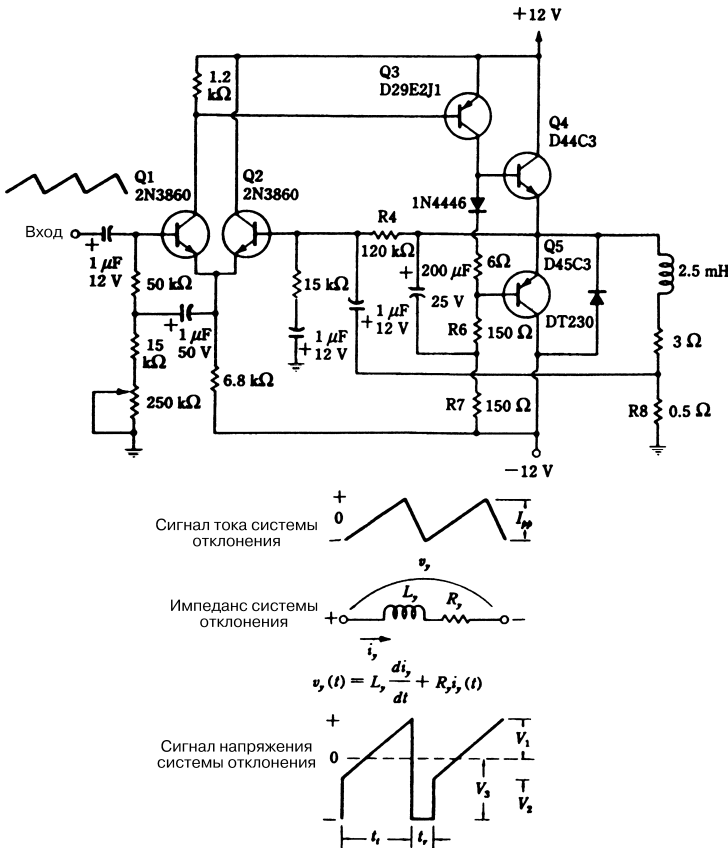


Electronics Experimenters Handbook

Рис. 52.8

Микросхема ISD1016 представляет собой систему для записи и воспроизведения аналоговых аудиосигналов. Аналоговые сигналы предварительно стробируются, а сигналы выборки запоминаются в электрически стираемом программируемом постоянном запоминающем устройстве в виде уровней аналогового сигнала. При воспроизведении эти аналоговые данные считываются, из них формируются соответствующие выходные сигналы, которые затем усиливаются. Подобная система обеспечивает запоминание аудиосигналов, воспроизводимых в течение 16 с.

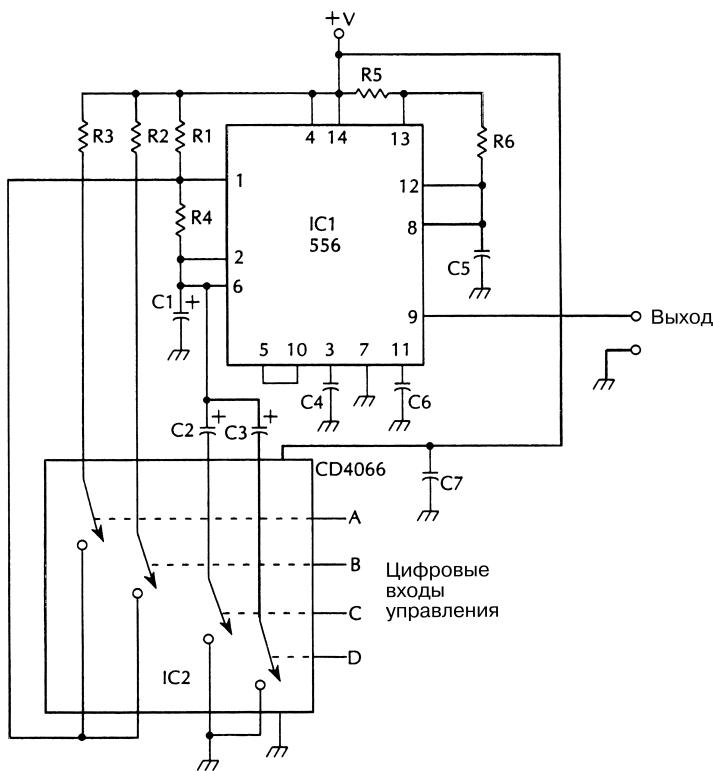
СХЕМА БЛОКА КАДРОВОЙ РАЗВЕРТКИ ДЛЯ ТЕЛЕВИЗОРА



В схеме (рис. 52.9) два выходных транзистора используются для управления отклоняющей системой луча (2,5 мГн + 3 Ом). Резистор R8 обеспечивает стробирование

тока отклоняющей системы и формирование сигнала обратной связи для транзистора Q2, что позволяет получить на отклоняющей системе пилообразный сигнал тока с хорошими показателями линейности.

ГЕНЕРАТОР ТОНАЛЬНОГО СИНХРОСИГНАЛА



McGraw-Hill

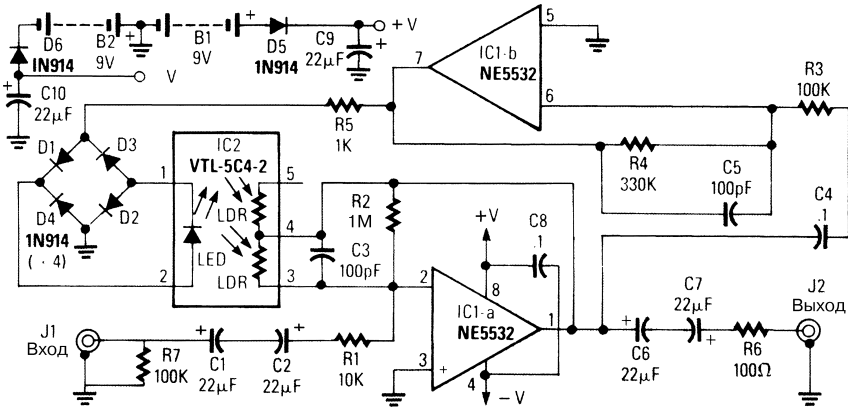
Рис. 52.10

С помощью цифровых входов А, В, С и D микросхемы IC2 регулируется длительность синхронизирующего сигнала. Эти входы обеспечивают выбор необходимых значений сопротивления и емкости. Показанная на рис. 52.10 схема генерирует тональные синхросигналы в импульсном режиме, а после продолжительной паузы формируется очередной импульсный тональный синхросигнал с последующим циклическим повторением. Временные параметры тонального синхросигнала задаются в цифровом виде с помощью микросхемы IC2 (CD4066). В табл. 52.1 приведен перечень элементов схемы генератора, а также их основные технические характеристики.

Таблица 52.1. Перечень элементов схемы рис. 52.10

Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
IC1	Микросхема 556, два таймера (или две микросхемы 555)
IC2	Микросхема CD4066, четыре двунаправленных ключа
C1	Конденсатор электролитический, 1 мкФ, 25 В
C2	Конденсатор электролитический, 4,7 мкФ, 25 В
C3	Конденсатор электролитический, 10 мкФ, 25 В
C4, C6	Конденсатор, 0,01 мкФ
C5	Конденсатор, 0,047 мкФ
R1	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2, R4	Резистор, 220 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3	Резистор, 680 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Резистор, 12 кОм, 0,25 Вт, 5%
R6	Резистор, 4,7 кОм, 0,25 Вт, 5%

ОГРАНИЧИТЕЛЬ ГРОМКОСТИ АУДИОСИГНАЛА



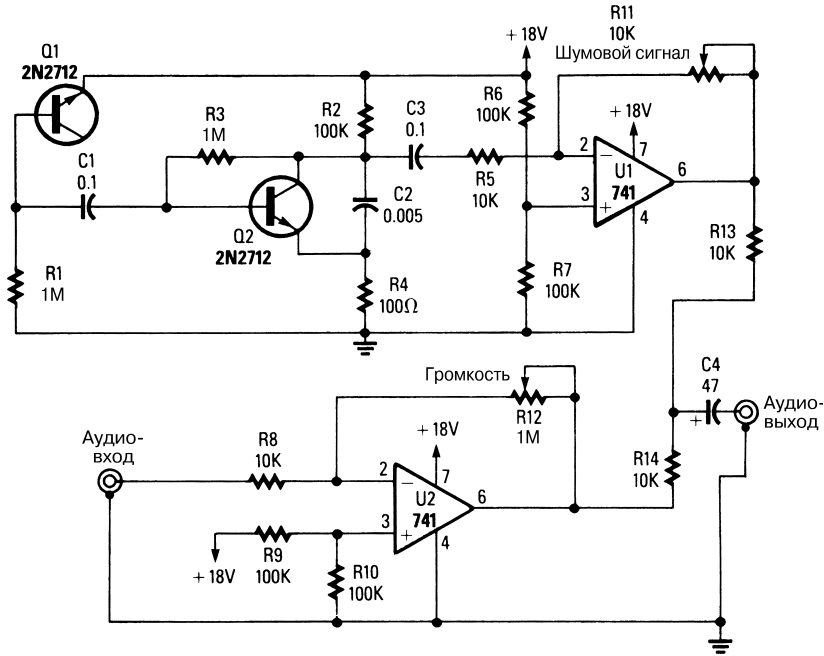
Radio-Electronics

Рис. 52.11

В схеме (рис. 52.11) ОУ на IC1-а обеспечивает усиление сигнала в динамическом диапазоне от -40 до $+40$ дБ в зависимости от сопротивления фоторезистора LDR, которое определяется уровнем освещенности. Выпрямленный аудиосигнал формируется на выходе повторителя напряжения, выполненного на микросхеме IC1b и мостовом выпрямителе (диоды D1 – D4).

В схеме (рис. 52.13) яркость лампы (или ламп) индикатора может изменяться в зависимости от конфигурации. Параметры буферной схемы нагрузки обычно таковы: емкость 0,1 мкФ, сопротивление 100 Ом. Сопротивление переменного резистора задается в диапазоне 25–100 кОм.

УСТРОЙСТВО ОЦИФРОВАНИЯ ШУМОВОГО СИГНАЛА



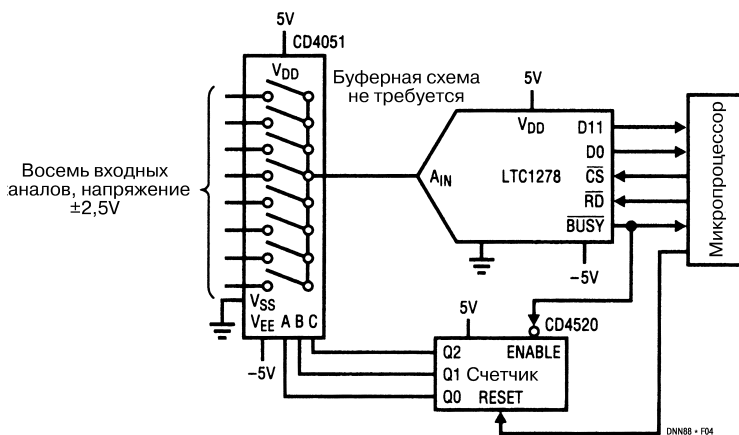
Popular Electronics

Рис. 52.14

В цифровых радиосистемах шумовой импульс с амплитудой менее одного значимого двоичного разряда часто добавляется к аудиосигналу для уменьшения влияния эффекта квантования и улучшения качества звука (рис. 52.14). Цифровой шумовой сигнал формируется вместо аналогового, исключая тем самым шипящие звуки в воспроизводимых аудиосигналах.

8-КАНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО НАКОПЛЕНИЯ ДАННЫХ

Высокий входной импеданс микросхемы LTC1278 позволяет производить мультиплексирование сигналов без помощи буферных усилителей. Высокоскоростные системы сбора данных с одним каналом и с мультиплексированием сигналов обычно строятся на основе микросхем LTC1278/LTC1279, обеспечивающих хорошие



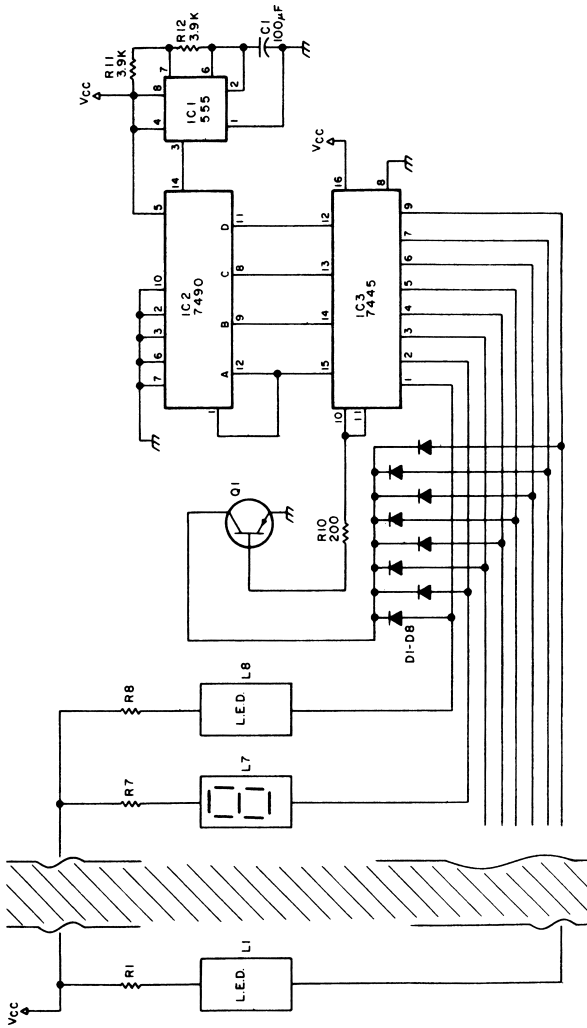
McGraw-Hill

Рис. 52.15

динамические характеристики. Время преобразования для этих систем составляет 1,6 и 1,4 мкс соответственно, а время стробирования и запоминания – 200 и 180 нс. Подобные временные параметры позволяют этим системам (на микросхемах LTC1278/LTC1279) передавать данные со скоростями до 500 и до 600 Кбит/с. Так, на рис. 52.15 показана схема 8-канальной системы накопления данных, характеризующейся скоростью передачи до 500 Кбит/с. Высокий входной импеданс микросхемы LTC1278 не требует использования дополнительных буферных схем между выходом мультиплексора и входом аналого-цифрового преобразователя.

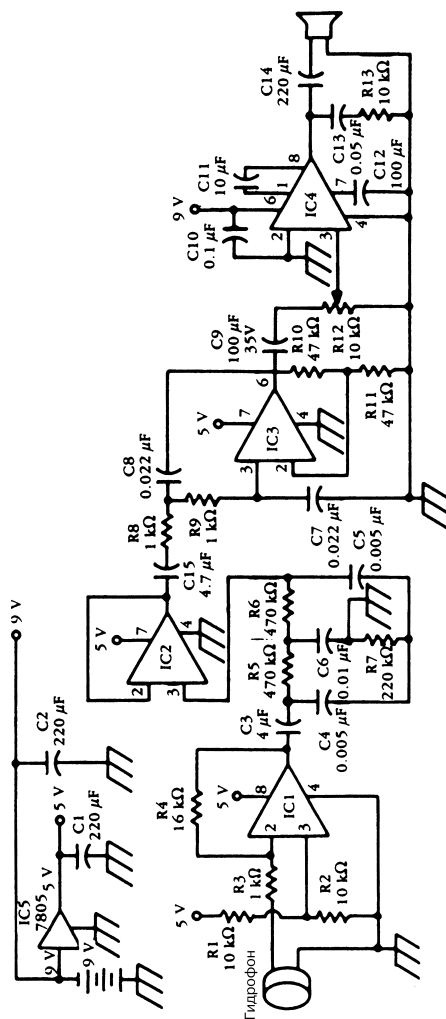
ИНДИКАТОР ИМЕНИ

Устройство на основе 7-сегментных светодиодных индикаторов (рис. 52.16) воспроизводит на дисплее ваше имя или любое другое кодовое слово, причем буквы загораются последовательно. Для этой схемы необходимо правильно подобрать светодиодные индикаторы и припаять соответствующие выводы таким образом, чтобы появлялись нужные буквы. После установки токоограничивающего резистора микросхема 7445 формирует токи порядка 80 мА, поэтому для преобразования токовых сигналов, требующихся при управлении светодиодными индикаторами, необходим дополнительный транзистор р-п-р типа. Основными компонентами схемы являются генератор на микросхеме 555 и десятичный счетчик на микросхеме 7490, выходной сигнал которого декодируется с помощью логического элемента с открытым коллектором (микросхема 7445).



ГИДРОФОН

В представленной системе (рис. 52.17) используется промышленно изготавливаемый гидроакустический преобразователь, соединенный с усилителем, который



McGraw-Hill

Рис. 52.17

Примечание.

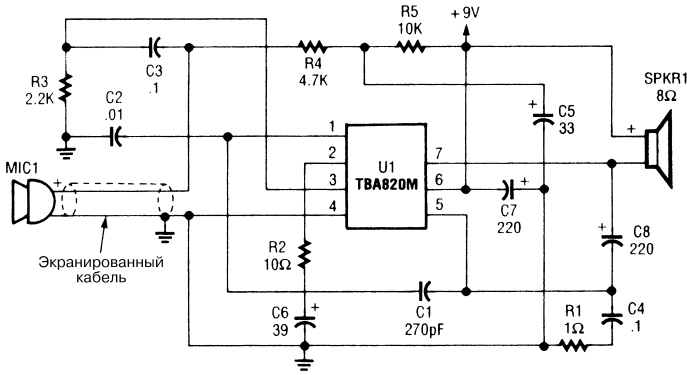
Микросхемы IC1, IC2 и IC3: операционные усилители на основе КМОП структур с напряжением питания 5 В.

Микросхема IC4: 386, операционный усилитель для аудиосигнала.

Микросхема IC5: 7805, стабилизатор напряжения 5 В.

располагается над поверхностью воды. Для работы гидрофон следует надежно закрепить и соответствующим образом сориентировать в воде.

ПОДВОДНЫЙ МИКРОФОН

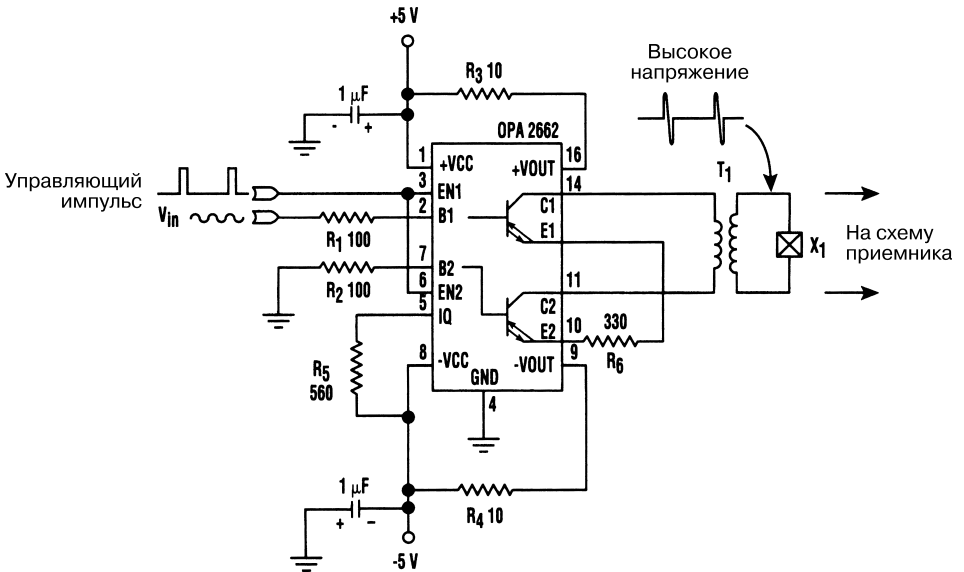


Electronic Hobbuists Handbook

Рис. 52.18

Микрофон (рис. 52.18) использует микросхему TBA820 для усиления подводных аудиосигналов. Прибор должен быть герметичным и может применяться для мониторинга звуков, издаваемых рыбками в домашнем аквариуме.

ФОРМИРОВАТЕЛЬ ИМПУЛЬСНЫХ ЭХО-СИГНАЛОВ



Electronic Design

Рис. 52.19

Устройство (рис. 52.19) представляет собой формирователь импульсных эхо-сигналов на микросхеме ОРА2662 (два взаимосвязанных ОУ) фирмы Burr-Brown. Входная схема на рисунке не показана, а используемые операционные усилители имеют определенные преимущества перед обычными в области управления нагрузками с небольшим импедансом. В частности, они формируют на выходе управляющие сигналы тока, а не напряжения.

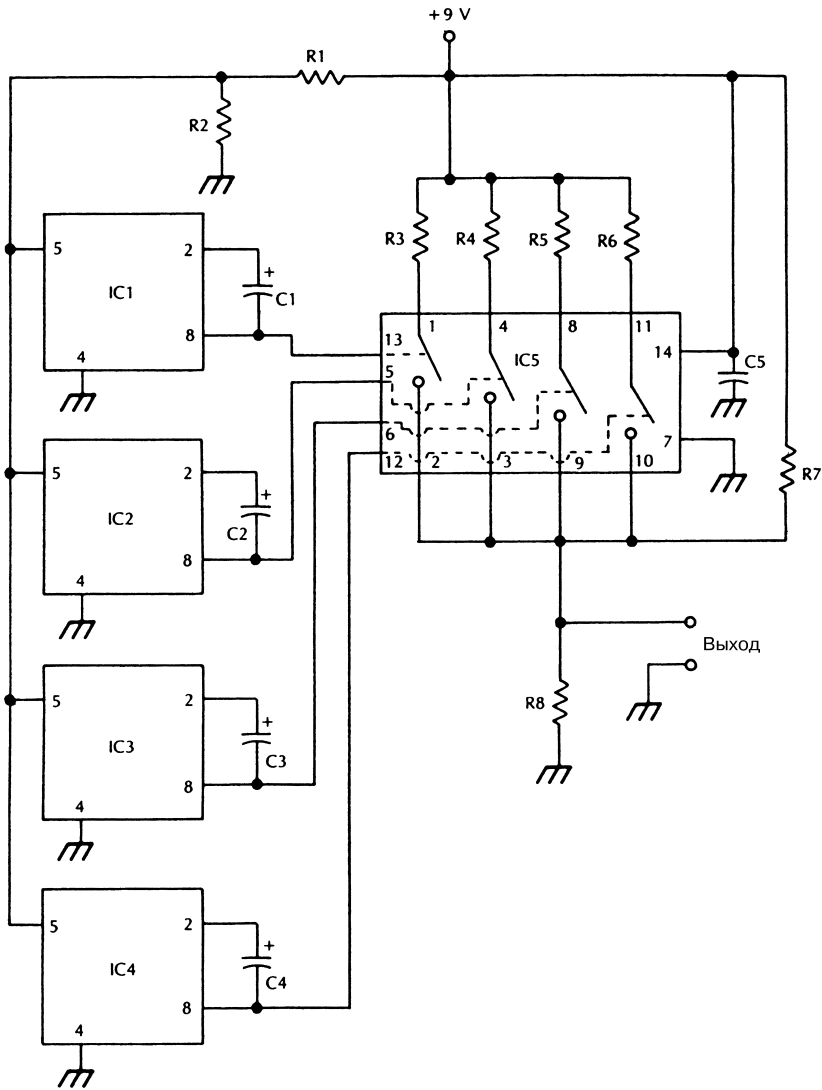
Ультразвуковые устройства, применяющие эхо-сигналы, часто содержат кварцевые резонаторы с трансформаторными связями, что позволяет им генерировать высоковольтные импульсы напряжения, поскольку выходной эхо-сигнал может быть на несколько порядков меньше основного сигнала. Коэффициент трансформации выбирается с учетом настройки резонансной частоты кварца, что на практике требует относительно небольшого импеданса первичной обмотки трансформатора.

ПРОСТОЙ ИСТОЧНИК ПСЕВДОСЛУЧАЙНОГО СИГНАЛА

Формирование псевдослучайного сигнала напряжения обеспечивается в схеме (рис. 52.20) посредством объединения выходных сигналов четырех низкочастотных генераторов, вырабатывающих сигналы с частотами 0,3, 0,6, 0,9 и 1,4 Гц. Схема суммирования построена на основе четырех цифровых двунаправленных ключей и нескольких резисторов.

Таблица 52.2. Перечень элементов схемы рис. 52.20

Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
IC1 – IC4	Микросхема LM3909, импульсный светодиодный индикатор и генератор
IC5	Микросхема CD4066, четыре двунаправленных ключа
C1	Конденсатор электролитический, 100 мкФ, 6 В
C2	Конденсатор электролитический, 220 мкФ, 6 В
C3	Конденсатор электролитический, 330 мкФ, 6 В
C4	Конденсатор электролитический, 470 мкФ, 6 В
C5	Конденсатор, 0,01 мкФ
R1	Резистор, 33 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Резистор, 10 кОм, 0,25 Вт, 5%
R3, R8	Резистор, 47 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 68 кОм, 0,25 Вт, 5%
R5	Резистор, 100 кОм, 0,25 Вт, 5%
R6	Резистор, 220 кОм, 0,25 Вт, 5%
R7	Резистор, 1 МОм, 0,25 Вт, 5%

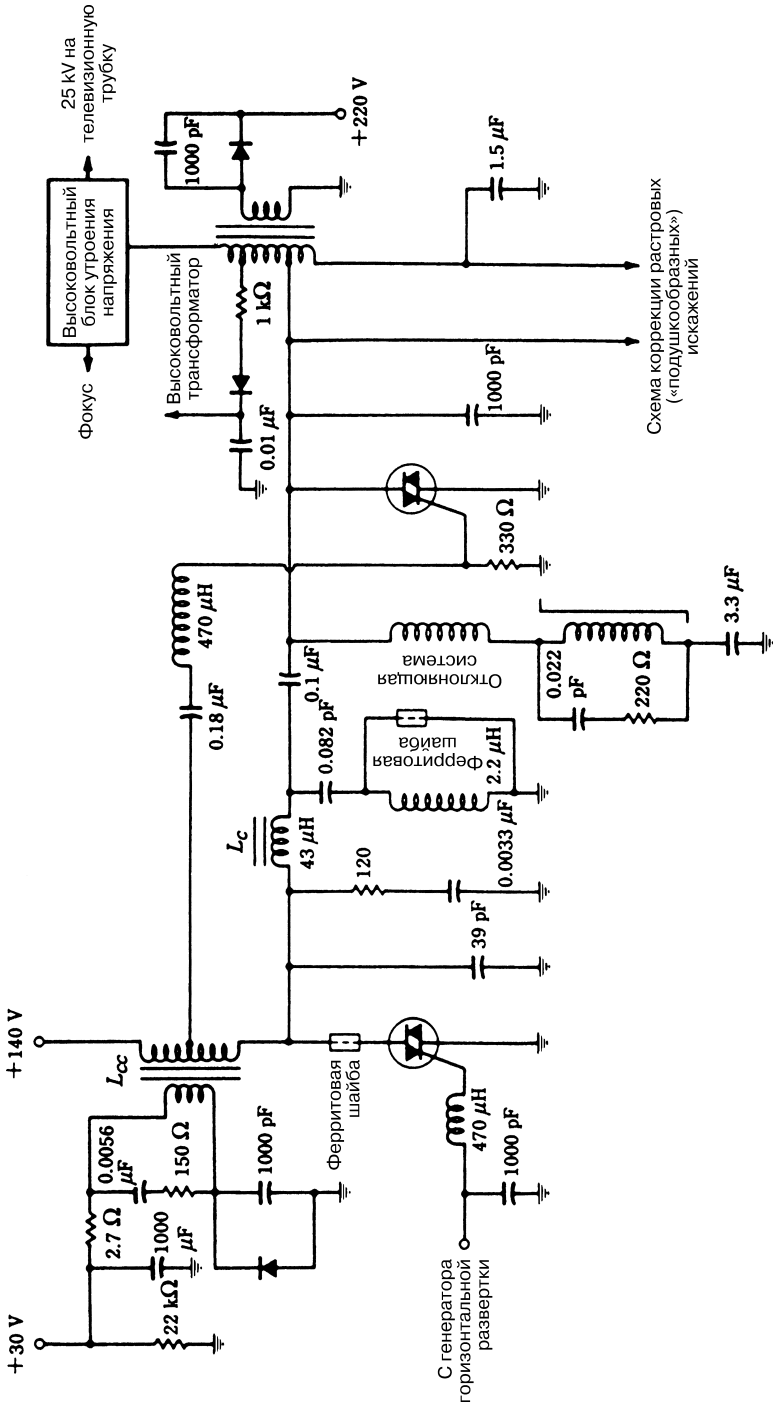


McGraw-Hill

Рис. 52.20

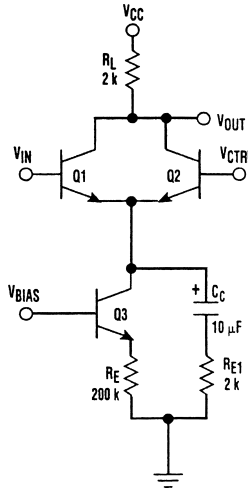
СХЕМА БЛОКА СТРОЧНОЙ РАЗВЕРТКИ ДЛЯ ТЕЛЕВИЗОРА

На рис. 52.21 приведена схема телевизионного блока строчной развертки на двух симисторах. Эта схема широко применяется рядом фирм-производителей



телевизионной техники как альтернатива традиционной схеме, предусматривающей использование электронной лампы или транзисторной системы отклонения.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ГЛУШЕНИЯ СИГНАЛА



Electronic Design

Рис. 52.22

Примечание.

Транзисторы $Q1$ и $Q2$ должны иметь схожие характеристики, а параметры транзистора $Q3$ являются некритичными.

При низком уровне сигнала U_{CTRL} справедливо соотношение:

$$\frac{U_{OUT}}{U_{IN}} = -\frac{R_L}{R_{E1}},$$

а при высоком –

$$\frac{U_{OUT}}{U_{IN}} \rightarrow 0,$$

при этом постоянная составляющая сигнала U_{OUTDC} стабилизируется.

Схема работает следующим образом. Сигнал подается на вход U_{IN} , а постоянное управляющее напряжение – на вход U_{CTRL} . Сигнал U_{BIAS} определяет необходимый ток смещения. При использовании элементов, показанных на рис. 52.22, имеют место нижеперечисленные соотношения:

$$\begin{aligned} U_{CC} &= 7,6 \text{ В}, \\ U_{BIAS} &= 1 \text{ В}, \\ U_{IN} &= 1 \text{ В (размах)}. \end{aligned}$$

Переменный сигнал формируется относительно уровня смещения 3,8 В. При этом ток смещения транзистора Q3 составляет 1 мА, постоянное выходное напряжение равно 5,8 В, а коэффициент усиления по переменному току – около –1. Транзисторы Q1 и Q2 образуют переключатель сигналов тока, а транзистор Q3 работает как источник постоянного тока.

