

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

**Индикатор радиоактивности —
на основе зажигалки
для газовой плиты**



- Транзисторный УМЗЧ
 - "Крона" из Li-polymer аккумуляторов
 - Аккумулятор в электромеханическом фонаре
 - Доработка реле указателя поворотов
- ...и ещё 10 конструкций



3
2021

"Крона" из Li-polimer аккумуляторов

В. МАКАРОВ, г. Москва

(см. статью на с. 24)

Рис. 1

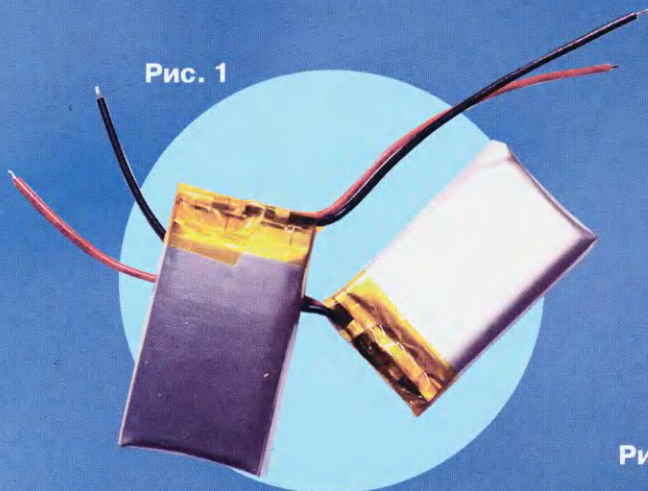


Рис. 2



Рис. 3

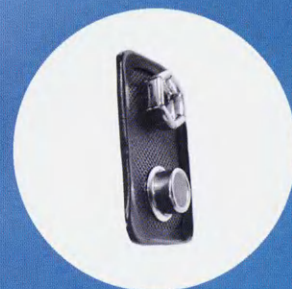
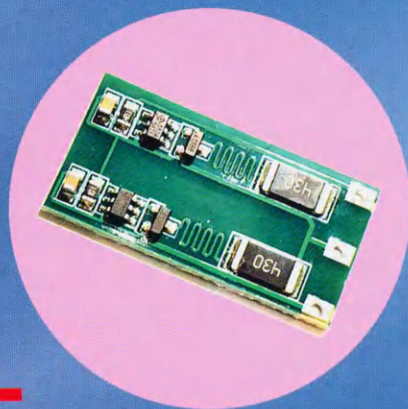


Рис. 6



Рис. 9



**EXPO
ELECTRONICA**



**ELECTRON
TECHEXPO**

23-я Международная выставка
электронных компонентов, модулей
и комплектующих

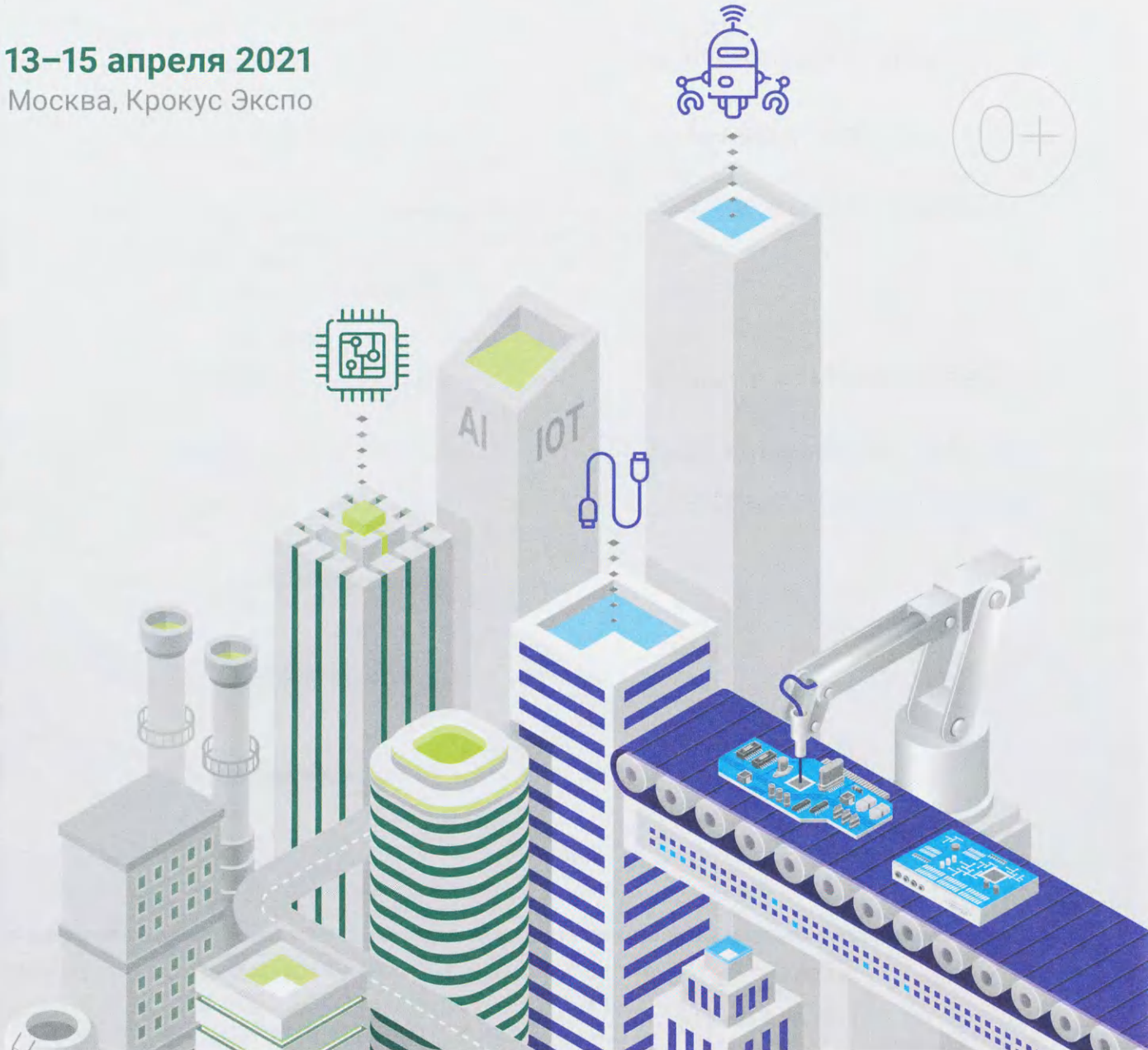
expoelectonica.ru

18-я Международная выставка
технологий, оборудования и материалов
для производства изделий электронной
и электротехнической промышленности

electrontechexpo.ru

13–15 апреля 2021

Москва, Крокус Экспо



ВЫСТАВКИ 4	А. ГОЛЫШКО. Новый мир CES'2021 4
РАДИОПРИЁМ 8	В. ГУЛЯЕВ. Новости вещания 8
ЗВУКОТЕХНИКА 11	В. ФЕДОСОВ. УМЗЧ на лампе 6М70. 11 А. СОКОЛОВ. Высококачественный транзисторный усилитель 15
ИЗМЕРЕНИЯ 19	Б. ДЕМЧЕНКО. Лабораторный RC-генератор с перестройкой КЧП 19 И. БОГАТЫРЁВ, В. ДОЦЕНКО. Метод измерения добротности и других параметров контура 21
ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ 22	И. НЕЧАЕВ. ЗУ для Li-Ion и Li-FePo ₄ аккумуляторов малых типоразмеров. 22 В. МАКАРОВ. "Крона" из Li-polymer аккумуляторов 24
РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ 26	Ю. БУЛЫЧЕВ. Микроконтроллер управляет мощными МОП-транзисторами. 26
КОМПЬЮТЕРЫ 28	И. РЕШЕТНИКОВ. КРИСС: восьмиразрядный компьютер для широкого спектра задач 28
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 33	Г. НЮХТИЛИН. Двухрежимный суточный таймер с отложенным временем запуска 33 А. МЕЛЬНИКОВ. Индикатор положения сетевого выключателя 37 И. НЕЧАЕВ. Индикатор радиоактивности — на основе зажигалки для газовой плиты 40 А. БУТОВ. Доработка настольных цифровых часов 42
ЭЛЕКТРОНИКА ЗА РУЛЁМ 44	П. АЛАЛУЕВ. Доработка реле указателя поворотов для автомобиля 44
НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ 46	Наша консультация 46
"РАДИО" — О СВЯЗИ 47	Г. ЧЛИЯНЦ. Фёдор Давыдов (O3RA) — один из первых коротковолновиков 47 Новости СРР 49 М. КАВЕРИН. Владимир Емельянович Круглов (EU2BV) 49 Ю. МЕРКУЛОВ. Усилитель мощности КВ-диапазона 20 метров 51
"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ 53	А. МЕЛЬНИКОВ. Доработка таймера ТЭ-16 53 А. КАРПАЧЕВ. Программирование микроконтроллеров серии PIC для начинающих 55 И. НЕЧАЕВ. Аккумулятор в электромеханическом фонаре. 58 Д. МАМИЧЕВ. Гексапод на Arduino Nano и 12 сервоприводах. 61 С. РЮМИК. Викторина "Arduino: программная часть-3" 63

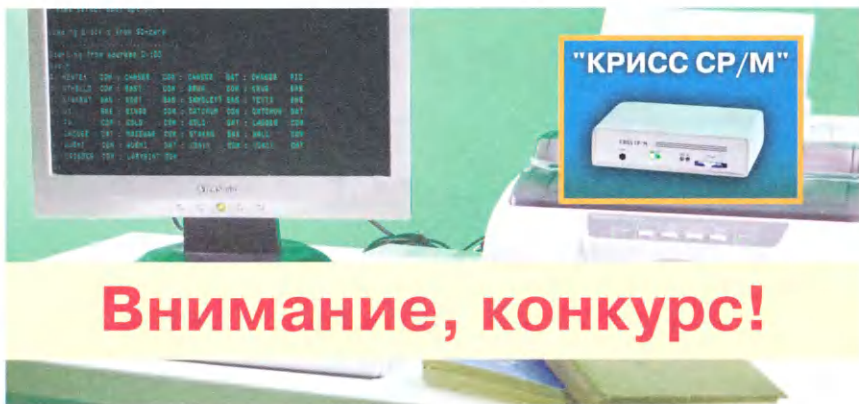
НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ (с. 10).

ДОСКА РЕКЛАМНЫХ ОБЪЯВЛЕНИЙ (с. 1, 4, 8, 52, 3-я и 4-я с. обложки).

На нашей обложке. Индикатор радиоактивности — на основе зажигалки для газовой плиты (см. статью на с. 40).

**ЧИТАЙТЕ
В СЛЕДУЮЩЕМ
НОМЕРЕ:**

**СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТЫ ДЛЯ РАДИОЛАБОРАТОРИИ
ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ УМЗЧ
СТАБИЛИЗАТОР НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ УМЗЧ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ**



Внимание, конкурс!

Компьютер КРИСС (см. статью И. Решетникова "КРИСС: восьмиразрядный компьютер для широкого спектра задач" в "Радио" № 1—3 за 2021 г.) неисчерпаем по возможностям применения, что уже оценили читатели, повторившие эту разработку. Компьютер очень прост по схемотехнике, его сборка занимает чуть более часа, не требует никакого специального оборудования и доступна даже начинающим радиолюбителям. Правильно собранный компьютер в наладивании не нуждается и начинает работать сразу.

В рамках развития проекта журнал "Радио" объявляет конкурс на лучшую разработку на платформе КРИСС. К участию приглашаются все желающие, а особенно кружки детского и юношеского творчества, студенческие лаборатории, специалисты, разрабатывавшие ПО для компьютеров 80-х, радиолюбители и не только, все, кто хочет попробовать себя в решении интересных задач! Можно участвовать как коллективно, так и индивидуально.

Для участия в конкурсе необходимо собрать компьютер КРИСС по описанию в журнале и выполнить на нём интересный проект, который может быть любым: от игровой программы до системы умного дома или умной школы, от создания своего дизайна и аппаратного расширения до разработки компьютера своей архитектуры, используя плату как основу.

Конкурс проводится в нескольких номинациях:

1. Программное решение. Используя КРИСС в стандартной конфигурации, нужно написать на любом языке программирования программу для него: обучающую, игровую, офисную, используя по максимуму возможности платформы.

В качестве общего задания предлагается написать алгоритм для игры в линии, придуманной в 1969 г. Клодом Суси, оригинальное название "Lines Of Action". Играть должен человек против компьютера, а если программа будет несколько, то устроим чемпионат между ними! Поверьте, это немногим менее

сложно, чем шахматы и уж точно не менее интересно решить эту задачу в условиях ограниченных вычислительных возможностей!

Кратко суть игры (рис. 1). В начале игры игроки расставляют свои шашки

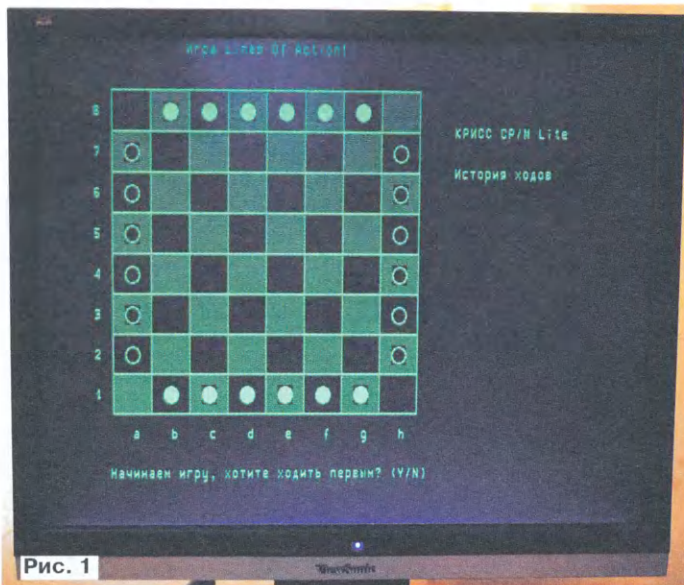


Рис. 1

по шесть штук по противоположным краям доски, не занимая угловых клеток. Далее игроки делают ходы поочередно любой из своих шашек. Шашку можно перемещать в любом направлении, но на такое количество полей, сколько всего на этой "линии" шашек обоих цветов. Можно перепрыгивать через шашки своего цвета. Через чужие шашки перепрыгивать нельзя, но можно съесть чужую шашку, если ваш ход приходится ровно на то поле, которое та занимает. Цель игры — сгруппировать свои шашки так, чтобы они были связаны между собой, все до единой примыкали друг к другу ортогонально или по диагонали. Подробнее смотрите <https://en.wikipedia.org/wiki/Lines_of_Action>.

2. Программно-аппаратное решение. Используя КРИСС в стандартной конфигурации, разработать для него модули расширения для управления внешними устройствами и нагрузками, подключения периферийных устройств различных типов — принтеры, считыватели и пр. Или использовать КРИСС как

центр управления, например, умной школой. Все разработки должны соответствовать общей концепции: быть простыми, законченными, доступными для повторения и иметь "товарный" вид. Лучшие разработки будут опубликованы в журнале "Радио"!

3. КРИСС как платформа разработки. Используя идею и плату КРИСС как базу, реализовать эмуляцию другой компьютерной архитектуры или сделать своё изделие с уникальными возможностями.

Описания всех лучших разработок будут опубликованы в журнале "Радио". Победители появятся на страницах журнала и, в зависимости от решения жюри, будут награждены почётными грамотами редакции, годовыми подписками на журнал, наборами для сборки расширенной версии КРИСС с большими объёмами ОЗУ, улучшенной графикой и коммуникационными возможностями.

Как принять участие в конкурсе. Очень просто!

1. Напишите в редакцию письмо с пожеланием принять участие в конкурсе, указав в теме письма "КРИСС конкурс".

2. Как можно раньше пришлите в редакцию текстовое описание разработки и два видеоролика — краткий (не более десяти минут) и подробный (время не ограничено), в котором расскажите о себе и о своей разработке, краткие видеоролики будут опубликованы на страничке с описанием проекта на сайте журнала.

Начало подведения итогов конкурса 1 сентября 2021 г., времени достаточно, чтобы его потратить продуктивно, но не очень много, терять нельзя! Не упустите возможность стать лауреатом конкурса

разработок на основе и для компьютера, который вы полностью собрали своими руками из отдельных деталей!



Рис. 2

Редакция готова оказать посильную помощь в сборке компьютера КРИСС, желающие могут заказать наборы деталей (рис. 2) или печатные платы, пишите запросы на адрес редакции <mail@radio.ru>.

Кроме этого, на сайте проекта <http://criss.radio.ru> будет оказываться оперативная техническая поддержка в части ответов на вопросы.

Видеоотчёт по сборке компьютера см. по ссылке <<https://youtu.be/P-KTUIjS7Yo>>.

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Редакционная коллегия:

А. В. ГОЛЫШКО, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ,
И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ,
С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН

Выпускающий редактор: С. Н. ГЛИБИН

Обложка: В. М. МУСИЯКА

Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА

Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1

Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13

E-mail: ref@radio.ru

Группа работы с письмами — (495) 607-08-48

Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: advert@radio.ru

Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: sale@radio.ru

Подписка и продажа — (495) 607-77-28

Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:

получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159

Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 25.02.2021 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.

Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:

Официальный каталог ПОЧТА РОССИИ — П4014;

КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ — 89032.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.

Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.

В случае приёма рукописи на публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение двух месяцев после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.

В переписку редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

© Радио®, 1924—2021. Воспроизведение материалов журнала «Радио», их коммерческое использование в любом виде, полностью или частично, допускается только с письменного разрешения редакции.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»

142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.

Зак. 01245-21.



Компьютерная сеть редакции журнала «Радио» находится под защитой Dr.Web — антивирусных продуктов российского разработчика средств информационной безопасности — компании «Доктор Веб».

www.drweb.com

Бесплатный номер
службы поддержки
в России:

8-800-333-79-32

Новый мир

на CES'2021

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Берите будущее, пока оно ваше, и думайте не о том дурном, что вами когда-то сделано, а о том хорошем, что вы ещё можете сделать."

(Этель Лилян Войнич)

51-я крупнейшая в мире ежегодная Выставка бытовой электроники CES'2021 радикально отличалась от прошлых 50, потому что стала полностью цифровой. И это совсем дань моде, ибо вмешалась пандемия. Участники презентовали свои последние и лучшие инновации не в конференц-центре Лас-Вегаса, а в онлайн через платформу организаторов. Впрочем, хуже от этого выставка не стала.

Вначале на злобу дня — как ни крути, маски мы будем носить ещё долго. Поэтому технологии и гаджеты для эпохи COVID-19 наполнили выставку новым содержанием. Взять хотя бы умную маску Project Hazel от известного производителя игровой периферии, компании Razer. Она сертифицирована по стандарту респираторов N95, которые рекомендованы для ношения в местах, где находятся заражённые коронавирусом люди. Маска прозрачная и позволяет собеседникам видеть эмоции друг друга. "Умной" маску делают встроенный микрофон и динамическая головка, выводящие и усиливающие голос пользователя для удобства собеседника, присущая почти всем устройствам Razer RGB-подсветка, которая автоматически включается при недостаточной освещённости, герметичные уплотнения регулируемых ушных петель, а также встроенная система активного охлаждения, не позволяющая образовываться конденсату. Project Hazel будет поставляться со сменными фильтрами и устройством для беспроводной зарядки, которое также будет выступать в качестве дезинфектора.

MaskFone от Binatone — это мощная маска N95, совмещённая с Bluetooth-гарнитурой, что позволит разговаривать по телефону без раздражающего приглушённого голоса. Головные телефоны прикреплены к кабельному зажиму, который крепится вокруг ушей, а на самой маске есть кнопки управления воспроизведением и регулировкой громкости. Маска также имеет интеграцию с Siri и Amazon, что даёт возможность пользоваться голосовым управлением. Binatone утверждает, что одной зарядки Bluetooth-гарнитуры хватит на 12 часов.

Шведский производитель головных телефонов Earin представил третье поколение своих полностью беспроводных TWS-телефонов. В новом дизайне отсутствует стержень в стиле AirPods или ушные вкладыши прошлой модели A-2. Модель A-3 — это самые маленькие и лёгкие головные телефоны из когда-либо созданных. Переход от внутриканальной конструкции к более открытой означает, что у модели нет недостаточного уплотнения при посадке для активного шумоподавления (ANC), это намеренный ход, чтобы обеспечить большую безопасность при беге, езде на велосипеде или просто при перемещении по городу. Несмотря на свой крошечный размер, за звук отвечают крупные 14,3-миллиметровые динамические головки. Здесь нет заранее определённого левого и правого телефонов: оба помещаются в любое ухо, и как только они вставлены, автоматически

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА — КОМПАНИЯ «РИНЕТ»



Internet Service Provider

Телефон: (495) 981-4571

Факс: (495) 783-9181

E-mail: info@rinet.ru

Сайт: <http://www.rinet.net>

назначают левый или правый канал благодаря акселерометрам. А-3 также соответствуют стандарту защиты от пыли и воды IP52, от брызг под высоким давлением это не поможет, но должно подойти для защиты от пота при тренировках.

Компания Timekettle выпустила новое устройство для перевода — TWS-телефоны M2, которые позволяют переводить в автономном режиме и по-прежнему функционировать как обычные беспроводные головные телефоны. Модель была удостоена награды за инновации на выставке CES'2021. Новинка получила добавление возможности офлайн-перевода на 11 языков, улучшенный звук за счёт использования технологии Qualcomm aptX и поддержку 40 языков и 93 акцентов при онлайн-переводе. Однако для офлайн-перевода пользователям, заинтересованным в M2, придётся выбрать эту опцию в качестве дополнительной при оформлении заказа. Головные телефоны имеют режим, называемый удалённым режимом (Remote Mode), который может использоваться до 40 человек с переводом на 40 языков одновременно, при этом пользователям не нужно находиться в одном месте. Timekettle M2 работает до 6 часов, вместе с дополнительными ЗУ время работы возрастает до 30 часов. Головные телефоны соответствуют рейтингу влагозащиты IPX4 и поддерживают Bluetooth 5.0.

Именитый немецкий бренд Sennheiser представил новые недорогие накладные HD 250BT и аудиофильские внутриканальные проводные головные телефоны IE 300. В частности, HD 250BT помогут слушателю познакомиться с Sennheiser и при этом не тратьте космических сумм. "Клубный звук для повседневной жизни" — так их позиционирует производитель. Ну что же, раз уж нельзя посетить клуб, так хоть звук... Телефоны подключаются к смартфону через Bluetooth 5.0, пользователю доступны кодеки AAC и AptX. Управление и создание индивидуальной звуковой картины осуществляются через приложение Sennheiser Smart Control. Производитель заявляет о 25 часах автономного воспроизведения музыки. Головные телефоны имеют встроенный микрофон для совершения вызовов, однако производитель не делает на этом акцента.

Новые внутриканальные головные телефоны Sennheiser IE 300 позиционируются как аудиофильские в компактном форм-факторе. Они имеют на борту усовершенствованный семимиллиметровый сверхширокополосный динамический драйвер, который по заверению производителя обеспечивает сбалансированное звучание и высокую точность воспроизведения. Мы могли видеть такую динамическую головку в более дорогих IE 800 S. Частотный диапазон новых телефонов — 6...20 000 Гц.

И ещё о звуке. Компания JBL представила саундбар Bar 5.0 MultiBeam с использованием технологии Virtual Dolby Atmos и фирменной системы распределения звука MultiBeam (разработка Harman), которая призвана обеспечить ощущение многоканального звука

без использования дополнительных колонок. Virtual Dolby Atmos создаёт всеобъемлющую звуковую картину, в том числе воспроизводит сигнал высотных (это как?) каналов. Динамические головки на верхней части панели позволяют фиксировать звук в вертикальной плоскости. Помимо HDMI, пользователь доступны беспроводные стандарты трансляции AirPlay 2, Chromecast и Bluetooth 5.0.

Саундбар Panasonic SoundSlayer SC-HTB01, разработанный в сотрудничестве с токийской компанией Square Enix, — решение для тех, кто хочет получить качественный звук в процессе гейминга. Вообще-то, гейминг во время пандемии — это в каком-то смысле панацея от массового уюпопешательства от ограничений в перемещении. Саундбар предназначен для пользователей, которые хотят получить хороший объёмный звук за приемлемую цену. В SoundSlayer SC-HTB01 предустановлено три игровых режима, которые были созданы специалистами из Final Fantasy XIV Online. Режим "шутер от первого лица" обеспечивает точное местоположение звука для того, чтобы полностью погрузиться в игровой процесс: шаги, шорохи и т. д. Голосовой режим выводит на передний план человеческую речь и повышает её чёткость. Третий режим разработан конкретно под Final Fantasy XIV Online.

Компания TCL представила саундбар TCL TS8132, использующий конфигурацию канала 3.1.2 с выходной мощностью до 350 Вт. Усиливают впечатлительное прослушивание технология Dolby Atmos и улучшенная обработка человеческой речи, благодаря чему пользователь может почувствовать себя участником происходящего на экране. Производитель оснастил TS8132 одним центральным каналом, двумя вертикальными и беспроводным сабвуфером.

Компания Sony провела иммерсивный (т. е. с полным погружением) концерт американской певицы Мэдисон Бир с использованием технологий виртуальной реальности. Используя новейшие разработки в области создания 3D-объектов в режиме реального времени, певица Мэдисон Бир дала концерт в точно воссозданном с помощью Unreal Engine концертном зале Sony Hall, расположенном в Нью-Йорке. Зрители с помощью гарнитур виртуальной реальности PlayStation VR и Oculus могли наблюдать за высокореалистичным цифровым аватаром исполнительницы, движения которого в режиме реального времени передавались от самой Мэдисон. В результате удалось добиться эффекта полного присутствия в Sony Hall, где певица исполнила песню Boyshit. Вполне возможно, что в будущем таких концертов будет больше, что позволит людям посещать желаемые мероприятия, не покидая своей квартиры.

Интегрированный ретроусилитель SA750 от JBL выпущен к 75-му юбилею компании, как и акустическая система L100 Classic 75. В отделке боковых панелей усилителя используется натуральный шпон тика, как и в лимитированной акустике L100 Classic 75, таким

образом создаётся единая визуальная концепция. Компания черпала вдохновения в двух классических моделях SA600 и SA660, которые выпускались в 1960-х и 1970-х годах. Производитель отнёс новый усилитель к полным усилителям класса G. Внешний вид SA750 явно отсылает нас к стилю 70-х годов, однако внутри SA750 реализованы все самые современные решения, которыми располагает Harman, — 120 Вт на канал при сопротивлении нагрузки 8 Ом или 220 Вт при 4 Ом.

Кстати, чем интересен класс G? В усилителях этого класса автоматически включается резервный блок питания, если того требует сложность музыкального материала. Это сделано для того, чтобы усилителю всегда хватало мощности даже для самой требовательной музыки. Например, если в фонограмме есть резкие динамические перепады, но даже при работе с самым тихим сигналом звук не будет "блёкнута". Такая особенность присуща усилителям класса А. В этом случае производитель заявляет, что SA750 взял от них самое важное — детальность, точность, разборчивость и минимальные искажения даже при самой малой громкости.

Новый усилитель умеет принимать сигнал по воздуху с помощью Google Chromecast, Apple Airplay 2, Bluetooth, Wi-Fi, если пользователь не хочет использовать кабели. Встроенный ЦАП — с поддержкой UPnP (Ethernet и Wi-Fi), Room Ready и возможностью декодирования MQA. Усилитель получил возможность калибровки звука Dirac Live. Также на борту SA750 установлен фонокорректоры для MM/МС картриджа, аналоговый выход на головные телефоны, AUX, выход с предусилителя и несколько основных разъёмов: RCA, опτικοаксиальные входы, а также вход для USB-накопителя.

Тем временем Dolby Atmos Music идёт в автотрек. Компании Panasonic и Klipsch объединили свои усилия, чтобы продемонстрировать автомобильную систему, которая может воспроизводить аудиоформат Dolby с эффектом присутствия. Пока это всего лишь демо-концепция.

Компания TCL показала телевизоры с матрицами QLED и mini-LED. Ещё одной представленной новинкой стала технология OD Zero mini-LED, позволяющая добиться минимальной толщины телевизоров с более качественной картинкой, чем это было в предыдущих поколениях. В OD Zero расстояние между слоем mini-LED и рассеивающим слоем ЖК-дисплея (диффузорная пластина), за счёт светодиодов меньшего размера и новой конструкции линз, было уменьшено до 0 мм, позволив таким образом создать ультратонкий высокопроизводительный модуль экрана. Выполненные по этой технологии экраны отличаются заметно более высоким уровнем яркости, лучшей детализацией, более насыщенной цветовой гаммой, контрастом и плавностью воспроизводимого изображения в сравнении с mini-LED-телевизорами предыдущего поколения.

Благодаря уменьшению расстояния между источником света и рассеивате-



лем удалось добиться высокой однородности освещения дисплея. За счёт этого достигается эффективный контроль контраста и минимальное влияние оптического эффекта гало на конечное качество изображения. Кроме того, посредством тысячи локальных зон затемнения, яркость которых может регулироваться в режиме реального времени, удаётся добиться высокой точности управления контрастом. Это обеспечивает точную цветопередачу с идеальным белым и глубоким чёрным цветами.

Чем ещё можно удивить телезрителей? Компания LG показала новую модель плоского прозрачного OLED-телевизора диагональю 55 дюймов, который предлагается использовать в качестве интерактивного элемента для оформления интерьера спальни. Телевизор попросту выдвигается из спинки кровати, реализуя мечты Обломова XXI века.

В ходе конференции, посвящённой новинкам бренда TCL, компания продемонстрировала собственное видение того, каким должен быть планшет, оснащённый гибким дисплеем. Оригинальный 17-дюймовый гаджет построен на основе POLED-матрицы и выполнен в форме свитка. Кроме того, компания показала и более компактную 6,7-дюймовую версию новинки. По задумке разработчиков, подобный форм-фактор делает гаджет универсальным цифровым инструментом для любых сценариев использования. В коротком демо-ролике компания показала, как планшет можно превратить в интерактивную карту, просто потянув его за оба края. Пару этим на экране появились и уменьшенная версия аппарата с диагональю 6,7 дюйма в формфакторе слайдера. Компания заявляет о высокой точности цветопередачи гибкого экрана, а также подчёркивает, что современные технологии уже позволяют выпустить подобное устройство на рынок. Среди других новинок TCL — планшет с цветным E-Ink экраном и линейка смартфонов с поддержкой 4G и 5G.

Вся компьютерная техника начинается с процессоров, а главные производители, как всегда, пытаются потеснить друг друга. К примеру, выходящая Ryzen 5000 Mobile, в компании AMD надеются дальше теснить Intel на рынке ноутбуков. Большинство новых чипов основаны на микроархитектуре Zen 3, предыдущие поколения которой помогли AMD пошатнуть многолетнее господство Intel. В частности, говорится, что Intel Core i9 был сброшен с пьедестала лучшего геймерского процессора для настольных ПК. Всего было представлено 13 новых процессоров, в том числе восемь моделей с индексом H для игр и создания контента и пять с индексом U для лёгких ноутбуков с увеличенными временем работы от батареи. Самые мощные оснащены восемью ядрами и поддерживают до 16 потоков. В турборежиме тактовая частота чипов достигает 4,8 ГГц, а ёмкость кеш-памяти — до 20 Мбайт, что вдвое больше, чем у аналогов прошлой серии 4000. Все процессоры выпускаются по технологии 7 нм.

В свою очередь, компания Intel заявила о превосходстве Core i9-11900K над самым мощным AMD Ryzen. Специалисты Intel представили процессоры Core нового, одиннадцатого поколения для настольных компьютеров, основой которых стала платформа Rocket Lake S. Объявлено, что самый быстрый из чипов, Core i9-11900K, обеспечивает на 19 % более высокую производительность, чем процессоры Core предыдущего поколения. В Intel также сообщили, что i9-11900K демонстрирует лучшие, по сравнению с чипом AMD Ryzen 5900X, характеристики производительности в самых требовательных к ресурсам играх, включая Cyberpunk 2077 и FarCry: New Dawn, при максимальных настройках качества.

Что касается новых ноутбуков, то их по-прежнему много. Вот компания MSI представила россыпь новых игровых ноутбуков. На выбор было предложено сразу девять новых моделей. Главной их фишкой стало использование новейших мобильных видеокарт NVIDIA GeForce RTX 30-й серии.

Компания ASUS выпустила новые модели, оснащённые вторым дисплеем для расширения рабочего пространства для офиса и гейминга (кому скучно в офисе). Портфолио бренда пополнили как устройства серии ZenBook Pro Duo, предназначенные для выполнения мультимедийных сценариев, так и более продвинутый ASUS TUF Gaming Dash F15 (FX516) на базе процессора Core i7 H-серии семейства Tiger Lake с графикой NVIDIA GeForce RTX 3070. В обновлённую линейку ноутбуков компании с дополнительным дисплеем вошли сразу две модели. Первая из них — ASUS ZenBook Pro Duo. Помимо основного экрана диагональю 15 (4K OLED) или 14 дюймов (Full HD, IPS), она, как и её предшественник, получила вспомогательное рабочее пространство ScreenPad+. Его можно использовать в роли полноценного дисплея или огромного тачпада на усмотрение пользователя.

Компания Lenovo расширила ассортимент своей игровой продукции в рамках серии Legion. Портфолио бренда пополнили сразу несколько моделей геймерских ноутбуков с мощным "железом" и "киберспортивными" дисплеями и продвинутой системой охлаждения, а также флагманскую игровую гарнитуру с подставкой в комплекте.

Компания Razer обновила линейку фирменных игровых ноутбуков Blade с диагональю экрана 15 и 17 дюймов. Отличительными чертами моделей 2021 г. стали процессоры Intel Core и видеокарты NVIDIA GeForce RTX 30.

LG Electronics привезла мониторы премиум класса, разработанные специально для геймеров, CG-художников, программистов и технических специалистов. По заверению компании, новейшие модели серий UltraGear, UltraWide и UltraFine обеспечивают качественное изображение и высокую производительность как в рабочих, так и в игровых сценариях использования.

Новый продукт компании Panasonic Automotive — голографический дисплей с функциями дополненной реальности

для автомобилей. При создании новинки производитель использовал фирменные разработки в области оптики и проекции изображений, а также искусственного интеллекта (ИИ). HUD (индикатор на лобовом стекле) — одна из самых быстрорастущих категорий рынка транспортных средств, но уже существующие решения для лобового стекла покрывают индикацией лишь небольшой участок дороги. Новинка, как утверждает компания, охватывает больше дорожного пространства и при этом сочетает стандартную информацию в реальном времени (скорость движения и запас топлива) с данными о дорожной ситуации, обновляющимися каждые 300 мс, и навигацией. Компактный дисплей имеет разрешение 4K и работает при поддержке 3D-радара, обеспечивающего 180-градусный обзор на расстоянии до 90 м вперёд с шириной до трёх дорожных полос. С помощью усовершенствованной оптики система способна обнаружить пешеходов и другие объекты даже при слабом освещении и в ночное время. Кроме того, с помощью ИИ-алгоритмов новинка расставляет маркеры на полосах, а также сообщает о невозможности проезда из-за различных преград. Дисплей применяет наложение графики на дорогу, знаки и предметы и способен фокусировать внимание водителя на приближающиеся объекты, такие как внезапно вышедший на дорогу олень или дорожное ограждение. При этом система оптимизирует поле обзора и органично отображает объекты на стекле, не заслоняя дорогу. Устройство точно отслеживает направление взгляда водителя, а также перемещение объектов вокруг движущегося автомобиля, и в соответствии с этим динамично смещает голограммы. Это позволяет снизить нагрузку на человека и сделать управление автомобилем максимально безопасным.

Стать законодателем моды в мире духов вы сможете с помощью "умного" флакончика Ninu — перезаряжаемого устройства для парфюма, способного хранить до трёх отдельных ароматов. Ninu работает в связке с приложением, которое пользователь устанавливает на свой iPhone. В приложении пользователь может выбрать настраиваемое, под которое ИИ создаст аромат из трёх находящихся в устройстве жидкостей. Кроме того, пользователь может создать свой собственный аромат, воспользовавшись помощью виртуального парфюмера по имени Пьер, и настроить микс нового аромата по своему усмотрению, а приложение, в свою очередь, отрегулирует уровень аромата и позволит пользователю благоухать по его усмотрению. По словам разработчиков, Ninu сможет создать более миллиона различных ароматов.

Известный производитель аксессуаров для геймеров Razer удивил концептом необычного футуристического кресла Project Brooklyn, которое оснащено выезжающим из спинки гибким 60-дюймовым OLED-дисплеем, складным столом с удобными подлокотниками и аудиосистемой с объёмным звучанием, позволяющим полностью погрузить

зяться в игру или просмотр видео. Кресло включает целый спектр динамических световых эффектов, которые могут синхронизироваться с некоторыми играми, усиливая ощущения. Всё это выполнено с учётом физиологических особенностей человека, что позволяет сохранить правильную осанку даже после многочасового сидения на одном месте.

Французская компания Microoled, производитель компактных OLED-дисплеев с высоким разрешением, показала модуль проекционного дисплея, преобразующего линзы обычных очков в прозрачный экран. Новинка под названием ActiveLook с высокой автономностью дебютировала в составе спортивного аксессуара Julbo EVAD-1, который, как и сам модуль, получил премию CES'2021 Innovation Award. При весе 9 г ActiveLook стал самым лёгким модулем проекционного дисплея (HUD) на рынке — оснащённые им очки весят всего 35 г. Несмотря на миниатюрный корпус, время работы модуля на одной зарядке АКБ составляет до 30 часов.

Падение спроса вынуждает производителей искать новые направления развития. Вот Sony показала свой первый дрон, который создан специально для использования в паре с фирменными беззеркальными камерами Alpha и позволяет делать высококачественные полнокадровые снимки с воздуха. Sony заявляет, что её Airpeak стал самым маленьким дроном, способным нести камеру семейства Alpha. Устройство обладает рядом преимуществ по сравнению с конкурентами. Так, беспилотник умеет вести динамическую съёмку в режиме полёта благодаря продвинутой системе стабилизации. Для демонстрации работы дрона Airpeak оборудовали полнокадровой беззеркальной камерой $\alpha 7S III$.

Texas Instruments представила продвинутую альтернативу традиционной приборной панели автомобиля. Компания разработала специальный проектор, способный выводить изображение на стекло прямо перед водителем, позволяя ему тем самым не отвлекаться от дороги во время движения. Разработчики уверяют, что созданное ими устройство гораздо эффективнее уже существующих прототипов. Сам проектор в десять раз меньше аналогов и выводит картинку прямо на стекло. Это позволяет использовать его даже в небольших машинах, где сложно разместить громоздкую систему. Немалыми преимуществами станут высокая надёжность за счёт использования светодиодов и доступная цена. Но проектор не способен анализировать дорожное полотно, а значит, просто дублирует уже доступную на приборной панели информацию.

