В НОМЕРЕ:

РЕТРО... ПОРТАТИВНЫЕ ТРАНЗИСТОРНЫЕ РАДИОПРИЕМНИКИ ..... 2-я с. обл.

ЭТО ИНТЕРЕСНО... 4

ВЫСТАВКИ 6

Д. Меркулов, В. Меркулов. IFA–2007: НОВЫЕ РЕШЕНИЯ В ВЫСОКОМ РАЗРЕШЕНИИ 6

ВИДЕОТЕХНИКА 10

Б. Хохлов. УЗЕЛ ВЫБОРА ВНЕШНИХ СИГНАЛОВ RGB/YPrPb/YUV/ПЦТВ В ОДНОКРИСТАЛЬНОМ ПРОЦЕССОРЕ UOCIII 10

Л. Компаненко. ПРОСТОЙ ИМПУЛЬСНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ БП ТЕЛЕВИЗОРА 12

ЗВУКОТЕХНИКА 13

Э. Кузнецов. О ЛЮБИТЕЛЬСКОМ МОДУЛЬНОМ МИКШЕРНОМ ПУЛЬТЕ 13

А. Демьянов, А. Сырицо. АКУСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА VERNA 100A-14 15

РАДИОПРИЕМ 19

ЗА РУБЕЖОМ. ПРИЕМ УДАЛЕННЫХ ДВ И СВ РАДИОСТАНЦИЙ 19

П. Михайлов. НОВОСТИ ЭФИРА 20

ИЗМЕРЕНИЯ 21

И. Котов. МАЛОГАБАРИТНЫЙ ЧАСТОТОМЕР 21

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА 22

П. Редькин. ПРЕЦИЗИОННЫЙ ВОЛЬТМЕТР-ГЕНЕРАТОР НА МК MSC1211 22

КОМПЬЮТЕРЫ 26

В. Коновалов. СНИЖЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В СИСТЕМНОМ БЛОКЕ КОМПЬЮТЕРА 26

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ 27

Ю.Гумеров, А.Зуев. ДОРАБОТКА УСТРОЙСТВА ТЕСТИРОВАНИЯ Li-ion АККУМУЛЯТОРОВ 27

С. Косенко. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАЛОМОЩНЫХ ИИП НА МИКРОСХЕМЕ LNK501 С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ VDS 29

РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ 31

Л. Королев. УГОЛЬНЫЙ ТЕНЗОДАТЧИК 31

ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 32

И. Нечаев. СТОРОЖЕВОЕ УСТРОЙСТВО НА БАЗЕ ДАТЧИКА ДВИЖЕНИЯ 32

В. Марков. ПЕРЕГОВОРНОЕ УСТРОЙСТВО "ДОМ-КАЛИТКА" 34

В. Гричко, В. Коновалов. ДВА АВТОМАТА УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ 37

ЭЛЕКТРОНИКА ЗА РУЛЕМ 39

Н. Токмаков. ШИ РЕГУЛЯТОР МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ 39

А. Струков. ПЕРЕНОСНЫЙ ОХРАННЫЙ СИГНАЛИЗАТОР 41

В. Костицын. АВТОМАТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАРЯДКИ СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ 42

"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ 43

А.Ознобихин. СВЕТОДИОДНЫЙ МАЯК С ТАЙМЕРОМ 43

Д. Мамичев. ИГРА "ФАНТИКИ" 44

А. Лечкин. ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ НА МИКРОСХЕМЕ MC34063 46

С. Свита. РОБОТ, ИДУЩИЙ ПО ЛИНИИ 48

В. Калашник, Р. Панов. ЛОГИЧЕСКИЙ ПРОБНИК 49

"РАДИО" — О СВЯЗИ 51

М. Фокин. QSO ИЗ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АРКТИКИ 51

В. Васильев. РАССОГЛАСОВАННЫЕ НАГРУЗКИ ДЛЯ ПРОВЕРКИ УКВ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ 53

В. Рубцов. ТРАНСИВЕР "АСТАНА—РАДИО-2006" 54

И. Нечаев. МИКРОФОННАЯ ГАРНИТУРА ДЛЯ НОСИМОЙ РАДИОСТАНЦИИ 58

А. Голышко. ШАГИ В БУДУЩЕЕ. ШАГ 2: УЛУЧШЕНИЕ СЕБЯ 59

НА ЛЮБИТЕЛЬСКИХ ДИАПАЗОНАХ 62

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ (с. 63). На книжной полке (с. 9, 30).

ДОСКА ОБЪЯВЛЕНИЙ (с. 1, 3, 12, 19, 28, 30, 32, 33, 36, 41, 42, 64).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ФОТОАППАРАТ — СЛАЙД-СКАНЕР
ЦИФРОВОЙ РЕГУЛЯТОР ГРОМКОСТИ И ТЕМБРА
РЕГУЛЯТОР ВЛАЖНОСТИ
СВЯЗНОЙ КВ ПРИЕМНИК

Тираж журнала «Радио» № 2 сдан для рассылки подписчикам 04.02.2008 г.

Узел выбора внешних сигналов RGB/YPrPb/YUV/ПЦТВ в однокристальном процессоре UOCIII

Б. ХОХЛОВ, доктор техн. наук, г. Москва

Рассмотренный в журналах "Радио", 2007, № 8 и 9 однокристальный процессор UOCIII содержит много функциональных блоков и узлов. Часть из них более подробно описана в журналах "Радио", 2007, № 11;2008, № 1 и в этом номере.

Телевизионный процессор UOCIII имеет две группы входов для введения внешних сигналов RGB, YPrPb или YUV во внутренние сигналы YPrPb. Первая группа входов (выводы 78—80 процессора) служит для ввода сигналов RGB3/YPrPb3, вторая группа входов (70—72) — сигналов RGB2/YPrPb2/YUV (Pr и Pb — это цветоразностные сигналы на выходах декодера цветности). Выбранные сигналы обрабатываются в специальном узле и вводятся в сигналы ПЦТВ/YC и YPrPb.

Такой способ позволяет использовать внешнюю микросхему, улучшающую качество изображения.

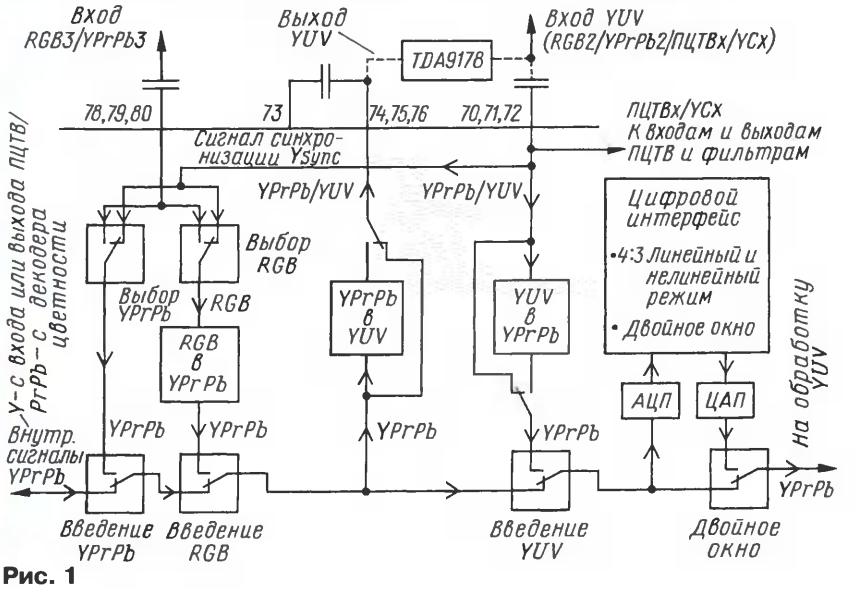


Рис. 1

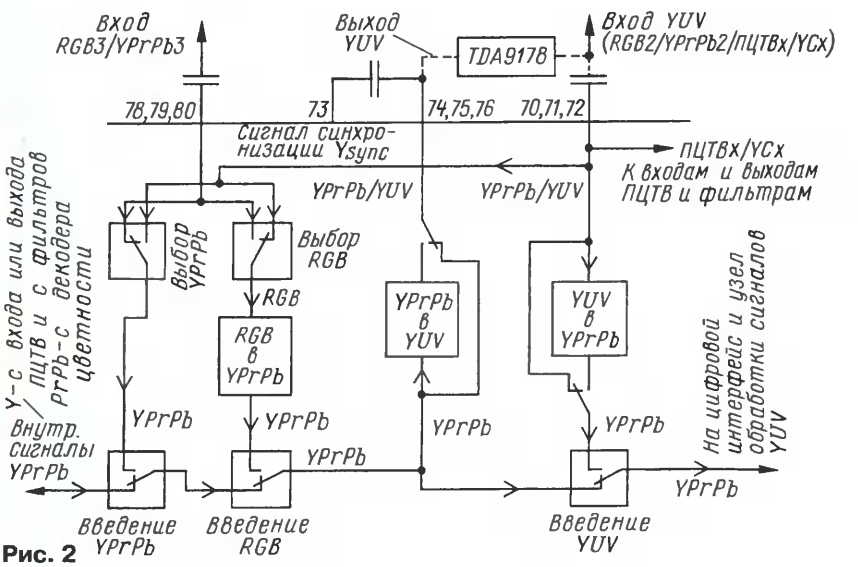


Рис. 2

На **рис. 1** представлена структурная схема рассматриваемого узла. Он содержит коммутаторы, которые выбирают один из двух наборов сигналов RGB (RGB2 или RGB3), один из двух наборов сигналов YPrPb (YPrPb2 или YPrPb3) и одну группу сигналов ПЦТВх или YCx, узлы для преобразования сигналов RGB в YPrPb, YPrPb в YUV и YUV в YPrPb, аналого-цифровой (АЦП) и цифроаналоговый (ЦАП) преобразователи, цифровой интерфейс для обработки сигналов и микросхему TDA9178. Последняя обеспечивает сокращение длительности фронтов и спадов в обрабатываемых сигналах цветности и яркости.

Возможны десять режимов работы коммутирующего узла, обозначаемые буквами A—J. Требуемый режим устанавливают выбором значений шинных разрядов YC, YUV2—YUV0 и INTF так, как это указано в **таблице** (x — любое состояние). Следует иметь в виду, что входы, обозначенные как "быстрый" (Fast), могут обеспечивать и полное (Full) введение, а входы, помеченные как "полный", не могут работать с быстрым введением. Сигналы RGB и YUV можно использовать как для быстрого, так и для полного введения, а сигналы YPrPb — только для полного введения.

В таблице даны все возможные сочетания сигналов RGB/YPrPb/YUV. Необходимо отметить, что если выбрано несколько входов, то приоритет имеет тот вход, который активизирован. Кроме того, приоритет зависит от вида сигнала. Наибольший приоритет имеют внешние сигналы YUV. Затем идут внешние сигналы RGB и YPrPb. И наконец, наименьший приоритет имеют внутренние сигналы YPrPb (от ПЦТВ). Если используют две группы входов RGB или две группы входов YPrPb, то группа входов 3 имеет приоритет над входами группы 2 (установка шинного разряда IE3 в 1 отключает входы группы 2).

В качестве примера на **рис. 2** изображены положения коммутаторов в рассматриваемом узле в режиме J. В этом случае имеется одна группа входов для сигналов YPrPb3 и одна группа входов для сигналов ПЦТВ или YC.

На **рис. 3** показано подключение микросхемы TDA9178 к процессору UOCIII.

Управление введением внешних сигналов обеспечивается узлом, схема которого представлена на **рис. 4**. Он содержит триггеры и логические элементы "ИЛИ" и "И".

Процесс замены внутренних сигналов внешними предусматривает следующие действия. Сначала выбирают один из режимов коммутирующего узла, указанных в таблице, соответствующей установкой шинных разрядов YUV2—YUV0. Затем включают одну из групп видеовходов разрядами IE2 и IE3 установкой их в 1. В первом случае (IE2 = 1) включена группа входов RGB2/YPrPb2/YUV, во втором (IE3 = 1) — группа входов RGB3/YPrPb3. Для активизации выбранного режима подают управляющий уровень 1 на вывод 75 (INSSW2) микросхемы или на вывод 77 (INSSW3) соответственно.

Если замена внутренних сигналов внешними происходит длительно, управляющим используют постоянное напряжение. Если же внешние сигналы

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 608-83-05

Режим	Значение разрядов			Сигнал с входа RGB3/YPrPb3	Сигнал с входа RGB2/YRrPb2/YUV/ПЦТВх
	YC	YUV2—YUV0	INTF		
A	0	000	X	Быстрый RGB	Быстрый RGB (IE3 = 0)
B	0	001	0	Быстрый RGB	Петля интерфейса YPrPb
			1		Петля интерфейса YUV
C	0	010	X	Быстрый RGB	Быстрый YUV
D	0	011	X	Быстрый RGB	Полный YPrPb
E	0	100	X	Полный YPrPb	Полный YPrPb (IE3 = 0)
F	0	101	X	Полный YPrPb	Быстрый RGB
G	0	110	0	Полный YPrPb	Петля интерфейса YPrPb
			1		Петля интерфейса YUV
H	0	111	X	Полный YPrPb	Быстрый YUV
I	1	000	X	Быстрый RGB	ПЦТВх или YCx
J	1	111	X	Полный YPrPb	ПЦТВх или YCx

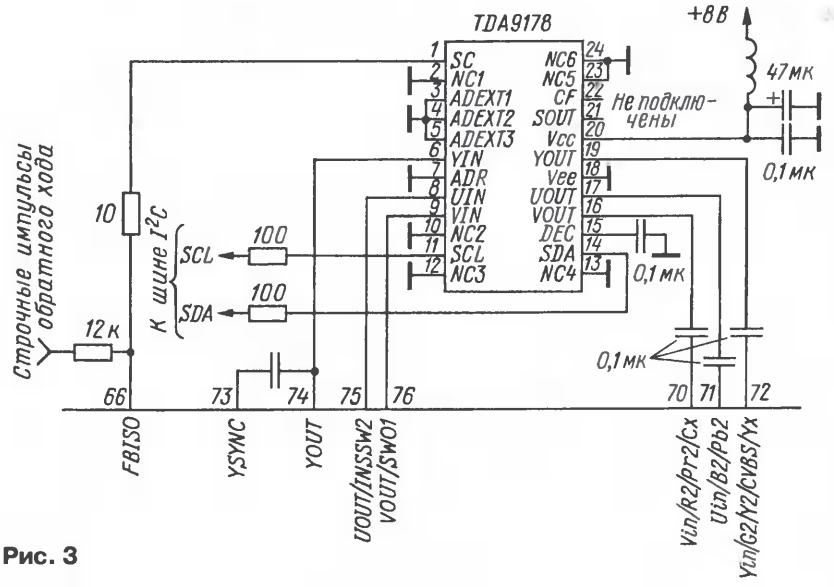


Рис. 3

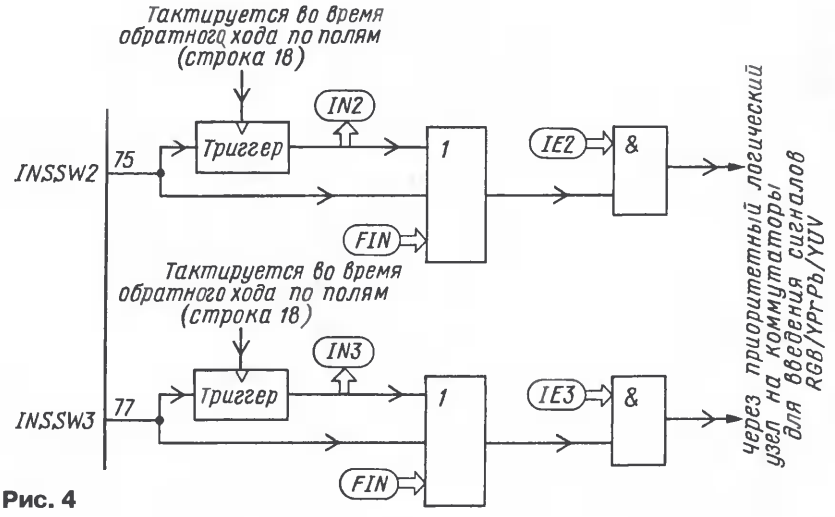


Рис. 4

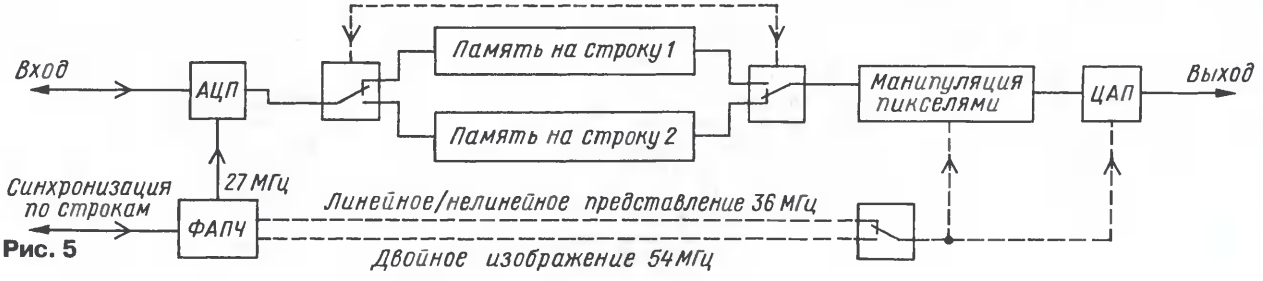


Рис. 5

вводят на ограниченный интервал времени, управляющий сигнал должен иметь вид импульса необходимой длительности. Вместо подачи управляющего уровня на выводы 75 или 77 можно на заданный интервал времени переводить шинный разряд FIN в 1. Если при этом оба разряда IE2 и IE3 установлены в 1, будет включен канал, имеющий больший приоритет, причем будет возможно только полное введение.

Следует пояснить особенности режимов "полный" (Full) и "быстрый" (Fast), указанных в таблице. Режим Full означает введение внешних сигналов на продолжительное время, например, включение видеомагнитофона, DVD плейера или спутникового селектора каналов. Как уже указано, для обеспечения работы в таком режиме на вход управления INSSW2 или INSSW3 (выводы 75 или 77) подают уровень 1 или переводят разряд FIN ("форсированное введение") в этот уровень. Если в интервале гашения по полю на выводах 75 или 77 установлен уровень 1, то разряды IN2 или IN3 переводятся также в 1 и поэтому все поле имеет режим Full.

Для того чтобы процессор работал в синхронном режиме, необходимо, чтобы во введенных сигналах имелись синхроимпульсы. В сигналах RGB они обычно отсутствуют. В этом случае нужно перевести разряд SYS в 1 и тогда синхроимпульсы будут извлекаться из ПЦТВ.

В режиме Fast внешние сигналы вводятся в процессор только на ограниченные интервалы времени. Примерами могут быть включение сигнала "кадр в кадре" (PIP) или введение сигналов меню (OSD). Управляющий сигнал Fast никогда не захватывает интервал гашения по полю, так как это может быть воспринято как переход к режиму Full.

Как уже указано выше, блок введения внешних сигналов содержит узел цифровой обработки. На его вход через десятиразрядный АЦП поступает сигнал YPrPb. После цифровой обработки сигнал проходит десятиразрядный ЦАП и при необходимости вводится в канал YPrPb, заменяя в нем на время введения внутренний сигнал.

Узел цифровой обработки содержит две группы по три канала линий задержки, включенные так, как это показано на **рис. 5**. На входах и выходах линий имеются два коммутатора, которые управляются противофазными сигналами формы меандр полустрочной частоты. Во время каждой строки сигналы считываются из одной группы линий задержки и проходят на кинескоп. Одновременно в другую группу линий задержки записываются приходящие сигналы YPrPb.

тел. 608-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 3, 2008

Если по внутреннему каналу проходит сигнал в формате 4:3, тактовая частота для АЦП равна 27 МГц, а для ЦАП — 36 МГц. При этом изображение растягивается по горизонтали и при использовании кинескопа формата 16:9 занимает всю ширину экрана.

Если увеличить тактовую частоту до 54 МГц и в интервале первой половины строки обрабатывать внутренний сигнал, а в интервале второй половины строки вводить внешний сигнал, например, с выхода узла телетекста, то на экране будут воспроизводиться два изображения: в левой половине экрана — внутренний сигнал, а в правой половине — сигнал телетекста.

В случае, когда внешним сигналом служит видеосигнал с выхода радиоканала видеомагнитофона, можно применить для вводимого сигнала режим Fast с цифровой обработкой и, меняя интервалы введения сигнала по строке и полю, обеспечить режим "кадр в кадре" с разными размерами и положением на экране вводимого изображения.

Редактор — А. Михайлов, графика — Ю. Андреев

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Группа **VERNA AUDIO** (А. Демьянов, А. Сырицо) изготавливает на заказ и предлагает:

— пассивные и активные АС (усилители АВ);

— широкополосные (100 Вт на канал, 5...50 000 Гц) усилители с режимом А+;

— активные АС с токовым возбуждением (CDL) в СЧ и ВЧ каналах и электроакустической обратной связью в НЧ канале;

— пакеты с документацией по самостоятельной сборке пассивных и активных АС и усилителей с режимом А+;

— изготовление разделительных фильтров, ремонт ГГ и доработку АС.

Профессионально. Гарантия качества.

Тел. **145-09-90, 8-903-192-41-44** — акустика, **187-02-48** — усилители.
E-mail: <**DEM_VERNA@rambler.ru**>.

* * *

ТОВАРЫ — ПОЧТОЙ!

Высылаем наложенным платежом по всей России. Лучший выбор книг, альбомов, радиодеталей, радионаборов...

105318, г. Москва, а/я 52 "Посылторг". Тел. (495) 543-47-96.

Каталог всех товаров на CD высылается в Вашем конверте с марками на 25 рублей!

Для получения каталога радиотоваров в бумажном исполнении пришлите марки почты России на 15 рублей.

Интернет-магазин: **WWW.DESSY.RU**
e-mail: **post@dessy.ru**

* * *

Речевые переключатели для хорошего отдыха и развлечений.

617120, Пермский край, г. Верещагино, а/я 74.

Простой импульсный преобразователь напряжения для БП телевизора

Л. КОМПАНЕНКО, г. Москва

Уже очень много лет в телевизорах применяют блоки питания, представляющие собой импульсные источники, преобразующие высокое постоянное напряжение (примерно 300 В) в ряд тоже постоянных выходных напряжений других (обычно меньших) значений, например, 125, 60, 25, 15 В и др. Высокое напряжение получают из переменного (50 Гц) сетевого 220 В, используя двухполупериодный выпрямитель, а выходные напряжения — из импульсных, относительно высокой частоты следования (десятки килогерц), формируемых в основном на вторичных обмотках трансформатора питания. Между указанными узлами включен довольно сложный импульсный преобразователь, задающая часть которого собрана на микросхеме или транзисторах, которые нередко выходят из строя. И не всегда удается сразу найти необходимые новые детали для замены неисправных.

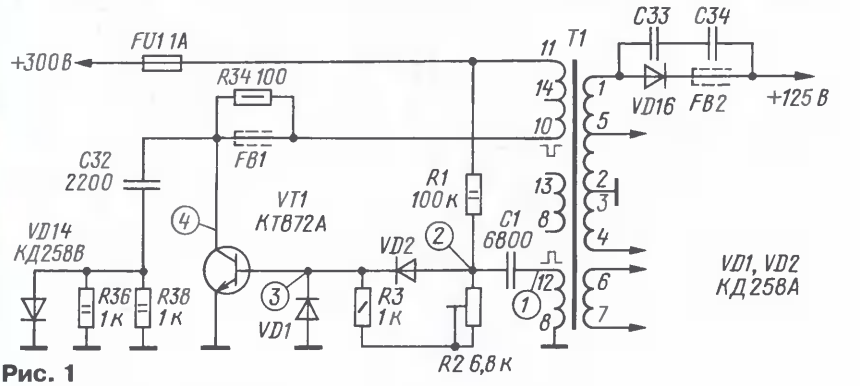


Рис. 1

Для того чтобы заставить телевизор работать, можно временно собрать очень простой импульсный преобразователь по схеме, изображенной на **рис. 1**. В устройстве оставлен выходной мощный транзистор VT1 (самого БП или замененный своим исправным или аналогом), выводы коллектора и эмиттера которого соединены с имеющимися цепями телевизора. Подключение показано для телевизора "Юность 42ТЦ408Д", причем все узлы задающей части преобразователя БП нужно отключить от базы транзистора. Конечно, в другом телевизоре коллекторные цепи транзистора могут выглядеть иначе, однако их оставляют без изменения.

Базовую цепь транзистора VT1 собирают по представленной схеме. В ней использованы элементы R2 (R28 по нумерации в телевизоре), VD1 (VD10), VD2 (VD11) от БП телевизора с изменением включения и новые дополнительные детали R1, R3, C1. Конденсатор C1 — К73-9 на напряжение 100 В.

В результате такой преобразователь представляет собой блокинг-генератор, осциллограммы напряжений в характерных точках которого можно видеть на **рис. 2** при использовании устройства в указанном выше телевизоре. В других аппаратах, в которых применены иные трансформаторы, осциллограммы могут немного отличаться.

Транзистор VT1 установлен на имеющийся в БП теплоотвод. Кроме того, к теплоотводу привинчивают дополнительную металлическую пластину, увеличивающую его площадь рассеяния примерно вдвое.

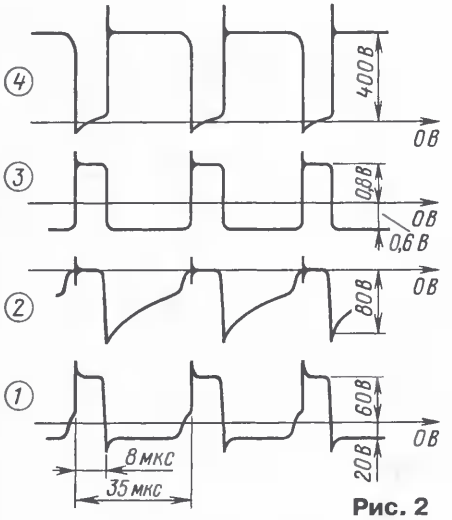


Рис. 2

Для установки преобразователя в номинальный режим необходимо вращением движка подстроечного резистора R2 получить требуемое напряжение питания строчной развертки — в нашем случае 125 В на выходе выпрямителя во вторичной цепи.

Следует еще раз указать, что использование такого преобразователя — временная мера, так как стабильность получаемых напряжений будет невысокая. В результате при изменении яркости изображения немного меняется и его размер.

Редактор — А. Михайлов, графика — Ю. Андреев

Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

О любительском модульном микшерном пульте

Э. КУЗНЕЦОВ, г. Москва

Об особенностях разработки модульного микшерного пульта и его применения в специфических условиях эксплуатации рассказывает автор ряда публикаций по этой тематике канд. техн. наук Эдуард Борисович Кузнецов. Кроме того, в статье даны дополнительные рекомендации по вариантам модификации и методам любительского конструирования, что обусловлено интересом радиолюбителей к такой аппаратуре, вопросами к автору и обсуждением на форумах по аудиотехнике.

В публикациях журнала [1—7] вниманию читателей был предложен микшерный пульт и его отдельные блоки, доступные для изготовления в домашних условиях. Достаточно высокие параметры позволяют использовать такой пульт для самых разных целей, а модульная конструкция — оперативно получать компоновку, оптимальную для этих целей. Из высказываний на форумах в Интернете видно, что эта конструкция многих заинтересовала, но возникли некоторые вопросы по оформлению и предложения "доработать" пульт, усложнить темброблок и т. д. Часто высказываются сомнения и о целесообразности изготовления пульта дома.

Прежде всего, нужно представить себе цель работы. Ведь сейчас в продаже есть множество пультов, и если для ваших задач можно использовать готовую аппаратуру, то целесообразнее просто приобрести ее. Соревноваться по дизайну и цене с заводскими изделиями очень трудно. Это связано с тем, что оптовые цены на элементы иногда в десятки раз могут отличаться от розничных. На заводах обычно применяют оснастку, которая очень упрощает, ускоряет и повышает точность механических работ. Оснастка тоже стоит денег и окупается только при достаточно большом числе выпускаемых изделий. Отсюда следует, что заниматься самостоятельным изготовлением микшерного пульта дома имеет смысл, если к нему предъявляются какие-то особые требования.

Вернемся к модульному пульту. Его конструкция и некоторые модули созданы специально для православных храмов. Там возникают задачи, которые обычные простые пульты удовлетворительно решить не могут. Озвучивание пространства вокруг церкви на праздниках особых сложностей не вызывает. Желательно только не увлекаться мощностью усилителей и несколько скорректировать тембр звука для увеличения зоны слышимости. При выходной мощности 20 Вт и относительно высокой чувствительности громкоговорителей перекрыть пространство радиусом до 200 м не составляет труда.

В самом храме со звукоусилением возникает много проблем. Во-первых, речь идет не об усилении звука, а о "подзвучивании". Ведь часто и так все слышно, но из-за отражения от колонн, арок звуковые волны теряют в первую очередь высокие (в спектре голоса) частоты, которые и определяют разборчивость речи. Вот их и желательно "восполнить", да так, чтобы это не было очень заметно. Просто все должно быть хорошо слышно в любом месте храма. Если излишне усилить звук, то можно получить очень неприятный эффект, когда голос священнослужителя для части прихожан будет слышен откуда-то сзади. Затем нельзя забывать, что во время богослужения изменяются положение людей и расстояние до микрофона, а соответственно, и громкость звука. Звукооператора в церкви нет, и обычно у людей, обслуживающих аппаратуру, нет достаточной квалификации. Отсюда основное требование к пульту — простота в обращении (все регуляторы, без которых можно обойтись, исключены), автоматическая регулировка усиления (АРУ) во всех микрофонных каналах. Стереозвук совершенно не нужен, целесообразнее использовать акустические системы с круговой направленностью. Даже эти требования ограничивают выбор аппаратуры. Имеющиеся в продаже пульты с АРУ обычно очень дорогие и к тому же имеют регулятор только в выходных линейках. Для стереозвука это решение правильное — автомат не должен нарушать стереобаланс, выставленный звукооператором. В храме же АРУ на выходе пульта может совсем "задавить" голос с одного микрофона, если вдруг придет сильный сигнал (например, от хора) с другого микрофона. Поэтому во многих случаях после опробования в храмах отказываются от использования отличной импортной аппаратуры, там обычные пульты не очень подходят. Вот почему желательно было провести разработку аппаратуры с учетом особенностей ее использования. Требования к качественным параметрам могут быть несколько снижены, поскольку в православных храмах музыкальных инструментов нет, а изменения в спектре речевого сигнала не столь заметны, да и по шумам условия прослушивания очень далеки от студийных. Это дает возможность использовать недорогие микросхемы широкого применения. Отметим, что эта относительно простая аппаратура себя неплохо показала на практике и даже заслужила одобрение руководства РПЦ. Примечателен и такой факт: православный священник из Сан-Франциско (США), увидев на обложке "Радио" фото пульта, специально приезжал за ним.

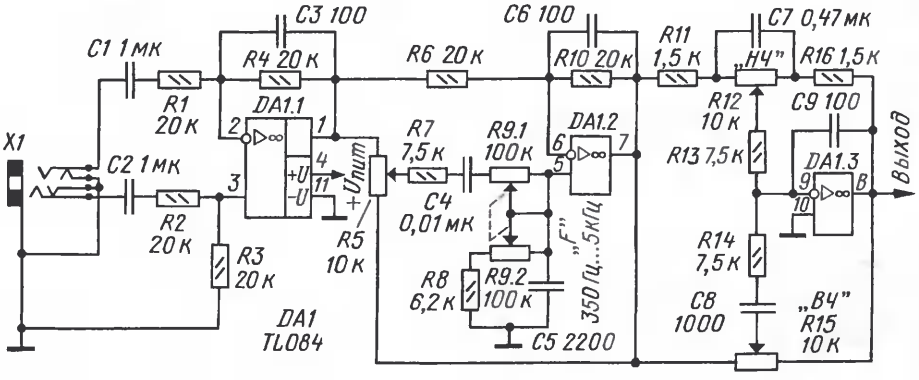


Рис. 1

Из вышесказанного понятна цель разработки этой аппаратуры. А поскольку никто не собирался выпускать ее на заводе, то очень важным было предложить простую схему на недорогих широко распространенных элементах и конструкцию, удобную для повторения. Правда, при разработке всегда имелось в виду, что радиолюбители могут ставить совершенно другие задачи, и этот пульт может служить основой для новых разработок. Очень удобная модульная конструкция позволяет компоновать из имеющихся модулей нужную конфигурацию, а разводка печатных плат дает возможность установить необходимые для стереопульта регуляторы "ПАНОРАМА" и выходного уровня. При изготовлении, например, "классического" стереофонического варианта пульта на основе конструкции, показанной на фото, вместо модулей УМЗЧ и "сервисного" можно поставить входные модули. Получаем в том же корпусе обычный восьмивходовый пульт. Во входных модулях на месте тумблеров "ВКЛ" устанавливают регуляторы "Панорама", а на месте надписей "ВХОДНОЙ МОДУЛЬ" — регуляторы выходного уровня. На печатных платах предусмотрены места для установки этих регуляторов, но в "Радонеже" их просто не ставили.

тел. 608-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

По поводу упрощенного варианта темброблока можно сказать, что его назначение — получить примерно одинаковое звучание разнотипных микрофонов, используемых в микрофонных каналах. Что касается среднечастотного регулятора, то выбрать его оптимальную частоту не так уж просто. Оказывалось, что в некоторых случаях он совершенно неэффективен на мужских голосах, в некоторых — на женских. В более сложных пультах единственным правильным решением будет иметь перестраиваемую среднюю частоту. Можно поставить и два таких среднечастотных звена. Но в этой конструкции при выбранных размерах лицевой панели разместить регулятор перестройки центральной частоты и регулятор усиления на этой частоте вряд ли удастся, поэтому здесь целесообразнее перенести регуляторы средней частоты в УМЗЧ. На **рис. 1** показана схема (без цепей питания) входных корректирующих каскадов к блоку УМЗЧ. Допустимо использовать ОУ TL084, TL074. Центральную частоту возможно изменять в пределах от 350 Гц до 5 кГц. Для речевых сигналов этого вполне достаточно, а если поставить еще одно такое же звено, то нужно изменить емкость конденсаторов пропорционально выбранному диапазону перестройки. Еще лучше применить параметрический эквалайзер перед каждой выходной линейкой. Тогда с их помощью можно даже исправлять влияние на звучание акустики помещения.

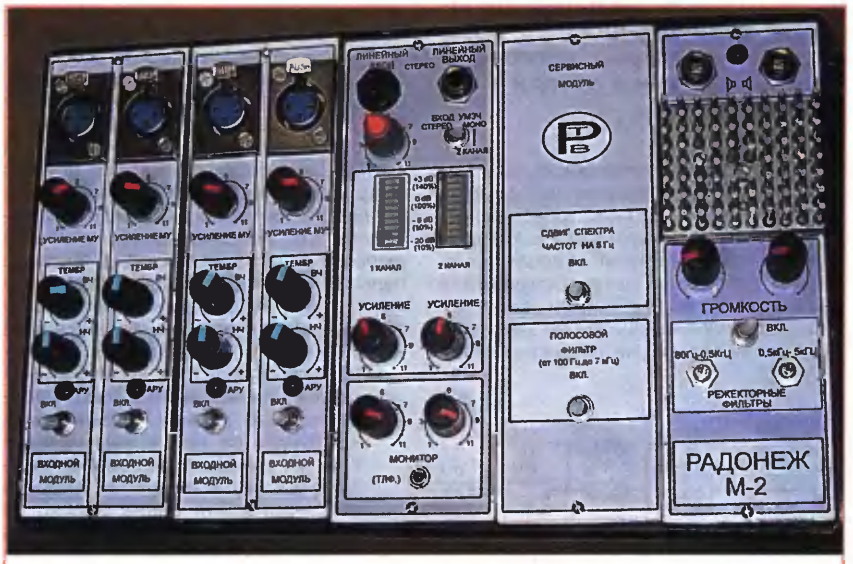


Рис. 2

Рис. 3

Предложенную конструкцию любительского пульта следует рассматривать как базовую. Размеры корпуса выбраны из соображений легкой транспортировки. Поскольку лицевые панели предполагалось изготавливать дома, то фальшпанели распечатывали на принтере (программа CorelDRAW) всего на одном листе фотобумаги. Затем эти панели нужно разрезать и заламинировать так, чтобы был зазор между ними. Обязательно следует оставлять припуск пленки по краям каждой фальшпанели. Без него при эксплуатации, если придется протирать панели, можно задевать за края пленки, и они могут отделиться от фотобумаги. Такая завернутая на краях пленка очень ухудшает внешний вид пульта. Ламинированные фальшпанели наклеивают на модули клеем "Момент". Внешний вид аппаратуры получается не хуже, чем у заводской.

Если же нет необходимости добиваться небольших габаритов, можно увеличить длину и число линеек. В этом случае можно применять и ползунковые выходные регуляторы, и параметрические звенья в темброблоке, а также использовать полностью схемы блоков профессионального простого портативного пульта "Микро РТВ" [8]. Нужно только не забывать, что сделать "на коленке" аккуратно пропилы для ползунковых регуляторов в нескольких линейках — весьма скучное занятие. Для изготовления же предложенного корпуса достаточно иметь самые простые инструменты, имеющиеся обычно в каждом доме: дрель, ножовку, молоток и напильник.

Для разработки плат пульта использована программа Sprint-Layout 3.0 R [9]. Эту весьма простую программу можно освоить очень быстро. Она позволяет экспортировать чертежи в графическом формате *.BMP для помещения их в статьи или отчеты. Экспорт файла также возможен в форматах "Gerber" и "Excellon" (сверловка), используемых профессиональными изготовителями печатных плат. К достоинствам программы следует отнести большое число библиотек в Интернете и простоту самостоятельного изменения элементов библиотеки. Можно использовать два "генератора текста". В первом используются стандартные шрифты Word (как русский, так и латинский алфавит). Этот шрифт не изменяется при зеркальном отображении. Второй "генератор текста" имеет только латинский алфавит, но его можно отображать и зеркально. Эту немецкую русифицированную программу для радиолюбителей можно найти в Интернете (648 кБ), она работает в среде ОС Windows 95, 98, ME, NT, 2000, XP. Позволяет распечатывать в любом масштабе или зеркально нужный слой, элементы. Поэтому в большинстве случаев нет необходимости использовать программу PCAD и заниматься преобразованием ее файлов в графические форматы.

Для вычерчивания небольших схем не менее проста и удобна другая немецкая русифицированная программа Splan v.5.0. (Rusplan). Здесь экспорт файлов возможен в форматах GIF, JPG, BMP, EMF. Эти программы уже широко используются радиолюбителями и, видимо, скоро вытеснят многие другие известные. Нужно только иметь в виду, что более ранние версии этой программы могут не раскрывать схемы, нарисованные с использованием более поздних версий (SPlan V 6.0).

Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

В заключение считаю полезным сообщить еще об одной модификации любительского пульта, показанной на фото **рис. 2**. Схема практически не изменена, но для максимального упрощения изготовления корпуса пульта в домашних условиях платы объединены в блоки попарно (ширина блока 60 мм). Конечно, об оперативной замене их уже речи нет — соединительные разъемы исключены. Зато после новой разводки печатных плат их удалось расположить горизонтально и тем самым существенно уменьшить толщину корпуса. Платы крепят к лицевым панелям через стойки длиной 15 мм. Все переменные резисторы и тумблеры размещены между платами и панелями, соединяясь с платой проводами. Толщина корпуса при этом не превышает 40 мм. На строительных рынках продаются дюралевые полосы такой ширины и длиной 2 м. Из этой полосы легко согнуть прямоугольный корпус с размерами 305×185×40 мм и соединить края накладкой на винтах М3. Эта накладка толщиной 5 мм служит теплоотводом для микросхем стабилизаторов напряжения питания. Изнутри к стенкам привинчены алюминиевые уголки 10×10 мм, которые продаются на том же строительном рынке. На эти уголки и крепят на винтах М2,5 блоки и дно пульта. Только верхние уголки желательно закрепить на 2 мм ниже верхней кромки боковых стенок. Тогда края верхних панелей блоков будут защищены боковыми стенками. Такой корпус можно изготовить очень быстро, пользуясь лишь тисками и молотком, а выглядит он неплохо. При снятом дне доступ ко всем регулировкам очень удобен. Представление об этой конструкции расширяет фото пульта снизу на **рис. 3**.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кузнецов Э.** Любительский модульный микшерный пульт. — Радио, 2003, № 2, с. 12—15; № 3, с. 10—12.