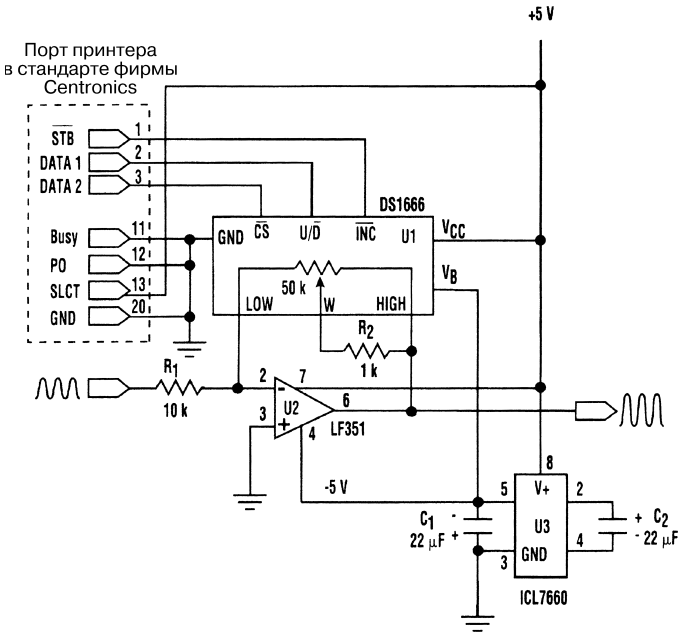
В отсутствие режима глушения сигналов $U_{CTRL} = 0$ В, поэтому весь ток смещения протекает по транзистору Q1. Таким образом, транзисторный каскад функционирует так же, как обычный каскад усиления с общим эмиттером, а коэффициент усиления по переменному току составляет $-R_L/R_{E1}$. Когда $U_{CTRL} = 5$ В (постоянное напряжение), весь ток смещения идет через транзистор Q2, что приводит к снижению коэффициента усиления до нуля. Однако, поскольку через резистор R_L постоянный ток проходит в обоих случаях (как в режиме глушения сигналов, так и без него), уровень напряжения смещения на выходе схемы остается неизменным. Резистивно-емкостная схема $C_C R_{E1}$ применяется в данном случае с целью обхода источника тока на транзисторе Q3 (источник с высоким импедансом) для обеспечения малого импеданса по переменному току со стороны эмиттера транзистора Q1 (каскада с общим эмиттером) в режиме без глушения сигналов. Емкость конденсатора C_C выбирается с учетом закорачивания конденсатора на необходимых частотах сигнала. Эффективность схемы заметно возрастает в тех случаях, когда транзисторы Q1 и Q2 предварительно подобраны по характеристикам. Обычное изменение уровня выходного напряжения для обоих режимов составляет < 5 В (постоянное напряжение).

Сопrotивления резисторов R_L и R_{E1} , а также уровень напряжения U_{BIAS} выбираются для функционирования на постоянном токе, а также с учетом динамического диапазона входных сигналов. Напряжение U_{BIAS} допустимо формировать делением напряжения U_{CC} . Сигнал на входе U_{IN} может носить переменный характер, однако в этом случае в цепи базы транзистора Q1 необходима специальная схема для генерации постоянного напряжения смещения. Сопrotивление резистора R_{E1} должно обеспечивать требуемый коэффициент усиления по переменному току. Для входного сигнала U_{IN} нужно точно задавать уровень смещения, а для правильного режима переключения напряжение U_{CTRL} должно превышать напряжение на входе U_{IN} на величину, не меньшую перепада напряжения U_{BE} .

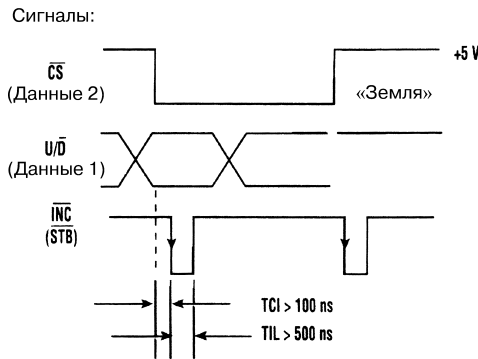
УСТРОЙСТВО ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОМ УСИЛЕНИЯ

Дистанционное управление коэффициентом усиления обеспечивается с помощью дискретно перестраиваемого резистора микросхемы U1 (рис. 52.23). В схеме предусмотрено применение только трех микросхем и однополярного источника питания напряжением 5 В, а управление усилением осуществляется с использованием порта принтера персонального компьютера. Ниже приведен текст программы, коды

(а)



(б)



управления которой поступают на микросхему U1с порта принтера и позволяют управлять схемой с помощью персонального компьютера, совместимого с IBM. Для формирования подпрограммы в основной программе следует использовать строки с 330 по 380, за исключением строки 360. Программа вызова обеспечивает задание параметров X (коэффициент усиления) и C (число операций инкрементирования).

Листинг 52.1. Программа для управления усилением

```

100 REM LPGAIN.BAS
120 REM GAIN CONTROL FROM PC PRINTER PORT
200 OPEN "LPT1:" FOR OUTPUT AS #1
210 INPUT "Увеличение или уменьшение коэффициента усиления (1/0):"; X
220 IF X<0 OR X>1 THEN GOTO 210
300 REM
310 INPUT "Число индексов :"; C
320 REM SUBROUTINE WOULD START HERE
330 PRINT #1, CHR$(X);
340 C = C-1 : IF C>0 THEN GOTO 330
350 PRINT #1, CHR$(3)
360 GOTO 210
380 RETURN
    
```

ЗАГРАЖДАЮЩИЙ ФИЛЬТР ДЛЯ ГЕНЕРАТОРА

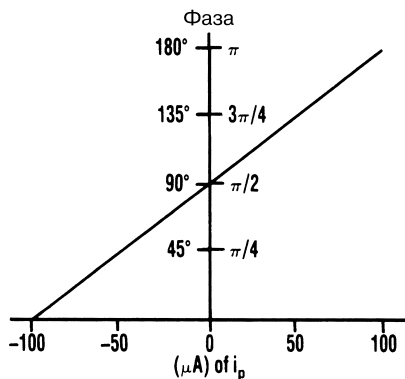
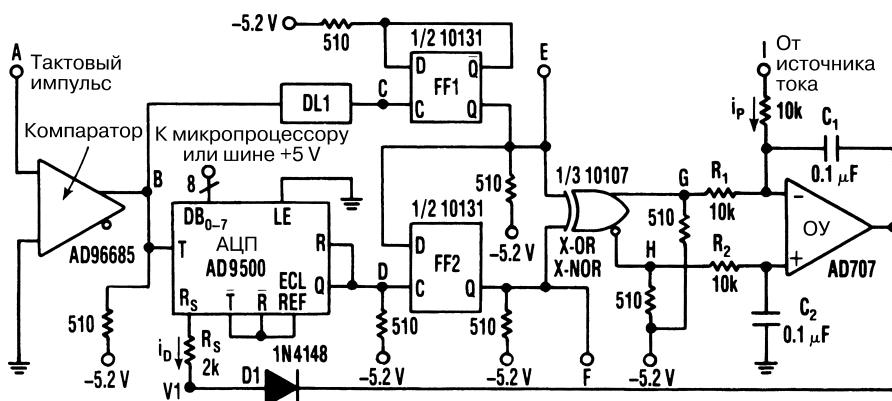
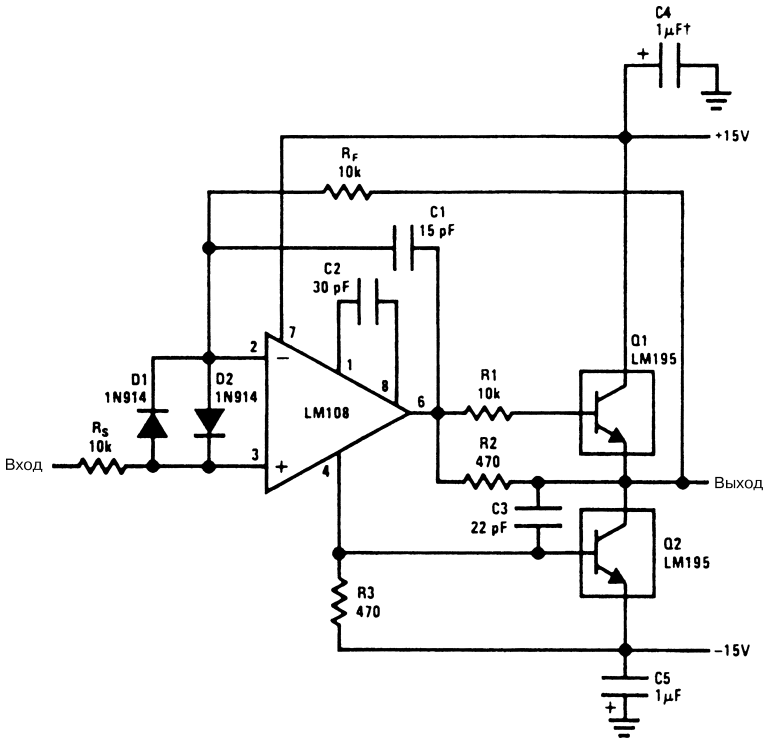


Схема (рис. 52.24) использует контур отрицательной обратной связи аналого-цифрового преобразователя времени и формирует программно регулируемые временные задержки при замене генератора в схеме фазовой подстройки частоты, характеризующейся рабочим диапазоном частот от 40 кГц до 40 МГц.

Ток, поступающий на инвертирующий вход узла суммирования, который выполнен на основе интегрирующего операционного усилителя, обеспечивает фазовое смещение импульсного сигнала F по отношению к импульсному сигналу E на угол до 180°.

ПОВТОРИТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ С ТОКОМ ПОТРЕБЛЕНИЯ ДО 1 А



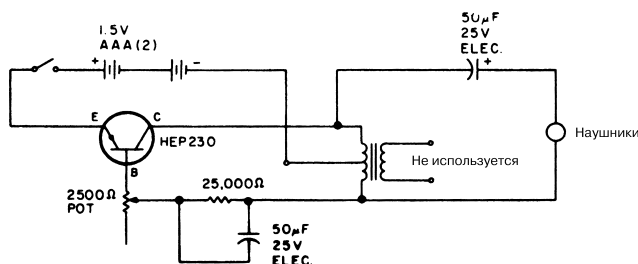
National Semiconductor

Рис. 52.25

Примечание. C5 – конденсатор твердотельный танталовый.

Повторитель напряжения (рис. 52.25) обеспечивает устойчивую работу в диапазоне частот до 300 кГц и током потребления до 1 А.

ЭЛЕКТРОННАЯ ПРИМАНКА ДЛЯ РЫБ

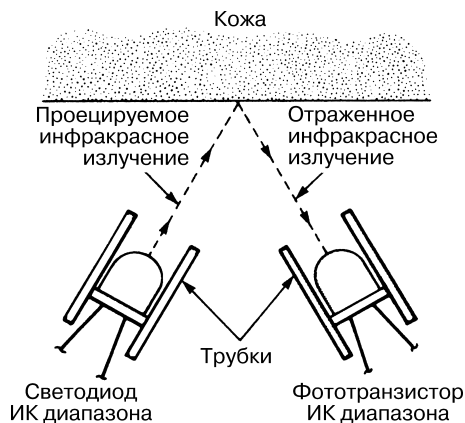
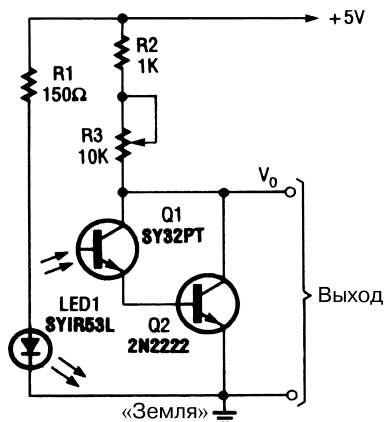


73 Amateur Radio Today

Рис. 52.26

Слабые щелчки привлекают рыб, находящихся неподалеку от источника звука, а обычные наживка и приманка сделают остальное. В схеме (рис. 52.26) небольшой трансформатор имеет первичную обмотку с центральным выводом и сопротивлением 500 Ом, а вторичную – с сопротивлением 3,2 Ом. Эту электронную приманку, заключенную в водонепроницаемый корпус, необходимо погрузить в воду в месте лова рыбы.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ СЕРДЕЧНЫХ РИТМОВ



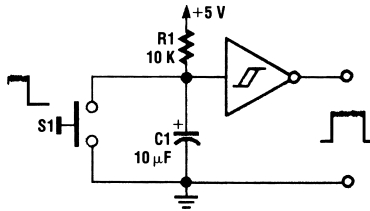
Popular Electronics

Рис. 52.27

Простой датчик пульса может быть построен на основе светодиода и фототранзистора ИК диапазона, поскольку кожа хорошо отражает инфракрасное излучение.

Коэффициент отражения зависит от плотности потока крови в периферийных сосудах, а она, в свою очередь, увеличивается и уменьшается в такт работе сердца. В результате интенсивность потока ИК лучей, отраженных от кожи и поступающих на вход фототранзистора, уменьшается или увеличивается синхронно с сокращением сердечной мышцы.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ДРЕБЕЗГА КОНТАКТОВ

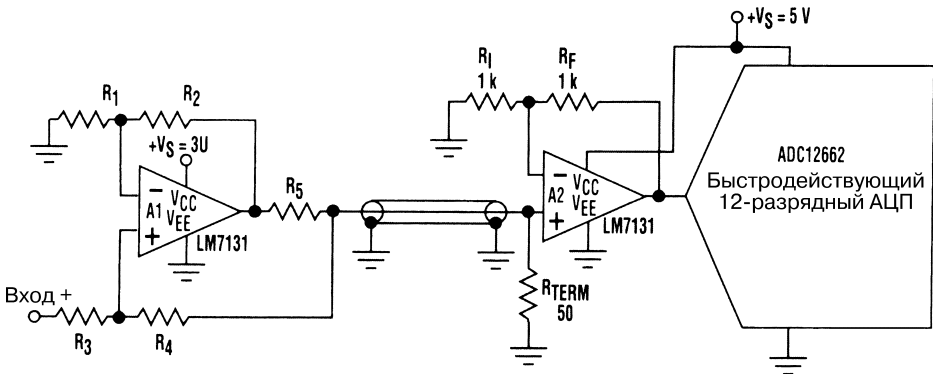


Electronics Now

Рис. 52.28

Устройство (рис. 52.28), предназначенное для предотвращения дребезга контактов переключателя, использует триггер Шмитта (например, микросхему TTL7414).

УСТРОЙСТВО СОГЛАСОВАНИЯ С ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ ОС



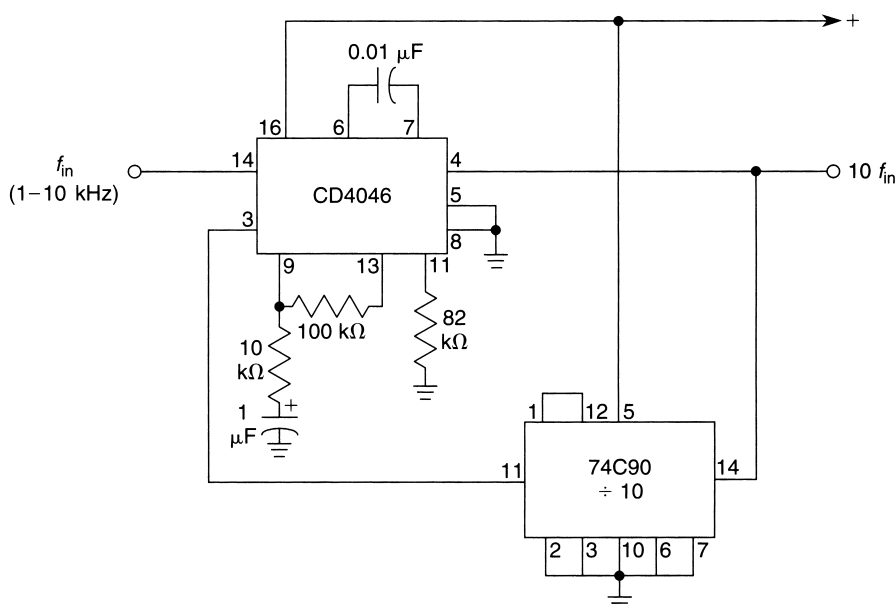
Electronic Design

Рис. 52.29

Примечание. $R1 = R2 = R3 = 1 \text{ кОм}$, $R4 = 1,2 \text{ кОм}$, $R5 = 5,1 \text{ Ом}$, $Zo = 51 \text{ Ом}$.

Контур положительной обратной связи, включенный последовательно с выходным резистором, позволяет регулировать выходной импеданс операционного усилителя. Подобное устройство удобно при работе с коаксиальными кабелями, требующими согласования с типовыми значениями характеристических импедансов 50 Ом для обоих концов. Резистор сопротивлением 50 Ом на выходе ОУ уменьшает возможные искажения сигнала.

УМНОЖИТЕЛЬ ЧАСТОТЫ НА 10



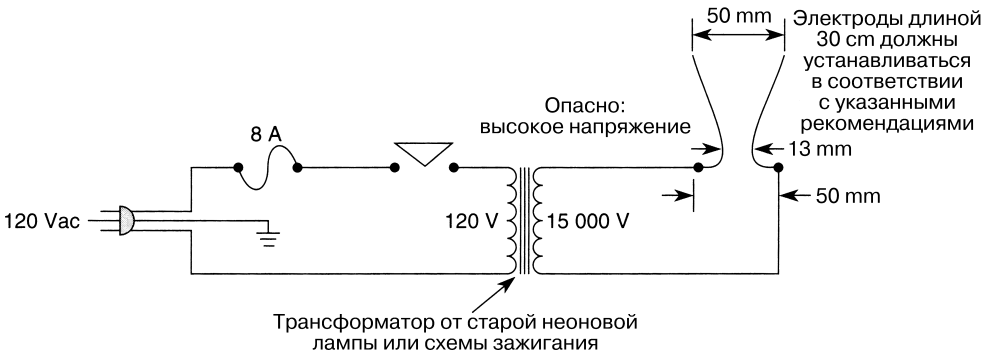
William Sheets

Рис. 52.30

Микросхема CD4046 (рис. 52.30) настраивается таким образом, чтобы управляемый генератор формировал сигналы частотой 10–100 кГц. Вывод 4 связан с входом десятичного счетчика. Когда частота входного сигнала составляет 1/10 от частоты выходного, в схеме инициируется режим синхронизации, который поддерживает коэффициент умножения 10 в процессе дальнейшей работы.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАЖИГАНИЯ КОНФОРКИ ГАЗОВОЙ ПЛИТЫ

Схема построена на основе трансформатора от старого неоновых индикатора или системы зажигания автомобиля. В данном случае номинальное напряжение используемого компонента должно быть 12–15 кВ при токе 20–30 мА. Перед началом

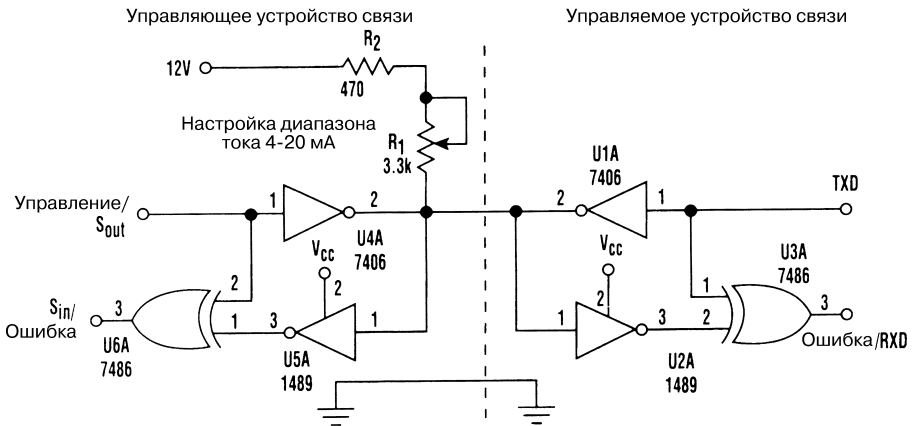


William Sheets

Рис. 52.31

эксплуатации следует убедиться в том, что электроды устройства надежно закреплены на паре изоляторов, расстояние между ними составляет не менее 5 см, а форма и положение электродов соответствует рис. 52.31. Рассматриваемый прибор нужно поместить в чистый пластиковый корпус, чтобы предотвратить случайное соприкосновение контактов с высокими потенциалами и сформировать устойчивую электрическую дугу. В верхней и нижней стенках корпуса должны быть выполнены вентиляционные отверстия для прохождения воздуха и вывода образующихся газов.

СХЕМА БЛОКА КОНТРОЛЯ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ



Electronic Design

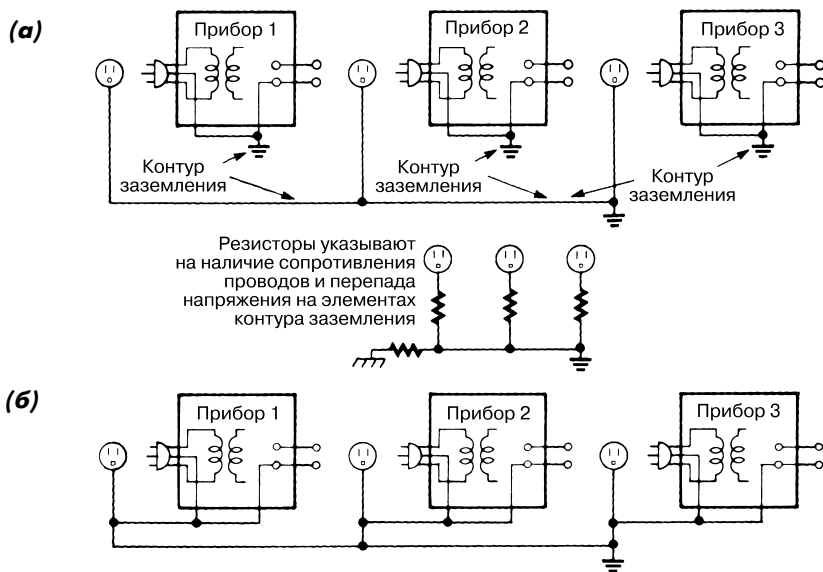
Рис. 52.32

Блок контроля (рис. 52.32) встраивается в управляющее и управляемое устройства связи и показывает несоответствие режимов в тех случаях, когда эти устройства

одновременно передают данные. Для индикации неверно заданного режима передачи информации формируется сигнал высокого уровня.

Управляющее устройство может прервать процедуру передачи, реализуемую другим прибором, и перевести его в режим приема путем генерации сигнала низкого уровня в линии связи и сигнала высокого уровня в линии управления. В результате прохождения данных по линиям связи от управляемого устройства запрещается, а прибор переходит в режим приема. Обычно подобная операция реализуется с помощью программных, а не аппаратных средств. Управляемое устройство вправе передавать данные после завершения сеанса управляющего устройства.

УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ОТ ВЛИЯНИЯ КОНТУРА ЗАЗЕМЛЕНИЯ

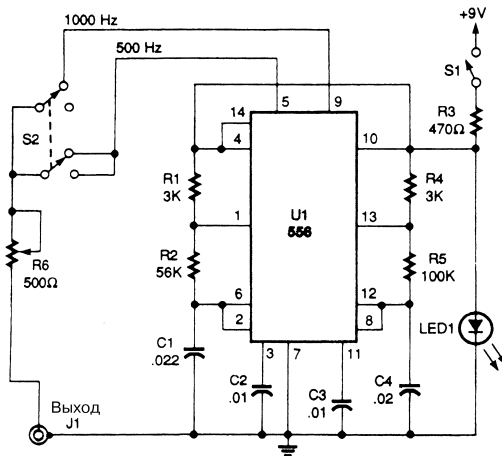


Electronics Now

Рис. 52.33

Контурсы часто образуются в результате неправильного выполнения заземления (рис. 52.33а). Напряжения контуров заземления негативно влияют на результаты измерений, поскольку величина паразитных напряжений может заметно превышать амплитуду контролируемого сигнала. Чтобы предотвратить влияние контура заземления, следует использовать две проводные линии для передачи всей мощности сигнала к соответствующему измерительному прибору, а также отдельный провод для соединения вывода заземления прибора с общей шиной заземления (рис. 52.33б).

ГЕНЕРАТОР ДВУХЧАСТОТНОГО СИГНАЛА ДЛЯ ПРОВЕРКИ БЛОКОВ АУДИОСИСТЕМ

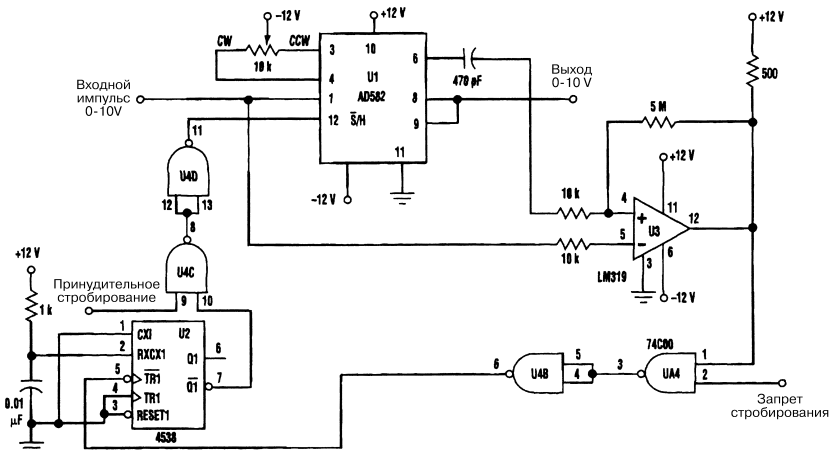


Popular Electronics

Рис. 52.34

Генератор двухчастотного тонального сигнала (рис. 52.34) формирует хорошо различимые тональные сигналы для проверяемого блока аудиосистемы. В результате нетрудно проследить правильность функционирования всей системы, начиная от громкоговорителя, и выявить причину сбоя.

БЕЗДИОДНЫЙ ПИКОВЫЙ ДЕТЕКТОР



Electronic Design

Рис. 52.35

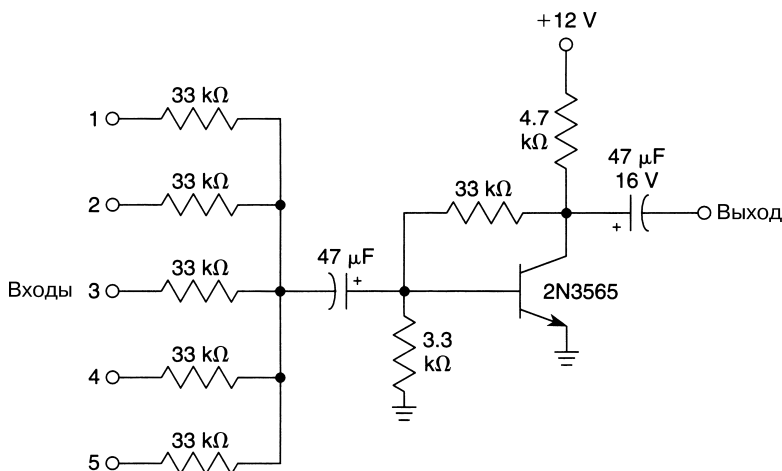
В схеме (рис. 52.35) входной импульс поступает на усилитель стробирования и запоминания (микросхема AD582), а также на компаратор U3. На другой вход компаратора подается выходной сигнал усилителя стробирования и запоминания. Если уровень входного импульса больше выходного сигнала усилителя, то уровень выходного сигнала компаратора изменится на низкий, а мультивибратор на микросхеме 4538 сформирует импульс длительностью 10 мкс, который подается на вход стробирования усилителя, что позволяет запомнить соответствующий уровень напряжения. Если уровень входного импульса меньше выходного сигнала усилителя (сохраненного уровня напряжения), мультивибратор повторно запускаться не будет.

Логические элементы U4A и U4B служат для запрета операций стробирования в определенные моменты времени. Логические элементы U4C и U4D, установленные на выходе мультивибратора, переводят микросхему AD582 в режим стробирования. Полярность амплитудного детектора легко изменяется путем инверсного переключения входов компаратора.

ГЛАВА 53

СХЕМЫ СМЕСИТЕЛЕЙ

ПРОСТОЙ СМЕСИТЕЛЬ АУДИОСИГНАЛОВ



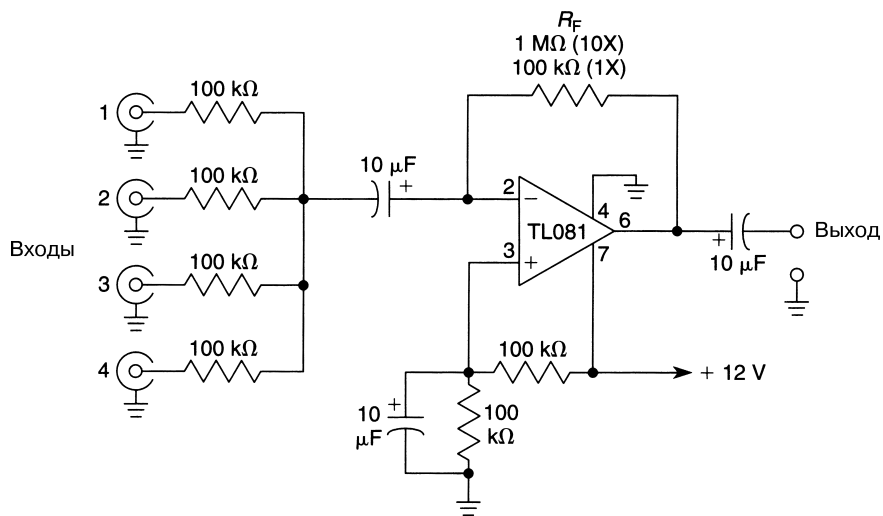
William Sheets

Рис. 53.1

В схеме (рис. 53.1) смеситель аудиосигналов построен на основе всего одного транзистора, который выполняет функцию усилителя с обратной связью.

СМЕСИТЕЛЬ АУДИОСИГНАЛОВ НА ОПЕРАЦИОННОМ УСИЛИТЕЛЕ

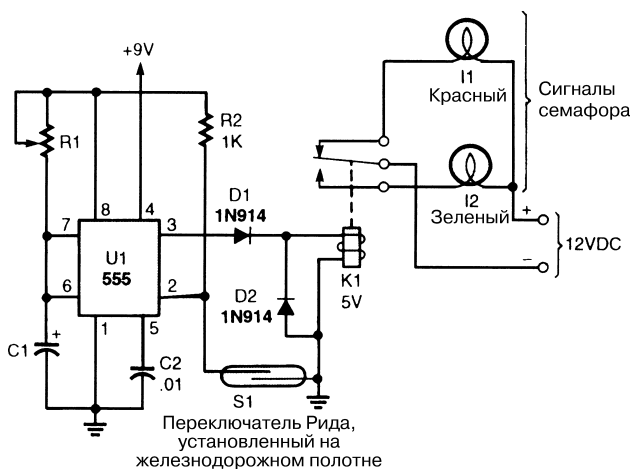
Схема (рис. 53.2) смешивает несколько аудиосигналов и формирует единый выходной сигнал. Для обеспечения коэффициента усиления, равного 10 (20 дБ), сопротивление резистора R_F должно составлять 1 МОм, а для единичного усиления – 100 кОм.



зазоры между вагонами, проходящими над фототранзистором. Светоизлучающие диоды связаны между собой таким образом, что загораются попеременно, в зависимости от вида сигнала на выходе логических элементов U1-d и U1-b.

На практике резистор R6 регулируется таким образом, чтобы фототранзистор Q1, регистрирующий уровень засветки в помещении (а также другие последовательно соединенные фототранзисторы), поддерживал сигнал низкого уровня (логический 0) на выводе 3 микросхемы U1-а. При прохождении модели вагона над фототранзистором, который расположен между рельсами железнодорожного полотна, уровень сигнала на выводе 3 изменяется, что сопровождается появлением логической 1 на выводах 6 и 13. При этом на выводах 10 и 12 также установится 1, а на выводе 11 – логический 0, после чего загорится светодиод LED2. Когда на выводе 10 появится 0, то сигнал на выводе 11 и 5 изменится на 1, и на выводе 4 установится 0, что приведет к зажиганию светодиода LED1. Светодиод LED1 загорается в тот момент, когда гаснет светодиод LED2, таким образом, на железнодорожном переезде достигается непрерывная попеременная индикация.