Samsung анонсировала новую программу Galaxy Upcycling at Home. Предполагается, что она позволит продлить жизнь устаревшим смартфонам, превратив их в радионяни и всевозможные устройства интернета вещей. Samsung планирует выпустить обновление ПО для целого ряда смартфонов, однако пока нет ни списка, ни поддерживаемых функций.

В рамках выставки компания TCL показала планшет, использующий технологию NxtPaper. Речь — об инновационном решении, пришедшем на замену E-Ink. Полноцветный экран TCL TAB 10s формирует картинку за счёт отражённого, а не собственного света, что позволяет экономить заряд батареи и беречь зрение владельца гаджета.

Кто-то любит петь в бане, кто-то — слушать музыку в ванной. Для последнего часто нужно возиться с розеткой или следить за тем, чтобы Bluetooth-колонка была заряженной. Shower Power — это колонка, которая использует поток воды для питания. Стильный динамик от Ampere фиксируется над душевой лейкой, а поток воды обеспечивает необходимую для работы мощность. Shower Power можно установить поверх любой фиксированной или съёмной насадки для душа. Просто закрепите его вокруг трубы, и оттуда поток воды будет вращать внутреннюю крыльчатку, которая подключена к мини-генератору, поддерживающему заряд. Ampere утверждает, что установка колонки не займёт больше минуты. А вот стоит она 100 долл.

Раз уж речь пошла о предметах быта, нельзя не упомянуть знаменитую компанию-производителя сантехнического оборудования Kohler. В этом году Kohler представила целый набор новинок, наиболее интересной из которых стала "умная" ванна Stillness Bath. Одной из главных особенностей устройства в компании называют функцию наполнения резервуара через дно, принцип работы которой заключается в том, что вода перетекает через края резервуара, стекая по деревянным решёткам. Кроме того, в ванну встроен парогенератор для создания лёгкого тумана в помещении, а также система аромата- и хромотерапии. Уровень воды в резервуаре и её температуру пользователь может регулировать как посредством специального приложения на смартфоне, так и с помощью голосового помощника Amazon Alexa или Google Assistant.

Ещё одним образцом "умной" техники стали стиральные машины серии X10 производства TCL. Управлять ими можно через сеть Wi-Fi, отдавая команды в приложение TCL Home с любого устройства: есть удалённая настройка циклов, объёма загрузки и продолжительности стирки. Программы, в свою очередь, охватывают все типы белья, так что переживания за сохранность вещей будут излишни. С другой стороны, не все ткани можно стирать вместе — на этот случай у машин есть как вертикальная, так и горизонтальная загрузка, работающая одновременно и по отдельности.

В свою очередь, холодильник TCL C470 предлагает современные решения для комфорта. В частности, функция Power Cool охлаждает любой напиток всего за 5 мин, а Power Freeze замораживает мясо за десять. Дверь устройства снабдили пылезащитным слоем с антибактериальным средством внутри, благодаря чему микробы

не отравляют еду. Украшением и полезной особенностью холодильника стал LED-дисплей на 21,5 дюйма: в систему уже загружены различные медиаресурсы, рекомендации, рецепты и даже чертёжная доска. Теперь некоторые смогут подходить к холодильнику ночью, чтобы просто почертить.

Компания Lasso представила бытовой смарт-бак для переработки мусора. Помещаете туда пластиковые или бумажные отходы, а также стеклянные бутылки. Затем устройство определяет, что это за мусор и можно ли его переработать. Причём машина даже умеет измельчать отходы по мере накопления ёмкости, а вы будете получать уведомления на свой телефон. Остаётся лишь заказать вывоз мусора из дома. Правда, стоит это удовольствие 3500 USD, поэтому многим ещё пригодятся мусорные пакеты.

Компания Philips объявила о скором выпуске флагманской электрической зубной щётки. Она будет основана на технологиях ИИ, что позволит ей адаптироваться к стилю чистки каждого конкретного пользователя для достижения лучшего результата.

Компания Procter&Gamble также представила новую зубную щётку Oral-B iO, которая оснащена электромагнитным двигателем и чистойей насадкой особой конструкции. Зубная щётка использует технологию возвратно-вращательного движения щетины в сочетании с микровибрацией. Такое решение призвано обеспечить эффект профессиональной чистки зубов на каждый день. Аксессуар также оснащён модулем Bluetooth для синхронизации со смартфоном.

А вот muQ Pet Portal — автоматическая дверь для животных. Эта небольшая дополнительная дверь встраивается в большую входную дверь, она оборудована парой 1080p-камер, микрофонами, динамиками, а также ИК-датчиками. Через приложение на телефоне можно открыть дверцу, узнать, когда она была открыта и закрыта. Причём, если использовать Bluetooth-ошейник, дверь откроется автоматически, когда животное будет рядом с ней. Цены на продвинутую систему начинаются от 3000 долл., а также нужно платить по 200 долл. ежегодно за подписку с доступом к приложению muQ, где хранится видео с камер. Очевидно, дешевле будет открывать дверь вашей кошке нецифровым способом.

Компания Cradlewise создала колыбель с ИИ и встроенным монитором, которая поможет малышу оставаться спящим как можно дольше. Как это работает? В арке над кроватью установлены монитор и камера. С помощью последней ИИ видит, когда ребёнок начинает двигаться и просыпаться, и автоматически начинает покачиваться, чтобы помочь ребёнку снова заснуть, прежде чем он заплачет. Когда ребёнок заснёт, кровать перестанет качаться. Кроме того, ИИ может воспроизводить музыку и изучать паттерны сна ребёнка, чтобы создавать персонализированные ре-

цепты сна, состоящие из наиболее релевантных движений кровати и звуков, под которые ребёнок засыпает. Кроватька имеет и своё мобильное приложение, установив которое на свой смартфон, родители смогут следить за ребёнком посредством вышеупомянутой камеры, управлять покачиваниями кровати, получать уведомления и статистику сна ребёнка.

О масштабных планах по завоеванию рынка электромобилей на своей презентации заявили представители компании General Motors под брендом Everybody In. Основной для линейки следующего поколения электрокаров бренда станет платформа GM Ultium, которая сможет обеспечить дальность хода в 724 км и разгон до 100 км/ч за 3 с.

Ещё GM продемонстрировал автономный автомобиль AV и одноместное электрическое аэротакси с вертикальным взлётом и посадкой — eVTOL. Оба концепта входят в портфолио Cadillac Halo и вряд ли когда-либо будут запущены в производство. В частности, AV похож на обтянутую кожей и мехом версию автономных челноков для перевозки людей. В нём отсутствуют традиционные элементы управления, такие как рулевое колесо и педали. Автомобиль оснащён вертикальной световой подписью, широкой стеклянной крышей и биометрически-

ми датчиками для считывания показателей жизнедеятельности пассажиров и использования этих данных для настройки температуры, освещения и ароматизации салона.

Компания Hyundai представила прототип спасательного транспорта Elevate, способного добраться куда угодно. Elevate умеет ездить, ходить и даже взбираться по отвесным стенам, что делает его сверхпроходимым и очень эффективным транспортом. В основе прототипа лежит модульная платформа, на которую можно устанавливать пассажирские или грузовые капсулы в зависимости от задачи. У Elevate четыре электрических мотора, закрепленных на ногах с пятью степенями свободы. На них капсула Elevate способна подниматься до полутора метров в высоту и двигаться в любом направлении.

А ещё на CES зарегистрирован первый случай наезда робота на... робота. Электромобиль Tesla, ехавший в беспилотном режиме, сбил робота, который в качестве рекламы прогуливался вдоль дороги. Пострадавшим оказался Promobot — робот, который обучен раздавать рекламные брошюры и общаться с людьми, рассказывая им о рекламируемом продукте. Бедняге серьёзно досталось — у него повреждено туловище, одна из рук и механизм передвижения. Хотя, говорят, это был просто шуточный

рекламный ход. Впрочем, шуточный ли — об этом мы узнаем на следующем CES.

По материалам mag.auto.ru, wylsa.com, [4PDA](http://4PDA.com), doctorhead.ru, [3dnews](http://3dnews.com), mobile-review.com

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Разработка программ для микроконтроллеров STM32 и AVR на заказ.

Сбор данных, передача на сервер, управление, свет, звук, CAN и LIN, генерация сигналов, измерения и т.д.

E-mail: micro51@mail.ru
т. +7-912-619-5167

* * *

Для Вас, радиолюбители!

РАДИО элементы, наборы, материалы, корпуса — наложенным платежом.

Бесплатный каталог.

426072, г. Ижевск, а/я 1333.

ИП Зиннатова Р. К.
Тел. 8-912-443-11-24,
rtc-prometej@yandex.ru

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт **В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань**

РОССИЯ

БРЯНСКАЯ ОБЛ. С 1 января в г. Брянске начинается вещание самого молодёжного и актуального радио — "Like FM Брянск" на частоте 100,3 МГц. Это значит, что будут играть только те современные отечественные и зарубежные композиции, которые действительно привлекательны целевой аудитории радиостанции. Минимум рекламы и максимум музыки (источник — URL: https://vk.com/likefmbryansk?w=wall-6022385_14232 (21.01.21)).

ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛ. С 1 января по решению вещателя "Студия Губерния" филиал РТРС "Воронежский ОРТПЦ" возобновляет трансляцию радиоканала "Наше радио" в шести населённых пунктах Воронежской области. В сетке радиовещания "Нашего радио" выходят региональные врезки радиостанции "Радио Губерния".

"Воронежский филиал РТРС" осуществляет трансляцию "Нашего радио" в населённых пунктах на следующих частотах:

— г. Борисоглебск — частота вещания 100,4 МГц;

— г. Воронеж — частота вещания 100,7 МГц;

— г. Калач — частота вещания 104,3 МГц;

— г. Новохопёрск — частота вещания 91,1 МГц;

— г. Острогожск — частота вещания 103,3 МГц;

— г. Павловск — частота вещания 104 МГц

(источник — URL: <https://voronezh.rtrs.ru/prof/rtrs-region/newspaper/rtrs-vozobnovlyayet-translyatsiyu-radiokanala-nashe-radio-v-voronezhskoy-oblasti/> (21.01.21)).

КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛ. В середине января началось вещание религиозно-просветительской радиостанции "Радио Вера" в г. Калининграде на частоте 97 МГц. Кроме того, на частоте 106,9 МГц радиостанция начала работу и в г. Советске.

Радио "Вера" — это проект инициативной группы православных мирян, заручившихся благословением духовенства Русской Православной Церкви. За прошедшие пять лет вещание радиостанции запущено более чем в 50 городах (источник — URL: <https://foma.ru/radio-vera-nachalovehshanie-v-kaliningrade-i-sovetske.html> (21.01.21)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. В декабре прошлого года запущено вещание радиостанции "ХИТ FM" в г. Белореченске на частоте 93,5 МГц (источник — URL: <http://1region.ru/novosti/136-news-hitfm.html> (21.01.21)).

С 1 января 2021 г. радиостанция "Европа Плюс Туапсе" зазвучала на новой частоте — 97,4 МГц (источник — URL: <http://1region.ru/novosti/137-evropa-plus-vozobnovilaveshchanie-v-gorode-tuapse-nanovoj-chastote.html> (21.01.21)).

Радиостанция "Новое радио" с 13 января вещает в станице Каневской на частоте 103, МГц (источник — URL: https://vk.com/newradio?w=wall-106042931_765713 (21.01.21)).

КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ. С 14 января радиостанция "Новое радио" работает в г. Ужуре на частоте 102,7 МГц (источник — URL: https://vk.com/newradio?w=wall-106042931_765891 (21.01.21)).

С началом нового 2021 г. эфирное вещание "Радио Сибирь" стало доступно слушателям во втором по численности городе Красноярского края. Теперь жители г. Ачинска и близлежащих населённых пунктов смогут ежедневно слушать местные новости и музыку с "сибирским характером" на частоте 102,5 МГц.

В ближайших планах красноярской редакции — увеличение числа выпусков местных новостей совместно с редакцией портала sibnovosti.ru. В будущем станция намерена провести модернизацию технических средств с тем, чтобы

улучшить качество сигнала и получить возможность организации студийных прямых эфиров.

Помимо местного контента, в эфир будут выходить и общесетевые проекты "Радио Сибирь", например "СибЧарт". Кроме этого, станция, как и во всех регионах своего присутствия, обещает радовать жителей края и своими фирменными внеэфирными акциями и мероприятиями (источник — URL: https://www.mkrmedia.ru/developments/radio_sibir_prishlo_v_achinsk-758.html (21.01.21)).

ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛ. Радиоканал "Выборг FM" с 1 января 2021 г. прекратил вещание на частоте 91,2 МГц. Вещание радиостанции "Ретро FM" началось в июле 2013 г. В этом же году её сетевым партнёром стал радиоканал "Выборг FM". В эфир на частоте 91,2 МГц стали выходить новости города, района и Ленинградской области, а также собственные тематические и развлекательные программы. Спустя семь лет, в конце 2020 г. всё завершилось (источник — URL: <https://vyborg.tv/obshchestvo/radiokanal-vyborg-fm-prekrashayet-veshhanie-na-volne-912-fm/> (21.01.21)).

МАГАДАНСКАЯ ОБЛ. Медиахолдинг "ТВ-Колыма-Плюс" запустил вещание радиостанции "Колыма FM" на частоте 107,5 МГц в первый день 2021 г. в г. Магадане.

Самостоятельная радиоистория "Колыма FM" началась в конце лета 2019 г. Тогда охват вещания распространялся на территории всех городских округов. Станцию слушали в населённых пунктах Суусман, Сеймчан, Усть-Омчуг, Палатка, Эвенск, Синегорье, Омсукчан, Сокол, Ягодный, Омчак, Мянуджа и Оротукан.

"Колыма FM" — это круглосуточная полноценная областная радиостанция, которая не рассказывает о московских пробках, как обычно, это делают федеральные радиостанции, которые ретранслируются в Магадане. Это радио, которое рассказывает о проблемах Колымы, о погоде в населённых пунктах, о том, что действительно интересует людей, живущих в Магаданской области (источник — URL: <https://kolymaplus.ru/news/novuyu-volnu-radiokolyma-zapustili-v-magadane-na-chastote-1075/12962> (21.01.21)).

МУРМАНСКАЯ ОБЛ. С 13 января в г. Ковдоре началось вещание на двух радиочастотах: радиостанция "Авто-радио" появилась на частоте 104,9 МГц, радиостанция "Европа Плюс" — на частоте 107 МГц (источник — URL: https://vk.com/tigernet1?w=wall-146246380_1234 (21.01.21)).

30 ноября прошлого года работа радиостанции "Love Radio" началась в г. Апатиты, частота вещания — 107,2 МГц (источник — URL: <http://www.krutoymedia.ru/news/7758.htm> (21.01.21)).

1 января в полночь филиал РТРС "Мурманский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Вести FM" в г. Мурманске на частоте 97,2 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт, высота подвеса передающей антенны — 156 м (источник — URL: <https://it.gov-murman.ru/news/388165/> (21.01.21)).

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. 31 декабря 2020 г. филиал РТРС "Пермский КРТПЦ" дал старт трансляции радиостанции "Радио России" в г. Губаха на частоте 102,1 МГц. Жители Губахинского городского округа и прилегающих территорий Александровского, Гремячинского, Добрянского муниципальных районов Пермского края получили возможность слушать "Радио России" в новом качестве (источник — URL: <https://vesti-perm.ru/pages/9f7f7088b54e47939bdfdbe04b318058> (21.01.21)).

ПРИМОРСКИЙ КРАЙ. Начало января 2021 г. ознаменовалось в г. Партизанске появлением на частоте 100,3 МГц радиостанции "Приморская волна" (источник — URL: <https://www.instagram.com/p/CJnDDQ2AhLI/> (21.01.21)).

ПСКОВСКАЯ ОБЛ. В г. Пскове за несколько дней до Нового года начала вещание новая радиостанция "Вера" на частоте 88,8 МГц, транслируемая через Псковский областной радиотелевизионный центр. Радиус вещания — около 50 км. Вещателем является московский радиоканал "Вера, Надежда, Любовь". Вещание будет осуществляться круглосуточно. Среди программ будут рассказы о любви, славных страницах истории, о детях и самых обычных жизненных радостях. А также в эфире зазвучит отечественная и зарубежная музыка (источник — URL: <https://www.pskov.kp.ru/online/news/4131973/> (21.01.21)).

РЯЗАНСКАЯ ОБЛ. С 1 января в г. Рязани началось вещание радиостанции "Like FM" (источник — URL: https://vk.com/likefmryazan?w=wall-45990515_3374 (21.01.21)).

СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ. С 15 января радиостанция "Новое радио" работает в г. Михайловске на частоте 94,1 МГц (источник — URL: https://vk.com/newradio?w=wall-106042931_766090 (21.01.21)).

С 1 января 2021 г. радиостанцию "Радио Energy" можно услышать в г. Ставрополе, вещание осуществляется на частоте 103,6 МГц (источник — URL: <https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/20183> (21.01.21)).

ТАТАРСТАН. В г. Казани на частоте 98,6 МГц с 14 января работает национальное татарское радио "Китап" — культурно-просветительское радио, созданное АО "Татмедиа". 70 % эфирного времени занимают рассказы и поэзия, а 30 % — музыка. Произведения звучат как в оригинале, так и в озвучке современных артистов (источник — URL: https://vk.com/tatarstan_radiotv?w=wall-14553046_44077 и <https://entermedia.io/news/v-kazani-poyavilos-radio-s-poezijej-natatarskom-yazyke/> (21.01.21)).

ТОМСКАЯ ОБЛ. Филиал РТРС "Томский областной радиотелевизионный передающий центр" (Томский ОРТПЦ) запустил 29 декабря 2020 г. в г. Колпашево передатчик для трансляции радиоканала "Дорожное радио".

Передатчик мощностью 100 Вт на частоте 105,4 МГц охватывает сигнал радиостанции "Дорожное радио" более 35 тысяч жителей городского округа Колпашево и сельских поселе-

ний Колпашевского района (источник — URL: <http://www.niatomsk.ru/more.php?UID=82990> (21.01.21)).

С 11 января 2021 г. радиостанция "Comedy Radio" начала вещание на частоте 90,3 МГц в г. Томске, филиал РТРС "Томский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Comedy Radio" вместо радиостанции "Искатель" в Томске. Изменения связаны с переоформлением лицензии радиоконцерном-вещателя (источник — URL: <https://tomsk.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radiostantsii-comedy-radio-vmesto-radio-iskatel-v-tomske/> (21.01.21)).

ТЮМЕНСКАЯ ОБЛ. ФГУП "ВГТРК" в рамках модернизации сетей радиовещания в Тюменской области перевело радиостанцию "Вести FM" на новую частоту — 96,2 МГц с 1 января 2021 г., мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: <https://tumen.mk.ru/social/2020/12/31/radiostantsiya-vesti-fm-v-tyumeni-budet-veshhat-na-novoy-chastote.html> (21.01.21)).

ТЫВА РЕСПУБЛИКА. С 13 января радиостанция "Радио Звезда" начала вещание в г. Кызыле на частоте 104,4 МГц (источник — URL: https://vk.com/radiozvezda?w=wall-24019666_31475 (21.01.21)).

ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АО (ЮГРА) (21.01.21). Радиостанция "Новое Радио" с 12 января работает в г. Сургуте на частоте 88,6 МГц (источник — URL: https://vk.com/newradio?w=wall-106042931_765583 (21.01.21)).

ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛ. С 31 декабря 2020 г. в городах Челябинске и Копейске на частоте 106,8 МГц вещает радиостанция "Радио Ваня" (источник — URL: https://vk.com/radiovanya?w=wall-356962_58727 (21.01.21)).

ЧУВАШИЯ. Главным достижением прошлого года для республики стал масштабный проект, инициированный правительством региона, по расширению зоны вещания "Таван радио" и "Национального радио Чувашии". Благодаря совместной работе филиала РТРС "РТПЦ Чувашской Республики" и "Национальной телерадиоконцерном Чувашии", удалось установить целый ряд радиопередатчиков в муниципалитетах Чувашии и тем самым добиться 97 %-го покрытия территории республики национальным радиовещанием.

Последним шагом в этой работе стал запуск передатчика в д. Нерядово Марпосадского района. Теперь здешним радиослушателям достаточно настроить радиоприёмники на частоту 94,5 МГц, чтобы услышать программы "Таван радио".

Напомним жителям республики о частотах, на которых стало возможным принимать сигнал радиостанций:

— "Национальное радио Чувашии" доступно жителям Ибресинского района на частоте 101,2 МГц, Ядринского района — на частоте 100,5 МГц, Яльчикского района — на частоте 100,8 МГц, Янтиковского района — на частоте 98,3 МГц.

— "Таван радио" жители г. Алатырь могут слушать на частоте 106,5 МГц, г. Шумерля — на частоте 104,0 МГц, Батыревского района — на частоте

106,9 МГц, Яльчикского района — на частоте 98,7 МГц, Моргаушского района — на частоте 94,2 МГц, Ибресинского района — на частоте 107,5 МГц, Шемуршинского района — на частоте 90,4 МГц (источник — URL: <http://www.cap.ru/news/2021/01/02/zavershena-masshtabnaya-rabota-po-rasshireniyu-zon> (21.01.21)).

ЯКУТИЯ (САХА). В г. Санкт-Петербурге прошёл X Международный форум "Арктика: настоящее и будущее". Это дискуссионная площадка по налаживанию взаимодействия между государствами, бизнес-сообществом, наукой и общественностью. Участники форума отметили, что стратегически важно наличие связи в Арктическом регионе — это обеспечит национальную безопасность, цифровой суверенитет и цифровую трансформацию России в целом.

В основополагающей сессии "Развитие системы связи и телекоммуникационной инфраструктуры в Арктике" с интересным и необычным докладом о перспективах развития мощного цифрового радиовещания в Арктической зоне Якутии выступил генеральный директор ГУП "ТЦТР РС(Я)" Андрей Ребров.

Региональный оператор связи обеспечен условиями жизнедеятельности вахтовых работников, мобильных пользователей автотранспорта, оленеводов, которые оторваны от информации. Наземное радиовещание в КВ-диапазоне прекратилось ещё в 2018 г. И в настоящий момент в диапазоне длинных, средних и коротких волн позиции государства практически сданы, а эфир заполнен иностранными радиостанциями.

Действующие на сегодня 288 радиовещательных станций по Республике Саха (Якутия) охватывают в УКВ-диапазоне 99,2 % населения, локально покрывают только населённые пункты. Их суммарный пространственный охват составляет всего 8 % огромной территории республики.

К разработке системного проекта ТЦТР по строительству сети цифрового радиовещания в стандарте DRM-30 со 100 % охватом территории Якутии части Северного морского пути и Новосибирских островов привлечены ведущие отечественные институты и проектные организации. Ими ведутся оценка и расчёт зон уверенного приёма радиосигналов, которые должны быть устойчивы по времени суток, невзирая на сезонные изменения в течение всего года. Ожидается запуск пилотного проекта (источник — URL: <https://ysia.ru/proekt-po-razvitiyu-moshhnogotsifrovogo-radioveshaniya-v-arkticheskoy-zone-predstavili-narforume-v-sankt-peterburge/> (21.01.21)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

ИНДИЯ. Официально объявлено о возвращении "Всеиндийского радио" ("All India Radio") на короткие волны. Помимо этого, возобновляется непосредственное спутниковое вещание (или иначе — прямое спутниковое

вещание, от англ. Direct-broadcast satellite — DBS или от англ. Direct-to-Home — DTH).

Работа "Всеиндийского радио" была приостановлена 24 марта 2020 г. (потом, правда, в ограниченном объёме вещание восстановилось без всяких официальных объявлений). С 15 января — тестовая работа, с 26 января — регулярная. Расписание скорректировано по сравнению с тем, что было до 2020 г., его можно посмотреть по ссылке URL: <https://www.bclnews.it/2021/01/14/all-india-radios-external-service-to-be-back-on-shortwave/> (21.01.21)).

Что необычно в расписании и сразу бросается в глаза — полное отсутствие передач на английском языке, а также на языках Индии для индийцев, работающих за границей. На русском языке анонсирована только передача в формате DRM (интересно, сколько у нас в стране таких приёмников) с 09.45 до 10.45 на частоте 17830 кГц.

К тому же появились дополнения, которые гласят, что ряду языковых служб (в том числе русской) придётся задержаться с запуском из-за того, что пока нечего транслировать — не готов программный контент (источник — URL: <https://www.bclnews.it/2021/01/14/all-india-radios-external-service-to-be-back-on-shortwave/> (21.01.21)).

КОРЕЯ. Религиозная организация "Far East Broadcasting Corporation" (FEBC) в Корее перед Новым годом завершила строительство новой площадки для передатчика радиостанции HJKX, предназначенного для вещания на частоте 1188 кГц. Месторасположение выбрано довольно удачно около города Ансан, примерно в 50 км к юго-западу от Сеула. Это лучшее место в Корее для трансляции передач в направлении Китая, России и КНДР. Работы были начаты 12 октября 2020 г.

Площадь размещения нового передатчика составляет 48075 квадратных метров (с двумя антенными мачтами и новым зданием радиодомов (21.01.21)). Трансляции будут вестись мощностью 100 кВт. Но новый передатчик может выдавать в антенну 250 кВт. В сообщении не указано, что будет с прежним передатчиком (источник — URL: http://seoul.febc.net/program_122/program_122_board_5/945866 на корейском языке (21.01.21)).

СМИ. Радиостанция "Звезда" извещает, что с 1 января возобновлено круглосуточное вещание в регионах. Симферополь, Ялта, Курган, Орск и многие другие города России снова смогут слушать ночной эфир (источник — URL: https://vk.com/radiozvezda?w=wall-24019666_31253 (21.01.21)).

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации сообщает о планируемом продлении до конца 2021 г. положений, установленных приказом Минцифры России от 15.06.2020 № 281 "О временном сокращении перечней лицензионных требований и условий в сфере телевизионного вещания и (или) радиовещания" и позволивших вещателям теле- и радиоба-

налов, а также, соответственно, операторам связи, оказывающим им услуги по трансляции, временно сокращать вещание в ночные часы, уменьшать мощность передатчика, переходить со стереорежима вещания на менее энергозатратный монорежим и даже приостанавливать вещание.

Приказ Минцифры России будет подписан после принятия соответствующего постановления правительства Российской Федерации, которое в рамках особых полномочий может устанавливать особенности лицензирования и государственного контроля в целях оперативной поддержки субъектов экономической деятельности (источник — URL: <https://digital.gov.ru/ru/events/40290/> (21.01.21)).

Хорошего приёма и 73!

Вышла в свет новая книга

Беспроводные сенсорные сети. Учебное пособие для вузов / Б. Я. Лихтцандер, Р. В. Киричек, Е. Д. Федотов, и др. Под общей редакцией Б. Я. Лихтцандера. — М.: Горячая линия — Телеком, 2020. — 236 с.: ил.

ISBN 978-5-9912-0822-2



Беспроводные сенсорные сети

Рассмотрен новый тип телекоммуникационных сетей — беспроводные сенсорные сети. Представлены основные сведения о технологиях, заложивших принципы построения

беспроводных сенсорных сетей. Подробно рассмотрены первичные преобразователи, алгоритмы функционирования, способы маршрутизации и механизмы управления такими сетями. Приведена информация о классе высокомобильных сетей — "летающих сетей". Особое внимание уделено вопросам энергосбережения и обеспечения длительной непрерывной работы сенсорных сетей. Комплексно рассмотрены действующие международные стандарты в области беспроводных сенсорных сетей.

Для студентов вузов, обучающихся по инфокоммуникационным и радиотехническим специальностям, при выполнении ими курсового и дипломного проектирования. Книга будет полезна преподавателям, научным работникам, аспирантам, специализирующимся в области исследования беспроводных сетей связи.

WWW.TECHBOOK.RU

Справки по тел.: (495) 737-39-27

УМЗЧ на лампе 6М70

В. ФЕДОСОВ, г. Краснодар

В последнее время ламповые усилители как бы переживают своё второе и, даже можно сказать, третье рождение. Ламповые усилители обсуждают на многочисленных форумах в Интернете. Их собирают не только радиолюбители, но и серийно выпускают известные фирмы-производители из многих стран мира. В некоторых странах даже возобновлён выпуск радиоламп, которые сняли с производства ещё в 1970—1980-е годы. И всё это происходит несмотря на, казалось бы, очевидные недостатки ламп по сравнению с полупроводниковыми приборами: наличие накала, потребляющего значительную мощность; высокое анодное питающее напряжение; малый срок службы ламп. Но всё же на базе ламп делают небольшую часть высококачественной акустической усилительной аппаратуры классов Hi-Fi и Hi-End. Ламповые усилители отличаются, как правило, простотой, относительно небольшим числом элементов и, самое главное, коротким спадающим спектром гармоник.

При налаживании и проведении измерений были использованы программа "Спектролаб" О. Я. Шмелёва и измеритель нелинейных искажений СК6-13.

В статье приводится описание УМЗЧ на лампе 6М70 с высоковольтным питанием около 1000 В. Поэтому будьте внимательны, не отвлекайтесь на посторонние дела, соблюдайте предельную безопасность! Изучите правила техники безопасности и неукоснительно их соблюдайте, а для усилителя выберите надёжный закрытый корпус.

Схема усилителя показана на рис. 1. При конструировании усилителя была поставлена задача собрать относительно недорогой однотактный усилитель на доступных лампах, в частности, лампах 6Н1П, 6Н2П и на выходной лампе 6М70, которая изначально спроектирована на максимальную линейность. 6М70 — уникальная прямокальная лампа, выпускалась как с медным, так и с графитовым анодом. Её достоинства по праву оценены за рубежом, особенно там, где нет предвзятого отношения к стране происхождения этого прибора. Существуют даже клубы любителей 6М70. Аудиофилы говорят об удивительном напоре, мощности и одновременно о высокой музыкальности и эмоциональности её звучания. Но в усилителе можно применить и другие генераторные лампы, например, 6К71, 6У13, 6У50. Также возможно применение и таких ламп, как 2А11, 845, 300В и т. д. При выборе ламп для выходного каскада необходимо лишь установить паспортный режим под выбранную лампу.

Вход усилителя — балансный. Балансная схемотехника давно вышла из разряда сугубо профессиональной и в большинстве случаев стала обязательным атрибутом техники Hi-End. Балансные соединения подавляют синфазный шум и помехи. Усилитель имеет три цепи обратной связи, три каскада усиления и один разделительный конденсатор. Балансный сигнал через регулятор уровня — переменные резисторы R7.1 и R7.2 — поступает на первый каскад усиления, который собран на ОУ DA1. Первый каскад имеет коэффициент усиления 12 и собственную петлю (местную) ООС. Применяя в первом каскаде ОУ, легко реализовать и балансный вход. При балансном (симметричном) подключении меньше наводок.

ОУ работает в классе А на высокоомную нагрузку, поэтому его собственные искажения очень малы. Здесь применён ОУ LME4971, однако их выбор очень широк, поэтому можно установить тот, который более предпочтителен. К примеру, можно установить ОУ NE5532, OPA2134, ADA4627, AD8512. Всегда старайтесь использовать симметричное подключение, если такое имеется. Это даёт не только увеличение громкости, но и прирост качества. У большинства микросхем ЦАП выход парафазный, затем, как правило, следуют фильтры на двух ОУ и только потом дополнительный ОУ, который превращает балансный (парафазный) сигнал в небалансный. Поэтому при балансном подключении можно исключить из ЦАПа один операционный усилитель. Вывести балансный сигнал из ЦАПа также не сложно.

Далее звуковой сигнал подаётся на второй усилительный каскад, который собран на лампе VL1. За счёт высокоомной динамической нагрузки его коэффициент усиления — около 100. Сюда же на сетку лампы через резистор R14 поступает сигнал общей ООС. Усилитель с ООС по напряжению обладает меньшей зависимостью выходного напряжения от сопротивления нагрузки. Сигнал, поступающий на лампу VL1, имеет уровень в несколько раз больше необходимого. Это позволяет увеличить глубину ООС, что приводит к ещё большему снижению искажений в усилителе.

Затем сигнал через катодный повторитель на лампе VL2 и разделительный конденсатор C18 подаётся на сетку выходной лампы VL4, на которой собран выходной каскад усилителя. Выходная лампа охвачена местной ООС по постоянному току. Выходной каскад усилителя имеет коэффициент усиления около 6,7. Для существенного снижения влия-

ния сеточного тока на режимы выходной лампы в её сеточной цепи установлен дроссель L1, функцию которого выполняет первичная (сетевая) обмотка трансформатора ТПГ-2. По постоянному току эта обмотка имеет сопротивление 1,6 кОм, а по переменному току её сопротивление существенно больше, что позволяет уменьшить влияние сеточного тока и снизить нагрузку на драйвер — гибридный катодный повторитель, который собран на лампе VL2 и транзисторах VT2, VT3. По постоянному току можно рассматривать, что сетка лампы VL4 через сопротивление обмотки 1,6 кОм подключена непосредственно к истоку полевого транзистора VT6.

Применение ёмкостной связи между каскадами — классическая схемотехника. Межкаскадный конденсатор C18 (напряжение 1000 В), конечно, оказывает влияние на звук, но такие конденсаторы, как ССГ, К31, ФТ-2, ФТ-3, Wima MKP, Novland, Auri, Cardas, Jensen PIO, в звуковом тракте практически нейтрально прозрачны. В радиолюбительской литературе описано применение в качестве разделительных конденсаторов ССГ, СГМ-4, К31-11-3Г (слюда+серебро) или мечта аудиофила — конденсаторы K71, K78, K73, K40У-9, K40У-2, K42У-2, ФТ, КГБ-И, К77-1. Применение ёмкостной связи между каскадами имеет некоторые преимущества. Это позволяет сделать усилитель технологически более простым, поскольку каскады можно настроить отдельно, коррекция режима драйвера не оказывает прямого влияния на режим выходного каскада. Лампы в таком усилителе работают безопасно, а неожиданный отказ лампы драйвера не приводит к фатальным последствиям для выходного каскада. Однако многие аудиофилы считают, что и один переходной конденсатор вреден, поэтому обратимся к цитате. По мнению В. Шушурина [1, с. 64], "...идея УПТ неприемлема при построении транзисторных звукоусилительных устройств..., так как при этом неестественно звучат акустические инструменты басового регистра. Неестественность эта весьма незаметна, и с трудом осознаётся даже профессиональными музыкантами, и полностью исчезает при введении ёмкостной связи между предварительным и окончательным каскадом".

Ток драйвера — 28 мА, а сопротивление в цепи сетки VL4 по постоянному току — 1,6 кОм, что позволяет надёжно управлять выходной лампой. Для поддержания требуемого тока катодного повторителя на транзисторе VT2 собран генератор тока. Через транзистор VT3 активные элементы драйвера охвачены местной ООС, что позволяет уменьшить его выходное сопротивление, снизить потери в катодном повторителе и уменьшить искажения. Транзистор VT5 выполняет функцию вольтодобавки, вследствие чего напряжение на гибридном катодном повторителе при любом уровне сигнала остаётся неизменным, что позволяет уменьшить интермодуляционные и нелинейные искажения. На лампе VL3 и транзисторе VT4 собран ещё один генератор тока, динамическое выходное сопротивление которого

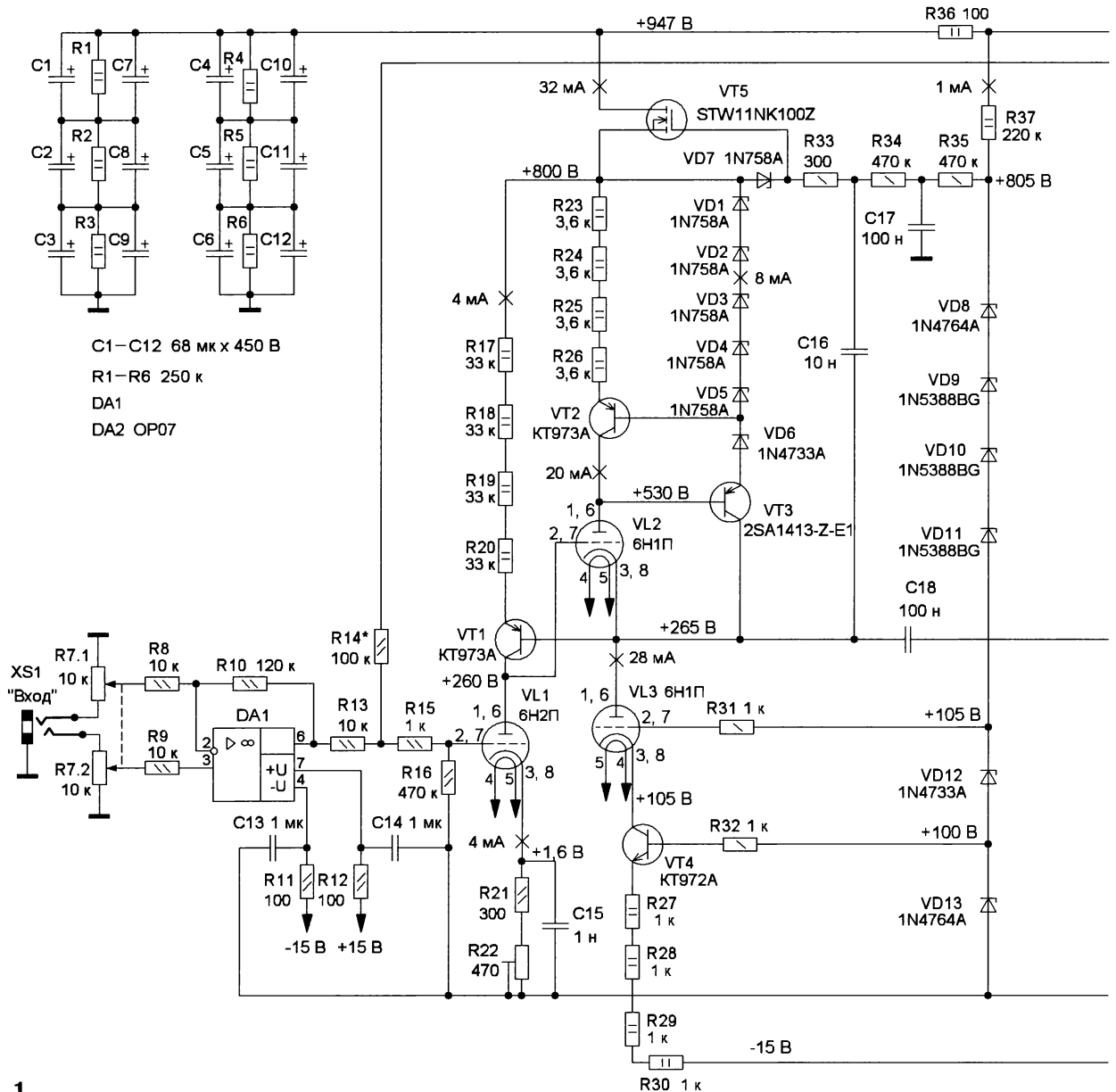


Рис. 1

несколько сотен килоом. Максимальный уровень выходного напряжения драйвера — 110 В (RMS), что практически хватает для раскачки мощных генераторных ламп, таких как 6М70, 6К71, 6У13, 6У50 и им подобным. Полоса пропускания драйвера (без выходного каскада) — от 4 Гц до 150 кГц. Частота единичного усиления — 300 кГц.