2. **Кузнецов Э.** Входной модуль микшерного пульта. — Радио, 2004, № 5, с. 18—20.

3. **Кузнецов Э.** Модуль фильтров для борьбы с акустической обратной связью. — Радио, 2004, № 6, с. 15, 16.

4. **Кузнецов Э.** Параметрический эквалайзер для модульного пульта. — Радио, 2004, № 7, с. 17—19.

5. **Кузнецов Э.** Автономный блок звукоусиления на основе входного модуля микшерного пульта. — Радио, 2005, № 5, с. 20—23; № 6, с. 20.

6. **Кузнецов Э.** Модуль УМЗЧ для любительского пульта. — Радио, 2006, № 8, с. 16, 17.

7. **Кузнецов Э.** Устройство сдвига спектра частот. Сервисный модуль любительского микшерного пульта. — Радио, 2006, № 11, с. 19—22.

8. **Кузнецов Э.** Микшерный пульт. — Радио, 2001, № 7, с. 12—15; № 8, с. 12—14; № 9, с. 11—13.

9. **Пестриков В. М.** Радиоэлектроника в конструкциях и увлечениях. Разработка печатной платы на компьютере. — С.-Пб.: Наука и техника, 2004, с. 133—148.

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Акустическая система VERNA 100A-14

А. ДЕМЬЯНОВ, А. СЫРИЦО, г. Москва

"Строгий тональный баланс и высокая разрешающая способность при сохранении положительной эмоциональной составляющей музыкальных программ разных жанров отличает эту модель", — так характеризуют авторы свою новую конструкцию громкоговорителя.

Помимо описания акустической системы, в статье изложены ответы на часто задаваемые вопросы читателей относительно повторяемости описанных в журнале конструкций АС VERNA.

Высокие технологии в производстве головок громкоговорителей (ГГ) позволили наполнить рынок аудиоаппаратуры большим числом моделей акустических систем (АС). Но если ГГ с диффузорами на основе полимеров воспринимаются в составе аппаратуры домашнего кинотеатра вполне органично, то при высококачественном воспроизведении музыкальных компакт-дисков это не так однозначно. Особенно это касается полосы СЧ (300...4000 Гц), где сосредоточены основные тембры музыкальных инструментов. Основная причина неполноценного звуковоспроизведения многими ГГ СЧ кроется в больших внутренних потерях полимерных и композитных диффузоров. Действительно, ГГ с такими диффузорами обладают многими привлекательными характеристиками — высокая максимальная мощность, низкая частота основного резонанса (65...85 Гц), достаточно линейные графики АЧХ с неравномерностью до ±2 дБ в полосе 190...3500 Гц, низкие значения гармонических искажений, отличная макродинамика, слабая окрашенность воспроизводимых программ. Но при этом им практически недоступно высокое тембровое разрешение в малосигнальной зоне без потери тонких нюансов и, как следствие, несоответствующее записи звуковоспроизведение, субъективно описать которое можно как неестественное, "неживое".

Тем не менее некоторым фирмам удается сконструировать ГГ, которые с успехом сочетают в себе положительные качества полимерных и целлюлозных. Они обладают ровным, тонально-сбалансированным звучанием и высокой нейтральностью к воспроизводимому музыкальному материалу, что, как правило, и требуется опытным слушателям.

Именно такие ГГ в качестве среднечастотных и установлены в модели АС 100A-14 (фото на **рис. 1**). Это — динамическая головка POLK AUDIO MW4850 с легким диффузором из композитного материала высокой плотности (масса — около 5 г), мягким подвесом (линейное смещение — 2,5 мм), рабочим частотным диапазоном 80...4500 Гц. В полосе НЧ используется головка SEAS L21RN4x/P (H956) с диффузором, выполненным из алюминия (масса — 40 г); линейное смещение — до 7 мм (максимальное — до 14 мм), резонанс на частоте 24 Гц, номинальная мощность — 100 Вт. В полосе ВЧ, сохраняя выбранный (по материалу диффузора головки НЧ) тональный баланс, применена головка SEAS H883 с куполом из алюминия диаметром 27 мм и магнитной жидкостью в зазоре. Чувствительность головки — не менее 90 дБ, полоса частот — 2300...21000 Гц (по уровню –3 дБ).

Рис. 1

тел. 608-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Модель 100А-14 разрабатывалась как универсальная (для воспроизведения разных жанров музыкальных программ) для помещений площадью 17... 22 м^2 при средней заглушенности, достигаемой при наличии паласа или ковра 3×4 м на полу, "бумажных" обоев, штор средней плотности на окнах, мягкой мебели, открытой форточки или двери, а также декоративных элементов звукопоглощения за спиной слушателей. Предпочтительная установка — на акустически изолированных от пола подставках высотой 45...60 см, в зависимости от расстояния до слушателя.

Основные технические характеристики

Номинальное (минимальное) сопротивление, Ом 8 (3,8)
Рабочая полоса частот, Гц ...30...21000
Чувствительность, дБ 85
Частоты раздела, Гц 380, 2900
Шумовая мощность, Вт, ном./макс 50/100
Размеры, мм .....280×730×440
Масса одной АС, кг, не менее 45

Конструкция громкоговорителей

Корпус модели 100А-14 (его чертеж показан на **рис. 2**) имеет классические соотношения размеров панелей с учетом двух излучателей в СЧ звене. Минимальной ширины передняя панель, покрытая плотным винилом с рельефным рисунком, и смещенные оси СЧ и ВЧ головок относительно низкочастотной заметно снижают переотражения от излучателей. Слева (и справа — на другом канале) от ВЧ головки расположено отверстие для установки фазоинвертора. Труба имеет внешний и внутренний диаметры 58 и 53 мм соответственно при длине 140 мм. На задней панели, ближе к геометрическому центру, — отверстие диаметром 40 мм для установки второй трубы длиной 50 мм с внешним и внутренним диаметрами 40 и 36 мм, она служит для коррекции АЧХ в полосе 50... 250 Гц. Ниже расположено прямоугольное отверстие 65×90 мм для панели с тремя парами входных акустических зажимов.

Передние и задние панели составлены из двух слоев ДВП (MDF) средней плотности и фанеры общей толщиной 42 мм. Остальные — двухслойные из ДВП толщиной 20 мм и фанеры 18 мм при общей толщине 38 мм. Склеенные заготовки панелей выдержаны под прессом в течение четырех суток. Задняя панель СЧ бокса выполнена из ДВП толщиной 20 мм и перфорированной ДСП толщиной 18 мм низкой плотности. Внутренняя боковая панель СЧ бокса — ДВП 20 мм, а нижняя образована ра-

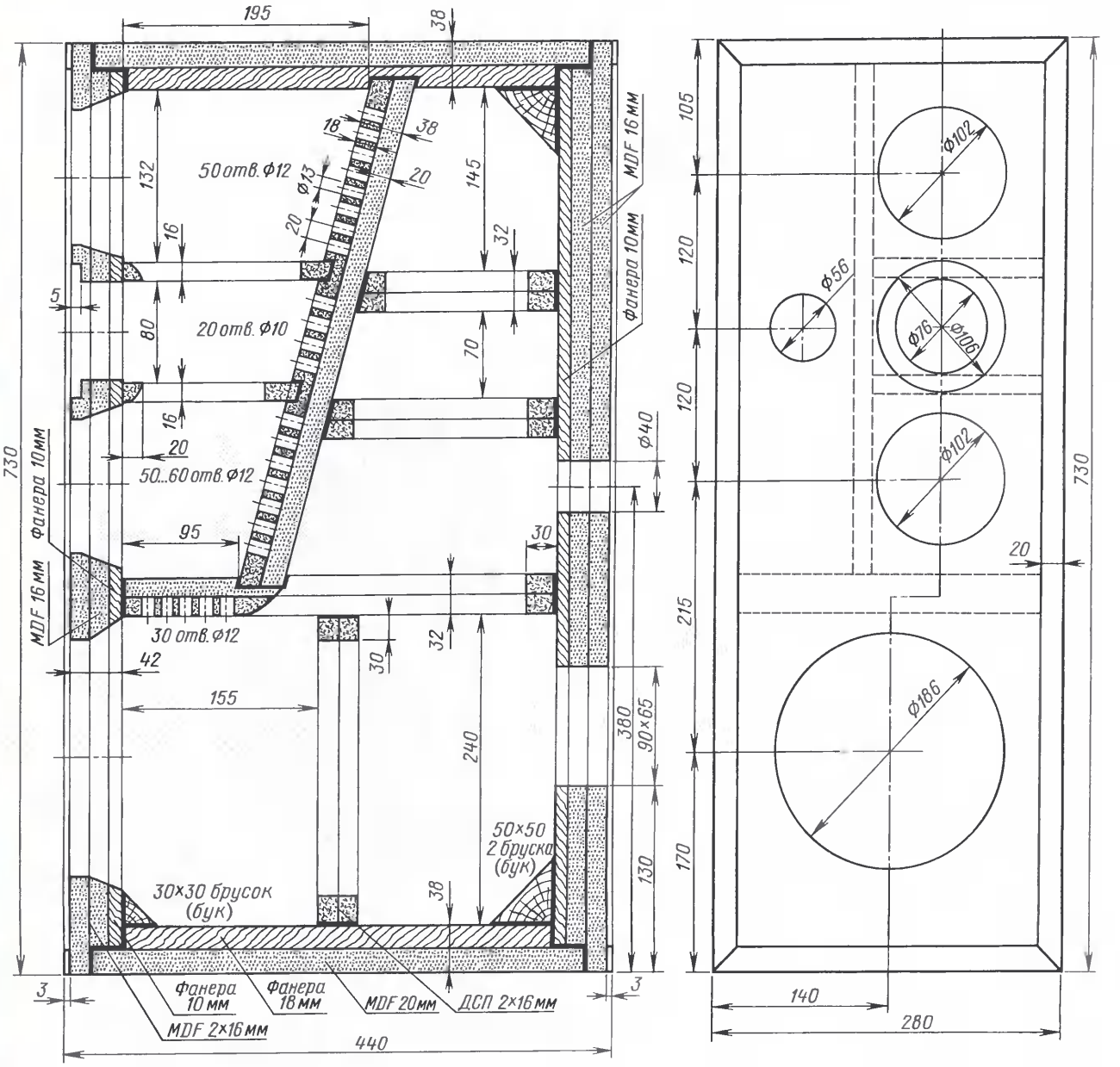


Рис. 2

РАДИО № 3, 2008
Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

мой-распоркой над НЧ ГГ (рис. 2). Рамы-распорки в отсеке НЧ головки, а также те, что расположены позади СЧ бокса, установлены между боковыми и задней панелями корпуса. Рама, расположенная над НЧ головкой, упирается во все вертикальные панели корпуса. На левом чертеже рис. 2 торцевые части боковой панели СЧ бокса и некоторых рам-распорок показаны штриховыми линиями.

Форма, величина объема и перфорация на задней панели СЧ звена, а также установленные на ГГ панели акустического сопротивления (ПАС) позволили в значительной степени сохранить исходную линейность АЧХ головок MW4850 за счет снижения амплитуд внутренних резонансов и переотражений и обеспечить минимальное смещение диффузоров в диапазоне 300...3500 Гц. Последнее качество позволяет быстрее и, значит, точнее следовать (преобразовывать) поступающему сигналу при меньших значениях искажений.

Материалы рам-распорок (ДСП) и места их установок выбраны с учетом увеличения вибропоглощения и необходимой жесткости корпуса для воспроизведения низких частот от 30 Гц. Все панели, в том числе и рамы-распорки, зафиксированы эпоксидным клеем, а крепление усилено шурупами-саморезами, установленными снаружи.

Все внутренние поверхности, за исключением перфорированных в СЧ боксе, в несколько приемов покрыты ПВА до получения высохшего слоя 4...5 мм.

Внутренние поверхности НЧ бокса оклеены натуральным войлоком средней плотности (около 2...2,5 кг/м^2) толщиной 17...19 мм, а углы скруглены по радиусу 20 мм.

СЧ бокс тоже оклеен внутри, но войлоком низкой плотности (1,5...2 кг/м^2) и толщиной 12...15 мм, кроме перфорированных панелей. Их отверстия заполнены синтепоном низкой плотности.

В углах НЧ и СЧ боксов вклеены изготовленные из х/б ватина валики-цилиндры диаметром 100 и 50 мм при длине 200 и 100 мм соответственно.

Корпус покрыт миллиметровым шпоном розового дуба и тонирован черным полуматовым полиуретановым лаком. Передние и задние панели оклеены рельефным винилом. ГГ установлены на панели жестко, без демпфирующих колец. По периметру передней и задней панелей наклеены планки из бука сечением 20×3 мм. Фактически толщина планок соответствует толщине винилового покрытия с клеевым слоем. Рамки с декоративной, акустически прозрачной тканью изготовлены из массива бука или дуба сечением 18×18 мм и фиксируются на корпусе посредством пластмассовых штырей, вставляемых в соответствующие гнезда по краям передней панели.

При повторении конструкции, во избежание досадных разочарований по поводу оценки работы АС, в первую очередь следует подобрать ГГ, желательно из одной партии выпуска, и затем придерживаться следующего алгоритма сборки корпусов:

1. Подобрать качественные и просушенные материалы и приобрести современные клеи (например, KLEIBERT, BERRIT).

2. Склеить заготовки панелей и выдержать их под прессом (грузом массой 50...70 кг) не менее 6—8 суток.

3. Собрать вначале каркас из боковых панелей (без передней и задней стенок), зафиксировав углы шурупами-саморезами с шагом 50...60 мм и оставить на 4—5 суток.

4. Установить панели СЧ бокса со своими перегородками и также скрепить их шурупами, а через 2—3 суток установить рамы-перегородки в НЧ боксе.

5. Через 6—8 суток вставить подогнанную по размеру переднюю панель, а еще через 5—6 суток установить заднюю панель, также фиксируя их саморезами.

Собранные корпусы необходимо выдержать 6—9 суток в помещении (желательно проветриваемом) при температуре +24...+26 °С и минимальной влажности.

Далее можно приступать к покрытию внутренних поверхностей корпусов составом ПВА. Полностью высохшие слои имеют прозрачный цвет. Войлок следует устанавливать по технологии применения клея "Момент", т. е. создав сильное кратковременное давление,

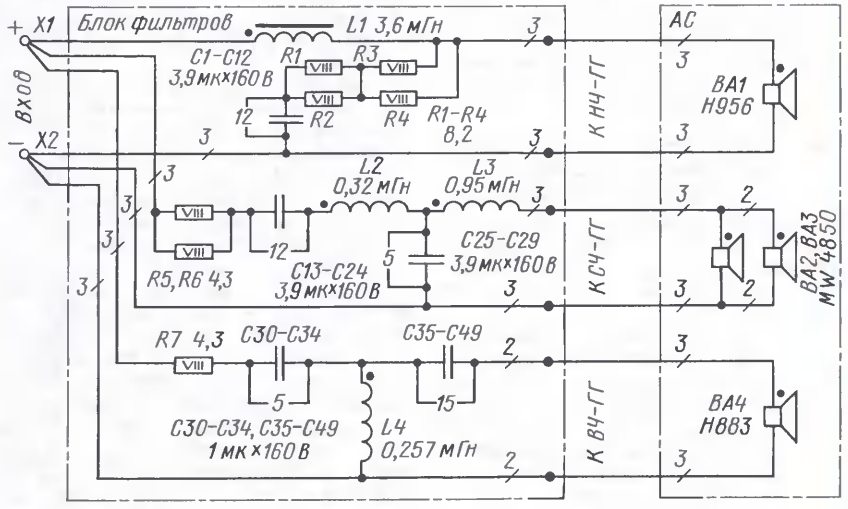


Рис. 3

затем установить элементы звукопоглощения (поролон и ватин на основе шерстяных волокон в данном случае малоэффективны).

Следует заранее предусмотреть места и способы закрепления групп проводов, идущих от входных зажимов к ГГ.

В конструкции необходимо использовать только высококачественные акустические зажимы, имеющие место под пайку в центральной оси. Их переходное сопротивление контакта не должно превышать 0,01 Ом, и после 200—500 ч работы АС при подводимой мощности 10...20 Вт (15...20 % времени работы в начальный период эксплуатации) все паяные соединения необходимо покрыть цапон-лаком или иным нейтральным составом.

Подставки под АС не должны иметь фронтальную панель шире 120...130 мм. Их конструкция может быть произвольной при достаточной массе и должна обеспечивать виброизоляцию между полом и устанавливаемыми на них корпусами.

Разделительные фильтры

Схема трехполосного разделительного фильтра и соединений в громкоговорителе показана на **рис. 3**. Катушка L1 содержит 220 витков провода ПЭВ-2 1,12, намотанных на сердечнике из феррита 2500НМ размерами 8×15×85 мм.

Ферритовый сердечник катушки L1 позволяет сохранить чувствительность низкочастотной головки и пропускать без искажений сигнальный ток до 20 А частотой до 10 кГц. Катушки L2, L3 намотаны тем же проводом на каркасах диаметром 40 и высотой 28 мм и содержат 196 и 290 витков соответственно. Катушка L4 содержит 140 витков провода ПЭВ-2 0,8, намотанных на каркасе диаметром 14 и высотой 18 мм. Слои изолированы тонкой фторопластовой лентой. Конденсаторы — К73-16 на напряжение 160 В, резисторы — безындукционные С5-16В мощностью 8 Вт. Провода к акустическим зажимам — медные посеребренные многожильные в изоляции из мелкодисперсного стекловолокна и фторопласта. Монтаж фильтров выполнен без соединительных проводов.

Целесообразно выполнить подстройку параметров фильтров (элементы L2—L4, C25—C34) в пределах отклонений не более 5...7 % от указанных значений, а также длины трубы фазоинвертора. Но заниматься этим следует лишь спустя 150...250 ч наработки, т. е. после стабилизации электромеханических и электроакустических характеристик ГГ.

Выбор фильтров третьего порядка в полосах СЧ и ВЧ — в данном случае компромисс между инструментальными и субъективными оценками звуковоспроизведения системы в целом. Следует отметить, что замена головок MW4850 на другие может потребовать применение фильтров иного порядка.

При повторении конструкции вместо головок POLK AUDIO MW4850 возможно использовать SEAS H1152 или SEAS H149. В этом случае потребуется некоторая коррекция параметров разделительного фильтра и изменение плотности ПАС для этих головок.

тел. 608-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Результаты оценочных прослушиваний

При воспроизведении музыкальных программ самых разных жанров звучание отличается строгой тональностью и высокой микродинамикой.

Звучание сложных симфонических программ признано полностью "пропорциональным" записанному на носителе, в том числе с сольными партиями вокала, фортепиано и скрипки.

Испытание АС показало, что с усилителем, работающим в классе А+, заметно улучшается качество воспроизведения. Это особенно проявилось при воспроизведении грамотно записанных классических программ — АС как бы растворялись, появилась глубокая и широкая панорама симфонического оркестра, тембры обрели настоящую телесность и естественность даже в самых сложных треках — соло женского вокала и фортепиано. Выявилась масса музыкальных подробностей и нюансов, которые "проглатывались" очень дорогими усилителями. При этом звучание тракта отличалось редкой целостностью и органичностью, так как не была потеряна положительная эмоциональная составляющая, — неотъемлемый аспект действительно высококачественного воспроизведения.

Авторы выражают признательность С. Агееву, Г. Лазаренко, Г. Крылову за полезные консультации.

Вместо послесловия — о повторении конструкций АС VERNA

Помимо описания модели 100А-14, автор считает возможным дополнить его ответами на ряд вопросов по конструированию, поступающих автору, и осветить ряд аспектов по конструкциям моделей VERNA.

Автор не занимается продвижением на российский рынок аудиопродукции каких-либо фирм. Изделия, применяемые в моделях VERNA, подбираются исключительно для решения задач, поставленных заказчиком. В ряде случаев оказывается возможным использование ГГ советского и российского производства.

Модели АС VERNA, описанные в журналах "Радио", — не сложные для повторения и относятся к среднему уровню по качеству звуковоспроизведения и сложности акустического оформления. Тем не менее модели серии А успешно конкурируют с промышленными образцами высоких ценовых категорий. Практическую помощь в изготовлении корпусов при повторении конструкции оказывают местные цеха или мастерские по ремонту и изготовлению мебели.

Новые высокотехнологичные разработки вариантов акустического оформления, не имеющие аналогов среди промышленных образцов и позволяющие поднять качество воспроизведения на более высокий уровень, применяются лишь при индивидуальном изготовлении или при отправлении заказчику пакета документации для самостоятельной сборки. Пакет содержит чертежи и описания пооперационной сборки модели в масштабе 1:2, разработанной для конкретного помещения и с учетом индивидуальных предпочтений заказчика. Также высылаются описания по доработке головок СЧ (по необходимости), электрические схемы разделительных фильтров (или собранные комплекты), алгоритмы тонкой настройки и рекомендации по расположению громкоговорителей АС. Публикации подобных разработок в печати не планируются.

В разделительных фильтрах-кроссоверах моделей VERNA не применяется коррекция ФЧХ и АЧХ. Во-первых, по мнению автора, нет однозначно положительной оценки такой коррекции при субъективных прослушиваниях. Во-вторых, в моделях VERNA этому служат акустические оформления, которые не столько выравнивают АЧХ, сколько "стабилизируют" (сохранение макро- и микродинамики) СЧ ГГ в зоне сопряжения с ВЧ ГГ. В-третьих, в моделях VERNA не применяются ГГ, имеющие большие (более 4...6 дБ) значения неравномерности АЧХ. Платы с разделительными фильтрами в моделях серии А размещены в отдельных небольших корпусах (для каждой АС). Это позволяет максимально эффективно расположить элементы вибро- и звукопоглощения в НЧ и СЧ боксах и оперативно реализовать "активную АС".

Применение в разделительных частотных фильтрах отечественных конденсаторов К73-16 продиктовано их положительными (субъективно) "звуковыми" свойствами.

Неуместны претензии по качеству воспроизведения (звучания) описанных в журнале конструкций, если повторяющий необоснованно изменяет размеры акустического оформления и их пропорциональные соотношения, производит замену ГГ, частоты раздела фильтров и др.

Автор считает нецелесообразным и обсуждения "анализов и выводов" по работе той или иной модели VERNA, выполненные на основе компьютерных программ. Во-первых, что нередко, паспортные данные ГГ не всегда полностью соответствуют инструментальным проверкам в безэховой (звукозаглушенной) камере, во-вторых, новые ГГ после приработки в течение 100...400 ч (для разных материалов диффузоров и подвесов нужно разное время) несколько изменяют свои основные характеристики, а это сложно поддается прогнозированию. Но самое главное — смоделированная на компьютере АС может быть "замечательной" только для самого компьютера. В программу невозможно заложить алгоритм однозначно единственного и правильного преобразования электрического сигнала в звуковые колебания, в конечном итоге именуемыми Музыкой. Также нельзя не отметить, что большинство "комнатных" компьютерных замеров проводятся с использованием неаттестованных измерительных приборов, что не позволяет корректно говорить даже об основных характеристиках ГГ, тем более строить выводы о качестве АС.

В описаниях моделей VERNA намеренно отсутствуют графики АЧХ. Автор считает, что для повторения важнее предоставить подробное описание конструкции, особенностей акустического оформления НЧ и СЧ головок, применяемых в АС, полезных доработках, например, СЧ головок, сведений о действии и частотах раздела фильтров, а также краткое изложение результатов контрольных субъективных проверок.

Известно, что две разные АС, имеющие очень схожие основные характеристики и графики АЧХ, будут вызывать различные эмоциональные ощущения у слушателей. Также известно, что график АЧХ не в полной мере показывает устойчивость (полное сохранение воспроизведения слабых обертональных составляющих реального сигнала) двух- или трехполосной АС, особенно в областях разделения частот. Это крайне важно для правильного воспроизведения расположенных по глубине виртуальной сцены музыкальных инструментов, что является одной из главных составляющих высококачественного воспроизведения музыкальных программ. По мнению автора, решение только одной этой задачи важнее линеаризации АЧХ. Тем более, что график АЧХ, полученный в звукозаглушенной камере, будет значительно отличаться от графика, снятого в конкретном помещении. Но на стадии разработки АС существуют методы, позволяющие заметно снизить влияние помещения на воспроизведение.

Сочетание в одной АС ГГ с диффузорами из различных материалов нередко для трехполосной системы, поэтому, помимо инструментальных измерений, контрольные прослушивания проводятся особенно тщательно.

Все ГГ, установленные в моделях VERNA, проходят строгий инструментальный (в звукозаглушенной камере) контроль на предмет проверки паспортных данных и соответствия конкретным применениям. В ряде случаев проводятся доработки в основном СЧ—ГГ, направленные на снижение влияния частоты основного резонанса и уменьшение неравномерности АЧХ в предполагаемом для использования диапазоне частот.

При разработке АС для домашнего кинотеатра (для помещений площадью18...50 м^2) учитываются и высокие требования, предъявляемые опытными слушателями для высококачественного воспроизведения музыкальных программ. Учитывается также, что в качестве усилителей часто применяются AV-ресиверы, по-разному справляющиеся с функциями высококачественного воспроизведения.

Оценочные прослушивания проводятся в несколько этапов. В них принимают участие опытные слушатели и музыканты-профессионалы. Источники сигналов — проигрыватели компакт-дисков SONY CDP-XB930, TEAC WRDS-8 и проигрыватель виниловых грампластинок PIONEER PL640 (головка AUDIO TECHICA AT-95, предусилитель-корректор с распределенной пассивной коррекцией и выходным каскадом, работающим в классе А, — разработчик Г. Крылов). Усилители мощности — известные читателям УМЗЧ ВВ (автор Н. Сухов) и усилитель мощности класса А+ (автор А. Сырицо), а также некоторые модели зарубежного производства ценовой категории 3500...6000 долл. США. Музыкальные программы включают записи симфонических оркестров с сольными партиями фортепиано, вокала, клавесина; электронные композиции (Isao Tomita, Япония), а также фрагменты джазовых и роковых произведений.

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев, фото — А. Демьянов

Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

Прием удаленных ДВ и СВ радиостанций

В наши дни радиовещание на длинных и средних волнах не так широко распространено, как в "былые времена". Но оно по-прежнему вызывает заметный интерес у радиослушателей, в первую очередь среди той их части, которой недоступен прием УКВ ЧМ радиовещания. Между тем современные приемники с ДВ и СВ диапазонами используют удобные, но не очень эффективные ферритовые антенны, а многие из них не имеют возможности подключать внешние антенны и, следовательно, принимать удаленные радиостанции.

Однако эта проблема не решается установкой в радиоприемник разъема для подключения, например, проволочной антенны. Кроме определенных сложностей, обусловленных необходимостью "ковыряться" в компактных современных радиоприемниках, есть еще одна сложность — согласование внешней антенны с входным контуром приемника. Для не очень квалифицированного в электронике радиослушателя это может быть серьезным ограничением.

Заметно улучшить прием удаленных ДВ и СВ радиостанций, не переделывая радиоприемник, можно с помощью простейшей приставки (Peter Brumm. Mit dem Fuchskreis auf DX-Jagd im Lang und Mittelwellenbereich. — Funkamateur, 2007, № 11, S. 1178, 1179). Использованная в нем идея не нова, но результаты авторских испытаний такой приставки впечатляют. Она содержит катушку индуктивности L1 и конденсатор переменной емкости C1 (**рис. 1**). К образованному ими параллельному колебательному контуру подключают через разъем X1 внешнюю

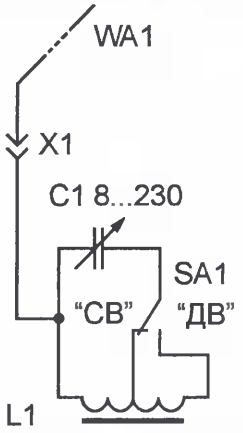


Рис. 1

проволочную антенну. Переключатель SA1 позволяет изменять рабочий диапазон приставки (ДВ или СВ). Длина проволочной антенны может варьироваться в широких пределах, но чем она длиннее, тем больше эффективность приставки. Для обеспечения хорошей связи с ферритовой антенной приемника в качестве катушки индуктивности L1 автор использовал готовую ферритовую ДВ-СВ антенну от старого приемника. При самостоятельном ее изготовлении можно использовать намоточные данные ферритовых антенн из описаний любительских или промышленных вещательных радиоприемников.

Элементы приставки размещают в небольшом неметаллическом корпусе (**рис. 2**). Для обеспечения оптимальной связи между катушкой индуктивности L1 и ферритовой антенной приемника корпус приставки располагают так, что-

Рис. 2

бы магнитопроводы антенн были параллельны друг другу (**рис. 3**). Оптимальное расстояние между приемником и приставкой подбирают при приеме радиостанций по критерию максимального уровня сигнала и отсутствия его искажений. Обычно оно не превышает 10 см.

Шкала конденсатора переменной емкости проградуирована для обоих диапазонов. Для этого не нужен генератор стандартных сигналов — перестраивая приемник по соответствующему диапазону, этот конденсатор подстраивают по максимальному шуму эфира и/или по максимальному уровню сигналов принимаемых радиостанций.

Автор производил испытания приставки с весьма неплохим приемником SONY ICF-7600DS. Без приставки на приемнике в диапазоне длинных волн прослушивались пять радиостанций (три немецких, одна французская и одна польская). С приставкой их число возросло до 20 (!). На диапазоне "появились" три радиостанции "Радио России" (две из Подмосковья и одна из Калининграда), "Маяк" из Санкт-Петербурга, "Украинское радио" из Киева и несколько станций из других стран Европы.

Рис. 3

Материал подготовил Б. СТЕПАНОВ

г. Москва

Редактор — И. Нечаев

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА
Условия см. в "Радио", 2007, № 2, с. 11

«ПОЗЫВНОЙ+»
ПРЕДЛАГАЕТ РАДИОНАБОРЫ:
РН-3КВ SSB р/ст. на 160, 80 м
РН-5 ЧМ р/ст. на 10 м
РН-7 КВ SSB р/ст. на 160, 80, 40, 20 м
РН-9 частотомер
РН-13 ЧМ р/ст. на 2 м
РН-15 СИНТЕЗ р/ст. на 9 диап.
603163, г. Н. Новгород, а/я 49
«ПОЗЫВНОЙ+»
Тел. (831) 417-88-04 NEW
E-mail: **pozyvnoi@mail.ru**

* * *

Весь спектр радиолюбительских наборов
Мастерам, конструкторам и технологам предлагаем!
Каталог формат А4, 104 стр. — 50 руб. без учета почтовых расходов.
105318, г. Москва, а/я 52 "Посылторг".
Тел. (495) 543-47-96.

* * *

Все для ремонта радиоаппаратуры!
Отечественные и импортные радиокомпоненты. Наборные кассы для хранения мелких деталей. Доставка простой и ускоренной почтой. Прайс-листы на бумаге и CD.
107045, г. Москва, аб. ящ. 41.
www.S-10mitino.narod.ru

Малогабаритный частотомер

И. КОТОВ, г. Красноармейск Донецкой обл., Украина

Предлагаемый частотомер имеет малые габариты, поэтому его можно назвать карманным. Кроме частоты, он измеряет ее отклонение относительно зафиксированного значения и подсчитывает число импульсов. Прибор прост в повторении и содержит минимальное число деталей.

Частотомер измеряет частоту входного сигнала в диапазоне 10 Гц...50 МГц со временем счета 0,1 с и 1 с, отклонение частоты в пределах ±10 МГц, а также осуществляет счет импульсов с отображением интервала счета (до 99 с). Входное сопротивление составляет 50...100 Ом на частоте 50 МГц и увеличивается до нескольких килоом на низшей частоте диапазона. Схема частотомера показана на **рис. 1**. Основной элемент — микроконтроллер PIC12F629 (DD1), работающий по программе, коды которой приведены в **таблице**. Измерение частоты осуществляется посредством подсчета числа импульсов за фиксированный временной интервал. Используются два интервала — 0,1 с и 1 с. В первом случае для получения частоты число импульсов умножается на 10, во втором — значения числа импульсов и частоты совпадают.

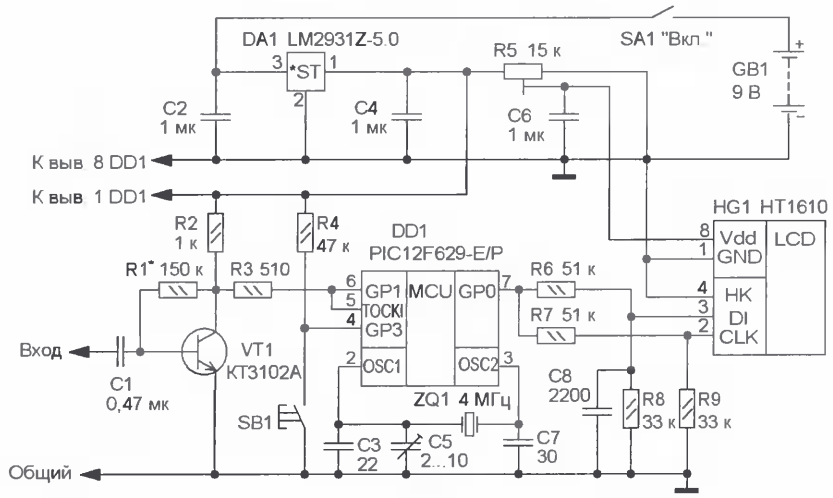


Рис. 1

Микроконтроллер содержит два таймера-счетчика (TMR0 и TMR1), первый из которых используется для счета импульсов, а второй — для отсчета временных интервалов. Благодаря встроенному асинхронному восьмиразрядному предделителю максимальная измеряемая частота сверху ограничена только скоростью работы его триггеров и не зависит от тактовой частоты микроконтроллера. Однако содержимое предделителя невозможно считать программно, и для того чтобы его "извлечь", использован метод, описание которого приведено в статье Д. Яблокова и В. Ульриха "Частотомер на PIC-контроллере" ("Радио", 2001, № 1, с. 21, 22).

Усилитель входного сигнала собран на транзисторе VT1, с коллектора которого импульсный сигнал поступает на вход T0CKI (вывод 5) микроконтроллера DD1. Для отображения информации применен цифровой индикатор HT1610 (HG1) со встроенным контроллером. При работе в режиме ведомого вход HK индикатора HG1 соединяют с общим проводом, а данные передаются последовательно 4-битными посылками по линиям DI и CLK. Ограниченное число линий ввода—вывода микроконтроллера DD1 не позволило выделить две из них для реализации штатного режима передачи данных, поэтому данные и синхроимпульсы пришлось передавать с выхода GP0 микроконтроллера DD1 через резистивные делители. На вход CLK индикатора HG1 импульсы поступают через делитель R7R9, а на вход DI — через интегрирующий делитель R6R8C8. Для передачи низкого логического уровня (логического 0) на выходе GP0 микроконтроллера DD1 формируется импульс напряжения длительностью 5 мкс. При этом конденсатор C8 зарядиться не успевает, и по спаду импульса на входе DI в индикатор HG1 запишется логический 0. Для передачи логической 1 длительность импульса намного больше постоянной времени цепи R6R8C8, и конденсатор C8 успевает зарядиться до высокого логического уровня, поэтому будет записана логическая 1. Пауза между импульсами также должна быть более постоянной времени цепи R6R8C8, чтобы конденсатор C8 успел разрядиться.

Питание частотомера осуществляется от гальванической или аккумуляторной батареи напряжением 8...9 В. Напряжение питания усилителя и микроконтроллера стабилизировано интегральным стабилизатором DA1. На индикатор HG1 питающее напряжение поступает с движка подстроечного резистора R5, оно должно находиться в пределах 1,4...1,6 В.

После включения питания микроконтроллер выполняет подпрограмму измере-

```
:020000040000FA
:020000001E28B8
:08000800672882070A34013465
:1000100002340334043404534063407340834093414
:10002000003403B340C340D340E340F348207013499
:10003000003403340234053406340434051011301E
:1000400090008316051088163730810000C140B17A7
:1000500083127D222330A00021308400800184 0A95
:10006000A00B2E2881018F018E018B178A22851902
:100070004928A40A22184928A21842282408053C25
:100080000319A2142408703C031D362803192214F6
:10009000362 8A401221C61282210A2102308013C4A
:1000A000031C5428023059282308033C003003184D
:1000B00004308B13A30022150C146720851D5E28C5
:1000C0003628A21C5E28A21023081620592 8A10059
:1000D000030EA0000B197528230882077A28F02840
:1000E000B0281A2952296529CD290B11AC0A031908
:1000F000AD0AD4290C1085148316851083122210D95
:10010000 8328D8218D28ED212A08A6002B088100FC
:10011000A7002C08A8002D08A90008224230840 05E
:1001200031082E2230082E222F082E222E082E22B1
:10013000 4130FC210A30BA000130C3000B30C2004C
:1001400064223C308F00B5308E00AA01AB01AC01B7
:10015000AD0181018514831685148312101 4D429EE
:10016000 0C10A50A0A3025020319BB283C308F0069
:10017000BB308E00D4291010851483168510831280
:10018000221DC428D821CE28ED212A08A6002B083C
:10019000 8100A7002C08A8002D08A90008224130E2
:1001A000840031082E2230082E222F082E222E08FD
:1001B0002E224130FC210230C3000B30C2006422E9
:1001C000A5013C308F00D0308E00AA01AB01AC01FC
:1001D000AD0181018514831685148312101 4D4296E
:1001E0000C1085148316851083122211ED213A22FA
:1001F000C1000822403084003008 2E222F082E2211
:10020002E082E224030FC210A30BA000130C300F3
:10021000B30C20064223C308F00B8308E00AA013F
:10022000AB01AC01AD0181018514831685148312E5
:10023000 1014D4290C10A50A0A3025020319252907
:10024000 3C308F00BB308E00D4291010851483168EB
:1002500085108312221 1ED213A22B3000822413089
:10026000840031082E2230082E222F082E222E083C
:10027002E224130FC213308C1000230C3000B3074
:10028000C2006422A5013C308F00D0308E00AA014C
:10029000AB01AC01AD0181018514831685148312 75
:1002A0001014D4290C1085148316851483122211 7E
:1002B0000A30BA00C200C300BB01BC01BD01BE01CF
:1002C000BF01C001C1016422D4290C10221D6A297A
:1002D000D8219229A50A0A3025020319742 93C3035
:1002E0008F00BB308E00D429340A0A3C031D7F29BD
:1002F000B4013 50A0A3C031D8129B5018229B40ADB
:100300008229B50A1010851483168510831 2ED21F9
:10031002608AA07031C9229AB0A031D9229AC0ADE
:10032000319AD0A81012A08A6002B088100A70045
:1003300002C08A8002D08A9003C308F00DC308E006E
:10034000101483168514831208224130840031086A
:10035002E2230082E222F082E222E082E22413047
:10036000840007 30B60000080A3C031DBB29800149
:10037000840 3B60BB329C10134080F390520C2002C
:10038000350 80F390520C30064222708AB00280870
:10039000AC002908AD00A501D4290C10101085105F
:1003A000831685148312ED21200E83002108090095
:1003B000221111309000 8B168316373081085147E
:1003C0008312AA01AB01AC01AD01B401B501A601D4
:1003D000A701A801A901810108000108AB00AA0139
:1003E000851000000000 8514AA0A2B0801020319D9
:1003F000F029AA09AA0A080084000730B6000008FC
:100400000A3C031D080080018403B60BFF29080085
:10041000AE01AF01B001B1012030B600AA0DAB0DA5
:10042000AC0DAD0DAE0DAF0DB00DB10DB60B192A63
:10043000080 02E3084002322840A2322840A2322E7
:10044000840A23220E2A03300007B200B21980006A
:10045000303000 7B200B21B80000800B200320E3C
:10046000 0F39052080008403320 80F3905208000F1
:10047000840308004B222608AA0703185A222708DB
:10048000AB0703185E222808AC07031862229086C
:10049000AD07AD1F0F34AA09AB09AC09AD09013096
:1004A000AA07031C592AAB07031C592AAC070318D7
:1004B000AD070D340130AB07031C08000130AC0759
:1004C000031C0800AD0A08000A30B600433084005F
:1004D0000430B700800E800D031C722A051493228D
:1004E0000510752A0514982205109322B70B6B2A64
:1004F00084039322B60B682A08000530B800FF3049
:10050000B700FF30B600B60B832AB70B812AB80BB1
:100510007F2A0800FA30B9000C30B800B80B8E2AD8
:10052000B90B8C2A08001530B800B80B952A0800C2
:020530000800C1
:02400E00C13FB0
:00000001FF
```

ния частоты с временем счета 0,1 с. При кратковременном нажатии на кнопку SB1 значение частоты фиксируется и микроконтроллер измеряет отклонение частоты от зафиксированного значения с последующим отображением этого отклонения на табло индикатора HG1. Повторное кратковременное нажатие на кнопку SB1 возвращает устройство в исходное состояние. Для перехода в режим измерения частоты и ее отклонения с временем счета 1 с следует нажать на кнопку SB1 и удерживать ее не менее 2 с. Еще одно длительное нажатие на кнопку SB1 переводит устройство в режим счета импульсов. В этом режиме по коротким нажатиям на кнопку последовательно происходят запуск, остановка и обнуление счетчика и индикатора времени измерения.