СЕМАФОР ДЛЯ МОДЕЛИ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ



Popular Electronics

Рис. 54.2

Небольшой магнит, закрепленный на нижней части модели поезда, воздействует на контакты переключателя S1 (переключатель красного света), когда поезд проходит мимо него. В результате микросхема U1 формирует импульс, который приводит в действие реле K1 и изменяет цвет сигнала семафора с зеленого на красный (рис. 54.2). По истечении временного интервала, задаваемого с помощью элементов R1 и C1 (табл. 54.1), реле обесточивается, а цвет сигнала семафора снова становится зеленым.

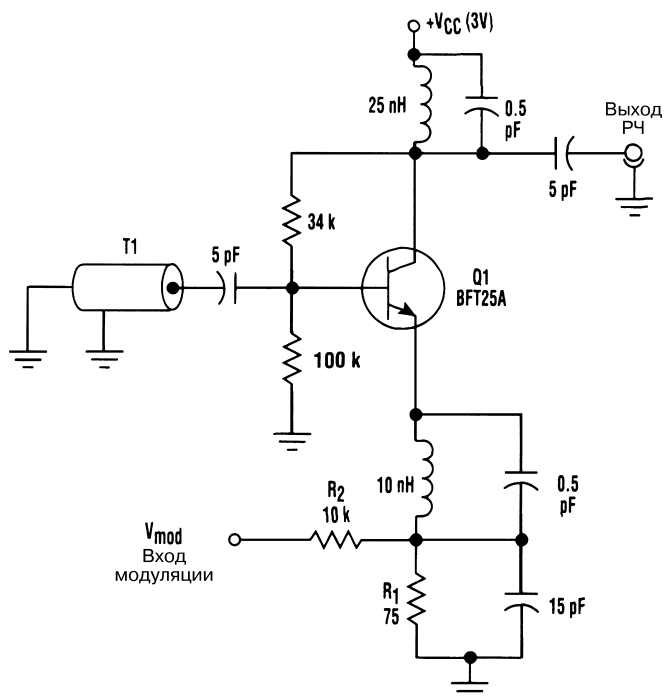
Таблица 54.1. Продолжительность свечения красной лампы при изменении параметров элементов схемы рис. 54.2

$R1, \text{кОм}$	Продолжительность включения красной лампы, с	
	$C1 = 10 \text{ мкФ}$	$C1 = 100 \text{ мкФ}$
100	2	16
220	3	32
470	6	70
1000	15	175

ГЛАВА 55

СХЕМЫ МОДУЛЯТОРОВ

БЕЗВАРАКТОРНЫЙ ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ МОДУЛЯТОР



Electronic Design

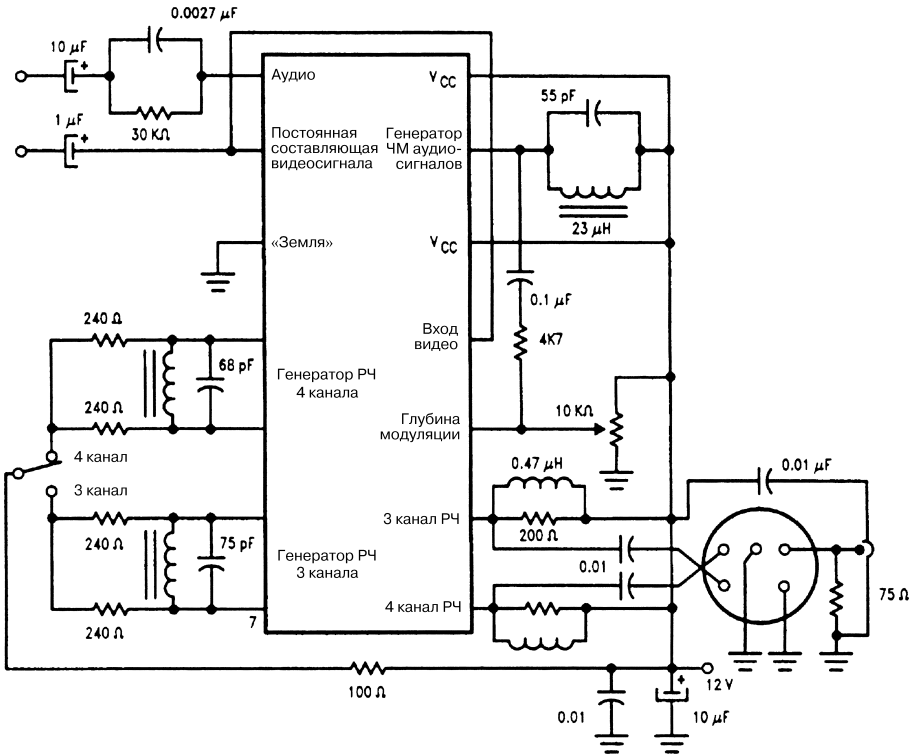
Рис. 55.1

Реализация принципа частотной модуляции для ВЧ генераторов традиционно связана с применением варактора. Однако это требует использования высоких напряжений и высокой частоты для изменения емкости варактора, что практически недостижимо во многих системах, питающихся от аккумуляторных батарей.

Проблема может быть решена с учетом принципа модуляции емкости путем изменения электрического заряда базы транзистора. В схеме (рис. 55.1) резистор R1 формирует ток эмиттера транзистора Q1, а резистор R2 служит для управления током смещения коллектора с помощью напряжения U_{mod} . Линия связи T1 в генераторе с отрицательной резистивной связью обеспечивает формирование сигналов заданной частоты. Обычно применяется высококачественная короткозамкнутая керамическая коаксиальная четвертьволновая линия связи с низким уровнем потерь. При правильном выборе импедансов элементов схемы базовой цепи транзистора Q1 создается эффект отрицательного сопротивления, в результате чего на линии T1 формируются незатухающие колебания.

Частотную модуляцию получают посредством изменения тока смещения коллектора транзистора Q1 и, следовательно, электрического заряда базы Q1. Этот эффект проявляется на базе транзистора Q1 и вызывает сдвиг частоты для четвертьволнового узла резонаторов.

МОДУЛЯТОР ВИДЕОСИГНАЛА



Модулятор (рис. 55.2) построен на микросхеме LM2889 и фильтре на поверхностной акустической волне. Он широко используется в качестве модулятора телевизионных сигналов.

Таблица 55.1. Поставщики элементов схемы рис. 55.2

Элементы	Фирмы-изготовители
Фильтры на поверхностной акустической волне	Crystal Technology, Inc., 1035 E. Meadow Circle Palo Alto, CA 94303 Kyocera International, Inc., 8611 Balboa Ave. San Diego, CA 92123 Murata Corp. Of America, 1148 Franklin Rd. S.E. Marietta, GA 30067
Кварцевый кристалл	Saronix, 4010 Transport at San Antonio Rd. Palo Alto, CA 94303
Индуктивности	Toko America, Inc., 5520 W. Touhy Ave. Skokie, Ill. 60077

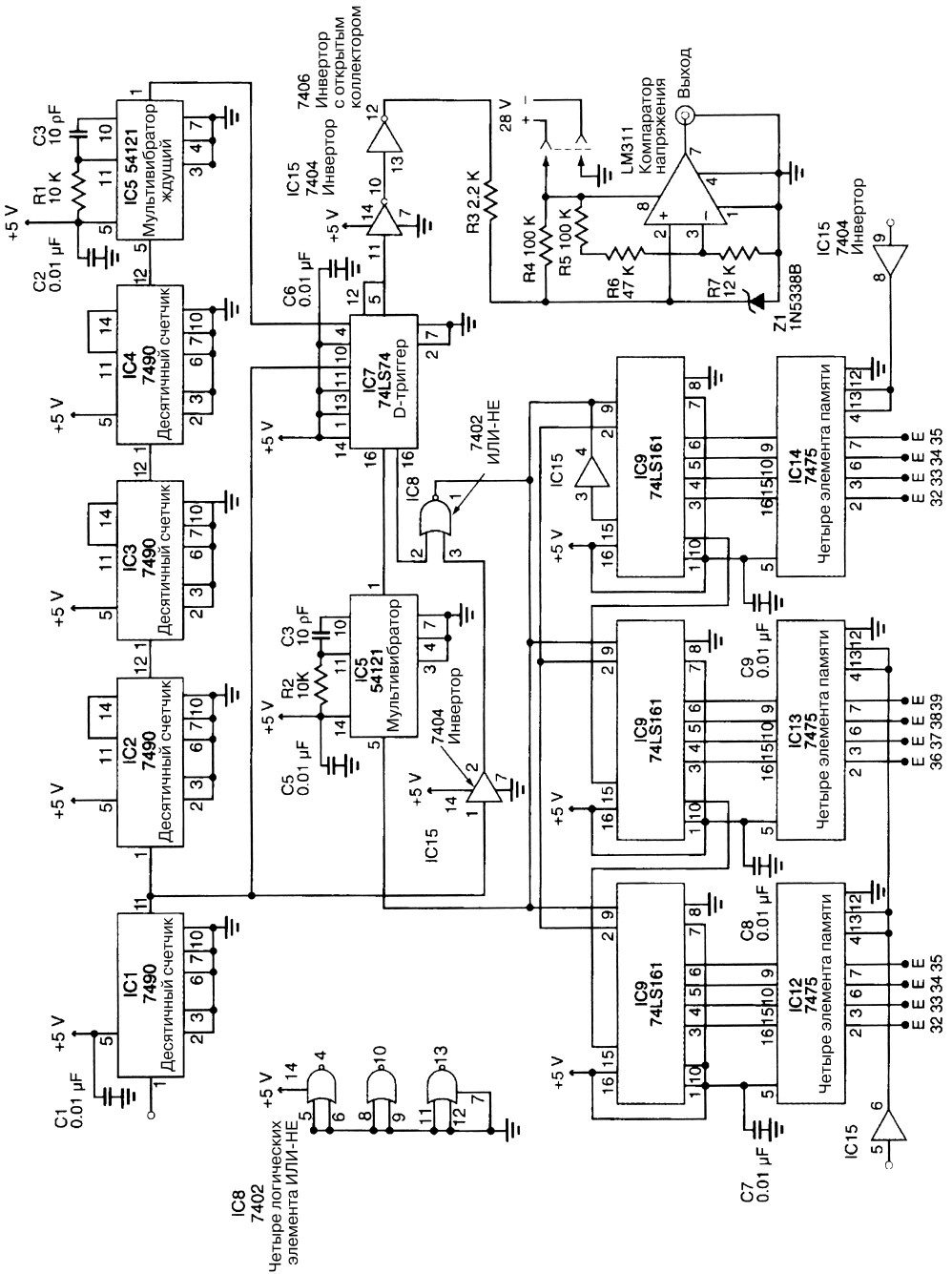
ЦИФРОВОЙ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНЫЙ МОДУЛЯТОР

Модулятор (рис. 55.3) содержит малопотребляющие логические элементы, построенные на основе ТТЛ структур Шоттки и обладающие хорошими показателями быстродействия. Тактовая частота 5 МГц преобразуется в 1 МГц с помощью десятичного счетчика 7490, включенного по схеме делителя частоты на 5. Частота 1 МГц посредством схемы синхронизации тактового сигнала передается на трехкаскадный делитель частоты, состоящий из трех последовательно установленных двоичных делителей частоты на микросхемах 74LS161. Схема синхронизации строится на основе D-триггера (микросхема 74LS74), инвертора (микросхема 7404) и логического элемента ИЛИ–НЕ (микросхема 7402). Двоичные делители программируются шиной STD и тремя микросхемами памяти (микросхема 7475, четыре элемента памяти), что обеспечивает коэффициенты деления частоты в диапазоне от 1 до 4096 (12 бит).

Сигнал частотой 1 МГц, кроме того, делится на 1000 при помощи трех последовательно установленных десятичных счетчиков на микросхемах 7490, каждый из которых производит деление частоты на 10. В результате вырабатывается сигнал частотой 1 кГц, который направляется на мультивибратор с одним устойчивым состоянием, обеспечивающий получение импульса длительностью 0,1 мкс.

Эти импульсы служат для управления генератором ионного пучка, бомбардирующим поверхность, на которой планируется сформировать слой материала. Одновременно с ионной бомбардировкой включается генератор электронного пучка, формирующий слой кремния посредством вакуумного оседания частиц определенной толщины (обычно 1 мкм). Образовавшаяся кремниевая пленка выступает в качестве основы при выполнении последующих технологических операций.

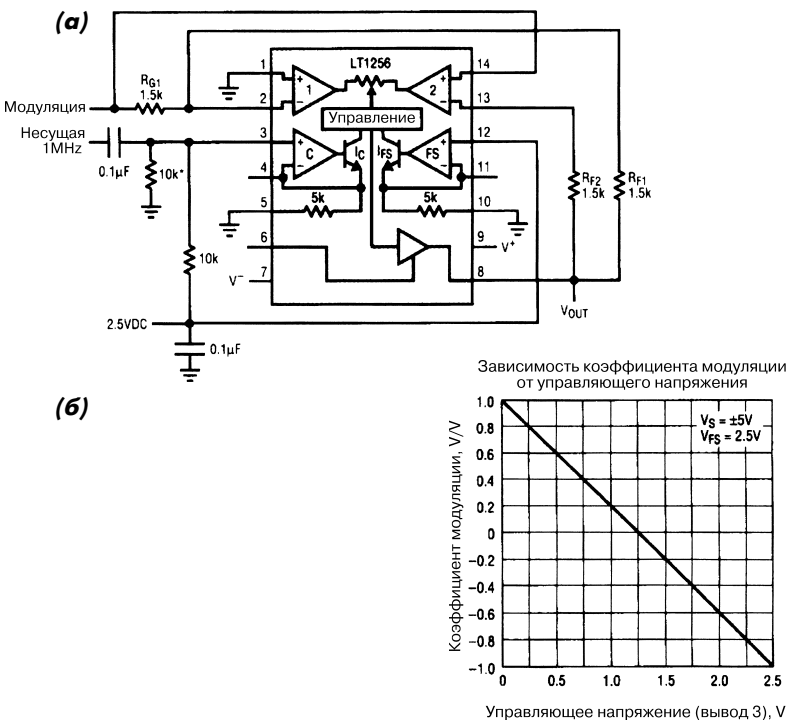
Далее на поверхность накладывается металлическая маска с отверстием, соответствующим конфигурации формируемой высокочувствительной пленки и находящимся в месте расположения изготавливаемого датчика. Эта поверхность экспонируется



через отверстие маски и подвергается бомбардировке ионным пучком в течение заданного промежутка времени. Одновременно с процессом бомбардировки производится вакуумное нанесение того или иного металла (обычно никеля, платины и/или палладия) электронным пучком через отверстие маски, что позволяет получить высокочувствительную пленку. Процедура продолжается до тех пор, пока толщина пленки не достигнет величины, оговоренной в спецификации на датчик. Так, например, при работе с никелем она должна равняться 0,25 мкм.

На следующем технологическом этапе формируются выводы для тонкопленочной структуры. При этом соответствующий шаблон закрепляется непосредственно на поверхности с помощью полиамидной (или какой-либо аналогичной) ленты. Выводы тонкопленочной структуры (обычно медные, золотые или алюминиевые) изготавливаются в процессе бомбардировки ионным пучком и вакуумного осаждения с помощью электронного пучка, причем данный процесс во многом аналогичен процессу получения самой металлической пленки. Так, например, толщина медных выводов для никелевой подложки должна составлять 1 мкм.

ДВУХПОЛОСНЫЙ МОДУЛЯТОР НА УМНОЖИТЕЛЕ



Linear Technology

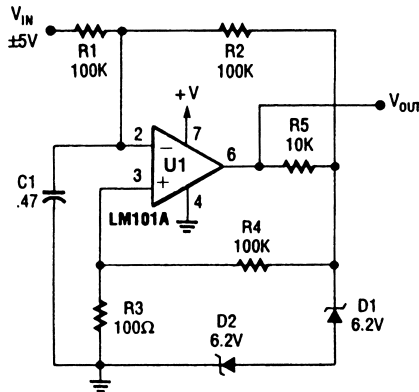
Рис. 55.4

Примечание.

* Подстройка симметрии.

Микросхема LT1256 (рис. 55.4) представляет собой умножитель, выполняющий функцию двухполосного модулятора. На графике представлена модуляционная характеристика схемы.

ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНЫЙ МОДУЛЯТОР

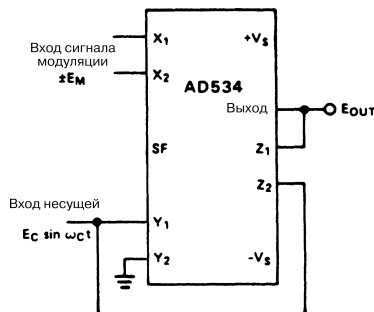


Popular Electronics

Рис. 55.5

Простая схема широтно-импульсного модулятора (рис. 55.5) может быть построена на одном ОУ (например, LM101A).

ЛИНЕЙНЫЙ АМПЛИТУДНЫЙ МОДУЛЯТОР



Analog Devices

Рис. 55.6

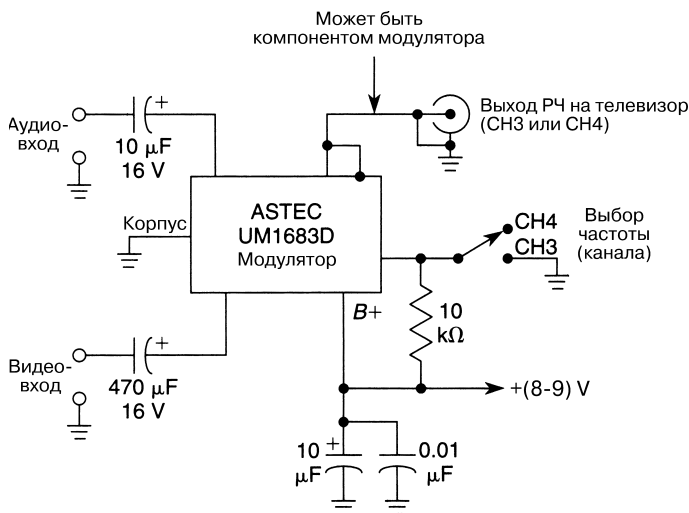
Примечание.

$$\frac{E_M E_C \sin \omega_c t}{10} = E_{\text{OUT}} - E_C \sin \omega_c t,$$

$$E_{\text{OUT}} = \left(1 + \frac{E_M}{10}\right) E_C \sin \omega_c t.$$

На рис. 55.6 приведена схема простого амплитудного модулятора. Вывод Z2 микросхемы используется для прямой подачи сигнала несущей на выход, что позволяет обойти схему умножителя, если модулированный сигнал на выходе должен быть нулевым. Преимущество подобного модулятора заключается в возможности использования дифференциального входного модуляционного сигнала.

СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ МОДУЛЯТОРА ВИДЕОСИГНАЛА



William Sheets

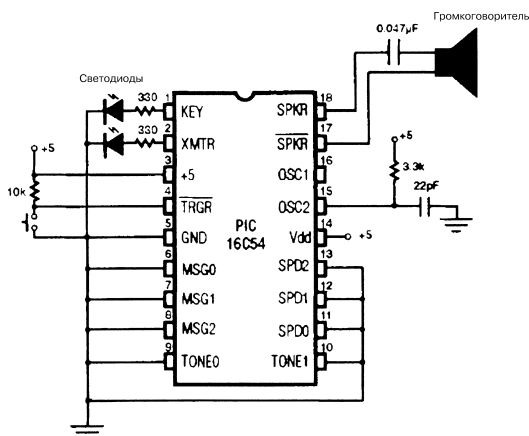
Рис. 55.7

Схема (рис. 55.7) отличается от типичных схем модуляторов видеосигнала в диапазоне радиочастот, применяемых в видеомагнитофонах и спутниковых приемниках, только использованием микросхемы UM1683D фирмы Astec.

ГЛАВА 56

СХЕМЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОДА МОРЗЕ

УСТРОЙСТВО ФОРМИРОВАНИЯ КОДА МОРЗЕ



73 Amateur Radio Today

Рис. 56.1

Примечание. При использовании показанной конфигурации микросхема будет воспроизводить сообщение № 0 со скоростью 7 слов/мин с наименьшей частотой тонального сигнала (400 Гц). Светодиоды указывают на режим работы генератора: прогрев (XMTR) и передача кодов (KEY).

Устройство ввода и передачи кодов (рис. 56.1) построено на основе микроконтроллера PIC16C54 и служит для формирования и передачи последовательностей кодов Морзе. Микроконтроллер можно соответствующим образом запрограммировать для обеспечения полной совместимости с устройствами других пользователей и для получения соответствующих кодовых сообщений (табл. 56.1–56.3).

Таблица 56.1. Тип передаваемого сообщения

MSG2	MSG1	MSG0	Номер сообщения
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

Таблица 56.2. Частота тонального сигнала

TONE1	TONE0	Частота местного тонального сигнала, Гц
0	0	440
0	1	525
1	0	650
1	1	775

Таблица 56.3. Скорость передачи кода

SPD2	SPD1	SPD0	Скорость передачи (слов в минуту)
0	0	0	7
0	0	1	10
0	1	0	15
0	1	1	20
1	0	0	25
1	0	1	30
1	1	0	35
1	1	1	40

На рис. 56.2 и 56.3 показаны алгоритмы формирования сообщений в виде кодов Морзе. Алгоритмы несложно адаптировать для работы с другими устройствами при помощи специальной таблицы кодирования Морзе.



Рис. 56.2

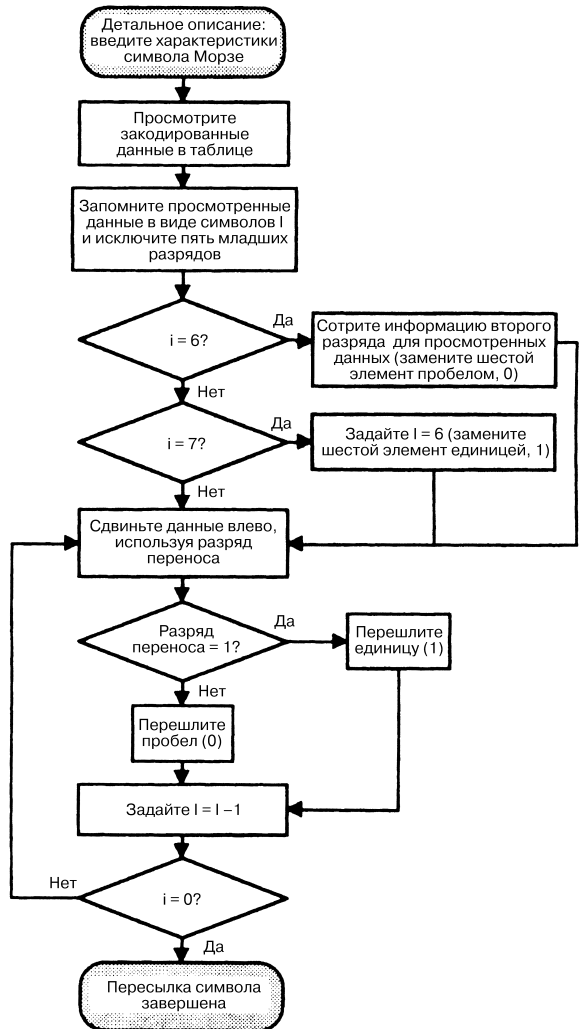
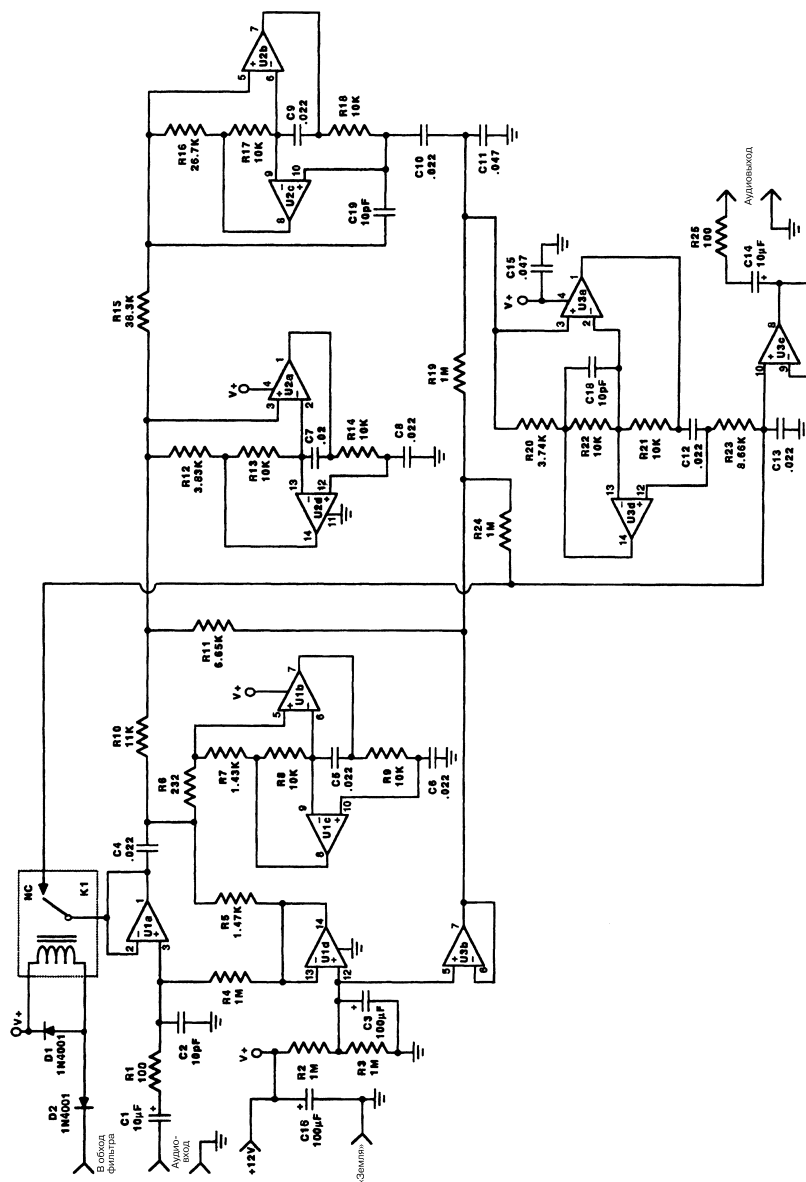


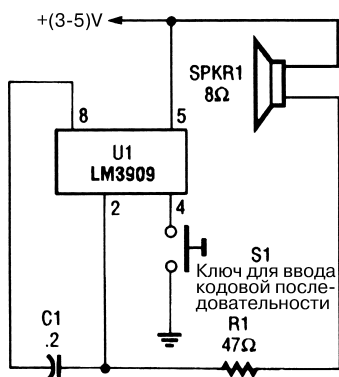
Рис. 56.3

АКТИВНЫЙ ФИЛЬТР ЗВУКОВОЙ ЧАСТОТЫ

Фильтр аудиосигнала (рис. 56.4) характеризуется центральной частотой 700 Гц с полосой пропускания 200 Гц.



Примечание. Все резисторы имеют допуск 1%, а конденсаторы – 5%.

ПРОСТОЙ ГЕНЕРАТОР КОДОВ

Popular Electronics

Рис. 56.6

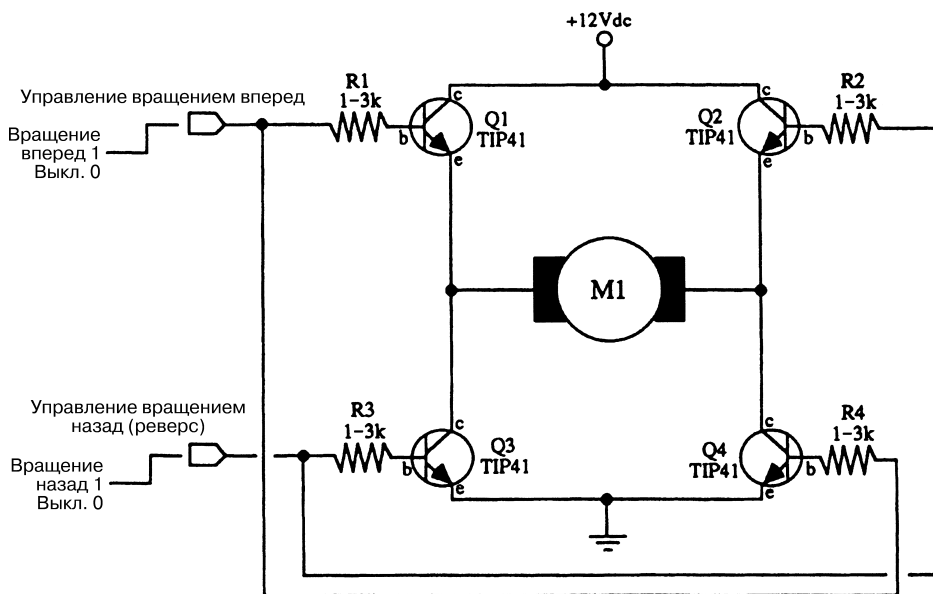
В результате незначительных изменений хорошо известный генератор сигналов (на основе микросхемы LM3909) можно трансформировать в генератор кодовых последовательностей для работы ключом (рис. 56.6).

ГЛАВА 57

СХЕМЫ

УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАДАНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ I

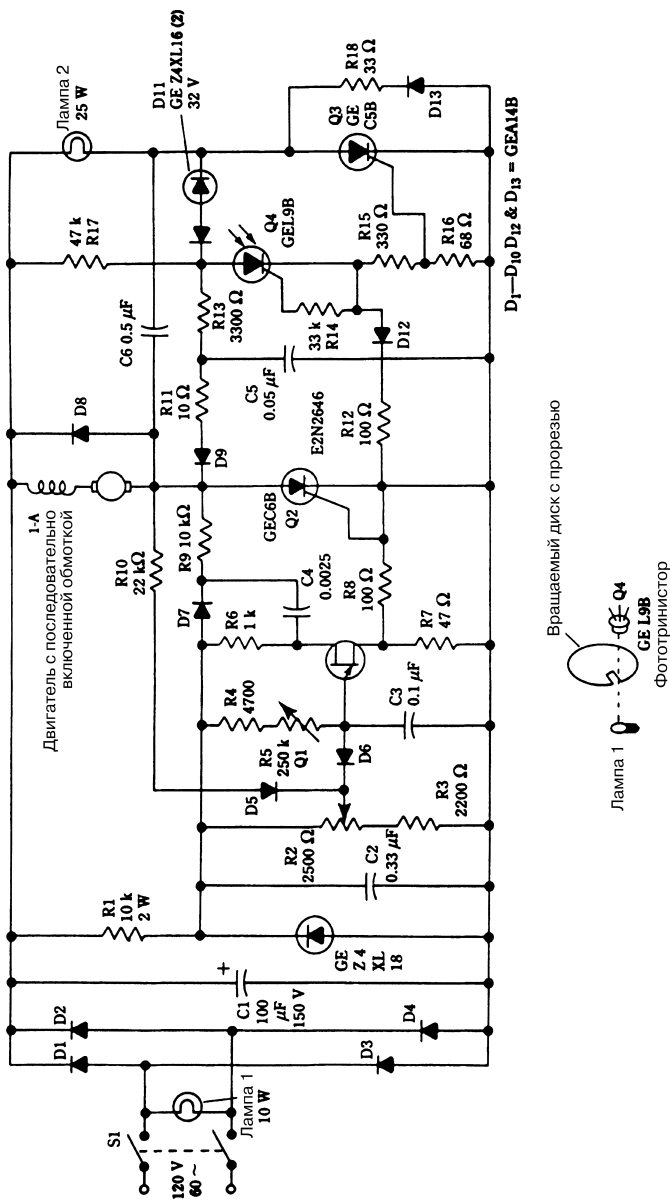


McGraw-Hill

Рис. 57.1

В устройстве управления (рис. 57.1) для повышения эффективности следует устанавливать транзисторы на специальных радиаторах, обеспечивающих отвод тепла.