Общий коэффициент усиления всех каскадов — около 8040. Если требуется ещё более уменьшить КНИ, необходимо применить в первом каскаде лампы с большим усилением, например 6С17К, тогда общий коэффициент увеличится до 14472. При использовании в первом каскаде лампы 6НВ5 или 6НН5 с коэффициентом усиления 300 общий коэффициент увеличится до 24120.

Теперь немного о выборе точки подключения ООС. Резистор R14 цепи ООС

подключён непосредственно к клеммам для АС. В этом случае общая ООС будет противодействовать энергии противо-ЭДС АС, уменьшая отклик на импульс. Кроме того, такая ООС за счёт лучшего демпфирования АС будет снижать искажения переходной характеристики, которые проявляются как эффекты "размытости", "гудения" и "запаздывания баса".

Известно, что для уменьшения фона, поступающего с катода прямокальной лампы, применяют выпрямители различных модификаций с балансным резистором. Для исключения из схемы балансного резистора и для создания средней точки в цепи накала используются два импульсных регулируемых источника питания. Ток накала у лампы 6М70, согласно паспортным данным, — 3 А. Поэтому выбираем источники с

напряжением 12 В и с током до 4,2 А. Настраивают источники на напряжение 10 В, включают последовательно, а среднюю точку через резистор R40 подключают к общему проводу ("земле"). Затем, балансируя двумя источниками питания (изменяя их выходное напряжение в небольших пределах), добиваются минимального фона на выходе усилителя. Импульсные стабилизированные источники питания функционально настроены на максимальный ток 4,2 А и при превышении этого значения выключаются и включаются заново, вследствие чего при включении усилителя отсутствует бросок тока накала. Для противников применения импульсных источников могу сообщить следующее: напряжение шумов, измеренное на выводах накала лампы, — 2 мВ. Кроме того, необходимо оценивать и

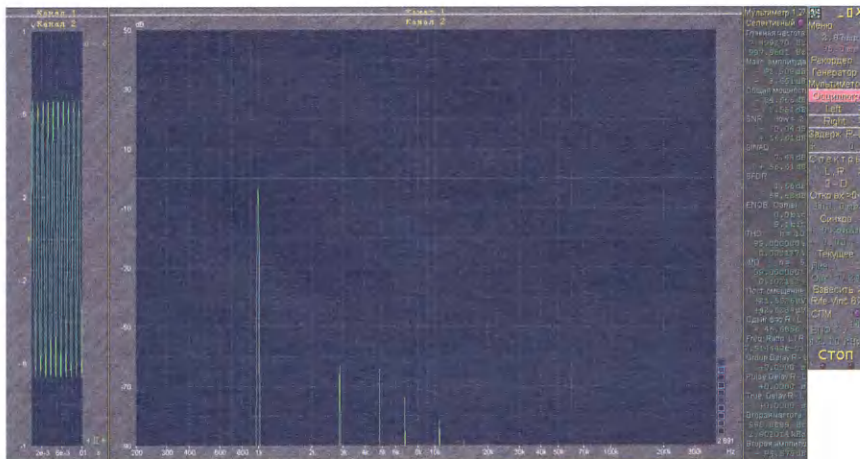
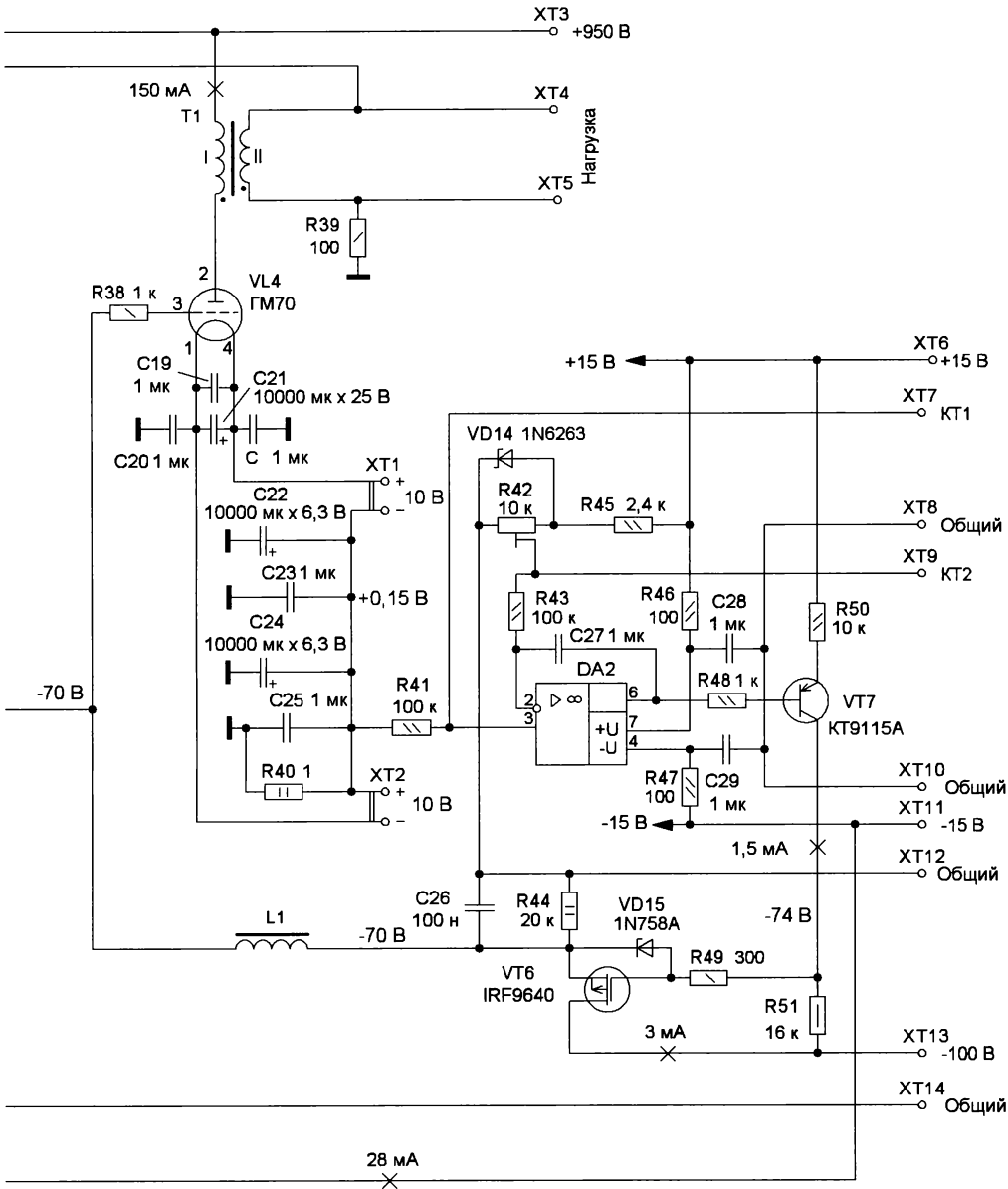


Рис. 2

инерцию нити накаливания, поэтому страх запитать накал лампы импульсным источником питания несостоятелен.

В результате по факту получается стабилизатор напряжения накала с мягкой характеристикой включения. Для чего он здесь нужен? Напряжение питающей, особенно перегруженной, сети заметно изменится, что влечёт за собой сокращение срока службы катода лампы и приведёт к уменьшению полезной отдачи мощности, увеличению вероятности появления дополнительных гармонических составляющих за счёт возможного, точнее неизбежного, со временем ограничения тока анода. Резкая подача напряжения питания накала приводит к поверхностному растрескиванию нити накала, увеличению её сопротивления и, как следствие, к недонакалу катода. На характеристике лампы может появиться перегиб, и расчётную мощность лампы реализовать не удастся. Стабилизатор накала с мягкой характеристикой включения позволяет лампе прослужить много лет! Стабилизаторы в закрытом корпусе установлены на задней стенке усилителя и прекрасно охлаждаются.

А теперь рассмотрим автоматическую систему контроля тока анода, которая позволяет точно осуществлять непосредственную регулировку тока покоя в рабочей точке, а главное — снимать с лампы максимальную мощность. Точный контроль постоянного тока повышает надёжность и увеличивает срок службы лампы.

Для контроля тока анода в среднюю точку импульсных блоков питания установлен измерительный резистор R40 сопротивлением 1 Ом. Напряжение с этого резистора поступает на инвертирующий вход ОУ DA2. На инвертирующий вход подаётся образцовое напряжение с подстроечного резистора R42. Если средний ток лампы увеличится, увеличится и напряжение на резисторе R40. Оно будет усилено ОУ, и в результате ток через транзистор VT7 уменьшится. Это приведёт к уменьшению падения напряжения на резисторе R51. В результате ток через транзистор VT6 увеличится. Поскольку это напряжение явля-

ется запирающим для лампы VL4, ток через неё уменьшится и вернётся в исходное состояние.

Анодный ток покоя лампы VL4 устанавливают подстроечным резистором R42. Лампа 6М70 с графитовым анодом не боится пиковых перегрузок, поэтому её анодный ток необходимо установить таким, чтобы анод был тёмно-красного цвета. В этом случае можно снять максимальную мощность с минимальными

искажениями. Ценное свойство усилителя с глубокой ООС по постоянному току — стабильность режима работы лампы на максимально возможной мощности, т. е. независимость режима от изменения температуры окружающей среды, параметров ламп и деталей, входящих в усилительный каскад.

Максимальная (до начала видимого ограничения выходного сигнала) выходная мощность — около 25 Вт. Макси-

мальное входное напряжение — 1 В. Полоса рабочих частот — от 4 Гц до 100 кГц. КПД на границе клиппирования (25...26 Вт) — не более 0,094 %. При снижении выходной мощности искажения соответственно также уменьшаются. При мощности 2,25 Вт КНИ — 0,041 %, при выходной мощности 9 Вт КНИ — 0,067 %. В спектре искажений фактически доминирует вторая гармоника. При испытании меандром с частотой 1 кГц выбросы на прямоугольных импульсах, в случае любой реактивной нагрузки без цепей высокочастотной коррекции, отсутствуют. Результаты измерений КНИ и прослушивания служат доказательствами высокого качества усилителя.

Напряжение шумов на выходе усилителя — 2 мВ. Это обеспечивает динамический диапазон усилителя не менее 74 дБ, а это очень хороший показатель для лампового усилителя на прямональном триоде. Напомню, средние "запыленная" виниловая пластинка и магнитная запись на кассете со скоростью 4,76 см/с обеспечивают в среднем 45 дБ. Динамический диапазон отвечает за микродинамику. Поэтому большой динамический диапазон нужен, чтобы даже самые слабые звуки, от щётчек или от треугольника у барабанщика, не потерялись в фоне и шумах усилителя. И уж, конечно, усилитель с большим динамическим диапазоном отлично справится с воспроизведением звучания симфонического оркестра от пианиссимо до форте и фортиссимо.

Для наглядности рассмотрим спектр входного и выходного сигналов усилителя при работе с выходной мощностью 25 Вт на нагрузку сопротивлением 4 Ом. Для чистоты эксперимента были использованы два различных генератора сигналов. Спектр выходного сигнала измерительного генератора показан на рис. 2, а спектр выходного сигнала УМЗЧ — на рис. 3.

Для лабораторного НЧ-генератора спектр выходного сигнала показан на рис. 4, а соответствующий спектр выходного сигнала УМЗЧ — на рис. 5.

Многим читателям журнала "Радио", а также аудиофилам был бы интересен и сравнительный приборный анализ между лампами с медным и графитовым анодами. Поэтому специально, для сравнения, в этот усилитель были поочередно установлены такие лампы, после чего проводились прослушивания и измерение КНИ. Режим работы лампы: анодное напряжение — +950 В, напряжение сетки — -70 В, ток анода — 150 мА. При смене ламп нелинейные искажения в пределах сотых долей процентов не изменялись. Перед эксплуатацией мощных ламп рекомендуется провести их жестчение [2]. Если нет такой возможности, то на лампу подают только необходимое напряжение накала и оставляют работать на сутки.

Теперь немного о выходном трансформаторе и о выборе железа для него. Трансформатор намотан на магнитопроводе Ш32х95 с эффективной площадью $S_{эф} = 27,36 \text{ см}^2$. Первичная обмотка — 400+800+800+800+400 витков проводом диаметром 0,33 мм. Вторичная обмотка — 92 (4 Ом), 112 (6 Ом),

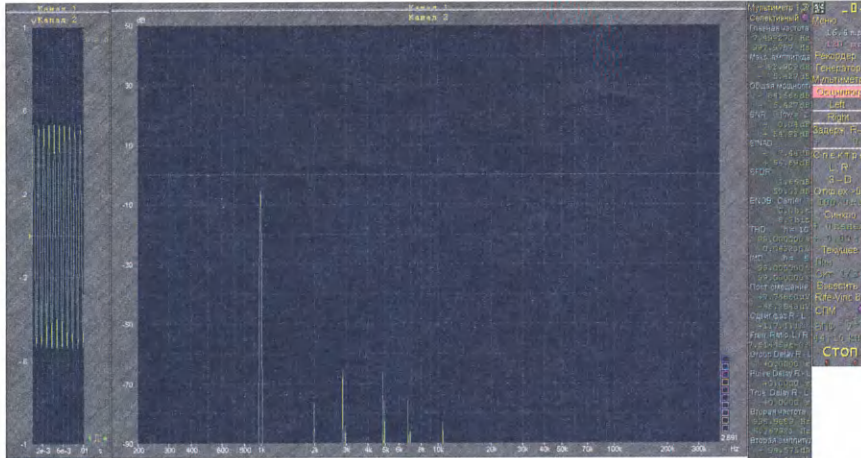


Рис. 3

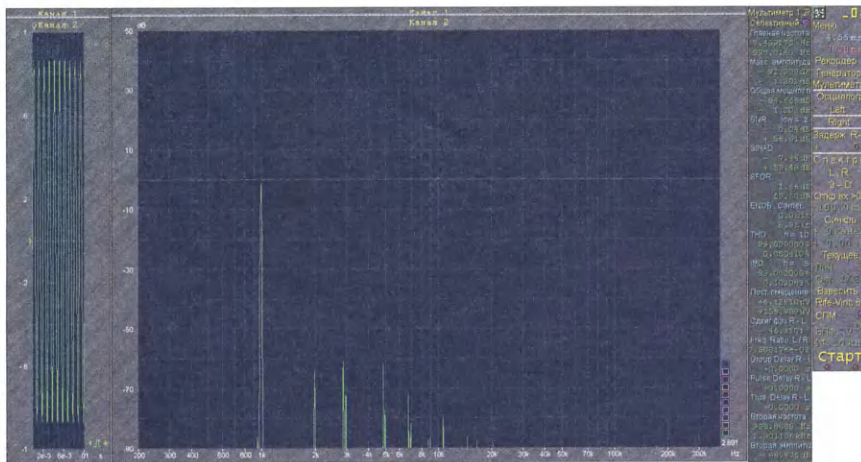


Рис. 4

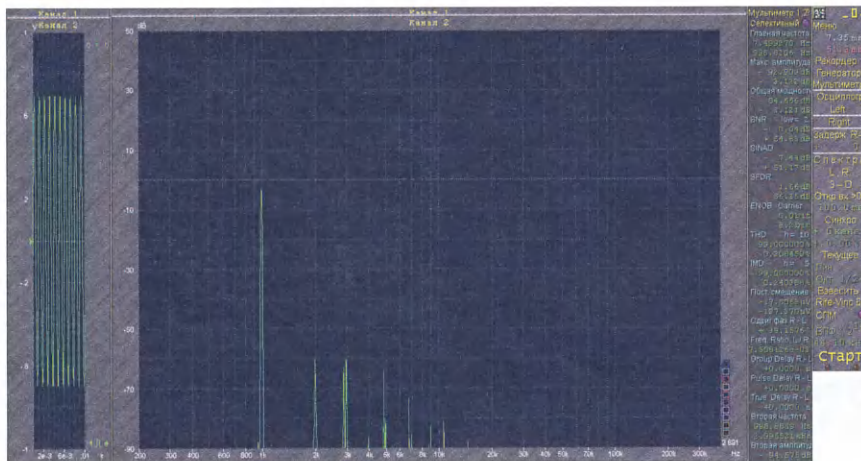


Рис. 5

130 (8 Ом) витков проводом диаметром 0,51 мм (пять обмоток в параллель). Толщина обмоток с прокладками — 27...32 мм. Межобмоточные прокладки жёстко сделать толще для уменьшения паразитной ёмкости.

Качество звучания лампового усилителя кардинально зависит именно от качества материала и от конфигурации магнитопровода выходного трансформатора, а также от правильности его расчётов и корректности его изготовления. Лучшим выбором из отечественных сталей будут 3414 (Э330А) и 3413 (Э330), также неплохие трансформаторы получаются при использовании стали 3411 (Э310).

Налаживание, как всегда, начинают с блока питания. Первоначально отключаем все цепи питания, идущие к усилителю. Начинаем, проверяем режимы работы источников питания. Если всё собрано без ошибок, проблем не возникнет. Далее



Рис. 6

устанавливают напряжение импульсных источников питания, а затем вставляют лампу VL4. Проверяют работу импульсных источников вместе с лампой. Подключают к усилителю напряжения питания +15 В и -15 В. Далее подстроечным резистором R42 устанавливают ток покоя лампы номинальным, а затем плавно, учитывая инерцию анода, доводят ток анода до максимального значения. При этом цвет анода будет тёмно-вишнёвым, а напряжение на сетке, указанное на схеме, установится автоматически. Ориентироваться необходимо не на напряжение смещения, а на максимально рассеиваемую мощность лампы.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Куниловский С.** Усилитель мощности LAMM Audio Laboratory M 1.1. Комментарий В. Шушурина к статье. — *Аудиомагазин*, 2000, № 2, с. 61—64.

2. Жестчение генераторных ламп. — URL: http://www.cqham.ru/pa49_13.htm (24.01.21).

Высококачественный транзисторный усилитель

А. СОКОЛОВ, San Diego, USA

Я — аудиофил со стажем более 40 лет и читатель "Радио" с 1964 г. За это время я изготовил немало транзисторных и ламповых УМЗЧ. Последний, двухтактный ламповый на 6П36С, звучал лучше всех, но потреблял много энергии, много весил и сильно грелся, что меня напрягало. Тогда я задался целью сконструировать транзисторный усилитель, не уступающий ламповому. Полагаю, мне это удалось. По крайней мере, моё аудиофильское ухо не слышит неприятных "транзисторных" призвуков. Этот усилитель имеет несколько отличительных особенностей:

— однополюсная частотная характеристика, соответствующая однокаскадному усилителю, позволила исключить частотную коррекцию на запаздывание, необходимую в типичных двухполюсных схемах, и, следовательно, уменьшило динамические искажения;

— токовый вход и токовое управление всеми биполярными транзисторами позволили минимизировать нелинейные искажения во всех каскадах;

— полная симметрия усилителя и, следовательно, малый уровень чётных гармоник;

— эффективное использование напряжения питания.

Хочу отметить, что этот усилитель работает и сейчас, хотя и остался в подмосковной квартире. Я уже более десяти лет живу и работаю в США. Мне удалось воссоздать мою давнюю разработку и провести её анализ с помощью симулятора электронных схем Simetrix. Результаты моделирования точно совпадают с реальными параметрами усилителя. Звук усилителя — мягкий и приятный, не хуже лампового, хотя тембр у лампового всё же немного другой.

Схема усилителя показана на **рис. 1**. Входной каскад выполнен по симметричной каскадной схеме общий эмиттер—общая база на транзисторах VT1—VT4. Этот каскад имеет высокое выходное сопротивление, что весьма благоприятно для токового управления последующими каскадами. Эмиттеры транзисторов VT1 и VT2 соединены с общим проводом по переменному току через конденсаторы C4 и C5 для снижения входного сопротивления, что благоприятно для токового входа. Такое включение обычно не используется в УМЗЧ из-за высокой нелинейности при

управлении входным напряжением, но при токовом управлении транзисторами эта нелинейность не столь существенна. Такой каскад имеет большое усиление — около 70 дБ, инвертируя входной сигнал только один раз.

Последующие каскады — это обычный симметричный усилитель тока на распределённых комплементарных составных транзисторах, широко используемых в УМЗЧ. Напряжение питания входного каскада больше напряжения питания благодаря вольтодобавке — RC-цепям R11C8 и R12C9. Это позволило увеличить максимальную амплитуду выходного напряжения за счёт компенсации падения напряжения эмиттер—база транзисторов усилителя тока VT7, VT9, VT11 и VT8, VT10, VT12. В результате максимальная амплитуда выходного напряжения всего на 1 В меньше напряжения питания, в то время как типичная величина этой разности — не менее 5 В. Усилитель хорошо защищён от перегрузок по входному сигналу. Резисторы R2 и R4 защищают транзисторы VT3 и VT4 от пробоя перехода эмиттер—база, резисторы R20 и R22 препятствуют слишком глубокому насыщению выходных транзисторов, а конденсатор C10 предохраняет выходные транзисторы от сквозного тока при очень сильных перегрузках по входному сигналу, когда выходное напряжение становится близким к прямоугольному.

С помощью транзисторов VT5, VT6 и резисторов R13—R16 устанавливается ток покоя выходных транзисторов VT11 и VT12. Плавная регулировка тока покоя производится подстроечным резисто-

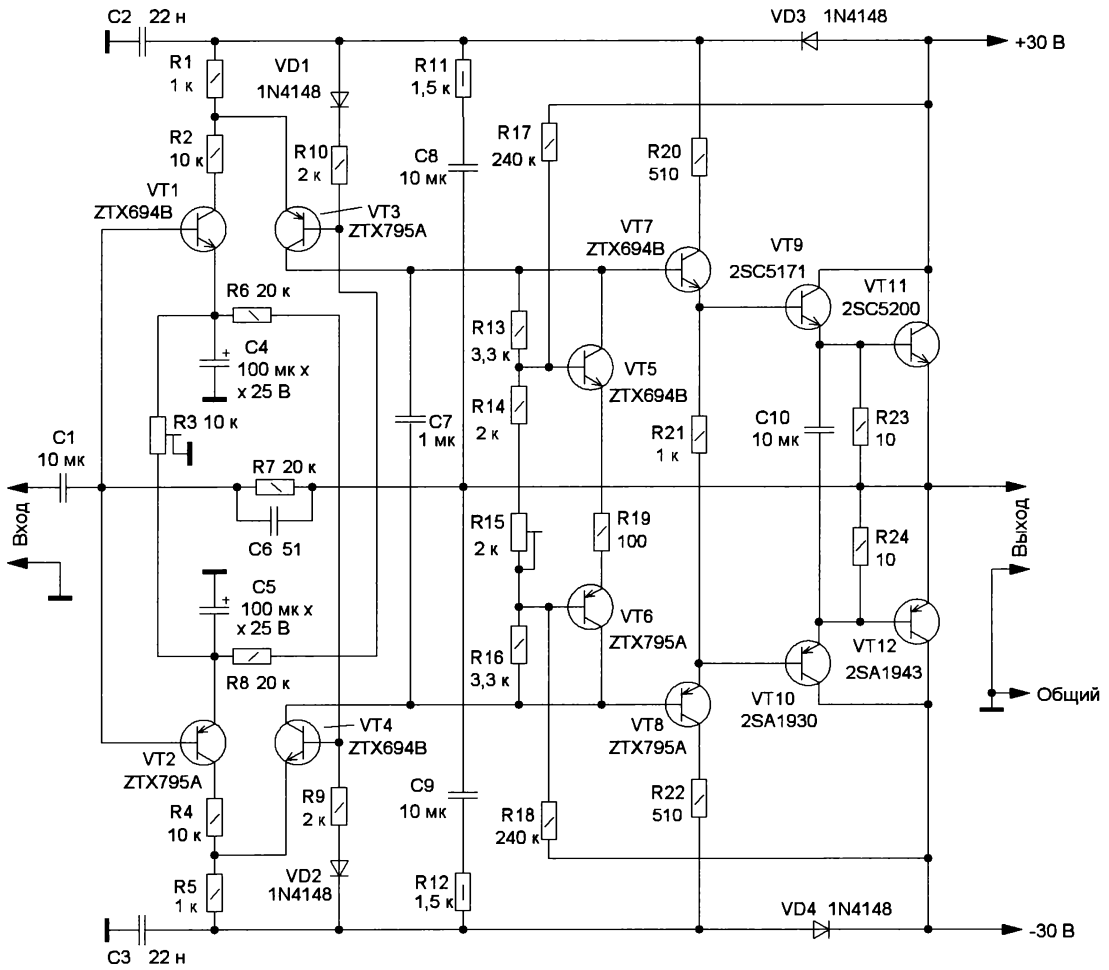


Рис. 1

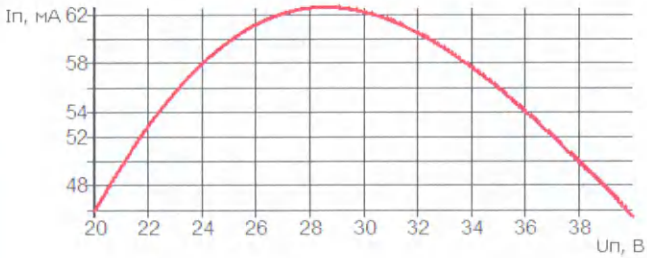


Рис. 2

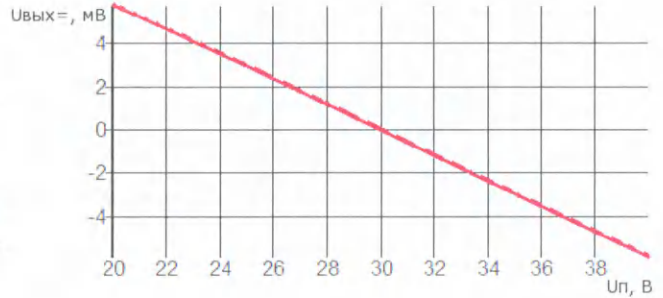


Рис. 4

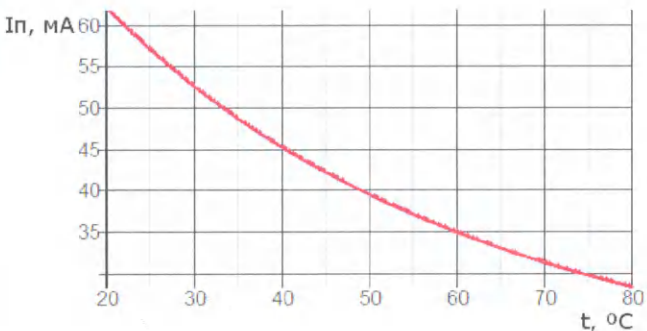


Рис. 3

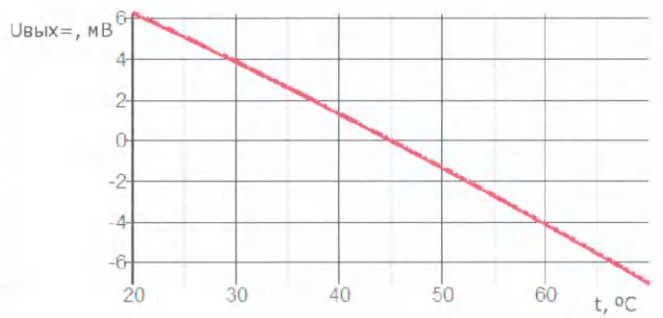


Рис. 5

ром R15. Транзистор VT5 в пластмассовом корпусе смонтирован на общем теплоотводе выходных транзисторов VT9—VT12. Такая нетипичная двухтранзисторная схема позволила уменьшить зависимость тока покоя как от напряжения питания, так и от температуры. Оптимальный ток покоя выходных транзисторов — 45 мА при 20 °С и напряжении питания ±30 В. При повышении температуры ток покоя автоматически снижается до 28 мА при 80 °С, что защищает выходные транзисторы от теплового пробоя. При этом искажения не увеличиваются из-за токового управления транзисторами. Графики зависимости тока покоя I_n от напряжения питания U_n и температуры t °С приведены на **рис. 2** и **рис. 3** соответственно.

В силу полной симметрии схемы сдвиг нуля ($U_{\text{вых}}$) на выходе весьма незначительно зависит как от напряжения питания (**рис. 4**), так и от температуры (**рис. 5**). По этой же причине всплески постоянного напряжения на выходе усилителя при включении питания отсутствуют, однако при подключении предварительного усилителя это правило может быть нарушено, поэтому использование устройства защиты АС тем не менее весьма желательно.

Общая обратная связь по напряжению осуществляется через резистор R7 и конденсатор C6 с коррекцией на опережение по фазе. Главной особенностью описываемого УМЗЧ является почти однополосная частотная характеристика при разорванной петле обратной связи, примерно соответствующая однокаскадному усилителю, т. е. вход-

Основные технические параметры

Максимальная выходная мощность при напряжении питания ±30 В и нагрузке 4 Ом, Вт	0,90
Полоса пропускания по уровню -3 дБ, Гц	0,27...180000
Крутизна преобразования входного тока, В/мА	0,20
Нелинейные искажения на частоте 1 кГц при выходном напряжении 5 В, %	0,0001
Нелинейные искажения при выходной мощности 85 Вт в диапазоне от 20 Гц до 10 кГц, %	0,02
Динамические искажения, %	0,02
Интермодуляционные искажения, %	0,02

Отклик усилителя на прямоугольный входной сигнал приведён на **рис. 6**. Наблюдается почти идеальное усиление сигнала прямоугольной формы до 20 кГц. Нет никакого звона или значительного завала на фронтах благодаря однополосной частотной характеристике и коррекции на опережение по фазе.

Все параметры получены в результате моделирования усилителя в симуляторе электронных схем Simetrix при напряжении питания ±30 В и температуре 45 °С. В качестве нагрузки использована эквивалентная схема закрытой АС с панелью акустического сопротивления (ПАС), номинальным сопротивлением 4 Ом и собственной резонансной частотой 30 Гц. Эквивалентная схема нагрузки показана на **рис. 7**, а соответ-

просто линейна в диапазоне частот от 10 Гц до 10 кГц, она горизонтальна, т. е. фазовый сдвиг 180° не зависит от частоты, как в хорошем однокаскадном усилителе. Это способствует очень малым фазовым искажениям и, следовательно, улучшает звучание. Фазовые искажения обычно не фигурируют в параметрах УМЗЧ, но звучание меняют, и не в лучшую сторону. Эти искажения, кстати, характерны для усилителей с двойным и более инвертированием сигнала от входа до выхода. По этой же причине я не использую операционные усилители в УМЗЧ, но это сугубо личное мнение. Ёмкость разделительного конденсатора C1 выбрана довольно большой для того, чтобы уменьшить размах выходного напряжения предварительного усилителя с токовым выходом, поскольку конденсатор интегрирует входной ток. Это требуется для снижения искажений, а также для предотвращения клиппирования выхода предварительного усилителя при полном требуемом размахе входного тока 3 мА на максимальной громкости.

Для измерения динамических искажений использовано наложение синусоидального сигнала малой амплитуды и частотой 10 кГц на сигнал треугольной формы частотой 700 Гц максимальной большой амплитуды, как показано на **рис. 10**. Измерены искажения малого сигнала частотой 10 кГц на выходе с помощью анализатора спектра.

Интермодуляционные искажения измерены путём наложения двух сильных сигналов одинаковой амплитуды с частотами 2 кГц и 3 кГц, как показано на **рис. 11**.

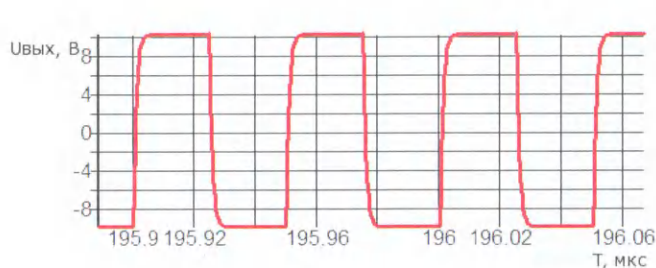


Рис. 6

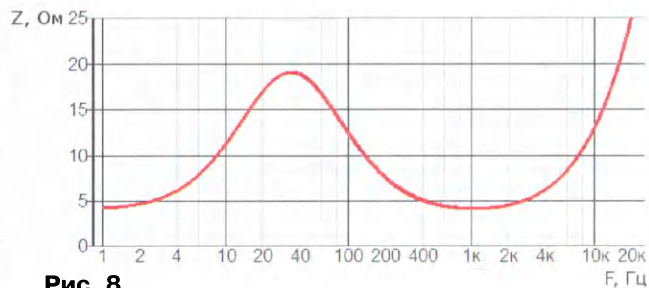


Рис. 8

ной сигнал от входа до выхода инвертируется только один раз. Это позволило отказаться от стандартной частотной коррекции на запаздывание и существенно уменьшить слышимые искажения, улучшив звучание усилителя, и сделать его, на мой взгляд, не хуже лампового. Мой двухтактный ламповый усилитель на 6П36С звучит всё-таки несколько иначе, но не лучше. Особенно приятно описываемый усилитель звучит на малой и средней громкости, как раз там, где различные искажения, на мой взгляд, слышнее всего.

Из-за параллельной обратной связи входное сопротивление усилителя близко к нулю. Таким образом, усилитель воспринимает входной ток, а не входное напряжение. Это позволило уменьшить искажения сигнала, но потребовало специального предварительного усилителя с токовым выходом, т. е. с высоким выходным сопротивлением.

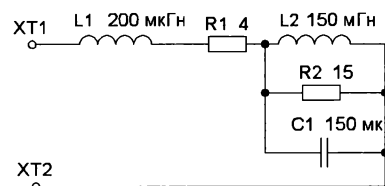


Рис. 7

ствующая зависимость импеданса нагрузки от частоты — на **рис. 8**. Использование эквивалента АС вместо резистивной нагрузки даёт более адекватные результаты анализа.

Частотно-фазовая характеристика усилителя показана на **рис. 9**. Нижняя граница определяется ёмкостью конденсатора C1 и выходным сопротивлением предварительного усилителя, которое должно быть высоким, не менее 50 кОм. Фазовая характеристика не

При этом измерялась амплитуда разностного сигнала частотой 1 кГц для определения коэффициента взаимной модуляции, т. е. интермодуляционных искажений. Частотно-фазовая характеристика усилителя с разорванной обратной связью (диаграмма Боде) приведена на **рис. 12**. Спад усиления наблюдается на частотах выше 10 кГц и падает до единицы на 1,5 МГц. Запас по фазе на этой частоте составляет 80 градусов. Это очень хороший результат, свидетельствующий о высокой устойчивости усилителя и точной отработке взрывных перепадов громкости, характерных для симфонического оркестра.

В конструкции были использованы выводные элементы для навесного монтажа с целью упрощения сборки в домашних условиях. Можно, конечно, использовать и детали для поверхностного монтажа. Электрическая и тепловая нагрузки основных компонентов при

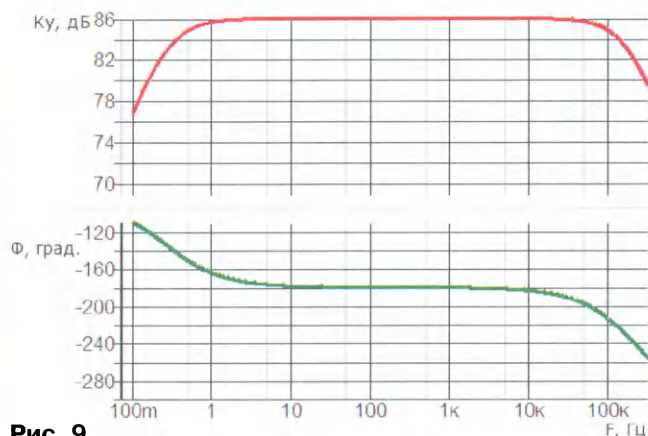


Рис. 9

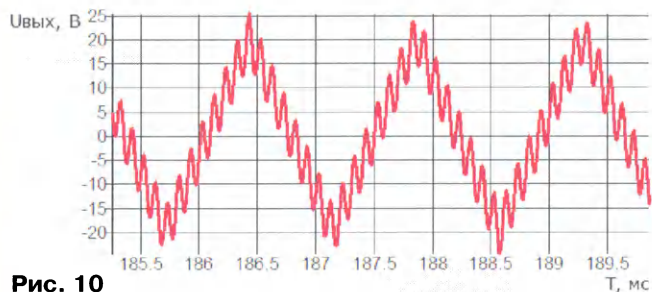


Рис. 10

полной выходной мощности приведены в таблице. Там же указаны и возможные замены элементов. На всех остальных резисторах рассеивается мощность не более 10 мВт.

Транзисторы VT1, VT2 должны иметь большой и желательно близкий коэффициент передачи тока β_{213} для снижения

напряжению. Транзисторы выходного каскада (VT9, VT10, VT11, VT12) установлены на общий теплоотвод, достаточный для рассеивания мощности 50 Вт через типовые для их корпусов изолирующие прокладки и шайбы.

Обозначение элемента	Напряжение коллектор—эмиттер, В	Средний ток, мА	Рассеиваемая мощность, Вт	Возможная замена
VT3, VT4	55	1,9	0,05	2N5550, 2N5401
VT1, VT2	35	1,2	0,025	BC546C, BC856C
VT5, VT6	2	0,8	1	BC546C, BC856C
VT7, VT8	58	10	0,09	2N5550, 2N5401
VT9, VT10	60	120	2	
VT11, VT12	60	2800	20	
R11, R12			0,15	
R2, R4			0,022	
R6, R8			0,05	
R7			0,02	
R23, R24			0,04	

дрейфа нуля. Подойдут широко распространённые транзисторы BC546C и BC856C. Их можно применить и на месте транзисторов VT5, VT6. Транзисторы VT3, VT4 должны иметь высокое напряжение коллектор—эмиттер и малую ёмкость коллектора для минимизации нелинейных искажений. Подойдут распространённые 2N5550 и 2N5401. Их можно применить и на месте транзисторов VT7, VT8. Транзисторы 2SC5171 и 2SA1930 не следует заменять более дешёвыми BD139 и BD140 из-за низкой граничной частоты последних и недостаточного запаса по максимально допустимому

Все конденсаторы, кроме C4 и C5, — керамические X7R, например, серии FG от TDK. Следует отметить, что конденсаторы C8 и C9 должны иметь максимальное напряжение не менее 50 В (остальные — не менее 25 В), поэтому, если затруднительно найти такие керамические конденсаторы, можно использовать и оксидные с номинальным напряжением 100 В. Постоянные резисторы — с допуском не более 5 %, подстроечные — многооборотные металлокерамические, например, серии 64 от TT Electronics или серии PV37W от Bourns. Перед установкой их желательно прове-

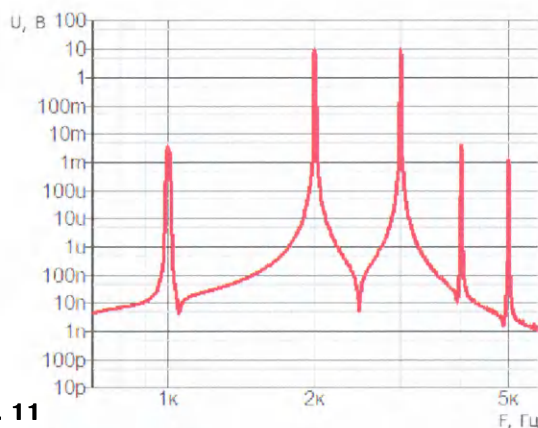


Рис. 11

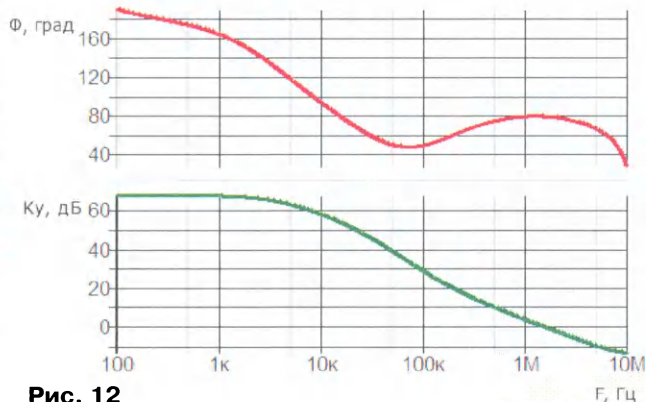


Рис. 12

рить с помощью омметра, прокручивая от упора до упора.