Частота и ее отклонение отображаются на табло частотомера в герцах. При интервале измерения 0,1 с показания выглядят следующим образом: "1Fxxxxxxxx" для частоты или "1F_xxxxxxx" ("1F–xxxxxxx") для отклонения частоты, где xxxxxxxx — частота или ее изменение, а знак показывает на ее увеличение или уменьшение. Поскольку в индикаторе не предусмотрен вывод знака "+", он отображается как "_". При интервале измерения 1 с на первой позиции индикатора присутствует цифра 2. В режиме счета импульсов до старта на табло индикатора будут нули, в режиме счета — CC yyyyyy, где CC — время счета в секундах, yyyyyy — число импульсов. По окончании счета показания фиксируются.

Большинство деталей монтируют на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм, чертеж которой показан на **рис. 2**. В устройстве применены подстроечный резистор СП3-19, постоянные резисторы С2-23, МЛТ, подстроечный конденсатор КТ4-25, остальные — К10-17. Микросхему LM2931Z-5.0 можно заменить на 78L05, транзистор КТ3102А — на транзисторы серий КТ316, КТ342, КТ368 с любыми буквенными индексами. Плата вместе с батареей размещена в пластмассовом корпусе размерами 30×50×70 мм. Индикатор и выключатель питания закреплены на передней панели, где для них сделаны отверстия соответствующего размера. Для питания устройства можно использовать батареи "Крона", "Корунд", 6F22, потребляемый ток составляет около 9 мА. Микроконтроллер можно запрограммировать с помощью программ Ponу Prog, IC Prog.

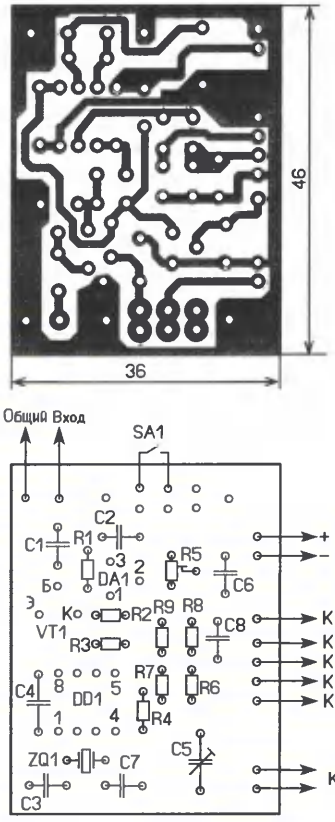


Рис. 2

Налаживание прибора сводится к регулировке точности измерения частоты. Для этого от образцового генератора подают непрерывный сигнал с частотой около 1 МГц, амплитудой 0,5 В и подстроечным конденсатором С5 добиваются совпадения показаний индикатора с частотой входного сигнала. Затем подборкой резистора R1 устанавливают максимальную чувствительность частотомера.

От редакции. *Текст и коды программы микроконтроллера находятся на нашем FTP-сервере по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2008/03/MiniFmetr.zip>.*

Редактор — И. Нечаев, графика — И. Нечаев

Прецизионный вольтметр-генератор на МК MSC1211

П. РЕДЬКИН, г. Ульяновск

Вниманию читателей предлагается схема и описание комбинированного прибора на "аналоговом" МК из выпускаемого фирмой Texas Instruments семейства MSC12xx. Рассказано об особенностях разработанной автором программы МК и о загрузке программного кода в его FLASH-память. Во введении к статье имеется перечень МК семейства MSC12xx и приведены их основные характеристики.

В настоящее время использование МК в электронной аппаратуре стало повсеместной практикой. Большинство МК общего применения — универсальные. Помимо ядра и цифровой периферии, они содержат встроенные аналоговые модули (АЦП, ЦАП) и могут обрабатывать как цифровые, так и аналоговые сигналы. Однако, как правило, разрешение этих АЦП не превышает 8—12 двоичных разрядов.

Наряду с МК общего применения, потребителям предлагаются так называемые аналоговые МК, состоящие из прецизионного аналого-цифрового преобразователя на 16—24 разряда и процессорного ядра с периферией, размещенных на одном кристалле. Основа такого прибора — именно АЦП, а не ядро, что принципиально отличает его от универсального МК, имеющего встроенный АЦП как часть аналоговой периферии.

Главная область применения аналоговых МК — точные аналоговые измерения, поэтому их производители всеми силами добиваются улучшения характеристик АЦП. Сюда относится наличие на кристалле средств развязки цифровой и аналоговой частей по цепям синхронизации, питания и общего провода, продуманное схемное и топологическое построение всего устройства с размещением аналоговых и цифровых узлов в разных зонах кристалла (и на плате целевой системы). Встроенный модуль АЦП в аналоговом МК функционирует в окружении вспомогательных периферийных узлов (входные аналоговые буферы и мультиплексоры, программируемые инструментальные усилители, высокостабильные источники образцового напряжения (ИОН), программируемые цифровые фильтры, встроенные температурные датчики), значительно расширяющих его возможности. Для модуля АЦП производителем предусмотрены, как правило, встроенные средства калибровки, использование которых позволяет скомпенсировать влияние дестабилизирующих факторов окружающей среды на характеристики преобразователя.

Необходимо заметить, что АЦП аналоговых МК по своим характеристикам не уступают прецизионным АЦП, выполненным в виде отдельных микросхем. При этом стоимость аналоговых МК сопоставима со стоимостью МК универсальных. Функционально аналоговый МК полностью заменяет до трех отдельных устройств (универсальный МК, микросхема АЦП и микросхема ИОН), чем достигается существенный выигрыш по размерам, стоимости и потребляемой мощности.

Подобные МК, выпускаемые одним из ведущих производителей аналоговой элементной базы Analog Devices, имеют оригинальное название "микроконвертор". Они были описаны, например, в [1]. В настоящей статье будут рассмотрены сходные по назначению МК семейства MSC12xx, выпускаемые другим "китом" аналоговой электроники Texas Instruments и названные произ-

Устройство	MSC1200	MSC1201	MSC1202	MSC1210	MSC1211	MSC1212	MSC1213	MSC1214
АЦП: разрядность/число каналов	24/8	24/6	16/6	24/8	24/8	24/8	24/8	24/8
Число 16-разрядных ЦАП с выходом по напряжению/ напряжению или току	0	0	0	0	2/2	2/2	0/2	0/2
Восьмиразрядный ЦАП с выходом по току	Есть	Есть	Есть	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Система ФАПЧ 32 кГц	Есть	Есть	Есть	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Flash-память данных/программ, байт	4 или 8	4 или 8	4 или 8	4, 8, 16 или 32	4, 8, 16 или 32	4, 8, 16 или 32	4, 8, 16 или 32	4, 8, 16 или 32
SRAM, байт	128	128	256	1280	1280	1280	1280	1280
Возможность подключения внешней памяти	Нет	Нет	Нет	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Число линий ввода/вывода	16	16	16	34	34	34	34	34
Число 16-разрядных таймеров-счетчиков	2	2	2	3	3	3	3	3
Число USART	1	1	1	2	2	2	2	2
Число каналов интерфейса SPI	1	1	1	1	1 (с DMA)	1 (с DMA)	1 (с DMA)	1 (с DMA)
Интерфейс I^2C	Есть	Есть	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет
16-разрядный ШИ модулятор/тональный генератор	Нет	Нет	Нет	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Число источников прерываний	20	20	20	21	21	21	21	21
Потребляемая мощность, мВт	3	3	3	4	4	4	4	4
Корпус	TQFP-48	QFN-36	QFN-36	TQFP-64	TQFP-64	TQFP-64	TQFP-64	TQFP-64

водителем "прецизионными АЦП и ЦАП с ядром 8051 и FLASH-памятью на одном кристалле". На взгляд автора статьи — это лучшие МК в своем классе.

Все МК семейства MSC12xx перечислены в **таблице**. Каждый из них может выпускаться в нескольких модификациях, имеющих встроенную FLASH-память разного объема. У них одинакова основная часть обозначения (MSC12xx), но к ней добавлены разные индексы (Yx). Например, MSC1213Y2 имеет 4 Кбайт FLASH-памяти, MSC1213Y3 — 8 Кбайт, MSC1213Y4 — 16 Кбайт, MSC1213Y5 — 32 Кбайт.

Характеристики аналоговой части МК семейства MSC12xx

Эффективная разрешающая способность 24-разрядного АЦП при частоте преобразования 10 Гц, разрядов
- в интервале ±2,5 В 22
- в интервале ±19 мВ 19

Эффективная разрешающая способность 16-разрядного АЦП при частоте преобразования 200 Гц, разрядов
- в интервале ±2,5 В 16
- в интервале ±19 мВ 15

Приведенное ко входу напряжение собственного шума 24-разрядного АЦП в интервале ±19 мВ, нВ, не более 75

Коэффициент усиления входного усилителя (программируемый) .....1—128

Точность установки напряжения встроенного ИОН, % 0,2

Температурный коэффициент напряжения встроенного ИОН, ppm/°C 5

Температурный коэффициент напряжения смещения, ppm/°C 0,02

Температурный дрейф коэффициента усиления, ppm/°C 0,5

В МК семейства имеются:
- до восьми дифференциальных/несимметричных аналоговых входов;
- программная калибровка смещения и коэффициента усиления;
- встроенный датчик температуры;
- входной буфер АЦП, подключаемый программно;
- аппаратный обнаружитель обрыва в цепи внешнего датчика;
- два 16-разрядных ЦАП с возможностью программного выбора выходной величины (напряжение или ток);
- восьмиразрядный ЦАП с токовым выходом.

Процессорное ядро МК семейства MSC12xx имеет систему команд, совместимую с 8051, однако один командный цикл выполняется за четыре, а не за 12 тактов. Максимальная тактовая частота ядра — 33 МГц. Имеются система ФАПЧ с возможностью синхронизации от внешнего резонатора на 32 кГц и двойной регистр-указатель данных.

Встроенная FLASH-память МК семейства MSC12xx объемом до 32 Кбайт может быть разделена пользователем на память программ и память данных. Ее ресурс — 1000000 циклов стирания/записи, а гарантированный срок хранения информации — 100 лет. Предусмотрены защита от несанкционированного считывания и возможность последовательного внутрисхемного программирования.

Дополнительно к встроенной FLASH-памяти или вместо нее к МК может быть подключена внешняя память программ/данных объемом до 64 Кбайт. На кристалле имеются также статическое ОЗУ данных объемом 1280 байт и загрузочное ПЗУ объемом до 2 Кбайт.

МК семейства MSC12xx имеют до 34 линий ввода/вывода, дополнительный 32-разрядный аппаратный сумматор, два или три 16-разрядных таймера/счетчика, системные таймеры, программируемый сторожевой таймер, один или два полнодуплексных USART, ведущий/ведомый интерфейс SPI с режимом DMA, ведущий/ведомый интерфейс I^2C, 16-разрядный ШИМ/генератор тональной частоты, программное управление подачей питающего напряжения на узлы МК, внутренний делитель частоты тактирования ядра, 20 или 21 источник запросов прерываний, две аппаратных точки останова.

Прочие особенности МК семейства MSC12xx

Тип корпуса QFN-36, TQFP-48, TQFP-64

Интервал питающего напряжения, В .....2,7...5,25

Мощность, потребляемая в активном режиме, мВт, не более 4

Ток потребления в спящем режиме, мкА, не более 200

Ток потребления в режиме останова, нА, не более 100

Интервал рабочей температуры, °C .....–40...+85

Предусмотрены программируемые детектор понижения напряжения питания и узел возврата в исходное состояние после "провала" этого напряжения.

Разработчики МК рассматриваемого семейства считают, что они могут быть использованы для управления производственными процессами, в измерительной технике, жидкостной и газовой хроматографии, устройствах анализа крови, портативных измерительных приборах, преобразователях давления, электронных весах, интеллектуальных датчиках и системах сбора данных. Несомненно, радиолюбители найдут и другие области применения таких устройств.

тел. 608-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

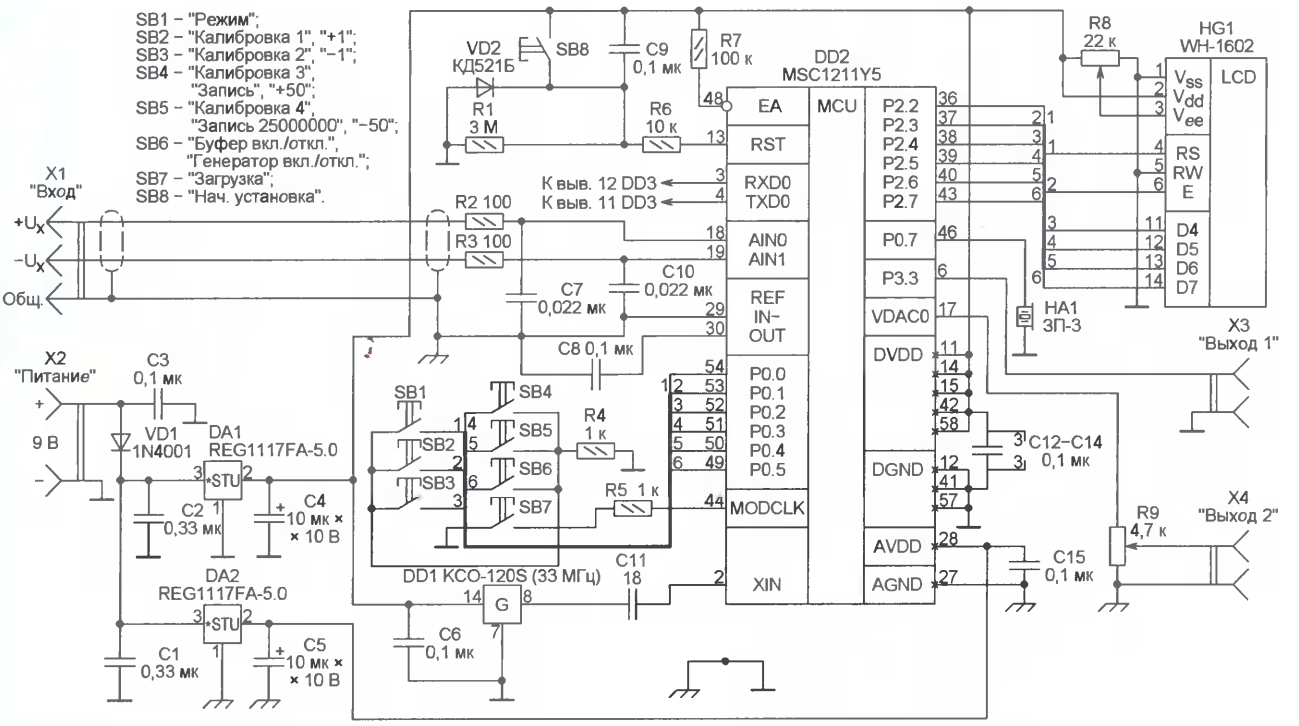


Рис. 1

Техническая документация по МК семейства MSC12xx имеется на сайте производителя <**www.ti.com**>. Весьма подробные сведения по семейству MSC12xx можно найти в [2]*.

Описание вольтметра-генератора

Наличие в МК семейства MSC12xx широкого набора периферийных модулей позволяет создавать на базе этих приборов множество разнообразных универсальных и специализированных устройств. В качестве примера вниманию читателей предлагается разработанный автором комбинированный радиолюбительский прибор, включающий в себя прецизионный вольтметр и генератор сигналов различной формы (прямоугольные и пилообразные, синусоидальные). Такой прибор незаменим при проверке, налаживании и ремонте электронной аппаратуры. Применяя МК рассматриваемого семейства, такой прибор можно построить буквально на одной микросхеме. При этом заметим, что в предлагаемом проекте задействована лишь часть потенциальных возможностей MSC12xx.

Технические характеристики прибора

Интервал измеряемого постоянного напряжения, В . .0...2,5
Дискретность отсчета напряжения, мкВ 1
Погрешность измерения напряжения, мкВ, не более 10
Частота импульсов уровней ТТЛ, Гц . . . . . .250...16,5·10^6
Скважность импульсов уровней ТТЛ . . . . . .2...65536
Частота аналоговых сигналов (синусоидального и пилообразного), Гц . . . . .0,03...2000
Максимальный размах аналоговых сигналов, В 4,5

*) *На нашем FTP-сервере по адресу* <***ftp://ftp.radio.ru/pub/2008/03/MSC12xx.pdf***> *находится приложение к статье — подробное описание МК рассматриваемого семейства на русском языке, подготовленное автором. —* ***Прим. ред.***

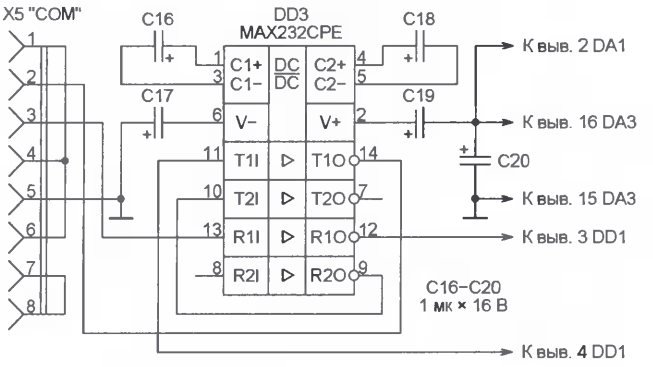


Рис. 2

Управление прибором производится с помощью шести кнопок, результаты измерения и информация о режиме работы выводятся на ЖКИ.

Основная часть схемы прибора показана на **рис. 1**. Узел на микросхеме-преобразователе уровней RS-232—ТТЛ DD3, изображенный на **рис. 2**, служит только для загрузки управляющей программы во встроенную FLASH-память МК DD2, при обычной работе прибора он не нужен. Для программирования МК разъем X5 соединяют кабелем с разъемом COM-порта компьютера, в котором установлена программа загрузки. Непосредственно перед началом загрузки выбранного файла "прошивки" необходимо кратковременно нажать на кнопку SB7 "Загрузка".

Если узел, показанный на рис. 2, собран на отдельной плате, то по окончании программирования МК его можно отключить от основного блока прибора, оставив выводы 3 и 4 DD2 свободными.

При соединении контакта "–U_x" разъема X1 с его общим контактом прибор измеряет постоянное напряжение положительной полярности, подаваемое на контакт "+U_x". Чтобы измерить отрицательное напряжение, контакты "+U_x" и "–U_x" необходимо поменять местами. Фильтрующие цепи R2C7 и R3C10 подавляют помехи, возможно, присутствующие в измеряемом напряжении, что улучшает эффективную разрешающую способность вольтметра. Эти элементы должны быть малогабаритными и располагаться, по возможности, ближе к корпусу микросхемы DD2, кроме того, их целесообразно экранировать. Провода, соединяющие разъем с источником измеряемого напряжения, должны быть экранированными, минимальной

Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-28-38
Вопросы: consult@radio.ru

длины и максимального сечения. Экран соединяют с "аналоговым" общим проводом прибора.

Пьезоэлектрический излучатель звука HA1 предназначен для подачи сигналов, "озвучивающих" нажатия на кнопки и информирующих об окончании процесса записи в память данных. Кнопка SB8 "Нач. установка" служит для ручной установки МК в исходное состояние. При включении питания эта операция производится автоматически с помощью цепи C9VD2R1R6.

Для достижения наилучшей эффективной разрешающей способности АЦП в соответствии с рекомендациями производителя использованы два стабилизатора питающего напряжения: DA1 — для цифровых узлов и DA2 — для аналоговых. Теплоотводы для них не требуются. Источник напряжения 9 В, подаваемого на разъем X2 "Питание", должен быть рассчитан на ток нагрузки не менее 120 мА. Выходное напряжение каждого стабилизатора подают на соответствующие выводы других элементов отдельными навесными или печатными проводниками.

Общий провод прибора может быть выполнен в виде сплошного слоя фольги на обратной стороне монтажной платы. Непосредственно к этому слою должны подключаться через отверстия в плате все соединяемые с общим проводом элементы. Но лучше разделить фольгу на две изолированные зоны — аналоговую и цифровую. Они должны соединяться между собой только в одной точке, желательно в непосредственной близости от стабилизаторов DA1 и DA2. Условное обозначение "аналогового" общего провода на схеме — ⏚, "цифрового" — ⊥.

Тактирование МК DD2 осуществляется от интегрального кварцевого генератора DD1 частотой 33 МГц. Согласно документации производителя, это значение для МК MSC1211 — предельное. Следует, однако, заметить, что по информации, полученной автором от одного из создателей семейства MSC12xx М. Гуревича из фирмы Texas Instruments, возможен "разгон" этих МК до 40 МГц без каких-либо вредных последствий. При этом необходимо учитывать, что суммарный ток потребления цифровых и аналоговых узлов (около 100 мА при тактовой частоте 33 МГц) заметно возрастет.

Общий вывод генератора DD1 должен быть соединен с "цифровым" общим проводом прибора проводником максимального сечения и минимальной длины. Напряжение питания на вывод 14 DD1 должно быть подано аналогичным проводником непосредственно с вывода 2 стабилизатора DA1.

После включения питания на ЖКИ отображается номер версии программы МК, генерируются несколько звуковых сигналов, затем прибор переходит в режим измерения напряжения (заставка "ИЗМ" на ЖКИ). Автоматически выполняются калибровки смещения и коэффициента преобразования АЦП в используемом дифференциальном канале (входы AIN0 — прямой, AIN1 — инверсный) при выбранных пределах измерения (0...2,5 В), режиме АЦП (униполярном) и частоте обновления информации (2 Гц).

В модуле АЦП МК DD2 программно выбран цифровой фильтр с характеристикой вида $sinc^3$, команды включения и выключения входного буфера АЦП подает пользователь. Результат каждого преобразования программа пересчитывает в микровольты и выводит на ЖКИ.

Режимы работы прибора переключают по кольцу нажатиями на кнопку SB1 "Режим" в последовательности, показанной на **рис. 3**. Измерение напряжения может производиться в трех режимах — основном (заставка "ИЗМ" на индикаторе HG1), "Калибровка 1" (заставка "КАЛ1") и "Калибровка 2" (заставка "КАЛ2"). Собственно измерение напряжения с выводом результата на индикатор выполняется в любом из них, но в двух последних дополнительно доступны калибровочные операции, о которых будет рассказано далее. В любом из этих трех режимов можно включить или отключить входной аналоговый буфер АЦП с помощью кнопки SB6 "Буфер вкл./откл.". Включенное состояние буфера индицируется символом "B" в конце нижней строки ЖКИ.

В режиме "Калибровка 1" при нажатии на кнопку SB2 производится калибровка смещения АЦП, а при нажатии на кнопку SB3 — калибровка его коэффициента преобразования. Наличие или отсутствие измеряемого напряжения на разъеме X1 при этом значения не имеет.

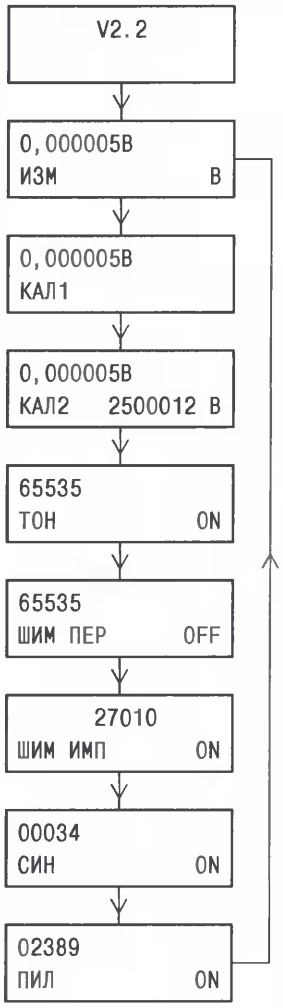


Рис. 3

При нажатии на кнопку SB4 производится "Калибровка 3" — системная калибровка смещения. Перед ее проведением необходимо замкнуть между собой контакты "+U_x" и "–U_x" разъема X1, ни с чем их не соединяя. После проведения калибровок 1 и 3 из результата преобразования будет автоматически вычитаться составляющая, обусловленная разностью потенциалов входов АЦП при отсутствии измеряемого напряжения.

Системная калибровка коэффициента преобразования ("Калибровка 4") происходит при нажатии на кнопку SB5. Перед ее проведением контакт "–U_x" разъема X1 необходимо соединить с его контактом "Общ.", а контакт "+U_x" — с выводом 30 DD2 — выходом внутреннего ИОН МК. После проведения калибровок 2 и 4 выходной код АЦП 0FFFFFFH будет соответствовать входному напряжению, равному образцовому.

После выполнения любой из калибровок модуль АЦП автоматически переходит в режим циклических рабочих преобразований, поэтому результат калибровки немедленно отразится на выводимом на индикатор результате измерения. Например, после проведения системной калибровки смещения можно оценить эффективную разрешающую способность АЦП по размаху его собственного шума. При замкнутых между собой входных контактах на индикаторе будет случайным образом изменяться только младший десятичный разряд результата, остальные останутся нулевыми. Можно считать, что изменения младшего разряда происходят под влиянием собственного шума АЦП МК, амплитуда которого не превышает нескольких микровольт.

Перечисленные калибровки рекомендуется обязательно выполнять перед началом рабочих измерений после установки МК в исходное состояние. В противном случае максимальная разрешающая способность достигнута не будет. Если предполагается, что при измерениях входной буфером АЦП будет включен, то и калибровки следует выполнять в таком режиме.

Следует заметить, что в радиолюбительской практике сверхвысокое разрешение АЦП, как правило, вовсе не требуется, поэтому от проведения системных калибровок можно отказаться, удовлетворившись предусмотренными программой автоматическими калибровками напряжения смещения и коэффициента преобразования АЦП.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Редькин П.** Применение микроконтроллеров семейства ADuC70xx. — Радио, 2007, № 2, с. 31—34; № 3, с. 29—33; № 4, с. 26, 27.

2. **Редькин П.** Прецизионные системы сбора данных семейства MSC12xx фирмы Texas Instruments: архитектура, программирование, разработка приложений (+CD). — М.: Издательский дом "Додэка-XXI", 2006.

(Окончание следует)

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

тел. 608-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Снижение температуры в системном блоке компьютера

В. КОНОВАЛОВ, г. Иркутск

Чтобы снизить температуру внутри системного блока компьютера, можно установить дополнительный вентилятор, подающий в него холодный наружный воздух. Место на корпусе системного блока имеется — на задней стенке есть нужные отверстия ниже установленного внутри вытяжного вентилятора. Дополнительный вентилятор крепят снаружи. Вскрывать для этого корпус находящегося на гарантии компьютера не приходится.

Главное преимущество дополнительного вентилятора — независимое от компьютера питание и автоматическое управление, что позволяет ему некоторое время работать и после выключения системного блока. Это дает возможность не только заметно снизить температуру внутри блока, но и избежать неудачных перезапусков компьютера после "зависания" в результате перегрева. Продолжающий работать после выключения компьютера дополнительный вентилятор быстро снижает температуру его перегретых элементов, давая возможность с минимальной задержкой вновь включить компьютер и продолжить работу.

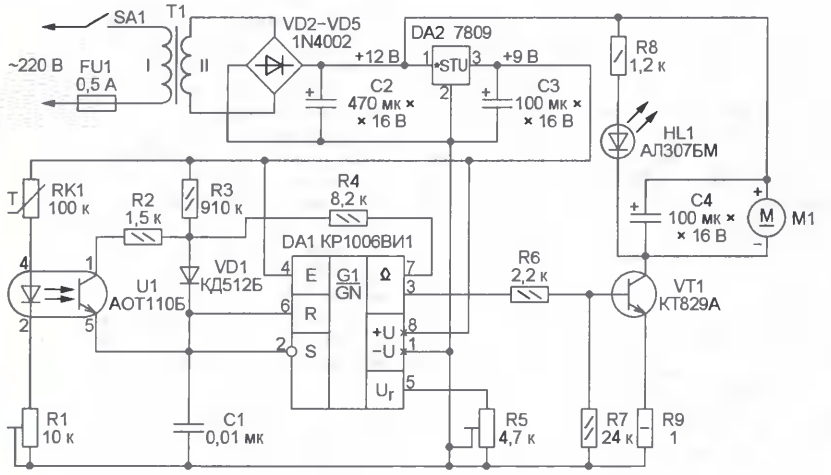


Рис. 1

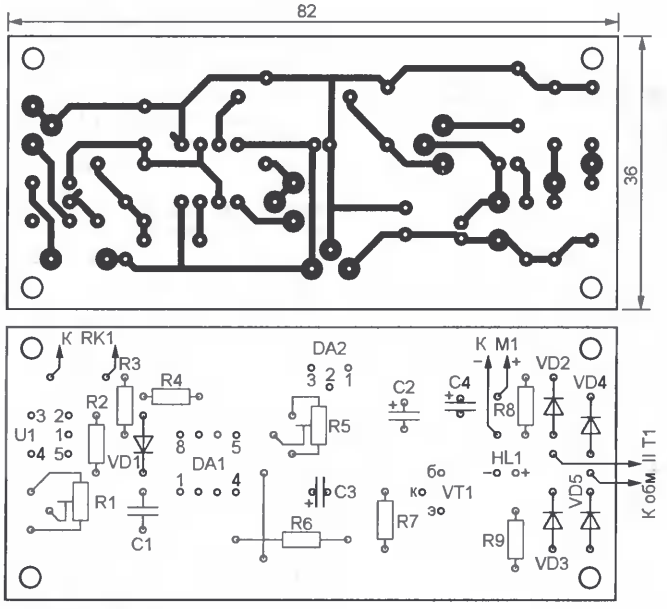


Рис. 2

Схема узла управления дополнительным вентилятором показана на **рис. 1**. Уменьшение сопротивления терморезистора RK1 при нагреве приводит к увеличению тока, текущего через излучающий диод оптрона U1. В результате уменьшается сопротивление его фототранзистора, а с ним и длительность пауз между импульсами, генерируемыми мультивибратором на интегральном таймере DA1 с времязадающим конденсатором C1. Так как во время импульса транзистор VT1 открыт, а во время паузы закрыт, среднее напряжение на двигателе вентилятора M1 и частота его вращения тем больше, чем выше температура терморезистора RK1. Конденсатор C4 устраняет выброс напряжения при разрыве транзистором VT1 цепи питания вентилятора. Яркость свечения светодиода HL1 изменяется вместе с частотой вращения, что позволяет визуально оценить режим работы вентилятора.

Блок питания прибора состоит из трансформатора T1, выпрямительного моста из диодов VD2—VD5, интегрального стабилизатора DA2, сглаживающего и фильтрующего конденсаторов C2 и C3. В цепь питания вентилятора подано нестабилизированное напряжение с выхода выпрямителя, а на таймер и другие элементы — стабилизированное 9 В.

Вентилятор начинает работать, когда среднее напряжение на нем превысит 4 В. Температуру, при которой это происходит, можно регулировать подстроечным резистором R5. А температуру, при которой (и выше) интенсивность работы вентилятора достигает максимума (обычно 50 °C), устанавливают подстроечным резистором R1. Эти регулировки взаимозависимы, для получения удовлетворительного результата может потребоваться повторить их несколько раз.

Односторонняя печатная плата, на которой смонтированы почти все детали узла управления вентилятором, изображена на **рис. 2**. Транзистор KT829A (его можно заменить импортным 333) установлен без теплоотвода, так как рассеиваемая на нем мощность невелика. Аналоги интегрального таймера КР1006ВИ1 — микросхемы 555 или 7555 различных производителей. Подстроечные резисторы R1 и R5 — СП5-3 или СП2-3, оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные.

Плата вместе с трансформатором T1 (ALG12V500MA или ТПП-114 2×6), плавкой вставкой FU1 и выключателем SA1 помещена в пластмассовый корпус от блока питания БП1. Терморезистор RK1 введен через отверстие в корпусе в верхнюю часть системного блока компьютера и закреплен на расстоянии 10...15 мм от теплоотвода процессора.

Испытания проводились с дополнительным вентилятором Corolful DC 12V 0,25 A. Они подтвердили, что среднее быстродействие компьютера возросло, исчезли сбои и зависания от перегрева элементов, снизился общий уровень шума вентиляторов.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-28-38
Вопросы: consult@radio.ru

Доработка устройства тестирования Li-ion аккумуляторов

Ю. ГУМЕРОВ, А. ЗУЕВ, г. Ульяновск

Публикация в "Радио" статьи авторов "Устройство для тестирования Li-ion аккумуляторов" ("Радио", 2007, № 5, с. 28—31) вызвала большой интерес у читателей, которые в своих письмах просили расширить возможности этого устройства. Авторы откликнулись на письма читателей и доработали схему, а также программу микроконтроллера устройства.

Основная цель доработки устройства — возможность тестирования Li-ion (7,2 В) и Pb DryFeet (12 В) аккумуляторных батарей. При этом ставилась задача автоматизировать все переключения, поэтому в конечном варианте не добавилось ни одного органа управления.

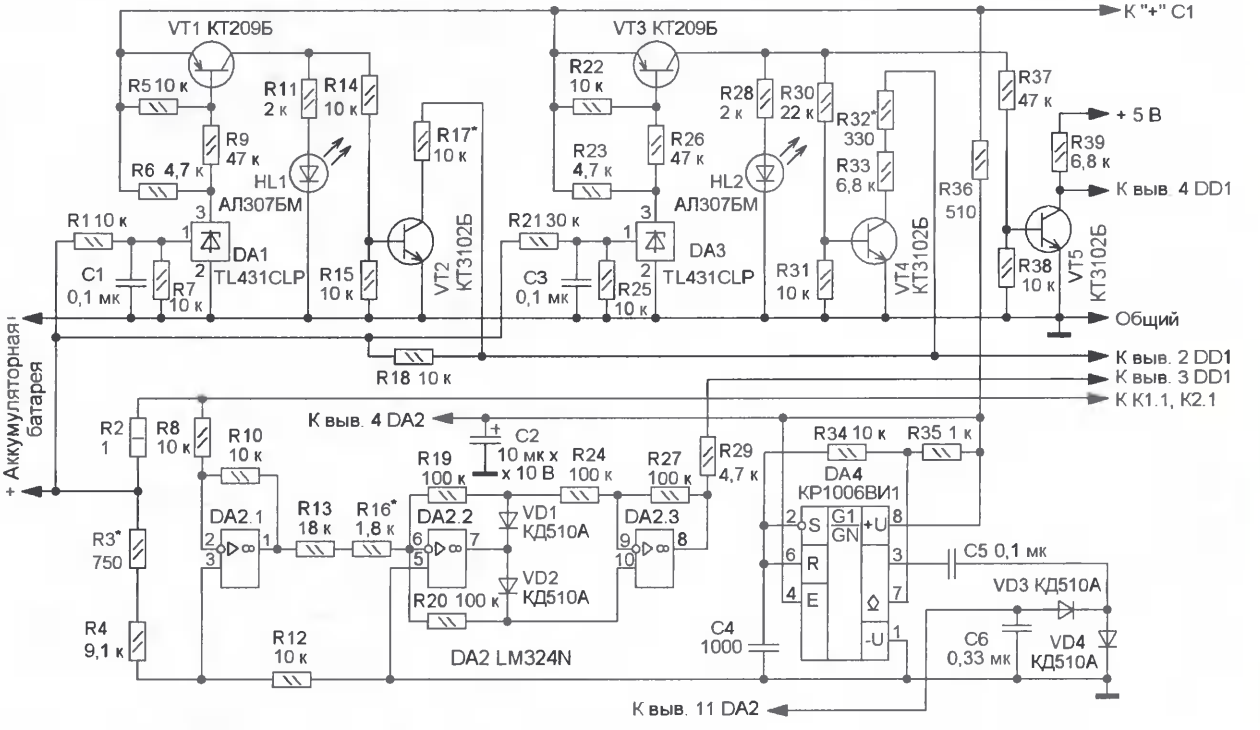
Суть доработки состоит в том, что в устройство вводят дополнительные элементы, которые, при подключении к нему аккумуляторной батареи, в зависимости от напряжения последнего изменяют коэффициент деления резистивного делителя, через который напряжение батареи подается на вход АЦП микроконтроллера. Схема подключения дополнительных элементов показана на **рисунке**. Само устройство тестирования изменений в схеме не требует, необходимо только заменить программу микроконтроллера.

На микросхемах параллельных стабилизаторов напряжения DA1 и DA3 собраны компараторы напряжения, которые осуществляют контроль за напряжением подключаемых батарей. Эти компараторы управляют переключением транзисторов VT1—VT5. С целью получения отрицательного напряжения для питания ОУ DA2.1—DA2.3 на таймере DA4, диодах VD3, VD4 и сглаживающем конденсаторе C6 собран источник отрицательного напряжения.

При подключении одиночного Li-ion аккумулятора (номинальное напряжение 3,6 В) его напряжение поступает через резистор R18 на вход АЦП (вывод 2) микроконтроллера. Если будет подключена батарея из двух Li-ion аккумуляторов, переключится компаратор DA1, напряжение срабатывания которого определяется делителем R1R7 и составляет около 5 В, транзисторы VT1 и VT2 откроются и будет светить светодиод HL1. Напряжение аккумулятора поступит на вход АЦП через образовавшийся резистивный делитель R18R17, который делит это напряжение пополам. Поэтому устройство тестирования воспринимает такую батарею аккумуляторов как одиночный аккумулятор.

При подключении свинцово-кислотной батареи переключится как первый компаратор DA1, так и второй — DA3, напряжение срабатывания которого (примерно 10 В) определяется резистивным делителем R21R25. Дополнительно откроются транзисторы VT3—VT5, и параллельно резистору R17 будет подключена цепь из последовательно соединенных резисторов R32 и R33, вследствие чего получается нужный коэффициент деления напряжения. В этом режиме будут светить светодиоды HL1 и HL2. Одновременно с коллектора транзистора VT5 низкий уровень поступает на вывод 4 микроконтроллера и программно изменится (увеличится до 3,2 В) напряжение, при котором отключается режим разрядки свинцово-кислотной батареи. Поэтому при работе с подобными батареями напряжение отключения режима зарядки соответствует Li-ion аккумуляторам, а напряжение, при котором отключается режим разрядки (с учетом коэффициента деления резистивного делителя), составит примерно 10,8 В.