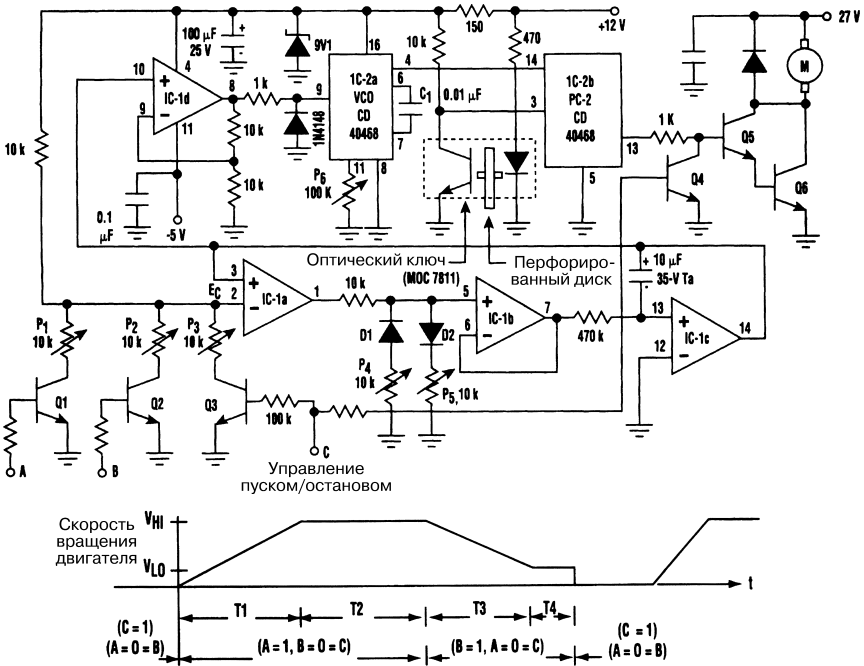
КОНТРОЛЛЕР СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА



При использовании схемы (рис. 57.2) для последовательно включенного прецизионного двигателя постоянного тока могут поддерживаться те же характеристики

и режимы, что и для синхронного двигателя переменного тока. Показанный принцип управления весьма эффективен при необходимости обеспечить постоянную скорость вращения вала двигателя.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТОЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ СКОРОСТЬЮ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ



Electronic Design

Рис. 57.3

Примечание. IC-1: микросхема TL084.

Q1 – Q4: транзисторы 2N2222.

Q5: транзистор SL100B.

Q6: транзистор 2N3055.

D1, D2: диоды 1N4148.

Диаграмма изменения скорости вращения вала двигателя на практике реализуется с помощью контроллера. Следует обратить особое внимание на плавность нарастания и снижения скорости вращения, а также на постоянный характер скорости на рабочем интервале.

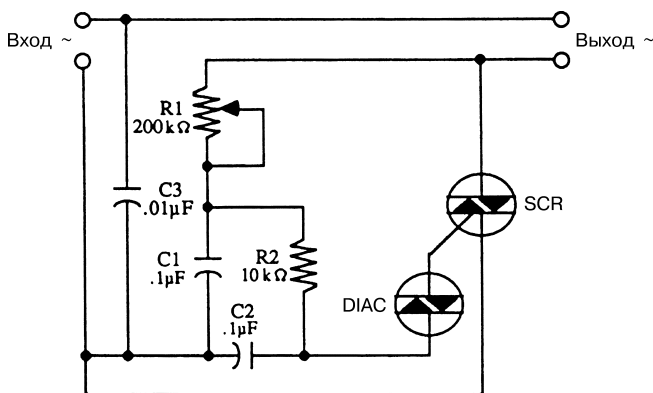
Схема (рис. 57.3) управляет двигателями постоянного тока, используемыми, например, для протяжки провода, пленки, нитей и других аналогичных материалов, поступающих с подающих роликов и наматывающихся на небольшие бобины.

Облегченный диск минимум с 32 прорезями устанавливается на вале двигателя и применяется в качестве оптического затвора (МОС7811) для контроля скорости вращения двигателя. Компаратор фазы РС-2 (или контур с фазовой подстройкой) на микросхеме CD40468 сравнивает частоту f_v сигнала управляемого генератора с частотой f_m выходного сигнала оптического затвора. Если $f_v > f_m$, на выводе 13 РС-2 формируется сигнал управления двигателем с помощью транзисторов. При этом система управления позволяет быстро достичь состояния равновесия, то есть $f_v = f_m$.

Операционные усилители IC-1a, IC-1b и IC-1c образуют схему следящего интегратора, выходной сигнал которой изменяется плавно и соответствует управляющему напряжению E_c , поступающему на инвертирующий вход ОУ IC-1a. После подачи определенной комбинации импульсов на цифровые управляющие входы ($A = 1$, $B = 0 = C$) интегратор формирует пилообразный сигнал положительной полярности, вызывающий изменение частоты управляемого генератора и, следовательно, увеличение скорости вращения двигателя. Ускорение и постоянная скорости V_{HI} регулируются с помощью предварительно настраиваемых потенциометров P4 и P1.

Аналогично при задании на управляющих входах другой комбинации сигналов ($A = 0 = C$, $B = 1$) интегратор будет вырабатывать пилообразный сигнал отрицательной полярности, замедляющий вращение двигателя. Предварительная настройка потенциометров P5 и P2 позволяет задавать необходимые величины торможения и постоянной скорости V_{LO} .

РЕГУЛЯТОР СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ НА СИМИСТОРЕ

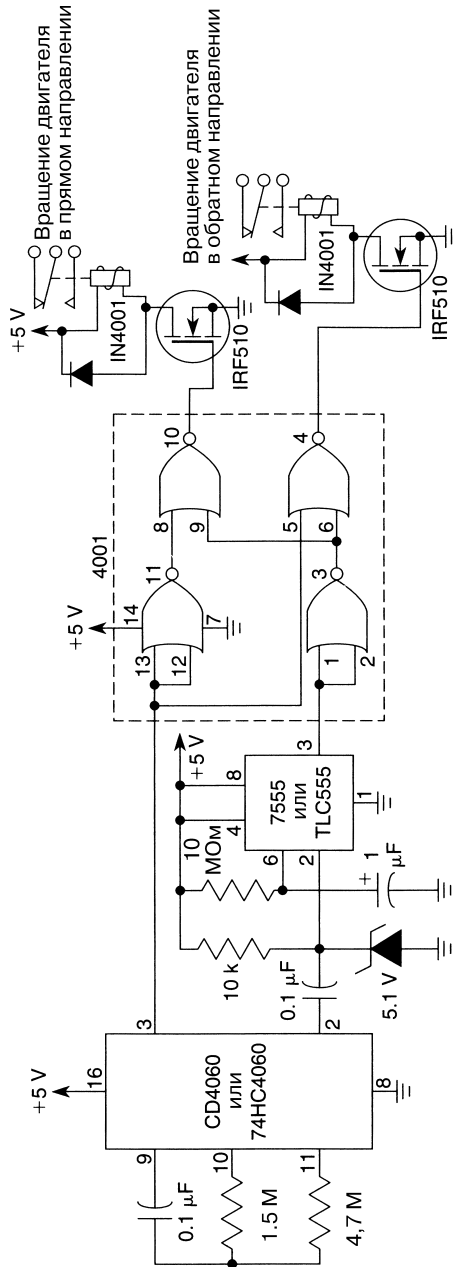


McGraw-Hill

Рис. 57.4

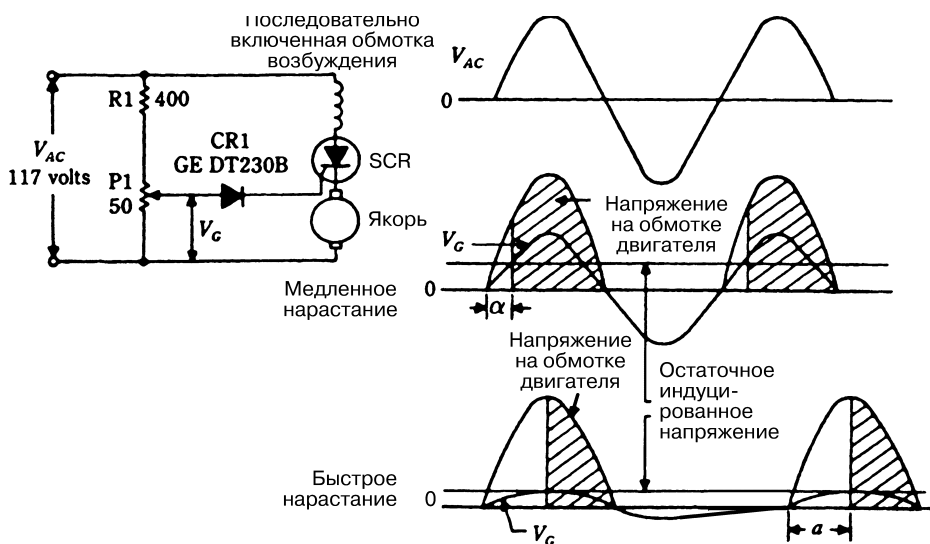
Схема (рис. 57.4) предусматривает применение симистора для управления двигателем переменного тока. Эта схема является двухполупериодной и весьма удобна в случае постоянных нагрузок.

СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ С БОЛЬШИМ ВРЕМЕНЕМ ЗАДЕРЖКИ



Устройство (рис. 57.5) управляет вращением двигателей в прямом и обратном направлении с большим временем задержки. Каждый час один из двигателей работает в течение 10 с.

РЕГУЛЯТОР СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ НА ТИРИСТОРЕ



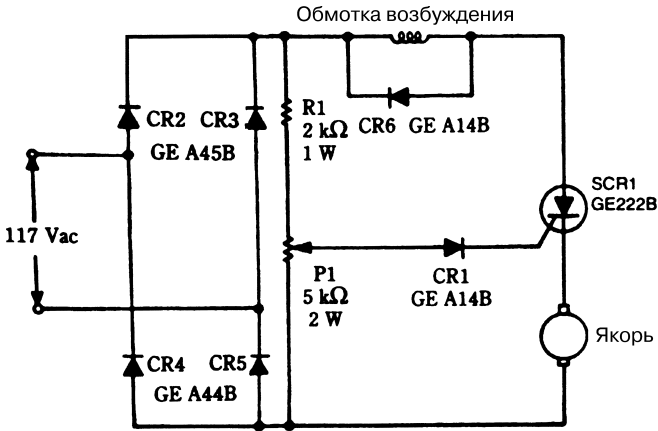
McGraw-Hill

Рис. 57.6

В схеме (рис. 57.6) тиристор играет роль управляемого фазой элемента для подачи пульсирующего напряжения на обмотку двигателя.

РЕГУЛЯТОР СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ

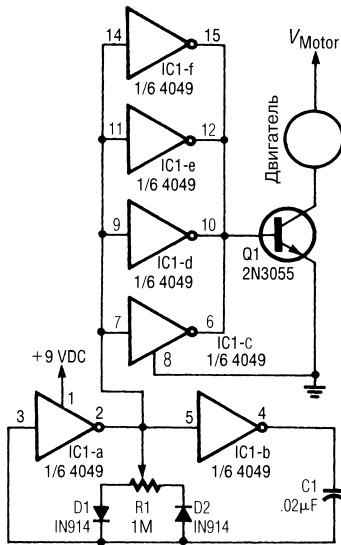
Мостовой выпрямитель (рис. 57.7) формирует пульсирующий сигнал, подающийся на обмотку двигателя, а тиристор используется в качестве переключателя, управляемого фазой. Схема обеспечивает плавное изменение параметров вращения двигателя при небольших скоростях.



McGraw-Hill

Рис. 57.7

НИЗОВОЛЬТНЫЙ КОНТРОЛЛЕР СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ

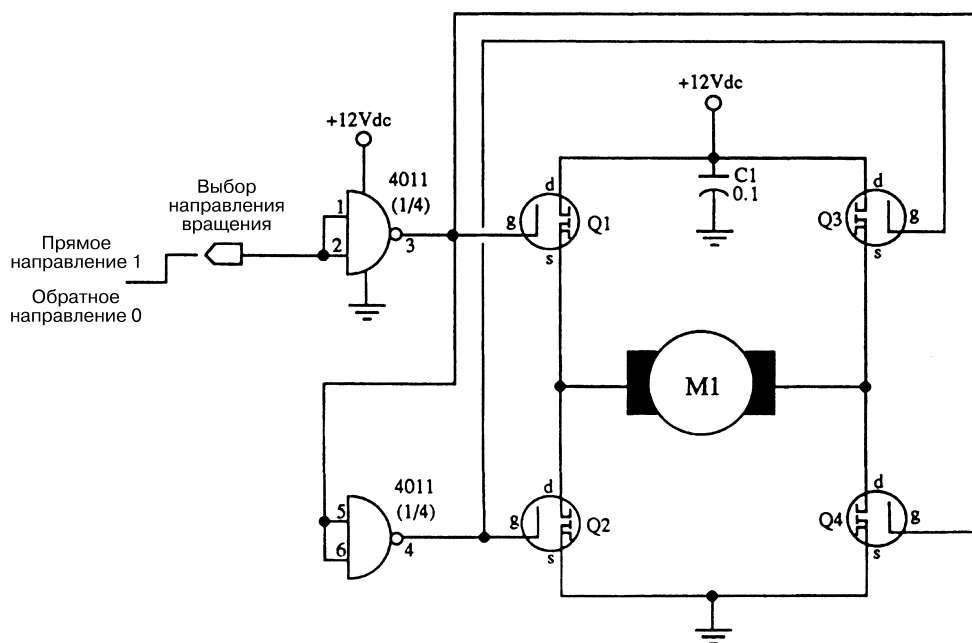


Electronics Now

Рис. 57.8

Схема (рис. 57.8) регулирует продолжительность рабочего цикла, а не амплитуды сигнала напряжения. Два диода управляют положительной и отрицательной полуволнами сигнала напряжения в течение всего цикла заряда конденсатора.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАДАНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ II



McGraw-Hill

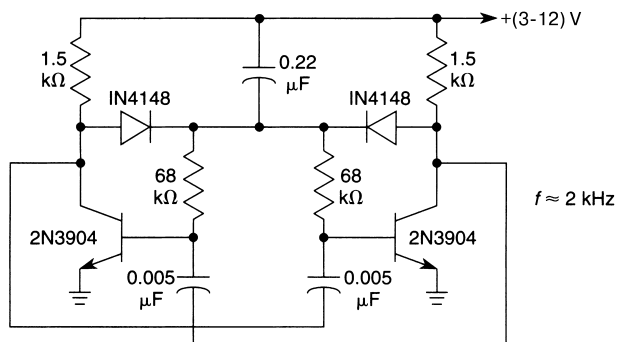
Рис. 57.9

На схеме (рис. 57.9) в качестве двигателя М1 может использоваться любой малогабаритный бытовой двигатель постоянного тока. Элементы Q1 – Q4 – мощные МОП транзисторы, например IRF-511 или аналогичные.

ГЛАВА 58

СХЕМЫ МУЛЬТИВИБРАТОРОВ

АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ МУЛЬТИВИБРАТОР СО СХемой ЗАПУСКА



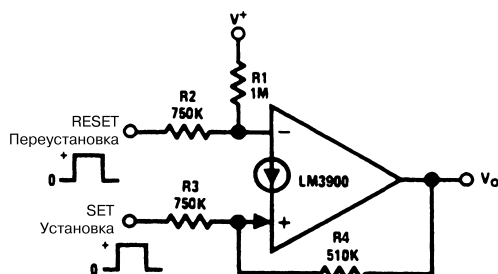
William Sheets

Рис. 58.1

В схеме (рис. 58.1) запуск мультивибратора осуществляется с помощью медленно нарастающего сигнала напряжения питания.

МУЛЬТИВИБРАТОР С ДВУМЯ УСТОЙЧИВЫМИ СОСТОЯНИЯМИ

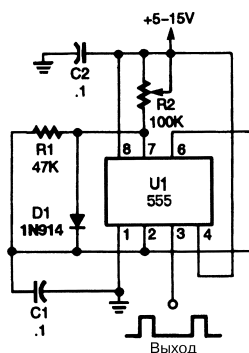
В схеме мультивибратора (рис. 58.2) резистор R4 используется при организации цепи положительной обратной связи, служащей для запоминания состояния. Импульс положительной полярности, поступающий на вход SET, изменяет уровень выходного сигнала на высокий, а импульс положительной полярности RESET – на низкий (0 В).



National Semiconductor

Рис. 58.2

АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ МУЛЬТИВИБРАТОР I



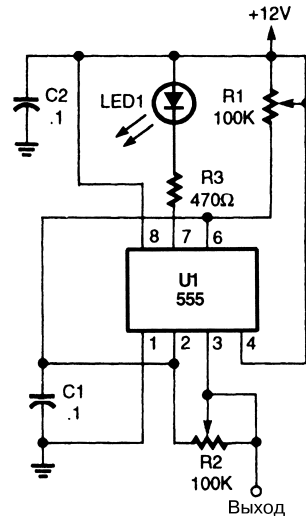
Popular Electronics

Рис. 58.3

В момент подачи напряжения питания на автоколебательный мультивибратор на микросхеме 555 (рис. 58.3) времязадающий конденсатор $C1$ полностью разряжен. При этом уровень выходного сигнала микросхемы (вывод 3) поддерживается высоким. После заряда конденсатора до напряжения, соответствующего $2/3$ напряжения питания, уровень выходного сигнала микросхемы изменяется на низкий, а транзистор цепи разряда переходит в проводящее состояние, обеспечивая передачу электрического заряда с конденсатора $C1$.

АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ МУЛЬТИВИБРАТОР С ПЕРЕСТРОЙКОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ИМПУЛЬСА

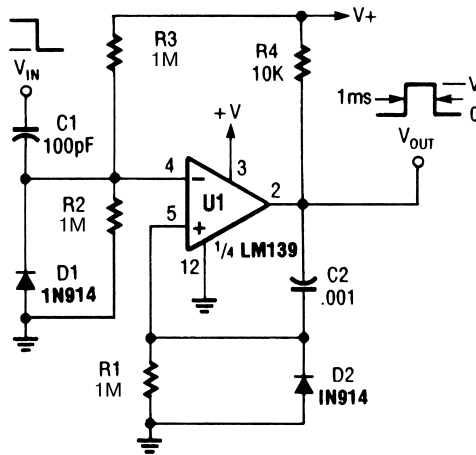
Схема мультивибратора (рис. 58.4) формирует импульсы положительной полярности с перестраиваемой длительностью, а также обеспечивает их симметричность, используя потенциометры $R1$ и $R2$ соответственно.



Popular Electronics

Рис. 58.4

ЖДУЩИЙ МУЛЬТИВИБРАТОР

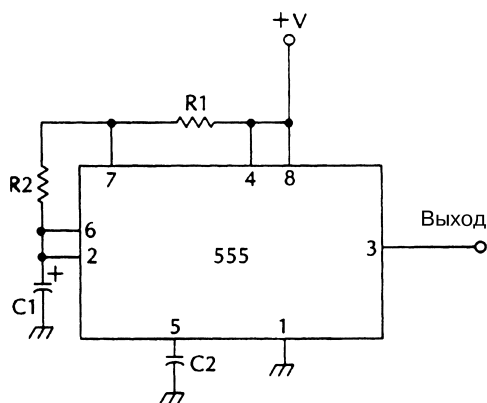


Popular Electronics

Рис. 58.5

В схеме (рис. 58.5) для построения мультивибратора используется микросхема LM139.

АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ МУЛЬТИВИБРАТОР НА МИКРОСХЕМЕ 555



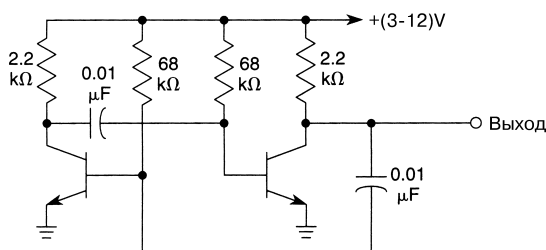
McGraw-Hill

Рис. 58.6

Для схемы, показанной на рис. 58.6, выполняется следующее соотношение:

$$F = 1,44 (R1 + 2R2) C1.$$

АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ МУЛЬТИВИБРАТОР II



William Sheets

Рис. 58.7

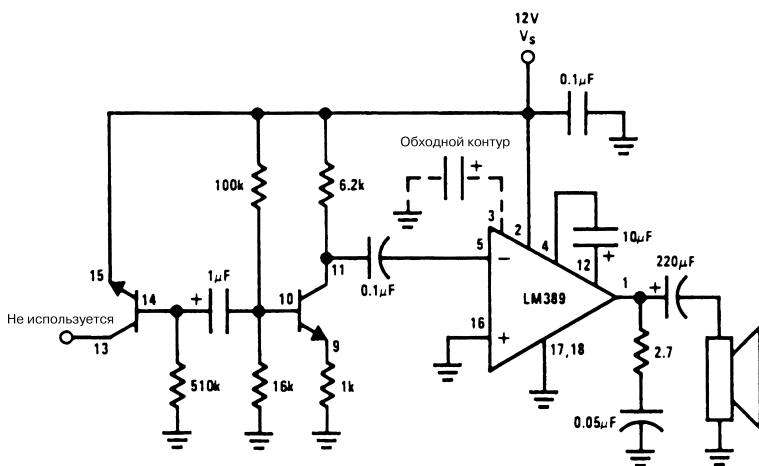
Примечание. В схеме использованы транзисторы 2N3904.

В схеме (рис. 58.7) запуск мультивибратора осуществляется при медленном увеличении напряжения питания.

ГЛАВА 59

СХЕМЫ ГЕНЕРАЦИИ И ПОДАВЛЕНИЯ ШУМА

ГЕНЕРАТОР ШУМА



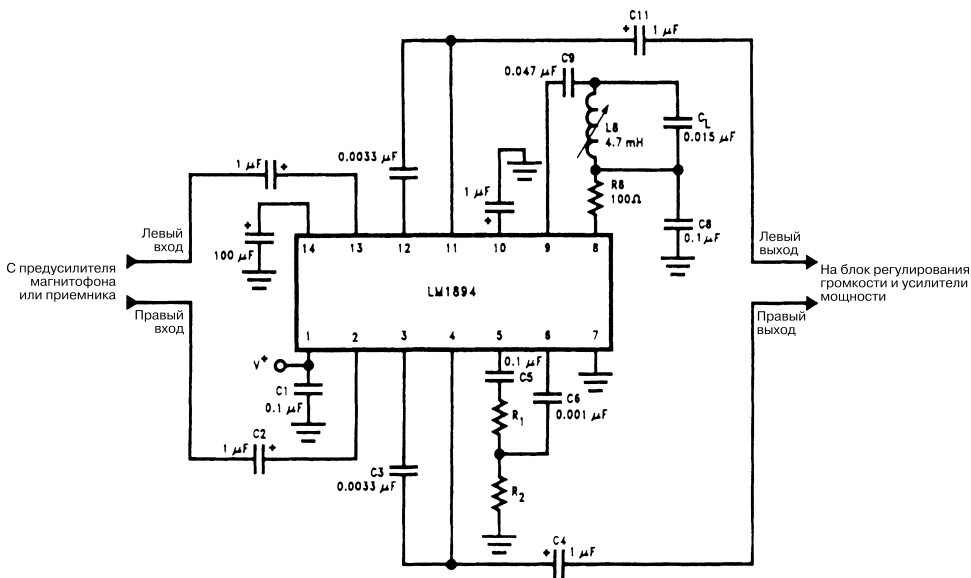
National Semiconductor

Рис. 59.1

Генератор шума (рис. 59.1) построен на основе стабилизатора. Показанные на схеме транзисторы являются элементами микросхемы LM389.

ШУМОПОДАВИТЕЛЬ DOLBY

Схема (рис. 59.2) с успехом используется для подавления шумов в автомобильных и переносных магнитолах.

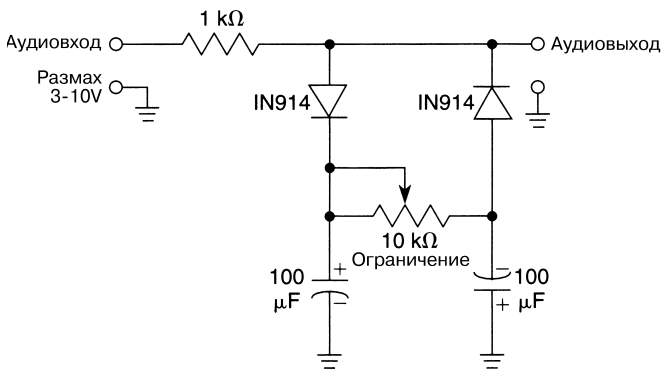


National Semiconductor

Рис. 59.2

Примечание. Величина суммарного сопротивления резисторов R_1 и R_2 составляет 1 кОм .

ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ОГРАНИЧИТЕЛЬ ШУМА



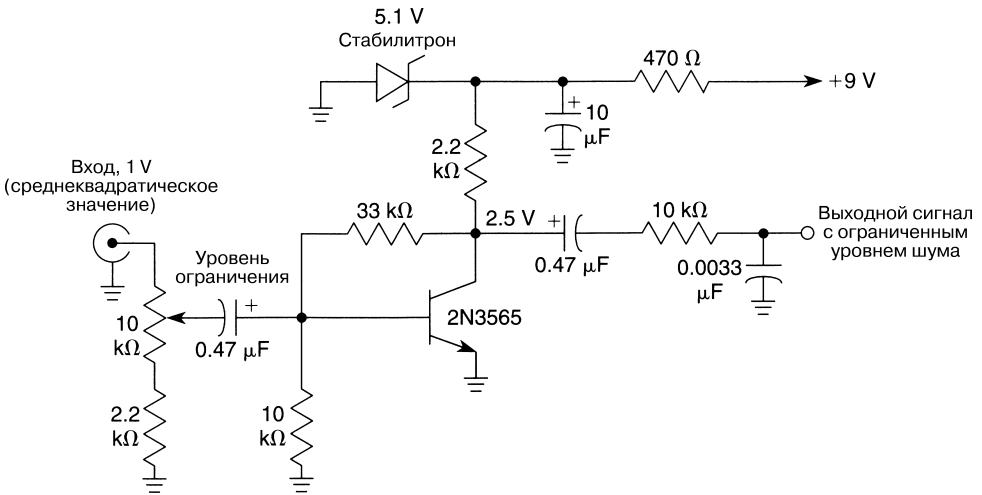
William Sheets

Рис. 59.3

В схеме (рис. 59.3) применяются два диода, использованные в качестве амплитудного ограничителя. Конденсатор заряжается до уровня постоянного напряжения,

определяемого удвоенной амплитудой аудиосигнала и характером настройки схемы. Импульс или выброс положительной или отрицательной полярности будет ограничиваться в том случае, если он превышает упомянутый уровень напряжения плюс падение напряжения на диоде. Наилучшие результаты можно получить при уровне напряжения, составляющем несколько вольт.

ПРОСТОЙ ОГРАНИЧИТЕЛЬ ШУМА



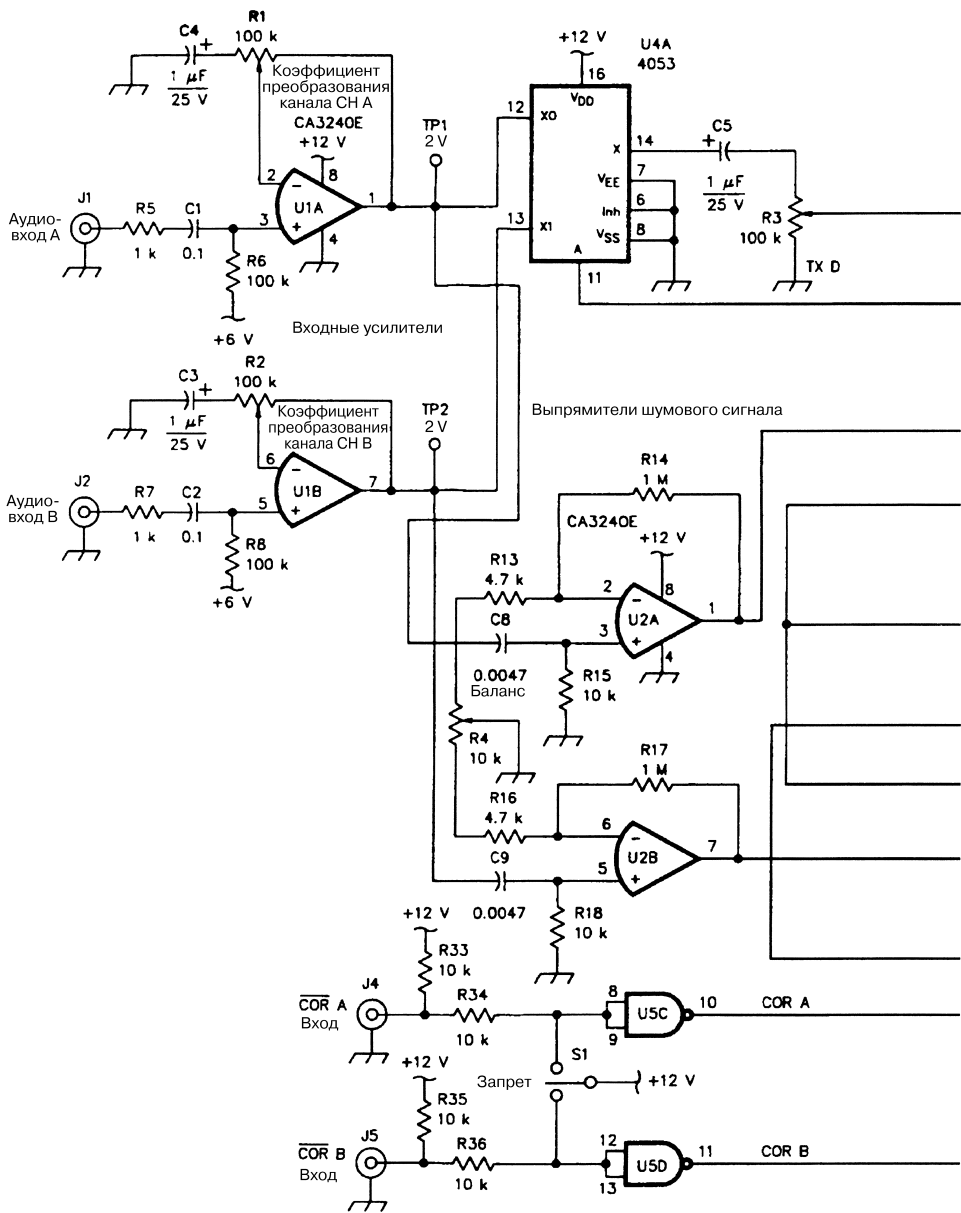
William Sheets

Рис. 59.4

В схеме (рис. 59.4) используется симметричное ограничение, при этом на транзисторе обеспечивается уровень напряжения смещения (в направлении точки Q), соответствующий половине напряжения питания; в дальнейшем транзистор последовательно переводится в режимы насыщения и отсечки. На вход схемы подается сигнал со среднеквадратическим значением от 1 до 2 В, а на выходе, соединенном с высокоомной нагрузкой, формируется сигнал с размахом порядка 4 В.