Для УМЗЧ можно использовать как подходящий стабилизированный импульсный двухполярный источник питания, так и простой выпрямитель с сетевым трансформатором и конденсаторным фильтром. В первом случае выходное напряжение должно быть 24...30 В, во втором — 30...40 В без нагрузки. Габаритная мощность трансформатора должна быть не менее 100 В·А на канал, т. е. для двух каналов — 200 В·А. Ёмкость конденсаторов фильтра — не менее 22000 мкФ на каждый выход. Из-за полной симметрии УМЗЧ имеет слабую чувствительность к пульсациям питающего напряжения. На полной мощности при синусоидальном сигнале он потребляет ток 2,5 А от каждого из источников. Среднее реальное (музыкальное) потребление даже на полной громкости в 2...3 раза меньше.

Перед включением питания надо отключить нагрузку, установить движок подстроечного резистора R3 в среднее положение, а подстроечного резистора R15 — в положение максимального сопротивления. В цепи питания временно устанавливают по резистору сопротивлением 10 Ом, мощностью 2 Вт. Подают питающее напряжение и подключают вольтметр к первому из временных резисторов. Подстроечным резистором R15 устанавливают напряжение 1,1 В, что соответствует току 110 мА. Подключают вольтметр к выходу усилителя и подстроечным резистором R3 устанавливают нулевое выходное напряжение. Повторяют обе процедуры ещё один-два раза. Отключают питание и убирают временные резисторы.

Лабораторный RC-генератор с перестройкой КПЕ

Б. ДЕМЧЕНКО, г. Киев, Украина

Для построения простых RC-генераторов синусоидальных сигналов чаще всего выбирают схемы генераторов с мостом Вина, как наиболее простые и позволяющие получить доста-

перестройки позволяет создать более помехозащищённые устройства, но при недостаточной точности согласования резисторов между собой увеличиваются коэффициент гармоник сигнала и

Использование блоков КПЕ в качестве элементов перестройки позволяет избавиться от большинства недостатков переменных резисторов. Но широко распространённые блоки КПЕ имеют ротор, соединённый с корпусом, а максимальная ёмкость каждой секции обычно не превышает 500...600 пФ. Оба эти фактора являются недостатками при построении генераторов с мостом Вина. Неизолированный ротор в схеме Вина незаземлён и является приёмником наводок. С наводками приходится бороться тщательным экранированием всего генератора и его органа перестройки. Ёмкости секций, не превышающие сотен пикофард, на звуковых частотах определяют сопротивление частотозадающих резисторов в десятки мегаом, а необходимое входное сопротивление активного элемента генератора в сотни и тысячи мегаом. Поэтому высокое входное сопротивление активного элемента является одним из главных условий реализации генератора. К необходимым требованиям можно добавить быстродействие и достаточную нагрузочную способность. В качестве активного элемента удобно применить ОУ, большое разнообразие которых позволяет выбрать требуемый. В устройстве применён двоянный ОУ LM4562NA в корпусе DIP8, имеющий входное сопротивление 10^9 Ом, скорость нарастания 20 В/мкс и выходной ток до 26 мА.

Схема генератора представлена на рис. 1. Собственно, генератор собран на микросхеме DA1.1. Перестройка частоты осуществляется двоянным блоком КПЕ C1. Частотозадающие резисторы R1—R18 коммутируются переключателем SA2 на девять положений (поддиапазонов). Коэффициент перекрытия по частоте каждого диапазона — около 3,16 и зависит от ёмкости конденсаторов C2 и C3, уменьшающих коэффициент перекрытия. Уменьшение коэффициента перекрытия позволяет увеличить точность согласования конденсаторов перестройки частоты C1.1 и C1.2, уменьшить влияние монтажных ёмкостей на точность согласования, увеличить разрешение шкал настройки, улучшить равномерность АЧХ по диапазону. При этом для девяти диапазонов достаточна одна шкала настройки. Цель ООС образована термистором RK1 и резистором R19. Резистор R19 определяет выходное напряжение генератора DA1.1, равное 2 В. Микросхема DA1.2

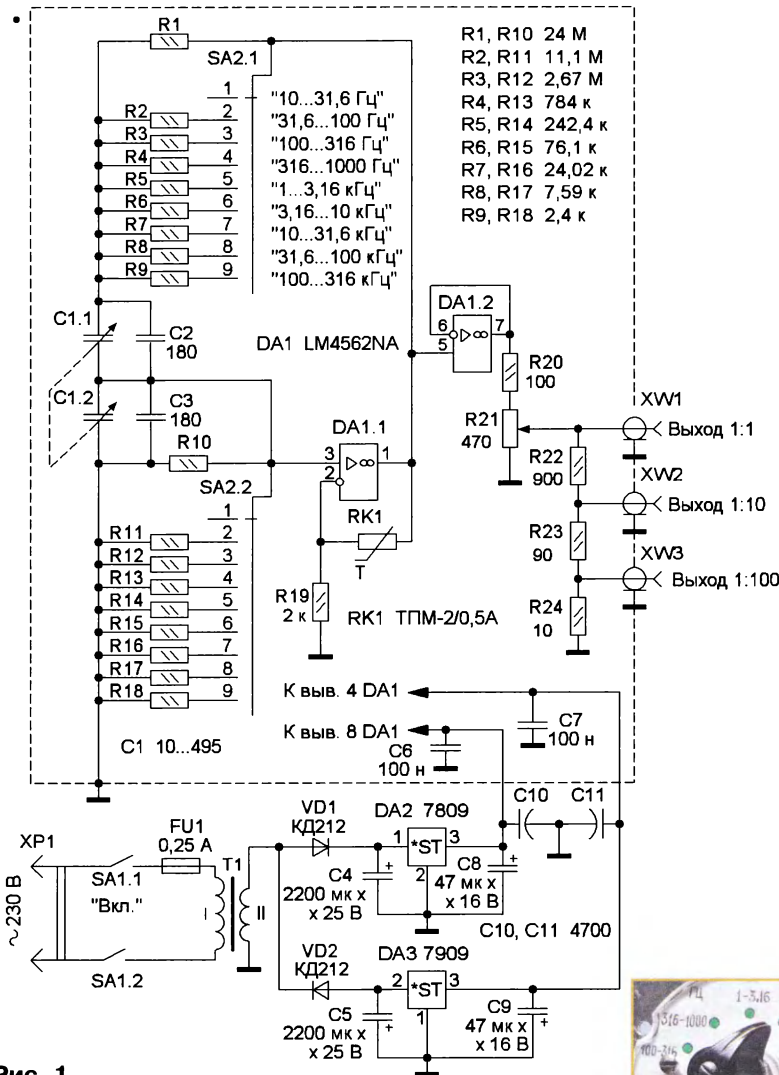


Рис. 1

точно высокие технические характеристики. В качестве элементов перестройки частоты в таких генераторах обычно используют двоянные переменные резисторы или двоянные конденсаторы переменной ёмкости (КПЕ). Каждый из этих элементов перестройки имеет как достоинства, так и недостатки.

Использование двоянных переменных резисторов в качестве элементов

неравномерность АЧХ. Кроме этого, резисторы имеют повышенный износ механических контактов, более низкую надёжность и значительную собственную индуктивность.



Рис. 2

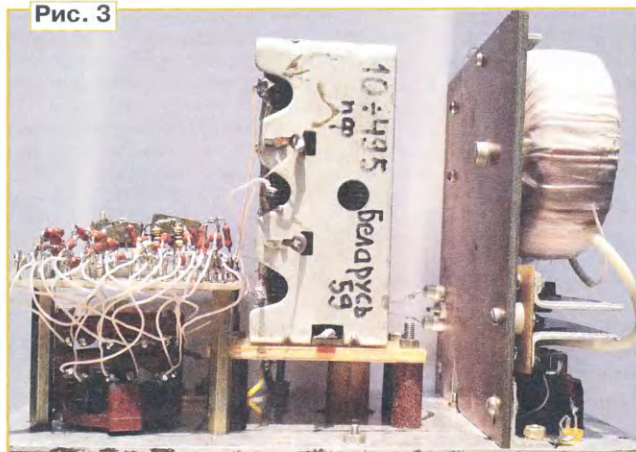


Рис. 3



Рис. 7

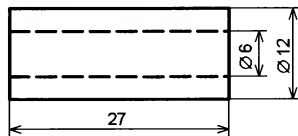


Рис. 4

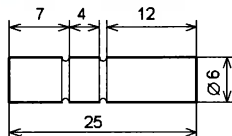


Рис. 5

экранирующей перегородкой, в одной из которых размещён блок питания, в другой — генератор (рис. 3). КПЕ установлен на стеклотекстолитовую плату, которая закреплена на передней панели с помощью металлических стоек. Размеры передней лицевой панели — 166×92 мм. Глубина прибора — 110 мм.

Отдельно рассмотрим экранирование генератора. Установить внутри

выполняет функцию повторителя напряжения и нагружена на резистивный делитель R21—R24. Резистор R20 ограничивает максимальный выходной ток ОУ DA1.2. Блок питания выполнен на тороидальном трансформаторе Т1 и стабилизаторах DA2 и DA3.

Технические характеристики

Диапазон генерируемых частот 10 Гц...316 кГц

Поддиапазоны:

- 1 — 10...31,6 Гц
- 2 — 31,6...100 Гц
- 3 — 100...316 Гц
- 4 — 316...1000 Гц
- 5 — 1...3,16 кГц
- 6 — 3,16...10 кГц
- 7 — 10...31,6 кГц
- 8 — 31,6...100 кГц
- 9 — 100...316 кГц

Неравномерность АЧХ, не более, дБ

в поддиапазонах 1—8 ±0,05

в поддиапазоне 9 ±0,2

Коэффициент гармоник на частоте 1 кГц, не более, % 0,01

Частотная характеристика термистора ТПМ-2/0,5А в составе делителя с резистором 2 кОм, на который подавался синусоидальный сигнал 2 В, показала значительный спад частотной характеристики уже на частоте 1 МГц. Измеренные напряжения на термисторе: 1,6 В — на частоте от 10 Гц до 100 кГц; 1,4 В — на частоте 300 кГц; 0,98 В — на частоте 1 МГц; 0,15 В — на частоте 10 МГц. Поэтому верхняя частота ограничена значением 316 кГц.

Генератор имеет две шкалы настройки: одна — для нечётных диапазонов, другая — для чётных (рис. 2). Вначале производят градуировку по частотомеру одной из нечётных шкал с небольшим запасом на краях диапазона. Градуировку шкалы чётного диапазона про-

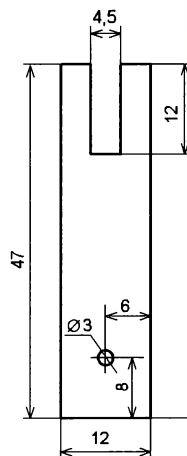


Рис. 6

изводят простым умножением делений нечётной шкалы на 3,16. В дальнейшем подбором резисторов R1—R18 устанавливают нужные частоты каждого диапазона. При этом необходимо обеспечить равенство резисторов R1—R9 и соответствующих им резисторов R10—R18 с погрешностью не более 0,1 %.

Конструктивно для корпуса прибора был взят готовый глухой (без отверстий) металлический корпус без передней стенки. На передней лицевой панели закреплены все узлы. Корпус изнутри разделён на две части

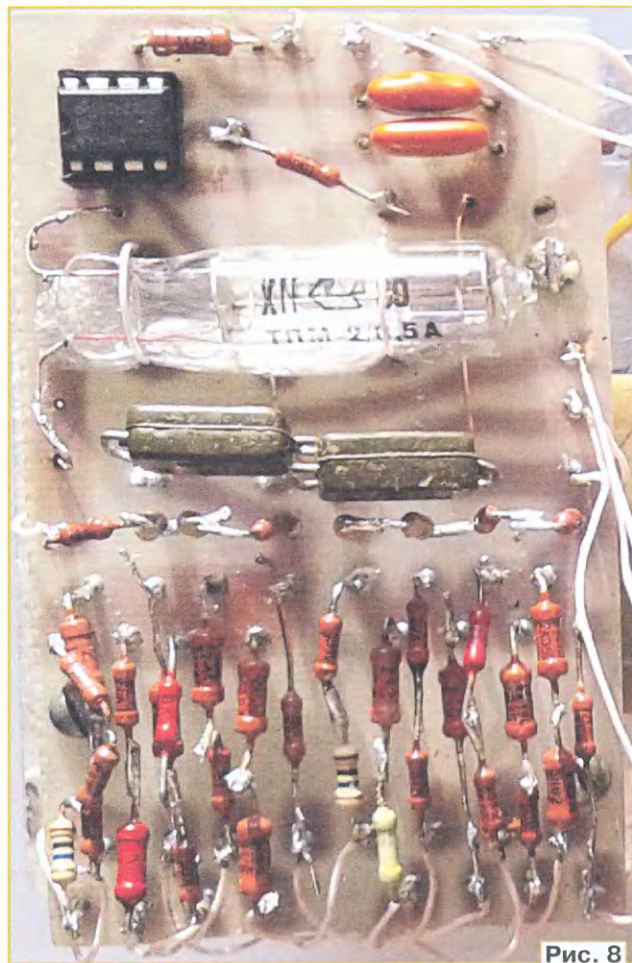


Рис. 8

металлического корпуса конденсатор переменной ёмкости вместе с его осью настройки оказалось недостаточно. Сетевые наводки всё равно накладыва-

лись на генерируемый сигнал. В результате конструкция была доработана. На ось блока КПЕ была плотно надета до половины текстолитовая втулка, чертёж которой показан на рис. 4. С другой стороны втулки была вставлена металлическая ось (рис. 5), от разобранного переменного резистора СП-2, которая не должна электрически соединяться с осью КПЕ. На свободном конце оси крепится ручка установки частоты с указателем. Плоская пружина (рис. 6) толщиной 0,3...0,4 мм изготовлена из пружины блока ПТК телевизора и привинчена к передней лицевой панели прибора, а вырезом вставляется в паз оси от переменного резистора. Через пружину ось соединена с общим проводом и служит своеобразным экраном,

препятствующим влиянию наводок на ось КПЕ. После такой доработки генерация на низкочастотных диапазонах становится стабильной. Вид на узел настройки со снятой ручкой показан на рис. 7.

Резисторы R1—R18 можно применить типов C2-29B, C2-14, C3-14, КИМ, C2-33НВ; при настройке они могут быть составлены из двух или трёх резисторов. Оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, КПЕ — от радиовещательного приёмника, конденсаторы C2, C3 — КСО, проходные конденсаторы — Б23А, Б14, КТП, конденсаторы C6, C7 — К73, КМ. Переменный резистор R21 (СПО, СП4-1) должен иметь линейную характеристику. Микросхему LM4562NA можно заменить двумя ОУ 544УД2А. В

этом случае сопротивление резистора R20 следует увеличить в два раза. Микросхемы стабилизаторов DA2 и DA3 установлены на теплоотводы общей площадью поверхности 30 см² каждый. В качестве выходных сигнальных разъёмов применены коаксиальные разъёмы СР-50. Переключатель может быть любой на два направления и минимум на девять положений. Понижающий трансформатор Т1 должен быть мощностью не менее 3 Вт и иметь вторичную обмотку напряжением 15 В. Большинство элементов генератора размещены на печатной плате (рис. 8), её чертёж не приводится. Микросхема установлена в панель, для удобства пайки большинство резисторов смонтированы на лужёных штырях, запрессованных в плату.

Метод измерения добротности и других параметров контура

И. БОГАТЫРЁВ, В. ДОЦЕНКО, г. Харьков, Украина

Авторы предлагают несложный метод определения добротности, индуктивности и активного сопротивления катушки в составе параллельного LC-контура. Для реализации этого метода потребуются регулируемый генератор прямоугольных импульсов и запоминающий осциллограф.

Предлагаемый метод измерения параметров резонансного контура имеет некоторое сходство с методом, предложенным В. Степановым в статье "Измерение добротности с цифровым отсчётом" ("Радио", 2007, № 2, с. 29, 30). Это сходство заключается в том, что в обоих случаях исследуются затухающие свободные колебания в контуре после подачи в него некоторой порции энергии. Однако упомянутый выше метод представляется весьма громоздким.

Суть предлагаемого метода заключается в определении индуктивности L и сопротивления катушки R_n по найденной добротности Q. Собственно, измерить придётся только ёмкость контура C. При использовании прецизионного конденсатора с допуском в один или полпроцента, например К71-7, эта необходимость отпадает.

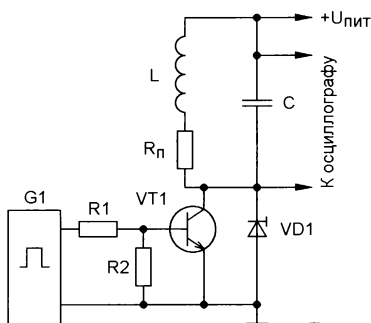


Рис. 1

Итак, понадобятся источник питания, генератор импульсов Г5-54 (или подобный с возможностью регулирования длительности импульсов и периода их следования), цифровой запоминающий осциллограф и калькулятор. Схема для исследования приведена на рис. 1.

В дальнейшем будем пользоваться формулами, которые можно найти в любом учебнике по основам теории электрических цепей или теоретическим основам электротехники.

Если в параллельный LC-контур подать короткий импульс тока, открыв транзистор VT1 управляющим сигналом с генератора G1, амплитуда колебаний напряжения в нём будет затухать по экспоненциальному закону в функции от времени t:

$$U_n = U_0 e^{-\frac{t}{\tau}} = U_0 e^{-\frac{t\omega_0}{2Q}}, \quad (1)$$

где U₀ — амплитуда первого колебания, U_n — амплитуда n-го колебания, n — число периодов между U₀ и U_n, τ = 2Q/ω₀ — постоянная времени контура, Q — искомая добротность контура, ω₀ — круговая резонансная частота контура.

Поскольку в формуле (1) фигурируют значения амплитуд напряжений в дискретные моменты времени, то текущее время можно представить как t = n · T₀, где T₀ — период колебаний. После подстановки этого выражения в (1) получаем формулу для определения добротности контура:

$$Q = \frac{n \cdot \pi}{\ln\left(\frac{U_0}{U_n}\right)}. \quad (2)$$

Регулировать амплитуду колебаний в контуре можно изменением напряжения питания +U_{пит}, а также длительностью запускающего импульса генератора G1. Однако длительность импульса не должна превышать время нарастания первого колебания — четверти периода колебаний T₀. Время повторения запускающих импульсов должно превышать время полного затухания колебаний контура. Или можно пользоваться режимом однократного ручного запуска генератора, тем более, что и осциллограф имеет режим регистрации одиночного сигнала SINGLE.

Если же катушка индуктивности имеет ферромагнитный магнитопровод, запитывать контур следует тем же уровнем напряжения, что и в устройстве, где он будет использоваться. Тем самым будет учтена амплитудная нелинейность катушки с ферромагнитным магнитопроводом.

Исходные уравнения для вычисления индуктивности L и сопротивления потерь R_n:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \sqrt{1 - \left(\frac{R_n}{Z_B}\right)^2}, \quad (3)$$

$$Q = \frac{\omega_0 \cdot L}{R_n} = \frac{Z_B}{R_n}. \quad (4)$$

В формулах (3) и (4) Z_B — волновое сопротивление катушки индуктивности.

Подставляя в формулу (3) выражение для L и Z_B, полученное из (4), получим формулу для вычисления сопротивления активных потерь в контуре:

$$R_n = \frac{Q^2 - 1}{\omega_0^2 \cdot C \cdot Q^3}.$$

Подставив в формулу (3) выражение для R_n и Z_B из (4), получим формулу для вычисления индуктивности катушки:

$$L = \frac{Q^2 - 1}{\omega_0^2 \cdot C \cdot Q^2}.$$

Таким образом, зная (или измерив) ёмкость конденсатора C, вычислив добротность Q по соотношению амплитуд

(2), легко вычислить остальные два параметра контура — сопротивление потерь R_n и индуктивность катушки L . Круговая резонансная частота определяется как $\omega_0 = 2\pi/T_0$, где период колебаний T_0 отсчитывают по горизонтальной оси осциллографа.

Точность этого метода главным образом будет зависеть от точности определения ёмкости конденсатора C . Погрешность измерения амплитуд U_0 и U_n зависит от разрешающей способности вертикальной шкалы осциллографа. Поскольку в формуле (2) фигурирует отношение амплитуд, то эта составляющая погрешности практически нивелируется, если U_0 и U_n отсчитывались в одном масштабе чувствительности вертикальной развёртки осциллографа. Измерять амплитуды и период колебаний следует с помощью курсорных измерений, если осциллограф имеет такую функцию. Кроме того, точность вычислений будет тем выше, чем больше число периодов n удалось разместить на осциллограмме.

Чтобы практически исключить шунтирующее влияние на контур входного сопротивления осциллографа, переключатель на пробнике (шупе) необходимо переключить в положение "×10". При этом входное сопротивление боль-

Результаты вычислений: $Q = 41,9$, $L = 104,7$ мкГн, $R_n = 2,44$ Ом, $R_3 = 1,22$ Ом.

Обращает на себя внимание неожиданно большое сопротивление потерь, хотя измерение сопротивления профессиональным мультиметром дало значение в десять раз меньше — 0,8 Ом. Это говорит о том, что на частоте полтора сотен килогерц в потерях участвует не только омическое сопротивление обмотки катушки, но это уже другая тема. Очевидно также, что осциллограф не шунтирует контур, поскольку эквивалентное резонансное сопротивление контура почти в десять тысяч раз меньше входного сопротивления осциллографического пробника.

Замечательным свойством предложенного метода является возможность обойтись без генератора импульсов и усилительного транзистора. Для этого достаточно один из проводов источника питания подпаять к одному из выводов контура, а по другому выводу просто "чиркнуть" вторым проводом источника питания. Режим горизонтальной развёртки осциллографа при этом должен быть SINGLE (одиночный). После многочисленных попыток можно получить чистую осциллограмму затухающих колебаний. Именно так была получена осциллограмма на рис. 2.

При проведении исследований по схеме рис. 1 для защиты транзистора VT1 от пробоя напряжением противоЭДС катушки индуктивности следует обязательно устанавливать защитный диод (супрессор) VD1, напряжение пробоя которого должно быть меньше максимально допустимого импульсного напряжения коллектор—эмиттер применённого транзистора.

Может оказаться, что осциллограмму затухающих колебаний невозможно получить ни в "ручном"

режиме, ни с применением генератора импульсов. Такой случай однозначно свидетельствует о чрезвычайно малой добротности катушки — меньше единицы. Это характерно для электромагнитов, имеющих тысячи витков, намотанных тонким проводом. Большое омическое сопротивление и большая межслойная ёмкость снижают добротность. В этом случае предлагаемый метод определения параметров колебательного контура не работает.

Для упрощения выполнения расчётов параметров Q , L и R_n авторы предлагают простую EXCEL-программу, в которую вводят значения n , $t = T_0 \cdot n$, U_0 , U_n и C .

От редакции. Упомянутую EXCEL-программу можно найти по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/03/circuit.zip> на нашем FTP-сервере.

В настоящее время номенклатура батарей очень широка. Это относится как к их типизации, так и к "начинке". Это приводит к тому, что номенклатура зарядных устройств (ЗУ) для них также велика. Поэтому естественным является желание иметь универсальное ЗУ "на все случаи жизни" или расширить возможности уже имеющегося.

В статье пойдёт речь о зарядке аккумуляторов Li-Ion и Li-FePO₄ небольших типоразмеров и "незащищённых", т. е. таких, у которых отсутствует встроенная плата защиты — PCM (англ. Protection Circuit Module). В ЗУ для таких аккумуляторов можно применить микросхему ME4057 [1], которая выгодно отличается от некоторых аналогичных наличием защиты от подключения заряжаемого аккумулятора в неправильной полярности. Дело в том, что у этих аккумуляторов нетрудно перепутать плюсовой и минусовый контакты, поскольку они мало отличаются друг от друга внешне.

Микросхемы серии ME4057 предназначены для зарядки Li-Ion аккумуляторов до напряжения 4,2 В (ME4057B) или 4,34 В (ME4057D). В микросхеме реализован режим CC/CV, что означает Constant Current/Constant Voltage (постоянный ток/постоянное напряжение). При этом зарядка осуществляется в два этапа. Сначала она идёт при постоянном токе $I_{\text{зар}}$ и постепенно повышающемся напряжении, а потом при постоянном напряжении и плавно уменьшающемся токе. Ток зарядки ($I_{\text{зар}} \leq 1$ А) можно установить с помощью внешнего резистора. Для сильно разряженных аккумуляторов (менее 2,9 В) включает функция предзарядки — предварительная зарядка малым током $I_{\text{пред}} = I_{\text{зар}}/10$. Эта микросхема имеет защиту от перегрева, и в случае его возникновения ток зарядки автоматически уменьшается.

Входное напряжение микросхемы ME4057 — 4,5...6,5 В. Но следует учесть, что при большом токе и напряжении более 5,5 В она может сильно разогреваться, что приведёт к уменьшению тока зарядки, а значит, и к увеличению времени зарядки. Поэтому ЗУ на микросхеме ME4057 удобно питать от сетевого источника с USB-гнездом с выходным напряжением 5 В, например, ЗУ от смартфона или другого гаджета. Кроме того, некоторые серийно выпускаемые лабораторные блоки питания снабжены таким гнездом.

Схема устройства показана на рис. 1. Микросхема включена по стандартной схеме. Ток зарядки $I_{\text{зар}}$ зависит от сопротивления резистора $R1$: $I_{\text{зар}} = 1300/R1$. Светодиоды HL1 (красно-го свечения) и HL2 (зелёного свечения) индицируют режимы работы устройства. В процессе зарядки светит красный, зелёный погашен. Когда зарядка окончена, светит зелёный, красный — погашен. При отсутствии аккумулятора или плохом контакте красный мигает, зелёный светит. Если подключить аккумулятор в неправильной полярности, оба светодиода гаснут.

Режимы зарядки, используемые в микросхемах серии ME4057, подойдут и для других типов аккумуляторов,

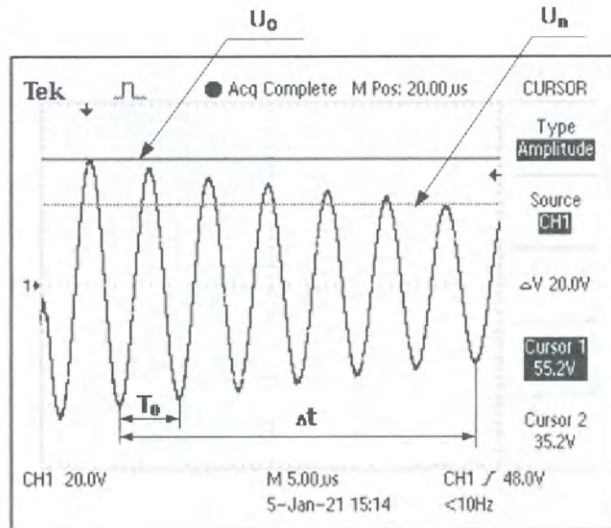


Рис. 2

шинства пробников больше или равно 10 МОм, а полоса пропускания пробника, например HP-9150, расширяется до 150 МГц. В связи с этим желательно оценить эквивалентное резонансное сопротивление контура R_3 , параллельно которому и подключается осциллограф

$$R_3 \approx Z_B \cdot Q = R_n \cdot Q^2 = \frac{Z_B^2}{R_n} = \frac{L}{C \cdot R_n}$$

В качестве примера на рис. 2 приведена осциллограмма затухающих колебаний в контуре, составленном из охлаждающего конденсатора КЗ1-10 ёмкостью 0,01 мкФ на номинальное напряжение 100 В полупроцентной точности и дросселя 100 мкГн с ферритовым магнитопроводом на ток 1 А.

Исходные данные (см. осциллограмму) для расчёта: $U_0 = 55,2$ В, $U_n = 35,2$ В, $n = 6$, $T_0 = 6,43$ мкс, $\omega_0 = 0,97717 \cdot 10^6$ 1/с.

ЗУ для Li-Ion и Li-FePo₄ аккумуляторов малых типоразмеров

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

например, Li-FePo₄, Ni-Cd, Ni-Mh, но только напряжение у них другое. Чтобы адаптировать ЗУ, предназначенное для зарядки Li-Ion аккумуляторов, для зарядки Li-FePo₄, Ni-Cd, Ni-Mh, надо только убрать "лишнее" выходное напряжение ЗУ.

Li-Ion и Li-FePo₄ аккумуляторы во многом похожи, но есть и принципиальные отличия. В первую очередь, это относится к напряжению. Для Li-Ion максимальное напряжение — 4,2 В (4,34 В — для так называемых высоковольтных), минимальное напряжение —

нер с внешними размерами 7×12×72 мм от графитовых стержней автоматического карандаша (рис. 2). Исходя из размеров этого корпуса, была разработана двухсторонняя печатная плата, чертёж которой и размещение на ней элементов показаны на рис. 3. Изготовлена она из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм.

Применены резисторы и керамические конденсаторы для поверхностного монтажа типоразмера 1206, светодиоды — KPC-3216URC (HL1) и KPC-3216SGD, KPC-3216SYC (HL2) [2].

придётся установить тонкую изолирующую прокладку. Если использовать корпус большего размера, на плату можно установить транзистор КТ819Г. Внешний вид смонтированной платы показан на рис. 4.

Теперь о подключении аккумуляторов. Для этого можно использовать различные держатели или кассеты, соответствующие типоразмеру заряжаемого аккумулятора. Если планируется заряжать один тип аккумуляторов, такой подход приемлем. При большой номенклатуре удобнее использовать универсальные магнитные контакты, которые надёжно "прилипают" к контактам аккумулятора и обеспечивают надёжный контакт.

Сделать магнитные контакты можно самостоятельно. "Донором" для этого могут послужить, например, вышедшие из строя малогабаритные головные телефоны. Их аккуратно разбирают, поскольку корпус может пригодиться для корпуса магнитного контакта. У них могут быть магниты в виде шайбы. Если шайба ферритовая, она не подойдёт для изготовления магнитного контакта, а если металлическая (это, как правило, более мощный магнит), к ней надо припаять гибкий провод в изоляции. Пред-

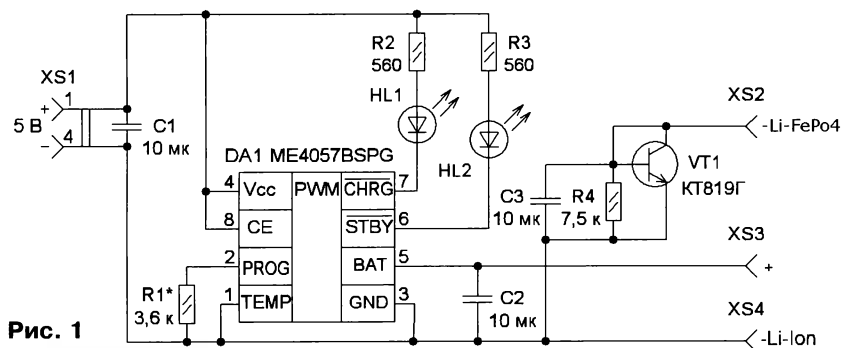


Рис. 1



Рис. 2

2,5 В (2,8 В — для так называемых высоковольтных). Для Li-FePo₄ максимальное напряжение — 3,6 В, минимальное напряжение — 2,5 В. Получается, что максимальное напряжение Li-FePo₄ аккумулятора меньше максимального напряжения Li-Ion примерно на 0,6 В. Это означает, что если последовательно с Li-FePo₄ аккумулятором включить элемент, на котором падает напряжение 0,6 В, и подключить их вместе к ЗУ для Li-Ion, можно успешно зарядить Li-FePo₄ аккумулятор. Но зарядный ток ЗУ, конечно же, должен соответствовать допустимому для этого аккумулятора.

Таким элементом с падением напряжения 0,6 В может быть кремниевый диод, но лучший результат получится, если применить кремниевый транзистор, у которого база соединена с коллектором. Здесь подходящим оказался транзистор КТ819Г. Поэтому для зарядки Li-Ion аккумулятора его подключают к гнездам XS3 (+) и XS4 (-Li-Ion), а для зарядки Li-FePo₄ аккумулятора его подключают к гнездам XS3 (+) и XS2 (-Li-FePo₄).

Для изготовления ЗУ был использован прозрачный пластмассовый контей-

Поскольку размеры корпуса не позволили установить на плату транзистор КТ819Г, был применён импортный транзистор в корпусе TO-126 с неразборчивой маркировкой. Между транзистором и платой, возможно,

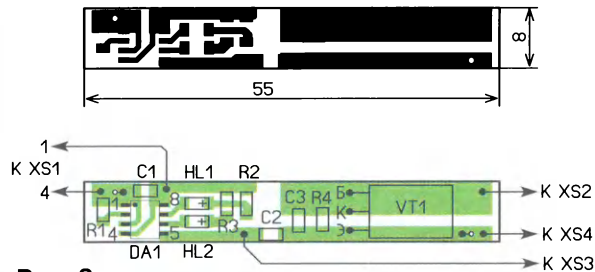


Рис. 3

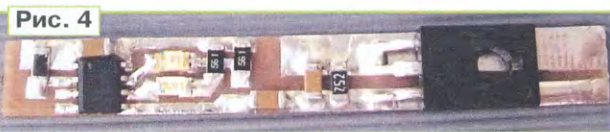


Рис. 4

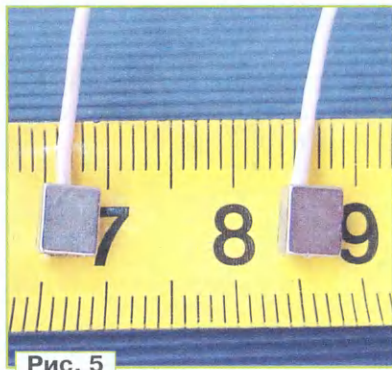


Рис. 5

варительно надо убедиться, что магнит достаточно сильный, чтобы обеспечить надёжный контакт. Паять следует быст-

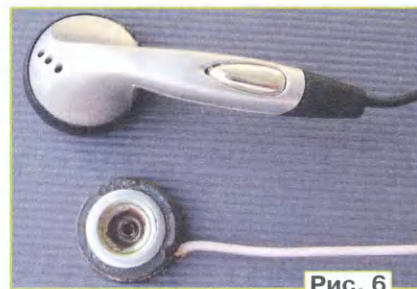


Рис. 6

ро и легкоплавким припоем, поскольку от перегрева магнит может потерять свои свойства. Аналогичные магниты, только в форме параллелепипеда, можно "добыть" в CD или DVD-приводе от ПК (рис. 5). В недорогих телефонах иногда используют ферритовый кольцевой магнит с железной облойкой. Обойму следует сточить для уменьшения её толщины, она будет выполнять функцию электрического контакта. К другой стороне облойки припаивают провод в изоляции (рис. 6).

Для изготовления магнитного контакта, кроме корпуса телефона можно использовать пластмассовые крышки-колпачки от различных лекарств. Надо подобрать колпачок такого размера, чтобы аккумулятор свободно входил внутрь. Затем внутренности колпачка (или корпуса от головного телефона) заполняют термоклеем, а после его остывания сверлят отверстие, в которое пропускают провод от магнита. С помощью слабо разогретого паяльника впаивают магнит в термоклей, чтобы он выступал над поверхностью на



Рис. 7

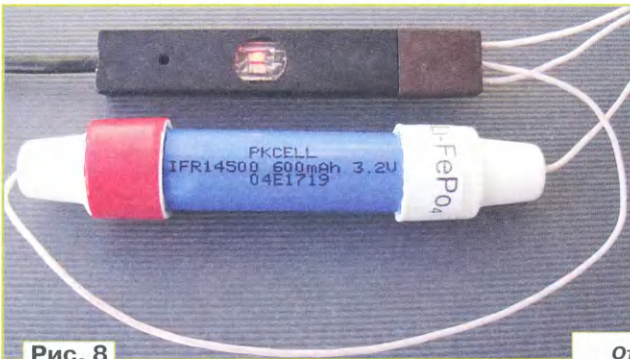


Рис. 8

0,5...1 мм. В заключение припаивают провода к соответствующим проводникам печатной платы, а магнитные кон-

такты маркируют любым удобным способом (рис. 7). Так можно изготовить контакты для различных типов аккумуляторов. Корпус устройства можно покрасить, при этом оставить прозрачное окно над светодиодами, чтобы было видно их свечение. Внешний вид устройства с заряжаемым аккумулятором показан на рис. 8.

Аналогичным образом можно подключить к такому ЗУ один или два соединённых последовательно Ni-Cd или Ni-Mh аккумулятора, только потребуется убрать "лишнее" напряжение. Сделать это можно на основе различных схемных решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. ME4057. 1A Lithium Ion Battery Linear Charger ME4057. — URL: <http://www.datasheet-pdf.com/PDF/ME4057-Datasheet-Microne-967807> (21.01.21).

2. Светодиод маломощный KPC-3216. — URL: <https://www.compel.ru/series/KGB/KPC-3216> (20.01.21).

От редакции. Чертёж печатной платы в формате Sprint LayOut имеется по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/03/zu.zip> на нашем FTP-сервере

"Крона"

из Li-polimer аккумуляторов

В. МАКАРОВ, г. Москва

Во многих электронных устройствах до сих пор применяются первичные источники питания 9 В типоразмеров 6F22, 6R61, 1604A, 6LF22, 6LR61 ("Крона"). Массовыми в этом сегменте являются солевые и щелочные батареи, батареи на Ni-Mh аккумуляторах. В журнале "Радио" не раз публиковались статьи, рассказывающие об устройстве

необходимости применения "Кроны" эта тема меня не интересовала.