Для исключения необходимости точного подбора токов зарядки и разрядки введен узел преобразования этих токов в напряжение, подаваемое на вход второго АЦП (3-й вывод микроконтроллера). Токи зарядки или разрядки аккумулятора создают на датчике тока R2 напряжения различной полярности, которые после повторителя на ОУ DA2.1, выполняющего функцию преобразования уровня напряжения, поступают на вход активного двухполупериодного выпрямителя на ОУ DA2.2, DA2.3 с коэффициентом передачи, равным 5. С выхода ОУ DA2.3 постоянное напряжение положительной полярности через резистор R29 поступает на



тел. 607-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

```
:0200000040000FA
:020000003E2898
:06000A00B30A3308840074
:100010000B30B404E222371A3D2920300402262096
:10002000B40500082B20C300341C38201F30B40551
:10003000C31AB416431B3417C31BB417E030B505FD
:100040001F304305B504DF22E2223D298A018207E1
:10005000FE34FD34F7348A01820703349F3425349B
:100060000D349934493441341F3401340934FF3498
:1000700043102B180800B21D43140800831603305
:10008000013081000F308500E030860087018C014F
:100090008D0105309F008B017D3092000317831680
:1000A0008C0103138312413O9F0085018601870173
:1000B0008C018D0190018E018F0195019601970180
:1000C0000530920091013F3095008313203084006 9
:1000D0008001840A841F68282030B300B3033714DA
:1000E0003814031783128D01031783160C1403179A
:1000F00083120C0803138312AB002B1C94282B30A3
:10010000840003113130040203199428840A031770
:1001100083128D0A031783160C14031783120C081D
:10012000031383128000812E02032212B1C9428A5
:10013000861EEB2294283214B616DC220310DB3024
:10014002302031CC101C10A2830410203 1D6D298D
:10015000C101AB163210B214B6123616DC22B71635
:100160006D29B2143616DC2203108A30AB1FA23080
:10017002302031 8C101C10A2830410203 1D6D2961
:10018000C101AB122B16B2103215B6163612DC2294
:10019000B7166D293215B616DC220310DB302302A8
:1001A000031CC101C10A2830410203 1D6D29C10190
:1001B0002B1232112B17B6123612DC2237176D298B
:1001C0000608371C0800B71DEA28B7180800371989
:1001D000F02008000B1C0800861FB7153710080018
:1001E000B7113711AB18FF28AB141621AB19080053
:1001F00005 19AB172B14B616DC2232140800B61200
:10020000361 2DC22AC01AD01AE01AF01B101AB0190
:10021000BE01BD01BF01C2013210B21032110F3058
:10022000B705B80197013814E52208009F152C2165
:10023000A4009F112C21A3002B1503108030230252
:10024000031C27290310E6302302031C2B112B1D4E
:100250000800AB15C1010800A6221F151F192E2981
:10026000 1E0808000B1D08000B1122303302031D6D
:10027000052820 30B300B3030528B90A0311313033
:10028000 3902031D0800B901AB1C4A292B1D4A295C
:10029000022257 29B8013814B71A5729371B572992
:1002A000C201BF01B713B71E9701371F970168221C
:1002B000A921371C7921B71AD121371BE921AB19A4
:1002C000C7212B1C080016212B1B0800AB190800A6
:1002D000AB1AB1282B1ACA289B28BD0A0311473034
:1002E0003D02031D0800BD01AB1AB5292B1ABE291A
:1002F00008 0BC0A28303C02031D8529B7103711 8E
:10030000B7113714BB01BC010800B7189729861F25
:100310008B29BB0108000B18BB010B10BB0A023074
:100320003B02031D0800B714BB01BC010800861B7B
:100330009B29BB0108000B18BB010B10BB0A043042
:10034000 3B02031D0800B710371153714BB01BC0171
:1003500008 0BA0A07303A02031D0800BA01B21DAC
:10036000B329B211B429B21508000 3102408AC0750
:10037000031C0800AD0F0800AE0A08000310240893
:10038000AF07031C0800B00F0800B10A08002B19C2
:10039000C001C00A14304002031D0800AB11C001A7
:1003A0000800BF0A07303F02031D0800BF01B71F46
:1003B000DC29B7139701DF29B7170C309700C20A61
:1003C0000830 4202031D0800B712C201B713970198
:1003D0000800B712BF0A14303F02031D0800BF0116
:1003E000B71FF529B7139701F829B7170C309700F5
:1003F000C20A0A304202031D08003713C201B713B4
:10040000970108003818 0D2AB818292AB8193B2A6C
:1004100038194E2A381A5D2A08000C309700BF0A96
:1004200002303F02031D0800BF0197013810B814C5
:10043000C20A03304202031D0800B810C201B816F8
:10044000381F262AB8123813381608003 8153816FF
:100450000800BF0A02303F02031D0800BF010C3034
:10046000970 0B810B815B81A382A3814B81108000F
:10047000381F0800352ABF0A07303F02031D080055
:10048000BF019701B811B814C20A03304202031D1C
:10049000800B810C201381538170800BF0A073025
:1004A0003F02031D0800BF010C3097003811381 4BB
:1004B000381B08003810B8150800BF0A0F303F027B
:1004C000031D0800BF010C3097003812381 40800D3
:1004D0002D08C6002E08C500AB22253084009D22C1
:1004E0002F08C6003108C500AB22283084009D22A9
:1004F000061F7E2A253084009422822A2830840018
:10050000942822A0A30B2190800321 8A000B218C8
:10051000A1003219A200AB1C08002B19902A080078
:10052000A000A100A20008000008A000840A0008A2
:10053000A100840A0008A20008004A088000840A7A
:1005400049088000840A4808800008000630C4007A
:10055000C40BA82A0800450EF038CA00CA07E23EBC
:10056000C900323EC70045080F39C907C907C70788
:10057000E93EC800C807C807460E0F39C807C707B5
:10058000C80DC70DC709C70D46080F39C707CA0DE3
:10059000730CB000A30C707C803031CCB2AC807A3
:1005A000C903031CCF2AC907CA03031CD32ACA07DD
:1005B000CB03031CD72A0800360885000800358 3D
:1005C000860008003408870008000031783128D0195
:1005D0008C010A2308000B30B404E222371A080009
:1005E00037162B3084008403031783128D01031305
:1005F0008312840A000803178312 8C000A2303174E
:10060000831 28D0A0313831203113130040203 1D78
:10061000F72A08008B13031783160C1555308D002D
:10062000AA308D008C148C18132B0313831208002E
:00000001FF
```

вход второго АЦП микроконтроллера, и в зависимости от его значения программно формируется соответствующая частота импульсов для счетчиков зарядки и разрядки. Номинал и мощность рассеяния резистора R2 выбраны из расчета максимального тока через него 0,9 А.

После завершения окончательной зарядки Li-ion или свинцово-кислотной батарей происходит их разрядка небольшим током (не более 3 мА) через резистивные делители напряжения, поэтому аккумуляторы нежелательно долго держать подключенными к устройству после окончания зарядки. Минимальное напряжение питания для тестирования Li-ion батареи из двух аккумуляторов должно быть 16 В, для свинцово-кислотной батареи — 21 В.

К деталям не предъявляется особых требований, за исключением некоторых. Транзисторы VT2, VT4 должны быть с коэффициентом передачи тока не менее 200, чтобы свести к минимуму напряжение коллектор—эмиттер открытых транзисторов. Резисторы R1, R7, R21 и R25 подобраны с допуском не более 5 %, а резисторы R19, R20, R24, R27 — с допуском не более 1 %. Различие номиналов резисторов R18, R17 не должно превышать 1 %, причем большего сопротивления надо установить на место R18.

Налаживание устройства начинают с установки на выходе ОУ DA2.1 нулевого напряжения при отключенном аккумуляторе, делают это подбором резистора R3. Затем устанавливают коэффициент усиления активного выпрямителя. Для этого при токе 0,3 А через резистор R2 подбором резистора R16 устанавливают на выходе ОУ DA2.3 напряжение 1,5 В.

Напряжения переключения компараторов проверяют, подсоединив взамен аккумулятора регулируемый источник питания и предварительно временно удалив резистор R2. Изменяя выходное напряжение источника, определяют напряжения переключения по моменту загорания соответствующих светодиодов. Эти напряжения должны быть в пределах 4,8...5,2 В для первого компаратора и 9,6...10,4 В для второго. При переключении второго компаратора на коллекторе транзистора VT5 напряжение — не более 0,3...0,4 В.

Резистор R2 устанавливают на свое место и на выходе источника питания устанавливают напряжение 8,58 В. Вольтметром с входным сопротивлением не менее 10 МОм измеряют напряжение на выводе 2 микроконтроллера, которое должно быть в пределах 4,28...4,32 В. Если оно выходит за эти пределы, следует проверить падение напряжения на открытом транзисторе VT2, которое не должно быть более 10 мВ, и подбором резистора R17 устанавливают требуемое значение. На выходе источника питания устанавливают напряжение 14,7 В и проверяют напряжение на выводе 2 микроконтроллера, оно должно быть в пределах 4,24...4,34 В, при необходимости это значение устанавливают подбором резистора R32. При измерении напряжения следует учитывать шунтирующее действие вольтметра, если его входное сопротивление менее указанного.

Коды модернизированной программы для микроконтроллера приведены в **таблице**. Биты конфигурации при программировании: режим резонатора — HS; защита программ — ON; WDTE (таймер WDT) — OFF; DEBUG (режим отладки) — OFF; WRT (запрет записи в память программ) — 0; CPD (защита EEPROM) — 1; LVP (запрет низковольтного программирования) — 0; BODEN (разрешение сброса при снижении напряжения питания) — 1; PWRTE (разрешение таймера включения питания) — 0.

Авторский экземпляр был изготовлен на макетной плате с применением деталей для поверхностного монтажа, поэтому ее чертеж не приводится.

От редакции. *Новый вариант программы микроконтроллера находится на нашем FTP-сервере по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2008/03/test2.zip**>.*

Редактор — И. Нечаев, графика — И. Нечаев

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Условия см. в "Радио", 2007, № 2, с. 11

ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН "ДЕССИ"

Предлагает:

— собранная, в корпусе, плата микропроцессорного металлоискателя BM8042 — 1125 руб.

— программатор **EXTRA PIC** — 650 руб.

— внутрисхемный отладчик устройств на PIC-контроллерах **MICD2-MC1** (аналог MPLAB-ICD2) — 1600 руб.

— набор **"Частотомер 250 МГц"** — 490 руб.

— **цифровая шкала** трансивера — 750 руб.

— **набор SMD резисторов** типоразмера 0805 из 170 номиналов от 0 Ом до 10 МОм, ±5 %, по 50 шт. каждого — 850 руб.

Всегда в продаже радиотехнические журналы, книги, CD, DVD, альбомы схем, наборы деталей для самостоятельной сборки, корпуса, радиодетали, материалы и оборудование для пайки.

http://**www.dessy.ru**

e-mail: **post@dessy.ru** .

105318, г. Москва, а/я 52, "ПОСЫЛТОРГ"

Тел. (495) 543-47-96.

* * *

Радиодетали отеч. и имп. 9000 типов, книги, компьютеры, ПО.

Ваш конверт. 190013, С.-Петербург, а/я 93, Киселевой.

Проектирование маломощных ИИП на микросхеме LNK501 с помощью программы VDS

С. КОСЕНКО, г. Воронеж

Микросхема LNK501 весьма удобна для построения импульсных блоков питания мощностью до 5 Вт. Но рекомендуемая фирмой-производителем программа автоматического проектирования PIXIs Designer имеет ограничения, которые не позволяют полностью использовать возможности этой микросхемы. Автор предлагаемой статьи успешно преодолел эти ограничения — рассчитал импульсный трансформатор по другой программе — VIPer Design Software, предназначенной для микросхем VIPer.

Маломощные обратноходовые преобразователи (ОХП) широко используются в зарядных устройствах мобильных телефонов, сетевых блоках питания аудиоплейеров, цифровых фотокамер, модемов и различной компьютерной периферии. Современные элементы позволяют выполнить их миниатюрными, схемотехнически простыми и дешевыми.

О том, как сделать импульсный источник питания на микросхеме LNK501 с выходным стабилизированным напряжением 3 или 5,5 В, рассказано в статье [1]. Но когда мне потребовался аналогичный источник с напряжением 12 В и выходным током до 0,2 А, совершенно неожиданно (ведь мощность такого устройства не превышает 2,4 Вт, что вполне соответствует используемой микросхеме) был получен отрицательный результат. Оказалось, что упомянутая в статье [1] специализированная программа PIXIs Designer, предназначенная для расчета импульсного трансформатора в ОХП, с подобной задачей не может справиться. В программе предполагается использование с этой микросхемой трансформаторов на ферритовых магнитопроводах всего лишь трех типов — EE13, EE16, EE19. При проектировании требуемого преобразователя даже в наибольшем из перечисленных магнитопроводов феррит входит в насыщение (расчетная магнитная индукция достигает значения 0,45 Тл, что значительно превышает допустимые 0,38 Тл). Поскольку содержимое ячеек в программе заблокировано от редактирования, ввести в расчеты параметры собственного трансформатора пользователь не сможет. Это значит, что программа не позволяет пользователю рассчитывать блоки питания на стандартные напряжения 9 и 12 В, что значительно сужает область применения микросхем LNK501.

Поэтому для проектирования требуемого ИИП решено было использовать программу VDS — VIPer Design Software. В журнале "Радио" уже рассказано об использовании этой программы для проектирования ОХП на ИМС серии TOPSwitch-II [2]. Удачным оказался опыт и с LNK501. Принципиальная схема рассчитанного устройства показана на **рис. 1**. От прототипа (рис. 1 в [1]) она отличается номиналами некоторых элементов и наличием индикатора включения HL1, который вместе с токоограничительным резистором R4 обеспечивает минимальную нагрузку.

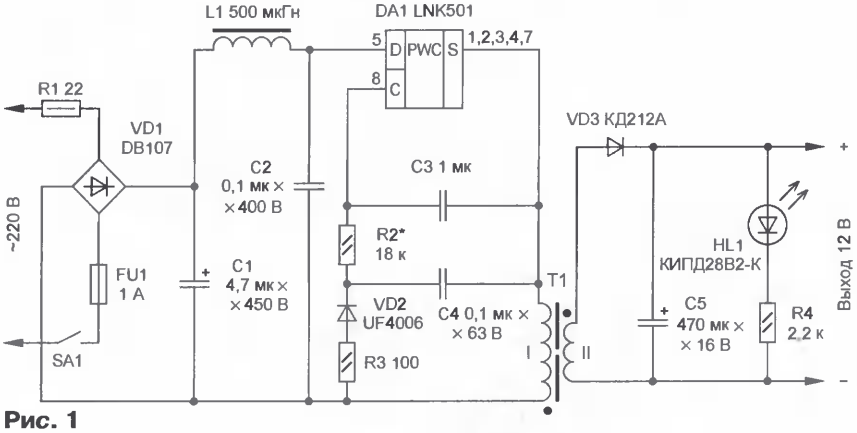


Рис. 1

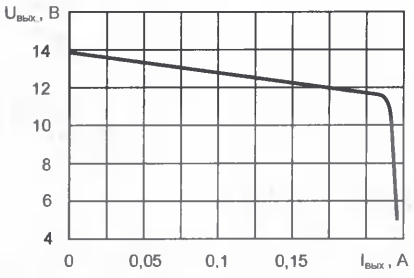


Рис. 2

На **рис. 2** показана нагрузочная характеристика блока при входном напряжении 220 В. Нагрузка номинального сопротивления потребляет ток 0,17 А при выходном напряжении 12 В. На **рис. 3** показана зависимость выходного напряжения от входного при номинальном сопротивлении нагрузки.

Принцип работы ОХП на микросхеме LNK501 подробно описан в статье [1]. Задача проектирования ИИП сводится к расчету импульсного трансформатора. Последовательность такого расчета в программе VDS: устанавливаем интервал входного напряжения 176...264 В; выбираем ШИ контроллер VIPer53A в корпусе DIP8, значение отраженного напряжения 50 В (как в [1]), частоту коммутации — 42 кГц; выходное напряжение и ток — 12 В и 0,2 А соответственно.

Для импульсного трансформатора использован магнитопровод из феррита M2000HM1 типоразмера Б22, между половинами которого вставлена шайба из немагнитного материала толщиной 0,1 мм (эквивалентный суммарный немагнитный зазор — 0,2 мм). Первичная обмотка содержит 87 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,21 мм. Ее измеренная индуктивность — 2,62 мГн. В программе выбран близкий зарубежный аналог — магнитопровод RM8 из феррита N27. После принудительной установки в программе измеренной индуктивности первичной обмотки и числа витков в ней был получен вполне приемлемый результат — при максимальном токе 228 мА магнитная индукция не превышает 0,109 Тл.

В соответствии с паспортными данными микросхемы LNK501 внутреннее ограничение тока происходит на уровне 0,24...0,27 А. Для надежной и устойчивой работы блока питания желательно при максимальном токе нагрузки не допускать увеличения тока через микросхему выше 0,24 А.

При любых сочетаниях входного напряжения и тока нагрузки трансформатор работает в режиме прерывистого тока, как это рекомендуют разработчики микросхемы LNK501. Результаты расчета по программе VDS показали, что при установленных принудительно параметрах первичной обмотки трансформатора вторичная должна содержать 22 витка провода ПЭВ-2 диаметром 0,6 мм. В трансформаторе устройства нет обмотки связи, поэтому соответствующая информация программы не использована. Обмотки изолированы между собой несколькими слоями лакоткани. Все элементы источника питания (кроме SA1 и FU1) установлены на печатной плате (**рис. 4**) из односторонне фольгирован-

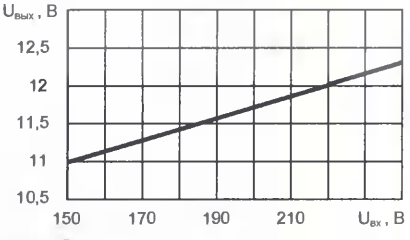


Рис. 3

тел. 607-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

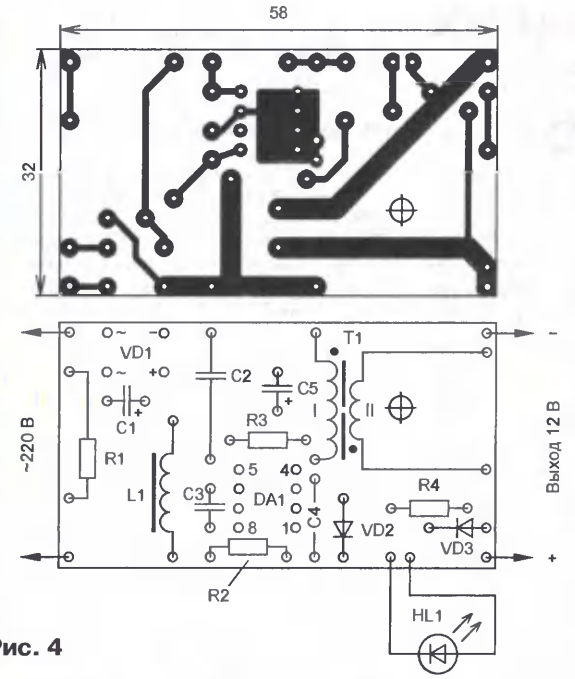


Рис. 4

Рис. 5

ного стеклотестолита толщиной 1,5 мм. Внешний вид платы с деталями показан на фото (**рис. 5**). Половины магнитопровода трансформатора при сборке плотно прикреплены к плате винтом М3 через центральное отверстие, винт изолирован от магнитопровода гетинаксовой шайбой и надетым на винт отрезком ПВХ трубки, гайка на плате зафиксирована каплей нитрокраски. Акустические шумы в трансформаторе отсутствуют даже без какой-либо его пропитки. Ввиду малых внешних электромагнитных полей рассеяния броневого магнитопровода коротковитковой экран из медной ленты, рекомендованный в [1], не применен.

На этапе налаживания сопротивление резистора R2 уменьшено от исходных 20 кОм до 18 кОм, чтобы установить выходное напряжение 12 В при токе нагрузки 0,2 А. Нагрев каких-либо элементов не отмечен. Это позволило установить микросхему на плату через переходную панель DIP8.

Таким образом, используя программу VDS, можно быстро и качественно выполнить проект маломощного ОХП на имеющемся у радиолюбителя подходящем магнитопроводе и микросхеме LNK501. Полученные программой осциллограммы токов и напряжений близки к реальным.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Плетнев Е.** Малогабаритный импульсный источник питания на микросхеме LNK501. — Радио, 2006, № 5, с. 32—34.

2. **Косенко С.** Проектирование обратноходовых ИИП на TOPSwitch-II с помощью программы VDS. — Радио, 2006, № 3, с. 30—32.

Редактор — М. Евсиков, графикв — М. Евсиков

Roland

ФРЕЗЕРНО-ГРАВИРОВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

EGX-350

Размер рабочего стола EGX-350: 305 мм (X) x 230 мм (Y) x 40 мм (Z)

EGX-400/600

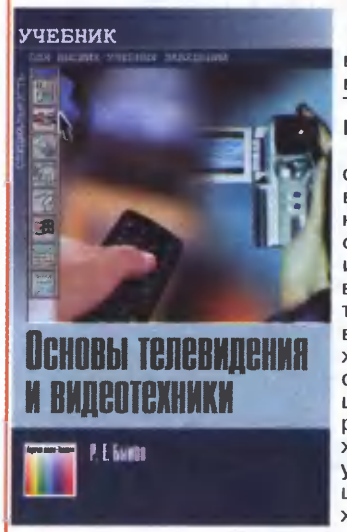
Размер рабочего стола EGX-600: 610 мм (X) x 407 мм (Y) x 42 мм (Z)
Размер рабочего стола EGX-400: 407 мм (X) x 305 мм (Y) x 42 мм (Z)

Высокоскоростные, высокоточные и доступные по цене фрезерно-гравировальные машины для изготовления печатных плат. Возможно как фрезерование разводки, так и сверление отверстий для установки микросхем и прочих деталей.

Официальный представитель фирмы Roland - ООО "Р-Техник"
Москва, ул.Дорожная, д. 3, кор. 6
тел. (495) 981-49-65.
E-mail: sm@r-tec.ru, m55@roland.ru. Web: www.roland.ru

Roland

Вышла в свет новая книга:



Быков Р. Е.
Основы телевидения и видеотехники: Учебник для вузов. — М.: Горячая линия — Телеком, 2006. — 399 с.: ил. ISBN 5-93517-262-3.

Изложены теоретические основы телевидения и видеотехники, рассмотрены физические процессы формирования оптических изображений и преобразования их в сигналы, основы телевизионной передачи и воспроизведения изображений, магнитной и оптической видеозаписи, методы цифровой обработки, кодирования и анализа изображений. Особое внимание уделено проблемам сжатия цифровых сигналов изображения, дискретным фотоэлектрическим преобразователям и устройствам воспроизведения изображений матричного типа.

Для студентов вузов, обучающихся по специальности "Радиотехника" направления подготовки дипломированных специалистов "Радиотехника", будет полезна аспирантам, научным работникам и инженерам, работающим в области телевидения, видеотехники и цифровой обработки изображений.

Адрес издательства в Интернете WWW.TECHBOOK.RU
e-mail: radios_hl@mtu-net.ru

Угольный тензодатчик

Л. КОРОЛЕВ, г. Москва

Радиолюбители в своих изделиях используют материалы, приобретенные не только в магазинах радиотоваров, но и хозяйственных, строительных, канцелярских и др. Оказывается, в этот перечень следует включить и ... аптеку. Именно там автор помещенной ниже статьи приобрел основу для описываемого в ней устройства.

Таблетки активированного угля, выпускаемые фармацевтической промышленностью (иногда под названием "карболен"), могут, как показали испытания, играть роль электрического тензодатчика и найти применение в радиолюбительской практике.

Свойство угольного порошка уменьшать сопротивление электрическому току в зависимости от силы сжатия зерен этого порошка широко применяли в угольных микрофонах еще на заре развития телефонии. Это свойство сохраняет и спрессованный угольный порошок. Известны также угольные регуляторы мощности электродвигателей.

Устройство угольного тензодатчика (или конкретно — датчика сжатия) просто — плоскую таблетку активированного угля помещают между двумя металлическими пластинами и включают в цепь постоянного или переменного тока. Даже незначительное механическое сжатие таблетки пластинами приводит к увеличению тока в цепи. Снятие усилия сжатия возвращает сопротивление датчика к прежнему значению.

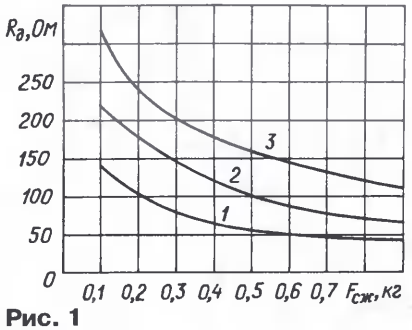


Рис. 1

Таблетки, как правило, имеют небольшую сферичность поверхности оснований, поэтому перед проведением исследований или до установки в готовое изделие следует мелким напильником придать этим поверхностям плоскопараллельную форму. Если необходимо большее исходное сопротивление датчика, возможно последовательное соединение двух и более таблеток.

На **рис. 1** представлены кривые 1 и 2 зависимости сопротивления $R_д$ датчика от силы $F_{сж}$ сжатия для каждой из двух таблеток, а кривая 3 — та же зависимость для тех же таблеток, сложенных вместе одна на другую. Сопротивление я измерял на постоянном токе комбинированным прибором Ц4341.

При силе сжатия менее 50...100 г изменение сопротивления имеет неустойчивый характер. Интервал усилия 100...900 г, по-видимому, соответствует большей части практических случаев. Для сравнения: усилие срабатывания известной малогабаритной кнопки КМ1-1 — приблизительно 400 г; сдвоенная кнопка КМ2-1 требует усилия около 900 г; большинство микрокнопок срабатывают при усилии в пределах 150...250 г.

Результаты экспериментов и рассмотрение представленных зависимостей позволяют сделать некоторые выводы, необходимые для практического применения датчика сжатия. Так, разброс значений сопротивления датчика, обусловленный как неодинаковостью сопротивления разных экземпляров таблеток, так и непараллельностью их плоскостей и неполнотой прилегания к ним металлических пластин, требует обязательной его подстройки после смены таблетки.

Довольно большая кратность изменения сопротивления в приемлемом для практики интервале механического давления позволяет применять такого рода тензодатчики не только в дифференциальном (например, в мостовом), но и в прямом включении.

Зависимость сопротивления от силы сжатия имеет логарифмический характер. Иначе говоря, если построить указанные зависимости не в линейном масштабе, а в полулогарифмическом (по горизонтальной оси откладывать логарифм от значения силы сжатия), получим прямые линии с отрицательным наклоном, разумеется, с учетом конечной точности измерений. Это свойство необходимо учитывать при разработке аппаратуры.

При последовательном включении двух или трех таблеток характер изменения сопротивления от давления практически не меняется, увеличивается лишь общее сопротивление цепи.

Важное свойство датчика в цепи переменного тока (например, звуковой частоты) — отсутствие в сигнале переходных помех (щелчков, шорохов, треснов), сопровождающих механическое воздействие. Такой датчик с цепью нагрузки, подключенный, например, к тональному генератору, образует законченный простой клавишный или кнопочный манипулятор с пальцевым управлением громкостью, атакой и затуханием звука в электромузыкальных инструментах. Известно, что щелчки при манипуляции слышны, если фронт и спад звукового процесса (атака и затухание) имеют длительность менее 7 мс. В звуках обычных музыкальных инструментов щелчков нет. Угольные манипуляторы также не дают щелчков даже при резком ударе по клавише (или кнопке), связанной с датчиком.

Еще одно достоинство такого манипулятора — почти полное отсутствие фона в паузе, так как цепь прохождения сигнала после снятия механической нагрузки практически размыкается.

В качестве примера на **рис. 2** изображена схема узла управления громкостью звука с применением оптрона и манипулятора с двумя таблетками. Манипулятор R4 включен в цепь управления током излучающего диода оптрона U1. Переменный резистор R3 служит для установки требуемого режима усиления как в процессе эксплуатации, так и после смены таблеток. Резистор R5 предохраняет излучающий диод оптрона от случайных токовых перегрузок при нижнем по рисунку положении движка резистора R3. Конденсатор C1 сглаживает чрезмерно резкие изменения громкости.

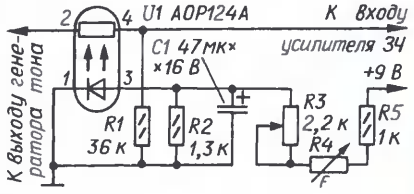


Рис. 2

На **рис. 3** показан вариант схемы манипулятора с пальцевым управлением громкостью, атакой и затуханием звука. Резистором R3, как и в предыдущем случае, устанавливают рабочий режим усиления. Сопротивление резистора R4 должно быть соизмеримо с минимальным сопротивлением датчика R2.

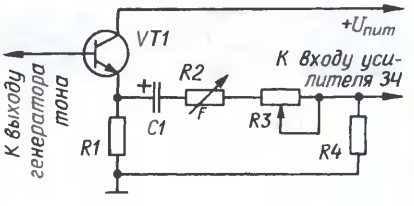


Рис. 3

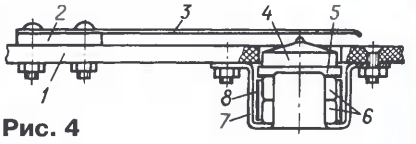


Рис. 4

Конструкции датчиков могут быть самыми разнообразными в зависимости от назначения и возможностей радиолюбителя. На **рис. 4** упрощенно показан вариант конструкции датчика с двумя таблетками для работы в узле по схеме на рис. 2. Угольные таблетки 6 свободно лежат в прямоугольном корпусе 7, согнутом из белой жести и прикрепленном двумя винтами снизу к пластмассовой панели 1 управления инструментом. Корпус 7 служит одним из выводов датчика. Второй вывод 5 прямоугольной формы, изготовленный из тонкого одностороннего фольгированного стеклотекстолита, прижат к верхней таблетке круглым пластмассовым толкателем 4.

тел. 607-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 3, 2008

Усилие сжатия таблеток передается от пальца руки через упругую латунную пластину 3, закрепленную сверху на панели 1. Боковая поверхность таблеток изолирована от корпуса 7 витком 8 лавсановой пленки. Толщину прокладки 2 под пластиной 3 подбирают такой, чтобы в исходном состоянии между пластиной и толкателем оставался небольшой зазор. Прогиб панели при нажатии на пластину 3 должен быть исключен.

Верхний по рисунку вывод 5 подключают тонким гибким проводом во фторопластовой изоляции, припаянным к одному из углов вывода и пропущенным в зазоры корпуса 7 и изоляционной пленки 8.

В исходном состоянии из-за свободного соприкосновения таблеток и выводов в цепи может возникать начальная проводимость. Однако, как показывает практика, она недостаточна для открывания излучающего диода оптрона. Динамический диапазон регулирования здесь полностью обеспечен параметрами применяемого оптрона.

Описанный манипулятор успешно работает в переносном и стационарном пультах управления терменвоксом. В течение годичной эксплуатации надобности в замене таблеток не возникло.

В узле, собранном по схеме на рис. 3, датчик включен непосредственно в цепь формирования динамического диапазона регулирования громкости. Поэтому описанную конструкцию придется усложнить из-за необходимости обеспечения полного отсутствия электрического контакта одного из выводов с угольными таблетками при отсутствии нажатия на пластину.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА
Условия см. в "Радио", 2007, № 2, с. 11

Мультимедийный плеер MP3/MP4 **Newman R88 2Gb** со встроенным фотоаппаратом 1.3Мп. — 3900 руб.
105318, г. Москва, а/я 52

* * *

Печатные платы на заказ!
Разработка и изготовление по схемам заказчика.
242600, Брянская обл., г. Дятьково, ул. Южная, д. 69.
Тел. 89155383045
E-mail: **wiw@online.debryansk.ru**

* * *

Высылаем почтой радиолюбительские наборы, радиодетали. Каталог бесплатный. Конверт с обратным адресом обязателен.
E-mail: **ppelecom@udm.ru**.
426034, Ижевск, а/я 3503.

* * *

Продаем
Дюралевые мачты в комплекте с растяжками и крепежом.
Высота 3,7 м, 5,5 м — на складе, под заказ 7,3 м и 11 м.
Сплав АМГ6, диаметр 32 мм, толщина стенки 3,5 мм.
г. Иркутск (3952) 56-48-55,
e-mail — **radstar@angara.ru**.

Сторожевое устройство на базе датчика движения

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

В настоящее время стали доступными так называемые энергосберегающие датчики движения, чувствительные к инфракрасному излучению. Они предназначены для автоматического включения осветительных приборов или другой аппаратуры, если в зону обнаружения попадает теплокровный объект (например, человек), и выключения, когда он ее покидает. Основой этого устройства служит пироэлектрический датчик с линзой Френеля, который реагирует на ИК излучение объекта и вырабатывает соответствующий электрический сигнал.

Датчики движения могут быть с успехом использованы в охранных системах, предназначенных для небольших помещений. Это позволит избежать применения проволочных охранных линий, механических или магнитоуправляемых контактов и других подобных элементов охранной сигнализации. Кроме того, такую систему легко и быстро как устанавливать, так и демонтировать.

Вниманию читателей предлагаю описание одного из вариантов подобной охранной системы. За основу устройства взят экономичный ИК датчик движения LX-02 (торговая марка "YUSING"), как один из наиболее дешевых. Он собран в едином корпусе на двух печатных платах. На первой размещены пироэлектрический* и фотоэлектрический датчики с соответствующими элементами и выходной электронный коммутатор. На второй — сетевой блок питания с гасящим конденсатором и исполнительное электромагнитное реле, управляемое коммутатором.

Когда человек попадает в зону действия пироэлектрического датчика, реле срабатывает и подключает осветительный или другой сигнальный прибор к сети. После ухода человека из зоны датчик через определенное время выключает реле.

Время задержки выключения можно устанавливать в пределах от 5 с до 11 мин после последнего обнаружения объекта. Следует отметить, что пиродатчик реагирует только на движущегося человека. Фотодатчик позволяет отрегулировать устройство так, чтобы оно не срабатывало в дневное время или при нормальной освещенности зоны обнаружения. На плате датчиков для этой цели предусмотрены подстроечные резисторы. Плата датчиков соединена с платой блока питания тремя проводами — плюсовым, общим и выходным, промаркированными соответственно "+", "–" и "К".

Для переделки датчика движения в сторожевое устройство плату блока питания удаляют и на ее место устанавливают плату с деталями этого устройства. Таким образом, большинство элементов сторожа оказываются размещенными в корпусе датчика.

* *О них можно прочитать в статье А. Сергеева "Пироэлектрические датчики ИК излучения" в "Радио", 2004, № 7, с. 49—51.*

Схема сторожевого устройства показана на **рис. 1**. На элементах DD1.1, DD1.2 собран триггер Шмитта, который служит для формирования крутого перепада напряжения, на элементах DD1.3, DD1.4 — формирователь импульса обнуления D-триггера DD2.1. Микросхема DA2 по основному назначению представляет собой контроллер ЭПРА, содержащий встроенный RC-генератор.

Все узлы устройства, в том числе и смонтированные на плате датчиков, питаются от восьмивольтного стабилизатора напряжения DA1. Транзистор VT1 включает мощный звукоизлучатель HA1.

Светодиод HL1 служит для индикации режима работы устройства. Питает сторожевое устройство сетевой блок питания с выходным напряжением 12...15 В или резервная аккумуляторная батарея GB1, подключенные через разделительные диоды VD2, VD3.

После подачи питающего напряжения начинается зарядка конденсатора C2. В этот момент на входе элемента DD1.3, а значит, и на выходе элемента DD1.4 будет высокий уровень. Он переведет триггер DD2.1 в нулевое состояние и на некоторое время запретит запись информации в этот триггер.

На инверсном выходе триггера будет высокий логический уровень, конденсатор C4 останется разряженным, поэтому высокий уровень будет и на входе FV контроллера DA2. В результате на выходах контроллера напряжение будет близким к нулю. Полевой транзистор VT1 закрыт.

Пока конденсатор C2 заряжается, устройство не реагирует на сигналы от пироэлектрического датчика, а светодиод HL1 включен, сигнализируя о том, что оно находится в режиме ожидания. За это время необходимо покинуть охраняемое помещение. Погасание светодиода означает, что сторож перешел в режим охраны.

При появлении теплокровного объекта в зоне чувствительности датчика примерно на 5 с после последней фиксации объекта на выходе коммутатора блока датчиков устанавливается низкий уровень. Так как за время ожидания конденсатор C1 зарядился (через резисторы R2, R4), то начнется его разрядка через резистор R2 и коммутатор датчика. Время разрядки конденсатора C1 выбрано несколько большим пяти секунд для того, чтобы повысить поме-

хоустойчивость устройства. Таким образом, объект должен двигаться в зоне чувствительности датчика несколько секунд.

Если низкий уровень на выходе коммутатора продлится более 7...8 с, то конденсатор C1 разрядится до низкого

В устройстве можно применить любой переключательный низковольтный полевой транзистор с n-каналом и изолированным затвором, у которого сопротивление открытого канала не превышает 1 Ом. Диод VD1 — любой из серий КД522, КД521, КД102. Светодиод — малогабаритный сверхъяркий, который уже при токе 0,5...1 мА способен обеспечить требуемую яркость свечения.

Разделительные диоды VD2, VD3 подойдут любые малогабаритные выпрямительные, желательно с барьером Шотки, которые выдерживают ток, потребляемый устройством. Разъем X1 годится любой.

Звукоизлучателем может служить одна или две последовательно включенные динамические головки общим сопротивлением от 8 Ом и более. Головки являются главным потребителем тока, поэтому и определяют выбор блока питания, диодов VD2, VD3 и батареи аккумуляторов GB1.

Все детали сторожа, кроме динамической головки, светодиода и батареи аккумуляторов, размещены на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 0,5 мм. Чертеж платы показан на **рис. 2**. Выводы деталей припаяны непосредственно к печатным проводникам; никаких отверстий в ней не предусмотрено. Собранную плату размещают в корпусе датчика движения взамен платы блока питания. С внешними элементами ее соединяют проводниками с разъемом X1.

Следует отметить, что резервная аккумуляторная батарея GB1 в устройстве работает только на разрядку. Поэтому необходимо контролировать ее напряжение и вовремя заряжать.

Перед налаживанием движки обоих регуляторов на плате датчиков поворачивают в положение минимума (по стрелке-указателю). Далее устанавливают, если необходимо, временные задержки: от момента включения до перехода в режим охраны подборкой конденсатора C2, а от момента срабатывания датчика до сигнала тревоги — C4. Высоту звука сигнала тревоги можно корректировать подборкой резистора R9, а ограничить громкость звучания — включением последовательно с динамической головкой токоограничивающего резистора.

В тех случаях, когда требуется, чтобы сигнал тревоги звучал сразу после обнаружения движущегося объекта, конденсаторы C1 и C4 исключают, а резисторы R2 и R7 заменяют перемычками. Если в качестве исполнительного элемента необходимо использовать какое-либо устройство, требующее постоянного напряжения питания (например, реле), контроллер DA2 можно удалить, соединив затвор полевого транзистора VT1 с прямым выходом триггера DD2.

Устройство устанавливают в таком месте, чтобы оно было по возможности незаметным и контролировало пространство, подлежащее охране, двери, окна и т. п. Вблизи сторожа не должно быть источников тепла, на его чувствительные элементы не должны попадать солнечные лучи.

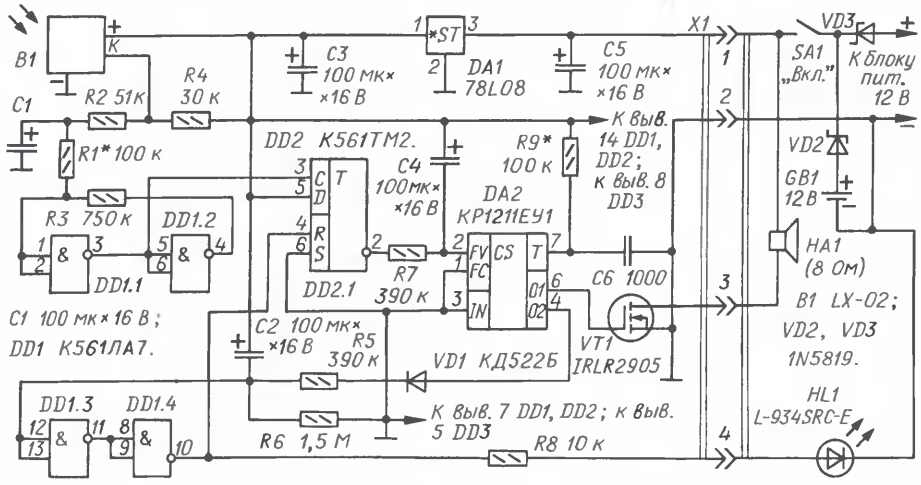
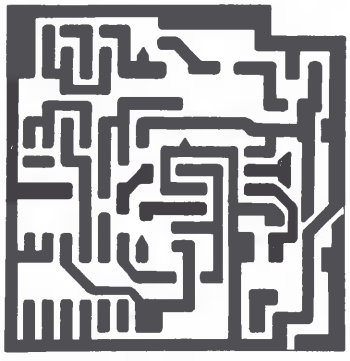


Рис. 1



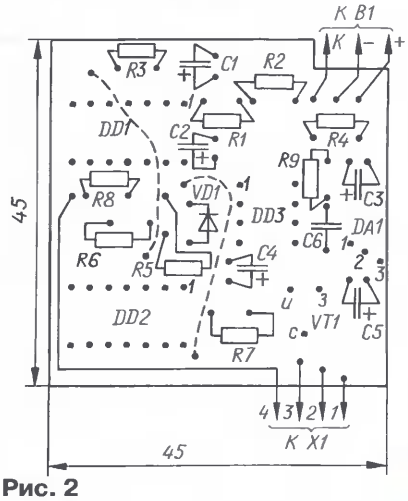


Рис. 2

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Условия см. в "Радио", 2007, № 2, с. 11

Предлагаем пленочный фоторезист ПФ-ВЩ-50 для изготовления печатных плат.