СЕЛЕКТОР АУДИОКАНАЛОВ С КОНТРОЛЕМ ШУМА

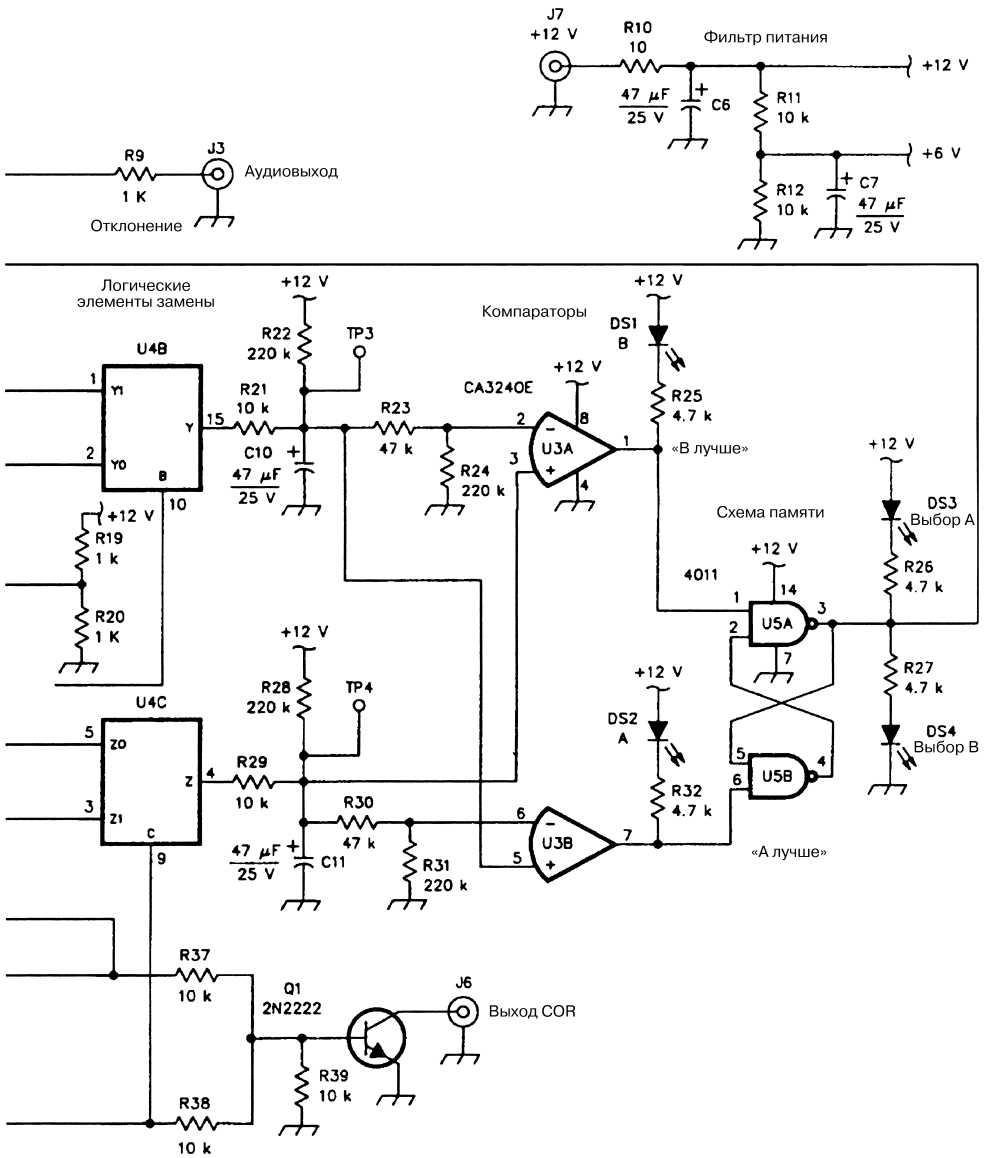
Назначение представленного устройства (рис. 59.5) состоит в выборе одного из выходных сигналов двух приемников, настроенных на одну и ту же частоту канала, по критерию лучшего отношения сигнал/шум. Схема сравнивает два сигнала шума на выходах приемников и определяет приемник, у которого уровень шума в аудиоканале меньше.



QST

Рис. 59.5 (1 из 2)

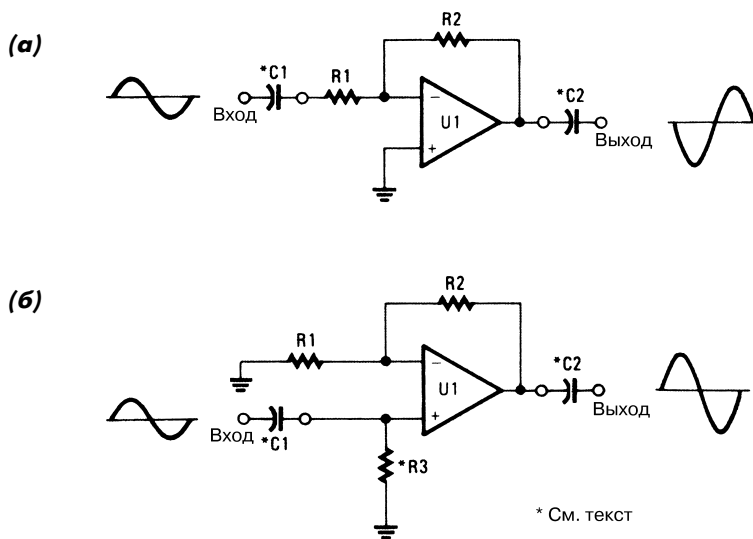
Примечание. Отсутствующие на схеме выводы микросхем не используются для подключения.



ГЛАВА 60

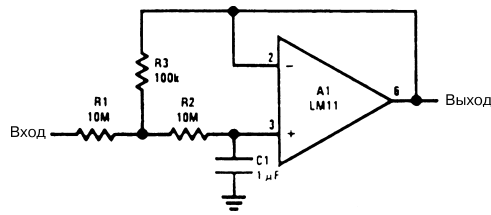
СХЕМЫ НА ОСНОВЕ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

ТИПОВЫЕ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ



В показанных конфигурациях включения операционных усилителей, представленных инвертирующей (рис. 60.1а) и неинвертирующей (рис. 60.1б) схемами, необходимость подключения резистора R3 возникает лишь в том случае, если в неинвертирующем усилителе использован конденсатор C1.

ОПЕРАЦИОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ С БОЛЬШОЙ ПОСТОЯННОЙ ВРЕМЕНИ



National Semiconductor

Рис. 60.2

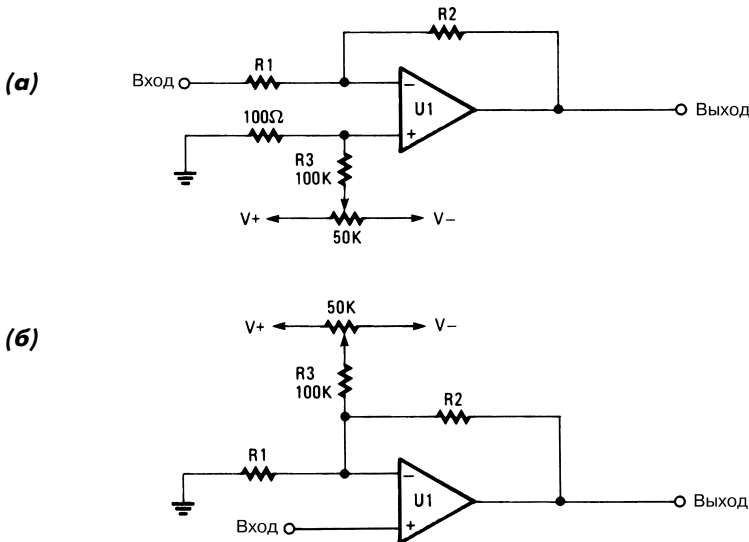
Примечание.

$$\tau = \frac{R1C}{R3} (R2 + R3),$$

$$\Delta U_{OUT} = \frac{R1 + R3}{R3} (I_B R2 + U_{OS}).$$

Постоянная времени схемы (рис. 60.2) достигается путем умножения постоянной времени, задаваемой RC-цепочкой, на 1000. Кроме того, схема обеспечивает небольшую величину выходного импеданса. Стоимость показанного усилителя невысока, поскольку он состоит из широко распространенных элементов.

ОПЕРАЦИОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ СО СМЕЩЕННЫМ НУЛЕМ

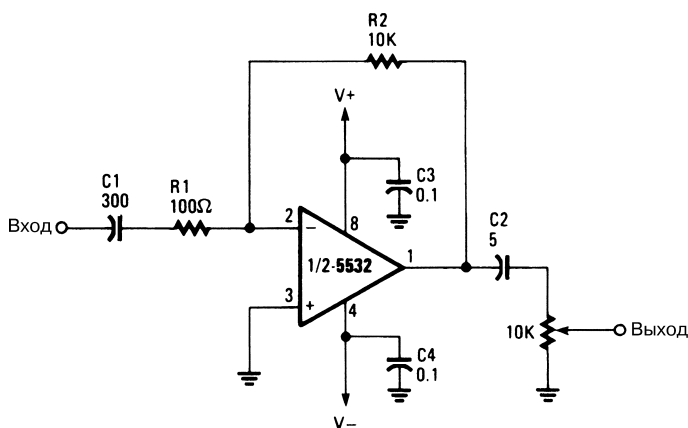


Radio-Electronics

Рис. 60.3

Проблемы, связанные со смещением уровня, возникают в целом ряде устройств с операционными усилителями вне зависимости от их конфигурации – с инвертированием сигнала (рис. 60.3а) или без инвертирования (рис. 60.3б). В схемах используются специальные потенциометры для смещения нулевого уровня, что позволяет правильно задавать нуль выходного сигнала. Однако эффективность подобных схем неодинакова в различных условиях работы.

ТИПОВАЯ СХЕМА АУДИОУСИЛИТЕЛЯ НА ОУ



Radio-Electronics

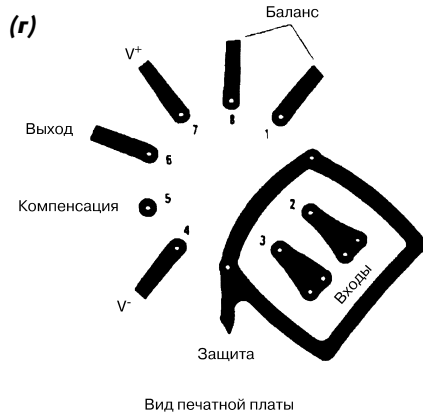
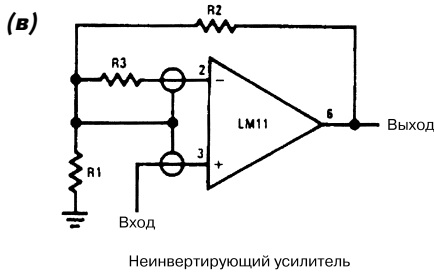
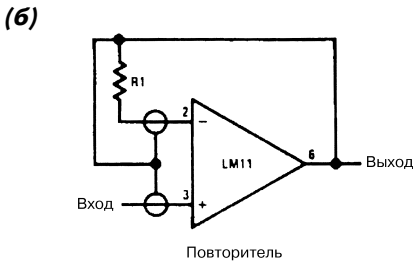
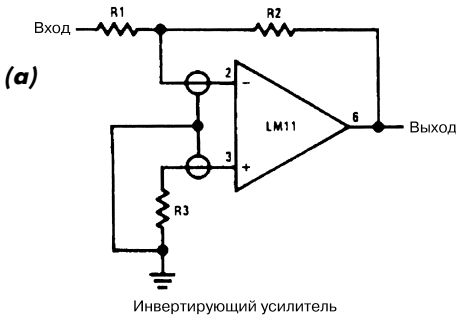
Рис. 60.4

В схеме (рис. 60.4) может использоваться практически любой операционный усилитель.

ЗАЩИТНОЕ УСТРОЙСТВО ВХОДНЫХ КАСКАДОВ ОУ С БОЛЬШИМ ИМПЕДАНСОМ

Защита входных каскадов производится при различном характере их подключения. Защитное устройство (рис. 60.5) должно подсоединяться к точке, имеющей точно такой же потенциал, как и входы, и иметь относительно небольшой импеданс, чтобы обеспечить отвод токов утечки печатной платы без дополнительного смещения.

При защите входных каскадов удается заметно снизить уровень поверхностных утечек. В данном случае защиту требуется обеспечить с обеих сторон платы. Характер ослабления объемных утечек оказывается несколько меньшим и определяется шириной кольца защитного устройства.



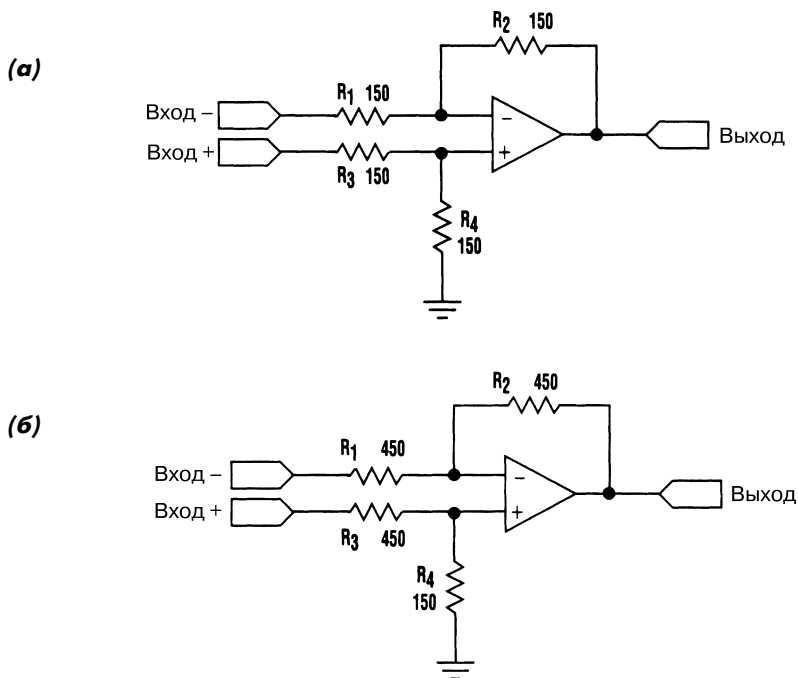
National Semiconductor

Рис. 60.5

СХЕМЫ БАЛАНСНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ НА ОУ

На рис. 60.6а показана типовая схема согласующего устройства, выполненного на операционном усилителе и применяемого в конфигурациях с низкоомным источником сигнала. Ее также несложно использовать и с высокоомным источником сигнала, поскольку величину входного импеданса (относительно земляной шины) легко изменить.

В модифицированной схеме включения операционного усилителя (рис. 60.6б) несколько видоизменяется характер соотношений, служащих для расчета сопротивлений резисторов. Здесь за счет внутренних элементов операционного усилителя импеданс выравнивается для обоих входов.



Electronic Design

Рис. 60.6

Примечание.

Для верхней схемы коэффициент усиления равен A , $R_1 = R_3 =$ типовое значение (при увеличении более чем в 10 раз импеданса источника сигнала), $R_2 = R_4 = AR_1$.
 Для нижней схемы коэффициент усиления равен A , требуемый входной импеданс равен Z ,

$$R_1 = 0,5Z \left(A / (A + 1) + 1 \right),$$

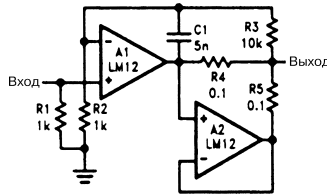
$$R_2 = AR_1,$$

$$R_4 = 0,5ZA / (A + 1),$$

$$R_3 = 0,5Z - R_4.$$

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

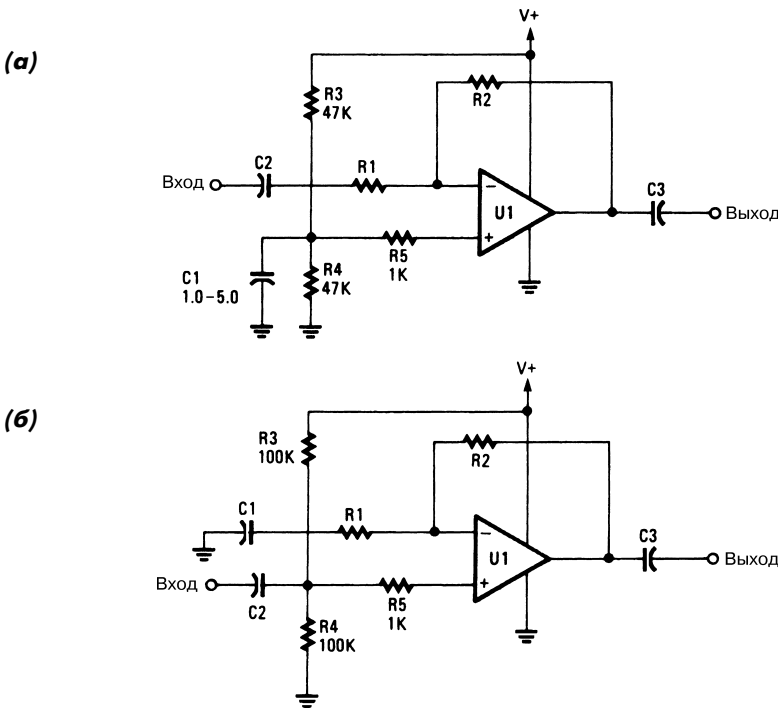
Два ОУ (рис. 60.7), усиливающих сигнал, соединены параллельно друг другу, образуя структуру типа управляющее/управляемое устройство. В такой конфигурации наблюдается заметное ухудшение частотной характеристики в области высоких частот.



National Semiconductor

Рис. 60.7

ОУ С ОДНОПОЛЯРНЫМ ПИТАНИЕМ

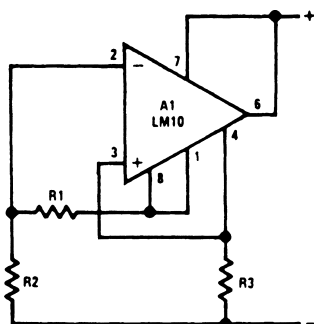


Radio-Electronics

Рис. 60.8

Обычно операционные усилители питаются от двухполярного источника, однако могут применяться и с однополярным. В схемах, показанных на рис. 60.8, напряжение $U+$ должно быть не меньше двух минимально допустимых значений напряжения питания ОУ. Так, например, при использовании однополярного источника питания 12 В операционный усилитель должен нормально функционировать при напряжениях питания ± 6 В.

РЕГУЛЯТОР ТОКА НА ОУ



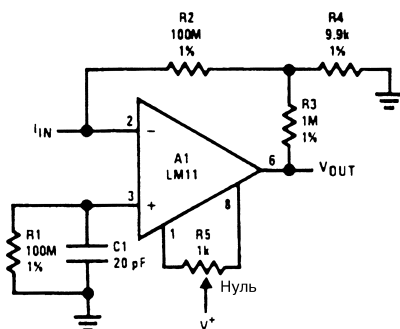
National Semiconductor

Рис. 60.9

Величина выходного тока схемы зависит от сопротивлений используемых резисторов и определяется формулой

$$I_{\text{OUT}} = \frac{(R2 + R3) U_{\text{REF}}}{R1 R3}.$$

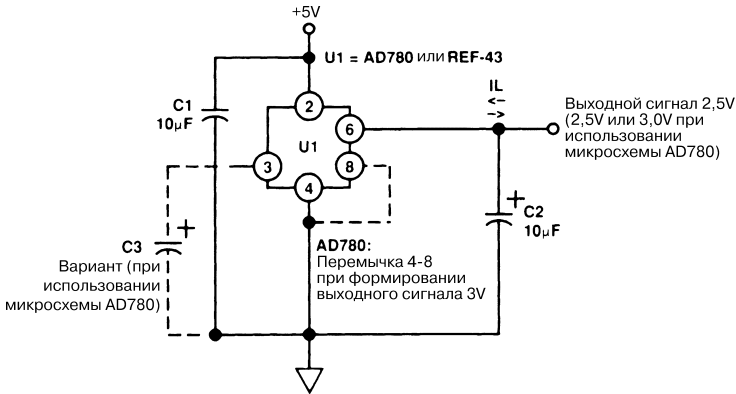
РЕЗИСТИВНЫЙ УМНОЖИТЕЛЬ НА ОУ



National Semiconductor

Рис. 60.10

В схеме (рис. 60.10) эквивалентное сопротивление цепи обратной связи равно 10 ГОм при работе с обычными резисторами. Несмотря на тот факт, что исходное значение напряжения смещения здесь также умножается на 100, результирующая величина оказывается относительно небольшой, поскольку она в основном определяется входным током смещения. Напряжение в узле суммирования обычно не превышает 5 мВ.

ИМИТАТОР ЗАЕМЛЕНИЯ

Analog Devices

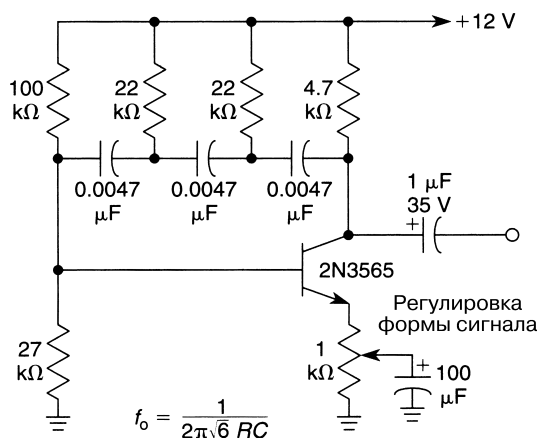
Рис. 60.11

В схемах с операционными усилителями часто требуется так называемая псевдошина, призванная имитировать «землю». Для этого может использоваться формируемое микросхемой опорное напряжение. В схеме, показанной на рис. 60.11, для этих целей служит микросхема AD780 фирмы Analog Devices, работающая как в режиме генерации, так и в режиме потребления тока.

ГЛАВА 61

ГЕНЕРАТОРЫ АУДИОСИГНАЛОВ

ГЕНЕРАТОР С ФАЗОВЫМ СДВИГОМ СИГНАЛА НА ТРАНЗИСТОРЕ



William Sheets

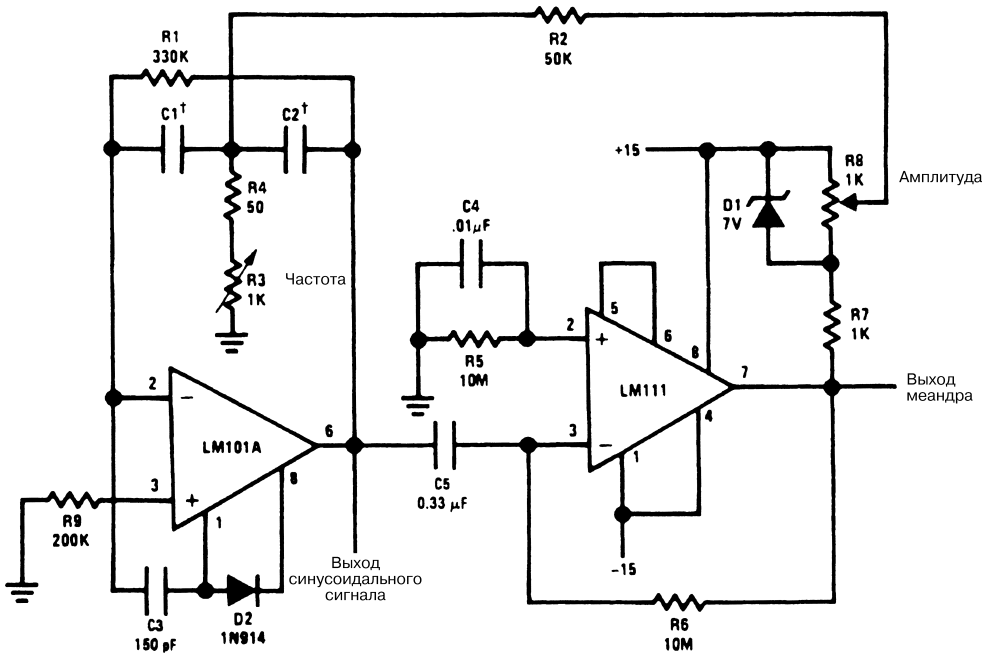
Рис. 61.1

Примечание. Приведенные номиналы элементов соответствуют генерации на частоте около 630 Гц.

В схеме (рис. 61.1) предусматривается применение одного транзистора, который выполняет функцию активного элемента в RC-генераторе, обеспечивающем фазовый сдвиг сигнала.

ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ГЕНЕРАТОР

Схема генератора (рис. 61.2) формирует выходной сигнал синусоидальной и прямоугольной формы (меандр) частотой 20 Гц – 20 кГц. Частота перестраивается регулировкой одного резистора (в отличие от схем на основе моста Вина, где для



National Semiconductor

Рис. 61.2

Примечание.

† $C1 = C2$.

Частота сигнала определяется из соотношения

$$F_0 \cong \frac{1}{2\pi C1 \sqrt{R1 R3}}$$

подстройки частоты требуется одновременно регулировать два элемента). Кроме того, в этой схеме в условиях колебания частоты удастся обеспечить относительно стабильную амплитуду выходного сигнала.

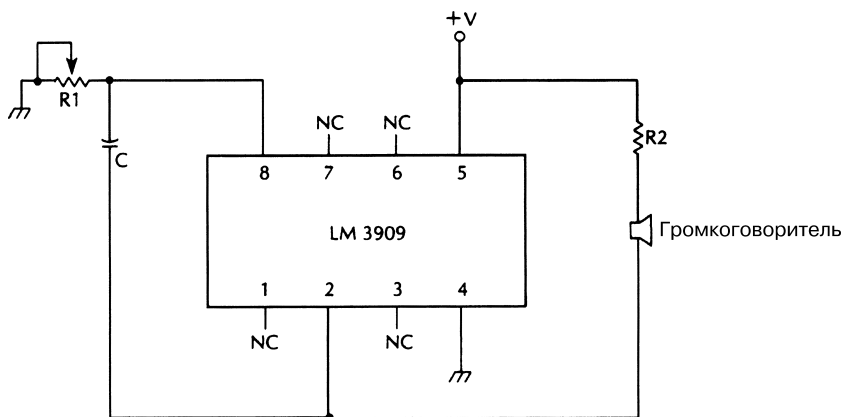
В качестве настраиваемого элемента в данном случае используется операционный усилитель, управляемый меандром, который вырабатывается компаратором напряжения. Частота задается элементами R1, R2, C1, C2 и R3, причем переменный резистор R3 используется собственно для целей подстройки (табл. 61.1). Настройка фильтра практически не влияет на его коэффициент преобразования или частотный диапазон, поэтому амплитуду формируемых сигналов при изменении частоты удастся сохранить неизменной. На компаратор подается выходной синусоидальный сигнал, и на его выходе появляется сигнал прямоугольного типа, который затем поступает на вход настраиваемой схемы и стимулирует режим генерации. Стабилитрон D1 обеспечивает стабилизацию амплитуды сигнала на входе фильтра. Схема запускается с помощью элементов R6 и C5, которые образуют цепочку отрицательной

обратной связи компаратора, обеспечивающую подачу на его вход сигнала постоянного уровня, что позволяет поддерживать активный режим работы устройства.

Таблица 61.1. Граничные частоты генерации для схемы рис. 61.1

Емкость конденсаторов $C1, C2$, мкФ	Минимальная частота, кГц	Максимальная частота, кГц
0,47	0,018	0,08
0,1	0,08	0,38
0,022	0,38	1,7
0,0047	1,7	8
0,002	4,4	20

ТИПОВОЙ ГЕНЕРАТОР ЗВУКОВОЙ ЧАСТОТЫ НА МИКРОСХЕМЕ LM3909



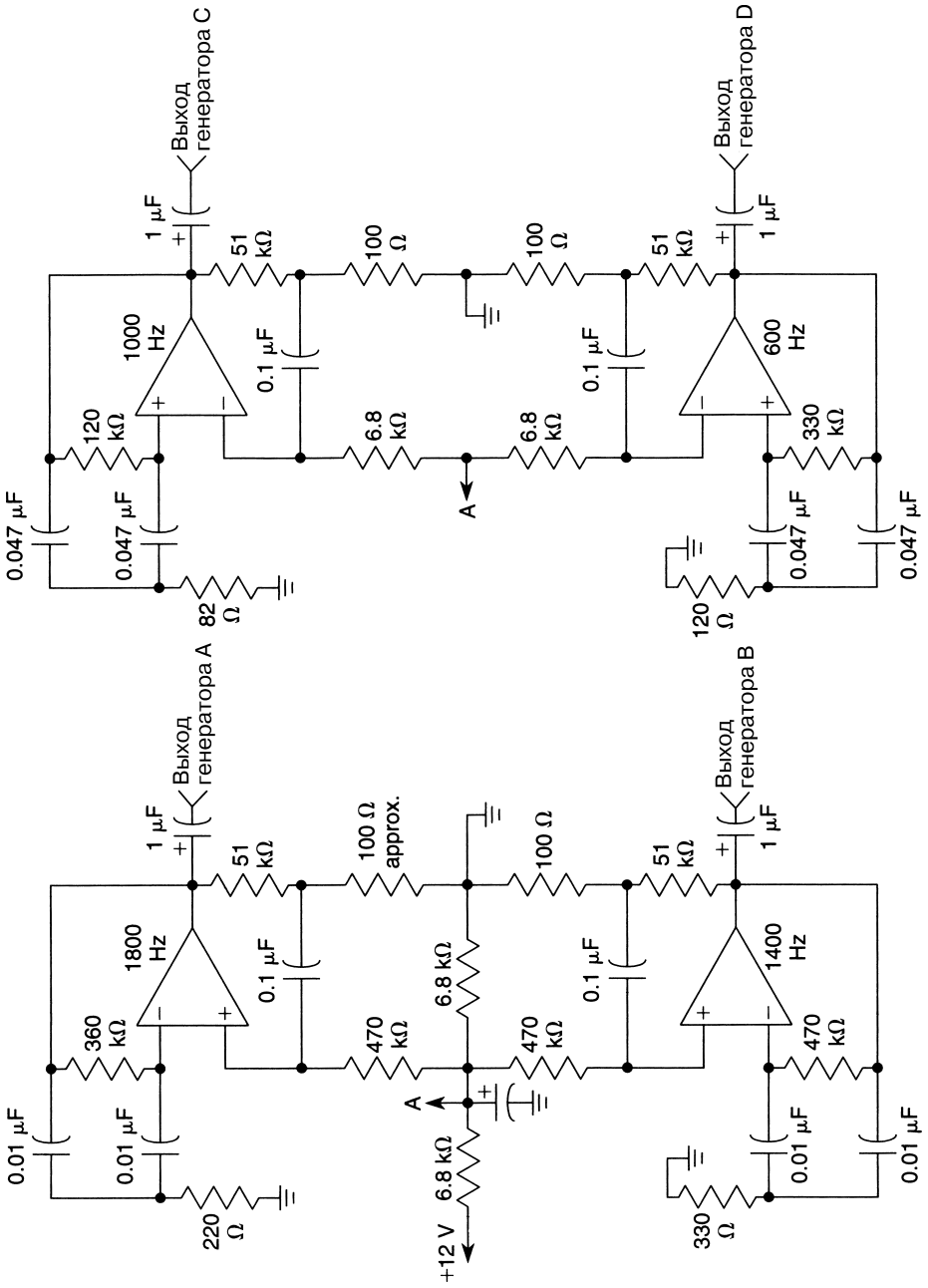
McGraw-Hill

Рис. 61.3

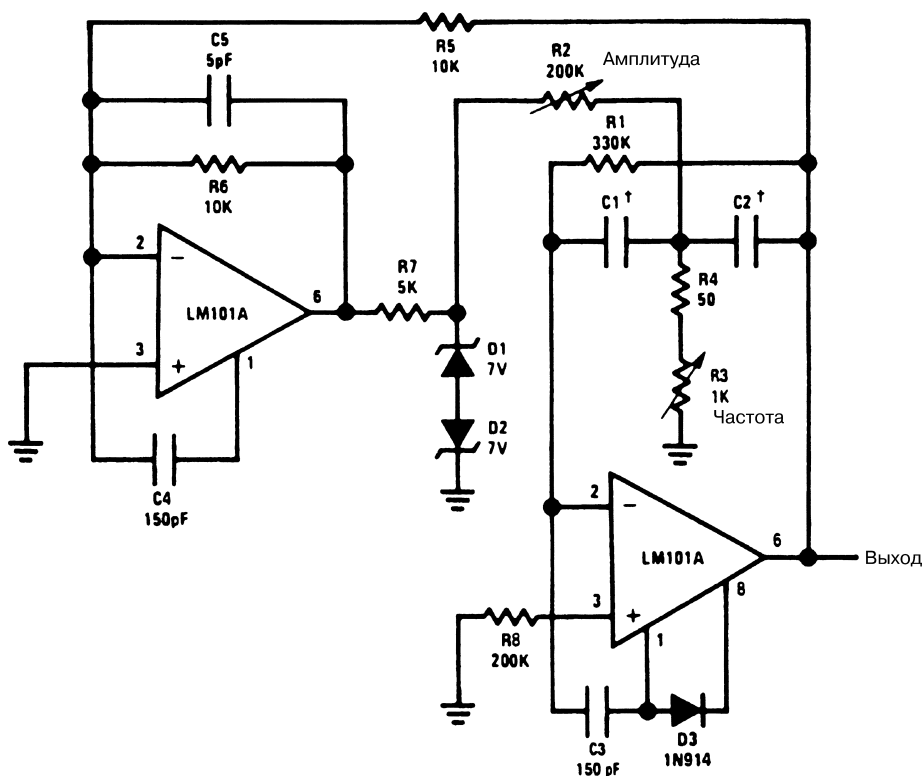
Микросхема LM3909 (рис. 61.3) используется для формирования аудиосигнала и обеспечивает возможность регулировки частоты с помощью внешнего потенциометра.