Всё изменилось, когда появился мультиметр с питанием от девятиволь-

батареи питания, и я решил поискать ей замену на одной известной китайской торговой площадке. К моему удивлению (что называется — отстал от жизни), наряду с классическими "Кронами" — батареями на химических элементах или батареями на аккумуляторах (АКБ), продавцы из КНР вовсю торговали аккумуляторами (так был назван товар) в виде "Кроны", но с зарядкой от USB-порта компьютера или блока питания 5 В, предназначенного для телефонов и планшетов. Гаджет показался интересным и был заказан сразу у двух

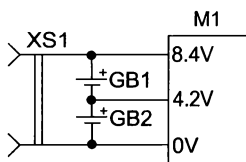


Рис. 4

таких источников питания, их правильной эксплуатации. Также публиковались статьи, в которых предлагалась замена "Кроны", например, миниатюрными сетевыми блоками питания, или предлагались конструкции, собранные в корпусе от этой вышедшей из строя батареи [1, 2], состоящие из небольшого аккумулятора и повышающего преобразователя напряжения. Но в силу отсутствия не-

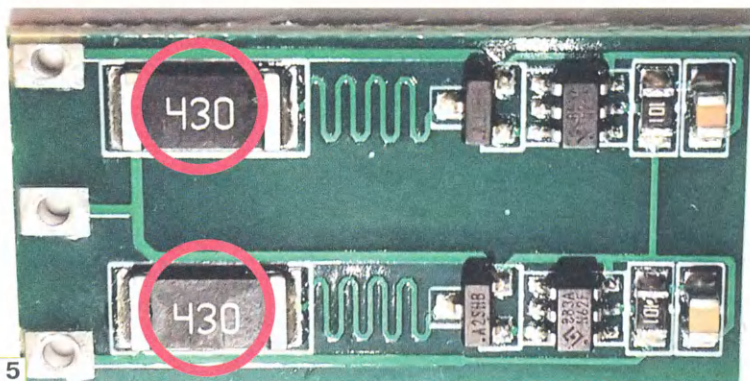


Рис. 5

товой "Кроны". Периодически в ближайшем магазине я покупал новую батарею взамен разрядившейся. Но однажды их там не оказалось. По опыту использования мультиметра у меня ещё было достаточно времени до полной разрядки

продавцов. Продав пару месяцев, посылки с аккумуляторами так и не получил. Деньги вернули, но от идеи получить в коллекцию такой гаджет не отказался. Во время ожидания посылку почитал описание такого товара у дру-

гих продавцов, а также отзывы тех, кто уже приобрёл его у них раньше. Также нашел в Интернете описание самодельных конструкций самодельных аналогов "Кроны" [3] с применением малогабаритного аккумулятора. Как правило, самодельная "Крона" состояла из литий-полимерного (Li-polymer) аккумулятора, повышающего преобразователя напряжения и платы зарядки. Всё это помещалось в корпус вышедшей из строя батареи.

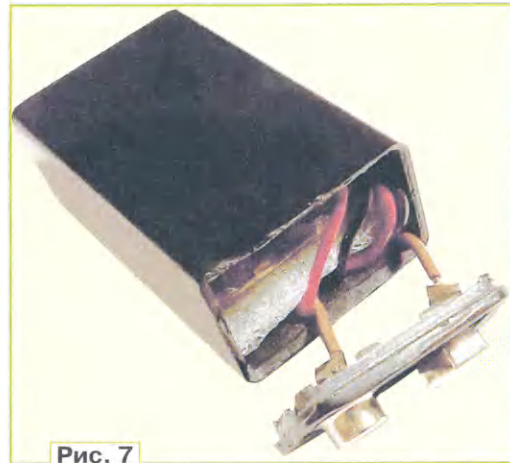


Рис. 7

Что собой представляли китайские варианты "Крон", сказать сложно, так как фотографий вскрытого аккумулятора я на тот момент не нашёл. В одном из отзывов в Интернете один из покупателей высказал предположение о том, что китайские USB-аккумуляторы, возможно, представляют собой сборку из двух последовательно соединённых Li-ion аккумуляторов. Это было похоже на правду, так как напряжение на клеммах китайской "Кроны" в заряженном состоянии оказалось равным 8,4 В. В процессе разрядки оно постепенно снижалось, а при напряжении ниже 6 В пропадало, что указывало на наличие встроенной защиты.

Предположение о сборке двух последовательно соединённых Li-ion аккумуляторов в АКБ было решено проверить, тем более, что в запасе имелись несколько ранее приобретённых экземпляров типоразмера 502035 (рис. 1, см. 2-ю с. обложки) неизвестного производителя размерами 20×35 мм и толщиной 5 мм. Ёмкость одного аккумулятора была 300 мА·ч. Для сборки своей "Кроны" был использован корпус (рис. 2, см. 2-ю с. обложки) от вышедшей из строя Ni-Mh АКБ 8,4 В. В него без проблем помещались два литий-полимерных аккумулятора, каждый с уже встроенной платой защиты от перезарядки и чрезмерной разрядки, срабатывающей при выходе напряжений за пределы допустимых значений для литий-полимерных аккумуляторов, и плата балансировки зарядки (рис. 3, см. 2-ю с. обложки). Плата балансировки позволяла зарядить каждый аккумулятор полностью.

Аккумуляторы, контактная колодка и плата балансировки соединены по схеме, приведённой на рис. 4. Плата балансировки зарядки была рассчитана

на эксплуатацию с аккумуляторами от 5 А·ч и для установленных малоёмких аккумуляторов потребовала небольшой доработки.

Резисторы с номинальным сопротивлением 43 Ом (выделены красными окружностями на рис. 5), задающие ток балансировки аккумуляторов примерно 100 мА, были заменены на имеющиеся в наличии 330 Ом. Это было сделано для того, чтобы уменьшить ток балансировки до 12 мА. После замены

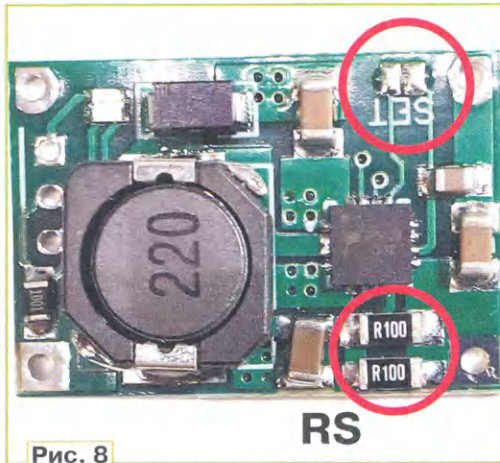


Рис. 8

существенно уменьшилась температура нагрева задающих ток балансировки резисторов, ранее они нагревались до температуры около 75 °С. Аккумуляторы и плата балансировки внутри корпуса отделены друг от друга тонким слоем материала из вспененного полиэтилена. Контактная колодка (рис. 6, см. 2-ю с. обложки) взята от использованной ранее батареи, клеммы которой припаяны к выводам аккумуляторов согласно стандартной схеме последовательного соединения. После проверки собранной конструкции, приведённой на рис. 7, контактная колодка приклеена к корпусу.

Размещение зарядного устройства в корпусе аккумуляторной батареи было нецелесообразным, поскольку усложняло её конструкцию, так как несколько подобных батарей планировалось использовать только в стационарных условиях, когда для нескольких однотипных АКБ достаточно одного общего для них зарядного устройства. Зарядное устройство выполнено на основе модуля TP5100, в котором применена одноимённая микросхема TP5100 [4] в корпусе QFN16. Модуль представляет собой понижающий импульсный преобразователь с возможностью зарядки одного (4,2 В) или двух (8,4 В) литиевых аккумуляторов. Необходимый ток зарядки можно задать подбором сопротивления резистора R_s по формуле:

$$R_s = 0,1/I_{bat},$$

где I_{bat} — ток, протекающий через аккумулятор в режиме зарядки CC (Constant Current). Изначально на плате модуля в качестве R_s были впаяны параллельно два резистора с номинальным сопротивлением 0,1 Ом (рис. 8). Номинальный ток зарядки — 2 А, что было очень много для аккумуляторов ёмкостью (С) 300 мА·ч. На сайте продавца, у которо-

го были куплены аккумуляторы, максимально допустимый ток зарядки указан численно равным 1С, т. е. не более 300 мА. Поэтому два параллельно установленных резистора заменены одним сопротивлением 1 Ом. В этом случае ток, протекающий через аккумуляторы, стал равен 100 мА. TP5100 поддерживает режим зарядки CC CV (Constant Current — Constant Voltage). При глубокой разрядке АКБ выполняется зарядка током в 10 раз меньше номинального, что способствует увеличению срока эксплуатации аккумуляторов. Необходимо отметить, что если на плате между контактами "SET" (рис. 8) нет перемычки, зарядка осуществляется напряжением не 8,4 В, а 4,2 В. В данном случае контакты "SET" замкнуты каплей припоя. Входное напряжение на модуле не должно превышать 18 В.

После выполнения всех необходимых процедур переделок плат и окончательной сборки необходимо убедиться в наличии напряжения на выводах АКБ в пределах 6...8,4 В, а также в выходном напряжении не более 8,4 В на выходе зарядного модуля TP5100. При подключении АКБ к зарядному устройству необходимо сразу проконтролировать ток зарядки. Если АКБ глубоко разряжена (режим CV), он должен быть около 10 мА. При нормальном режиме зарядки (режим CC) — около 100 мА. В процессе зарядки на моей плате светится красный светодиод, а при окончании — синий. Вместо синего производители модулей могут устанавливать светодиод зелёного свечения. При неподключённой АКБ светился постоянно синий светодиод и часто вспыхивал красный.

Внешний вид собранной АКБ показан на рис. 9 (см. 2-ю с. обложки).

Необходимо учесть, что литий-полимерные аккумуляторы требуют повышенного внимания и аккуратности при эксплуатации. Неправильная эксплуатация аккумуляторов может привести к их возгоранию, что может нанести непоправимый вред здоровью и ущербу имуществу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пурынычев А. Эквивалент батареи "Крона". — Радио, 2016, № 1, с. 49, 50.
2. Чернов С. Питание цифрового мультиметра от литий-ионного аккумулятора. — Радио, 2015, № 1, с. 52, 53.
3. LeoBrynn. Самодельная аккумуляторная батарейка "Крона" со встроенным контроллером заряда. — URL: <https://usamodelkina.ru/17636-samodelnaja-akkumuljatornaja-batarejka-krona-so-vstroennym-kontrollerom-zarjda.html> (20.12.20).
4. TP5100 2A-switch buck 8.4V / 4.2V rechargeable lithium battery chip. — URL: <http://www.datasheet-pdf.com/PDF/TP5100-Datasheet-TopPower-1299994> (20.12.20).

Микроконтроллер управляет мощными МОП-транзисторами

Ю. БУЛЫЧЕВ, г. Омск

В процессе работы над любительскими проектами часто возникает необходимость управления одним или несколькими мощными МОП-транзисторами от микроконтроллера (МК) с напряжением питания 3,3 В. Сама по себе задача не сложная, и её решение приведено в самых разных публикациях [1—3], но, насколько я понял, все эти решения относятся к двум видам — использовать МОП-транзистор с так называемым "логическим уровнем управления" либо применять специальные драйверы, построенные как на отдельных элементах, так и на микросхемах, требующих дополнительного источника питания напряжением 10 В и выше. У

того, ток потребления у него оказался выше, чем у МК. Иными словами, задача состояла в создании максимально простого узла управления обыкновенным мощным МОП-транзистором без применения дополнительного источника питания, использующего при этом малый объём и площадь на плате, с малым потреблением тока и изготовляемого из легко доступных элементов невысокой стоимости.

Обычно задача построения повышающего преобразователя напряжения требует применения задающего генератора, в данном случае таким генератором является сам МК. В большинстве МК есть таймеры, но даже если эти тай-

точно короткие, не оказывают никакого действия на работу устройства. К этому генератору можно подключить повышающий трансформатор и выпрямитель на диоде Шоттки, и проблема решена. Но трансформатор меня не устроил, потому как найти подходящий в продаже мне не удалось, а кроме того, они все ещё и довольно громоздки, что естественно, ведь на магнитопровод намотаны как минимум две обмотки.

Можно применить и другой вариант — умножитель напряжения, который строится из лестницы конденсаторов и диодов. В отличие от первого варианта, такой метод не требует трансформатора, но звеньев в умножителе должно быть несколько, что требует большого числа элементов. Поэтому был избран другой путь — использование резонанса, точнее, резонанса напряжений. Резонанс этого типа происходит в последовательном колебательном контуре при его подключении к источнику напряжения, частота которого совпадает с собственной частотой контура. При этом напряжения как на катушке, так и на конденсаторе оказываются равными и могут во много раз превышать общее напряжение источника, которое создаёт генератор. Что, собственно, и требуется.

Но у резонансного контура есть важная особенность — влияние на его работу цепей на входе и выходе. Иными словами, генератор, с которого подаётся на колебательный контур переменное напряжение, должен иметь небольшое внутреннее сопротивление. Проверка показала, что многие МК имеют выходные цепи необходимой мощности для обеспечения резонанса в контуре. Если же у МК выход оказался недостаточным мощным, можно применить программно-аппаратное соединение нескольких выводов. Поскольку входное сопротивление цепи затвора у МОП-транзистора велико, оно практически не будет шунтировать выход повышающего преобразователя по выходу (только в моменты переключения). Собственно, именно тот факт и обеспечил преимущества использования последовательного колебательного контура — надобность в мощном источнике питания затвора отпала.

Вопрос с габаритными размерами и доступностью катушки индуктивности в случае использования колебательного

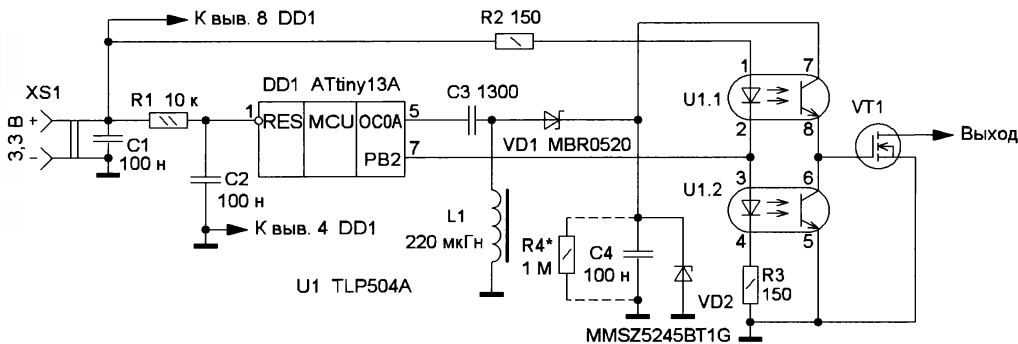


Рис. 1

```
#define F_CPU 8000000L
#include <stdint.h>
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>

#define LED PB2 // PB2 as a LED pin

int main(void)
{
    DDRB = 0b0000111; // настраиваем разряды порта В на режим "Выход"
    PORTB = 0b0000100; // устанавливаем разряд 2 порта В в лог.«1»
    // таймер
    TCCR0A = 0b01000010;
    TCCR0B = 0b00000010; // предделитель 8

    while(1)
    {
        PORTB ^= (1<<LED); // инвертируем состояние пина
        _delay_ms(10);
    }
}
```

Рис. 2

меня же возникла проблема как раз с этим дополнительным источником — разместить его оказалось негде, мало

меры вдруг все заняты, то можно сделать его на основе команды while(1). Причём прерывания, если они доста-

контура решается в данном случае на редкость удачно. Подойдет обычная катушка индуктивности 220 мкГн для поверхностного монтажа типоразмера 1812 (4,5×3,2×3,2 мм) фирмы BOURNS. Номиналы элементов контура указаны для частоты 300 кГц. Индуктивности катушки 220 мкГн оказалось достаточно для уменьшения частоты генератора до 40 кГц. При этом, конечно, пришлось пропорционально увеличить ёмкость контурного конденсатора. При меньшей частоте индуктивность катушки должна быть больше.

значительно, что позволяет использовать этот контур и вблизи резонансной частоты.

Это устройство, схема которого показана на рис. 1, сначала было смоделировано в PROTEUS, а затем на макетной плате. Были применены МК ATtiny13A в корпусе SOIC-8 и сдвоенная оптопара TLP504A. На выходе ОС0А таймером МК генерируются импульсы частотой 300 кГц. Переменное напряжение на катушке L1 выпрямляет диод Шоттки VD1, а выпрямленное напряжение сглаживает

командой запуска таймера, а отключение — его остановкой. Однако следует учесть, что в этом случае скорость нарастания напряжения на затворе сравнительно мала, т. е. время открывания транзистора определяется этой скоростью. К тому же и закрывание транзистора будет зависеть от времени разрядки конденсатора C4 через резистор R4, который в этом случае обязателен для установки.

Если такой режим переключения является нежелательным, что характерно для больших токов и напряжений, необходимо, чтобы фронты и спады импульсов на затворе были минимальной длительности. Эта задача может быть решена разными способами, но исходя из минимизации размеров, оказалось наиболее удобным применение сдвоенной оптопары U1, которая управляет напряжением на затворе транзистора по команде на выходе PB2 МК, в то время как таймер можно включать и выключать с помощью другой команды. Скорость переключения в этом случае определяется в значительной степени быстродействием оптопары. Например, для получения более быстрого переключения имеет смысл использовать оптопары HCPL4504. От одного такого преобразователя можно управлять несколькими полевыми транзисторами, это зависит, в первую очередь, от применённого МК.

Фрагмент программы для тестирования устройства показан на рис. 2, код написан в Microchip Studio (ранее Atmel Studio). На рис. 3 показаны осциллограммы напряжения на выводе 5 МК (вверху) и на аноде диода Шоттки VD2 (внизу), на которых хорошо видно проявление эффекта резонанса в виде значительного превышения напряжения на катушке индуктивности с выхода МК. Кроме того, напряжение на катушке индуктивности имеет синусоидальную форму. При налаживании этот факт можно использовать для проверки соответствия выдаваемой МК частоты резонансной частоте контура. Чем точнее их совпадение, тем чище синусоида на аноде диода Шоттки VD2. Кстати, можно поменять местами катушку индуктивности L1 и конденсатор C3 контура, это почти не окажет влияния на работу. На рис. 4 показана осциллограмма сигнала на затворе VT1 при управлении с помощью оптопар.

ЛИТЕРАТУРА

1. Управление мощной нагрузкой постоянного тока. Часть 3. — URL: <http://easyelectronics.ru/upravlenie-moshhnoj-nagruzkoy-postoyannogo-toka-chast-3.html> (05.02.21).
2. Современные драйверы IGBT и мощных полевых транзисторов. — URL: http://www.compitech.ru/html.cgi/archiv/03_05/stat_42.htm (05.02.21).
3. Драйвер полевого транзистора из дискретных компонентов. — URL: <http://electric.info/main/praktika/1511-drayver-polevogotranzistora-iz-diskretnyh-komponentov.html> (05.02.21).

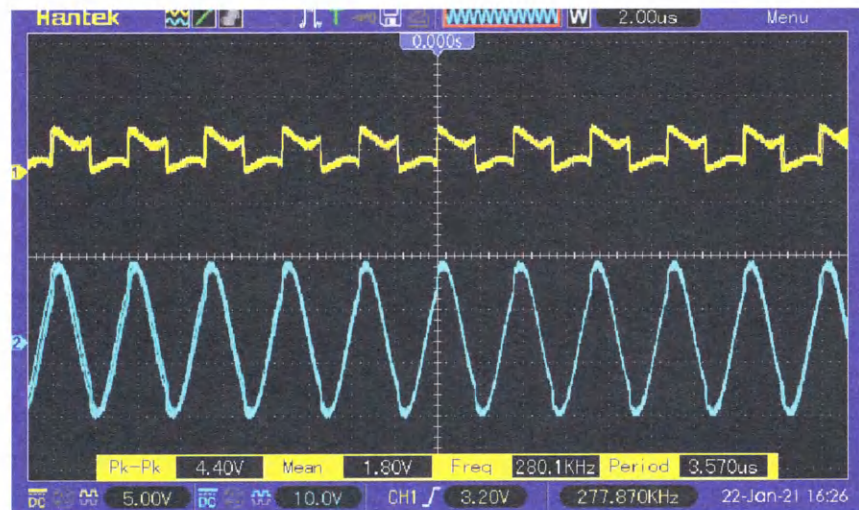


Рис. 3

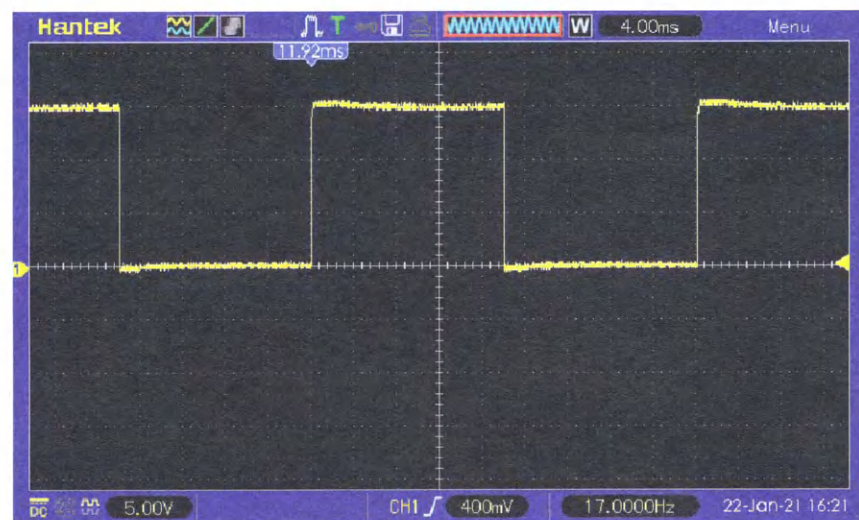


Рис. 4

Характерной особенностью использования резонанса напряжений в данном случае является то, что нет необходимости очень точно подбирать номиналы конденсатора, катушки индуктивности и стабильную частоту задающего генератора, можно использовать и внутренний тактовый генератор МК. Это объясняется тем, что превышение напряжения на катушке индуктивности настолько

конденсатор C4. Стабилитрон VD2 имеет защитную функцию, поскольку напряжение на конденсаторе C4 может превысить 20 В, которое является предельным для затвора многих мощных МОП-транзисторов. В некоторых случаях выпрямленное напряжение уже можно подавать на затвор транзистора VT1 напрямую (без использования оптопар). В этом случае открытие транзистора происходит

КРИСС:

восьмиразрядный компьютер для широкого спектра задач

И. РЕШЕТНИКОВ, г. Видное Московской обл.

Сборка и налаживание устройства

Компьютер имеет одноплатную архитектуру, он собран на плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм с металлизированными отверстиями. Толщина платы важна для монтажных панелей. Чертеж печатной платы устройства показан на **рис. 7**, расположение деталей — на **рис. 8**.

Изменения на схеме

При подготовке окончательного варианта печатной платы в схему были внесены незначительные изменения, не затрагивающие общих принципов работы, но повышающие надёжность и обеспечивающие удобство сборки:

- добавлены дополнительные блокировочные керамические конденсаторы в цепи питания ёмкостью 0,1 мкФ, на плате они имеют позиционные обозначения С38—С40;

- вывод /RST (вывод 1) микроконтроллера DD11, левый по схеме вывод резистора R15 и верхний по схеме контакт разъёма XP9 подключены к выводу порта PC2 (вывод 25) микроконтроллера DD8, вследствие чего у него освободилась шина I²C для случая использования видеоконтроллера как отдельного устройства;

- задействована вторая половина сдвоенного счётчика DD10 со счётным входом — выводом 13, а не первая половина, как на схеме рис. 3;

- изменилась структура подключения многофункционального разъёма XP7, новая цоколёвка подобрана так, что для максимально простого варианта устройства, "лайт"-версии, вместо запланированного разъёма MD8F может быть установлен MD6F с возможностью прямого подключения клавиатуры без дополнительных переходников. Новая цоколёвка разъёма приведена в **табл. 8** (через дробь указан номер вывода для MD6F), при использовании разветвителя необходимо соответствующим образом скорректировать его подключение.

Кроме того, генератор тактовых импульсов частотой 25,175 МГц должен иметь позиционное обозначение G2, а не G1, разъём "LAN" HR911105A должен

иметь позиционное обозначение A2, а не A1, как указано на схеме рис. 3.

Сборка устройства

Сама сборка устройства особенно сложной не имеет, но есть несколько моментов, на которые нужно обратить внимание, они помогут упростить сборку и придать изделию законченный вид.

В устройстве применены микросхемы в корпусах DIP, выводные резисторы мощностью рассеяния 0,125 (1/6) Вт, керамические конденсаторы с расстоянием между выводами 2,54 мм ёмкостью 0,1 мкФ и 20 пФ, с расстоянием 5,25 мм — ёмкостью 1 мкФ. Сопротивление резисторов может быть немного изменено, например, можно применить все резисторные сборки сопротивлением 2,2 кОм, резисторы в цепях линий RESET (R11, R13, R15) сопротивлением 4,7—10 кОм, в цепях подтяжки линий INT сопротивлением 2,2—4,7 кОм. Ёмкость оксидного конденсатора C2 (1000 мкФ) может быть в пределах 470—1000 мкФ, а ёмкость конденсаторов C22, C23, C35, C36 (20 пФ) — в интервале 18—22 пФ. Ориентируйтесь на документацию к соответствующим микросхемам. Микроконтроллер ATtiny13 (DD11) можно использовать на частоту 20 или 16 МГц, поскольку его рабочая частота — около 13 МГц. Его может заменить МК ATtiny13A-PU. В компьютере применена микросхема ОЗУ W24512A-15, которая заменяема W24512A-10. Диод SR260 (VD7) можно заменить на SR160, он чуть меньше по размерам.

Индикаторные светодиоды HL2—HL5 предназначены для индикации режимов работы на лицевой панели устройства. Есть несколько вариантов его монтажа. Самый простой вариант — использовать любые маломощные светодиоды диаметром 3 мм, изогнув их выводы под углом 90° и рассчитав положение так, чтобы центр линзы был на высоте 5 мм от платы. Более красиво будет выглядеть установка специальных монтажных стоек LED-301(B) или уже готовых сборок L-934**/1*Д фирмы Kingbright (**рис. 9**). Но тут есть нюанс: яркость свечения светодиодов этих сборок небольшая, поэтому можно уменьшить сопротивление резисторов в цепях их подключения (R8, R9, R12) до 1,5 кОм. При установке отдельно монтажных стоек для распространённых типов светодиодов их придётся рас-

сверлить сверлом 4,5 мм из-за "юбки". Специальные же светодиоды для стоек L-934** не отличаются от предустановленных в вышеупомянутые стойки. Отверстия в панели рекомендуется закрыть световодами.

Сборку устройства начинают с монтажа слота для SD-карт, после чего устанавливаются все остальные компоненты, кроме предохранителя F1. Микроконтроллеры, микросхемы ОЗУ и ПЗУ рекомендуются устанавливать на клеммные колодки, сами микросхемы устанавливают после сборки и предварительных процедур налаживания.

Устройство рассчитано на сборку в стандартный корпус GAINTA G738, в лицевой и задней панелях вырезают отверстия по чертежу на **рис. 10** и наносят необходимые надписи. При заказе изготовления выбирайте толщину панелей 2 мм. Плату фиксируют винтами M3 с диаметром головки 5,2 мм. Это чуть меньше стандарта, но такие винты легко доступны. Под каждый винт укладывают изолирующую шайбу из волокна/картона диаметром 5 мм. На нижнюю часть корпуса рекомендуют приклеить ножи, для этого идеально подходят защитные мебельные протекторы из ПВХ.

На верхней крышке устройства в центре закрепляют динамическую головку, её приклеивают за монтажные выступы или по периметру клеем "Момент". К плате головку подключают тонким двойным шлейфом с разъёмом на конце. Разъём для подключения может быть любой с шагом контактов 2,54 мм. Если не устанавливать разъём XP10 подключения внешней динамической головки (обычно он не нужен), то комфортно размещается разъём CWF-2. Провод подключения сделайте достаточно длинным, чтобы при открытии крышки корпуса можно было убрать в сторону без отключения головки. Сама динамическая головка — любая миниатюрная, максимально плоская, с сопротивлением катушки 8 Ом и мощностью 0,5—2 Вт. С заявленными на схеме элементами громкость звука достаточно большая, для домашнего применения можно уменьшить сопротивление резистора R18 до 47 кОм, сопротивление резистора R17 (56 кОм) может быть в интервале 10—56 кОм. Звук "меандровый", но приемлемый, немного улучшается качество звука тонкая поролоновая прокладка толщиной 1 мм между диффузором и крышкой корпуса.

Продолжение.

Начало см. в "Радио", 2021, № 1, 2

Устройство подключают к сети переменного тока 230 В шнуром с выключателем, на который одевают резиновый проходной изолятор (кабельный ввод) диаметром 4 мм. Мощность устройства

небольшая, поэтому прекрасно подходят бытовые кабели для бра — они тонкие, гибкие и весьма надёжные. Для подключения к плате используют соединитель кабель—плата WF-4 с шагом

контактов 2,54 мм (используют крайние два контакта) или PHU-2 с шагом 5,25 мм. Первый вариант удобнее, хотя и не предназначен для коммутации высокого напряжения, в нашем случае это

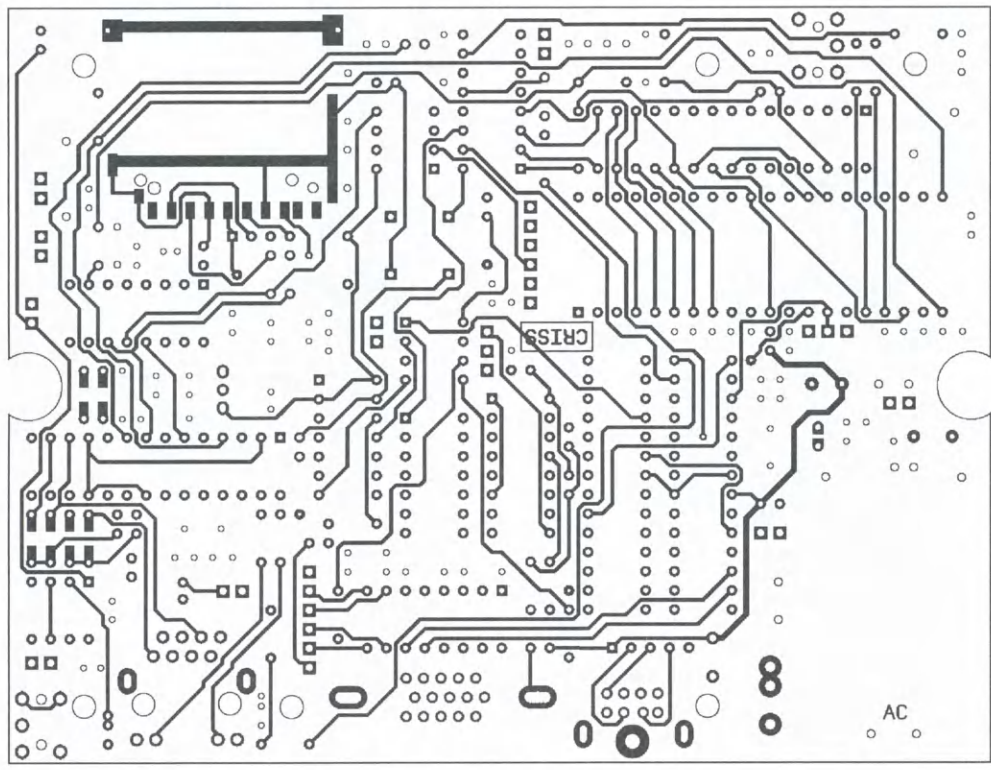
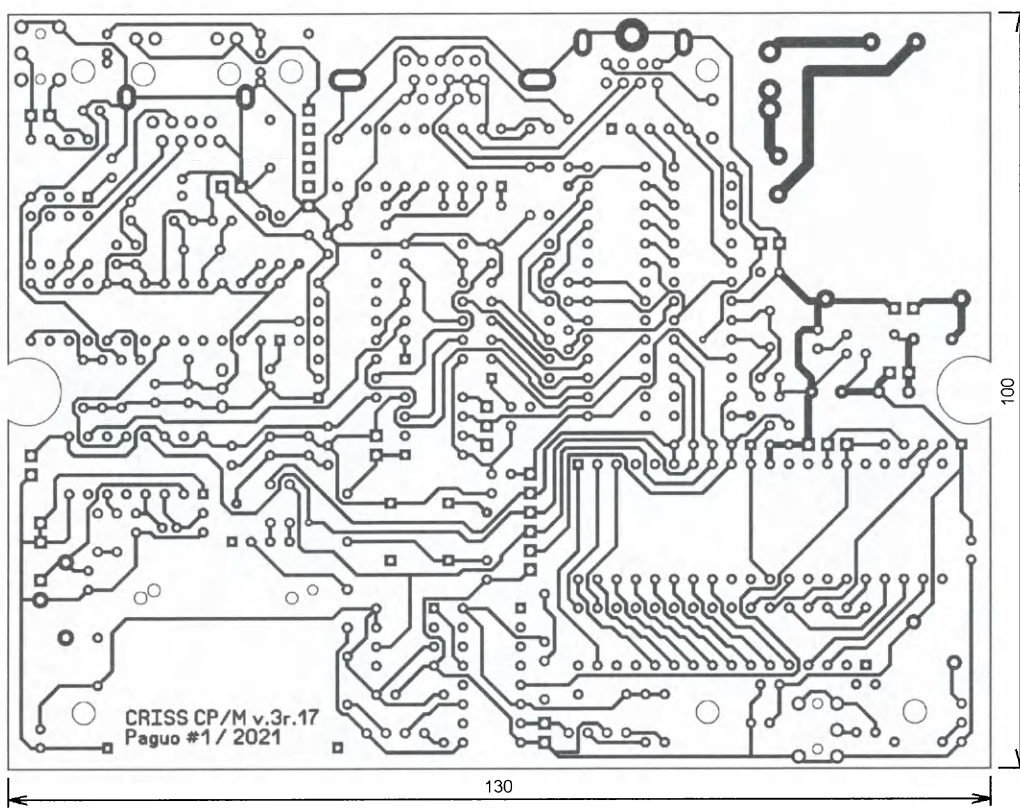


Рис. 7

Таблица 8

1/1	KB DATA
2/2	SDA
3/3	GND
4	RxD
5/4	+5 V
6/5	KB CLK
7	TxD
8/6	SCL

решено использовани- ем только двух крайних контактов четырёхвы- водного разъёма.

Налаживание устройства

После подачи пита- ния проверяют напря- дение на выходе AC/DC преобразова- теля А1, оно должно быть в интервале 5...5,2 В с пульсациями, не пре- ышающими 100 мВ. Такие преобразова- тели за много лет работы зарекомендовали себя с положительной сто- роны и отказы у ори- гинальных изделий не встречались.

Далее на двухвы- водный разъём, уста- новленный около се- тевого разъёма, пода- ют питание +5 В от ла- бораторного источни- ка питания и проверяют потребляемый устрой- ством ток, который не должен превышать 100 мА. После этого проверяют напряже- ние питания контроль- ных точек 3,3 В и нали- чие генерации импуль- сов 25,175 МГц в конт- рольной точке "F" ря- дом с генератором G2. Если всё в норме, то предохранитель F1 ус- тавливают на плату, и сборку можно счита- ть оконченной.

Рекомендую сборку производить, начиная с минимальной рабо- тоспособной конфигу- рации. Внешний вид собранной платы в та- кой минимальной кон- фигурации, на которой отсутствуют "опцион- ные" элементы, пока- зан на рис. 11. В этом случае не устанавли- вают микросхему ЧРВ DS1305N (DD4), конт-

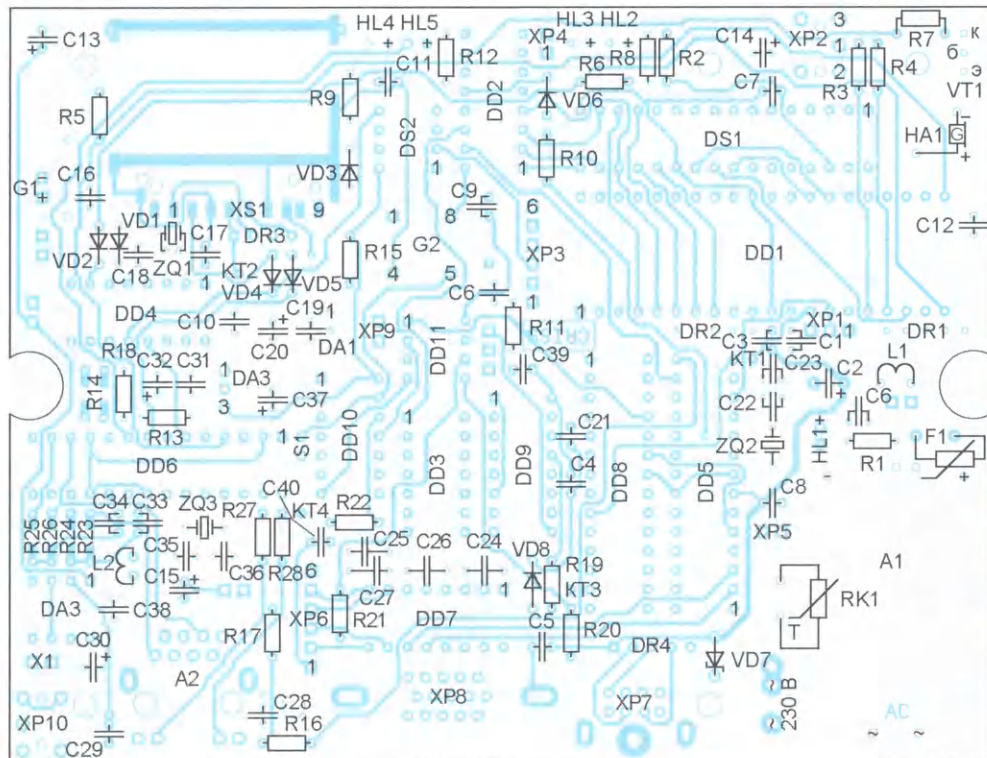


Рис. 8

роллер Ethernet ENC28J60 (DD6), преобразователь уровней MAX232CPE (DD7), микросхему ПЗУ 25LC1024-I/P (DS2), стабилизатор LD1117-33 (DA2), разъём "LAN" HR911105A (A2), кварцевые резонаторы 32768 Гц (ZQ1) и 25 МГц (ZQ3), резисторы R14, R23—R28, конденсаторы C17, C18, C24—C27, C33—C37, дроссель L2 и элемент питания G1.

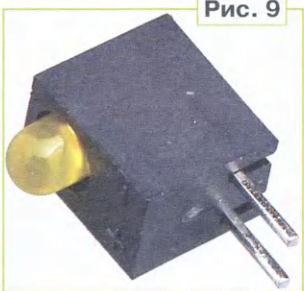


Рис. 9

Если устройство сразу собирают в варианте с сетевым контроллером, есть особенность установки резистора R14 — на плате он разведён как два параллельных резистора.