654040, г. Новокузнецк Кемеровской обл., ул. Климасенко, 34-А, кв. 3 ООО "Вектор"

E-mail: **shii2008@pochta.ru**

Переговорное устройство "дом-калитка"

В. МАРКОВ, с. Новые Мартыновичи Полтавской обл., Украина

Переговорное устройство на два абонента, пожалуй, одна из самых распространенных радиолюбительских конструкций. Устройство, предлагаемое вниманию читателей, в течение трех лет эксплуатировалось в сельском доме, переделывалось с учетом возникающих замечаний и пожеланий и, наконец, приобрело законченный вид.

К решению проблемы передачи звуковых сигналов по проводной линии связи каждый из авторов переговорных устройств подходит исходя из практических соображений и имеющейся материально-технической базы. Все известные конструкции можно разделить на дуплексные (абоненты имеют возможность говорить и слушать одновременно) и симплексные (абоненты говорят по очереди, переключаясь на прием и на передачу), связь организуется по двухпроводной или по многопроводной линии. Во многих случаях громкоговорители используются и как микрофоны. Прежде чем знакомить читателей со своим вариантом переговорного устройства, хотелось бы рассказать о некоторых трудностях, с которыми пришлось встретиться в процессе работы над ним.

Воздушная линия связи в сельской местности оказалась хорошей "приманкой" для молний. Кроме того, она слишком восприимчива к помехам от радио- и электросетей. Поэтому кабель, связывающий дом и калитку, был в конце концов проложен в металлической трубе под землей.

Немало сил было потрачено на борьбу с наводками на провода, несущие слабые сигналы от микрофона. Прежде чем транслировать эти сигналы на вход усилителя в "домашнем" блоке устройства, пришлось их усилить.

Первоначально ставилась задача обеспечить дуплексную связь, как по телефону. Но всевозможные схемы подавления "своего" сигнала и электронные автоматические переключатели не дали положительных результатов. Акустическая связь между расположенными в общем корпусе мощной динамической головкой и микрофоном приводила к "квакающему" звуку или к возбуждению усилителя ЗЧ. Более сложные приемы, например, сдвиг спектра сигнала, не применялись, поскольку такое усложнение не оправдано ни морально, ни экономически. Был оставлен принцип "нажал — говори".

Оказалось удобным сделать два усилителя ЗЧ с общим блоком питания и при смене направления передачи переключать только оконечные ступени этих усилителей. Использование динамической головки и как громкоговорителя, и как микрофона не давало хорошего разборчивого звука. Был применен электретный микрофон, наименее капризный и работающий в широком интервале температуры и влажности.

Поскольку переговорное устройство основную часть времени находится в режиме ожидания, нет смысла постоянно держать включенным блок его питания. Сделано так, что он подключается к сети автоматически, как только посетитель нажимает на установленную у калитки вызывную кнопку.

На **рис. 1** изображена схема "уличного" блока переговорного устройства. Он состоит из микрофона BM1, предварительного усилителя на ОУ DA1, фазоинвертора на транзисторе VT1 и двух эмиттерных повторителей на транзисторах VT2 и VT3. Предусмотрены динамическая головка BA1 для воспроизведения поступающих из дома сообщений и кнопка вызова SB1.

Резистор R1 гасит напряжение питания 12 В до 2...2,5 В, необходимых для работы электретного микрофона BM1. Известно, что амплитуда пиков речевого сигнала может десятикратно превышать его среднее значение. Во избежание перегрузки последующих ступеней усиления в предварительном усилителе предусмотрен ограничитель амплитуды на диодах VD1, VD2. Конденсатор C3 ограничивает частотную полосу пропускания усилителя сверху, а конденсаторы C1 и C5 — снизу, "подгоняя" ее под стандартную для телефонной связи полосу 0,2...3,5 кГц.

Сигналы на эмиттере и коллекторе транзистора VT1 равны по амплитуде и противофазны. Эмиттерные повторители на транзисторах VT2 и VT3 обеспечивают низкое выходное сопротивление парафазного выхода усилителя (контакты 5 и 6 разъема X1). Конденсаторы C2, C4 и резисторы R12, R13 — элементы дополнительного фильтра питания предварительного усилителя.

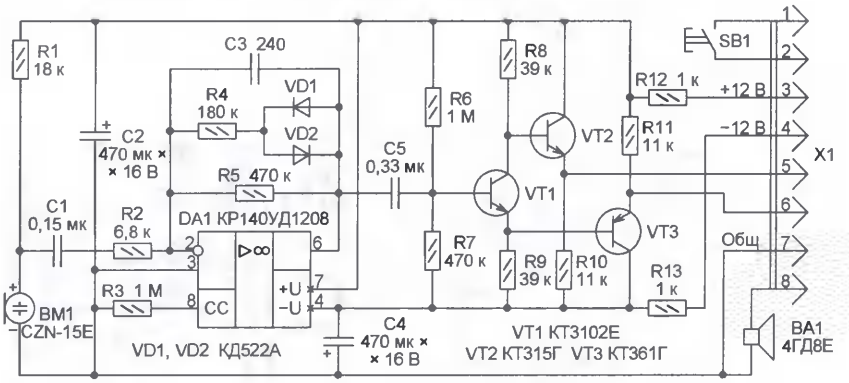


Рис. 1

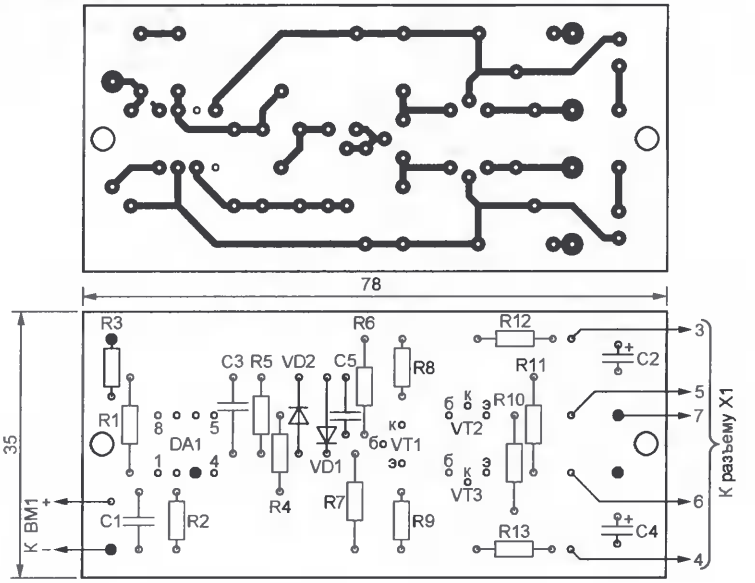


Рис. 2

Все детали смонтированы на печатной плате, изображенной на **рис. 2**, из фольгированного с обеих сторон стеклотекстолита. Со стороны установки деталей фольга сохранена и служит общим проводом. Места пайки к ней выводов деталей, межслойных перемычек и проводов обозначены точками увеличенного диаметра. Вокруг отверстий

РАДИО № 3, 2008

Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-28-38
Вопросы: consult@radio.ru

для не соединяемых с общим проводом выводов деталей фольга удалена зенкованием.

Плата расположена внутри "уличного" блока. Кабель, соединяющий "уличный" блок с "домашним", состоит из четырех витых пар проводов, подключаемых соответственно к контактам 1 и 2, 3 и 4, 5 и 6, 7 и 8 разъема X1. Если используется кабель с большим числом витых пар проводов, имеет смысл свободными парами продублировать ту, что подключена к контактам 7 и 8. Это уменьшит потери сигнала на пути к "уличной" динамической головке.

Схема "домашнего" блока переговорного устройства показана на **рис. 3**. Усилитель поступающего на контакты 5 и 6 разъема X1 парафазного сигнала — дифференциальный на ОУ DA2. Он нечувствителен к помехам, наводимым с одинаковыми амплитудой и фазой на оба провода витой пары соединительной линии, но усиливает полезный сигнал, приходящий по двум проводам в противофазе. Резистор R2 служит нагрузкой соединительной линии, конденсаторы C3, C4, C12 формируют частотную характеристику усилителя. Включенные встречно-параллельно диоды VD1, VD2 ограничивают амплитуду выбросов парафазного сигнала. Конденсаторы C17 и C18 — стандартные элементы коррекции ОУ.

Основное условие правильной работы дифференциального усилителя — высокая степень симметрии его элементов и входных сигналов. По этой причине необходимо как можно точнее подобрать по сопротивлению пары резисторов R8, R9 в предварительном усилителе (см. рис. 1), а также R8, R9 и R10, R13 в основном: должно быть выполнено условие R8/R13=R9/R10.

С выхода ОУ DA2 сигнал через регулятор громкости (переменный резистор R16) поступает на вход усилителя мощности на транзисторах VT4, VT5. Диоды VD12—VD15 создают начальное смещение на базах этих транзисторов. Постоянное напряжение на выходе усилителя — нулевое, что позволило подключить к нему динамическую головку BA1 непосредственно, избежав необходимости применения оксидного конденсатора большой емкости. Отказ от разделительного конденсатора подвергает динамическую головку опасности порчи в случае пробоя выходного транзистора. Поэтому установкой резисторов R23, R24, ограничивающих максимальное значение тока, не следует пренебрегать. Резистор R25 под-

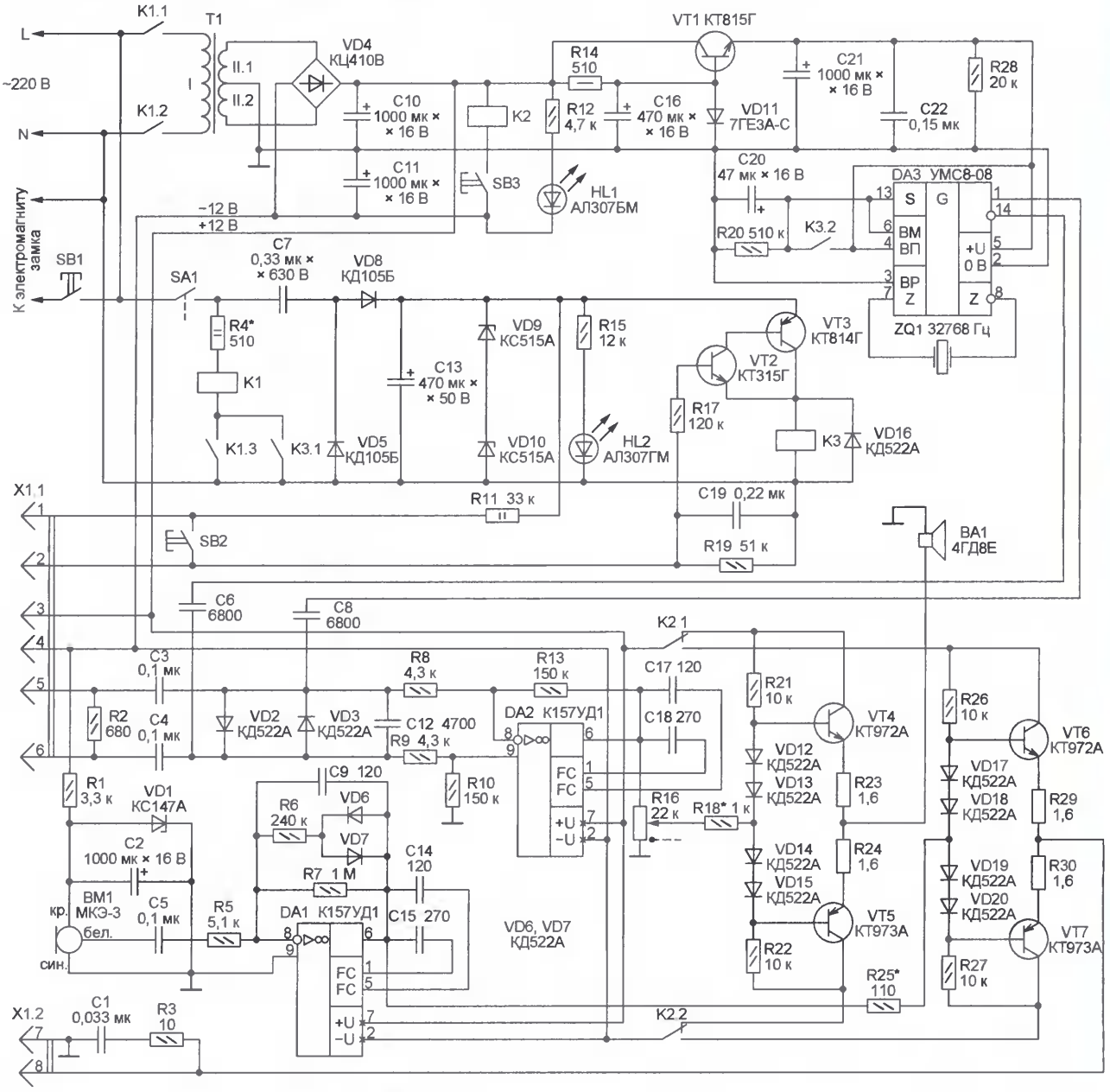


Рис. 3

тел. 608-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 3, 2008

бирают при налаживании по максимальной громкости воспроизведения сигнала без перегрузки динамической головки.

Резистор R1, стабилитрон VD1 и конденсатор C2 образуют цепь питания установленного в "домашнем" блоке микрофона МКЭ-3 (ВМ1). В случае применения микрофона другого типа эту цепь соответствующим образом переделывают. Усилитель сигнала микрофона состоит из предварительного усилителя на ОУ DA1, построенного по схеме, подобной изображенной на рис. 1, и усилителя мощности на транзисторах VT6 и VT7, аналогичного рассмотренному ранее на транзисторах VT4 и VT5. Для устранения самовозбуждения, связанного со значительной длиной линии, соединяющей выход усилителя с установленной в "уличном" блоке динамической головкой, предусмотрена демпфирующая цепь R3C1.

Группы контактов K2.1 и K2.2 подключают к источнику питания первый или второй усилитель мощности в зависимости от направления передачи. На предварительные усилители питание поступает всегда, когда переговорное устройство активно.

Блок автоматического подключения переговорного устройства к сети 220 В состоит из бестрансформаторного узла питания ("гасящий" конденсатор C7, выпрямительные диоды VD5, VD8, сглаживающий конденсатор C13, стабилитроны VD9, VD10) усилителя постоянного тока на транзисторах VT2, VT3 и двух реле — промежуточного K3 и исполнительного K1. Выключатель SA1 спарен с переменным резистором R16.

При замкнутых контактах выключателя SA1 конденсатор C13 заряжен до напряжения приблизительно 30 В (ограничено стабилитронами VD9 и VD10). Светодиод HL2 зеленого цвета свечения сигнализирует о том, что переговорное устройство работает в дежурном режиме. Расход электроэнергии при этом не превышает 3 В·А.

Если нажать на кнопку вызова в "уличном" блоке или на подключенную параллельно ей кнопку SB2 в "домашнем", то транзисторы VT2 и VT3 откроются и энергии, накопленной конденсатором C13, хватит для срабатывания реле K3. Своими контактами K3.1 оно замкнет цепь обмотки реле K1, которое, в свою очередь, контактами K1.1, K1.2 соединит с сетью обмотку I трансформатора T1, а контактами K1.3 самоблокируется. С подключенного к обмотке II трансформатора T1 выпрямителя на диодном мосте VD4 напряжение +12 и –12 В поступит на все узлы переговорного устройства. О том, что оно переведено в активное состояние, сигнализирует красный светодиод HL1.

Ток, текущий через замкнутые контакты вызывных кнопок, не превышает 0,4 мА, а напряжение на их разомкнутых контактах относительно нейтрали питающей сети — не более 18 В. Тем не менее эти кнопки должны быть хорошо изолированы, а случайное прикосновение к их токоведущим частям исключено конструктивными мерами.

На транзисторе VT1 и селеновом стабисторе VD11 выполнен стабилизатор напряжения питания музыкального синтезатора DA3, служащего генератором сигнала вызова. Выход синтезатора через конденсаторы C6 и C8 постоянно подключен к входу усилителя сигнала "уличного" микрофона. Работа синтезатора начинается с момента нажатия на вызывную кнопку и замыкания контактов реле K3.2, в результате чего заряжается конденсатор C20, и продолжается после их размыкания до разрядки этого конденсатора через резистор R20. Если до окончания звучания мелодии нажать на вызывную кнопку еще раз, мелодия сменится следующей, имеющейся в памяти микросхемы DA3. Это позволяет отличить "своего" посетителя от "чужого", не знающего этого секрета. Всего в микросхеме УМС8-08 хранится восемь разных мелодий.

Нажатием на кнопку SB3 переговорное устройство переключают с приема на передачу. Собственно переключение выполняют контакты реле K2, подавая питание на соответствующий усилитель мощности.

При отсутствии транзисторов КТ972А и КТ973А вместо них в усилителях мощности можно установить пары транзисторов соответственно КТ315, КТ815 и КТ361, КТ814, соединив каждую пару по схеме составного транзистора. Буквенные индексы этих транзисторов могут быть любыми.

Реле K1 — РП21-003-УХЛ4Б на переменное напряжение 220 В. Согласно документации, обмотка этого реле может оставаться подключенной к сети 220 В, 50 Гц сколь угодно долго, но на практике она довольно сильно нагревается. Чтобы облегчить температурный режим реле и уменьшить потребляемую им мощность, последовательно с обмоткой включен резистор R4, номинал которого рекомендуется подобрать в пределах от 10 Ом до 1 кОм в зависимости от свойств конкретного экземпляра реле. Вместо реле серии РП21 подойдут другие, работающие при переменном напряжении 220 В (например, серии РПУ), и даже электромагнитный пускатель ПМЕ нулевой величины.

Реле K2 и K3 — импортные R.F.T. 30.1-24 с обмоткой на 24 В. Их можно заменить отечественными с таким же рабочим напряжением и нужным числом контактов. Это могут быть РЭС9 исполнения РС4.529.029-00 (паспорт РС4.524.200) или РЭС22 исполнения РФ4.523.023-00 (паспорт РФ4.500.131).

Все реле, трансформатор, остальные детали блока питания и узла автоматического подключения к сети смонтированы навесным способом на плате из изоляционного материала размерами 180×110 мм. Аналогичным образом на плате размерами 180×90 мм смонтированы усилители ЗЧ и генератор сигнала вызова.

"Уличный" и "домашний" блоки собраны в корпусах от блоков системы оповещения "Сигнал-43". Эти корпусы размерами 240×190×70 мм выполнены из листовой стали и хорошо защищены от попыток взлома, что немаловажно, особенно для "уличного" блока. Динамические головки использованы от старой акустической системы автомобиля, как достаточно мощные и малогабаритные. В качестве регулятора громкости лучше использовать переменный резистор СП-1в с выключателем, рассчитанным на напряжение 250 В при токе 1 А. Подходящий можно найти в ламповом приемнике или телевизоре.

Порядок использования переговорного устройства очень прост. Гость, подойдя к калитке, должен нажать на кнопку вызова. В доме прозвучит мелодия. Хозяин, нажав на кнопку SB3, задаст вопрос и, отпустив кнопку, выслушает ответ. Если гостя нужно впустить в дом, хозяин нажмет на кнопку SB1, приводя в действие электромагнит запора калитки. Когда требуется, не выходя из дома, прослушать ведущиеся у калитки разговоры, достаточно включить устройство нажатием на кнопку SB2. Чтобы возвратить переговорное устройство из активного в дежурный режим, необходимо выключателем SA1 выключить его, а затем включить вновь.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Условия см. в "Радио", 2007, № 2, с. 11

Контрольный приемник коротковолновика и охотника за DX — цифровой всеволновый DEGEN DE1103 — 2800 рублей. DEGEN DE1121 (с MP3 плейером) — 3500 рублей.

105318, г. Москва, а/я 52, "ПОСЫЛТОРГ"

или **http://www.dessy.ru**.

Тел. (495) 543-47-96.

* * *

Программирование микросхем, разработка устройств, спутниковое оборудование почтой.

Подробней: www.digsat.nm.ru.

Тел.: 8-383-652-32-33.

* * *

Высылаем почтой запрограммированные по Вашему заказу микроконтроллеры и ПЗУ.

390028, Рязань, а/я 8.

www.progm.nm.ru

* * *

РАДИОДЕТАЛИ ДЛЯ ВАС!

Торгово-промышленный холдинг **«Новэл»** осуществляет поставку радиокомпонентов отечественных и зарубежных производителей всем юридическим и физическим лицам в любую точку России и СНГ.

У нас вы встретите внимательное и доброжелательное отношение.

Самые редкие компоненты — тоже у нас.

Добро пожаловать! Будем вам очень рады.

www.nowel.ru.

Тел.: 223-70-98; 589-68-16.

Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-28-38
Вопросы: consult@radio.ru

Два автомата управления освещением

Разработанные двумя разными авторами автоматы решают одинаковые задачи — в темное время суток они включают освещение, если вблизи автомата появляется человек, и выключают свет, когда он ушел. Основное различие между этими конструкциями состоит в том, что в одной из них датчик присутствия человека самодельный, а во второй — применен готовый промышленного изготовления.

В. ГРИЧКО, г. Краснодар

Автомат предназначен для управления установленным перед входом на участок или в дом осветительным фонарем. Он оснащен активным ИК датчиком, работающим "на отражение". Луч датчика невидим и никому не мешает. Благодаря модуляции ИК излучения и частотной селекции принимаемого сигнала датчик хорошо защищен от помех, создаваемых различными тепловыми приборами и пультами ДУ.

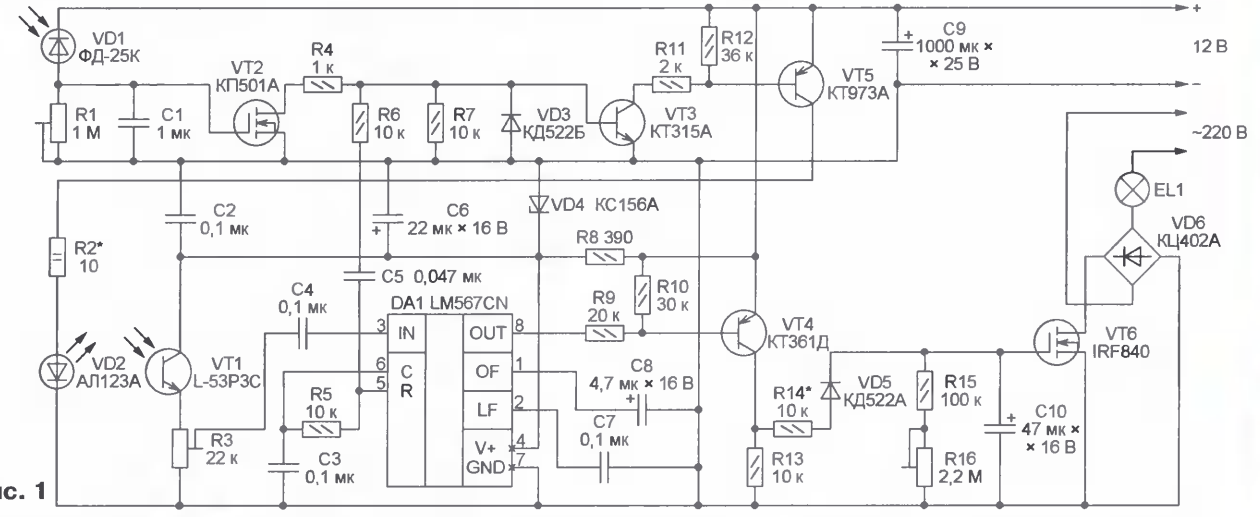


Рис. 1

Если в темное время суток к датчику приблизится человек или автомобиль, фонарь будет включен. При достаточном естественном освещении (датчик его уровня тоже есть в приборе) этого не произойдет. Лампа фонаря включается плавно, что увеличивает срок ее службы и исключает броски тока и помехи в сети. Через некоторое время (его можно выбрать любым в пределах от 5 с до 1,5 мин) после того, как человек или автомобиль покинет чувствительную зону датчика, лампа фонаря медленно погаснет, давая возможность глазам адаптироваться к темноте.

Схема прибора изображена на **рис. 1**. Ее основной элемент — тональный декодер LM567. Частоту его настройки, заданную RC-цепью, подключенной к выводам 5 и 6 микросхемы, можно подсчитать по формуле

$$F = \frac{0{,}9}{R5 \cdot C3}.$$

Сигнал этой частоты, снимаемый с вывода 5 декодера, после усиления транзисторами VT3 и VT5 поступает на ИК излучающий диод VD2. Это обеспечивает точное совпадение частоты модуляции ИК сигнала с частотой настройки декодера.

Отраженный от объекта сигнал, принятый фототранзистором VT1, через регулятор чувствительности (подстроечный резистор R3) поступает на вход IN декодера. При достаточной амплитуде этого сигнала уровень напряжения на выходе OUT декодера станет низким. В результате откроется транзистор VT4 и начнется зарядка конденсатора C10 через резистор R14 и диод VD5. Когда напряжение на нем достигнет 3,5...4 В, начнет плавно открываться транзистор VT6, что приведет к включению и плавному нарастанию яркости свечения лампы EL1. Этот процесс идет тем медленнее, чем больше номинал резистора R14. Его подборкой находят "золотую середину".

После того как на фототранзистор перестанет поступать отраженный ИК сигнал, уровень напряжения на выходе декодера станет высоким и транзистор VT4 закроется. Конденсатор C10 разрядится через резисторы R15 и R16. Продолжительность его разрядки и, соответственно, плавного выключения лампы можно регулировать подстроечным резистором R16.

Излучающий диод VD2 и фототранзистор VT1 следует установить так, чтобы направления максимального излучения первого и максимальной чувствительности второго были ориентированы в сторону обнаруживаемого объекта (человека или автомобиля), но излучение диода не достигало фототранзистора непосредственно. Фототранзистор должен быть защищен и от света лампы EL1.

При использовании излучающего диода и фототранзистора указанных на схеме типов дальность действия датчика — 1,5 м. Установив перед излучающим диодом линзу диаметром 20 мм с фокусным расстоянием 15 мм, удалось увеличить дальность до 3,5 м. Дальнейшее ее наращивание возможно за счет повышения мощности ИК излучения. Для этого можно соединить несколько однотипных излучающих диодов последовательно (учтите, что падение напряжения на каждом из них достигает 3 В) или применить более мощный диод.

Импульсный ток, текущий через излучающий диод или их группу, устанавливают немного меньшим максимально допустимого для примененного диода значения подборкой резистора R2. Превышать его не стоит, иначе срок службы диода резко уменьшится.

Фотодиод VD1 служит датчиком внешнего (естественного) освещения, при достаточной яркости которого открывается транзистор VT2, что приводит к значительному уменьшению амплитуды импульсов, поступающих с вывода 5 микросхемы DA1 на базу транзистора VT3, она становится недостаточной для открывания этого транзистора. Диод VD2 перестает излучать ИК импульсы. С уменьшением естественной освещенности ниже пороговой работоспособность прибора восстанавливается. Порог регулируют подстроечным резистором R1. Устанавливать фотодиод VD1 следует так, чтобы на него не попадал свет лампы EL1, фар автомобилей и других посторонних источников.

Прибор питают от стабилизированного источника постоянного напряжения 12 В при токе не менее 1 А, а лампу EL1 — от сети 220 В.

Транзистор VT6 обязательно должен быть снабжен теплоотводом, так как в процессе плавного включения и выключения лампы EL1 рассеиваемая этим транзистором мощность может кратковременно достигать половины номинальной мощности лампы. Излучающий диод VD2 крепят на теплоотводе площадью 20 см^2. При увеличении тока через излучающий диод может потребоваться отводить тепло и от транзистора VT5.

* * *

тел. 608-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 3, 2008

В. КОНОВАЛОВ, г. Иркутск

В административных и учебных помещениях с большим числом дверей вдоль длинных коридоров в ночное время нередко случаются ложные срабатывания охранной сигнализации, вызванные, как правило, передвижениями мелких животных или дрожанием оконных стекол от ветра. Для уточнения обстановки дежурным персоналом приходится делать внеочередной обход. Так как свет в охраняемых помещениях выключен, надо брать с собой фонарь или долго искать в каждой комнате настенный выключатель.

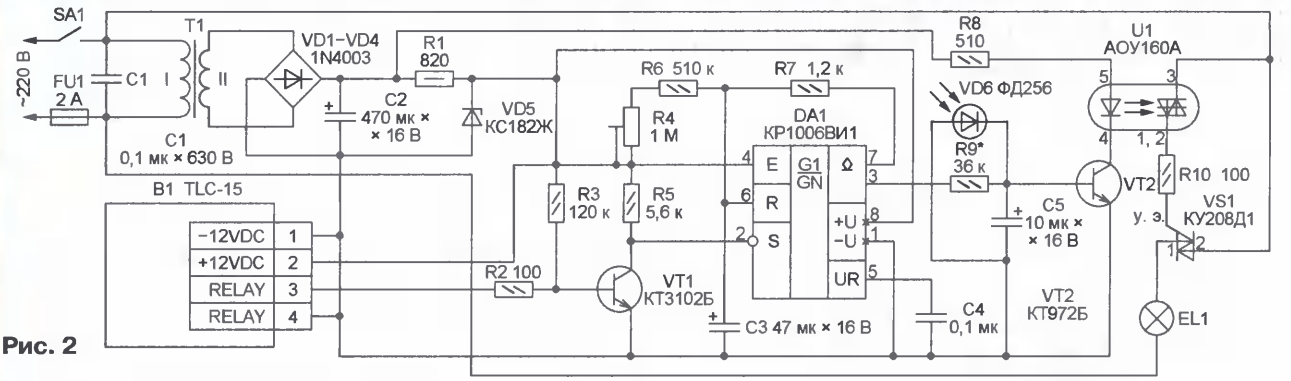


Рис. 2

Предлагаемый прибор автоматически включает дежурное освещение при входе человека в темное помещение, где он установлен, не реагируя на мелких животных. Дальность действия установленного в нем датчика движения — 25 м. Свет горит до тех пор, пока человек не ушел, что дает возможность, не торопясь, осмотреть помещение. При дневном или ярком искусственном освещении дежурное не включается.

Датчиком присутствия человека служит прибор промышленного изготовления TLC-15, содержащий пироэлектрический ИК датчик и узлы обработки его сигналов. Выход прибора — релейный. Цепь замкнута, когда прибор включен, но в чувствительной зоне отсутствует движущийся объект, испускающий ИК лучи (человек), и разомкнута, когда такой объект имеется или питание прибора выключено.

Датчик монтируют в помещении в соответствии с заводской инструкцией и подключают к нему собранный по изображенной на **рис. 2** схеме узел управления лампой дежурного освещения EL1. В зависимости от сопротивления выходной цепи датчика B1 (между контактами 3 и 4 его колодки) изменяется состояние транзистора VT1. Когда в чувствительной зоне датчика никого нет, он закрыт, на входе S интегрального таймера установлен высокий уровень напряжения, а на его выходах (выводах 3 и 7) — низкий. Конденсатор C3, соединенный с выводом 7 таймера через резистор R7, разряжен. Транзистор VT2 в этом случае закрыт, и через излучающий диод оптрона U1 ток не течет. Оптосимистор оптрона также закрыт, поэтому цепь управления симистора VS1 разорвана. Симистор VS1 закрыт, лампа EL1 выключена.

Когда в чувствительной зоне датчика B1 появляется человек, транзистор VT1 открывается. Это приводит к установке высокого уровня на основном выходе (выводе 3) таймера и закрыванию его внутреннего транзистора, коллектор которого соединен с выводом 7. Лампа EL1 будет включена и останется включенной, пока человек не покинет чувствительную зону датчика, но не менее времени, требующегося для зарядки конденсатора C3 через резисторы R4 и R6 до напряжения около двух третей напряжения питания таймера. Минимальную продолжительность включения лампы можно регулировать подстроечным резистором приблизительно от 25 до 80 с.

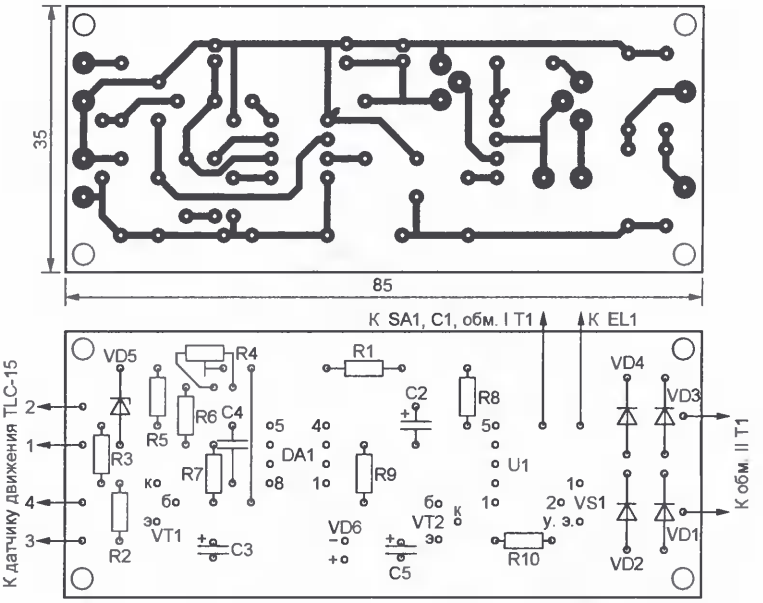


Рис. 3

Чтобы лампа EL1 не включалась при достаточно ярком естественном или искусственном освещении, предусмотрен фотодиод VD6. Когда он затемнен, то не влияет на работу устройства. При ярком освещении делитель, образованный резистором R9 и фотодиодом, уменьшает напряжение на базе транзистора VT2 настолько, что даже при высоком уровне на выходе таймера оно остается недостаточным для открывания транзистора.

Лампа EL1 питается от сети 220 В непосредственно, а остальные узлы прибора — через понижающий трансформатор T1 и мостовой выпрямитель на диодах VD1—VD4. Для устранения влияния колебаний напряжения сети на работу таймера предусмотрен параметрический стабилизатор напряжения его питания на стабилитроне VD5. Это же напряжение поступает на контакты 1 и 2 соединительной колодки датчика B1.

Почти все детали узла управления лампой размещены на односторонней печатной плате, изображенной на **рис. 3**. Она рассчитана на установку резисторов МЛТ, конденсаторов КМ и К50-35 (оксидных). Можно, конечно, заменить эти элементы аналогичными импортными. При мощности лампы EL1 не более 100 Вт симистор КУ208Д1 в металлопластмассовом корпусе не требует теплоотвода. Если заменить его симистором КУ208Д в металлическом корпусе, мощность лампы можно увеличить до 200 Вт.

Аналог таймера КР1006ВИ1 — микросхема 555 или 7555. Трансформатор T1 — ALG 220/12 500 мА или отечественный ТП112-8-1. Диоды 1N4003 (VD1—VD4) можно заменить готовым диодным мостом КЦ405А, КЦ407А или КД906Б.

Прибор собирают в небольшом корпусе, устанавливают его в подходящем месте и соединяют проводами с датчиком движения, закрепленным на высоте около 2,5 м и ориентированным в сторону наиболее вероятного появления людей.

Этот автомат можно использовать не только в охране, но и для управления освещением, например, в прихожей квартиры. Он выручит, когда у пришедшего заняты руки или когда выключатель находится далеко от входной двери.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

РАДИО № 3, 2008 · Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-28-38 Вопросы: consult@radio.ru

ШИ регулятор мощности электродвигателей

Н. ТОКМАКОВ, г. Сыктывкар

В последние годы становится популярным увлечение любительской сборкой электрифицированного транспорта и переоборудованием автомобилей для перевода их на электрическую тягу. На этом пути энтузиастов ожидает немало трудностей. Так, например, один из сложных и дорогих узлов подобных транспортных средств — устройство управления электродвигателями, — скорее всего, придется разрабатывать и изготовлять самостоятельно. Остается добавить, что практической литературы на тему управления большим током крайне мало. Помещенная ниже статья должна помочь в решении ряда вопросов в указанной области конструирования.

При разработке описываемого ниже устройства использован опыт одного из пионеров электромобилестроения [1]. Устройство поможет электрифицировать игрушки, скутеры, мощные вентиляторы, создавать электроприводы мощностью до 5 кВт напряжением до 150 В.

Мощность представляемого вниманию читателей ШИ регулятора позволяет приводить в действие электродвигатель транспортного средства весовой категории "Жигули"—классика. Схема устройства допускает увеличение мощности управляемых устройств путем замены радиоэлементов на более мощные с соблюдением рекомендаций, изложенных в статье.

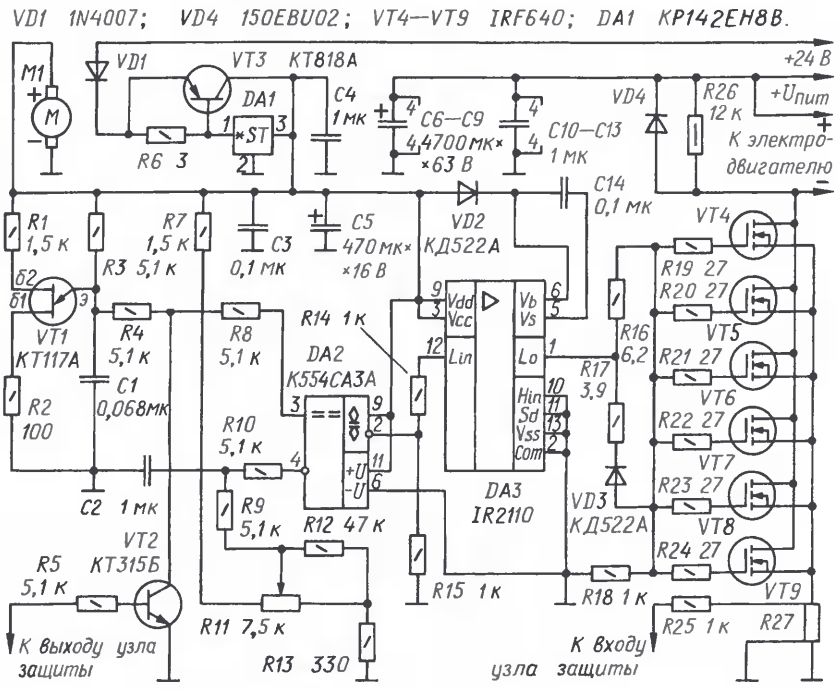


Рис. 1

Регулятор, схема которого показана на **рис. 1**, состоит из четырех узлов: задающего генератора на транзисторе VT1, формирователя управляющих импульсов, собранного на микросхемах DA2, DA3, мощного коммутатора тока на транзисторах VT4—VT9, блока питания VD1, R6, VT3, DA1. Регулятор питается от двух источников: один — напряжением от 20 до 30 В для питания слаботочной части устройства, второй — до 150 В для питания нагрузки. Устройство имеет вход сигнала для блокировки регулятора и выход на внешний узел защиты, формирующий этот сигнал. Тяговый электродвигатель включают последовательно с коммутатором тока.

Частотозадающим элементом регулятора служит генератор пилообразных импульсов на транзисторе VT1. Частоту 3...4 кГц определяет цепь R3C1. Импульсы поступают на неинвертирующий вход компаратора DA2, а на инвертирующий подано напряжение с движка резистора R11, управляющего частотой вращения ротора электродвигателя. В качестве этого резистора использован датчик положения дроссельной заслонки от автомобилей ВАЗ десятой серии. Сопротивление датчика изменяется от 0 до 7,5 кОм.

В датчике в цепи ползунка имеется встроенный резистор сопротивлением 1,5 кОм. В дополнение к нему в ШИ регуляторе в эту цепь добавлены резистор R9 и конденсатор C2 для уменьшения влияния "дребезга" контакта движка и увеличения плавности регулирования. В процессе эксплуатации на конкретном оборудовании может потребоваться подборка элементов этой цепи для получения нужной динамики процесса. Критерием удовлетворительной динамики в случае с электромобилем служат плавные разгон (при перемещении движка резистора R11 влево по схеме) и торможение (то же — вправо) машины, а также значение максимального тока через электродвигатель.