ЧЕТЫРЕХЧАСТОТНЫЙ ЗВУКОВОЙ ГЕНЕРАТОР

Генератор четырех тональных сигналов (рис. 61.4) удобен в качестве источника звука при проверке правильности настройки аудиосхем. Здесь использованы микросхемы TL084 или аналогичные с напряжением питания 12 В.



ГЕНЕРАТОР С НИЗКИМ УРОВНЕМ ИСКАЖЕНИЙ



National Semiconductor

Рис. 61.5

Примечание.

↑ $C1 = C2$. $R3$ – подстройка частоты. $R2$ – регулировка амплитуды.

Частота генерации определяется из соотношения

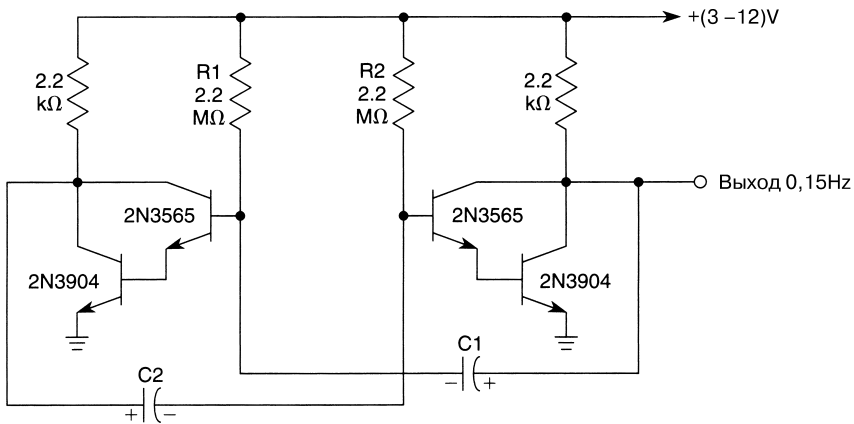
$$F_0 \cong \frac{1}{2\pi C1 \sqrt{R1 R3}}$$

Схема генератора (рис. 61.5) формирует выходной сигнал синусоидальной формы частотой 20 Гц – 20 кГц (табл. 61.2). Частота перестраивается регулировкой одного резистора. Кроме того, в этой схеме при изменении частоты удается обеспечить относительно стабильную амплитуду выходного сигнала.

Таблица 61.2. Граничные частоты генерации схемы рис. 61.5

Емкость конденсаторов C1, C2, мкФ	Минимальная частота, кГц	Максимальная частота, кГц
0,47	0,018	0,08
0,1	0,08	0,38
0,022	0,38	1,7
0,0047	1,7	8
0,002	4,4	20

НИЗКОЧАСТОТНЫЙ АВТОГЕНЕРАТОР



William Sheets

Рис. 61.6

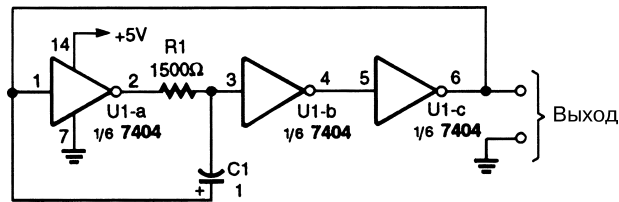
Примечание. В схеме используются танталовые конденсаторы C1 и C2 емкостью 2,2 мкФ. Период колебаний рассчитывается из соотношения

$$T = 0,7 (R1C1 + R2C2).$$

В схеме (рис. 61.6) применяется транзистор с большим коэффициентом усиления и низким уровнем тока (например, 2N3565) в транзисторной паре Дарлингтона (2N3565 и 2N3904), что позволяет обеспечить большую величину входного импеданса.

ГЕНЕРАТОР ЗВУКОВОЙ ЧАСТОТЫ НА ЭЛЕМЕНТАХ ТТЛ

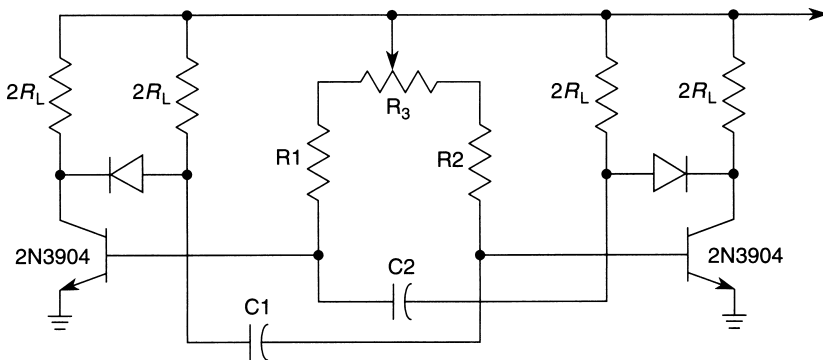
В схеме (рис. 61.7) задействована половина микросхемы 7404, при этом используемые элементы формируют тональный сигнал частотой порядка 1 кГц.



Popular Electronics

Рис. 61.7

АВТОГЕНЕРАТОР С РЕГУЛИРУЕМЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ЗАПОЛНЕНИЯ



William Sheets

Рис. 61.8

Примечание. $R_L = 2,2 \text{ кОм}$, $R_3 = 100 \text{ кОм}$, $R_1 = R_2 = 18 \text{ кОм}$, $C_1 = C_2 = 0,01 \text{ мкФ}$.

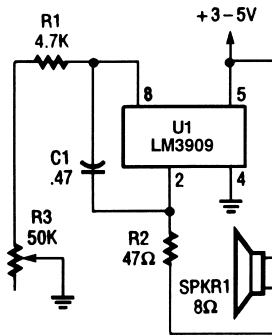
В схеме генератора (рис. 61.8) при выполнении условий $R_1 = R_2 = R_3$ и $C_1 = C_2 = C_3$ и установке потенциометра R_3 в положение $N\%$ (коэффициент заполнения) период колебаний равен:

$$T_{\text{TOTAL}} \approx 0,7[(R + NR_3)C + [R + (1 - N)R_3]C].$$

Для указанных условий данное соотношение приводится к виду:

$$T_{\text{TOTAL}} \approx 1,4[(R + R_3)C],$$

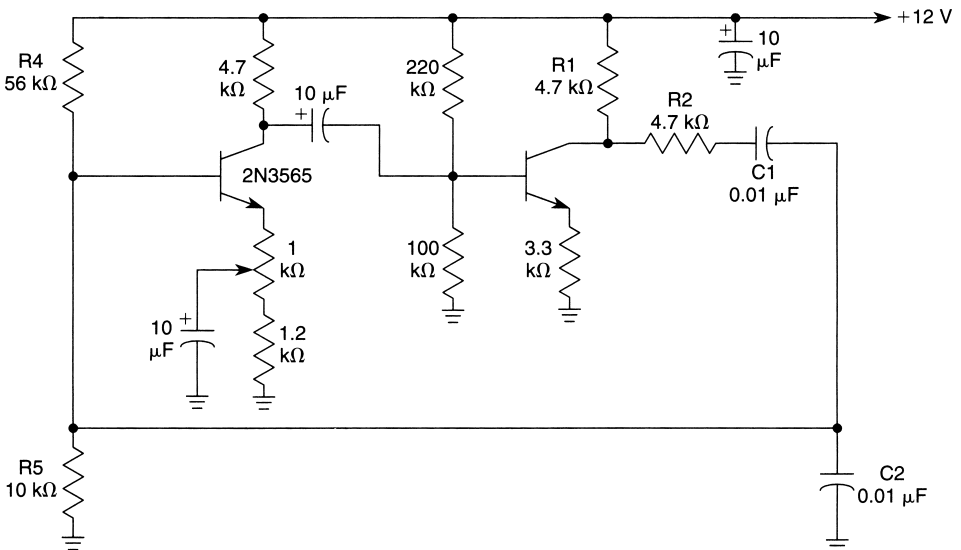
при этом коэффициент заполнения N может регулироваться без изменения частоты формируемого сигнала.

ПРОСТОЙ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ГЕНЕРАТОР

Popular Electronics

Рис. 61.9

В перестраиваемом генераторе аудиосигнала (рис. 61.9) выходной сигнал микросхемы U1 (вывод 2) через резистор R2 (ограничитель тока) подается на громкоговоритель сопротивлением 8 Ом.

ГЕНЕРАТОР С МОСТОМ ВИНА I

William Sheets

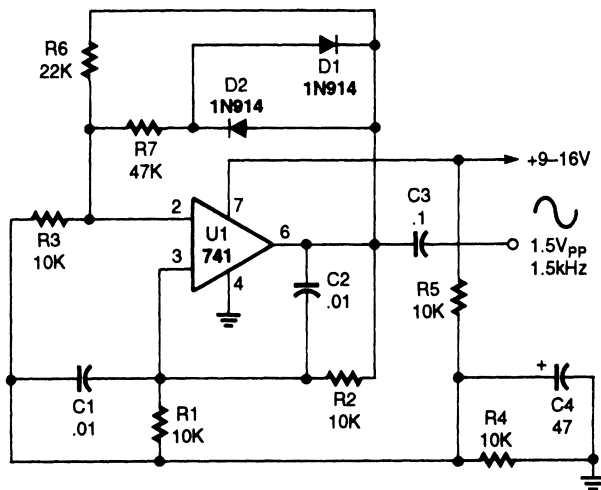
Рис. 61.10

Рабочая частота транзисторного генератора на основе моста Вина (рис. 61.10) определяется элементами $C = C1 = C2$ и $R = R1 + R2 = R4 \parallel R5$ и равна:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

Для приведенных на схеме номиналов элементов частота генерации составляет 1700 Гц.

ГЕНЕРАТОР С МОСТОМ ВИНА II



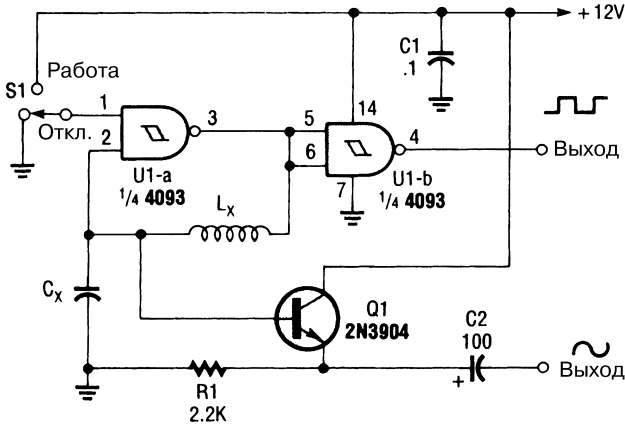
Popular Electronics

Рис. 61.11

Рабочая частота генератора на основе моста Вина (рис. 61.11) определяется элементами $C1, C2, R1$ и $R2$. Представленную схему нетрудно преобразовать в схему регулируемого генератора: достаточно вместо резисторов $R1$ и $R2$ использовать потенциометры с совмещенной линейной шкалой.

ГЕНЕРАТОР НА ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТАХ

В схеме (рис. 61.12) индуктивность и конденсатор являются компонентами LC-генератора и служат для задания частоты генерации (табл. 61.3).



Popular Electronics

Рис. 61.12

Таблица 61.3. Зависимость частоты генерации от параметров элементов схемы рис. 61.12

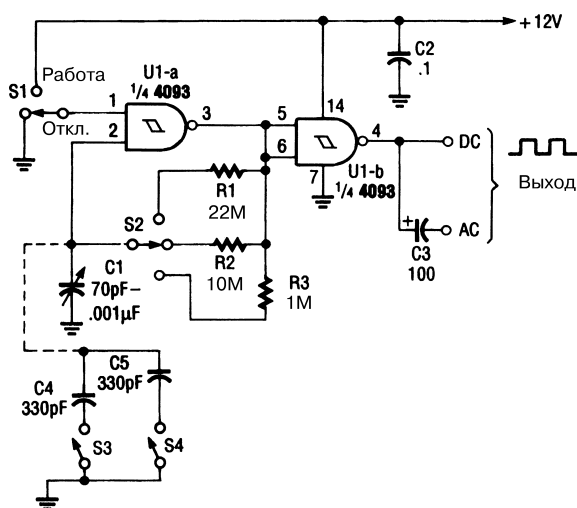
Емкость C_x мкФ	Индуктивность L_x мГн	Частота f_{out} кГц
0,018	50	9
0,018	2	14
0,047	5	5,5
1	1000	0,3
1	10000	0,1

ГЛАВА 62

СХЕМЫ

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ АВТОГЕНЕРАТОР I



Popular Electronics

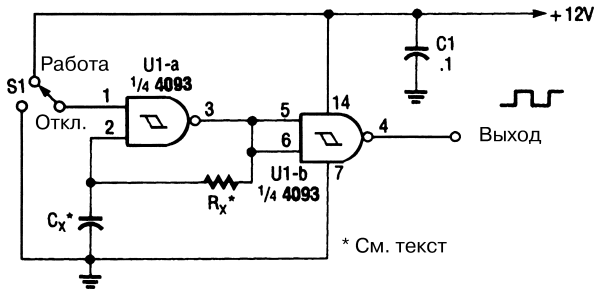
Рис. 62.1

В основе схемы генератора с перестраиваемой частотой (рис. 62.1) лежит переменный или трехэлементный конденсатор C1, часто применяемый в системах широкого вещания с амплитудной модуляцией и позаимствованный из старых радиоприемников. Все три элемента конденсатора должны подключаться параллельно. Выбор диапазона частот (табл. 62.1) производится переключателями S2 – S4.

Таблица 62.1. Диапазоны частот генерации схемы рис. 62.1

Сопrotивление R_x , МОм	Минимальная частота $f_{\text{МИН}}$, Гц	Максимальная частота $f_{\text{МАХ}}$, кГц	Емкость C_x
1	2800	45	70 пФ – 0,001 мкФ
10	300	5	70 пФ – 0,001 мкФ
22	130	2,5	70 пФ – 0,001 мкФ
1	2500	17	170 пФ – 0,0011 мкФ
10	270	1,85	170 пФ – 0,0011 мкФ
22	115	0,835	170 пФ – 0,0011 мкФ

АВТОГЕНЕРАТОР I



Popular Electronics

Рис. 62.2

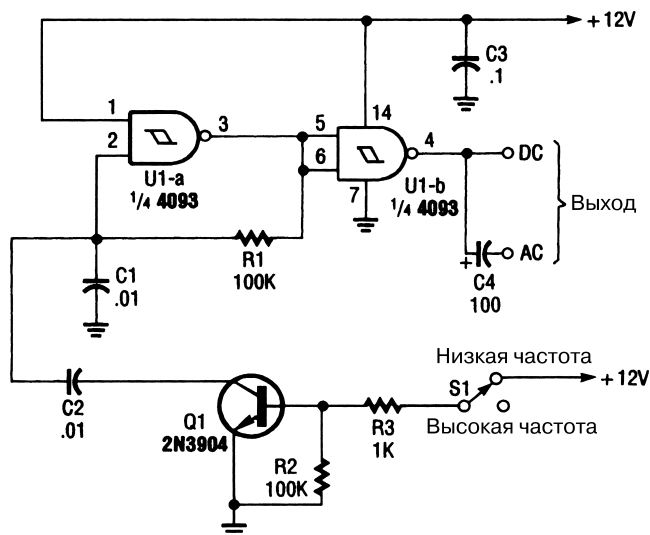
В схеме (рис. 62.2) два логических элемента микросхемы 4093 используются для построения простого нестабилизированного генератора прямоугольных сигналов. Величины номиналов для элементов R_x и C_x выбираются из табл. 62.2. Приведенные номиналы могут масштабироваться при формировании сигналов с другими частотами.

Таблица 62.2. Зависимость частоты генерации от номиналов элементов схемы рис. 62.2

Емкость C_x , мкФ	Сопrotивление R_x , МОм	Частота f_g , Гц
0,001	1	3000
0,1	1	30
1	10	0,03

АВТОГЕНЕРАТОР II

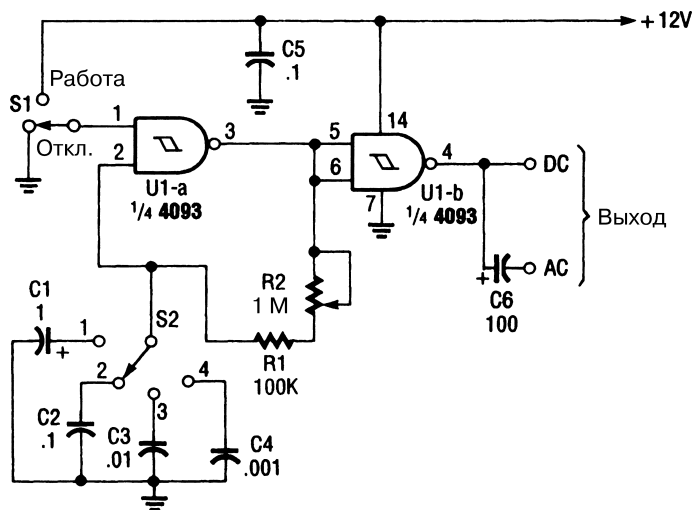
В схеме (рис. 62.3) применяется транзисторный ключ Q1/R2/R3, а изменение частоты генератора обеспечивается за счет колебания напряжения на базе транзистора.



Popular Electronics

Рис. 62.3

ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ АВТОГЕНЕРАТОР II



Popular Electronics

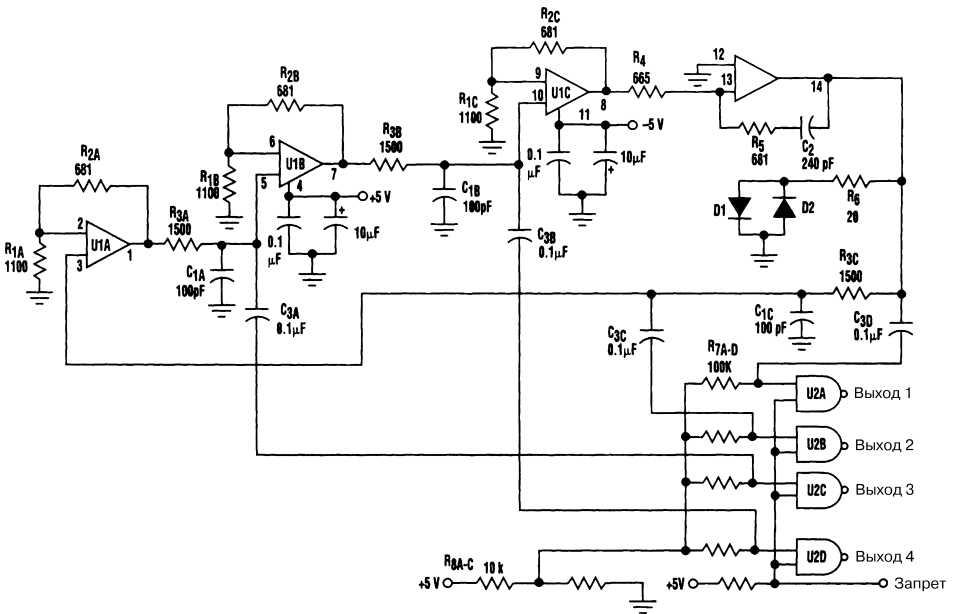
Рис. 62.4

В схеме (рис. 62.4) предусматривается лишь один потенциометр, а также коммутируемые конденсаторы, что позволяет покрывать частотный диапазон от 2 Гц до 30 кГц (табл. 62.3).

Таблица 62.3. Предельные частоты генерации схемы рис. 62.4

Положение S2	Диапазон частот
1	2–32 Гц
2	30–310 Гц
3	285–2850 Гц
4	2,75–30 кГц

ГЕНЕРАТОР С ЧЕТЫРЬМА ВЫХОДАМИ



Electronic Design

Рис. 62.5

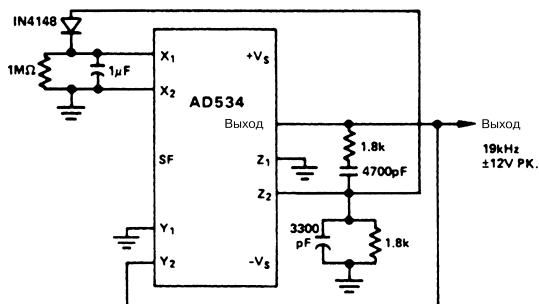
Примечание.

Все диоды типа 1N4148.

U1 – микросхема HA5025, U2 – микросхема CD74AC00.

В схеме (рис. 62.5) задействован высокочастотный четырехкаскадный усилитель на микросхеме HA5025 с обратной связью по току. Он используется в качестве четырехчастотного RC-генератора. При этом независимые усилители микросхемы HA5025 вырабатывают четыре гармонических сигнала. Для логических элементов И–НЕ (U2) задается определенный пороговый уровень – так, что при подаче сигнала на входы указанные элементы преобразуют гармонический сигнал в сигнал прямоугольной формы.

СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ ГЕНЕРАТОР НА ОСНОВЕ МОСТА ВИНА



Analog Devices

Рис. 62.6

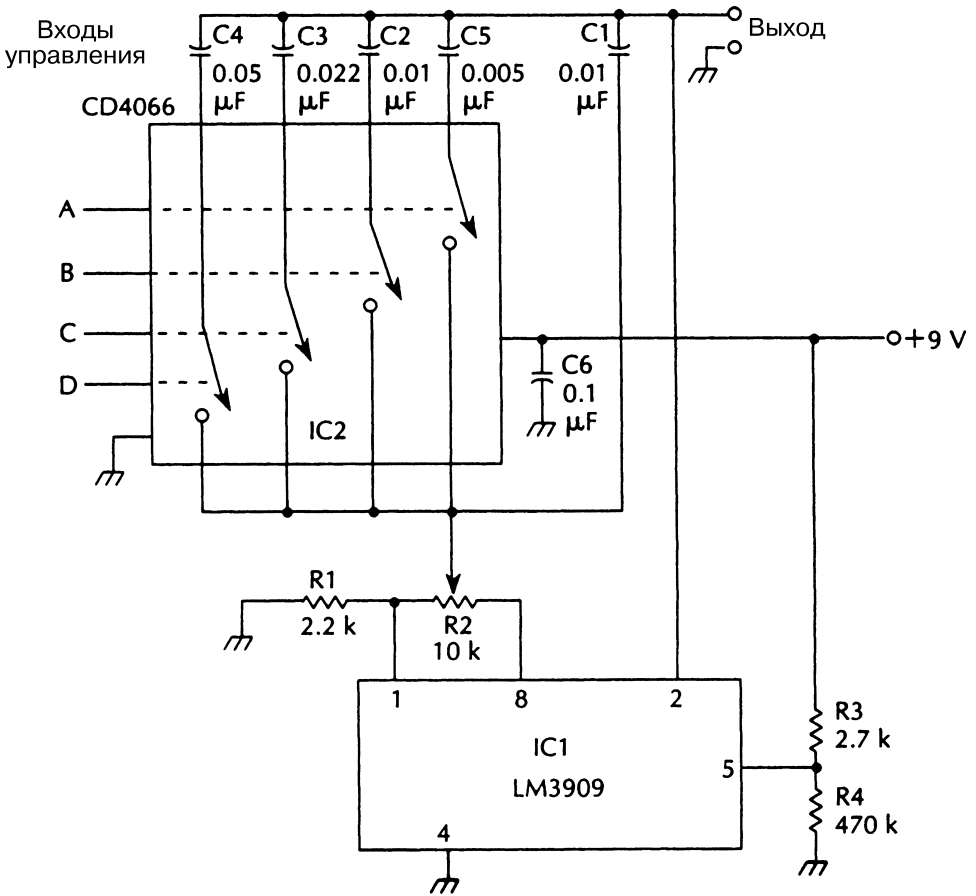
Микросхема AD534 (рис. 62.6) работает как усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и преобразует сигнал обратной связи, поступающий с ее выхода на вход Y через мостовую схему Вина. Амплитудный выпрямитель и фильтр подают необходимый сигнал на вход X микросхемы, что позволяет стабилизировать амплитуду формируемого сигнала (с пульсациями, не превышающими 0,2%). При запуске схемы сигнал на входе X остается небольшим (режим деления), обеспечивая большой коэффициент усиления и быстро устанавливая режим генерации. Данная схема не предусматривает применения активных внешних элементов и демонстрирует хорошие характеристики. Так, например, влияние изменений напряжения питания и температуры на амплитуду получаемых сигналов ограничивается на уровне соответственно 0,003 дБ/В и 0,005 дБ/°С.

ГЕНЕРАТОР ПРЯМОУГОЛЬНОГО СИГНАЛА С ЦИФРОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Генератор (рис. 62.7) вырабатывает прямоугольный сигнал, временные параметры которого задаются в цифровом виде. С помощью входов А, В, С и D микросхемы IC2 обеспечивается выбор необходимого значения емкости и, следовательно, частоты генератора. В табл. 62.4 приведен перечень элементов схемы генератора, а также их основные технические характеристики.

Таблица 62.4. Перечень элементов схемы рис. 62.7

Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
IC1	Микросхема LM3909, импульсный светодиодный индикатор и генератор
IC2	Микросхема CD4066, четыре двунаправленных ключа



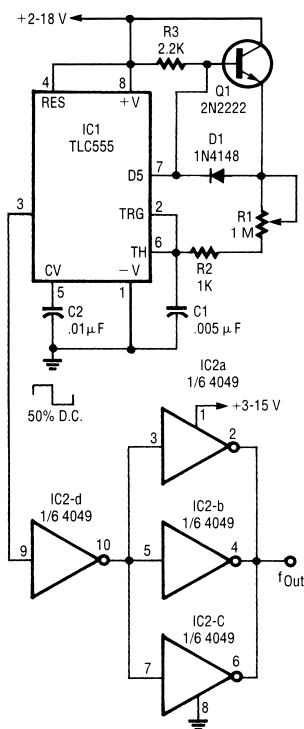
McGraw-Hill

Рис. 62.7

Таблица 62.4. Перечень элементов схемы рис. 62.7 (окончание)

Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
C1, C2	Конденсатор, 0,1 мкФ
C3	Конденсатор, 0,033 мкФ
C4	Конденсатор, 0,047 мкФ
C5, C6	Конденсатор, 0,1 мкФ
R1	Резистор, 2,2 кОм, 0,25 Вт, 5%
R2	Потенциометр, 10 кОм
R3	Резистор, 2,7 кОм, 0,25 Вт, 5%
R4	Резистор, 470 Ом, 0,25 Вт, 5%

ГЕНЕРАТОР МЕАНДРА НА МИКРОСХЕМЕ 555

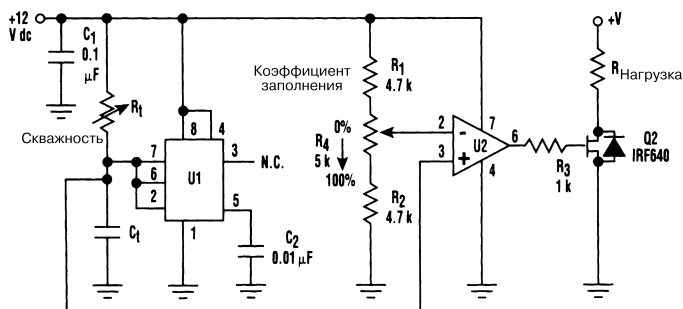


В схеме (рис. 62.8) для накопления электрического заряда используются внешние транзистор и диод, что позволяет поддерживать коэффициент заполнения сигнала равным 50%, а также обеспечить простой режим подстройки частоты. При заперении транзистора разряда микросхемы 555 внешний транзистор 2N2222 выполняет функцию эмиттерного повторителя. При отпирании транзистора разряда транзистор 2N2222, наоборот, запирается, а конденсатор C_1 разряжается через резисторы R_1 и R_2 . Диод 1N4148 служит для температурной компенсации схемы.

Electronic Now

Рис. 62.8

ГЕНЕРАТОР С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НА МИКРОСХЕМЕ 555



Electronic Design

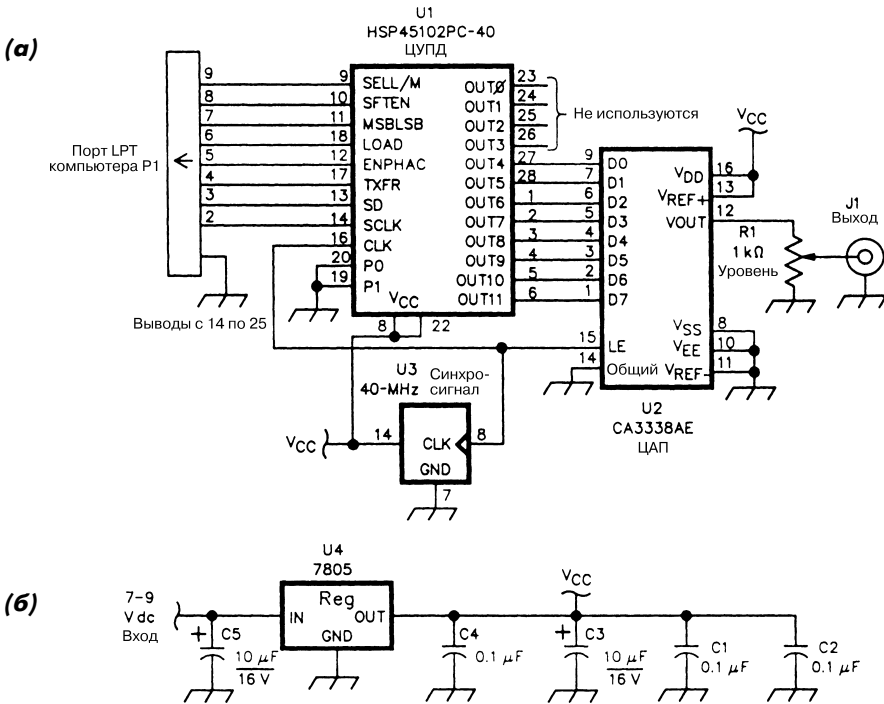
Рис. 62.9

Примечание.

Элементы R_i и C_i должны выбираться с учетом требуемого режима работы. U_1 – микросхема 555, U_2 – микросхема 741.

В схеме генератора (рис. 62.9) для независимого изменения периода следования и коэффициента заполнения (скважности) используется таймер (микросхема 555), формирующий пилообразный сигнал, который непрерывно сравнивается с перестраиваемым контрольным уровнем.

ЦИФРОВОЙ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ГЕНЕРАТОР

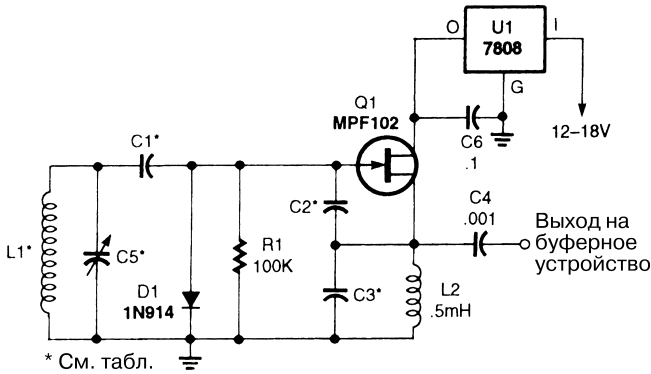


QST

Рис. 62.10

Примечание. Отсутствующие на схеме выводы микросхем для подключения не используются.