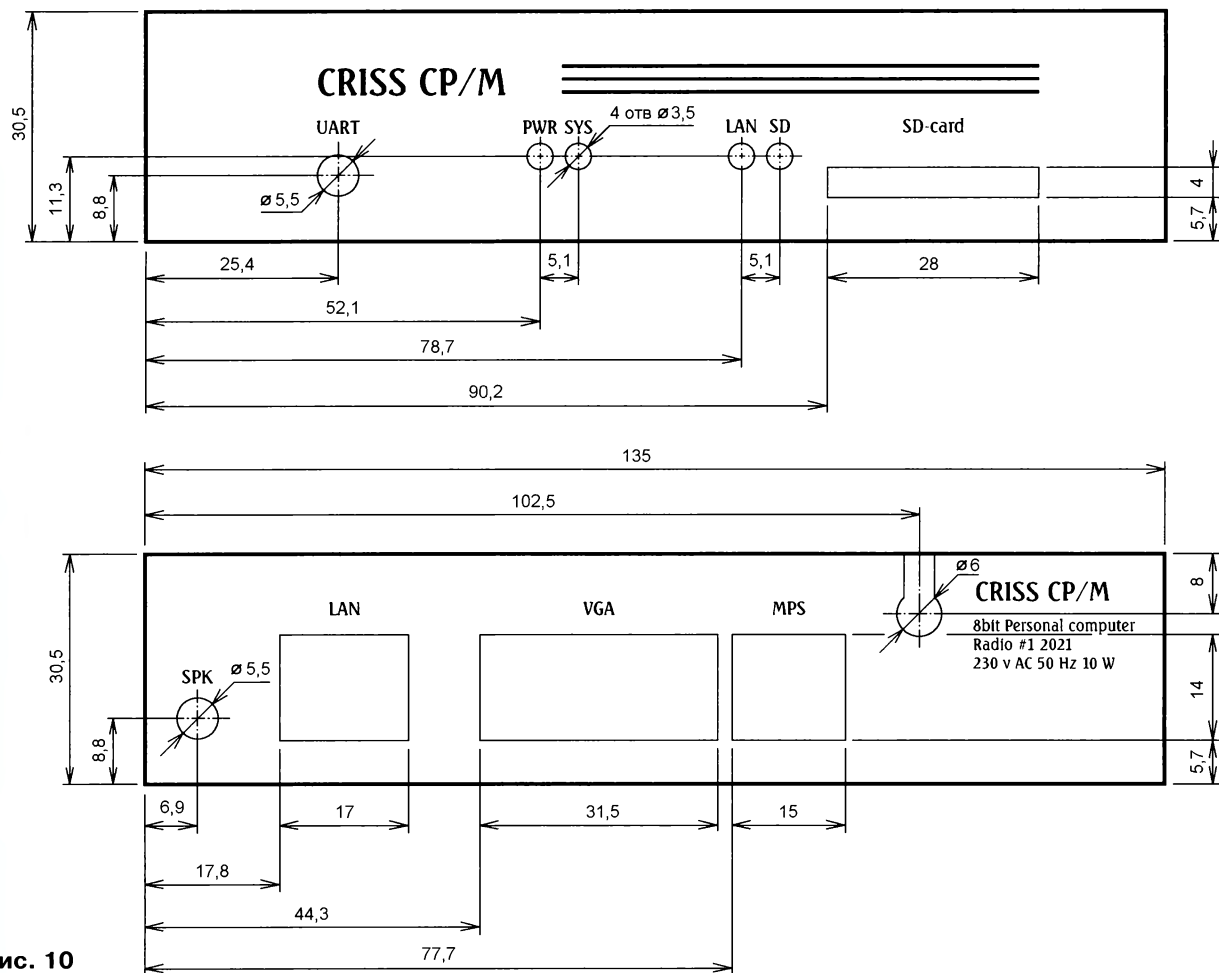


Рис. 10

8bit Personal computer
Radio #1 2021
230 v AC 50 Hz 10 W

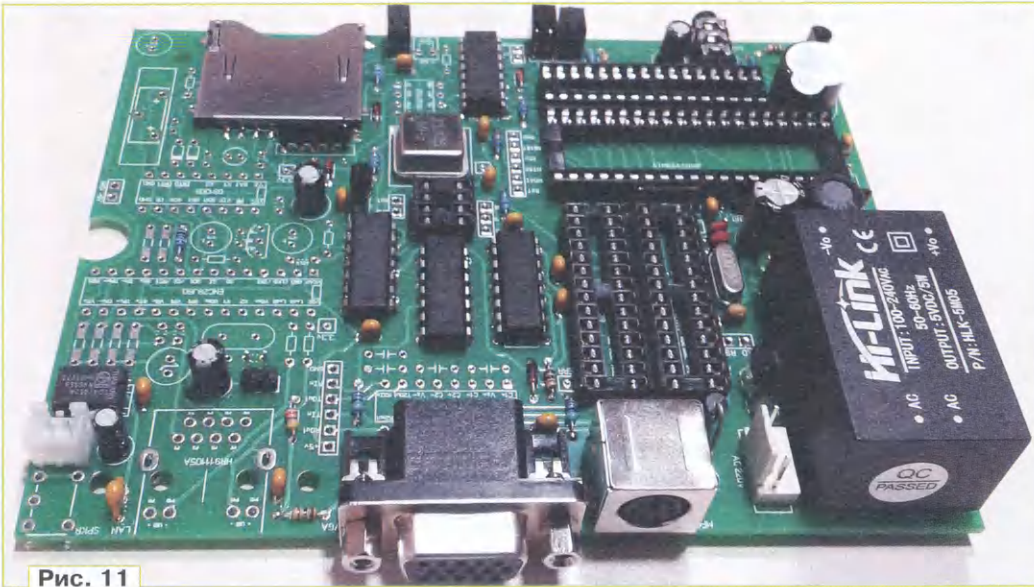


Рис. 11

кацией светодиода "SYS", после чего ожидается на командном порту UART0 сигнала на программирование 1 с, не получив его, формируется короткий звуковой сигнал и выдётся команда на старт КВУ, через 1 с после этого запускается основная программа МК ЦП.

После запуска системы в МК, которые имеют только бутлоадеры, нормальным поведением является мигание светодиода "SYS" в течение 1 с, короткий звуковой сигнал, и далее всё повторяется.

Для программирования необходимо ис-

Таблица 9

Обозначение на схеме	Тип	Brown-out	SPI	Boot flash	Boot reset	Clock	Ext	High	Low
DD1	ATmega1284P	4.3 В	Enable	512 words	Enable	Ext Clock 6CK+65ms	0xFC	0xD6	0xE0
DD5	ATmega328P	4.3 В	Enable	256 words	Enable	Ext Clock 6CK+65ms	0xFC	0xDE	0xE0
DD8	ATmega328P	4.3 В	Enable	512 words	Enable	Ext Osc. 8 MHz, 16K, 64ms	0xFC	0xDC	0xBF
DD11	ATtiny13	4.3 В	Enable			Ext Clock 14CK+65ms	0xFF	0xF9	0x78

Микросхема ENC28J60 (DD6) имеет несколько так называемых ревизий. Для устаревших версий требуется резистор сопротивлением 2,7 кОм, для более современных — 2,32 кОм (по документации). При сборке сначала устанавливаются резистор сопротивлением 2,7 кОм, после запуска устройства и проверки версии микросхемы (REVID) при значении 06 параллельно ему устанавливаются резистор сопротивлением 16 кОм. Заранее узнать номер ревизии возможности нет. Номинальное сопротивление резисторов R23—R26 по документации к микросхеме ENC28J60 — 49,9 Ом, такие резисторы доступны в исполнении для поверхностного монтажа (на них написано 49R9). Разводка платы допускает установку этих резисторов как выводных, так и поверхностно монтируемых типоразмера 0805 или 1206. В случае их отсутствия можно установить резисторы ближайшего стандартного номинала (51 Ом), точного соответствия спецификации при этом не будет, но работоспособность сохранится.

Если запланировано подключение принтера, как альтернативу необходимости сборки переходника-разветвителя можно установить разъём XP7 MD6F для прямого подключения клавиатуры, а разъём XP10 использовать для порта RS-232, перерезав дорожки, ведущие к усилителю мощности DA3, и соединив его контакты перемычками со стороны монтажа с выводами 4 и 7 XP7 или соответствующими выводами микросхемы DD7.

Программирование микроконтроллеров

Микроконтроллеры (МК) необходимо предварительно подготовить, установив разряды конфигурации и загрузив микропрограммы стартовых загрузчиков (далее будем называть их бутлоадерами), кроме МК ATtiny13 (DD11), который прошивается сразу. После этого для изменения микропрограмм их доставать уже не потребуется, поэтому при желании после подготовки их можно запаять в плату без колодок. Настройка разрядов конфигурации приведена в табл. 9. Не забывайте, что сначала надо загрузить прошивку бутлоадера, а только потом устанавливать конфигурационные разряды, поскольку все МК работают или с внешними тактовыми импульсами, или с внешним кварцевым резонатором.

После прошивки и установки разрядов конфигурации микросхемы устанавливаются на плату. Стандартный цикл первоначальной загрузки устройства такой:

- МК формирователя синхроимпульсов стартует в обычном режиме, возможности его перепрограммировать нет, МК видеоконтроллера может остановить его работу сигналом /RESET;

- МК видеоконтроллера стартует в рабочем режиме с выводом на экран приветственного сообщения из EEPROM;
- МК контроллера внешних устройств (КВУ) стартует в режиме бутлоадера и ждёт команды от МК ЦП;

- МК ЦП выдерживает паузу 1 с для инициализации внешних и наплатных устройств, что сопровождается инди-

пользовать стандартный преобразователь UART—USB (именно UART, а не RS-232!). Программирование выполняется с помощью специальной консольной программы под ОС Windows, для запуска необходимо использовать стандартную консоль cmd.exe или менеджер FAR. Для программирования выполните действия в следующем порядке:

- подключите устройство к линии питания 230 В, но не включайте его;

- подключите преобразователь к разъёму XP1, соблюдая назначение выводов (1—TxD, 2—RxD, 3—GND), обычно порядок подключения справа—налево (по расположению элементов на плате рис. 8) по цветам преобразователя такой: белый (вывод 1) — зелёный (вывод 2) — чёрный (вывод 3); красный не используется и должен быть надёжно заизолирован;

- подключите преобразователь к порту USB компьютера с ОС Windows любой версии, убедитесь, что все драйверы установлены, посмотрите в конфигурации оборудования номер назначенного COM-порта, если есть возможность, поменяйте его на 15;

- из пакета установочных программ запустите файл upload_start.bat, заменив в нём "15" в первой строке сразу за именем исполняемого файла на свой номер COM-порта;

- программа выведет служебные сообщения и перейдёт в режим ожидания;
- включите устройство выключателем на шнуре питания;

- если всё сделано правильно, начнётся процесс программирования, каж-

дый переданный пакет сопровождается звуковым сигналом устройства;

— после успешного окончания работы программы прошивки (обычно это занимает одну—две минуты) отключите питание устройства и отключите переходник UART—USB.

На этом процедура подготовки устройства к работе практически завершена. Имейте в виду, что выходы UART0 МК ЦП используются в работе, поэтому оставлять переходник подключённым категорически не рекомендуется. Программирование идёт в режиме реального времени с контролем таймаутов, иногда возникают сбои. Если программа зависнет или не доработает до конца, перезапустите процедуру программирования.

Впоследствии обновления устанавливаются по аналогичной процедуре, но загрузка идёт уже не полная, а выборочная, только изменённых компонентов. Bat-файл для каждого случая или настройки программы включается в состав пакета обновлений.

Запуск и загрузка

Подключите к устройству клавиатуру PS/2 и включите питание. Устройство должно вывести сначала тестовый экран VGA-контроллера, потом загрузочный экран системы (рис. 12). На этапе загрузки опрашивается установленное периферийное оборудование и выполняются базовые настройки.

Как было описано в разделе про описание видеоадаптера, качество работы зависит от точности тактовых частот 20

ного сайта www.farmanager.com. FAR не требует установки и работает из любого каталога. В настройках плагина в файл `Plugins\MultiArc\Formats\custom.ini` добавьте в конце файла настройки для работы с образами дисков CP/M, которые будут иметь расширение `.csm` (табл. 10).

Далее скачайте и установите бесплатный пакет программ `cpmtools`, необходимо установить его в корневую

вы используете карту первый раз, то необходимо на неё программой `Win32DiskImage.exe` записать любой файл в виде образа. Он использоваться не будет, но разрушит форматирование и даст знать программе, что это не "обычная" SD-карта. При попытке записать на отформатированный диск программа выдаст ошибку — минимальная защита.

Организация SD-карты включает блоки предзагрузки и образы дисков, каждый имеет своё название, своё название имеет и каждая карта. После запуска список команд можно посмотреть, набрав знак вопроса "?". В названиях можно использовать русский язык, консольные программы работают в кодировке CP866, аналогичной кодировке КРИСС. Типовые команды работы с программой (в планах подключение к `multiarc`, но пока не реализовано):

— форматирование карты: `f` Имя карты — инициализирует карту для дальнейшей работы;

— загрузка загрузочного блока: задайте имя блоку командой `p f0` [имя загрузочного блока], после чего загрузите образ из файла командой `p 00 имя_файла`;

— загрузка образа дискеты: задайте имя дискете командой `s 01` [имя дискеты], после чего загрузите образ из файла командой `s 00 имя_файла`;

— загрузите образы других дисков при необходимости наборами команд: `p 02/p 01, p 03/p 02` и т. д.;

— посмотреть содержимое карты можно командой `d`.

По умолчанию дискета `s 00` считается вставленной в дисковод `A:`; `s01` — в дисковод `B:`. Дискеты `C:` и `D:` в текущей версии загрузочного образа не используются. На карту можно записать до 32 образов дисков, переключение осуществляется через системную консоль, вызываемую после загрузки ОС комбинацией клавиш `Ctrl+Alt+Del`.

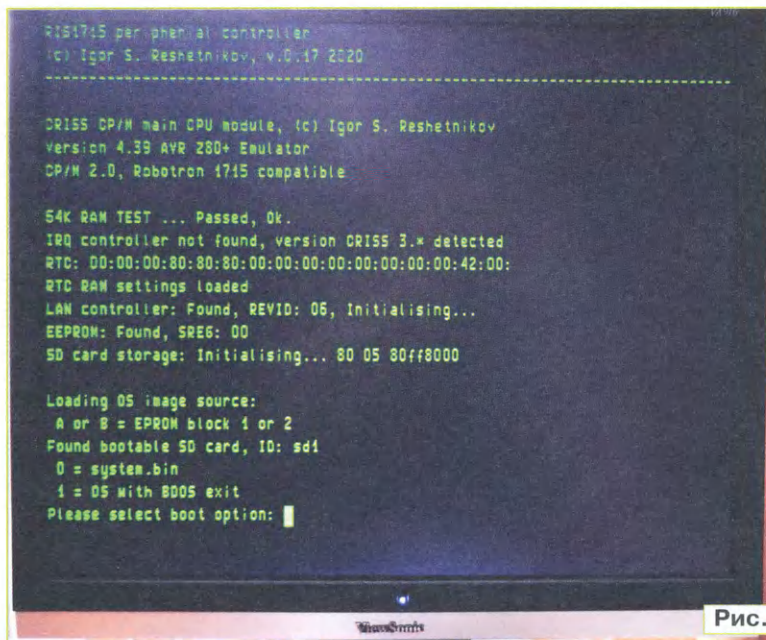


Рис. 12

[CPM]	Таблица 10
TypeName=CPM	
Extension=cpm	
List="cpmls.exe -f ris1715"	
Start="0:"	
Format0="nnnnnnnnnnnn"	
AllFilesMask="*.*)"	
Extract=cpmcp.exe -f ris1715 %%A 0:%%F %%f	
ExtractWithoutPath=cpmcp.exe -f ris1715 %%A 0:%%F %%f	
Delete=cpmrm.exe -f ris1715 %%A 0:%%F	
Add=cpmcp -f ris1715 %%A %%F 0:	

Таблица 11
diskdef ris1715
sectlen 128
tracks 40
sectrk 160
blocksize 2048
maxdir 128
boottrk 1
os 2.2
skew 1
end

и 25,175 МГц. Если изображение на экране нестабильно, с пропуском символов или, наоборот, с лишними пробелами (это как раз бывает при сильном отклонении номиналов частот кварцевых резонаторов от заявленных значений), рекомендую попробовать поменять кварцевый резонатор 20 МГц и генератор 25,175 МГц. Если это не помогает, пришлите в редакцию фотографию экрана, вам будет выслана версия с другими настройками синхронизации или в прошивку будет добавлена функция самосинхронизации.

Для работы необходим загрузочный образ SD-карты, который может быть либо записан из тестового образа в комплекте программ (рекомендуется для этой процедуры использовать программу `Win32DiskImager`), либо подготовить его самостоятельно, воспользовавшись описанной ниже процедурой.

Сначала в отдельный каталог установите файловый менеджер FAR и плагин `Multiarc` к нему, скачав его с официаль-

папку диска `/cpmtools`, добавив этот путь в системный `PATH`. В файл конфигурации пакета `diskdefs` добавьте настройки для работы с образами дисков 819 кБ, которые как базовые используются в данном проекте (табл. 11).

Вместо оригинального можно использовать немного скорректированный автором вариант пакета, в котором добавлена работа с файлами, записанными в системе прописными буквами. Это не ошибка, в CP/M такое не допускается, но на практике иногда встречается.

Перезапустите FAR и откройте в нём пустой образ дискеты из комплекта программ `fdd819.csm`. Если все настройки выполнены правильно, откроется пустой каталог. Скопируйте в него необходимые программы.

Для работы с SD-дисками служит специальное приложение под MS Windows `R1715sd.exe`, при вызове которого необходимо указать букву диска, ассоциированного с SD-картой. Если

При загрузке компьютера карта должна быть вставлена до включения питания, после инициализации будут показаны имя карты и имя загрузочного образа. Если необходимо поменять карту во время загрузки, то после смены карты нажмите ввод и карта снова реинициализируется. Укажите номер загрузочного блока "0" и нажмите ввод. После загрузки ОС появится приветственное сообщение CP/M "A:". Вы теперь внутри ОС, можно работать — принципы работы в ОС CP/M многократно описаны, см., например, [5]. Перезагрузка, напомним, выполняется в любой момент комбинацией клавиш Ctrl-Shift-Alt-ESC.

KРИСС CP/M корректно работает с большинством программ, написанных для CP/M, в частности для Robotron 1715, но есть и особенности, которые будут описаны далее в разделе про системное программирование. Пока рекомендуется пользоваться программами со страницы проекта на сайте журнала "Радио" criss.radio.ru. Постепенно набор совместимых программ будет расширяться, и совместимости компьютера с другими платформами тоже.

Дополнительная информация

Немного дополнительной информации, которая может быть полезна.

Начнём с ресурсов МК. Как было сказано в начале статьи, все МК работают с загрузкой, близкой к максимальной, поэтому дальнейшая оптимизация не производилась. Небольшая сводка по задействованию аппаратных ресурсов приведена в табл. 12, где приведён или процент использования, или сколько ресурсов из имеющихся задействованы, IRQF обозначает использование флага прерывания без обработчика. Загрузка достаточно плотная.

При желании реализовать обработчик манипулятора мышь на МК DD5

следует быть крайне осторожным. С одной стороны, выводы GPIO могут быть использованы, и для работы есть свободное прерывание PCI. Но в текущей версии прошивки этот МК обрабатывает поток SPI-запросов от МК ЦП в режиме реального времени, без сигнала подтверждения обработки. Это значит, что задержка между отправляемыми байтами должна быть такой, чтобы гарантировать их обработку. Этот МК обрабатывает два прерывания: от клавиатуры INT0 и от канала SPI, причём клавиатурное имеет больший приоритет, возможную задержку надо учесть. Сейчас это прерывание минимизировано, насколько это возможно, даже размещено в области векторов прерываний, чтобы исключить лишнюю команду перехода `ijmp`, но всё равно с

Порядок программирования МК DD1 такой:

— устанавливают переключатель на разъём XP5, тем самым блокируется работа МК DD5;

— к контактам 2—6 разъёма XP3 подключают ISP-программатор и загружают микропрограмму.

Такой вариант имеет риск, что МК DD5 может воспринять команды как "свои" и некорректно их обработать, поэтому, возможно, процедуру придётся повторить. Для программирования DD5 процедура аналогична:

— контакты 1 и 5 разъёма XP3 замыкают с его контактом 6, блокируя работу МК DD1 и DD8;

— к разъёму XP5 и контактам 2—4 разъёма XP3 подключают ISP-программатор и загружают микропрограмму.

Таблица 12

МК	Частота	ОЗУ	Idle	IRQ+IRQF	UART	SPI	I2C	TIMERS	I/O
DD1	100 %	90 %	0 %	4 + 2	2 / 2	Master	0 / 1.	3 / 3	32 / 32
DD5	100 %	100 %	20 %	2 + 3	1 / 1	Slave	Master	3 / 3	21 / 21
DD8	100 %	90 %	5 %	3 + 0	0 / 1	Slave	Резерв	1 / 3	18 / 22
DD11	70 %	0 %	80 %	0	-	-	-	0	5 / 5

учётом времени входа/выхода из прерывания, входа/выхода прерывания SPI при пакетной отправке в МК ЦП придётся вставлять задержку для стабильной работы. При реализации ещё одного обработчика эта задержка неизбежно возрастёт, что несколько снизит производительность МК ЦП, особенно в части вывода на экран. Как альтернативный вариант можно рассмотреть подключение мыши через дополнительный МК с подключением на шину I²C МК КВУ, что позволит вынести опрос в асинхронный режим.

На плате предусмотрено несколько разъёмов, в частности XP3 и XP5. Их можно использовать при необходимости обновления микропрограмм бутлоадера МК DD1 и DD5 без демонтажа микросхем, но использовать этот путь нужно с осторожностью и только когда нет других возможностей, например, установив микросхемы на колодки.

Сменить прошивку МК DD8 аналогичным образом возможности нет. ISP-программирование МК DD11 выполняется после замыкания контактов 1 и 5 разъёма XP3 с его контактом 6 и установки переключателя на контакты разъёма XP5, все необходимые сигналы выведены на внешние разъёмы. Это единственный способ смены микропрограммы МК DD11.

ЛИТЕРАТУРА

5. Макарова Н. В. Работаем на персональном компьютере Роботрон 1715. — Л.: Машиностроение, 1989.

От редакции. На нашем ftp-сервере по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/03/CRISS.zip> выложена таблица с перечнем применённых в компьютере деталей.

(Окончание следует)

Двухрежимный суточный таймер с отложенным временем запуска

Г. НЮХТИЛИН, г. Ковров Владимирской обл.

Таймер служит для подключения нагрузки по истечении некоторого отложенного времени (ОВ) и отключения её по истечении рабочего времени (РВ). Интервалы точного времени формирует микросхема реального времени (RTC) DS1307, вывод информации осуществляется на дисплее NOKIA5110, а управляет всем микроконтроллер (МК) PIC16F628A.

После подачи питания МК помещает извлечённые из EEPROM значения ОВ и

РВ на верхнюю и нижнюю строки дисплея в виде "ЧЧ:ММ:СС". После запуска таймера начинается обратный отсчёт ОВ, при обнулении которого нагрузка подключается, начинается обратный отсчёт РВ, при обнулении которого нагрузка отключается.

Таймер поддерживает два режима работы: простой и циклический. В простом режиме таймер после остановки ждёт нового запуска. В циклическом режиме таймер работает по алгоритму:

обратный отсчёт ОВ — подключение нагрузки — обратный отсчёт РВ — отключение нагрузки — возвращение к предыдущим значениям ОВ и РВ и т. д. в бесконечном цикле. Переключение режимов можно производить как до пуска таймера, так и на ходу. Есть возможность принудительно остановить работу таймера, при этом нагрузка отключается и таймер ждёт нового запуска.

Наибольшая продолжительность отсчёта ОВ и РВ — 24 ч, наименьшая —

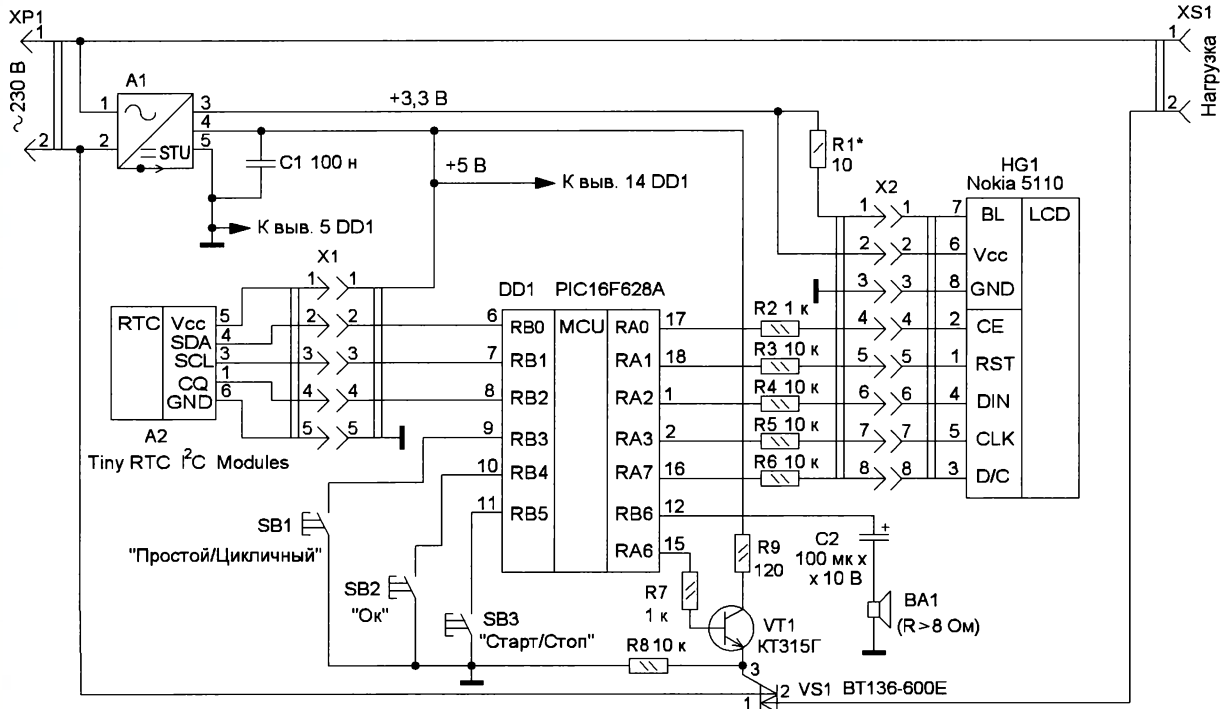


Рис. 1

0 с, установка времени — с точностью до секунды, управление осуществляется с помощью трёх кнопок. Имеется звуковая сигнализация моментов старта таймера, подключения и отключения нагрузки.

Схема таймера представлена на рис. 1. Стабилизированное напряжение +5 В с сетевого блока питания А1 поступает на выводы питания модуля А1 и микроконтроллера DD1, а стабилизированное напряжение +3,3 В — на вывод питания ЖК-индикатора HG1. Прежде чем начать управление устройством, МК в течение одной секунды устанавливает на своих выходах уровень лог. 0. Это позволяет предотвратить "дребезг" контактов при подключении таймера в сеть 230 В. Без такой паузы возможны помехи на экране ЖКИ. Выключатель питания в конструкции не предусмотрен ввиду его значительных габаритов при коммутации мощной нагрузки.

После паузы МК извлекает из своей EEPROM значения ОВ и РВ и отображает их на ЖКИ. При первом включении отображаются значения ОВ и РВ по умолчанию: оба как "23:59:59". Между значениями ОВ и РВ в средней строке слева отображается знак "■", означающий готовность к запуску или к вводу новых значений ОВ и РВ. На выводе МК RA6 формируется лог. 0, транзистор VT1, являющийся ключом для управления симистором VS1, закрыт, симистор тоже закрыт, и нагрузка, подключённая к разъёму XS4, отключена.

Готовый покупной модуль А2 содержит в себе микросхему реального времени (RTC) DS1307 и кварцевый резонатор на частоту 32768 Гц. Для обмена данными с МК используются выводы

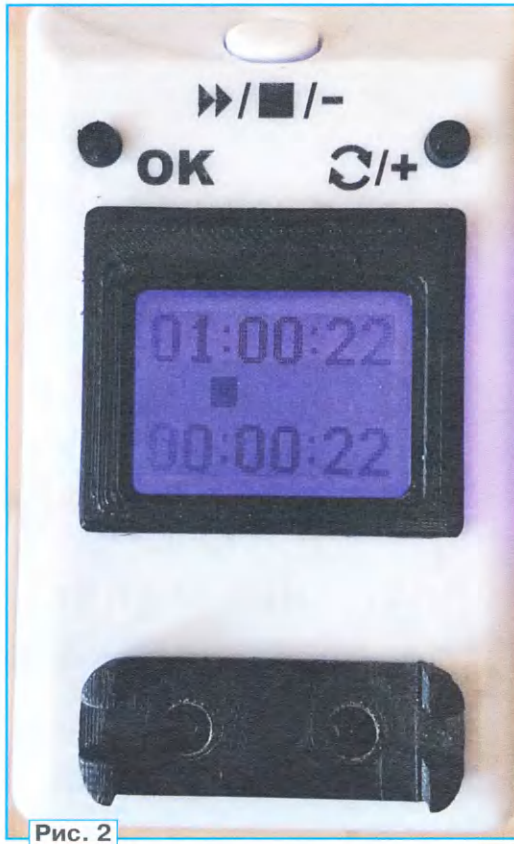


Рис. 2

SDA, SCL и SQ модуля А2. Далее по линиям RB0— SDA и RB1— SCL МК даёт команду микросхеме RTC в модуле А2 на генерацию точных импульсов на выводе SQ с частотой 1 Гц, которые поступают на линию RB2 МК. Эти секундные

импульсы оказалось удобнее использовать в программном коде для формирования обратного отсчёта времени, чем передаваемые по линиям SDA и SCL реальные значения даты и времени.

В процессе работы таймер может находиться в трёх состояниях: "Остановлен", "Запущен" и "Состояние ввода". На рис. 2 таймер остановлен и ждёт запуска кнопкой SB3 или начала ввода кнопкой SB2. После нажатия на кнопку SB3 МК выдаёт на динамическую головку ВА1 сигнал начала отсчёта отложенного времени — импульсы частотой 9445 Гц и длительностью 0,2 с. Таймер переходит в режим "Запущен", и на ЖКИ появляется знак "►►" (рис. 3) и начинается посекундный обратный отсчёт отложенного времени. Как только отложенное время обнуляется, МК выдаёт на динамическую головку ВА1 сигнал начала обратного отсчёта рабочего времени — последовательно два сигнала с частотами 9390 и 9445 Гц длительностью по 0,2 с каждая. Далее на линии RA6 МК формируется лог. 1, последовательно открываются транзистор VT1 и симистор VS1, в результате чего на нагрузку, подключённую к разъёму XS1, поступает сетевое напряжение. Теперь верхняя строка имеет вид "00:00:00", а на нижней наблюдается посекундный обратный отсчёт РВ. По его истечении нижняя строка

на доли секунды принимает вид "00:00:00", на линии МК RA6 формируется лог. 0 и нагрузка отключается. Окончание РВ сигнализируется тремя последовательными звуковыми сигналами с частотами 9606, 9390 и 9445 Гц

длительностью по 0,2 с. Таймер переходит в состояние "Остановлен", ОВ и РВ принимают свои предыдущие значения, знак "▶" превращается в знак "■", и таймер ждёт дальнейшей команды. Так реализован простой режим таймера.

В любом из двух состояний "Запущен" или "Остановлен" можно изменить режим таймера с простого на циклический и обратно нажатием на кнопку SB1. Переход таймера в "Циклический" режим отображается появлением знака "Круговое движение" между строками ОВ и РВ правее центра экрана (рис. 4). В простом режиме этот знак пропадает. В "Циклическом" режиме таймер работа-

можно ближе к цепям питания микроконтроллера DD1, конденсатор С2 — разделительный. Резистор R1 служит для регулировки яркости подсветки ЖКИ и подбирается индивидуально, а для полной яркости его заменяют проволочной перемычкой. Резисторы R2—R6 нужны для согласования логических уровней микроконтроллера DD1 и встроенного контроллера дисплея NOKIA 5110, резисторы R7—R9 — токоограничительные.

Таймер смонтирован в корпусе от отпугивателя комаров. У этого корпуса на задней стороне есть встроенная вилка для подключения к сети ~230 В (на схеме XP1) и три отверстия, которые

видимо, для совместимости с питанием большинства микроконтроллеров и плат Arduino. Оригинальный же дисплей с контроллером PCD8544, применявшийся ранее в телефонах "Nokia 3310", имеет напряжение питания 2,7...3,3 В, и нигде нет достоверных данных, что китайский заменитель будет (продолжительно) работать при напряжении 5 В. Также под дисплеем не обнаружено элементов, понижающих напряжение питания, — только разводка для светодиодов подсветки и разъёма. Во избежание риска для питания модуля было использовано напряжение +3,3 В, а для согласования логических уровней с МК применены резисторы R2—R6.



Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5

ет по алгоритму: обратный отсчёт ОВ — подключение нагрузки — обратный отсчёт РВ — отключение нагрузки — возвращение предыдущим значениям ОВ и РВ и т. д. в бесконечном цикле до отключения питания. Режимы один на другой можно менять "на ходу", нажав на кнопку SB1. В состоянии "Запущен" нажатие на кнопку SB2 ни на что не влияет, её назначение описано далее.

Принудительная остановка таймера в состоянии "Запущен" происходит нажатием на кнопку SB3 в любом из режимов, при этом отключается нагрузка, ОВ и РВ принимают предыдущие значения, и таймер переходит в состояние "Остановлен".

Вводить новые значения ОВ и РВ можно только тогда, когда таймер находится в состоянии "Остановлен". Нажатием на кнопку SB2 таймер переводится в "Состояние ввода", при этом вводимые значения отображаются теперь негативно, как светлые цифры внутри чёрного квадрата. В "Состоянии ввода" меняется также назначение кнопок SB1 и SB3. Нажатие на кнопку SB1 увеличивает значение вводимого значения на единицу, а нажатие на кнопку SB3, наоборот, уменьшает на единицу. Сначала вводят значение часов ОВ, установка подтверждается нажатием на кнопку SB2, и негативными теперь становятся минуты ОВ (рис. 5), показывая готовность к вводу. После подтверждения кнопкой SB2 к вводу становятся готовы секунды ОВ и далее часы, минуты и секунды РВ. Как только подтверждён ввод секунд РВ, таймер переходит в состояние "Остановлен" и готов к запуску, к переходу в циклический режим или к новому вводу значений ОВ и РВ.

Конденсатор С1 — помехоподавляющий, он должен быть установлен как

в данном случае использованы для толкателей кнопок SB1—SB3. Все детали таймера, кроме симистора VS1, разъёма XS1 и динамической головки BA1, размещены на плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертёж платы и схема размещения на ней элементов показаны на рис. 6. Кнопки SB1—SB3 расположены на плате точно под уже имеющимися на корпусе отверстиями. Индикатор HG1 и розетка XS1 вынесены на переднюю стенку корпуса. Вид на внутренний монтаж устройства показан на рис. 7.

Для питания устройства нужны два источника: 3,3 В/10 мА и 5 В/50 мА. Оба напряжения должны быть стабилизированы. В качестве сетевого блока питания был использован импульсный блок питания без маркировки на плате размерами 32×18 мм. Под этот блок в плате сделано прямоугольное окно, в которое он вставлен боком.

Используемый МК DD1 — PIC16F628A в корпусе PDIP, его внутренний генератор тактовой частоты программно настроен на частоту 4 МГц. МК установлен в панель.

В качестве индикатора HG1 применён ЖК-модуль "Nokia 5110", представляющий собой графический ЖК-дисплей с разрешением 48×84 пикселей с контроллером PCD8544 (или его аналогом), размещённый на плате синего цвета. Кроме него, на плате присутствуют четыре светодиода синего свечения (подсветка) и штыревой разъём PLS-8 снизу дисплея. Плюсовым выводом питания подсветки является вывод BL.

Производитель этого ЖК-модуля утверждает (и это указано на плате), что напряжение питания модуля — +3...5 В,

Кроме применённого, широко распространён ЖК-модуль Nokia 5110 с дисплеем на плате красного цвета, у которого, кроме разъёма снизу дисплея, имеется ещё и дублирующий разъём сверху. В этом модуле для питания подсветки нужно на вывод BL подать минус напряжения питания, а не плюс, как в нашем случае. Также можно использовать оригинальный дисплей, вынутый из телефона "Nokia 3310".

Модуль A2, служащий в данной конструкции источником точных импульсов частотой 1 Гц, имеет на плате маркировку "Tiny RTC I²C Modules". Собственно, источником импульсов и значений точного времени и даты является микросхема DS1307, частота генератора которой стабилизирована кварцем на частоту 32768 Гц. Также на плате модуля имеется микросхема памяти, которая в нашем таймере не используется. Выбор именного такого модуля для таймера не обусловлен какими-либо предпочтениями, просто он был в наличии.