На **рис. 2** вверху упрощенно показаны импульсы $U_г$ генератора и напряжение $U_{Rд}$, снимаемое с движка резистора R11.

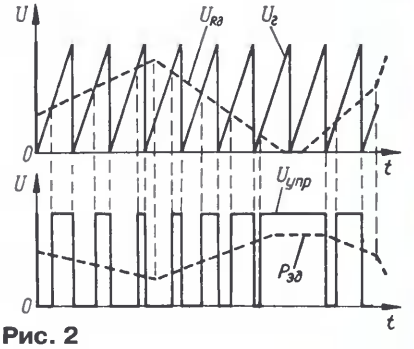


Рис. 2

Как показывает практический опыт применения регулятора, для ускорения процесса торможения электродвигателя бывает целесообразно зашунтировать резистор R9 диодом КД522А, подключив его анодом к точке соединения резистора R9 и конденсатора C2 для ускорения разрядки этого конденсатора. Резистор R12 служит для предотвращения аварийной ситуации при случайном отключении резистора R11 или обрыве проводов, соединяющих его с регулятором.

На выходе компаратора DA2 получаем последовательность импульсов $U_{упр}$ (рис. 2) длительностью, задаваемой резистором R11. Затем сигнал поступает на усилитель—формирователь DA3, вырабатывающий импульсы с фронтом и спадом длительностью не более 120 нс, и далее — в цепь затвора блока мощных полевых переключательных транзисторов VT4—VT9. Резисторы R19—R24 выравнивают значения тока зарядки емкости затвора транзисторов. Импульс зарядного тока может достигать сотен миллиампер. При закрывании транзисторов разрядный ток протекает через резисторы R19—R24, резистор R16, цепь VD3R17 и выход усилителя DA3.

Скорость закрывания транзисторов важна не менее скорости открывания — от этого зависит степень их нагревания. При налаживании устройства необходимо контролировать напряжение управляющих импульсов на затворе мощных транзисторов — оно не должно быть менее 10 В — для исключения их перехода в линейный режим.

тел. 607-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 3, 2008

Напряжение питания нагрузки зависит от характеристик применяемого электродвигателя, но не должно превышать номинального напряжения сток—исток транзисторов. Для блока транзисторов IRF640 максимальное напряжение — 150 В при суммарном токе нагрузки до 80 А.

Характер изменения мощности $P_{эд}$ электродвигателя от изменения напряжения на движке управляющего резистора R11 упрощенно показан на рис. 2.

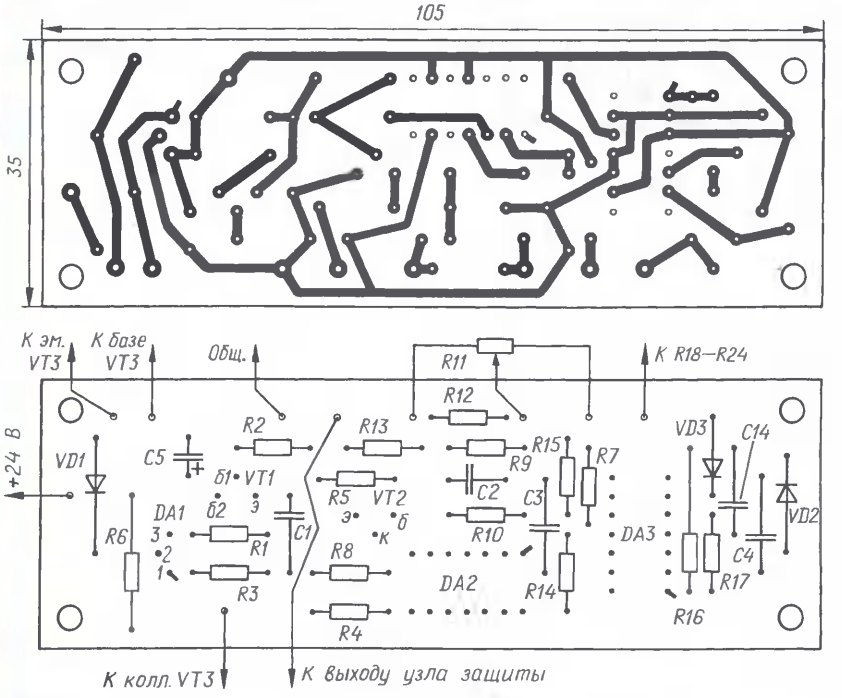


Рис. 3

Исходное положение движка этого резистора — крайнее правое по схеме. При этом управляющие импульсы отсутствуют, полевые транзисторы VT4—VT9 закрыты, нагрузка обесточена.

Для питания слаботочной части устройства удобно использовать часть напряжения питания нагрузки, особенно если электродвигатель питается от батареи аккумуляторов. Но этот способ требует тщательных испытаний регулятора до установки на машину, так как сопротивление общего провода питания может отрицательно повлиять на качество работы регулятора в целом.

При эксплуатации устройства желательно предусмотреть защиту транзисторов от линейного режима и перегрузки по току. Переход транзисторов из переключательного режима в усилительный приводит к их быстрому перегреву и последующему разрушению. Используемые в регуляторе транзисторы способны выдерживать перегрузки и замыкания в нагрузке в течение десятков микросекунд, не дольше. Поэтому с целью сохранения регулятора даже в аварийных ситуациях целесообразно использовать устройство защиты. Для его подключения предусмотрены два вывода — верхний по схеме зажим шунта R27 в цепи нагрузки (с ограничительным резистором R25) и вход блокирующего устройства (VT2) формирователя импульсов. Узел защиты должен формировать сигнал, удерживающий транзистор VT2 открытым до устранения причины аварии, и контролировать ток в цепи питания нагрузки, предохраняя мощные транзисторы от перехода в линейный режим и перегревания.

Устройство узла защиты в этой статье не рассматривается.

В простейших устройствах управления, не требующих защиты или когда вероятность возникновения аварийной ситуации мала, транзистор VT2, резисторы R5 и R25 и шунт R27 можно не устанавливать.

Мощные транзисторы защищены диодом VD4 от всплесков напряжения при разрыве цепи нагрузки. Его максимальное обратное напряжение не должно быть менее напряжения питания, а прямой ток — менее номинального тока двигателя. Здесь подойдут отечественные диоды ДЧ151-125 или импортные 150EBU02.

При питании устройства от аккумуляторной батареи ее следует блокировать конденсаторами C6—C13 общей емкостью из расчета 10 000 мкФ на один киловатт мощности нагрузки с целью уменьшения разрушающего действия тока высокой частоты на батарею. Номинальное напряжение конденсаторов — не менее напряжения батареи.

Генератор, компаратор, формирователь импульсов и вентилятор M1 питаются напряжением 15 В от блока, состоящего из стабилизатора DA1 и усилителя тока на транзисторе VT3. Транзистор и стабилизатор необходимо устанавливать на теплоотводы с эффективной площадью не менее 20 см^2. В случае, если в устройстве мощные транзисторы установлены на теплоотводы, обеспечивающие их необходимое охлаждение, можно обойтись без вентилятора M1.

Слаботочная часть устройства размещена на печатной плате **рис. 3**.

Мощные транзисторы VT4—VT9 подбирают под конкретную нагрузку. При этом число транзисторов, подключаемых к усилителю—формирователю DA3, должно соответствовать его выходным характеристикам [2, 3]. Как показывает опыт, при разработке ШИ регулятора необходимо предусматривать запас перегрузки по току. Это вызвано конструктивным исполнением транзисторов. Несмотря на заявленное значение тока, сечение выводов транзисторов ему не соответствует. Падение напряжения на выводах транзисторов сечением 1,3 мм^2, а соответственно, и рассеиваемая энергия расточительно велики. Плотность тока в выводах транзисторов не должна превышать 15...20 А/мм^2.

В регуляторе применены транзисторы IRF640 на ток 18 А и напряжение 200 В. Устройство было испытано также с транзисторами IRF3710 (100 В, 57 А), IRF3205 (55 В, 110 А), IRF3808 (75 В, 140 А) для управления электродвигателем мощностью 3 кВт и напряжением питания 48 В.

Сигнал управления на выходные транзисторы рекомендуется передавать по витой паре проводов непосредственно на затвор и исток [4]. Не следует пропускать ток управления транзисторов через общий провод устройства из-за опасности проникновения коммутационных помех из цепи нагрузки в цепь управления. На практике это проявляется как повышенное нагревание транзисторов и их непредсказуемый выход из строя. Еще лучшие результаты дает разделение источников питания слаботочного узла и мощного. Конструкции мощного коммутатора тока регулятора необходимо уделить наибольшее внимание. От его компоновки зависит качество работы устройства в целом. Рекомендуется компактнее разместить мощные транзисторы VT4—VT9, к их выводам припаять проводники большого сечения (10...20 мм^2), а резисторы R18—R24 разместить в непосредственной близости от мощных транзисторов. Недопустимы изгибы проводников в пределах мощного блока, так как они образуют паразитную индуктивность.

Устройство, собранное из исправных деталей, налаживания, как правило, не требует. Достаточно лишь убедиться в устойчивой работе задающего генератора проверкой частоты следования импульсов (3...4 кГц) на эмиттере транзистора VT1, в правильности установки пределов регулирования выходной мощности (при необходимости подобрать резисторы R7, R13) и наличии управляющих импульсов (напряжением не менее 10 В) на общей точке цепи резисторов R18—R24.

Выходные транзисторы устанавливают на медную теплоотводящую пластину размерами 160×60×4 мм, охлаждаемую вентилятором M1. Без применения вентилятора площадь теплоотвода для каждого транзистора рассчитывают исходя из его характеристик и рассеиваемой мощности. В качестве охлаждающего вентилятора можно использовать кулер персонального компьютера, подключенный через предварительно подобранный резистор (на

Прием статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

схеме рис. 1 не показан) для понижения напряжения до 9...12 В.

Теплоотвод допустимо использовать в качестве объединенного вывода стока транзисторов.

Батарею конденсаторов С6—С13 следует монтировать в непосредственной близости от батареи аккумуляторов, а при использовании на транспортном средстве — поместить в отдельную коробку для защиты от влаги. Диод VD4 можно расположить в любом удобном месте. При работе с защитным устройством используется готовый шунт 75ШСМ М3 (или 75ШС). Номинал его подбирают исходя из тока нагрузки регулятора. В рассматриваемом случае применен шунт на 100 А в связи с тем, что устройство разработано для управления электродвигателем ЗДТ-31 на напряжение 24 В и ток 80 А. Для подключения нагрузки следует применять медные провода сечением из расчета 8 А на 1 мм^2, подойдет, например, провод из серии ПВ3. На концах проводов монтируют кабельные наконечники, соответствующие их сечению.

В заключение несколько замечаний на случай замены мощных транзисторов VT4—VT9. Транзисторы серии IRF имеют значительную емкость затвора — от 1200 пФ (у IRF640) до 5310 пФ (IRF3808), отсюда вытекают требования к резисторам R18—R23 и усилителю DA3. При увеличении числа мощных транзисторов может потребоваться замена усилителя—формирователя IR2110 на более мощный, например LM5110, или добавление двухтактного транзисторного усилителя мощности (типовое подключение IR2110 допускает такую доработку [2]). Потребляемый от усилителя ток определяется суммарным сопротивлением цепи R16R18—R24.

Сопротивление резисторов R19—R24 рассчитывают следующим образом. Сначала определяют средний ток зарядки емкости затвора:

$$I_З \approx \frac{U_{пит} \cdot 2C_З}{t},$$

где $U_{пит}$ — напряжение питания усилителя DA3, В; $C_З$ — емкость затвора транзистора, Ф; t — время открывания/ закрывания транзистора, с. Тогда сопротивление резистора в цепи затвора $R_З = U_{пит}/I_З$, Ом.

Резисторы цепи затвора лучше всего припаять непосредственно к выводам транзисторов. При выборе компонентов ШИ регулятора следует отдать предпочтение более высокочастотным радиоэлементам.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Корхов И. Ю.** Разведение электромобилей в домашних условиях. — **<http://www.evr.boom.ru>**.

2. IR2110/IR2113 High and Low Side Driver — **<http://www.irf.com/product-info/datasheets/data/ir2110.pdf>**.

3. IRF640N Hex Fet Power MOSFET — **<http://www.irf.com/product-info/datasheets/data/irf640n.pdf>**.

4. **Kiraly L.** Решение проблем помехоустойчивости мощных высокочастотных ИС, управляющих мощными каскадами. — **<http://www.platan.ru/irf/techdoc/dat92-1.pdf>**.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА
Условия см. в "Радио", 2007, № 2, с. 11

Для Вас, радиолюбители!
РАДИОКОНСТРУКТОРЫ всех направлений. Корпусы для РЭА. Радиоэлементы, монтажный инструмент и материалы, литература, готовые изделия. IBM-комплектующие.
От Вас — оплаченный конверт для бесплатного каталога.
426072, г. Ижевск,
а/я 1333 РТЦ "Прометей".
www. **rtc-prometej.narod.ru** .
Тел./факс **(3412) 36-04-86,**
тел. **22-60-07**.

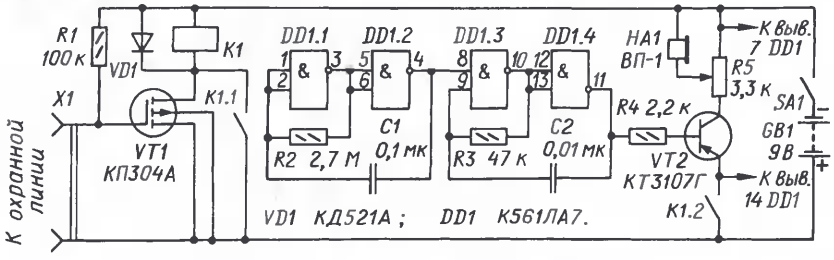
* * *

Курсы дистанционного обучения программированию микроконтроллеров (PIC, AVR, x51), компьютеров, ПЛИС, USB, GSM, ZigBee и др.
Электронные компоненты, запчасти для ремонта бытовой техники, сотовых и др.
Программаторы, отладочные платы для микроконтроллеров.
Разработка электронных устройств и программ на заказ.
E-mail: **radio73@rambler.ru**,
micro51@mail.ru
www.electroniclab.ru
Т. 8-9126-195167 (с 07.00 до 18.00 моск. вр.)

Переносный охранный сигнализатор

А. СТРУКОВ, р. п. Яя Кемеровской обл.

Если вы с семьей или друзьями решили попутешествовать на мотоциклах либо съездить на рыбалку, возможно, придется ночевать в неизвестной местности. Как быть с охраной имущества, ваших машин, установленной неподалеку палатки? В этом может помочь простое портативное охранное устройство, описанное ниже.



Вечером вокруг вашей стоянки на высоте 20...40 см от земли надо проложить временную охранную линию в виде медного провода диаметром 0,1—0,12 мм. Для этого не нужно никаких столбиков, лучше использовать ветки рядом стоящих деревьев или кустарников, толстые стебли травы. Концы линии с помощью разъема подключают к электронному блоку. Его размещают внутри палатки. Утром охранную линию убирают, а вечером восстанавливают снова.

Схема охранного блока показана на **рисунке**. Входная ступень собрана на полевом транзисторе VT1. Пока охранная линия замкнута, транзистор закрыт. Как только она будет оборвана, транзистор откроется и сработает реле K1, после чего контактами K1.1 самоблокируется.

Вторая группа контактов K1.2 реле включает тревожное устройство. На микросхеме DD1 собран генератор прерывистого звукового сигнала. Транзистор VT2 — усилитель тока, нагруженный звукоизлучателем HA1. Переменный резистор R5 — регулятор громкости.

Питается устройство от батареи элементов напряжением 9 В. В охранном режиме оно потребляет ток не более 100 мкА. Отключают сигнализатор после его срабатывания выключателем SA1. Длина охранной линии (периметр охраняемой зоны) может достигать 80 м.

В сигнализаторе использовано реле РЭС80, исполнение ДЛТ4.555.014-01 или ДЛТ4.555.014-06. По паспорту оно пятнадцативольтное, но нормально срабатывает при 7,2...7,5 В. Подойдет также реле РЭС60, исполнение РС4.569.435-02 или РС4.569.435-07, но это приведет к увеличению вдвое потребляемого тока после срабатывания реле. Если же использовать герконовое реле РЭС43, исполнение РС4.569.203, тогда потребляемый ток, наоборот, уменьшится.

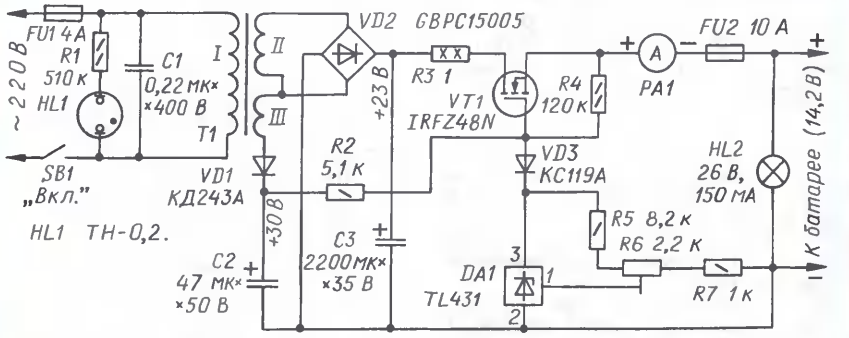
Вместо К561ЛА7 можно применить К176ЛА7. Звукоизлучатель HA1 — телефонный вызывной прибор ВП-1 с модулем полного электрического сопротивления 3000 Ом на частоте 1000 Гц (сопротивление постоянному току — 150 Ом). Подойдет также прибор ВП-1 с полным сопротивлением 600 Ом, но громкость сигнала тревоги будет меньше. Резистор R5 — СП3-46М. Разъем X1 — ОНЦ-ВГ.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Автоматическое устройство для зарядки свинцово-кислотных аккумуляторных батарей

В. КОСТИЦЫН, г. Бийск Алтайского края

Зарядное устройство представляет собой параметрический стабилизатор напряжения 14,2 В с регулирующим элементом на полевом транзисторе. Цепь затвора мощного полевого транзистора VT1 (см. схему на **рисунке**) питается от отдельного источника напряжением 30 В.



Для получения выходного напряжения 14,2 В необходимо подать на затвор транзистора VT1 стабилизированное напряжение около 18 В, поскольку напряжение отсечки полевого транзистора IRFZ48N достигает 4 В. Напряжение на затворе формирует параллельный стабилизатор DA1, питаемый через резистор R2 от источника напряжением 30 В. Стабистор VD3 введен для компенсации изменения ЭДС полностью заряженной батареи при изменении внешней температуры.

Если к зарядному устройству подключить разряженную аккумуляторную батарею (показатель глубоко разряженной батареи — ЭДС менее 11 В на ее выводах), то транзистор VT1 перейдет из активного режима стабилизации в полностью открытое состояние из-за большой разности между напряжением на затворе и на истоке: 18 В – 11 В = 7 В, это на 3 В больше напряжения отсечки 7 В – 4 В = 3 В.

Трех вольт для открывания транзистора IRFZ48N вполне достаточно. Сопротивление открытого канала этого транзистора станет пренебрежимо мало. Поэтому зарядный ток будет ограничен только резистором R3 и станет равным

$$\frac{23\text{ В} - 11\text{ В}}{1\text{ Ом}} = 12\text{ А}$$

Это расчетное значение тока. Практически же он не превысит 10 А по причине падения напряжения на вторичной обмотке трансформатора и на диодах моста VD2, при этом ток будет пульсировать с удвоенной сетевой частотой. Если зарядный ток все же превысит рекомендованное значение (0,1 от емкости батареи), то он не повредит аккумуляторную батарею, поскольку вскоре начнет быстро спадать. По мере приближения напряжения батареи к напряжению стабилизации 14,2 В ток зарядки будет уменьшаться, пока не прекратится вовсе. В таком состоянии устройство может находиться долгое время без риска перезарядить батарею.

Лампа HL1 индицирует включение устройства в сеть, а HL2 сигнализирует, во-первых, об исправности предохранителя FU2 и, во-вторых, о подключении заряжаемой батареи. Кроме того, лампа HL2 служит небольшой нагрузкой, облегчающей точную установку выходного напряжения.

В устройстве необходимо применить сетевой трансформатор габаритной мощностью не менее 150 Вт. Обмотка II должна обеспечивать напряжение 17...20 В при токе нагрузки 10 А, а обмотка III — 5...7 В при 50...100 мА. Транзистор IRFZ48N можно заменить на IRFZ46N. Если устройство применять для зарядки аккумуляторных батарей емкостью не более 55 А·ч, то подойдет транзистор IRFZ44N (или отечественный КП812А1).

Выпрямительный мост GBPC15005 заменим четырьмя диодами Д242А, Д243А или подобными. Вместо КД243А возможно применить диод КД102А или КД103А. Резистор R3 изготавливают из нихромовой проволоки диаметром не менее 1 мм. Ее наматывают на керамический стержень, а каждый из выводов зажимают под винт М4 с гайкой и лепестком для пайки. Монтировать резистор следует так, чтобы ничто не препятствовало его естественному охлаждению потоком воздуха.

Стабистор КС119А заменят четыре диода КД522А, соединенных последовательно согласно. Вместо TL431 подойдет его отечественный аналог КР142ЕН19А. Резистор R6 следует выбрать из серии СП5.

Транзистор VT1 необходимо установить на теплоотвод с полезной площадью 100...150 см^2. Тепловая мощность в процессе зарядки будет распределяться между транзистором и резистором R3 следующим образом: в начальный момент, когда транзистор открыт, вся тепловая мощность будет выделяться на резисторе R3; к середине зарядного цикла мощность распределится между ними поровну, и для транзистора это будет максимум нагревания (20...25 Вт), а к концу зарядный ток уменьшится настолько, что и резистор, и транзистор останутся холодными.

После сборки устройства необходимо только до подключения аккумуляторной батареи подстроечным резистором R6 установить на выходе пороговое напряжение 14,2 В.

От редакции. *Описанное в статье устройство просто и удобно в эксплуатации. Однако необходимо иметь в виду, что далеко не все экземпляры батарей имеют в заряженном виде ЭДС, равную 14,2 В. Мало того, в течение срока эксплуатации она не остается постоянной в силу деструкционных изменений в пластинах батареи. Значит, если зарядное устройство отрегулировано так, как рекомендует автор, некоторые батареи окажутся недозаряженными, а другие — будут перезаряжаться и могут "закипеть". Зависит ЭДС и от температуры батареи.*

Поэтому для каждого экземпляра батареи надо предварительно определить оптимальное значение его ЭДС путем контролируемой зарядки до первых признаков "закипания" и с учетом температуры установить в зарядном устройстве это значение. Целесообразно также в дальнейшем периодически (хотя бы раз в год) проверять ЭДС и корректировать установку порогового напряжения зарядного устройства.

Редактор — Л.Ломакин, графика — Л.Ломакин

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА
Условия см. в "Радио", 2007, № 2, с. 11

ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН "EKITS.RU"
Предлагает:
— Набор выводных резисторов — 168 номиналов по 20 шт. = 560 руб.
— Набор керамических конденсаторов — 49 номиналов по 20 шт. = 320 руб.
— Набор электролитических конденсаторов — 12 номиналов = 340 руб.
— Набор ЧИП-резисторов 0805 — 170 номиналов по 25 шт. = 440 руб.
— Набор ЧИП-конденсаторов 0805 — 29 номиналов по 15 шт. = 210 руб.
— Набор ЧИП-светодиодов 0805 — 4 номинала по 15 шт. = 250 руб.
— Макетные платы.
— Солнечные элементы от 14 руб.
— Электронные конструкторы и модули от 105 руб.
Все цены розничные.
Доставка по России наложенным платежом, ближнее зарубежье — предоплата или у наших представителей. Минимальный заказ от 1шт.!
Наличный и безналичный расчет
www.ekits.ru ekits@ekits.ru

* * *

Частотомер, который давно ждали: VC3165! От 0.01 Гц до 2.4 ГГц, шкала 8 разрядов, габариты 270×215×10 мм. Цена — 2500 руб.
105318, г. Москва, а/я 52, "Посылторг".

Прием статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО
Тел. 607-89-00
E-mail: mail@radio.ru
При участии Управления воспитания и дополнительного образования детей и молодежи Минобразования РФ.
начинающим
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ
10 СЕЛИВЕРСТОВ ПЕР.

Светодиодный маяк с таймером

А. ОЗНОБИХИН, г. Иркутск

Предлагаемое устройство предназначено для временного обозначения каких-либо объектов, мест повышенной опасности, привлечения внимания к выступающим за габариты или аварийно расположенным предметам. Его можно также использовать и в различных играх. Отличительной особенностью маяка является то, что он оснащен таймером, поэтому через определенный интервал времени после включения он автоматически выключается. Максимальная длительность выдержки составляет около 90 мин. В дежурном режиме устройство потребляет ток не более 0,1 мкА, что в большинстве случаев меньше тока саморазрядки батареи. В качестве источника света применен светодиод повышенной яркости, поэтому и в рабочем режиме он экономичен.

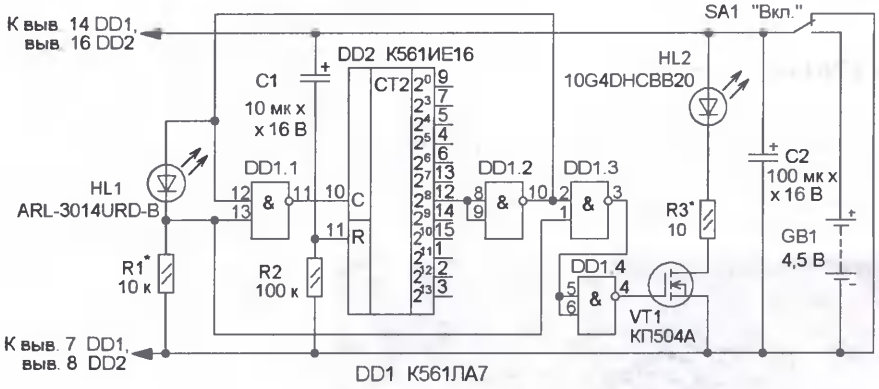


Рис. 1

Схема устройства показана на **рис. 1**. На "мигающем" светодиоде HL1 и резисторе R1 собран генератор импульсов, логические элементы DD1.2, DD1.4 выполняют функции инверторов, микросхема DD2 — четырнадцатиразрядный двоичный счетчик, транзистор VT1 обеспечивает коммутацию светодиода HL2.

После подачи питающего напряжения начнется зарядка конденсатора C1 через резистор R2. В данный момент на этом резисторе и входе R счетчика DD2 присутствует высокий уровень, который установит на всех его выходах низкий логический уровень. На выходе элемента DD1.2 будет высокий уровень, и на светодиод HL1 поступит питающее напряжение. Ток, потребляемый "мигающим" светодиодом, периодически резко возрастает, и на резисторе R1 возникает импульс напряжения, который поступает на входы элементов DD1.1 и DD1.3. Стабильность работы генератора невысока, но для таких устройств она не требуется и вполне оправдывается простотой. Поскольку ток через светодиод HL1 не превышает доли миллиампера, его вспышки практически не заметны. С выхода элемента DD1.1 инвертированные импульсы поступают на вход C счетчика DD2, где и осуществляется их счет. Одновременно с импульсом на резисторе R1 формируется импульс и на выходе элемента DD1.4, транзистор VT1 открывается и светодиод HL2 вспыхивает.

С каждым импульсом генератора состояние выходов счетчика изменяется, и когда на выходе 2^8 (вывод 12 DD2) появится высокий уровень, на выходе элемента DD1.2 высокий уровень сменится низким и работа генератора прекратится. Светодиод HL2 вспыхивать не будет, и в таком — дежурном — состоянии устройство может находиться сколь угодно долго, практически не разряжая батарею, даже если не выключать питание. Для повторного запуска маяка необходимо выключить и снова включить питание. При этом через замкнутый контакт выключателя SA1 конденсатор C2 быстро разрядится, это необходимо и для разрядки конденсатора C1, чтобы при последующем включении маяка установить на выходах счетчика DD2 низкий уровень.

Продолжительность работы маяка зависит от того, к какому из выходов счетчика DD2 подключены входы логического элемента DD1.2 и от частоты "мигающего" светодиода HL1. Для указанных на схеме элементов продолжительность работы составляет примерно 2 мин 20 с. В небольших пределах ее можно изменять подборкой резистора R1 (от 3 до 100 кОм), а в больших — выбором выхода микросхемы DD2, к которому подключены входы элемента DD1.2. Например, для увеличения продолжительности работы маяка в два раза входы элемента DD1.2 следует соединить с выходом 2^9 (вывод 14) счетчика DD2. Максимальная продолжительность работы маяка — около 90 мин — будет при соединении входов элемента DD1.2 с выходом 2^{13} (вывод 3) счетчика DD2.

В устройстве применены постоянные резисторы МЛТ, оксидные конденсаторы — импортные, транзистор КП504А можно заменить транзистором КП501 с любым буквенным индексом или микросхемой КР1014КТ1А. Выключатель питания — любой малогабаритный, например, МТ-1, MTS-102, SMTS-102, светодиод ARL-3014URD-B заменим на ARL-5013URC-B или MSB557DA. Светодиод 10G4DHCBB20 — на ARL-5613URW — красного, ARL-5213PGS — зеленого, ARL-5013UWC, ARL-5613UWW — белого цвета свечения. Для питания можно

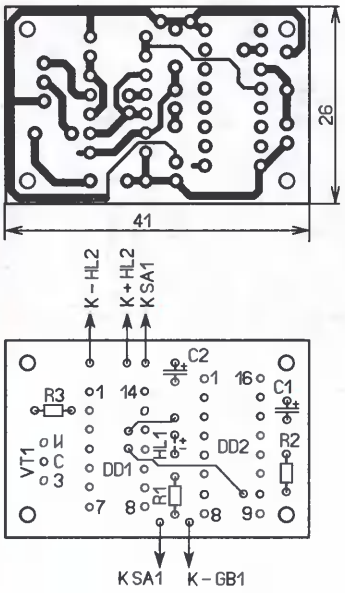


Рис. 2

использовать батарею 3R12P или три соединенных последовательно гальванических элемента типоразмера AA, AAA. Если применен светодиод HL2 красного или зеленого цвета свечения, то работоспособность маяка сохраняется при напряжении источника питания 3...6 В.

Большинство деталей размещены на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм, чертеж которой показан на **рис. 2**. Плату устанавливают в прямоугольном пластмассовом корпусе, например, мыльнице размерами примерно 105×65×35 мм. Внешний вид возможного варианта устройства показан на **рис. 3**. Выключатель питания SA1 крепят на передней панели корпуса, а светодиод HL2 — на верхней стенке.

Перед установкой радиодеталей на печатной плате необходимо смонтировать проволочные перемычки. Для установки микросхем и полевого транзистора желательно применить панели. При этом для транзистора трехгнездовую панель можно сделать самостоятельно, использовав для этого восьми-

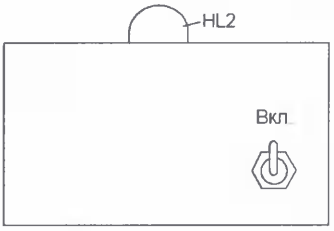


Рис. 3

выводную панель для микросхем. Сначала ее разрезают так, чтобы получилось две панели по четыре вывода, а затем один из них удаляют; сделать это можно с помощью монтажных кусачек.

Частоту и амплитуду импульсов генератора в небольших пределах можно изменить подбором резистора R1. Для изменения продолжительности работы маяка необходимо скорректировать топологию печатной платы. Если она уже изготовлена, то разрезают печатный проводник, соединяющий вывод 12 микросхемы DD2 с выводами 8 и 9 элемента DD1.2, и устанавливают проволочную перемычку между выводами 8, 9 элемента DD1.2 и выбранным выходом счетчика DD2. Ток через светодиод HL2 устанавливают подбором резистора R3, для этого сток и исток транзистора VT1 временно соединяют перемычкой. Увеличивать ток светодиода HL2 до максимального значения (80 мА) нецелесообразно, так как при токе свыше 50 мА яркость его свечения субъективно возрастает незначительно. Чтобы при включении маяка светодиод HL2 в течение установленного времени светил постоянно, следует вывод 1 элемента DD1.3 отсоединить от катода светодиода HL1 и соединить с выводом 2 этого же элемента. При использовании более мощного источника света, например, лампы накаливания, необходимо применить полевые транзисторы IRF3205, IRL2505L и батарею большей емкости.

Редактор — Н. Нечаева, графика — Н. Нечаева

Игра "Фантики"

Д. МАМИЧЕВ, п/о Шаталово-1 Смоленской обл.

В 80-х годах прошлого века, когда еще не было фишек "Читос", "Лейз" и им подобных, среди школьников была популярна игра в фантики. Фантик — это обертка от конфеты, свернутая в треугольник. Ладонью, с лежащим на ней фантиком, игроки по очереди ударяют снизу по краю подоконника или стола и вбрасывают свои фантики на игровое поле. Задача игрока — накрыть своим фантиком фантик соперника и забрать его себе.

Предлагаемое устройство имитирует описанную выше игру, добавляя в нее, помимо ловкости, меткости, еще и тренировку устного счета. Основу игры составляет фотодатчик — "электронный фантик", который состоит из платы с установленными по углам и в центре фоточувствительными элементами (**рис. 1**). Игроки по очереди пытаются закрыть его бумажными треугольниками. В зависимости от числа закрытых фоточувствительных элементов фотодатчика на светодиодном табло включаются светодиоды, обозначающие число набранных очков. В игре побеждает тот, кто за некоторое число попыток набирает больше баллов.

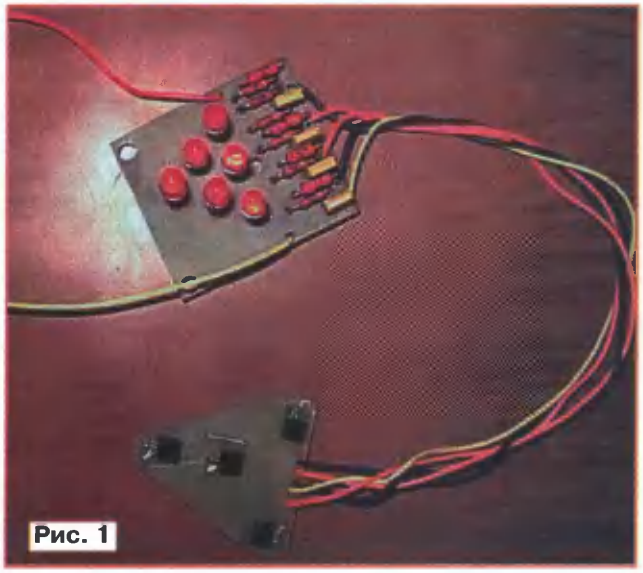


Рис. 1

Схема устройства показана на **рис. 2**. Оно состоит из четырех усилителей на транзисторах VT2, VT4, VT6, VT8, которыми управляют фототранзисторы VT1, VT3, VT5 и VT7 соответственно. Нагрузкой первых трех усилителей служат светодиоды HL1—HL3 с токоограничивающими резисторами R2, R4, R6, а нагрузкой четвертого — светодиоды HL4—HL6 также с токоограничивающими резисторами R8—R10. Для примера рассмотрим работу усилителя на транзисторе VT2. В исходном состоянии на фототранзистор VT1 падает свет от внешнего источника и напряжение на коллекторе не превышает 0,5 В, поэтому транзистор VT2 закрыт и светодиод HL1 не светит. Если на этот фототранзистор упадет фантик, поток света будет перекрыт, ток коллектора уменьшится, а напряжение на коллекторе увеличится. Транзистор VT2 откроется, и светодиод HL1 загорится.

Фототранзисторы VT1, VT3, VT5 расположены по углам "электронного фантика", поэтому при накрытии каждого

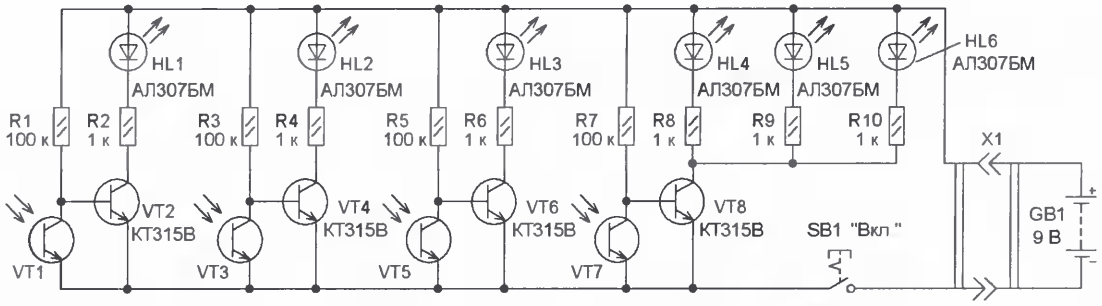
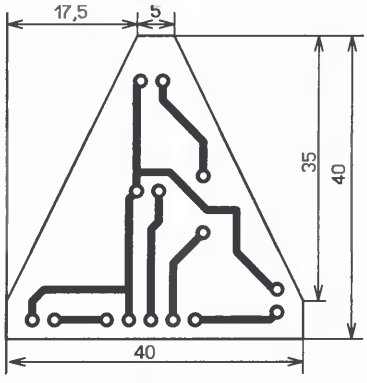


Рис. 2



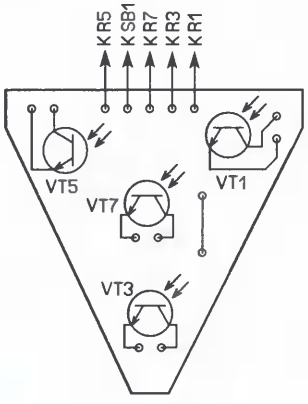


Рис. 3

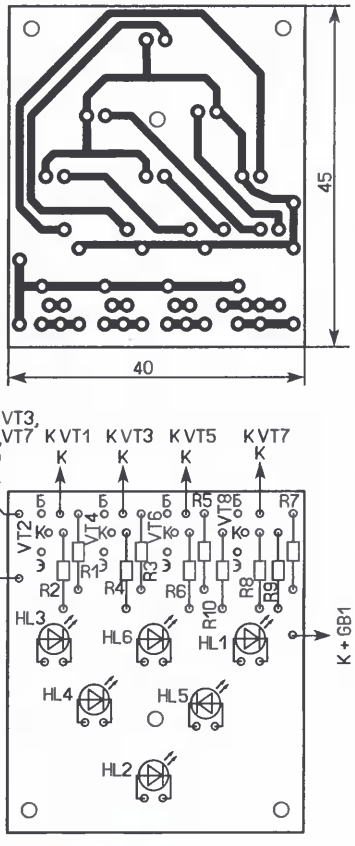


Рис. 4

Рис. 5

из них бумажным фантиком загорается по одному светодиоду, т. е. играющий получает одно очко. Если будет закрыт фототранзистор VT7, размещенный в середине "электронного фантика", то загорятся три светодиода, а играющий получит три очка. Чем больше фототранзисторов затеняется или чем точнее упадет бумажный фантик, тем большее число светодиодов светит.

В устройстве применены резисторы МЛТ, С2-23, транзисторы КТ315В заменимы на транзисторы серии КТ3102 с любым буквенным индексом, фототранзисторы использованы сдвоенные от компьютерных мышей. Светочувствительная сторона — гладкая без выступа, центральный вывод — коллектор, а два крайних — эмиттеры (можно использовать любой из них). Также применимы фототранзисторы ФТ-1к или цилиндрические с двумя выводами фототранзисторы в прозрачных корпусах от пятидюймовых компьютерных дисководов. Светодиоды — любые, выключатель питания — П2К.

Все детали, кроме батареи и выключателя, размещены на двух печатных платах из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. На одной из них (**рис. 3**) монтируют фототранзисторы, а на другой (**рис. 4**) — остальные детали. Платы соединены между собой жгутом из монтажных проводов. Питают устройство от батарей "Крона", "Корунд", 6F22, оно сохраняет работоспособность при снижении напряжения до 3 В, если применены светодиоды красного цвета свечения, или до 4 В при использовании светодиодов зеленого или желтого цвета свечения.