Микросхема U1, цифровое устройство передачи данных, формирует информационный поток, который в дальнейшем изменяется цифро-аналоговым преобразователем U2 в гармонический сигнал. Программируется микросхема U1 с помощью компьютера P1 (посредством порта LPT IBM PC). В схеме предусмотрен выходной модуль синхронизации (на основе ТТЛ логики) с тактовой частотой 40 МГц.



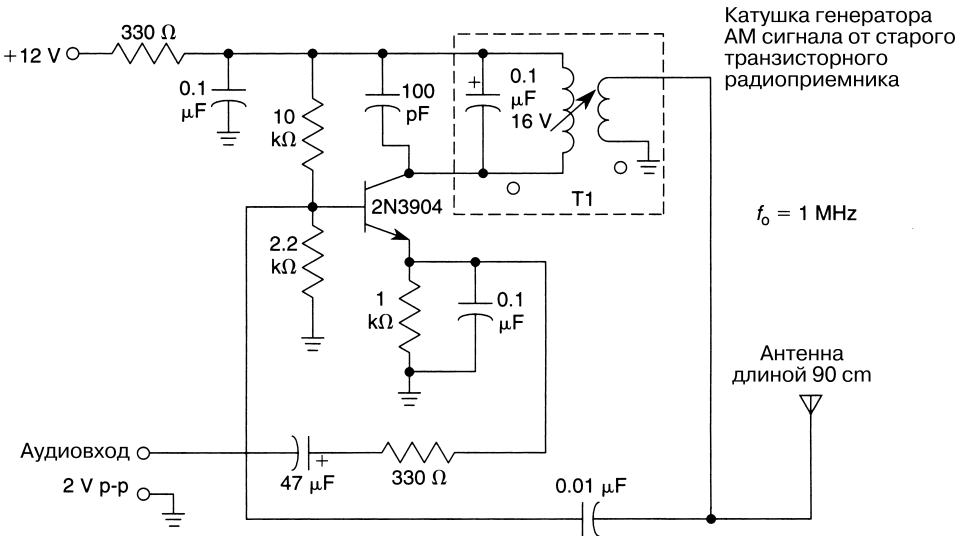
Popular Electronics

Рис. 63.2

Таблица 63.1. Зависимость частоты генератора от элементов схемы рис. 63.2

Частота f_0 , МГц	Индуктивность $L1$, число витков	Емкость конденсаторов $C2$ и $C3$, пФ	Емкость конденсатора $C1$, пФ	Емкость переменного конденсатора $C5$, пФ
2-6	36	680	150	100
5-8	25	470	100	100
7-14	20	470	100	50

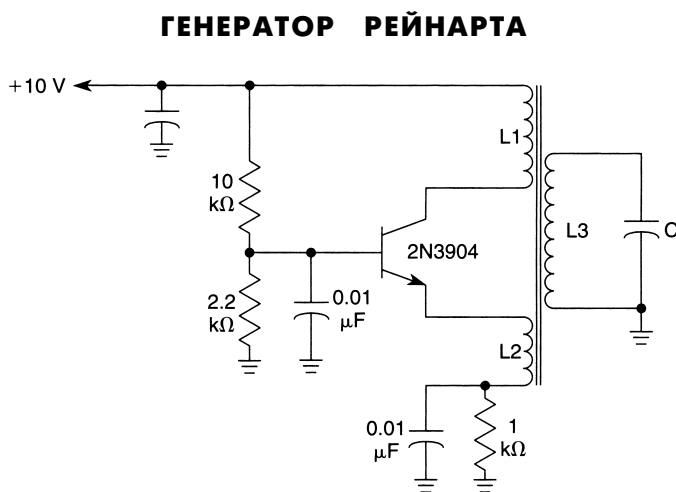
ГЕНЕРАТОР АМПЛИТУДНО-МОДУЛИРОВАННОГО СИГНАЛА ДЛЯ РАДИОМИКРОФОНА



William Sheets

Рис. 63.3

Схема (рис. 63.3) вырабатывает АМ сигнал для широкого диапазона вещания. При входном аудиосигнале 2 В глубина модуляции для сигнала генератора равна 30%. В качестве трансформатора Т1 может использоваться катушка старого генератора АМ сигнала основного диапазона или катушка с двумя обмотками, с коэффициентом трансформации 10:1 и индуктивностью 50–150 мкГн.



William Sheets

Рис. 63.4

Примечание.

$$C = 330 \text{ пФ,}$$

$$L3 = 75 \text{ мкГн,}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L3C}},$$

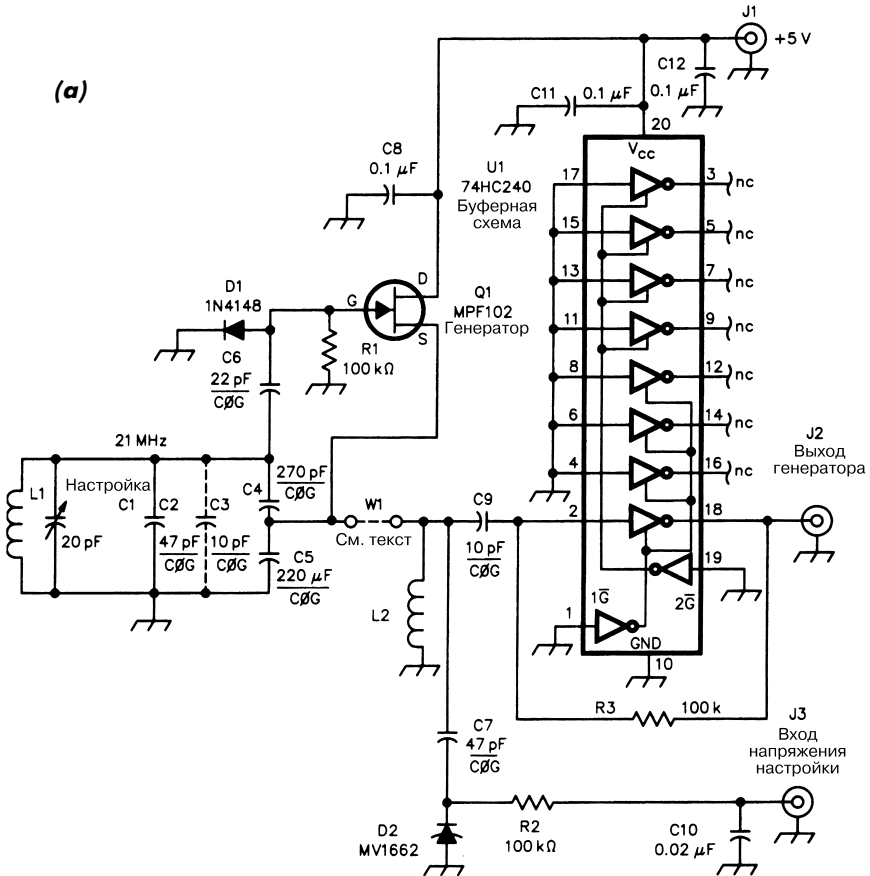
$$f_0 = 1 \text{ МГц.}$$

В схеме генератора (рис. 63.4) включены индуктивно связанные эмиттерная и коллекторная обмотки. Обмотки L1 и L2 не должны соприкасаться, поскольку в этом случае может возникнуть паразитная генерация на других частотах. Обычно число витков обмотки L1 в 5–10 раз превышает число витков обмотки L2. Обмотки L1, L2, L3 наматываются на одном и том же сердечнике, а сам генератор целесообразно использовать на частотах, не превышающих 10 МГц.

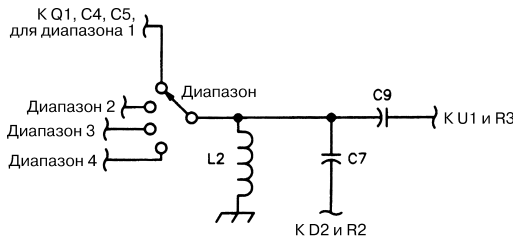
ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ГЕНЕРАТОР I

Генератор с перестраиваемой частотой используется в схемах приемника или передатчика. В показанной на рис. 63.5 схеме имеется полевой транзистор MPF102,

(а)



(б)



QST

Рис. 63.5

а для управления применяется сигнал постоянного напряжения, поступающий на контакт J3. В табл. 63.2 приведены величины индуктивности для различных частотных диапазонов (диапазонов длин волн от 30 до 10 м). Микросхема U1 выступает в качестве буферного усилителя.

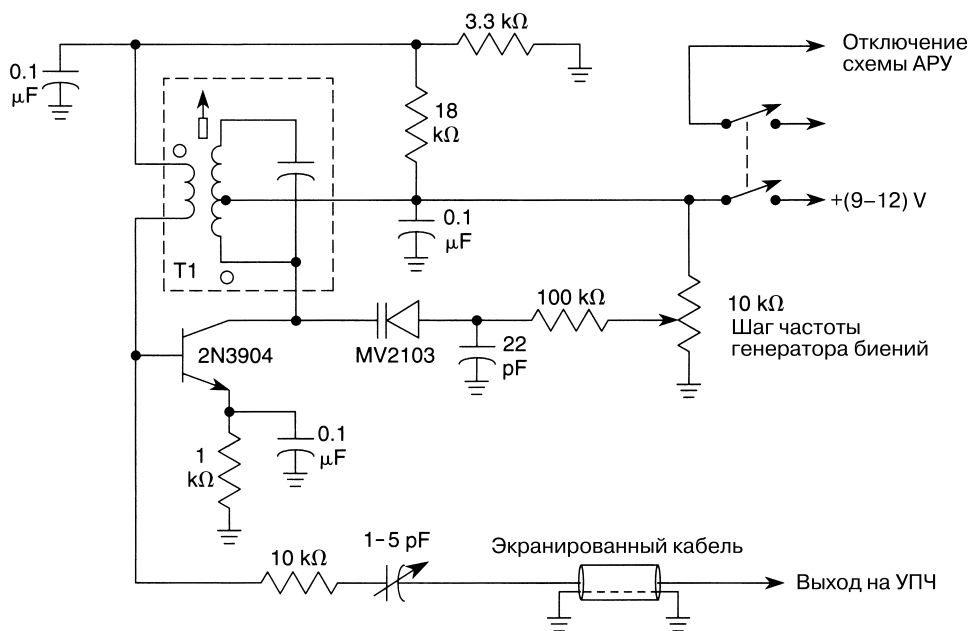
Таблица 63.2. Параметры элементов схемы рис. 63.5

Диапазон, м	Индуктивность $L1$, число витков*	Приблизительный диапазон настройки, кГц**
10	3	110
12	4	100
15	5	80
17	6	65
20	7	50
30	10	40

* Намотка производится эмалевым проводом № 20 на пластиковом стержне диаметром 1 см.

** При использовании в качестве диода $D1$ элемента MV1662 и при задании величины емкости $C7$ равной 47 пФ (см. рис. 63.5б).

ГЕНЕРАТОР БИЕНИЙ ДЛЯ АМ КВ РАДИОПРИЕМНИКА



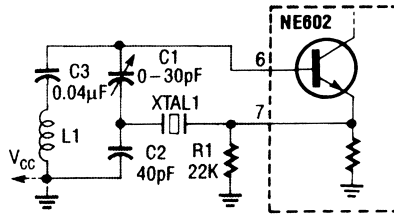
William Sheets

Рис. 63.6

Генератор сигналов биений (рис. 63.6) может использоваться в недорогих приемниках с амплитудной модуляцией и коротковолновым диапазоном для обеспечения устойчивого приема аудиосигналов. Выходной сигнал генератора поступает на базу последнего транзисторного каскада усилителя промежуточной частоты. В качестве $T1$ может выступать любой трансформатор сигналов промежуточной частоты 455 кГц. Выключатель генератора должен иметь две группы размыкающих контактов,

а схему автоматической регулировки усиления радиоприемника во время приема непрерывных аудиосигналов, возможно, придется отсоединять.

КВАРЦЕВЫЙ ГЕНЕРАТОР БАТЛЕРА

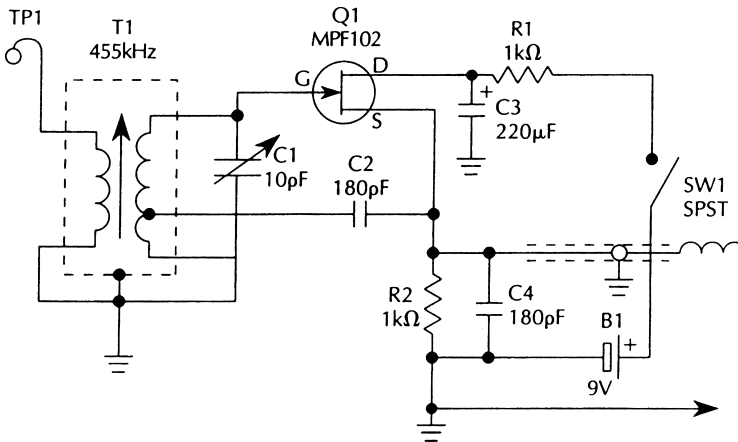


Radio-Electronics

Рис. 63.7

Схема генератора (рис. 63.7) применяет обертоны кварцевого резонатора и соответствует схеме двухкаскадного кварцевого генератора. Индуктивность $L1$ приблизительно равна 1300 мкГн , а частота кварцевого резонатора регулируется в диапазоне $20\text{--}50 \text{ МГц}$.

ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ ЧАСТОТОЙ 455 КГЦ

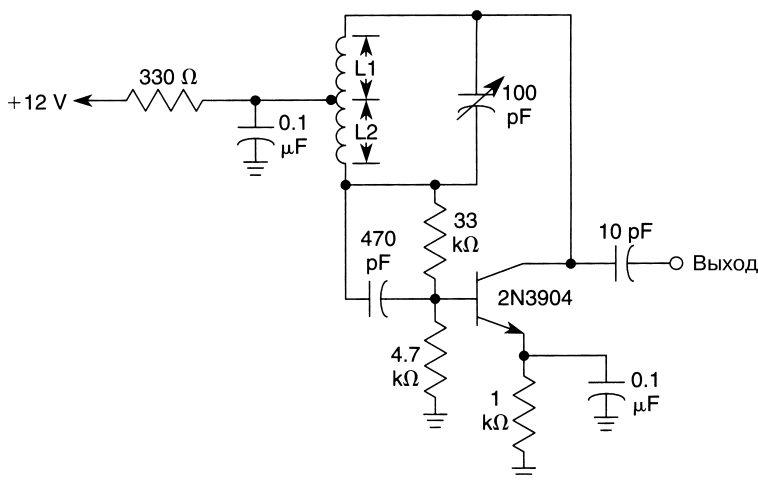


McGraw-Hill

Рис. 63.8

Генератор сигналов частотой 455 кГц (рис. 63.8) построен на полевом транзисторе $Q1$. Выходной сигнал формируется схемой транзистора $Q1$, а $T1$ представляет собой трансформатор сигналов промежуточной частоты 455 кГц .

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ГЕНЕРАТОР ХАРТЛИ



William Sheets

Рис. 63.9

Примечание. $L1 + L2 \approx 100 \text{ мкГн}$, $f_0 = 1,5 \text{ МГц}$.

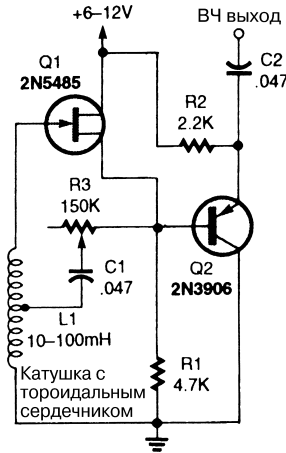
В схеме индуктивной трехточки (рис. 63.9) используется индуктивность с заземленным отводом в цепи коллектора. Обмотки L1 и L2 индуктивно связаны, характеризуются коэффициентом трансформации 3:1 и выполняются обычно в виде двух частей одной катушки.

LC-ГЕНЕРАТОР ИНФРАНИЗКИХ ЧАСТОТ

Генератор сигналов инфранизких частот (рис. 63.10) предусматривает применение большой катушки с тороидальным сердечником в качестве элемента перестройки частоты, а также полевого транзистора 2N5485 в качестве активного компонента. Потенциометр R3 предназначен для регулировки коэффициента обратной связи схемы, что позволяет добиться устойчивой генерации при ослабленном сигнале. Эта схема также может работать как регенеративный усилитель или детектор.

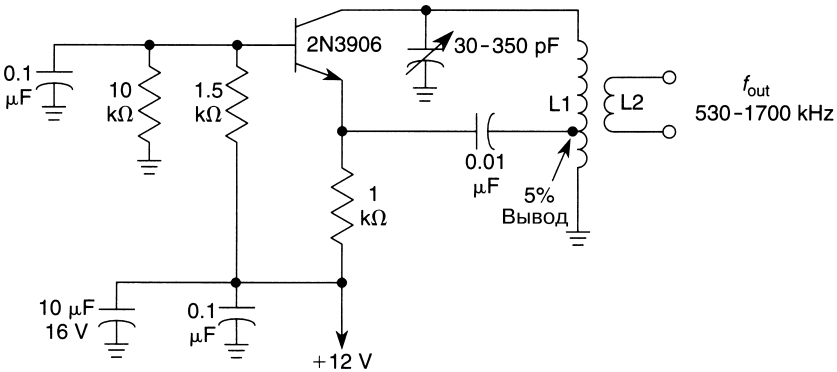
ГЕНЕРАТОР ДЛЯ АМ РАДИОПЕРЕДАТЧИКА

Генератор (рис. 63.11) построен на одном транзисторе с базой, заземленной по переменной составляющей, и имеет трансформаторный выход.



Popular Electronics

Рис. 63.10



William Sheets

Рис. 63.11

Примечание.

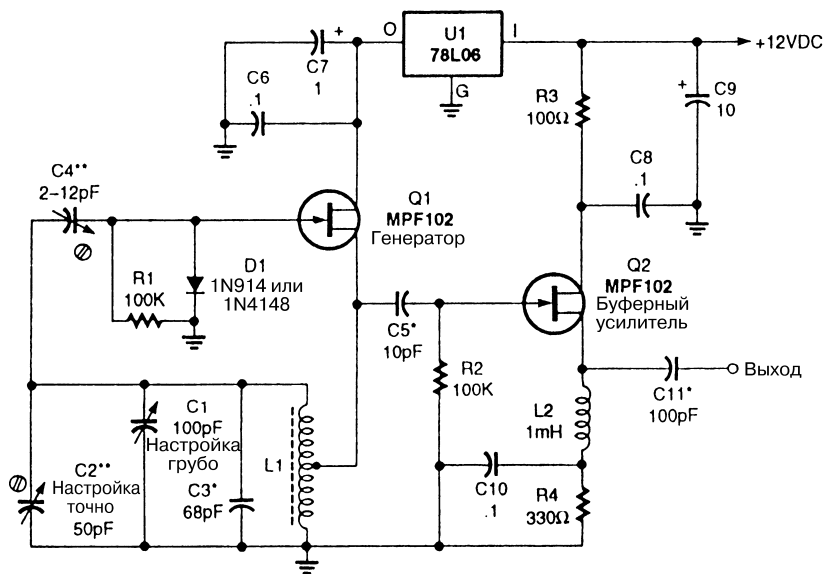
Обмотка L1 характеризуется индуктивностью порядка 240 мкГн и имеет отвод в точке «5%».

Коэффициент трансформации для обмоток L1 и L2 составляет 12:1.

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ГЕНЕРАТОР II

Типовая схема высокочастотного генератора с перестраиваемой частотой (рис. 63.12) использует несколько приемов, гарантирующих улучшение ее показателей стабильности, в частности правильный подбор конденсаторов. Частота сигналов, формируемых перестраиваемым генератором, рассчитывается из соотношения

$$F = 2\pi(C1 + C2 + C3)L1,$$



Popular Electronics

Рис. 63.12

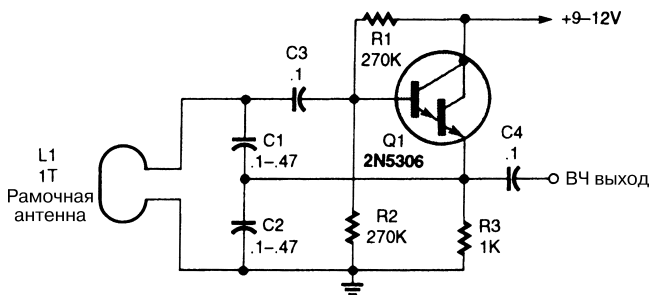
Примечание.

* Конденсатор керамический, слюдяной с серебряным покрытием или полистирольный.

** Подстроечный конденсатор использует в качестве диэлектрика воздушную среду.

при этом в качестве индуктивности L1 применяется надежно закрепленная катушка с воздушным сердечником, которая характеризуется большой величиной добротности Q (> 200).

ГЕНЕРАТОР НА ТРАНЗИСТОРНОЙ ПАРЕ ДАРЛИНГТОНА

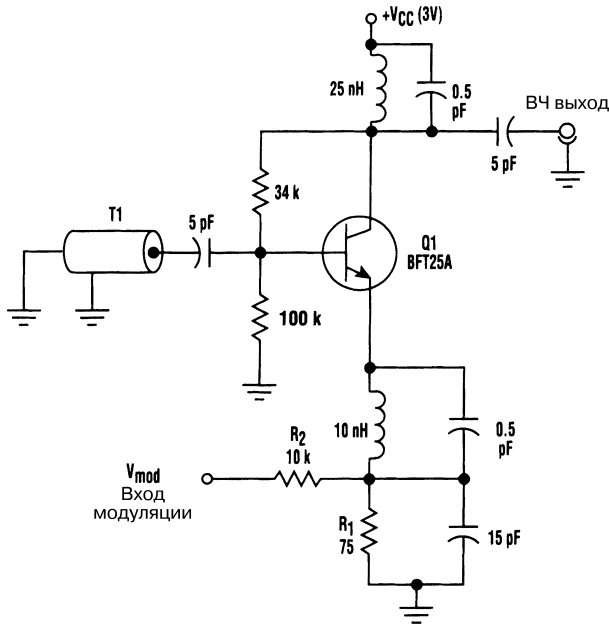


Popular Electronics

Рис. 63.13

Генератор (рис. 63.13) характеризуется высоким соотношением емкость/индуктивность. Индуктивность L_1 представлена одновитковой катушкой диаметром 30 см, выполненной проводом № 12. Эта схема с успехом используется в металлоискателях и аналогичных устройствах с рамочной антенной.

БЕЗВАРАКТОРНЫЙ ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ЧМ ГЕНЕРАТОР



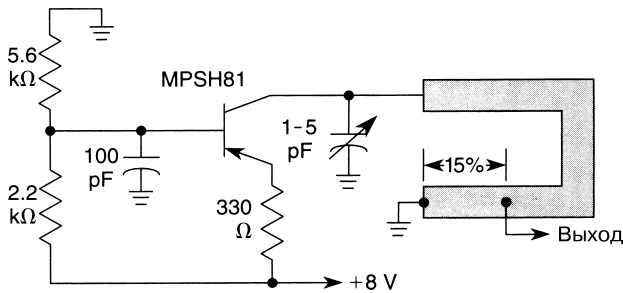
Electronic Design

Рис. 63.14

Вместо варактора, традиционно применяющегося в высокочастотных генераторах с частотной модуляцией, в схеме (рис. 63.14) используется модулятор с накоплением заряда емкостью базы транзистора. При этом большой электрический заряд, накапливаемый варактором и создающий серьезные проблемы в системах с аккумуляторным питанием и ограниченным напряжением питания, не нужен. В качестве элемента T_1 может выступать керамический коаксиальный четвертьволновой резонатор.

ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ СВЧ ГЕНЕРАТОР

Схема генератора (рис. 63.15) предназначена для работы в диапазоне частот 350–500 МГц. Микрополосковая линия выполняется на поверхности печатной платы, а выходной отвод – в точке 15% от нижнего конца линии. Выходной сигнал мощности составляет от 55 до 100 мВт при нагрузке 50 Ом, при этом показатель стабильности частоты в температурном диапазоне 0–50 °С не хуже 0,1%.



William Sheets

Рис. 63.15

Примечание. Микрополосковая линия, изготовленная из материала G-10 толщиной 1,6 мм, характеризуется размерами 2,5 мм (ширина), 3,8 см (длина), $\epsilon_r = 4,8$.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ГЕНЕРАТОР

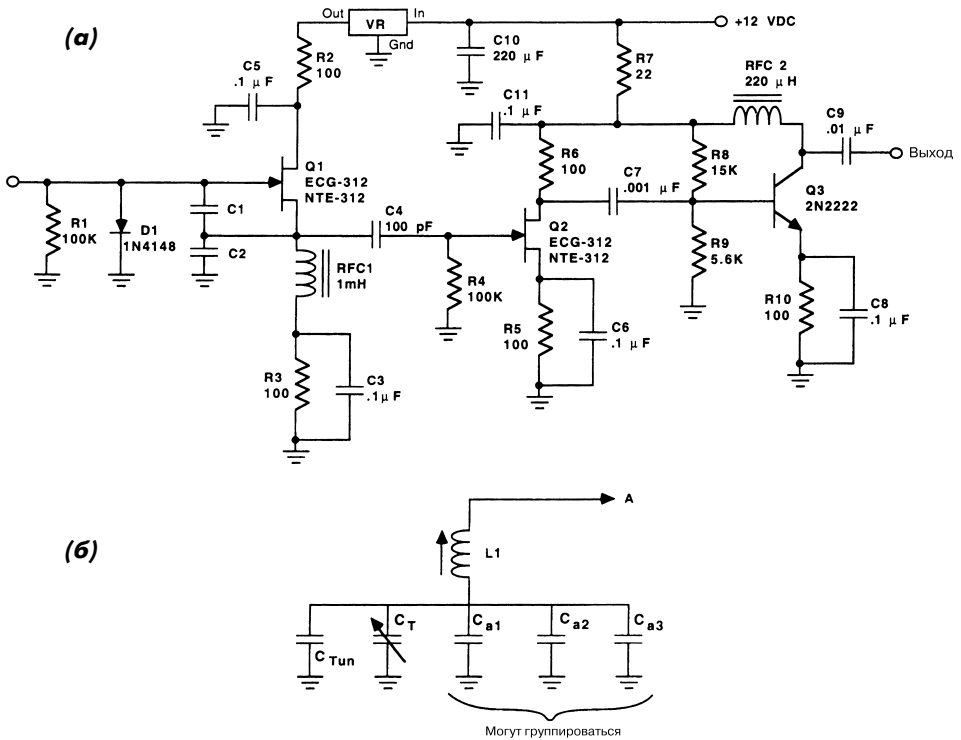
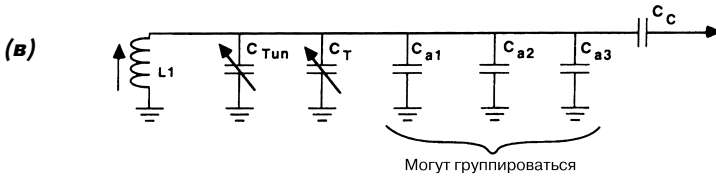


Рис. 63.16



73 Amateur Radio Today

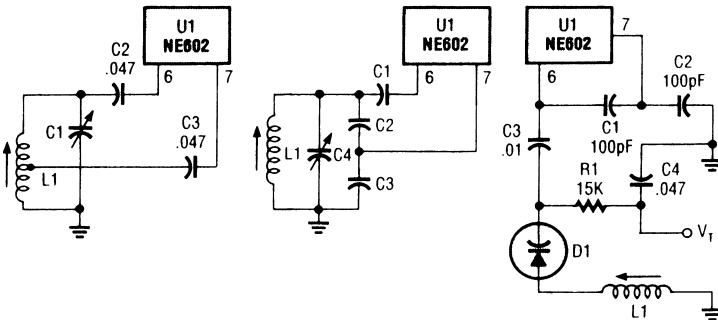
Рис. 63.16

На рис. 63.16а представлена типовая схема генератора с перестраиваемой частотой. Полевой транзистор Q1 (транзистор MPF102, 2N4416 или аналогичное устройство известных фирм-производителей) образует задающий каскад генератора.

Описываемый подход позволяет создать две различные конфигурации генератора (например, трехточечные емкостные генераторы Клэппа и Колпитца). Оба типа эквивалентны для точки А схемы (рис. 63.16а), причем в обоих случаях предполагается применение емкостного делителя напряжения в цепи обратной связи. Трехточечный емкостной генератор Клэппа (рис. 63.16б) имеет элементы последовательной настройки, а генератор Колпитца (рис. 63.16в) – параллельной.

Постоянное напряжение, поступающее на транзистор Q1, должно быть стабилизировано. Стабилизатором напряжения служит любая микросхема серии 78Lxx – от 78L05 до 78L09.

ГЕНЕРАТОРЫ НА МИКРОСХЕМЕ NE602

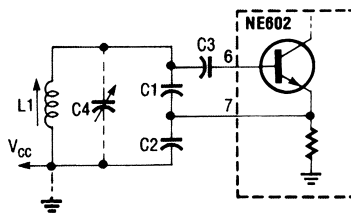


Radio Craft

Рис. 63.17

На рис. 63.17 показаны случаи использования микросхемы NE602 для построения генераторов с регулировкой частоты.

ГЕНЕРАТОР КОЛПИТЦА



Radio-Electronics

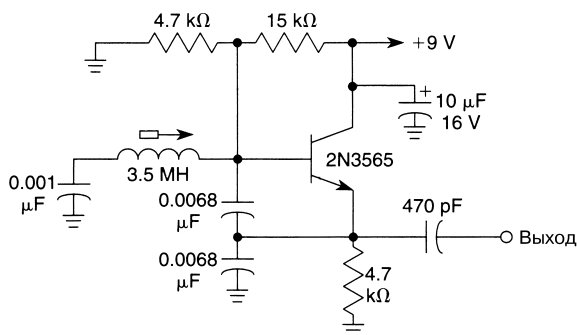
Рис. 63.18

В схеме емкостной трехточки (рис. 63.18) генерация не синхронизирована:

$$L1 = 7 \text{ мкГн}/f (\text{МГц}),$$

$$C1 = C2 = C3 = 2400 \text{ пФ}/f.$$

ГЕНЕРАТОР КЛЭППА ЧАСТОТой 100 КГЦ



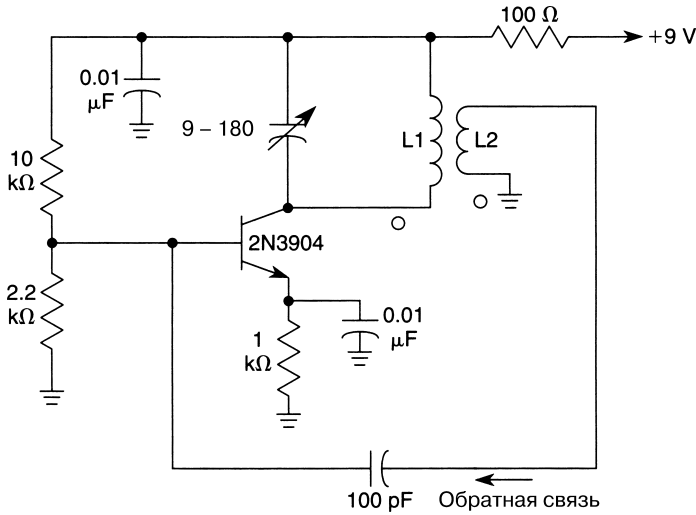
William Sheets

Рис. 63.19

Генератор Колпитца является весьма устойчивым и используется в тех случаях, когда требуются высокие показатели стабильности. Однако в схеме рассматриваемого генератора Клэппа (емкостная трехточка с последовательными элементами настройки, рис. 63.19) не поддерживается возможность эффективного управления. Подобное управление реализуется только в одном из 104–105 случаев и лишь при условии применения в схеме высококачественных элементов.

ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ГЕНЕРАТОР НА ТРАНЗИСТОРЕ

Частота однотранзисторного генератора (рис. 63.20) может перестраиваться с помощью переменного конденсатора.

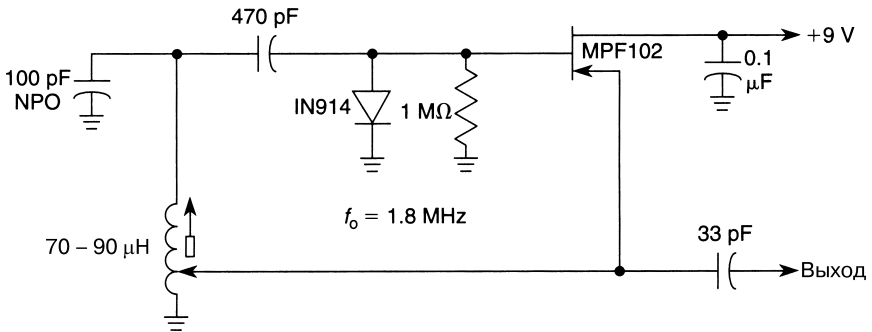


William Sheets

Рис. 63.20

Примечание. Для катушек $L1$, $L2$, являющихся обмотками генератора, коэффициент трансформации составляет 10:1, $L1 = 1,2 \text{ мкГн}$, а частота генерации f изменяется в диапазоне от 12 до 30 МГц.

ГЕНЕРАТОР ХАРТЛИ



William Sheets

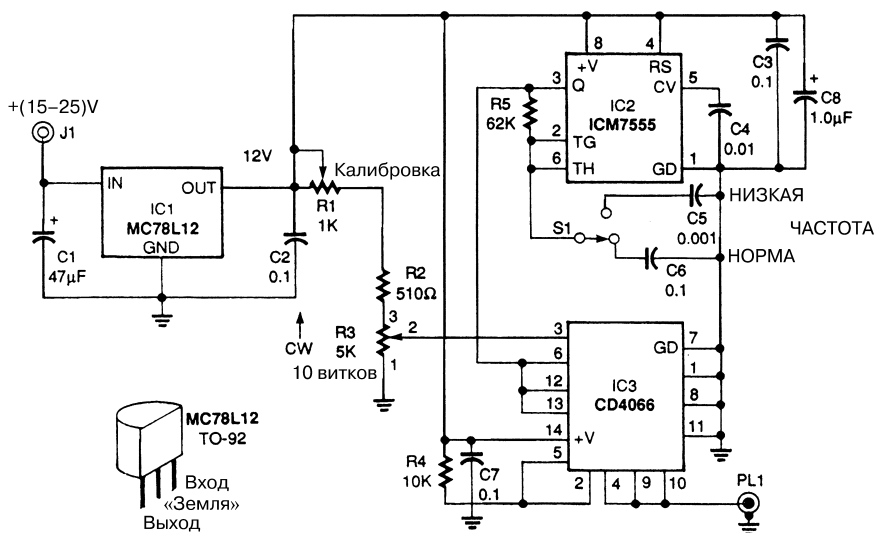
Рис. 63.21

Схема генератора (рис. 63.21) применяет обмотку с одним отводом и соответствует схеме индуктивного трехточечного генератора (генератора Хартли). Указанный отвод обычно предусматривается в точке, соответствующей 25–35% от полного числа витков. Верхняя граница частотного диапазона при использовании указанных элементов превышает 150 МГц.

ГЛАВА 64

СХЕМЫ ДЛЯ ОСЦИЛЛОГРАФОВ

АДАПТЕР КУРСОРА НАПРЯЖЕНИЯ



Electronics Now

Рис. 64.1

Курсор индикации напряжения обычно совмещается с горизонтальной линией развертки в нижней и верхней части экрана осциллографа (они выполняют функцию ограничительных линий) и облегчает считывание значений напряжения. Курсорные линии, как правило, проходят вдоль всего экрана. В схеме адаптера (рис. 64.1) регулятор напряжения MC78L12 (микросхема IC1) формирует стабилизированное постоянное напряжение 12 В для всех схем осциллографа. Таймер ICM7555 (микросхема IC2) управляет двунаправленным ключом на основе КМОП структур CD4066В (микросхема IC3). Частота сигнала управления равняется либо обычной частоте 100 Гц (НОРМА), либо низкой частоте 10 Гц (НИЗКАЯ) – в зависимости

от положения переключателя S1. Для входных сигналов частотой менее 500 Гц переключатель S1 рекомендуется устанавливать в положение НИЗКАЯ.

Постоянное опорное напряжение, поступающее на вывод 3 микросхемы IC3, вырабатывается с помощью резистора R3, в качестве которого используется прецизионный потенциометр, имеющий 10 витков проволоки для регулировки и максимальное сопротивление 5 кОм. Величина напряжения может считываться непосредственно со шкалы счетчика витков, напрямую связанной с подвижным контактом потенциометра, причем погрешность контроля не превышает 1%. Потенциометр R1 позволяет изменять напряжение, поступающее на резистор R3, и задавать его равным 10 В.

Схема калибруется путем указания верхнего значения диапазона для шкалы счетчика витков (при этом подвижный контакт потенциометра R3 поворачивается по часовой стрелке до упора) и подстройки потенциометра R1 с целью формирования напряжения 10 В (по показаниям цифрового вольтметра) для подвижного контакта потенциометра R3.

Двунаправленный ключ (микросхема IC3) преобразует постоянное опорное напряжение в сигнал прямоугольной формы с амплитудой, соответствующей значению 10 В. Сформированный прямоугольный сигнал снимается с выводов 4, 9 и 10 микросхемы IC3 и поступает на коаксиальный разъем PL1.

ФАЗОВЫЙ СИНХРОНИЗАТОР ЧАСТОТЫ ДИСКРЕТИЗАЦИИ

Показания большинства цифровых осциллографов соответствуют той или иной степени числа 2 (например, число точек измерения может равняться 1024), а их частоты дискретизации представляют собой последовательности типа 1-2-5. Подобная ситуация приводит к появлению заметных погрешностей, например при контроле напряжения линии питания, поскольку интервал измерения в этом случае составляет дробное число циклов. В цифровых осциллографах, где предусмотрена обработка измерений, подобное статистическое несоответствие спровоцирует дополнительную погрешность.

Одна из проблем связана с фазовой синхронизацией частоты дискретизации осциллографа и сигнала горизонтальной развертки, в частности с помощью внешнего синхронизирующего импульса. Синхронизация названных частот позволяет также отследить изменения частоты в линии питания.

Питание схемы (рис. 64.2) осуществляется посредством трансформатора, формирующего переменное напряжение 9 или 12 В, являющееся, по существу, сигналом опорной частоты. На отрицательном выводе диодного выпрямительного моста появляется потенциал земляной шины. Регулятор 78L05 вырабатывает напряжение питания +5 В для трех микросхем, а элементы R3 и C2 образуют фильтр нижних частот для сигнала полуциклов на выводах трансформатора. Резистор R3 служит также для уменьшения тока, поступающего на диодные ограничители инвертора 74HC14. Выходной сигнал инвертора используется в качестве сигнала опорной частоты и подается на один из входов (вход SIGin) компаратора

фильтруется и применяется для управления схемой ФАПЧ, поэтому частота выходного сигнала всегда в 1024 раза превышает опорную.

При работе подобного контура подстройки частота выходного сигнала оказывается жестко привязанной к частоте напряжения питания (на временных интервалах до 10 с). При этом генератор синхронизируется с входными сигналами частотой 50 или 60 Гц (благодаря микросхеме 74НС4046А, а также резисторам и конденсаторам, номиналы которых указаны на схеме).

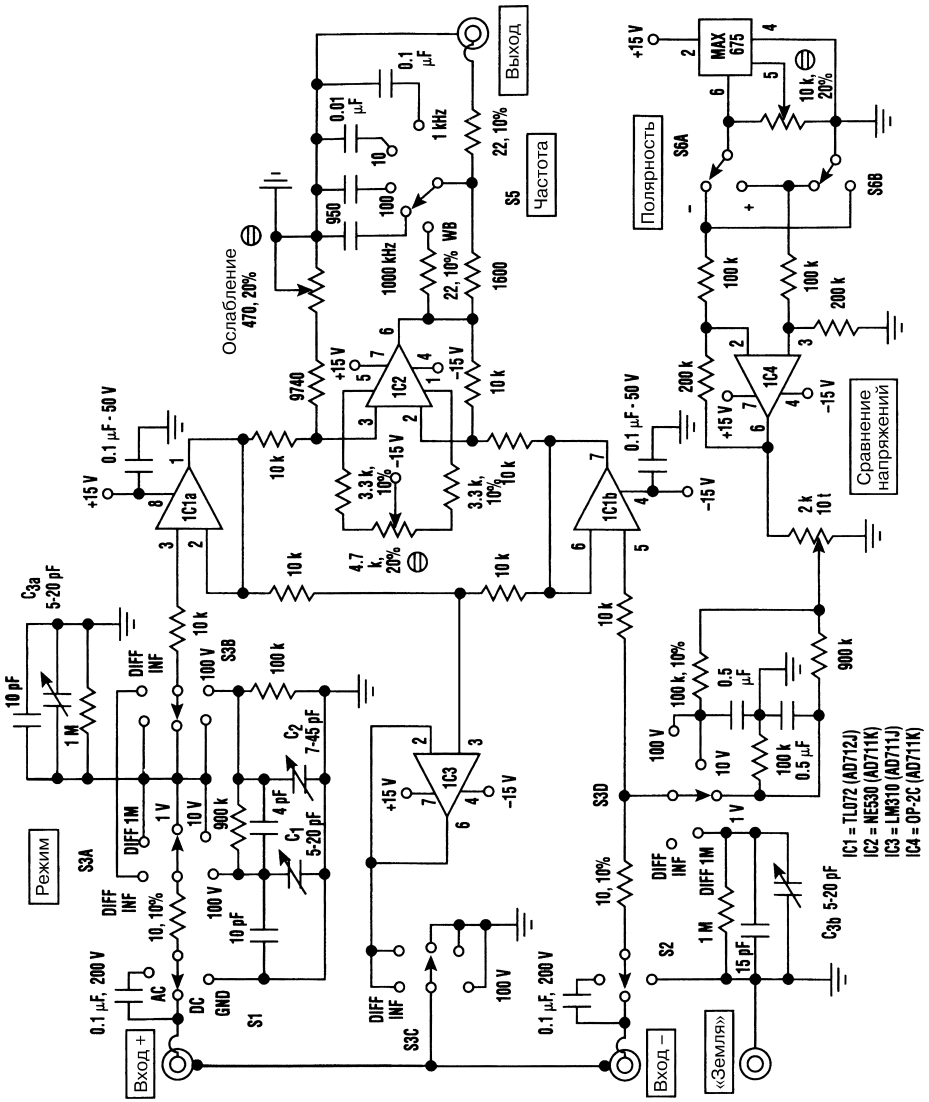
Выходной сигнал буферизуется и пересылается на внешний вход синхронизации осциллографа, который обычно строится на основе элементов ТТЛ. В процессе буферизации выбирают один из выходов микросхемы 74НС4040 для задания числа циклов, требующихся при формировании показаний осциллографа.

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ВИДЕОСИГНАЛА С ЗАДЕРЖКОЙ

Схема (рис. 64.3, табл. 64.1) выделяет синхросигнал кадровой (вертикальной) развертки из исходного видеосигнала, формирует синхроимпульс кадровой развертки и придает ему необходимую временную задержку, величина которой может регулироваться. Подобный подход позволяет обеспечить временной сдвиг развертки и дает возможность процессору осциллографа проконтролировать те или иные горизонтальные строки. Представленная схема особенно полезна для осциллографов старых моделей.

Таблица 64.1. Перечень элементов схемы рис. 64.3

<i>Позиционное обозначение</i>	<i>Название элемента и его технические параметры</i>
<i>R1</i>	<i>Резистор, 3,3 кОм</i>
<i>R2</i>	<i>Потенциометр, 1 МОм, с линейной шкалой</i>
<i>R3</i>	<i>Резистор, 1 кОм</i>
<i>C1</i>	<i>Конденсатор, 0,0047 мкФ</i>
<i>C2</i>	<i>Конденсатор, 0,033 мкФ</i>
<i>C3</i>	<i>Конденсатор, 0,1 мкФ</i>
<i>D1 – D4</i>	<i>Диод кремниевый, 1N914</i>
<i>Q1</i>	<i>Транзистор полевой, MPF102</i>
<i>U1</i>	<i>Микросхема LM1881, схема выделения синхроимпульса видеосигнала</i>
<i>U2, U3</i>	<i>Микросхема 4013, D-триггер</i>
<i>J1 – J3</i>	<i>Телефонное гнездо типа RCA</i>
<i>S1</i>	<i>Переключатель с однополюсной группой переключающих контактов</i>



Electronic Design

Рис. 64.4

Примечание. Все резисторы с допуском 1% (если не указано иное).

предназначенным для настройки. Процедура калибровки не изменяется, поскольку схема практически во всех режимах работает при единичном коэффициенте усиления. Уровень шумов усилителя относительно невелик и не препятствует контролю сигнала малого уровня. Динамический диапазон устройства позволяет преобразовывать сигнал с максимальным уровнем ±12 В.

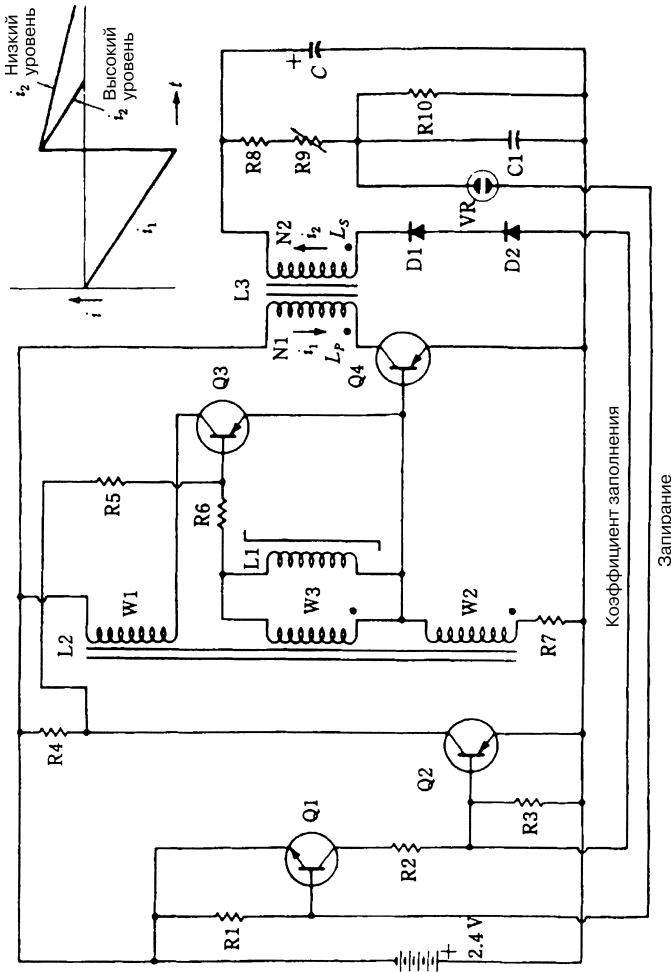
ГЛАВА 65

СХЕМЫ ДЛЯ ФОТОГРАФИИ

ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНДЕНСАТОРА ФОТОВСПЫШКИ

Таблица 65.1. Перечень элементов схемы рис. 65.1

Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
C1	Конденсатор, 0,2 мкФ, $\pm 20\%$, 100 В
C	Конденсатор нагрузочный, 480 пФ, 500 В
D1, D2	Диод MR814 (для схемы выпрямителя)
Q1	Транзистор MPS6520
Q2	Транзистор MPS6563
Q3	Транзистор MPS6562
Q4	Транзистор MP3613
VR	Неоновая лампа, 5 АГ
R1	Резистор, 39 кОм, $\pm 10\%$
R2	Резистор, 100 Ом, $\pm 10\%$
R3	Резистор, 1 кОм, $\pm 5\%$
R4	Резистор, 120 Ом, $\pm 10\%$
R5	Резистор, 150 Ом, $\pm 10\%$
R6	Резистор, 270 Ом, $\pm 5\%$
R7	Резистор, 7,5 кОм, $\pm 5\%$
R8	Резистор, 1 МОм, $\pm 10\%$
R9	Потенциометр, 2 МОм
R10	Резистор, 390 кОм, $\pm 5\%$
L1	Индуктивность (временязадающая), сердечник: номер компонента 266T125-3E2A по перечню фирмы Ferroxcube; обмотка: 145 витков проводом № 36
L2	Трансформатор (для управления генератором), сердечник: номер компонента 18/11PL00-3B7 по перечню фирмы Ferroxcube; bobина: номер компонента 1811F2D по перечню фирмы Ferroxcube;



McGraw-Hill

Рис. 65.1

Примечание. Все резисторы мощностью рассеяния 0,25 Вт.

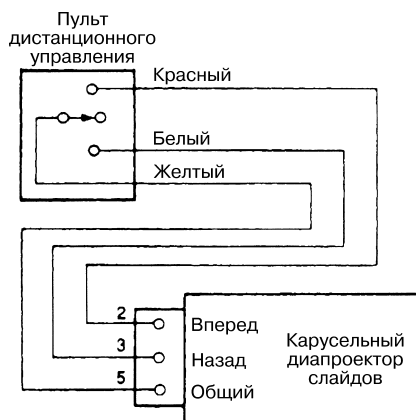
Таблица 65.1. Перечень элементов схемы рис. 65.1 (окончание)

Позиционное обозначение	Название элемента и его технические параметры
L2	воздушный зазор: 0,1 мм; обмотки: W1 – 40 витков проводом № 28, W2 – 20 витков проводом № 30, W3 – 140 витков проводом № 36
L3	Трансформатор (выходной), сердечник: номер компонента 26/16P-L00-3B7 по перечню фирмы Ferroxcube; бобина: номер компонента 26/16F2D по перечню фирмы Ferroxcube; воздушный зазор: 0,8 мм; обмотки: N1 – 11 витков проводом № 18, N2 – 1100 витков проводом № 38

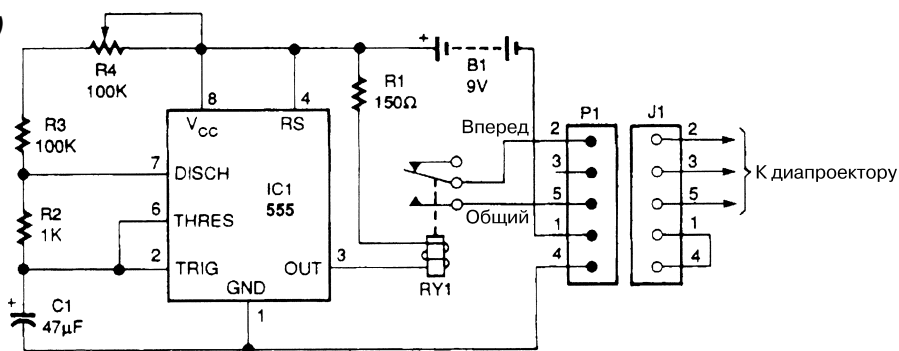
Схема (рис. 65.1 и табл. 65.1) обеспечивает заряд конденсатора С (емкость 480 мкФ, максимально допустимое напряжение 500 В), являющегося составной частью фото-вспышки.

УСТРОЙСТВО ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ПОДАЧИ СЛАЙДОВ

(а)



(б)



(в)

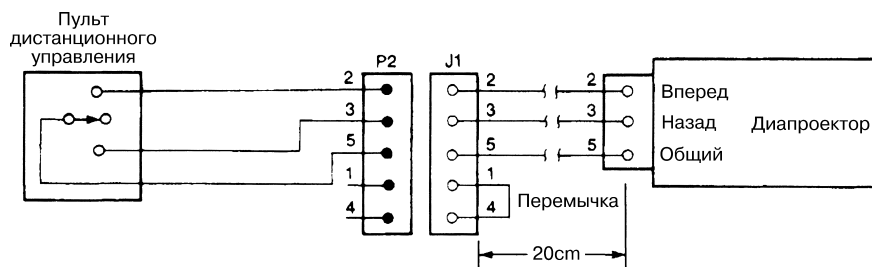
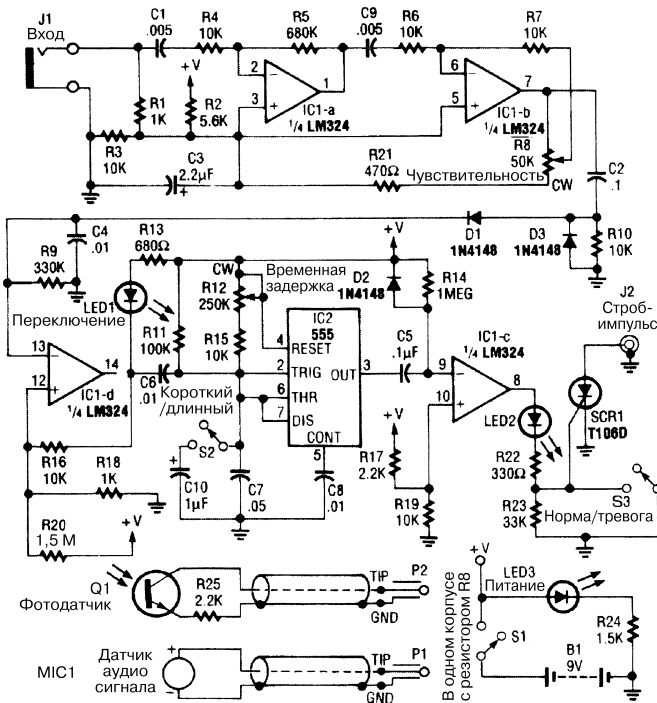


Схема устройства последовательной автоматической подачи слайдов (рис. 65.2б) позволяет заменить схему дистанционного управления (рис. 65.2а) и автоматически обеспечить смену слайдов с перестраиваемым интервалом. Величина временной задержки регулируется потенциометром R4. При желании можно легко вернуться к ручной подаче слайдов; кабельные соединения для подключения пульта дистанционного управления (рис. 65.2в) соответствуют карусельному диапроектору слайдов фирмы Kodak.

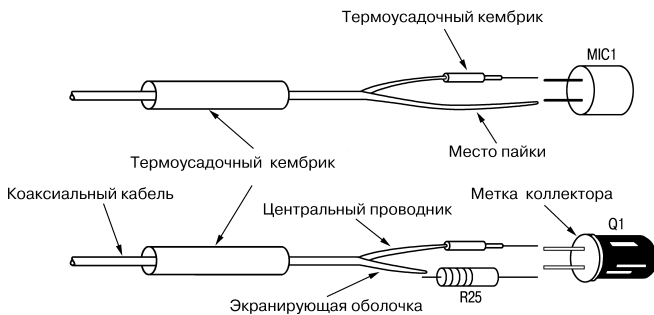
СИНХРОНИЗАТОР ФОТОВСПЫШКИ



Electronics Now

Рис. 65.3 (а)

Изменения уровня аудиосигнала или освещения, которые регистрируются датчиком, подсоединенным к выводу J1, преобразуются микросхемами IC1-а и IC1-б и используются микросхемой IC2 для переключения. В показанной схеме (рис. 65.3) потенциометр R12 предназначен для формирования временной задержки между переключением и активизацией вспышки. Микросхема IC1-с служит для управления светодиодным индикатором LED2 и тиристором SCR1, запрещающим прохождение стробирующих импульсов на вывод J2. В качестве датчика может применяться фотоэлемент или микрофон.



Electronics Now

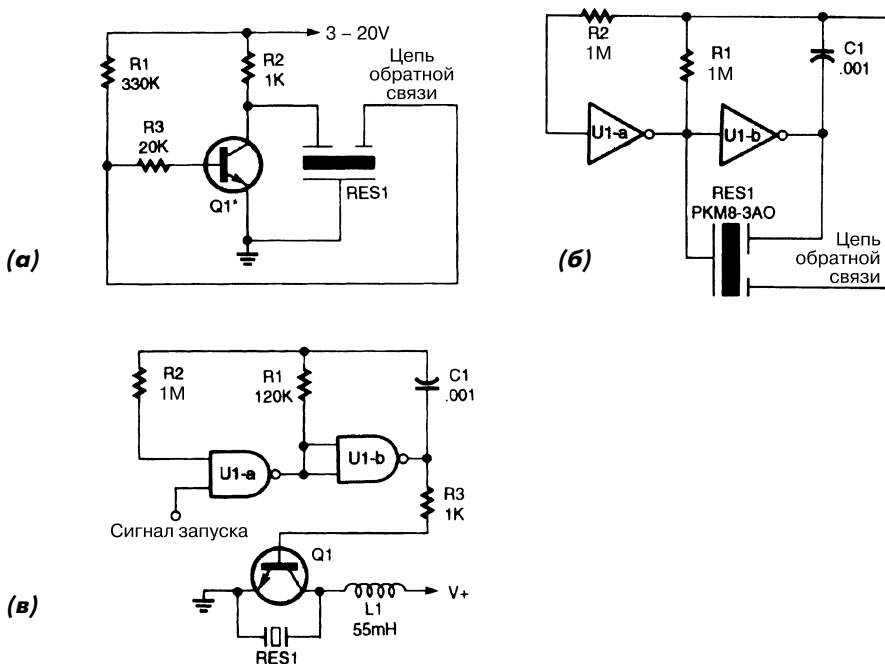
Рис. 65.3 (б)

Примечание. Необходимо снабжать блоки регистрации радиаторами для отвода тепла и использовать малогабаритные коаксиальные кабели типа RG-174U. Расстояние между коаксиальным кабелем и внешним цилиндрическим радиатором, служащим для отвода тепла, должно заполняться изоляционным материалом на кремневой основе.

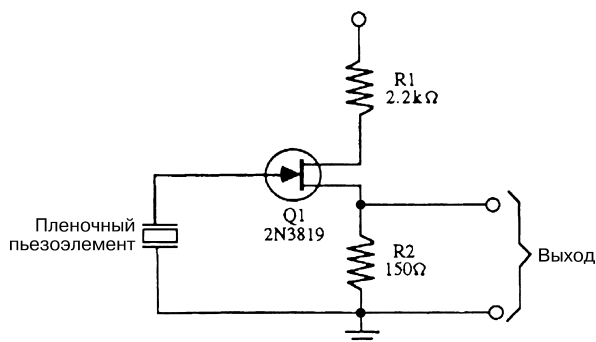
ГЛАВА 66

СХЕМЫ С ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТАМИ

СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТОМ



Пьезоэлементы с тремя выводами обычно управляются посредством транзисторных схем (рис. 66.1а) или логических элементов (рис. 66.1б), с двумя выводами – логическим элементом И–НЕ (рис. 66.1в). В последней схеме усилительный каскад нужен для компенсации воздействий, связанных с изменением звукового давления на корпус.

БУФЕРНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТА

McGraw-Hill

Рис. 66.2

Примечание. Используются резисторы с допуском 5 или 10% и мощностью рассеяния 0,25 Вт.

Схема (рис. 66.2) применяется в качестве буферной при проведении экспериментов с пленкой из пьезоэлектрического материала Кунаг или с другими пьезоприборами.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ НА СХЕМАХ

<i>AC, ac</i>	<i>Переменное напряжение</i>
<i>Approx.</i>	<i>Приблизительно</i>
<i>CH, chip</i>	<i>Бескорпусной</i>
<i>CCW</i>	<i>Против часовой стрелки</i>
<i>CW</i>	<i>По часовой стрелке</i>
<i>D</i>	<i>Сток полевого транзистора</i>
<i>DAC</i>	<i>Цифро-аналоговый преобразователь</i>
<i>DC, dc</i>	<i>Постоянное напряжение</i>
<i>DDS</i>	<i>Цифровая схема передачи данных</i>
<i>DIAC</i>	<i>Динистор</i>
<i>Film</i>	<i>Пленочный конденсатор</i>
<i>FS, f.s.</i>	<i>Полная шкала</i>
<i>G</i>	<i>Затвор полевого транзистора</i>
<i>HV</i>	<i>Высокое напряжение</i>
<i>N.C.</i>	<i>Нормально замкнутые контакты</i>
<i>N.O.</i>	<i>Нормально разомкнутые контакты</i>
<i>NC, nc</i>	<i>Не используется</i>
<i>NPN</i>	<i>n-p-n тип</i>
<i>P.K., p.k.</i>	<i>Максимальное (пиковое) напряжение</i>
<i>PNP</i>	<i>p-n-p тип</i>
<i>Poly</i>	<i>Полистирольный конденсатор</i>
<i>PP, pp</i>	<i>Размах напряжения, двойная амплитуда гармонического колебания</i>
<i>RMS</i>	<i>Среднеквадратическое значение</i>
<i>S</i>	<i>Исток полевого транзистора</i>
<i>SCR</i>	<i>Тиристор</i>
<i>Tantalum</i>	<i>Танталовый конденсатор</i>
<i>Toroid</i>	<i>Катушка индуктивности с тороидальным сердечником</i>

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. АМЕРИКАНСКАЯ СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ ПРОВОДОВ И КАРБОНИЛЬНЫХ СЕРДЕЧНИКОВ

Номер провода	Диаметр, мм	Номер провода	Диаметр, мм	Номер провода	Диаметр, мм	Номер провода	Диаметр, мм
1	7,35	11	2,31	21	0,72	31	0,23
2	6,54	12	2,05	22	0,64	32	0,21
3	5,83	13	1,83	23	0,57	33	0,18
4	5,19	14	1,63	24	0,51	34	0,16
5	4,62	15	1,45	25	0,46	35	0,14
6	4,12	16	1,29	26	0,41	36	0,13
7	3,67	17	1,15	27	0,36	37	0,11
8	3,26	18	1,02	28	0,32	38	0,10
9	2,91	19	0,91	29	0,29	39	0,09
10	2,59	20	0,81	30	0,26	40	0,08

Карбонильные сердечники обозначаются как T-NNN-ММ, где NNN – наружный диаметр сердечника в сотых долях дюйма, ММ – материал сердечника, m – диэлектрическая проницаемость материала.

T-NNN	Внешний диаметр, мм	Внутренний диаметр, мм	Высота, мм
T-25	6,50	3,10	2,40
T-37	9,50	5,20	3,30
T-50	12,70	7,70	4,80
T-68	17,50	9,40	4,80
T-80	20,20	12,60	6,40
T-94	23,90	14,20	7,90
T-106	26,90	14,20	11,10

ММ	0	12	10	6	2	1	15	3
m	1	3	6	8	10	20	25	35

Disclaimer

These advertisements were specifically developed for use in the Russian translation of Encyclopedia of Electronic Circuits Volume 6, only. The McGraw-Hill Companies had no involvement in their preparation or inclusion and is not responsible for this special insert or any portion thereof.

Рудольф Ф. Граф и Вильям Шиитс

Энциклопедия электронных схем

Том 6. Часть II. Книга 5

Главный редактор *Мовчан Д. А.*

Перевод *Мищенко Ю. В.*

Научный редактор *Николаенко М. Н.*

Выпускающий редактор *Левицкая Т. В.*

Верстка *Лапинова М. А.*

Графика *Салимонов Р. В.*

Дизайн обложки *Шаклунов А. К.*

Подписано в печать 04.12.2008. Формат 70×100¹/₁₆.

Гарнитура «Петербург». Печать офсетная.

Усл. печ. л. 24,05. Тираж 3000 экз. Заказ №

Издательство «ДМК Пресс»

Отпечатано в типографии № 9,

Волочаевская, 40.