Весь модуль вполне можно заменить всего двумя деталями: микросхемой DS1307 и кварцевым резонатором на частоту 32768 Гц. Схема такой замены показана на рис. 8. В этом случае резисторы, подтягивающие шины SDA и SCL к плюсу питания, не нужны, их роль выполняют внутренние подтягивающие резисторы МК. Для более точного хода часов микросхемы RTC выводы кварцевого резонатора при монтаже нужно расположить как можно ближе к выводам микросхемы, а корпус кварцевого резонатора соединить с общим проводом, например, притянуть через отверстия в плате проволочным хомутиком и припаять его концы к общему проводу. Также производитель микросхемы RTC рекомендует образовывать на плате со

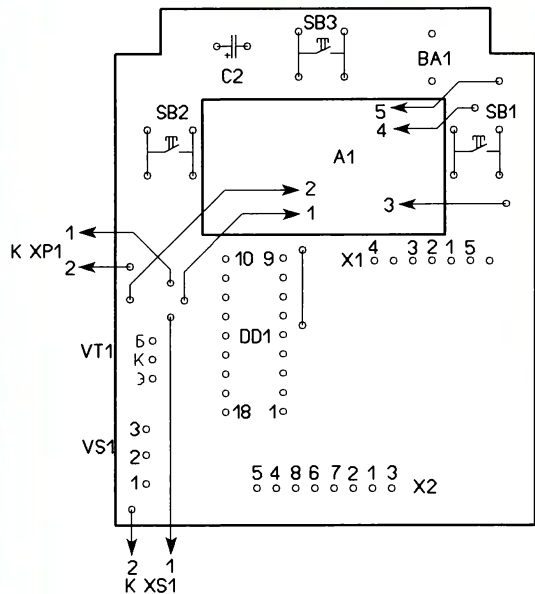
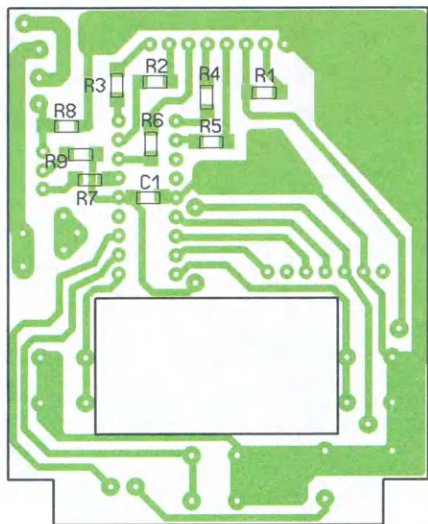
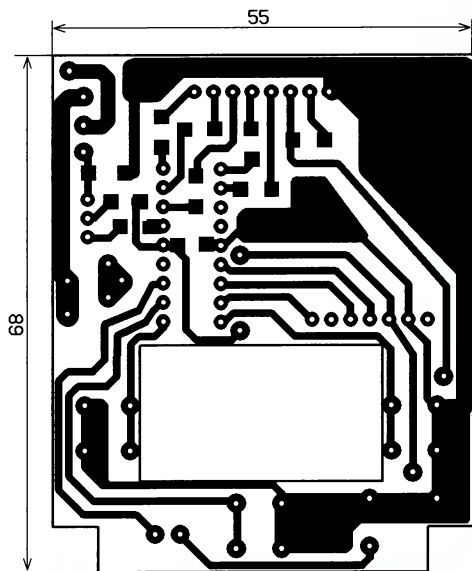


Рис. 6

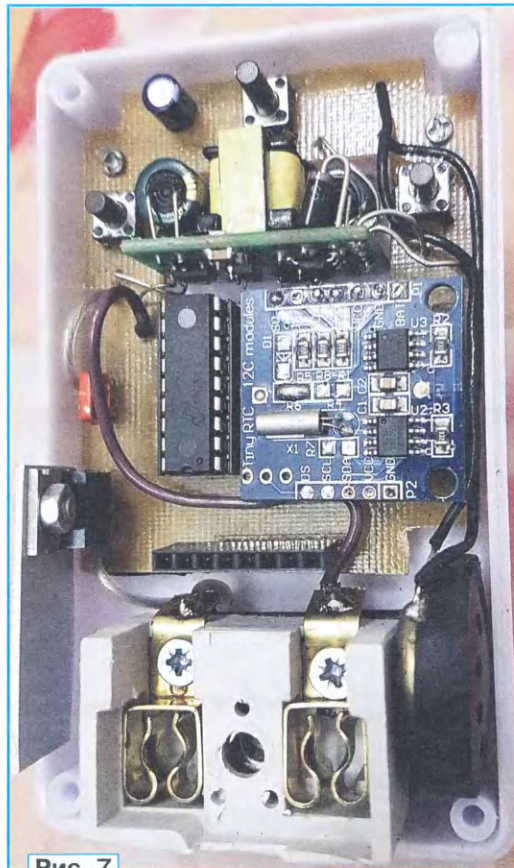


Рис. 7

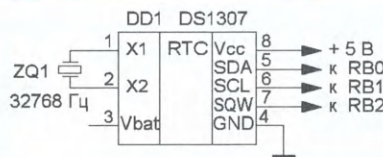


Рис. 8

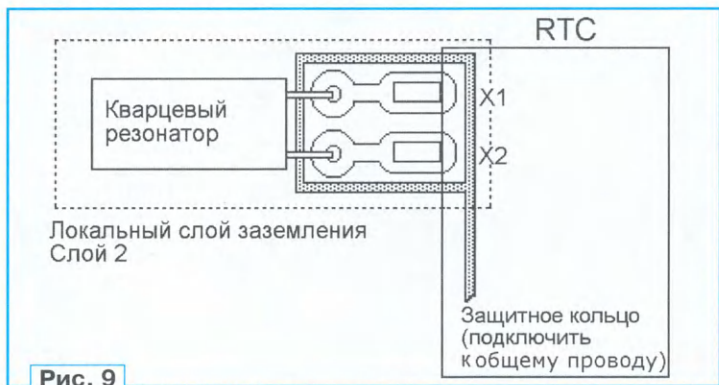


Рис. 9

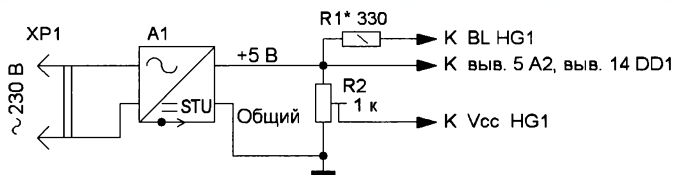


Рис. 10

стороны меди вокруг выводов кварца и микросхемы проводящее защитное кольцо, соединённое с общим проводом, как показано на рис. 9.

Звуковой излучатель BA1 — динамическая головка от головных телефонов с сопротивлением 16 Ом, которая уместилась в корпусе вне платы справа от розетки XS1. Подойдут любые динамические головки с сопротивлением обмотки не менее 8 Ом, также можно использовать электромагнитный излучатель HC12G-105 диаметром 12 мм, который можно установить непосредственно на плату. Транзистор KT315Г можно заменить любым из этой серии. Такой транзисторный ключ разгружает выход микроконтроллера и позволяет использовать более мощный симистор, чем применённый.

Симистор VS1 (BT136-600) установлен выводами на плату, и к нему привинчен небольшой теплоотвод — алюминиевая пластина толщиной 2 мм и размерами 20×30 мм. Без теплоотвода максимальная мощность нагрузки для этого

симистора составляет 150 Вт. Кнопки SB1—SB3 — тактовые кнопки серии KAN0611. Все применённые резисторы — для поверхностного монтажа типоразмера 1206.

Гнёзда разъёмов X1 и X2 — PBS-7 и PBS-8. Они должны быть установлены на плату строго на своих местах,

Пиктограммы рядом с кнопками можно нанести на корпус следующим образом. Создают в любом графическом редакторе и распечатывают на обычной бумаге их изображение и текст нужного размера. Их вырезают и наклеивают лицевой стороной на липкую ленту (скотч). Затем надо размо-

Этот таймер был собран для управления УФ-лампой, обеззараживающей помещение. Отложенное время понадобилось, чтобы успеть покинуть помещение до её зажигания. Имеющийся циклический режим делает таймер универсальным и позволяет устанавливать любые промежутки отложенного и рабочего времени. В простом режиме отложенное время можно выставить в ноль, и тогда нагрузка подключается сразу после запуска таймера.

Применённый блок питания U1 с двумя стабилизированными напряжениями на выходе встречается нечасто, поэтому стоит представить несколько вариантов питания таймера. Как использовать блоки питания (БП) с одним напряжением на выходе, показано на рис. 10 и рис. 11.

Чтобы обеспечить гальваническую развязку таймера от сети ~230 В, для управления симистором надо применить микросхему оптосимистора МОС3063, МОС3043 или МОС3083 (рис. 12) со встроенным узлом обнаружения прохождения напряжения через ноль. Она позволяет значительно снизить уровень коммутационных помех при мощной нагрузке.

От редакции. Программы для микроконтроллера и чертёж печатной платы находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/03/timer.zip> на нашем FTP-сервере.

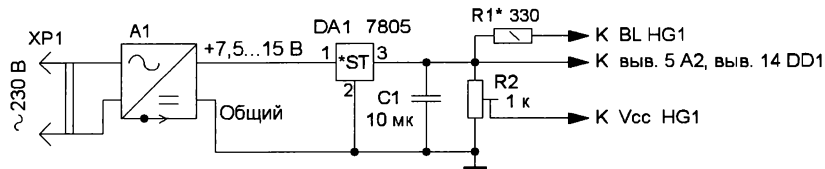


Рис. 11

поскольку ответные вилки (серии BLS), расположенные на платах модуля HG1, состыковываются с гнёздами напрямую, без дополнительных жгутов или шлейфов. Гнездо XS1 — под стандартную вилку ~230 В — вырезано из покупной настенной розетки и привинчено к задней стенке корпуса. Все детали, расположенные вне платы, соединены отрезками многожильных проводов нужной длины.

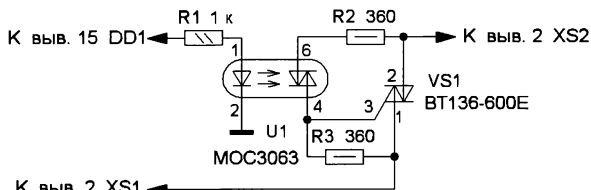


Рис. 12

чить приклеенную бумагу ватной палочкой и аккуратно её счистить, при этом картинка останется на липкой стороне. Теперь остаётся обрезать кусочки скотча в нужный размер и наклеить на корпус.

Индикатор положения сетевого выключателя

А. МЕЛЬНИКОВ, г. Барнаул

Выключатель является неотъемлемой частью конструкции большинства электроприборов и аппаратов, питающихся от сети 230 В. Наличие такого выключателя (особенно двухполюсного) позволяет полностью обесточить прибор, что повышает удобство эксплуатации и обеспечивает большую электробезопасность.

Однако большинство конструкций сетевых выключателей не имеет в своём составе индикатора наличия напряжения, позволяющего определить как положение выключателя, так и наличие напряжения на его выходе. Конечно, если оборудование, в состав которого входит выключатель, имеет элементы индикации, проблема решается сама собой, но если индикация отсутствует, о состоянии прибора приходится судить только по положению клавиши сетевого выключателя. И если положение рокерных выключателей и выключателей типа тумблер даже с большого расстояния определить довольно просто, то состояние кнопок с фиксацией, например П2К, определить удаётся далеко не всегда.

Для решения описанной выше проблемы можно применить рокерные выключатели с подсветкой, которые в большом ассортименте выпускаются промышленностью. Но, во-первых, установить такой выключатель вместо, например, кнопки П2К, не всегда возможно, а во-вторых, не всегда эти выключатели китайского производства отличаются высокой надёжностью. Кроме того, обрыв в цепи индикаторной лампы или неисправность самого выключателя могут стать причиной ошибочного суждения о том, что прибор обесточен.

Действительно, отсутствие индикации отнюдь не означает, что на прибор не подано сетевое напряжение, поэтому перед началом любых работ правила техники безопасности требуют полного обесточивания прибора отключением вилки из розетки, т. е. путём создания видимого разрыва цепи. Но некоторые электроприборы, например, стационарные электродуховки, водонагреватели, насосы, вентиляторы и т. п., не имеют штепсельных соединений и подключаются к сети

напрямую, поэтому создать видимый разрыв для них зачастую невозможно. В таких случаях полезен индикатор, позволяющий судить о наличии напряжения как до, так и после встроенного в прибор сетевого выключателя.

Описания подобных индикаторов, построенных с применением светодиодов разного цвета свечения (или двухцветных светодиодов), неоднократно публиковались на страницах журнала "Радио". Наиболее подходящими являлись конструкции, описанные в [1] и [2] (последняя — со звуковым сигнализатором), но обе эти конструкции имеют общие недостатки, препятствующие их применению для указанной цели. Во-первых, в них цепи контроля напряжения после выключателя гальванически связаны с цепями перед выключателем, что не является недостатком при их штатном применении. Но при использовании такого индикатора совместно с двухполюсным выключателем, разрывающим одновременно оба провода питающей сети, цепь нагрузки будет иметь связь с сетью при отключённом выключателе, что недопустимо по требованиям электробезопасности. Во-вторых, светодиоды обеих конструкций питаются однополупериодным напряжением, что снижает яркость их свечения и вынуждает применять токоограничивающие резисторы довольно малого сопротивления. В-третьих, индикатор, описанный в [2], имеет в своём составе довольно большое число деталей.

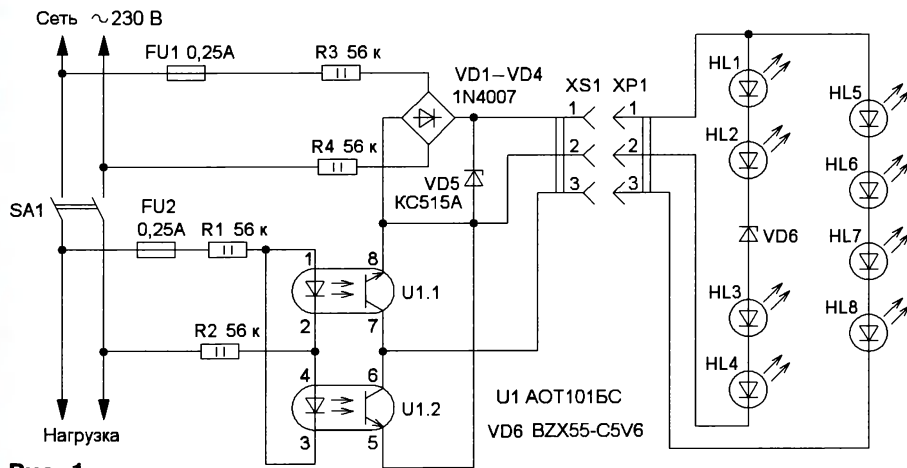


Рис. 1

Исходя из приведённых выше соображений, автором был разработан индикатор, схема которого приведена на рис. 1. Напряжение сети через плавкую вставку FU1 и токоограничивающие резисторы R3, R4 поступает на диодный мост VD1—VD4. Пульсирующее напряжение поступает на цепочки светодиодов HL1—HL4 и HL5—HL8. Когда контакты выключателя SA1 разомкнуты, ток через излучающие диоды оптопары U1 не протекает, фототранзисторы оптопары закрыты и цепочка светодиодов HL5—HL8 зелёного свечения отключена от источника питания, поэтому ток протекает через цепочку светодиодов HL1—HL4 красного свечения, которые сигнализируют о том, что в сети имеется напряжение, а выключатель SA1 отключён.

При включении выключателя переменный ток, который ограничен резисторами R1 и R2, протекает через встречно-параллельно включённые излучающие диоды оптопары U1, поэтому в каждый полупериод один из фототранзисторов оптопары открывается, подключая к выходу диодного моста цепочку светодиодов HL5—HL8 зелёного свечения. Светодиоды HL1—HL4 при этом гаснут, так как стабилитрон VD6 увеличивает прямое напряжение цепочки светодиодов до значения, превышающего прямое напряжение цепочки светодиодов HL5—HL8.

Стабилитрон VD5 ограничивает напряжение на выходе диодного моста, предотвращая повреждение фототранзисторов оптопары в случае отключения светодиодов. Для удобства монтажа и эксплуатации индикатор состоит из двух частей — узла управления и узла индикации, соединяемых между собой с помощью разъёмов XS1 и XP1. Число светодиодов в узле индикации можно уменьшить вплоть до одного в каждой цепи, установив при этом стабилитрон VD6 с меньшим напряжением стабилизации. Если число светодиодов красного свечения будет превышать число зелёного, вместо стабилитрона VD6 можно установить проволочную перемычку.

Следует отметить, что этот индикатор отображает включённое (нормальное) состояние выключателя зелёным, а

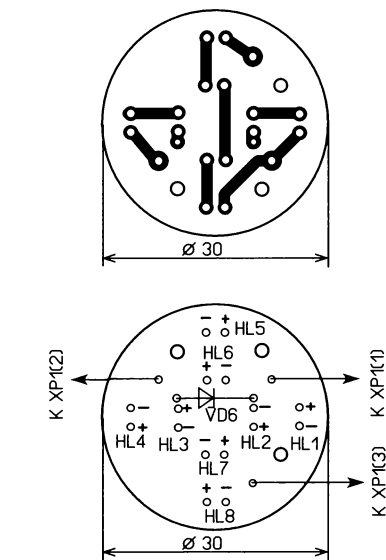


Рис. 2

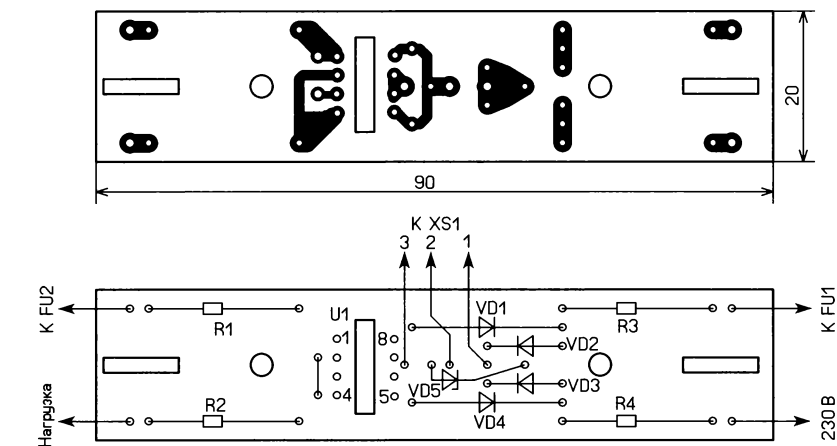


Рис. 3

отключённое — красным цветом. Если на месте HL1—HL4 установить светодиоды зелёного свечения, а на месте

HL5—HL8 — красного, заменив стабилитрон VD6 перемычкой, логика работы индикатора изменится на обратную. Красный цвет (цвет опасности) будет сигнализировать о том, что на прибор подано напряжение питания, а зелёный — об отключённом состоянии прибора.

Детали индикатора смонтированы на двух печатных платах, изготовленных из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. На первой плате (рис. 2) установлены светодиоды и стабилитрон VD6. Плата имеет круглую форму, позволяющую установить её в трубу с внутренним диаметром 32 мм, о чём будет сказано ниже. Три отверстия диаметром 2 мм, предназначенные для пропуска проводов, идущих к разъёму

XP1. На второй плате (рис. 3) смонтированы все остальные элементы, при этом для предотвращения пробоя по поверхности платы между печатными проводниками с большой разностью потенциалов выполнены прорезы, а платы после монтажа всех деталей покрыты двумя слоями лака XB-784. Внешний вид смонтированных плат приведён на рис. 4. Здесь взят один стабилитрон KC515A установлены два последовательно соединённых стабилитрона с суммарным напряжением около 15 В.

Резисторы R1—R4 — любые с мощностью рассеяния не менее 1 Вт, а лучше 2 Вт. Двухканальную транзисторную оптопару AOT101 можно использовать с любым буквенным индексом или применить вместо неё подходящую двухканальную импортную. Стабилитрон VD5 должен быть с напряжением стабилизации 15...16 В или несколько стабилитронов с таким же суммарным напряжением, включённых последовательно, светодиоды — любые сверхъяркие соответствующего цвета свечения. Напря-

жение стабилизации стабилитрона VD6 должно превышать разность прямых напряжений цепочек светодиодов

HL5—HL8 и HL1—HL4. Разъём — любой подходящий с числом контактов не менее трёх, рассчитанный на работу при сетевом напряжении.

Плавкие вставки FU1 и FU2, а также держатели к ним — любые подходящие по габаритам. Если устройство, в которое планируется установить индикатор, имеет штатные предохранители, установленные до выключателя SA1, плавкие вставки FU1 и FU2 из схемы

Автор установил индикатор для сигнализации о наличии напряжения на входе и выходе двухполюсного автоматического выключателя. Плата узла управления смонтирована на основании пластикового бокса на четыре модуля с помощью стоек высотой 8 мм и винтов M3 (рис. 5), а держатели пре-

ный на работу при сетевом напряжении.

Если узел индикации необходимо смонтировать на улице, конструкция окна для индикатора должна обеспечивать защиту от попадания внутрь

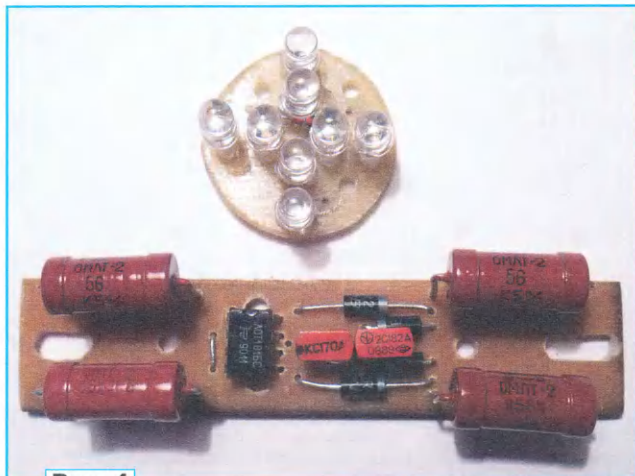


Рис. 4

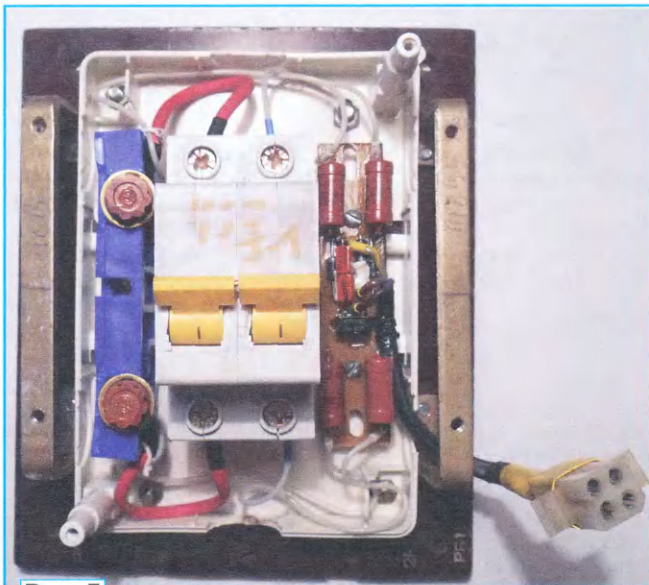


Рис. 5

можно исключить. Если же штатные предохранители установлены после выключателя, плавкую вставку FU1 оставляют на своём месте, а левые по схеме выводы резисторов R1 и R2 подключают после штатных предохранителей.

Собранное правильно и из исправных деталей устройство начинает работать сразу и в налаживании не нуждается. Плату со светодиодами следует устанавливать таким образом, чтобы светодиоды HL1—HL4 располагались горизонтально, а HL5—HL8 — вертикально, тогда о включённом состоянии выключателя будет сигнализировать вертикальная зелёная, а об отключённом — горизонтальная красная светящаяся полоса.

Ток, потребляемый индикатором от сети 230 В, не превышает 2 мА по каждой из цепей. При необходимости индикатор можно включить на напряжение сети 400 В, увеличив сопротивление резисторов R1—R4 приблизительно в два раза. Но при этом следует иметь в виду, что в случае обрыва одной из фаз индикатор будет показывать наличие напряжения, так как ток индикатора будет протекать от исправной фазы в неисправную, а далее через подключённую к ней однофазную нагрузку — в нулевой провод.

Описанное устройство может найти самое различное применение. Таким индикатором можно оснастить какой-либо электроприбор или, например, выключатель, подающий напряжение на розетки, установленные на рабочем столе радиолюбителя и используемые для подключения налаживаемых конструкций, а также рубильник, от которого получают питание станки в гараже или мастерской.



Рис. 6

дохранителей FU1 и FU2 закреплены с помощью проволочных хомутов и клея "Момент" на пластмассовом изоляторе, предназначенном для установки нулевых шин на DIN-рейку. Плату индикации можно разместить как на верхней крышке бокса, так и на некотором удалении от автоматического выключателя, применив для соединения трёхжильный кабель, рассчитан-

на работу при сетевом напряжении. В этом случае для размещения платы индикатора удобно использовать отрезок пластиковой трубы внутренним диаметром 32 мм, на котором нарезана соответствующая резьба, на которую навинчивают накидную гайку, а между торцом резьбы и бортом гайки с использованием двух резиновых прокладок устанавливают диск из органического стекла толщиной 3...4 мм. Плату индикатора перед установкой в трубу следует обмотать изоляционной лентой. Внешний вид электрощита, снабжённого таким индикатором, приведён на рис. 6.

При налаживании и эксплуатации данного устройства следует помнить, что все его элементы имеют гальваническую связь с сетью 230 В, и соблюдать правила электробезопасности. Следует также напомнить о том, что показания любых стационарных индикаторов не могут гарантировать отсутствие напряжения, поэтому перед началом работ с электрооборудованием необходимо проверить с помощью заведомо исправного указателя напряжения, обесточено ли оно.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бутов А.** Сетевой индикатор включения на двухцветном светодиоде. — Радио, 2003, № 12, с. 50, 51.

2. **Марков В.** Индикатор состояния электрического чайника. — Радио, 2009, № 11, с. 33.

От редакции. По адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/03/indikator.zip> имеется файл печатной платы устройства в формате Sprint Layout.

Индикатор радиоактивности — на основе зажигалки для газовой плиты

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Бытовая электронная техника иногда выходит из строя. Её, конечно же, можно отремонтировать. Однако в умелых руках вышедшие из строя приборы начинают выполнять новые, несвойственные им функции. Автор предлагает путём несложной доработки из зажигалки для газовой плиты изготовить индикатор радиоактивного излучения.

Для розжига газовой плиты широко применяют различные автономные зажигалки, в том числе пьезозажигалки, а также электрические с питанием от встроеной батареи. В последних имеется повышающий преобразователь напряжения, заряжающий накопительный конденсатор, от которого, в свою очередь, питается импульсный генератор, а высокое выходное напряжение последнего поступает на разрядник. Такие зажигалки, как и любая аппаратура, выходят из строя, иногда просто из-за механической поломки или по-

кает через первичную обмотку трансформатора T2, при этом во вторичной обмотке наводится импульс напряжения, поступающий на разрядник, и возникает искра, поджигающая газ. Частота образования искр — несколько герц. Плата зажигалки, на которой размещены все элементы, за исключением батареи, кнопки и трансформатора T2, показана на рис. 3. Трансформатор T1 намотан на гантелевидном ферритовом магнитопроводе, трансформатор T2 размещён не на плате, а в корпусе зажигалки.

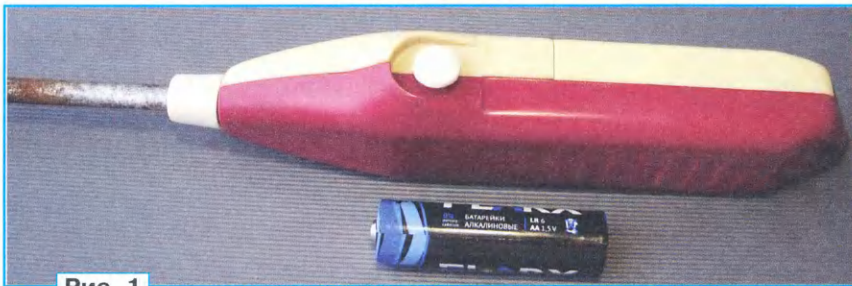


Рис. 1

другой причине. Такой оказалась зажигалка (рис. 1) с питанием от двух элементов типоразмера AA. У неё вышел из строя разрядник (помялся и заржавел), поскольку был изготовлен из не очень качественного металла. При этом электронная часть работала исправно, а корпус не был повреждён.

Схема электронной начинки зажигалки показана на рис. 2 (на плате элементы не промаркированы). На транзисторе VT1 и трансформаторе T1 собран блокинг-генератор. Он работает на частоте около 6 кГц. Высоковольтные импульсы крайней правой обмотки трансформатора T1 выпрямляет диод VD1 и происходит зарядка конденсатора C1. Когда напряжение на нём достигает около 90 В, открывается динистор VS1. Импульс разрядного тока конденсатора проте-

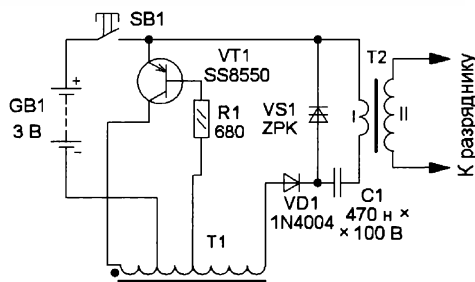


Рис. 2

Для сборки малогабаритного автономного индикатора радиоактивности, прежде всего, требуется датчик радиоактивности, так называемый счётчик Гейгера-Мюллера, повышающий преобразователь напряжения, а также

звуковой или световой сигнализатор. Для небольшой конструкции подойдёт малогабаритный счётчик Гейгера-Мюллера СБМ-21 [1, 2]. Для него потребуется источник питания напряжением 400 В, желательно, чтобы это напряжение было стабильным при изменении в большом интервале напряжения питания устройства. От стабильности напряжения питания счётчика зависит стабильность его чувствительности, а это важно.

За основу был взят преобразователь напряжения зажигалки, который потребовал небольшой доработки. Во-первых, взамен конденсатора C1 на напряжение 100 В был установлен конденсатор K73-17 на напряжение 630 В, во-вторых, диод 1N4004 был заменён более высоковольтным и быстродействующим ВА159. Для уменьшения потребляемого тока резистор R1 сопротивлением 680 Ом заменён более высокоомным — 1 кОм. В результате на выходе преобразователя формируется напряжение 400 В при напряжении питания 1,6 В. Поскольку для питания преобразователя использована батарея напряжением 3 В, запитав преобразователь от стабилизатора напряжения, можно получить стабильное напряжение 400 В для питания счётчика Гейгера-Мюллера. Потребляемый при этом ток — около 50 мА, что сравнительно много, но для индикатора, которым пользуются эпизодически, это допустимо.

В результате получился индикатор радиоактивности, схема которого показана на рис. 4. Вновь введенные элементы (их нумерация продолжена) и изменённые номиналы элементов выделены цветом. На микросхеме DA1 (LP2951CM [3]) собран стабилизатор напряжения. Применённая микросхема отличается экономичностью и малым минимальным падением напряжения между входом и выходом (low dropout voltage). Резистором R2 устанавливают его выходное напряжение, а значит, и выходное напряжение преобразователя.

Напряжение 400 В поступает через резисторы R3 и R4 на счётчик BD1. При попадании в него ионизирующей частицы или излучения с достаточной энергией происходит ионизация газа в межэлектродном пространстве и возникает импульс электрического тока. Этот импульс открывает транзистор VT2, за ним открывается транзистор VT3 и запускается одновибратор, собранный на этих транзисторах. За счёт положительной обратной связи через цепь R6C4 транзисторы поддерживаются в открытом состоянии примерно 1 с. В течение этого времени питающее напряжение поступает на акустический излучатель HA1 со встроеным генератором и появляется звуковой сигнал. Так осуществляется регистрация ионизирующей частицы. Число сигналов зависит от уровня радиации. В течение одной минуты может быть несколько сигналов, которые распределены неравномерно во времени.

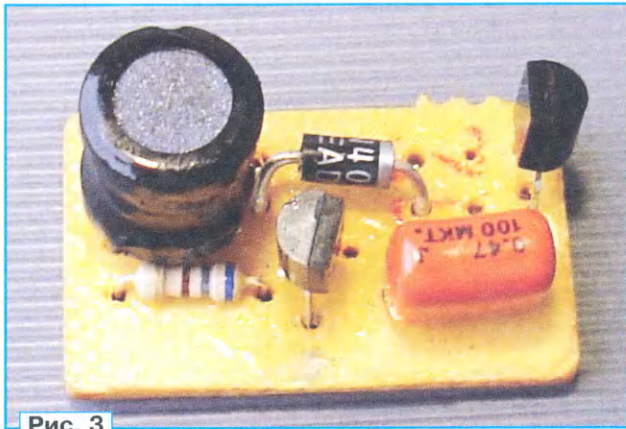


Рис. 3

Большинство новых элементов — для поверхностного монтажа, они размещены на печатной плате из фольги-

ный, работоспособный при напряжении 3 В. Выключатель —

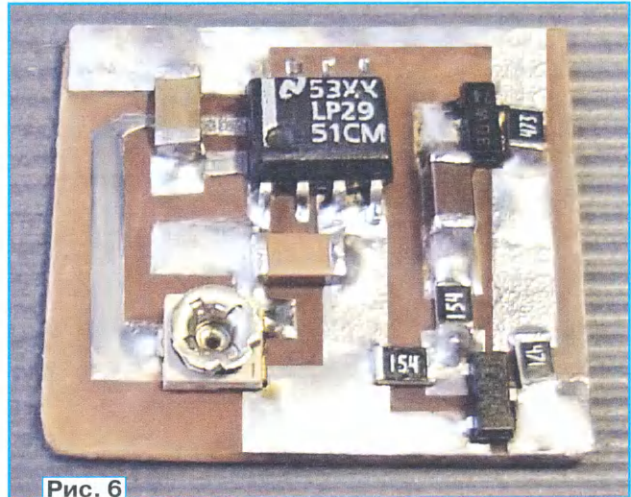


Рис. 6

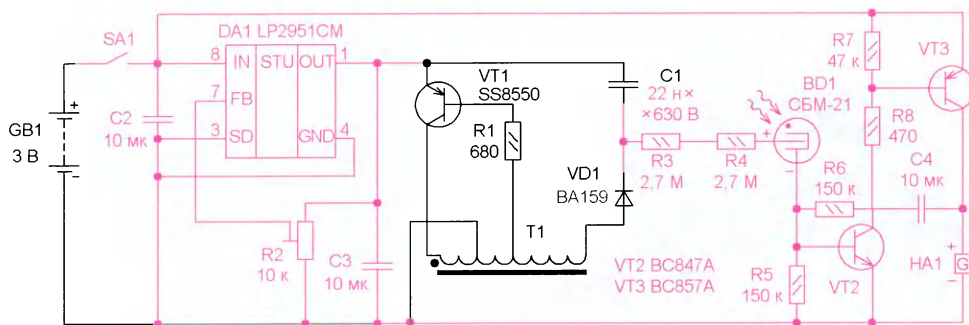


Рис. 4

место крепления разрядника зажималки. Внешний вид устройства показан на рис. 8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Счётчик СБМ-21. — URL: <https://istok2.com/data/2399/> (08.01.21).
2. СБМ-21. — URL: <https://zapadpribor.com/sbm-21/> (08.01.21).
3. LP2950/LP2951 Series of Adjustable Micropower Voltage Regulators. — URL: <https://static.chipdip.ru/lib/142/DOC000142781.pdf> (08.01.21).

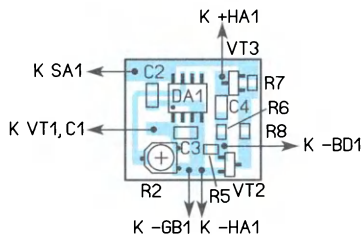
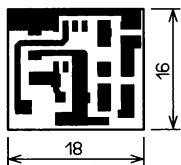


Рис. 5

рованного с одной стороны стеклотекстолита, её чертёж показан на рис. 5. Применены постоянные резисторы типоразмера 0805, подстроечный — серии PVZ3A, конденсаторы — керамические типоразмера 1206. Внешний вид смонтированной платы показан на рис. 6. Резисторы R3, R4 — МЛТ, C2-23, они помещены в ПВХ-трубку и установлены вне платы. Акустический излучатель — со встроенным генератором НРМ14АХ или аналогич-

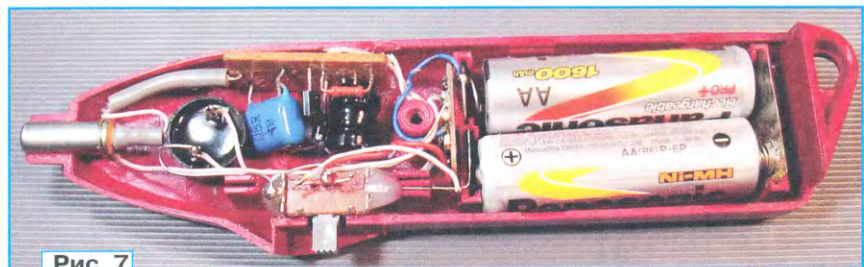


Рис. 7



Рис. 8

любой малогабаритный движковый, если у него корпус металлический, его следует соединить с общим проводом.

Размещение узлов в корпусе устройства показано на рис. 7. Все элементы закреплены с помощью термоклея. Счётчик Гейгера-Мюллера приклеен на

От редакции. По адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/03/indicator.zip> имеется файл печатной платы устройства в формате Sprint Layout.

Доработка настольных цифровых часов

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

В интернет-магазине были приобретены многофункциональные настольные электронные часы со светодиодным дисплеем (рис. 1), имеющие функции отсчёта времени, календаря, будильника с расширенными настройками и измерителя температуры окружающего воздуха. Режим работы дисплея программируемый — обычный ре-

жим преобразователя напряжения (зарядные устройства для мобильных телефонных аппаратов) при приближении руки к кнопкам управления происходит хаотичное переключение режимов работы часов. В таком случае их установка становилась невозможной. Ранее с аналогичным дефектом пришлось столкнуться при эксплуатации

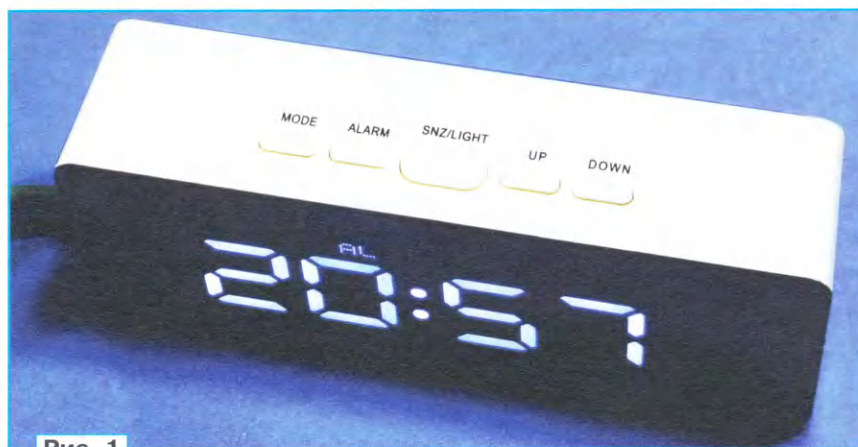


Рис. 1

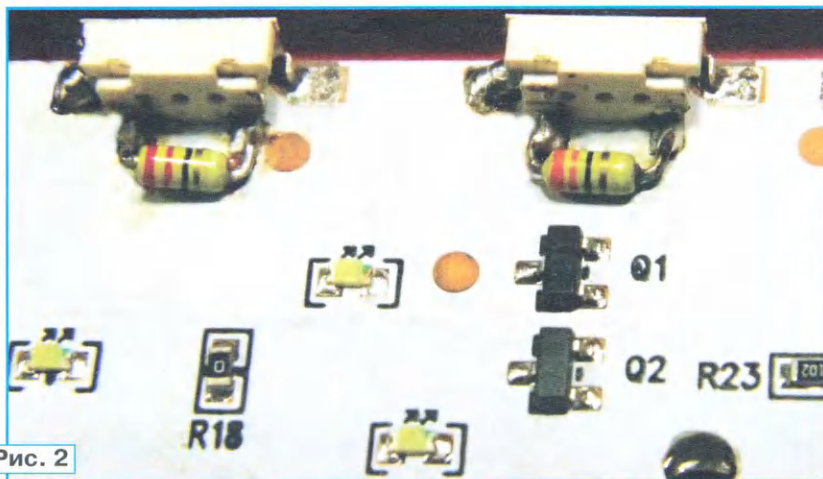


Рис. 2

жим и ночной с пониженной яркостью. Часы рассчитаны на питание от источника напряжения постоянного тока 5 В, который не входит в комплект. В качестве резервного источника питания на случай отсутствия сетевого электропитания в часы можно установить три гальванических элемента типоразмера LR03 (AAA).