Плату со светодиодами устанавливают внутри коробки подходящего размера. В ней располагают батарею, на боковой стенке устанавливают выключатель питания и закрывают крышкой, например, из прозрачного или матового оргстекла. В качестве основания игрового поля использована фанера, по ее краям закрепляют рейки толщиной чуть больше высоты платы с фототранзисторами. К рейкам крепят оргстекло таким образом, чтобы "электронный фантик" можно было свободно перемещать под ним. Вид игры с изображением техники броска фантика представлен на **рис. 5**. Фантики можно изготовить из цветного картона. В качестве источника света в игре использована настольная лампа мощностью 100 Вт, расположенная на высоте 50...100 см над игровым полем.

Редактор — Н. Нечаева, графика — Н. Нечаева, фото — автора

Источник питания на микросхеме MC34063

А. ЛЕЧКИН, г. Рязань

Источник питания (ИП) с регулируемым выходным напряжением является важным элементом лаборатории радиолюбителя. Для построения такого ИП обычно используют выпрямитель с выходным напряжением 15...20 В и регулируемый линейный стабилизатор напряжения на специализированной микросхеме. При малых значениях выходного напряжения (3 В и менее) КПД такого ИП не превышает 10...20 %, и при большом токе это приводит к существенному нагреву микросхемы стабилизатора, что требует применения соответствующего теплоотвода и увеличивает габариты устройства. При использовании импульсного стабилизатора напряжения на основе микросхемы MC34063 эти недостатки устраняются.

Предлагаемый ИП **(рис. 1)** состоит из импульсного стабилизатора напряжения, узла управления и индикации. Стабилизатор напряжения выполнен на специализированной микросхеме MC34063 (DA2), которая предназначена для работы в понижающих, повышающих и инвертирующих стабилизированных преобразователях напряжения. Дроссель L1 — накопительный, а дроссель L2 совместно с конденсаторами C7 и C8 образуют фильтр, который уменьшает пульсации выходного напряжения. Более подробно принцип работы таких преобразователей изложен в статье **С. Бирюкова** "Преобразователи напряжения на микросхеме КР1156ЕУ5" в "Радио", 2001, № 11, с. 38, 39, 42. На микросхемах DD1—DD3, транзисторе VT2 и светодиодах HL1—HL9 собран узел управления и индикации. Микросхема DD1 — десятичный счетчик с дешифратором, а каждая из микросхем DD2, DD3 содержит по четыре аналоговых ключа. Напряжение питания микросхем DD1—DD3 стабилизировано интегральным стабилизатором напряжения DA1.

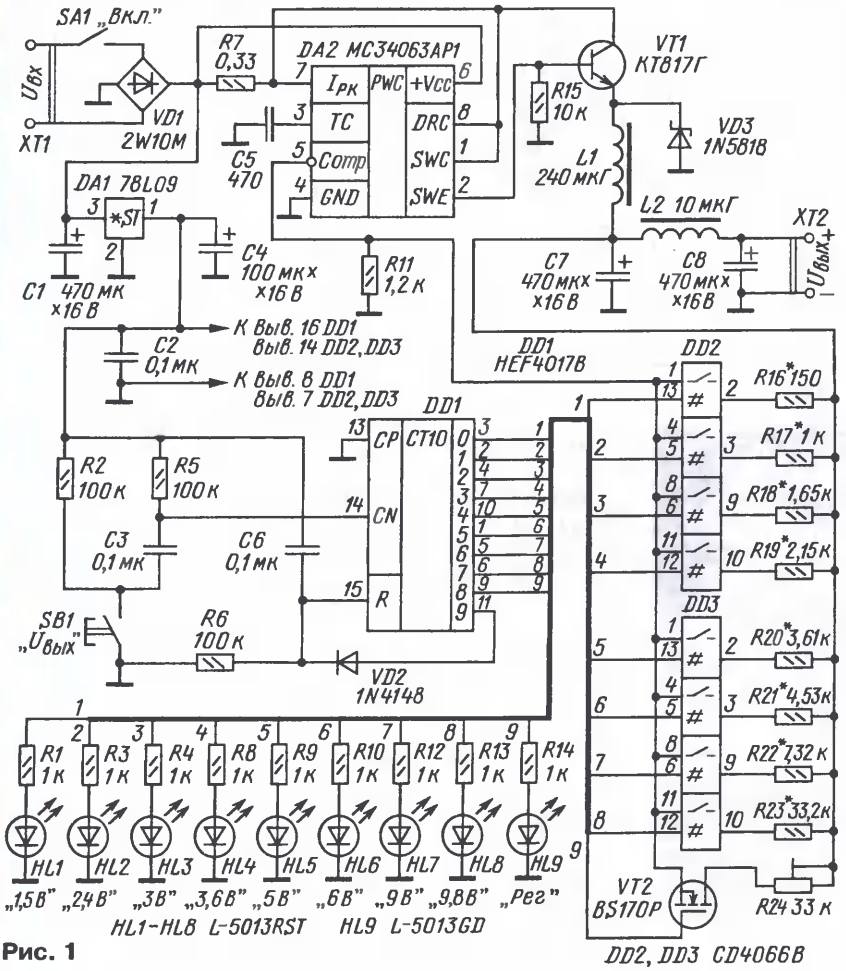


Рис. 1

Входное напряжение (переменное или постоянное) подают на контакты XT1, а выходное снимают с контактов XT2. Его значение зависит от резистивного делителя, образованного резистором R11 и одним из подключаемых резисторов R16—R24. На выходе можно получать напряжение в интервале от 1,25 до 9,8 В при плавной регулировке, а также заранее установленные фиксированные значения 1,5, 2,4, 3, 3,6, 5, 6, 9, и 9,8 В. Управление выходным напряжением осуществляется с помощью кнопки SB1 и подстроечного резистора R24. При каждом нажатии на кнопку SB1 выходное напряжение изменяется ступенчато от минимального до максимального, затем включается режим плавной регулировки и далее цикл повторяется.

После подачи входного напряжения и замыкания контактов выключателя SA1 высокий уровень через конденсатор C6 поступит на вход R счетчика DD1 и установит его в нулевое состояние. На выходе 0 (вывод 3) присутствует высокий уровень, а к резистору R11 подключен резистор R16, поэтому выходное напряжение равно $U_{вых}$ = 1,25(R11+R16)/R11 и составит примерно 1,5 В. Одновременно через резистор R1 напряжение поступит на светодиод HL1, который индицирует это значение выходного напряжения.

После зарядки конденсатора C6 на входе R счетчика DD1 установится низкий уровень, и он будет реагировать на изменение логических уровней на входе CN. При нажатии на кнопку SB1 начнется зарядка конденсатора C3 и высокий уровень на входе CN счетчика DD1 сменится на низкий, в этот момент он переключится — высокий уровень установится на выходе 1 (вывод 2) и к резистору R11 будет подключен резистор R17. Выходное напряжение составит около 2,4 В, и будет светить светодиод HL2.

После отпускания кнопки SB1 конденсатор C3 разрядится через резисторы R2 и R5. При каждом последующем нажатии на эту кнопку выходное напряжение увеличивается и светится соответствующий этому напряжению светодиод. Когда высокий уровень будет на выходе 8 (вывод 9) счетчика DD1, открывающее напряжение поступит на затвор транзистора VT2, к резистору R11 будет подключен подстроечный резистор R24 и станет светить светодиод HL9. При этом выходное напряжение можно плавно изменять подстроечным резистором R24 от 1,25 до 9,8 В.

При следующем нажатии на кнопку SB1 высокий уровень появится на выходе 9 (вывод 11) счетчика DD1, через диод VD2 он поступит на вход R и уста-

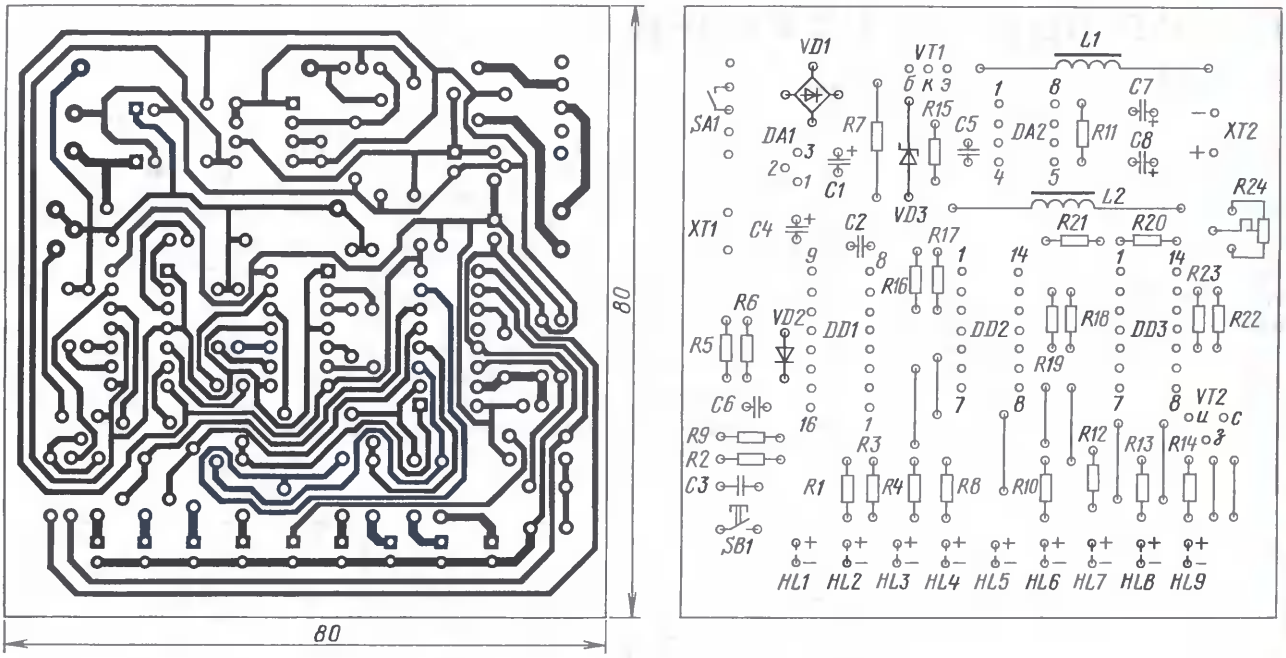


Рис. 2

новит счетчик DD1 в исходное состояние. Чтобы отличить режимы с фиксированным выходным напряжением от режима плавной регулировки, светодиоды HL1—HL8 применены красного цвета свечения, а светодиод HL9 — зеленого.

Все детали монтируют на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, чертеж которой показан на **рис. 2**. Использованы постоянные резисторы — С2-23, подстроечный резистор — СП3-44, оксидные конденсаторы — импортные, конденсаторы С2, С3, С5, С6 — К10-17, КМ-6. Выключатель SA1 — движковый B3031, кнопка SB1 — DTST-6 или аналогичная. Микросхему HEF4017B можно заменить на К561ИЕ8, микросхему CD4066B — на К561КТ3, а MC34063AP1 — на КР1156ЕУ5. Светодиоды L-5013RST красного цвета свечения заменимы на АЛ307БМ, а L-5013GD — на АЛ307ГМ.

Нагрузочная способность источника питания в данном случае зависит от типа используемых дросселей. Поскольку в устройстве применены дроссели ДПМ-0,1 (L1) и ДМ-0,5 (L2), то выходной ток не должен превышать 100 мА. При использовании дросселей, рассчитанных на больший ток, соответственно возрастет и выходной ток.

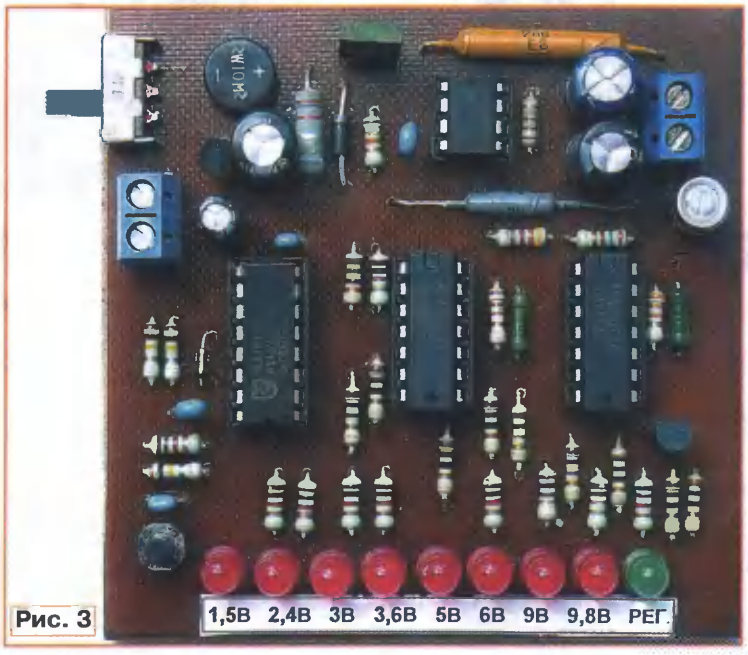


Рис. 3

Амплитуда входного переменного напряжения, как и постоянного, должна быть в пределах 13...16 В. В качестве источника переменного напряжения можно применить понижающий трансформатор, а постоянного — аккумуляторную батарею, например автомобильную.

Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**. Взамен проволочных перемычек автор использовал резисторы сопротивлением 10...100 Ом. Подстроечный резистор R24 можно заменить на переменный (СПО, СП4-1) и разместить на передней панели источника питания. Это позволит оперативно проводить плавную регулировку выходного напряжения.

После монтажа рекомендуется установить печатную плату вместе с трансформатором в пластмассовом корпусе соответствующих размеров. В нем следует сделать отверстия для выключателя SA1, кнопки SB1, резистора R24 и светодиодов HL1—HL9. В этом случае кнопка и выключатель должны быть с достаточно длинными толкателями. Рядом со светодиодами HL1—HL8 приклейте этикетки с указанием номинальных значений выходного напряжения.

Правильно собранное из исправных деталей устройство начинает работать сразу. Требуемые фиксированные значения выходных напряжений получают подборкой резисторов R16—R23.

От редакции. *Если ток, потребляемый нагрузкой, не превысит 500 мА, транзистор VT1 и резистор R15 можно исключить, а вывод 2 микросхемы DA2 соединить непосредственно с дросселем L1 и катодом диода VD3.*

Редактор — Н. Нечаева, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Робот, идущий по линии

С. СВИТА, г. Могилев, Белоруссия

В последнее время на англоязычных интернет-сайтах появилось очень много материалов о самодельных роботах и соревнованиях по робототехнике. Данная конструкция представляет собой так называемый "Line Following Robot", способный следовать вдоль нанесенной на светлую поверхность темной линии. В передней части робота в качестве датчиков отражающей способности поверхности, по которой он движется, установлены три пары излучающий диод ИК диапазона — фототранзистор. Обрабатывая показания датчиков, МК посылает соответствующие сигналы на узлы управления двигателями. Это один из распространенных способов слежения за светлой линией, нарисованной на темной поверхности. По сравнению с другими, он позволяет увеличивать скорость на прямых и более плавно проходить повороты.

Схема устройства управления роботом показана на **рис. 1**. Излучающие диоды VD1—VD3 включаются поочередно на время, достаточное, чтобы АЦП, встроенный в МК, преобразовал напряжение, развиваемое соответствующим фототранзистором (VT1—VT3), в цифровой код. Используются лишь восемь старших разрядов результата, так как два младших содержат шум. Если под датчиком нет темной линии, освещенность фототранзистора и напряжение на нем больше, если она есть — меньше.

Сравнивая показания трех датчиков с образцовым напряжением, снимаемым с подстроечного резистора R4, программа принимает решение о положении робота относительно линии согласно **табл. 1** (0 — напряжение датчика больше образцового, 1 — меньше). Далее происходит вызов нужной подпрограммы (right, right_m, center, left, left_m), изменяющей режим работы двигателей робота. Резисторы R1—R3 ограничивают ток выходов порта D, который не должен превышать 20 мА. Раздельное питание МК и двигателей от литиевых элементов G1 и G2 (CR2032) избавляет МК от помех.

Программа МК написана на языке ассемблера и откомпилирована в среде AVRStudio 4. Код, который следует загрузить в память программ МК, приведен в **табл. 2**. МК DD1 работает от внутреннего RC-генератора частотой 1 МГц, поэтому отпадает необходимость в применении внешнего кварцевого резонатора. АЦП работает в режиме однократных преобразований на частоте 125 кГц (CK/8) с внутренним ИОН на 2,56 В.

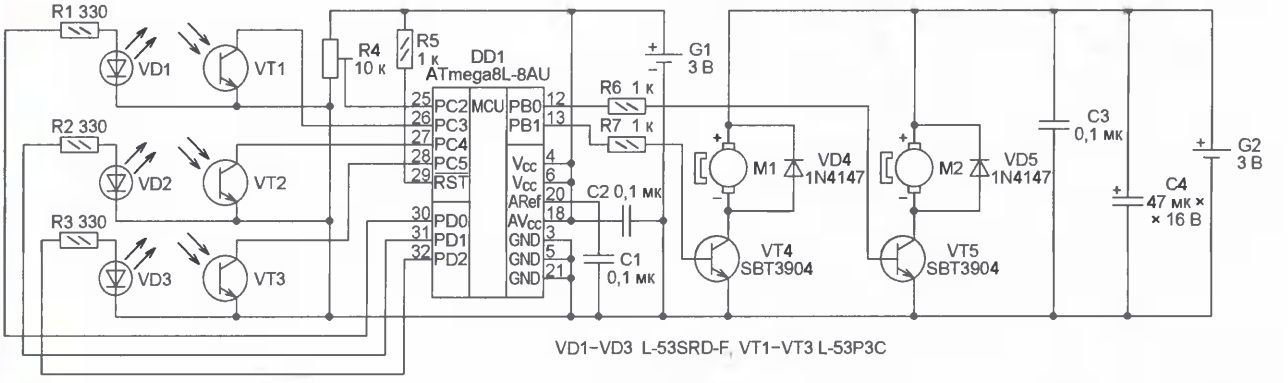


Рис. 1

Таблица 1

Датчик			Положение робота
VD1—VT1	VD2—VT2	VD3—VT3	
0	0	0	Линия потеряна
0	0	1	Смещение вправо
0	1	0	Точно на линии
0	1	1	Небольшое смещение вправо
1	0	0	Смещение влево
1	0	1	Не используется
1	1	0	Небольшое смещение влево
1	1	1	Не используется

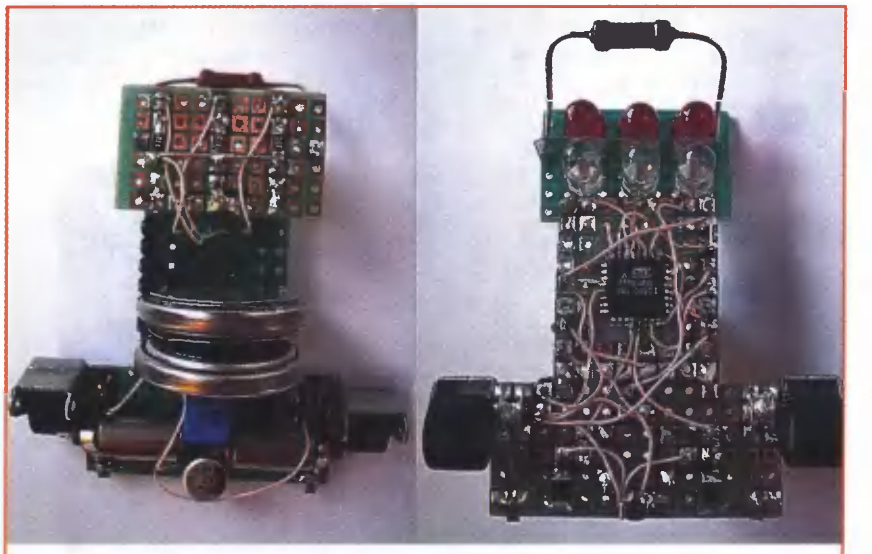


Рис. 2

Таблица 2

```
:020000020000FC
:100000000FE50DBF04E00EBF00E008BB0FEF07BB1C
:1000100000E002BB0FEF01BB03E806B90EEE07B923
:1000200029D0929A05EE26D0102F9298919A04EE3C
:1000300021D0202F9198909A03EE1CD0302F9098C9
:1000400002EE18D0402F50E014170CF4546024171F
:1000500000CF4526034170CF45160523071F151308D
:10006000B9F0543019F1533061F05630C1F00AE064
:1000700002BD0D7CF07B9369A3699FECF04B105B148
:1000800089501E008BB0CE31FD000E008BB089511
:1000900001E008BB08E218D000E008BB089502E0C8
:1000A00008BB0CE311D000E008BB089502E008BBD8
:1000B00008E20AD000E008BB089503E008BB0CE3A7
:1000C00003D000E008BB089568E100006A95E9F7F5
:0600D0000A95D1F7089526
:00000001FF
```

Детали робота смонтированы на двух фрагментах макетной платы, как показано на **рис. 2**. Для уменьшения размеров применены МК в малогабаритном 32-выводном корпусе TQFP-32, резисторы и конденсаторы для поверхностного монтажа, малогабаритный многооборотный подстроечный резистор R4.

Чтобы ИК излучение диода не могло попасть на чувствительный элемент фототранзистора, не отразившись от поверхности, по которой движется робот, излучающие диоды и фототранзисторы разделены непрозрачной перегородкой. Транзисторы SBT3904 можно заменить другими структуры n-p-n в оформлении для поверхностного монтажа с допустимым током коллектора не менее потребляемого двигателем.

От редакции. *Программа МК робота имеется на нашем FTP-сервере по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2008/03/robot.zip>. Там же, по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2008/03/robot.avi> находится видеоролик, показывающий робот в движении.*

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий, фото — автора

Логический пробник

В. КАЛАШНИК, Р. ПАНОВ, г. Воронеж

Предлагаемый авторами логический пробник предназначен для проверки и налаживания радиоэлектронной аппаратуры, собранной на цифровых микросхемах структуры КМОП и ТТЛ. Он имеет световую индикацию, позволяет определить низкий и высокий логические уровни напряжений, наличие импульсов и цепь с большим сопротивлением. Кроме того, его можно использовать в качестве генератора импульсов.

В пробнике для индикации использованы два светодиода разных цветов свечения. Светодиод красного цвета свечения светит постоянно при высоком входном уровне и вспыхивает с частотой несколько герц при поступлении на вход импульсов. Включение светодиода зеленого цвета сигнализирует о подключении пробника к высокоомной цепи. При низком логическом уровне на входе пробника ни один из светодиодов не горит.

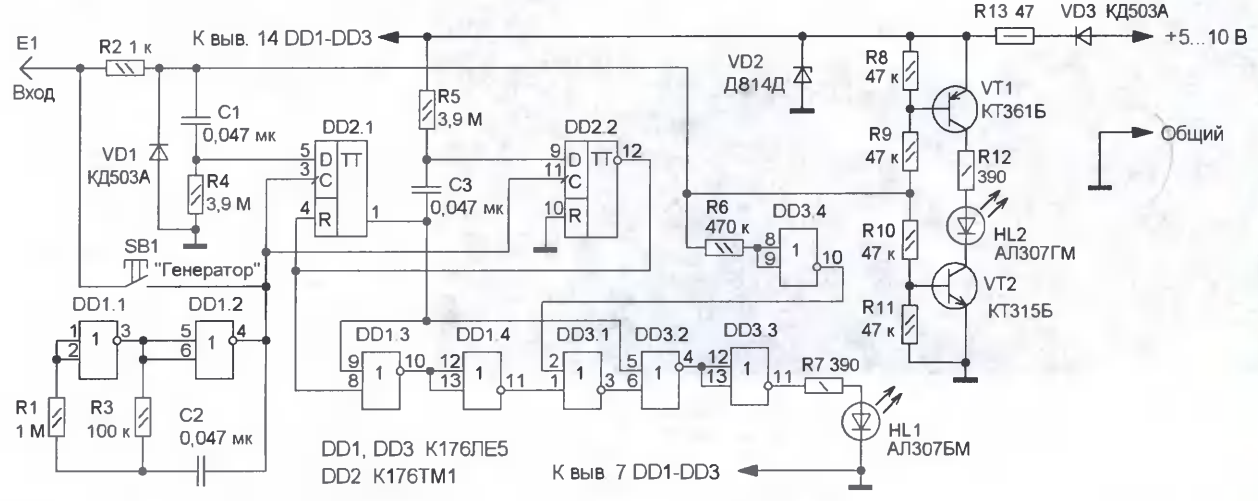


Рис. 1

Схема пробника показана на **рис. 1**. После подачи питающего напряжения светит светодиод HL2 зеленого цвета свечения. Обусловлено это тем, что транзисторы VT1, VT2 открыты, и через этот светодиод протекает ток. Он будет светить и в том случае, если вход пробника подключен к цепи с большим сопротивлением (более 40...50 кОм). При поступлении на вход пробника высокого или низкого уровня закроется транзистор VT1 или VT2 и светодиод HL2 погаснет.

Если на входе высокий уровень, на выходе логического элемента DD3.3 также высокий уровень и светит светодиод HL1 красного цвета свечения. При низком логическом уровне он светить не будет. Резистор R7 ограничивает ток через светодиод HL1.

На логических элементах DD1.1 и DD1.2 собран генератор прямоугольных импульсов с частотой следования около 150 Гц, на D-триггерах DD2.1 и DD2.2 — одновибраторы, первый из одновибраторов запускается по фронту входного импульса, второй — по спаду импульса на выходе первого. Генератор и одновибраторы предназначены для обеспечения индикации входных импульсов различной скважности с логическими уровнями. При поступлении на вход пробника высокого уровня он через конденсатор C1 поступает и на вход D-триггера DD2.1, в момент появления на входе C импульса генератора на прямом выходе триггера DD2.1 также установится высокий уровень и светодиод HL1 светит. Одновременно начинается зарядка конденсатора C1 через резистор R4. Если длительность входного импульса превышает продолжительность зарядки этого конденсатора, то на выходе первого одновибратора формируется импульс длительностью $T_1 \approx 0{,}7 \cdot R4 \cdot C1$.

Спад этого импульса запускает второй одновибратор, и на выходе триггера DD2.2 на время $T_2 \approx 0{,}7 \cdot R5 \cdot C3$ установится высокий уровень. Он запрещает на время зарядки конденсатора C3 (через резистор R5) переключение триггера DD2.1 и устанавливает на его выходе

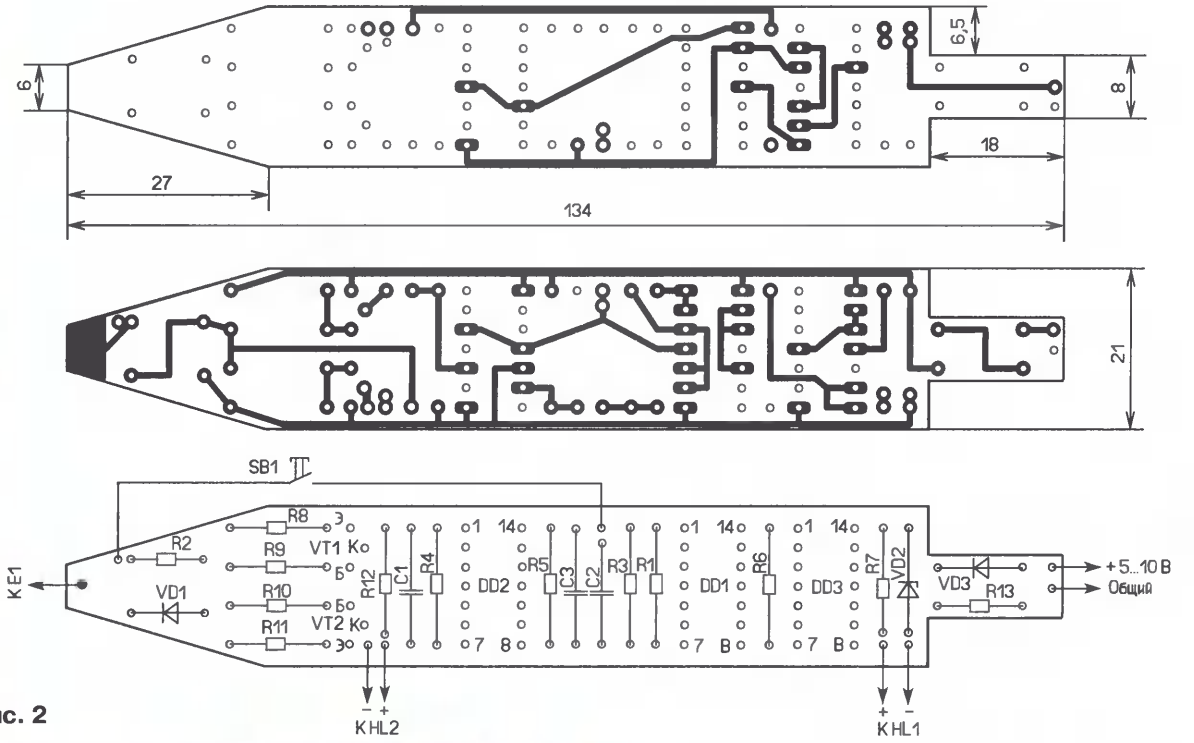


Рис. 2

Рис. 3

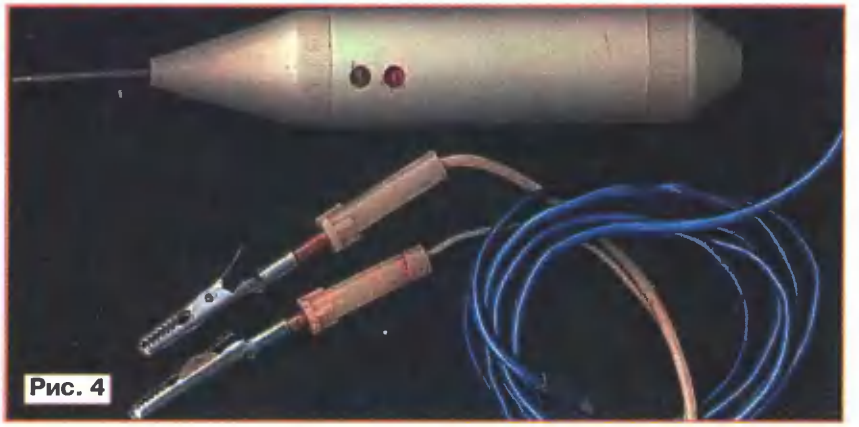


Рис. 4

низкий уровень — светодиод HL1 гаснет. После зарядки конденсатора C3 одновибраторы возвращаются в исходное состояние и первый из них снова запускается входными импульсами. Поэтому при поступлении на вход пробника импульсов с логическими уровнями светодиод HL1 будет вспыхивать с частотой несколько герц. Если частота следования входных импульсов будет меньше, светодиод HL1 вспыхивает с этой частотой.

Диод VD1 совместно с резистором R2 защищает вход пробника от напряжения отрицательной полярности, стабилитрон VD2 — от превышения напряжения питания, а диод VD3 — от его неправильной полярности.

Устройство можно использовать как генератор прямоугольных импульсов. При нажатии на кнопку SB1 выходной сигнал генератора поступит на вход пробника, а светодиод HL1 станет вспыхивать. Этот режим можно также применить для контроля работоспособности пробника. Для его питания используют источник напряжением 5...10 В, потребляемый ток составляет 10 мА при напряжении питания 5 В.

Устройство собирают на печатной плате из двусторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм, чертеж которой показан на **рис. 2**. Внешний вид собранной платы показан на **рис. 3**. В устройстве можно применить резисторы С2-23, МЛТ, конденсаторы К10-17. Транзисторы КТ315Б и КТ361Б допустимо заменить на приборы серий КТ315, КТ3102 и КТ361, КТ3107 соответственно с любыми буквенными индексами. Светодиод АЛ307БМ заменим на КИПД21М-К, L-53URC, а АЛ307ГМ — на КИПД21М-Л, L-53MGC. Диоды VD1, VD3 — любые кремниевые серий КД102, КД103, КД503, КД510, КД522. Все микросхемы серии К176 можно заменить аналогичными из серии К561, в этом случае напряжение питания может быть от 3 до 15 В. Питать пробник желательно от того же источника, что и проверяемое устройство, это обеспечит совместимость логических уровней.

Плату размещают в корпусе подходящего размера, например, от маркера. В качестве штыря E1 использована швейная игла, которая припаяна к плате. Провода питания снабжены зажимами "крокодил". Светодиоды HL1, HL2 и кнопка SB1 установлены в отверстиях на стенке корпуса и соединены с платой изолированными проводами. Внешний вид собранного пробника показан на **рис. 4**. Устройство в налаживании не нуждается и начинает работу сразу после подачи на него напряжения питания.

От редакции. *Для защиты входа пробника от повышенного напряжения положительной полярности между катодами диода VD1 и стабилитрона VD2 устанавливают диод КД503 (анодом к катоду VD1).*

Редактор — Н. Нечаева, графика — Н. Нечаева, фото — авторов

Рассогласованные нагрузки для проверки УКВ усилителей мощности

Виктор ВАСИЛЬЕВ, г. Оренбург

Усилители мощности (УМ) радиостанций УКВ диапазона обычно настраивают при работе на чисто активную нагрузку, сопротивление которой равно волновому сопротивлению кабеля, соединяющего УМ с антенной. Но согласование антенны с кабелем никогда не бывает идеальным, поэтому в реальности усилитель всегда работает на комплексную нагрузку. Качество согласования обычно характеризуют значением коэффициента стоячей волны $K_{ст}$.

Бывают ситуации, когда УМ, устойчиво работающий на расчетную активную нагрузку, самовозбуждается при ее комплексном характере. Частота автоколебаний обычно ниже рабочей, они имеют сложную форму и широкий спектр. Причин возбуждения касаться не будем, скажем только, что у правильно сделанного и настроенного УМ его быть не должно даже при нагрузке с $K_{ст} = 5$. Чтобы удостовериться в отсутствии самовозбуждения, необходимо испытать УМ с несколькими эквивалентами нагрузки, имеющими заданный $K_{ст}$ при разной фазе коэффициента отражения.

Комплексное сопротивление $Z_н$ нагрузки УМ при заданных значениях ее $K_{ст}$ и фазового угла α коэффициента отражения $\dot{\Gamma}$ можно вычислить по формулам

$$|\dot{\Gamma}| = \frac{K_{ст} - 1}{K_{ст} + 1};$$

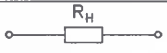
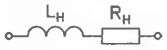
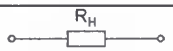
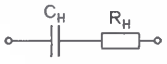
$$\dot{\Gamma} = |\dot{\Gamma}|(\cos\alpha + j\sin\alpha);$$

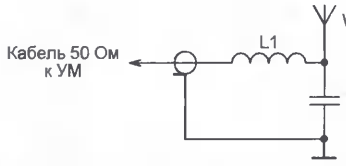
$$\dot{Z}_н = 50\frac{1+\dot{\Gamma}}{1-\dot{\Gamma}}.$$

Создать эквивалент такой нагрузки можно с помощью соединенных последовательно резистора, сопротивление которого равно действительной части $Z_н$, и элемента, реактивное сопротивление которого на рабочей частоте УМ равно мнимой части $Z_н$. В зависимости от знака мнимой части этот элемент будет индуктивностью или конденсатором.

Но делать комплект нагрузок таким способом довольно сложно. Для каждой из них потребуется точная подборка как резистора, так и реактивного элемента. Гораздо проще сделать нагрузку с фазовым углом 0 или 180 град. (в этом случае мнимая часть сопротивления равна нулю) из подключенного непосредственно к выходному разъему УМ резистора сопротивлением $R = W \cdot K_{ст}$ или $R = W/K_{ст}$, где W — волновое сопротивление кабеля. Мощность резистора должна соответствовать номинальной выходной мощности проверяемого УМ, но на практике, с учетом кратковременности измерений, она может быть значительно меньше. Чтобы изменить фазовый угол, между таким же резистором и разъемом УМ вставляют отрезок коаксиального кабеля определенной длины.

Применяя отрезки разной длины, можно изготовить нужное число нагрузок. Результаты расчета для W = 50 Ом, $K_{ст} = 5$ при изменении α с шагом 45 град. приведены в **таблице**. Коэффициент укорочения волны в кабеле принят равным 1,52 — типичное значение для кабелей с внутренней изоляцией из сплошного полиэтилена. При другом его значении длину отрезков изменяют обратно пропорционально.

α, град.	$Z_н$, Ом	Эквивалентная схема	Электрическая длина отрезка, λ/16	Физическая длина отрезка, мм при $K_{укор}$=1,52 и частоте, МГц	
				146	438
180	10		0	0	0
135	11,64 + j19,75		1	84,4	28,1
90	19,23 + j46,15		2	169	56,3
45	55,37 + j93,97		3	253	84,4
0	250		4 (λ/4)	338	112,6
315	55,37 – j93,97		5	422	140,7
270	19,23 – j46,15		6	507	168,9
225	11,64 – j19,75		7	591	197,0
—	—	—	8 (λ/2)	675	225,2



Аналогичным образом поступают при изменении частоты.

В последней строке таблицы указаны значения длины полуволновых отрезков кабеля. Как известно, их входное сопротивление всегда равно сопротивлению нагрузки. Поэтому любое число таких отрезков можно добавлять к тем, длина которых указана в остальных строках, это не изменит свойств эквивалента.

Аналогичным образом можно изготовить эквиваленты нагрузки с нужными свойствами на любую частоту от 27 МГц до 1 ГГц.

Убедившись в устойчивости УМ при работе на рассогласованную нагрузку, можно смело подключать к нему реальную антенну, которой нередко служит четвертьволновый штырь. Как известно, на частоте, близкой к резонансной, входное сопротивление такого штыря хотя и активно, но сильно отличается от 50 Ом, на которые обычно рассчитан УМ. Чтобы соединить такую антенну с выходом УМ или 50-омным кабелем, необходимо согласующее устройство — трансформатор сопротивления. Его можно собрать по схеме, показанной на **рисунке**.

Расчетное значение емкости конденсатора C1 на частоте 146 МГц — 10,3 пФ, а на частоте 438 МГц — 3,37 пФ. Катушка L1 на частоте 146 МГц должна иметь индуктивность 37 нГн. Ее изготавливают, наматывая три витка провода диаметром 0,6 мм на оправку диаметром 3,2 мм. Катушку индуктивностью 12,3 нГн для частоты 438 МГц лучше всего сделать в виде печатного проводника шириной 2 и длиной 35,9 мм на фольгированном с двух сторон стеклотекстолите толщиной 1,5 мм. Фольга на обратной стороне служит внешним проводником полосковой линии. После изготовления трансформатор нужно обязательно настроить с подключенной антенной, добиваясь минимального $K_{ст}$ в кабеле.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

В этом году изменен внешний вид диплома, который редакция журнала "Радио" рассылает участникам соревнований по радиосвязи на коротких и ультракоротких волнах на призы журнала "Радио". Теперь этот диплом выглядит так.

Обратная связь

В январском номере журнала за этот год в подписи под фото на с. 53 фамилия главного секретаря соревнований должна быть Слонецкий, а позывной главного судьи — UA9OA.

Трансивер "Астана—Радио-2006"

Владимир РУБЦОВ (UN7BV), г. Астана, Казахстан

Трансивер, схема которого показана на **рис. 1**, предназначен для работы CW и SSB на двух радиолюбительских диапазонах 21 и 28 МГц. Он выполнен по схеме с одним преобразованием частоты. Промежуточная частота фиксированная — 15 МГц. Чувствительность приемного тракта — 1 мкВ, динамический диапазон — 90 дБ. Выходная мощность передающего тракта — не менее 5 Вт.

усилителя РЧ. На второй затвор этого транзистора подается напряжение автоматической или ручной регулировки усиления каскада с движка переменного резистора R71. Со стока транзистора VT1 сигнал поступает на первый кольцевой балансный смеситель на диодах VD7—VD10 и трансформаторе T1. Истоковый повторитель на транзисторе VT2 согласовывает высокое выходное сопротивление УРЧ с низким

тием по частоте. Каскад на транзисторе VT15 хорошо развязывает ГПД от последующих каскадов, а также усиливает его сигнал до уровня, необходимого для работы смесителя.

Цепь расстройки частоты ГПД состоит из варикапа VD27 и узла управления расстройкой на резисторах R90—R98. Переменным резистором R93 осуществляют собственно расстройку частоты, а подстроечным резистором R94 совмещают частоты ГПД в режимах передачи и приема в процессе налаживания трансивера. Делитель на резисторах R97 и R98 определяет неизменность частоты гетеродина при среднем положении движка перемен-

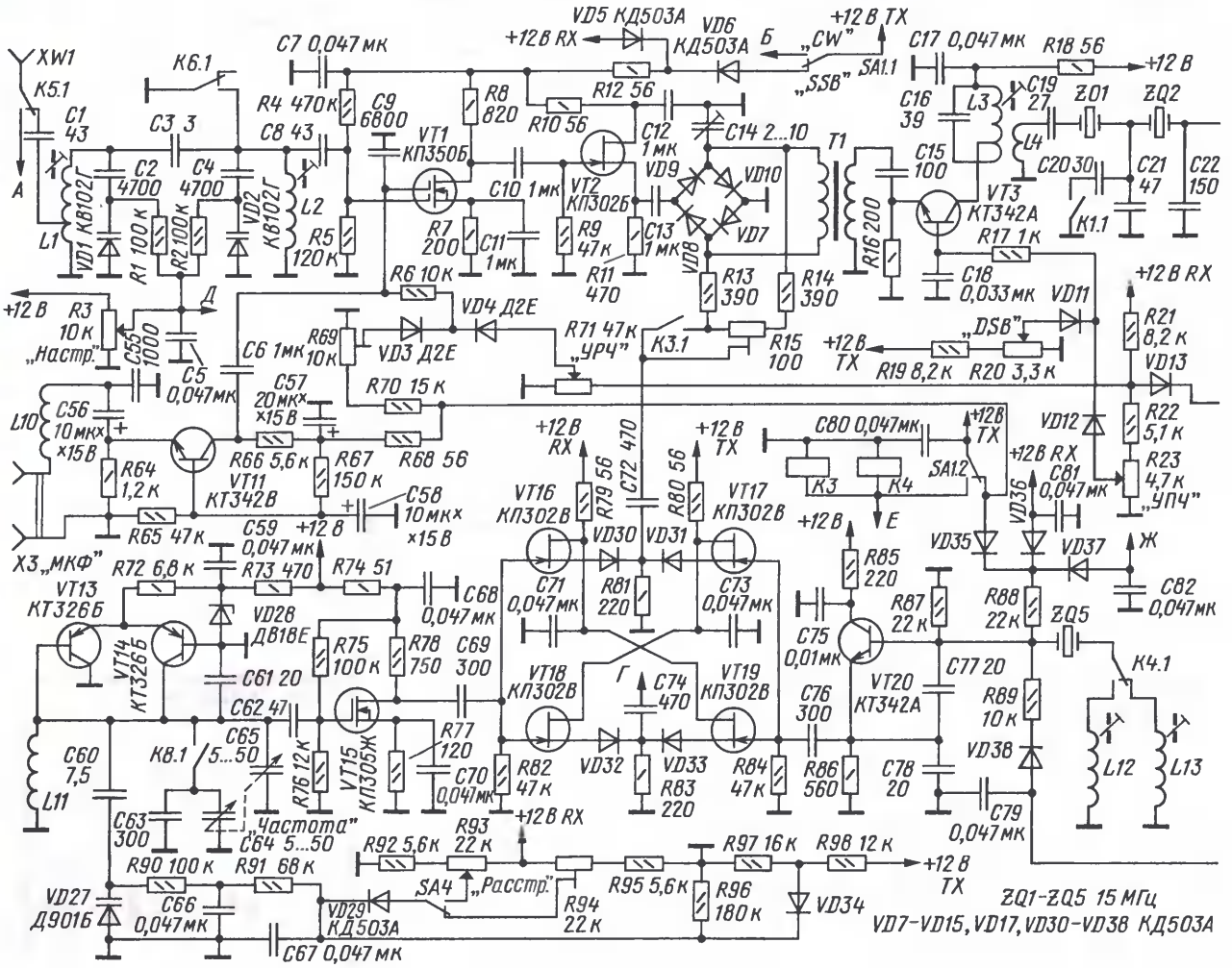


Рис. 1

При такой высокой ПЧ еще не сложно получить хорошее усиление тракта, а относительно низкие рабочие частоты гетеродина позволяют обеспечить требуемую долговременную стабильность.

В режиме приема сигнал радиочастоты с антенного гнезда XW1 через контакты реле K5.1 поступает на двухзвенный входной фильтр L1, L2, C2—C4, VD1, VD2, перестраиваемый в диапазоне частот 18...30 МГц напряжением, поступающим на варикапы с движка переменного резистора R3. С выхода фильтра сигнал поступает на первый затвор полевого транзистора VT1 —

входным сопротивлением смесителя. Питание на эти каскады в режиме приема поступает через диод VD5.

В противоположные плечи первого смесителя подается сигнал генератора плавного диапазона, собранного на транзисторах VT13 и VT14. На диапазоне 28 МГц частотозадающую цепь ГПД образуют катушка L11 и конденсаторы C61, C65. На диапазоне 21 МГц параллельно конденсатору C65 контактами реле K8.1 подключаются конденсаторы C63 и C64. Такое решение позволило получить хорошую растяжку на обоих диапазонах с необходимым перекры-

ного резистора R93, с включенной и выключенной расстройкой. Переключатель SA4 включает режим расстройки.

Сигнал ГПД поступает на электронный коммутатор, состоящий из четырех истоковых повторителей на транзисторах VT16—VT19, включаемых попарно подачей напряжения +12 В RX или +12 В TX. Коммутатор имеет два входа для сигнала ГПД и сигнала опорного гетеродина и два выхода по числу смесителей трансивера. В режиме приема коммутатор подает сигнал ГПД на первый смеситель приемника, а сигнал опорного гетеродина — на второй, работающий

как балансный диодный SSB-детектор. В режиме передачи сигналы на выходах коммутатора меняются местами. Диоды VD30—VD33 обеспечивают дополнительную развязку между сигналами гетеродинов, что немаловажно при их относительно высоких уровнях.

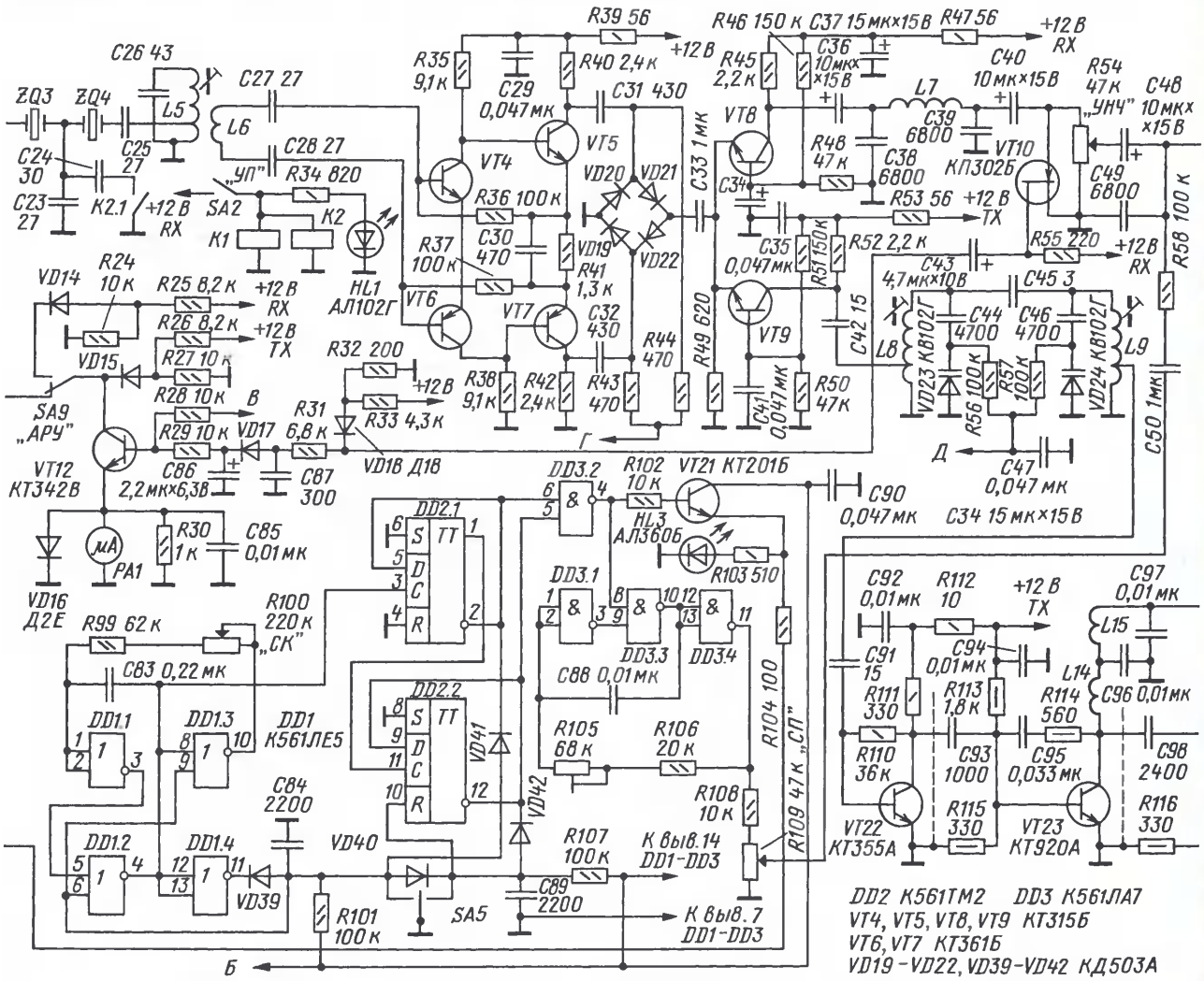
Опорный гетеродин собран на транзисторе VT20 по схеме емкостной трехточки с кварцевой стабилизацией частоты. В режиме приема и передачи SSB сигнала последовательно с кварцевым резонатором ZQ5 включена катушка L13. При работе CW контактами реле K4.1 последовательно с резонатором ZQ5 подключается катушка L12. Управление работой генератора осуществ-

тивление контура с входным сопротивлением фильтра основной селекции, выполненного по лестничной схеме на кварцевых резонаторах ZQ1—ZQ4 и конденсаторах C19, C21—C23, C25.

Полоса пропускания фильтра по уровню 0,7 — 2,6 кГц. При подключении дополнительных конденсаторов C20 и C24 (контактами реле K1.1, K2.1) полоса фильтра сужается до одного килогерца. Светодиод HL1 сигнализирует о включении режима узкой полосы. Интересная и, по мнению автора, заслуживающая внимания АЧХ этого фильтра наблюдается при подключении параллельно конденсатору C22 одного дополнительного конденсатора при

за наличия двух цепей отрицательной обратной связи. Противофазные выходы усилителя подключены ко второму кольцевому смесителю на диодах VD19—VD22, выполняющему при приеме функцию детектора. Сюда же через электронный коммутатор (транзисторы VT16—VT19) поступает сигнал опорного кварцевого гетеродина.

С детектора сигнал звуковой частоты через разделительный конденсатор C33 подается на эмиттер транзистора VT8, на котором собран предварительный усилитель звуковой частоты. Параллельно этому каскаду включен предварительный усилитель передатчика на транзисторе VT9, но так как на него не подано пита-



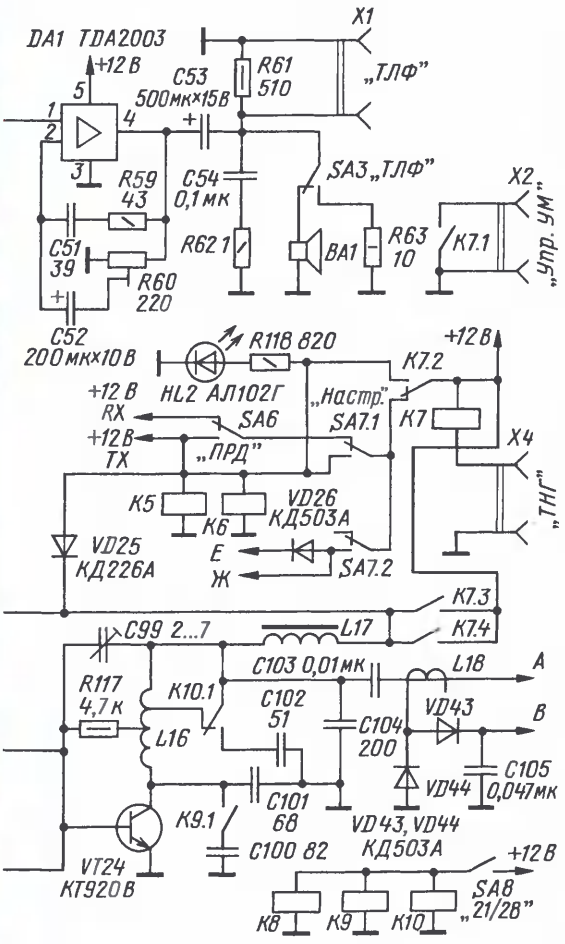
вляется подачей напряжения смещения (+12 В RX или +12 В TX) в базовую цепь транзистора VT20 через диоды VD35—VD37, а также через диод VD38 от встроенного в трансивер электронного телеграфного ключа.

Сигнал с выхода первого смесителя усиливается резонансным каскадом ПЧ на транзисторе VT3 с контуром L3C16 в нагрузке, настроенным на частоту 15 МГц. Этот усилитель также регулируемый. В режиме приема в цепь базы VT3 подается напряжение АРУ или РРУ с движка переменного резистора R23. Катушка связи L4 согласовывает сопро-

отключенных C20 и C24. Характеристика приобретает вид острого треугольного выброса, при этом уровень сигнала на выходе такой же, как и у широкополосного варианта, но полоса пропускания уменьшается до 0,5 кГц. Выход кварцевого фильтра подключен к отводу катушки L5, чем обеспечивается согласование сопротивлений.

С катушки связи L6 сигнал ПЧ поступает на прямой и инверсный входы усилителя промежуточной частоты с повышенной симметрией выходного сигнала. Усиление каскада — примерно 6000, но и при этом он устойчив в работе из-

ние, а его эмиттер закрыт положительным напряжением, поступающим с транзистора VT8, то он почти не оказывает шунтирующего действия на предусилитель ЗЧ. Оба этих транзистора включены по схеме с общей базой, чтобы согласовать низкое выходное сопротивление смесителя-детектора с входными сопротивлениями последующих фильтров. С коллектора транзистора VT8 сигнал ЗЧ через фильтр низких частот C38L7C39 и регулятор громкости, резистор R54 поступает на вход микросхемы DA1 усилителя звуковой частоты. Резистором R60 устанавливают коэффициент усиле-



ния УЗЧ. Цепь C51R59 предотвращает самовозбуждение усилителя на высоких частотах. С выхода микросхемы DA1 сигнал подается либо на динамическую головку BA1 и телефоны, либо только на телефоны, в зависимости от положения переключателя SA3.

На транзисторе VT10 собран усилитель АРУ. Со стока транзистора сигнал поступает на выпрямитель АРУ, собранный на диодах VD17 и VD18 по схеме удвоения напряжения. Время зарядки конденсатора C86 — десятки миллисекунд, время разрядки близко к секунде. Поэтому при появлении мощного сигнала на входе приемника снижение усиления тракта происходит без "щелчка" на выходе УЗЧ. Эффективную работу АРУ обеспечивает усилитель постоянного тока на транзисторе VT12 с большим коэффициентом передачи по току. Большая постоянная времени разрядки конденсатора C86 обеспечивает плавное снижение показаний прибора PA1, выполняющего при приеме сигнала функцию S-метра, после отклонения его стрелки до пикового значения и, следовательно, удобство отсчета уровня сигнала при работе CW и SSB. Подбором резистора R32 можно регулировать порог срабатывания системы АРУ. Резистор R30 демпфирует сигнал АРУ на пиках, а конденсатор C85 сглаживает эти пики и гасит ВЧ наводки в цепи измерительного прибора PA1. Диод VD16 создает нелинейный участок в области максимального уровня сигнала АРУ, тем самым расширяя диапазон измеряемых уровней сигнала приемного тракта. Это также улучшает и удобство считывания показаний с PA1. Переключателем SA9 можно отключить АРУ. При этом к коллектору транзистора VT12 подключится делитель на резисторах R24, R25, обеспечивая работу S-метра при отключенной АРУ. Диоды VD13—VD15 обеспечивают развязку по управляющим цепям и не позволяют сигналу АРУ снизить до нуля усиление по ПЧ, что наблюдалось бы в виде щелчка с полным закрыванием усилительных каскадов при появлении на входе приемника мощных импульсных сигналов.

В режим передачи трансивер переводится переключателем SA6 или замыканием контактов разъема X4 с помощью педали (тангенты). При этом напряжение +12 В с цепей+12 В RX снимается и подается в цепи +12 В TX.

В режиме SSB сигнал с микрофона, подключенного к разъему X3, усиливается каскадом на транзисторе VT11. Включение транзистора по схеме с общей базой обеспечивает согласование низкого сопротивления микрофона с высоким входным сопротивлением каскада на полевом транзисторе VT1, используемого также и при передаче. В данном режиме питание на этот каскад поступает через диод VD6 и контакты переключателя SA1.1. Напряжение с анода диода VD4 снято (он закрыт), но оно присутствует на аноде диода VD3, поэтому усиление каскада на транзисторе VT1 определяется подстроечным резистором R69, регулятором усиления микрофонного тракта. Входной двухзвенный фильтр замкнут на общий провод контактами реле K6.1. Истоковый повторитель на VT2 согласовывает входные/выходные сопротивления смежных каскадов. Емкость конденсаторов C6, C10—C13 достаточна для прохождения сигналов звуковой частоты по тракту. С истока транзистора VT2 сигнал ЗЧ подается на диоды VD7—VD10, которые в данном режиме работают как балансный модулятор SSB-сигнала. Во второе плечо модулятора через электронный коммутатор на VT16—VT20 подается сигнал опорного гетеродина. Балансировку модулятора осуществляют подстроечными резистором R15 (грубо) и конденсатором C14 (точно). С балансного модулятора DSB-сигнал снимается с помощью трансформатора T1. Далее он усиливается каскадом на транзисторе VT3 (усиление этого каскада в режиме передачи регулируется переменным резистором R20), фильтруется контуром L3C16, кварцевым фильтром, контуром L5C26, усиливается усилителем ПЧ на транзисторах VT4—VT7 и поступает на диоды VD19—VD22, выполняющие в данном режиме роль смесителя. Туда же подается сигнал ГПД. Питающее напряжение снято с транзистора VT8 и подано на транзистор VT9. Усиленный этим каскадом сигнал радиочастоты фильтруется двухзвенным полосовым фильтром L8, L9, C44—C46, VD23, VD24, аналогичным входному приемному и также управляемому переменным резистором R3. С выхода фильтра сигнал РЧ поступает на транзистор VT22, первый каскад усилителя мощности. Отрицательная обратная связь через резистор R110 обеспечивает устойчивость работы каскада. Далее сигнал РЧ поступает на предоконечный усилитель на транзисторе VT23, выполненный, как и предыдущий, по схеме с общим эмиттером. Устойчивость данного каскада обеспечивает цепь отрицательной обратной связи на элементах C95, R114. С коллектора VT23 сигнал РЧ подается на оконечный каскад усилителя мощности — транзистор VT24. П-контур, образованный элементами C101, L16, C104, включен последовательно в цепь питания транзистора. Делитель на резисторах R116, R117 подключен к части витков катушки П-контура, образуя цепь отрицательной обратной связи и повышая устойчивость УМ к самовозбуждению. Конденсатор C99 компенсирует проходную емкость каскада на диапазоне 28 МГц и поднимает его усиление на этих частотах. Контактами реле K9.1 и K10.1 к П-контуру подключаются дополнительные конденсаторы C100 и C102, перестраивая его на диапазон 21 МГц. Питание на предоконечный и оконечный каскады УМ подается либо через переключатели SA6 и SA7 ("Передача" и "Настройка") и диод VD25, либо через параллельно включенные контакты реле K7.3, K7.4. Во втором случае трансивер переводится в режим передачи педалью (тангентой) и может работать с дополнительным внешним усилителем мощности, который включается контактами реле K7.1.

Датчиком уровня выходного сигнала УМ служит катушка L18. Детектор на диодах VD43, VD44 выполнен по схеме удвоения напряжения. Выпрямленный им сигнал через резистор R28 поступает на базу транзистора VT12 и индицируется прибором PA1.

Для работы трансивера на передачу в телеграфном режиме питание с транзисторов VT1, VT2, VT11 снимается переключателем SA1 (SSB/CW) и подается на электронный телеграфный ключ, а также на реле K3, K4. Контакты реле K3.1 замыкают часть резистора R15, разбалансируя тем самым балансный модулятор, что необходимо для получения CW сигнала (следует отметить, что при такой схеме формирования телеграфного сигнала не требуется отдельный кварцевый гетеродин). Контакты реле K4.1 подключают к опорному генератору катушку L12, подстройкой которой частоту КГ устанавливают на середину АЧХ кварцевого фильтра, чтобы обеспечить прохождение CW сигнала через усилительный тракт трансивера. Дальнейший путь прохождения сигнала такой же, как и в режиме SSB. Для контроля телеграфного сигнала в режиме

передачи используется сигнал тонального генератора электронного ключа. Это более комфортно для слуха, так как сигнал чистый и однотонный по спектру, а его тон устанавливается по желанию оператора подстроечным резистором R105. Уровень прослушивания регулируется резистором R109.

Телеграфный электронный ключ построен на микросхемах DD1—DD3. На микросхеме DD1 выполнен управляемый генератор с регулируемой частотой импульсов (переменным резистором R100 устанавливается скорость передачи телеграфных посылок), на триггере DD2.2 — формирователь "тире", логический элемент DD3.2 — схема сложения. На элементах DD3.1, DD3.3, DD3.4 собран генератор звуковой частоты.

Ключ работает так. При нейтральном положении телеграфного манипулятора, обозначенного на схеме как переключатель SA5, на выводе 6 элемента DD1.2 и выводе 9 элемента DD1.3 через резистор R101 поддерживается высокий логический уровень. Генератор на микросхеме DD1 находится в режиме ожидания, и на выводе 3 триггера DD2.1 — низкий логический уровень. Высокий уровень на выводе 10 триггера DD2.2 поддерживает высокий логический уровень и на его выходе, выводе 12. При переводе манипулятора SA5 в положение формирования "точки" (левое положение по схеме) низкий уровень на выводах 6 и 9 микросхемы DD1 запускает генератор. Его импульсы подаются на вход "С" триггера DD2.1, который формирует точки, поступающие затем через элемент DD3.2 на транзистор VT21, а также на вывод 8 элемента DD3.3, разрешая тем самым работу звукового генератора. Триггер DD2.2 при

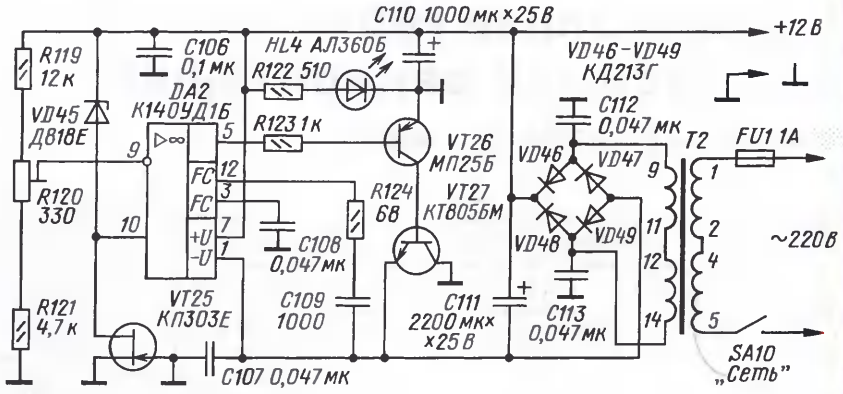


Рис. 2

этом удерживается в исходном состоянии сигналом высокого уровня, поступающим на его вход R через резистор R107. Элемент DD3.2 обеспечивает передачу точки нормальной продолжительности даже при кратковременном замыкании манипулятора SA5. При переводе манипулятора SA5 в положение "тире" (правое положение по схеме) генератор импульсов и триггер DD2.1 работают, как и в положении "точки", однако со входа R триггера DD2.2 снимается запрет и триггер изменяет свое состояние под действием импульсов с триггера DD2.1 на противоположное. Импульсы с выходов триггеров DD2.1 и DD2.2 суммируются на элементе DD3.2, формируя сигнал тире. Элемент DD3.2 обеспечивает передачу тире даже при кратковременном замыкании манипулятора. Ключ формирует стандартный код Морзе на рабочих скоростях от 30 до 300 знаков в минуту. Тон сигнала звукового генератора определяется сопротивлением резистора R105 и емкостью конденсатора C88. Светодиод HL3 — визуальный индикатор работы ключа, при его работе мигает в такт с посылками точек и тире. Посылки положительной полярности в такт с точками и тире через резисторы R104, R89 и диод VD38 запускают опорный кварцевый генератор на транзисторе VT20. Подбором емкости конденсатора C79 можно изменять форму сигнала телеграфной посылки.

Схема блока питания трансивера показана на **рис. 2**. Он состоит из сетевого трансформатора T2, выпрямительного моста на диодах VD46—VD49 и стабилизатора напряжения с коэффициентом стабилизации 4000 на элементах DA2, VT25—VT27, обеспечивающего на выходе напряжение +12 В при токе нагрузки 1 А. Образцовое напряжение в стабилизаторе формируется цепью VD45, VT25. Подстроечным резистором R120 можно регулировать выходное напряжение стабилизатора в интервале 11...13 В. Так как коллектор регулирующего транзистора VT27 соединен с общим проводом, нет необходимости в отдельном изолированном теплоотводе для транзистора. Отрицательное напряжение на выводе эмиттера транзистора VT27 можно использовать для закрывания и регулировки усилительных каскадов трансивера (особенно это касается транзисторов серии КП302). Светодиод HL4 — индикатор включения БП. Сетевой трансформатор T2 — ТН17-127/220-50 мощностью 30 Вт. Две его вторичные обмотки (из трех) с выходным напряжением по 6,3 В рассчитаны на ток 2,3 А, третья — на ток 0,92 А. В трансивере использованы две первые. При выходной мощности трансивера до 5 Вт можно использовать все три обмотки трансформатора. Для этого перемычками соединяют выводы 8 и 9, а также 10 и 12 трансформатора, а выходное напряжение 16,3 В снимают с выводов 7 и 13. После выпрямления постоянное напряжение составит 23 В. При питании микросхемы стабилизатора таким напряжением улучшаются коэффициент стабилизации и коэффициент подавления пульсаций.

8 марта — Международный женский день

Вале Вахниной (UA9XTX) всего 11 лет, но она коротковолновик со стажем — работает в эфире на любительской радиостанции уже два года. Успехов тебе, Валя, в жизни вообще и в радиолюбительстве в частности!

Редактор — С. Некрасов, графика — Ю. Андреев

(Продолжение следует)

Микрофонная гарнитура для носимой радиостанции

Игорь НЕЧАЕВ (UA3WIA/3), г. Москва

Носимые радиостанции УКВ диапазона широко применяются радиолюбителями для организации связи в походах, соревнованиях и т. д. Но бывают ситуации, когда неудобно постоянно держать радиостанцию в руках. В таких случаях радиолюбители подключают к ней компьютерную мультимедийную гарнитуру с микрофоном и телефоном, а саму радиостанцию размещают, например, в кармане.

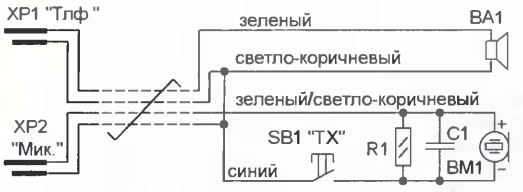


Рис. 1

Очень удобной в эксплуатации может оказаться гарнитура "Hand free" со встроенной кнопкой ответа (тангентой) от сотового телефона. Автор использовал гарнитуру NKI 6310, которая по своим электрическим параметрам подходит для совместной работы с носимой радиостанцией. Гарнитура имеет малые габариты, а в ее состав входят электретный микрофон, электромагнитный телефон и кнопка с нормально разомкнутыми контактами. На **рис. 1** показана ее схема, адаптированная для совместной работы с радиостанцией "Standart-C710". Штатная вилка, предназначенная для подключения к сотовому телефону, со встроенным в нее оксидным конденсатором, удалена и взамен нее смонтированы две вилки типа "Mini-Jack" — одна диаметром 3,5 мм (XP1) для телефона, а вторая — диаметром 2,5 мм (XP2) для микрофона. На схеме указаны цвета проводов, которые использованы в конкретном экземпляре гарнитуры. Для других гарнитур эти цвета могут отличаться от указанных. Для повышения чувствительности микрофона резистор R1 можно удалить или заменить его резистором с большим сопротивлением, но при этом следует проверить, будет ли радиостанция устойчиво переключаться в режим передачи (TX) при нажатии на кнопку SB1. На **рис. 2** показан внешний вид доработанной гарнитуры.

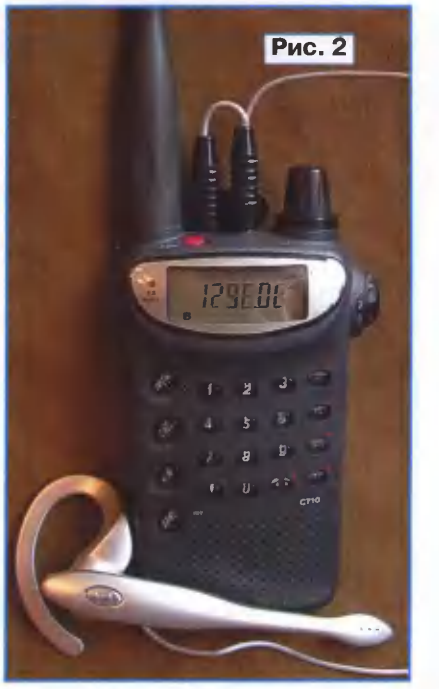


Рис. 2

Редактор — С. Некрасов, иллюстрации — автора

ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

В статье Анатолия Россинского "Однодиапазонный трансивер для цифровых видов связи" ("Радио", 2007, № 8, с. 58, 59) на монтажной плате (рис. 5) были допущены ошибки. В частности, неправильно показан печатный проводник, соединяющий положительный вывод оксидного конденсатора C10 с транзистором VT2, а также проводники в месте установки транзистора VT12 — выходного каскада усилителя мощности, что не позволило бы без доработки платы установить транзистор VT12 структуры n-p-n, как сказано в описании трансивера.

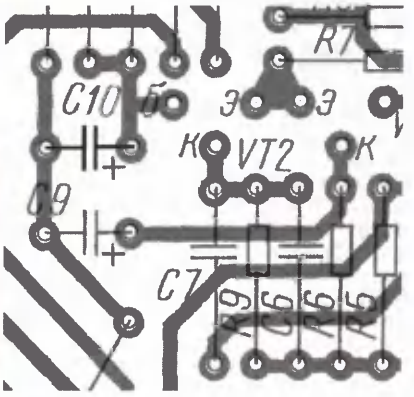


Рис. 1

На **рис. 1** приведен фрагмент платы с исправленным рисунком проводника, где вывод конденсатора C10 соединен с выводом базы транзистора VT2, что соответствует принципиальной схеме трансивера.

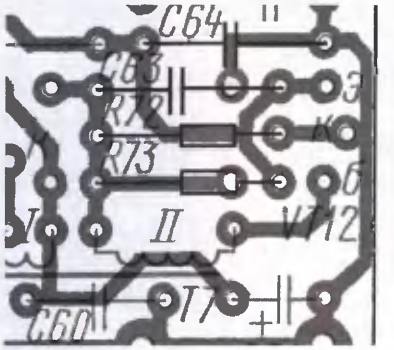


Рис. 2

На **рис. 2** и **рис. 3** показан фрагмент платы (с исправлениями) в месте установки транзистора VT12, соответственно для транзисторов p-n-p и n-p-n структуры.

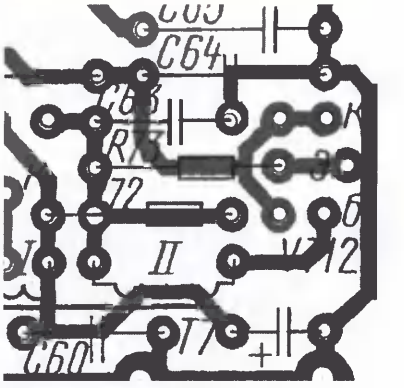


Рис. 3

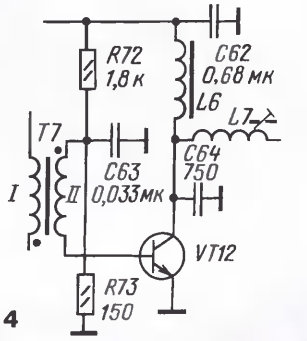


Рис. 4

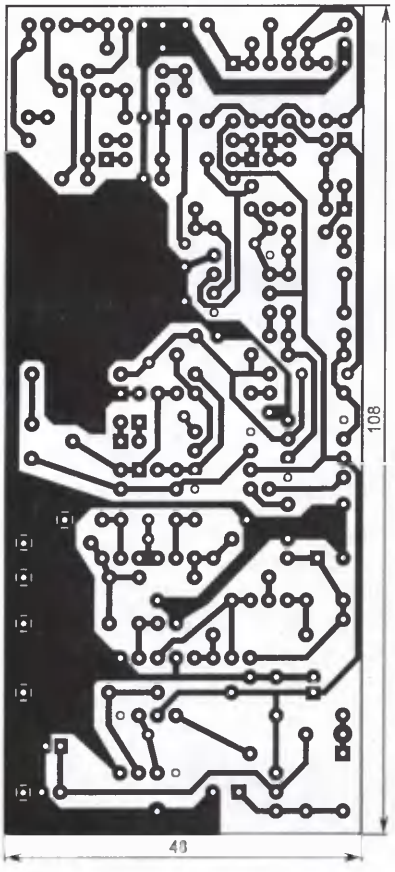
Схема выходного каскада УМ на транзисторе структуры n-p-n приведена на **рис. 4**.

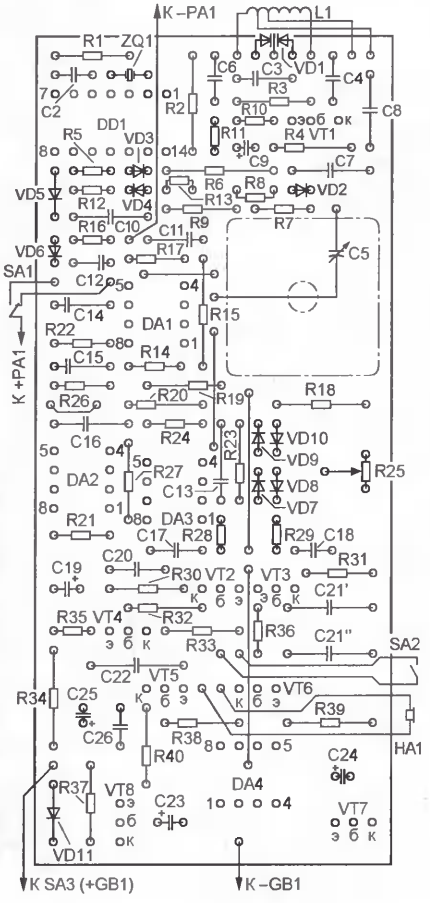
НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

ДЖУГУРЯН Л. Металлоискатель различает металлы. — Радио, 2005, № 3, с. 44—46.

Печатная плата.

Чертеж возможного варианта печатной платы устройства представлен на **рисунке**. На ней размещены все детали, кроме микроамперметра PA1, переключателя SA1, выключателей SA2, SA3 и звукоизлучателя HA1. Плата рассчитана на применение кварцевого резонатора в миниатюрном цилиндрическом корпусе, постоянных резисторов МЛТ, переменного СП4-1а, керамических конденсаторов КМ (C2—C4, C6—C8, C10—C18, C20—C22; C21 составлен из двух — C21', C21" — емкостью 1,5 мкФ) и оксидных серии ТК фирмы Jamicon (остальные). Для оптимизации компоновки платы было признано целесообразным поменять местами элементы цепей R4C8 и PA1R16. Конденсатор переменной емкости C5 — сдвоенный блок КПТМ (использована одна секция). Его приклеивают к плате клеем "Момент" на стороне деталей, а выводы ротора и статора соединяют с соответствующими контактными площадками отрезками луженого провода диаметром 0,5...0,8 мм. Проволочные перемычки, соединяющие печатные проводники на противоположной стороне платы, изготавливают из тонкого провода в теплостойкой изоляции и впаивают до установки на плату микросхем DA1 и DA4.





ОБУХОВ А. Сварочный аппарат из деталей старых телевизоров. — Радио, 2007, № 9, с. 42—44; № 10, с. 40—42.

О налаживании аппарата.

При использовании исправных деталей и отсутствии ошибок в монтаже аппарат, как правило, в налаживании не нуждается. Если же детали не проверялись и собранное устройство не работает, рекомендуется проделать следующее.

1. Отсоедините диодные цепи VD11—VD20 и VD21—VD34 от обмотки II трансформатора T1 и провод, идущий к катоду светодиода HL3, от управляющего электрода тринистора VS1.

2. Подключите аппарат к сети. Лампа HL1 должна загореться и затем медленно погаснуть. Если же она не гаснет, то это означает, что пробит один из тринисторов VS3—VS7 или диоды VD8, VD9.

3. Установите движок переменного резистора R1 в среднее положение.

4. Нажмите на кнопку SB1. При этом должен появится затухающий свист, а лампа HL1 — загореться. Если этого не происходит, значит, не работает задающий генератор на транзисторе VT1 или неисправен тринистор VS2. Бывает, хотя и очень редко, что генератор работает (осциллограф регистрирует наличие импульсов на резисторе R4), но его мощности недостаточно для открывания тринистора. В таком случае транзистор следует заменить.

5. Восстановите соединение светодиода HL3 с управляющим электродом тринистора VS1, подключите аппарат к сети и нажмите на кнопку SB1. Аппарат должен заработать с характерным свистом на все время удержания кнопки в нажатом положении. Если аппарат не включается, поменяйте местами выводы обмотки III и нажмите на кнопку еще раз, а если и это не даст положительного результата, придется заменить тринистор VS1.

6. При выполнении пункта 5 присоедините выходной выпрямитель и попробуйте варить. Если в сети установлены шестиамперные автоматические выключатели, то варить можно только электродами диаметром не более 1,5...2 мм.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

БЕЗЮЛЕВ С. Автомат защиты холодильника. — Радио, 2005, № 7, с. 48, 49 *(редактор — А. Долгий).*

На схеме автомата (см. рис. 1 в статье) выводы 12, 13 элемента DD2.1 и конденсатор C4 должны быть соединены с выводом 14 DD1 (а не с 13, который в данном случае не используется). Соответствующее изменение необходимо внести и в чертеж печатной платы (рис. 2): печатный проводник, идущий от конденсатора C4 к выводам 12, 13 DD2, соединить с контактной площадкой под вывод 14 DD1, а перемычку между этим проводником и выводом 13 DD1 ликвидировать.

МОСКАТОВ Е. Импульсный источник питания для УМЗЧ. — Радио, 2007, № 10, с. 36—39 *(редактор — И. Нечаев).*

На схеме устройства (см. рис. 1 в статье) индуктивность дросселей L2, L3 и L9, L10 — соответственно 100 и 30 мкГн (а не 100 и 30 мГн, как указано на схеме). В основных технических характеристиках (см. с. 36) следует читать: "Амплитуда пульсаций выходного напряжения, не более, мкВ ..... 30".

САПОЖНИКОВ М. Рамочная антенна КВ диапазона. — Радио, 2007, № 11, с. 22, 23 *(редактор — И. Нечаев).*

На схемах антенны, показанных на рис. 1 и 5, необходимо удалить линии электрической связи, идущие от верхних (по схемам) выводов конденсаторов C1.1, C1.2 к точке соединения центральной жилы с оплеткой коаксиального кабеля.

МОРОЗ К. Устройство плавного пуска электроинструмента. — Радио, 2006, № 1, с. 37 *(редактор — А. Долгий).*

С выводами 10 и 11 микросхемы DA1 должен быть соединен вывод 2 (корпус с резьбовой шпилькой) симистора VS1.

РУБАН А. АС для ноутбука с питанием от USB-порта. — Радио, 2006, № 7, с. 19 *(редактор — А. Соколов).*

Микросхема DA1 — TDA2822M (а не К174УН22, как указано на рис. 1 и в тексте статьи).

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов

E-mail: consult@radio.ru
тел. 607-89-00