В процессе эксплуатации этих часов был выявлен существенный конструктивный недостаток. При питании часов от большинства имеющихся в наличии сетевых адаптеров с импульс-

отечественных электронных часов "Электроника 6.03", выпущенных в 1993 г., собранных на многофункциональной микросхеме КА1035ХЛ1. Также был обнаружен ненадёжный контакт штекера питания, разрывающийся при незначительном перемещении комплектного USB-провода питания. Для устранения этих дефектов было решено доработать приобретённое устройство.

Для разборки этих часов надо медленно и аккуратно отклеить от корпуса зеркальный экран и, поочерёдно отжав

четыре защёлки, вынуть из корпуса переднюю панель. Предпочтительнее не отклеивать зеркальный экран, а вытащить его из корпуса вместе с передней панелью, скрытые защёлки входят парами сверху и снизу по краям корпуса часов, глубина зацепов — около 1 мм.

Все детали часов, кроме гнезда питания и батарейного отсека, размещены на односторонней печатной плате с маркировкой EK8001. Всеми процессами часов управляет одна интегральная микросхема в корпусе с 24 выводами, маркировка микросхемы стёрта изготовителем. Для устранения чувствительности часов к фоновым наводкам и электрическим помехам параллельно контактам пяти кнопок управления были припаяны миниатюрные керамические конденсаторы ёмкостью 33 пФ (рис. 2). Для наглядности были установлены выводные конденсаторы, но предпочтительнее использовать конденсаторы для поверхностного монтажа. При установке конденсаторов ёмкостью 100 пФ и более кнопки начинают работать нестабильно. На монтажной плате не было обнаружено штатно установленных конденсаторов, шунтирующих контакты кнопок до выводов микросхемы приводит к повышенной чувствительности устройства к помехам. Также для защиты от помех на плату с обратной стороны был приклеен экран из липкой алюминиевой фольги, электрически соединённый с общим проводом (минус напряжения питания).

Поскольку в комплекте часов не было штатного блока питания, а также из-за плохого контакта штекера питания и его неудачного расположения на задней стенке часов было решено оснастить это устройство миниатюрным встроенным импульсным блоком питания. От источника напряжения 5 В постоянного тока часы потребляют ток до 150 мА, от резервной батареи 4,5 В — 50...100 мА в режиме включённой индикации и 10...20 мкА при выключенном дисплее. Часы сохраняют работоспособность при снижении напряжения питания до 3,2 В.

В качестве встраиваемого БП был выбран сетевой адаптер модели Alcatel WEU 350mA5V00-00 (рис. 3), рассчитанный на выходное напряжение 5 В при токе нагрузки до 350 мА. Поскольку в БП использована неизвестная микросхема ШИМ-контроллера, принципиальная схема не составлялась. Размеры платы БП — 45×30 мм — позволяют удачно разместить её в корпусе часов. В режиме холостого хода выходное напряжение этого БП — 5,6 В, а при токе нагрузки 0,15 А — 5,3 В. Схема подключения модуля питания к часам показана на рис. 4. Модуль А1 — плата блока питания, модуль А2 — плата часов. Нумерация дополнительно установленных элементов начинается с префикса 1. Поскольку в часах отсутствует стабилизатор напряжения постоянного тока, для снижения напряжения питания установлен диод 1VD100, понижающий напряжение до 5,05 В. От напряжения питания зависят рабочий ток и яркость свечения SMD-светодиодов,

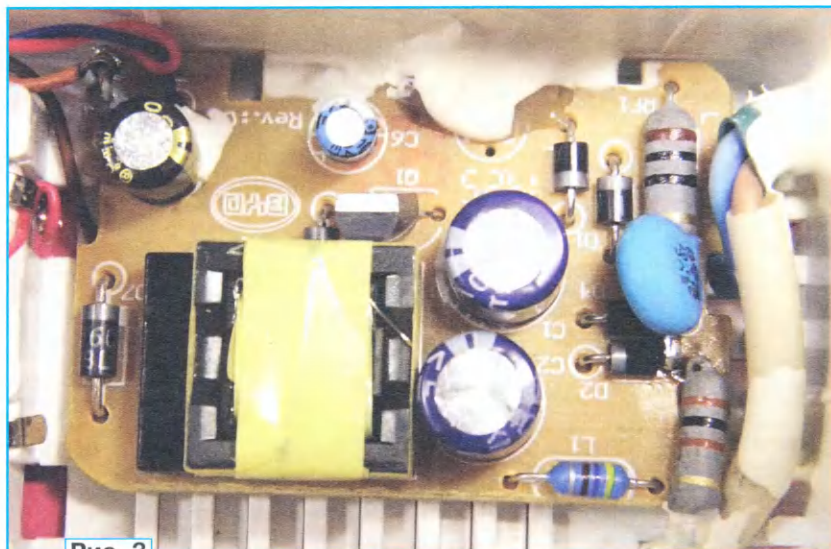


Рис. 3

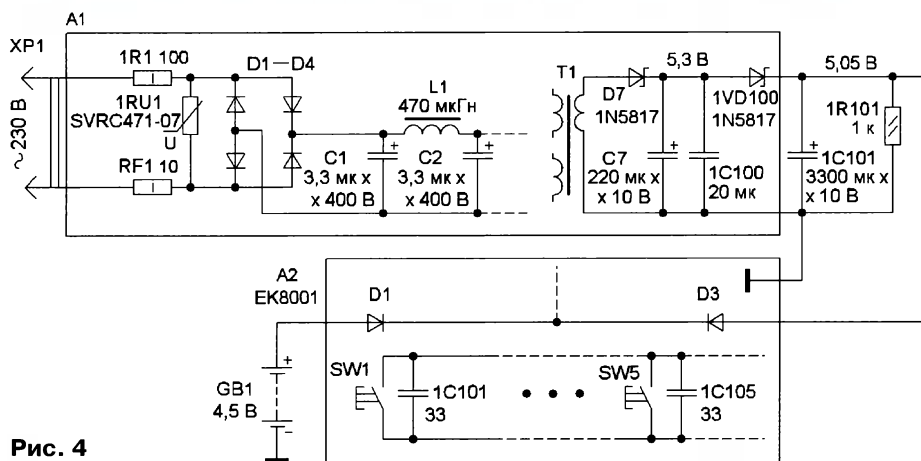


Рис. 4

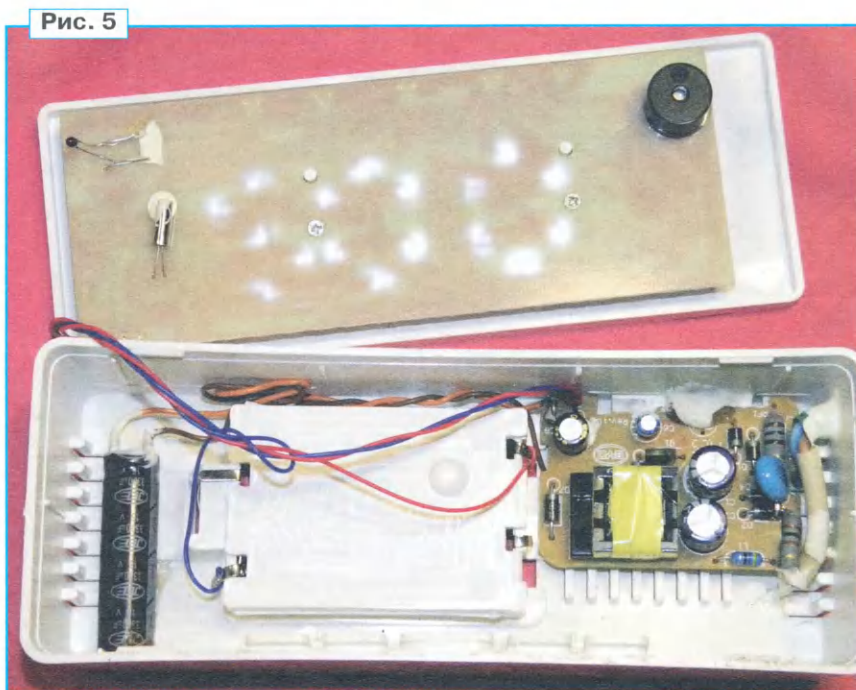


Рис. 5

повышенные значения которых могут негативно сказаться на сроке службы. Также в часах в цепи питания нет конденсаторов большой ёмкости, поэтому, в отсутствие резервной батареи при кратковременном пропадании напряжения питания, происходит сброс показаний часов. Поэтому дополнительно установленный конденсатор большой ёмкости 1C101 увеличивает время работы часов до 0,5 с при отсутствии сетевого электроснабжения. Резистор 1R101 необходим для разрядки конденсатора 1C101, чтобы при переходе на батарейное питание произошло отключение светодиодного дисплея. Подключённый параллельно конденсатору C7 нагрузочный резистор сопротивлением 360 Ом был удалён.

Для защиты импульсного БП от аномальных входных напряжений на входе диодного моста D1 D4 установлен варистор 1R01. Для уменьшения тока включения БП дополнительно установлен невозгораемый резистор 1R1. Этот резистор также значительно снижает вероятность повреждения БП. Параллельно оксидному конденсатору C6 (2,2 мкФ на напряжение 25 В) со стороны печатного монтажа был установлен керамический SMD-конденсатор ёмкостью 1 мкФ. Аналогичным образом параллельно конденсатору C7 установлен керамический конденсатор ёмкостью 20 мкФ.

Вид на монтаж блока питания в корпусе часов показан на рис. 5. Вместо упомянутого блока питания можно использовать любой аналогичный, подходящий по размерам и параметрам. Если напряжение источника питания стабилизировано и находится в интервале 4,9...5,1 В, установка диода 1VD100 необязательна. Вместо дискового варистора SVC471-07 подойдёт любой аналогичный на классификационное напряжение 470 В, например, FNR-07K471, FNR-10K471, INR10D471, TVR10471, MYG10K471, ZNRV10471U. Диод 1N5817 можно заменить диодами 1N5818, 1N5819, SB120 SB140, SK120 SK140. В некоторых случаях, например, если в конструкции БП в узле стабилизации выходного напряжения используется микросхема TL431 или её аналог, может оказаться удобнее в незначительных пределах изменить выходное напряжение блока питания, а вместо диода 1D100 (ранее по тексту он дважды назван 1VD100) установить перемычку.

При работе светодиодного дисплея с полной яркостью часы потребляют от сети переменного тока 230 В мощность около 1,3 Вт. Кроме упомянутых недостатков, в этих часах был неудачно расположен термодатчик (терморезистор сопротивлением 12 кОм при температуре 18 °С), который был прижат к плате в направлении к её центру. Термодатчик следует отогнуть от монтажной платы поближе к краю корпуса часов (рис. 5 вверху слева), чтобы измерение температуры стало точнее. Также следует приклеить корпус кварцевого резонатора к плате.

Доработка реле указателя поворотов для автомобиля

П. АЛАЛУЕВ, г. Кострома

Мне не понравился щёлкающий механический звук штатного реле указателя поворота автомобиля KIA RIO II. У более современных и дорогих машин функцию реле указателя поворота, как правило, выполняет микроконтроллер. Например, в панели приборов Supervision (с графическим дисплеем у спидометров) KIA Seed используется цифровой сигнализатор звука реле поворотов, обеспечивающий более приятный звук.

Я попробовал добиться такого же приятного звука без микропроцессоров и микроконтроллеров с использованием аналоговых узлов. Ключевую часть схемы — управляемый генератор на микросхеме от штатного реле — оставил без изменений.

Для сборки нового бесконтактного реле я приобрёл реле указателя поворотов 95550-39000, аналогичное штатному, но для использования последнего в качестве донора. Разборка реле позволила составить схему, показанную на **рис. 1**. Основа устройства — микросхема DA1 (IL33193N). Эта микросхема на основании информации от её производителя представляет собой новое поколение традиционных стандартных промышленных указателей поворотов [1]. У неё снижен потребляемый ток, благодаря чему в дежурном режиме аккумулятор автомобиля меньше разряжается. Эта микросхема работает с меньшим сопротивлением шунта, используемого для определения неисправной лампы, — 0,02 Ом вместо 0,03 Ом у других микросхем. То есть лампы указателя поворотов с этой микросхемой будут светить ярче.

Схема доработанного устройства показана на **рис. 2**. В случае доработки реле указателя поворотов, собранного на основе другой микросхемы, потребуется использовать номиналы резисторов R1—R4 и конденсатора C1 строго в соответствии со схемой штатного реле. Номиналы резисторов R1—R4, конденсатора C1 и использование микросхемы аналога не мешают выполнению доработки реле согласно приведённому далее описанию. В качестве бесконтактного ключа использован составной каскад из транзисторах VT1 (маломощном транзисторе структуры n-p-n) и VT2 (мощном р-канальном MOSFET транзисторе). Транзистор IRF4905 имеет очень низкое сопротивление в открытом состоянии — 0,02 Ом. Благодаря этому даже при коммутируемой реле в режиме "Авария" суммарной нагрузке мощностью 94 Вт (четыре лампы по 21 Вт и две лампы по 5 Вт) в бортовой сети транзистор мало нагревался. При

работе с лампами одного поворота влево или вправо (две лампы по 21 Вт и одна лампа 5 Вт) транзистор IRF4905 почти не грелся.

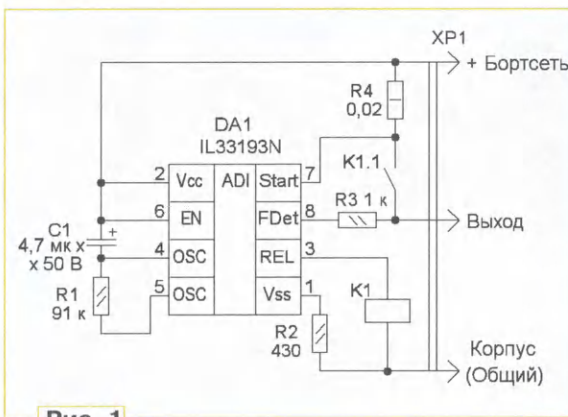


Рис. 1

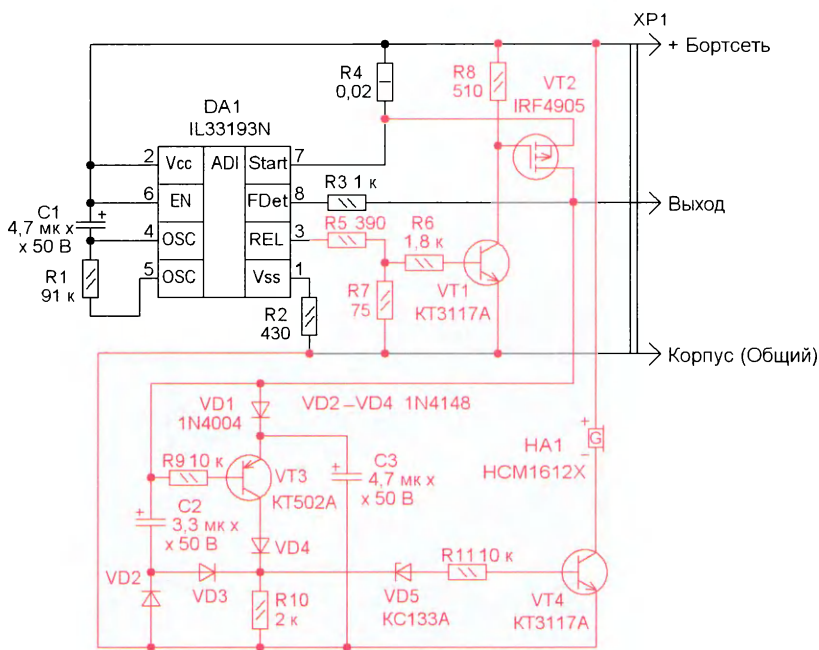


Рис. 2

Частотозадающая цепь R1C1 обеспечивает номинальную частоту миганий лампы, которая, согласно п. 5.3.11.1 ГОСТ 33989-2016 [2], должна быть 90 миганий в минуту.

Напряжение питания через контакты "Бортсеть" и "Корпус" поступает на устройство постоянно. Генератор на микросхеме DA1 включается в работу только при подключении нагрузки, т. е. ламп поворотов с помощью подрулевого переключателя, подключённого меж-

ду контактами "Выход" и "Корпус". Для обеспечения номинальной частоты миганий 90 раз в минуту в качестве нагрузки необходимо подключить не менее двух ламп мощностью 21 Вт каждая. Если подключить только одну лампу мощностью 21 Вт в качестве нагрузки, частота импульсов, формируемых генератором на микросхеме DA1, будет в два раза больше, что сигнализирует водителю о неисправности ламп указателей поворота.

Основа звукового сигнализатора — акустический излучатель HA1 (HCM1612X компании JL Worldco) со встроенным генератором, работающим на частоте 2200 Гц. Этот излучатель имеет обозначение на корпусе 1612X или 1612XP. По своей конструкции он является электромагнитным и собран в корпусе диаметром 16 мм. Номинальное напряжение питания — 12 В. Во время экспериментов был опробован акустический излучатель HCM1212X с меньшими габаритами (диаметр корпуса — 12 мм), но он показал недостаточную громкость работы.

Применение излучателей с другим принципом действия, например пьезоэлектрических, не позволяет имитировать необходимый звук сигнализатора поворотов при-

борной панели Supervision, который хотелось бы получить. Причина в том, что электромагнитный капсюль с генератором, в отличие от пьезоэлектрического, при включении помимо генерации звука, в момент включения издаёт короткий щелчок, который фактически используется в работе. Таким образом, во время работы реле подаётся акустический сигнал с коротким звуковым сигналом в момент включения ламп и также в момент их выключения.

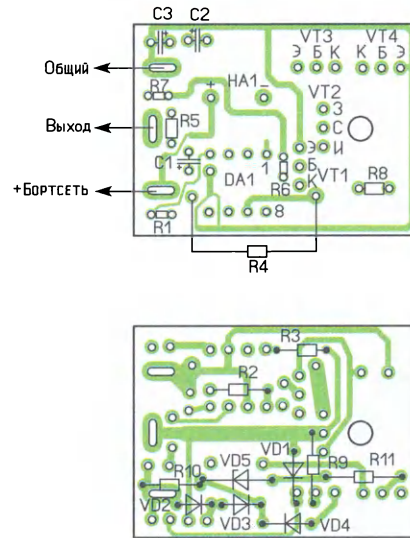
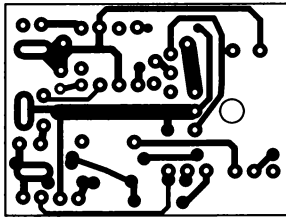
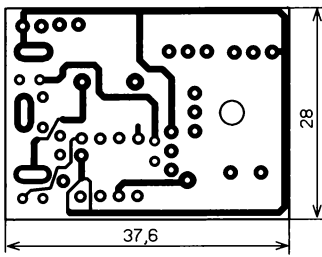


Рис. 3

На элементах C2, VD2, VD3, R10, VD5, R11, VT4 собран формирователь короткого импульса напряжения для питания акустического излучателя, соответствующего моменту зажигания ламп, т. е. появлению напряжения на контакте "Выход". Разрядка конденсатора C2 происходит через сопротивляемые нагрузки, т. е. лампы, подключаемые между клеммой "Выход" и "Корпус", а также через диод VD2.

На элементах VD1, R9, VT3, VD4, C3, R10, VD5, R11, VT4 собран формирователь короткого импульса напряжения для питания акустического излучателя, соответствующего моменту выключения ламп. Стабилитрон VD5 улучшает форму импульсов напряжения и устраняет эффект мяукания.

Сборку бесконтактного реле начинают с монтажа звукового сигнализатора на элементах VT3, VT4, C2, C3, VD2—VD5 и R9—R11. Для проверки его работоспособности между плюсовым выводом конденсатора C2 и корпусом необходимо временно установить резистор с сопротивлением до 200 Ом, имитирующий сопротивление ламп нагрузки. Далее, подавая ручную или с помощью кнопки короткие импульсы напряжения с линии питания на конденсатор C2, проверяют формирование звуковых сигналов. Чтобы звук был громче, корпус излучателя в собранной конструкции должен своим боком касаться боковой внутренней стенки корпуса реле.

Далее собирают генератор импульсов и силовой ключ. Номиналы резисторов R5—R8 рассчитывались и подбирались экспериментально во время предварительной сборки генератора с составным силовым ключом на макетной плате для исключения самовозбуждения генератора и составного

ключа. С помощью показанных на схеме номиналов резисторов R5—R8 удалось исключить самовозбуждение без использования конденсаторов, которые могут ухудшить форму импульсов, формируемых генератором и подаваемых на составной транзисторный ключ, а также добиться устойчивой работы устройства при снижении питающего напряжения до 10,8 В, что возможно во время эксплуатации разряженного аккумулятора в зимнее время. Отсутствие искажения формы импульсов на

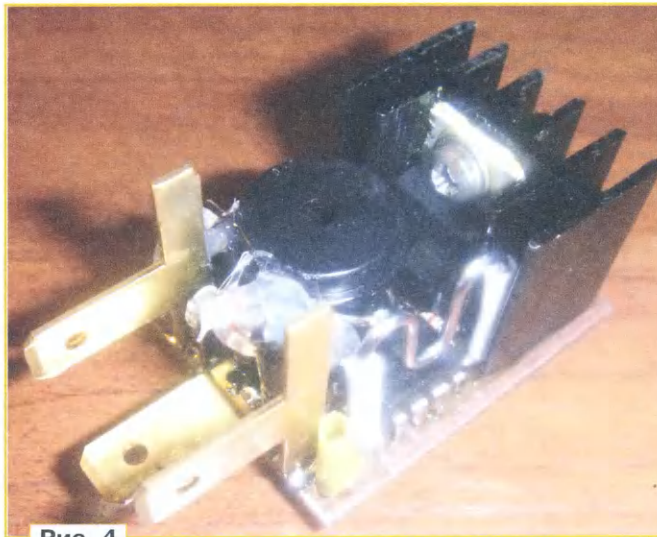


Рис. 4

пряжения особенно важно для исключения лишнего нагрева транзистора VT2 в моменты переключений.

Печатная плата изготовлена из двустороннего фольгированного стеклотекстолита размерами 28×37,6 мм и толщиной 1,5 мм, её чертёж и схема размещения элементов показаны на рис. 3. Сначала в заготовке были размечены и выполнены прорези под электроды — внешние контакты реле, отверстие для крепления теплоотвода мощного транзистора VT2 и остальные

отверстия для выводов радиоэлементов, начиная с крупных и заканчивая самыми мелкими по габаритам. Корпусы транзисторов VT3 и VT4 были обточены надфилем для уменьшения их толщины. Резисторы со стороны размещения микросхемы установлены перпендикулярно плате. Часть элементов, которые не помещались сверху на плате, были установлены с её нижней стороны. При монтаже следует обратить внимание на то, что вывод элемента надо обязательно припаивать к металлизированной площадке, если к ней подходит проводник. Поэтому выводы некоторых элементов надо пропаять с двух сторон.

Применены резисторы МЛТ, C2-23, конденсаторы — импортные, диоды могут быть любые маломощные кремниевые импульсные или выпрямительные. Микросхема IL33193 имеет аналог: TA8027P — производства Toshiba; U2043 — производства Temic; российский аналог — микросхема УР1101ХП32 производства НПО "Кристалл". Можно применить теплоотвод с внешними размерами 20×23×16 мм — HS 202-20 или 30×23×16 мм — HS 201-30 (по каталогу магазина "Чип и Дип"). Транзистор VT2 крепят к теплоотводу через слюдяную прокладку и изолирующую шайбу-тулку. Кроме этого, с нижней стороны платы теплоотвод крепится с помощью винта-самореза по металлу через изолирующую текстолитовую шайбу. С целью уменьшения сопротивления печатных проводников, более широких на рис. 3, поверх них к ним припаяны отрезки одножильного медного провода диаметром 1...1,5 мм.

Следует учесть, что у некоторых автомобилей применяются реле указателей поворотов с другим расположением контактов. Например, в реле Deco 90240050-A контакты "+Бортсеть" и "Корпус" поменяли местами. Поэтому для доработки такого реле потребуются изменить рисунок печатной платы.

После сборки и проверки работы плата окрашена лаком, а установленные перпендикулярно плате радиоэлементы склеены термоклеем для снижения воздействия вибрации и ударов. Доработанный указатель поворотов показал надёжность в работе. Внешний вид смонтированного устройства без кожуха показан на рис. 4.

ЛИТЕРАТУРА

1. IL33193. Automotive Direction Indicator. — URL: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/259171/IKSEMICON/IL33193N.html> (08.01.21).
2. ГОСТ 33989-2016 "Мототранспортные средства трёх- и четырёхколёсные. Устройства освещения и световой сигнализации. Технические требования и методы испытаний (с Поправкой)". — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200145944> (08.01.21).

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

О. ИЛЬИН. Селектор-формирователь импульсов заданной длительности для системы дистанционного управления моделями. — Радио, 2020, № 12, с. 39-41.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы устройства и расположение элементов приведены на

Д. ПАНКРАТЬЕВ. Web-интерфейс Wi-Fi ДУ на модуле NodeMCU. — Радио, 2020, № 12, с. 44-47.

Печатная плата.

Чертёж односторонней печатной платы устройства и расположение на ней элементов (кроме трансформатора Т1) приведены на **рис. 2**. Для её изго-

встречно-последовательно, один из выводов каждого из них впаяют в отверстие в плате, а вторые выводы соединяют с помощью пайки. Яркость свечения светодиодов можно изменить подборкой резисторов R1 и R2.

От редакции. Чертёж печатной платы в формате Sprint Layout размещён по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/02/du.zip> на нашем FTP-сервере.

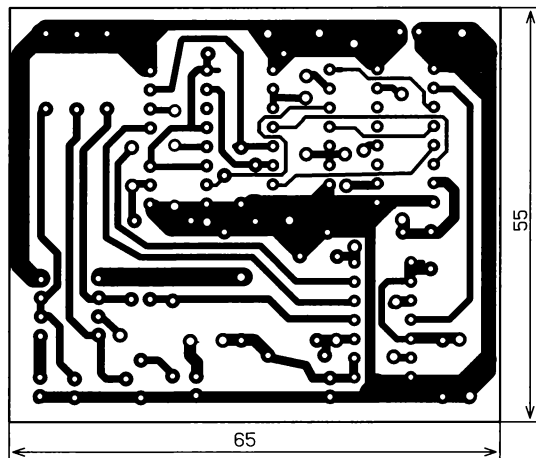


Рис. 1

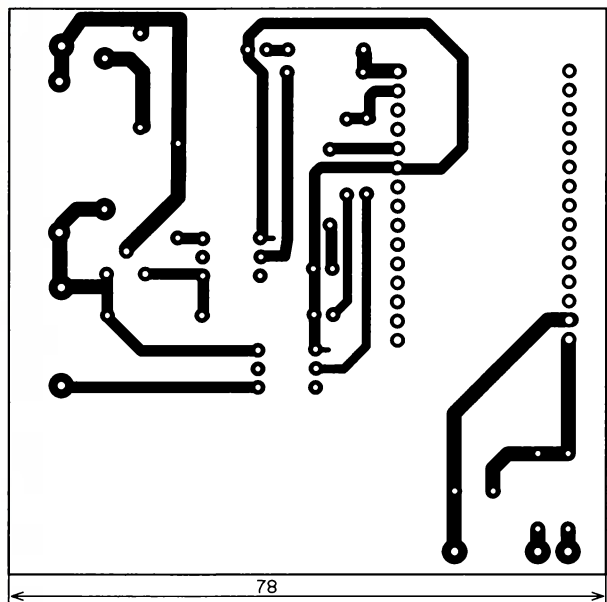
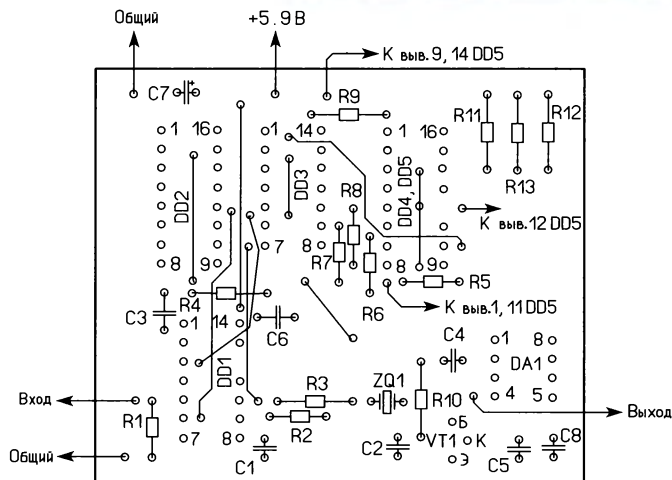


Рис. 2

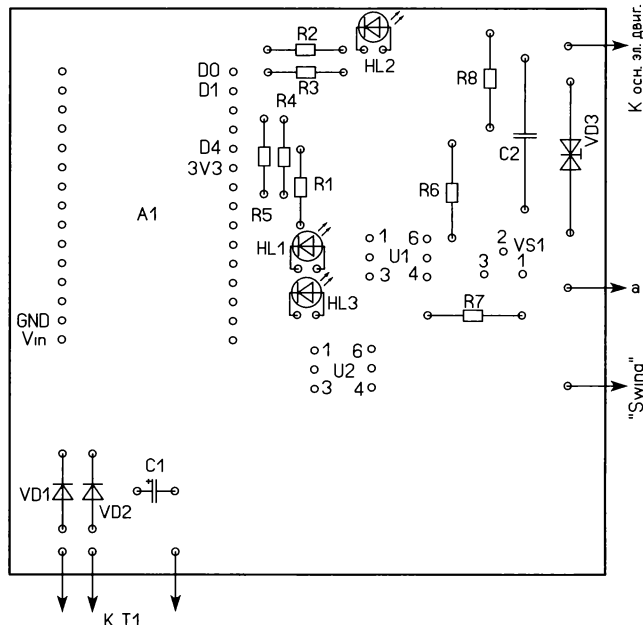


рис. 1. Она рассчитана на установку выводных элементов. Оксидный конденсатор — К50-35 или импортный, остальные К10-17, резисторы — МЛТ, С2-23.

От редакции. Чертёж печатной платы в формате Sprint Layout размещён по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/02/selektor.zip> на нашем FTP-сервере.

товления потребуется фольгированный стеклотекстолит толщиной 1,5...2 мм, она рассчитана на установку выводных элементов. Резисторы — МЛТ, С2-23, оксидный конденсатор С1 — К50-35 или импортный, плёночный конденсатор С2 — К73-17 на напряжение не менее 630 В или импортный, рассчитанный на работу при переменном напряжении не менее 250 В. При использовании двух супрессоров 1.5KE400А, включённых

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

Д. МОЛОКОВ. Мультиметр на АЦП AD7705. — Радио, 2020, № 12, с. 28-32.

В первом абзаце текста вместо "на основе дельта-сигма АЦП ICL7106" должно быть "на основе АЦП двойного интегрирования ICL7106".

На схеме (рис. 1) на выноске полярность включения диодов VD1—VD51 необходимо заменить на обратную. ■

Фёдор Давыдов (O3RA) — один из первых коротковолновиков

Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

Эта статья подготовлена по материалам книги Георгия Члиянца (UY5XE) и Бориса Степанова (RU3AX) "Листая старые "CallBook" и не только... (1925—1941)" (Львов: СПОЛОМ, 2008) и по радиоловительским журналам разных лет.

26 февраля 1926 г. в "Известиях ЦИК СССР и ВЦИК" было опубликовано Постановление СНК СССР "О радиостанциях частного пользования", что легализовало радиоловителей в части разрешения на индивидуальные передатчики.

В октябрьском номере журнала "Радиоловитель" [1] сообщалось, что в Народный комиссариат почт и телеграфов (НКПиТ) поступило семь заявлений от радиоловителей на установку передающих радиостанций для индивидуального пользования. Четверо из них уже получили позывные в соответствии с решением НКПиТ от 25.10.1926 г. Среди них был и первый коротковолно-

вик УССР — O3RA — Фёдор Давыдов (разрешение от 03.04.1926 г. — г. Харьков, пос. Южный, уг. Продольной, д. 5, Любенко; мощность — 10 Вт, длина волны — 27 м).

Фёдор Иванович Давыдов был одним из самых опытных коротковолновиков Харьковской СКВ и инициатором многих её мероприятий. В апреле 1927 г. при ОДР создаётся Центральная секция коротких волн — ЦСКВ, а в Украине — Украинская ЦСКВ, и O3RA избирается членом её Правления. Фёдор Иванович Давыдов одним из первых в стране выходит в эфир в режиме амплитудной модуляции (AM).

В приложении "RA-QSO-RK СССР" к журналу "Радио Всем" в 1928 г. было опубликовано описание его передатчика с AM [2].

В июле—сентябре 1928 г. начинается сотрудничество коротковолновиков с Красной Армией. Судя по публикациям в журналах за 1928—1929 гг. [3, 4], одними из первых были Харьковская и Киевская СКВ, которые принимали участие в манёврах Киевского военного округа. Каждая СКВ напри-



O3RA (5ва) т. Давыдов—один из пионеров коротковолнового телефона.



QSL O3RA.

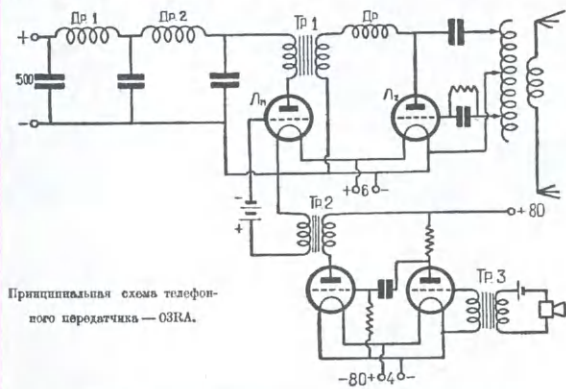
Фотография из "RA-QSO-RK СССР", 1928, № 12, с. 117 (приложение к журналу "Радио Всем", 1928, № 23).

вила по несколько составов операторов. Харьковская СКВ направила две — команду коротковолновиков под руководством O3RA и троих операторов "коллективки" RA22. Во время манёвров RA22 дислоцировалась в центре (в районе штаба по их проведению), а члены команды O3RA (каждый со своей аппаратурой) разъехались по разным воинским частям.

СМОТРИ НАШИ СИЛ.

ОЗРА Ф. Давыдов, Харьков.

Схема радиотелефонного передатчика Еп 03РА представляет собой схему с одноплауверной модуляцией. Приступая к построению передатчика, я поставил себе целью



мощность в 250 ватт; в первой ступени — одна лампа, во второй — две и в третьей ступени — четыре; лампы соединены параллельно по две и по большой схеме; то же включение использовано и в последней ступени усиления, но здесь употребляются мощные 10-кв. лампы с водяным охлаждением.

От управляющей лампы колебания высокой частоты поступают на сетку 250-ваттной лампы, входящей в цепь первой ступени усиления (рис. 5). Конденсатор C_1 замыкающей нейтрализующей емкости, не допускает возникновения собственных колебаний в усилителе. Козебательный контур анодной цепи K_1 настраивается обычно на вторую гармоничную частоту кристалла.

Сеточное смещение и напряжение анода подводятся согласно указанным схемам. Последующие усилители включены по большой схеме; вторая ступень имеет две 250-ваттные лампы, третья — четыре (рис. 6) таких же лампы, соединенных параллельно по две, и последняя ступень (рис. 6) — четыре 10-кв. лампы, соединенные подобно третьей ступени. Базальный усилитель на включение первого имеет по два колебательных контура — сеточный K_2 и анодный K_3 . Нейтрализующие конденсаторы C_2 и сопротивлении R предохраняют усилителя от самовозбуждения. Емкости C_3 , C_4 , C_5 и дроссели D играют роль байпасировочных и предохранительных приспособлений. Электроэнергия подводится к лампам согласно схеме.

Сеточный колебательный контур K_2 настраивается в резонанс с контуром K_1 . Анодный контур второго усилителя K_3 нормально колеблется 4-й или 5-й гармоничной кристалла. Остальные колеб. контура находятся в резонансе с контуром K_2 .

Телеграфная передача производится при помощи реле переключателя M (рис. 5); при нажатии ключа в момент посадки сигнала якорь реле притягивается к левому контакту и на сетки ламп второго усилителя поступает напряжение в 400 вольт; при поднятии ключа якорь отходит к мертвому

правому контакту и на сетки накладывается 1500 вольт, чем лампы второго усилителя блокируются; в последующих ступенях усиления блокировка отсутствует козебательный преобразуется также той жею.

Модулятор. Модулятор работает на четырех соединенных параллельно 10-кв. лампах, включенных согласно схеме рис. 7.

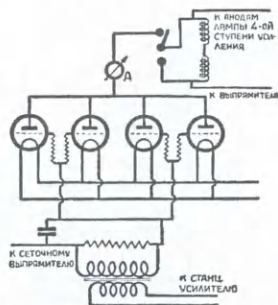


Рис. 7.

Самостоятельный усилитель. Усиление входящих с линии токов радиочастотной частоты производится ступенчатым усилителем. Он имеет две ступени усиления, в каждой ступени работают две параллельно включенных лампы: в первой 5-ваттные и во второй — 50-ваттные. Схема усиления на дросселях.



изучить, если удастся и осуществить, возможность работы дуплексного аппарата, который можно было бы использовать примерно также, как используются обыкновенный телефон. Поэтому указанные схема и привлекла мое внимание. Она дает больше возможности для дальнейшей работы с этой волю. Схема простая, понятная и поэтому я не даю ее подробного описания. Подробно



Генератор 03РА.

она описана в „ТриТри“ № 3 за 1926 год. Должен заметить, что у меня она работает чрезвычайно капризно и неустойчиво. Вся работа являла работала на две части. Сначала я хотел добиться постоянной работы генератора и приемника, а затем уже приступить к осуществлению дуплексного аппарата. Когда передатчик мой не капризничает, передача получается очень хорошая. К сожалению, я нахожусь в весьма неблагоприятных условиях: поперек, у меня нет того, кто мог бы сотрудничать со мною в части регулярного приема моей работы, поэтому я вынужден ограничиться своим контролем. Ввиду этого мною был построен приемник, работающий очень хорошо без антенны и земли. Однако

далее 250 километров ему увезать не удалось. Сальность я там была хорошая. Мне удалось кое-что сделать. Так, исходя из опыта своей работы с генератором, мне удалось сконструировать схему аппарата



Модуляторный стол 03РА.

для нескольких одновременных телефонных разговоров только по одной паре проводов: высокочастотный телефонный аппарат. Об этом аппарате получен хороший отзыв Нижегородского радиодобровольца.

1) Журнал „Телеграфия и телефония без проводов“.

Чтобы слышал нас
везде, рабочий —
бери волну
короче.

Статья Ф. Давыдова, опубликованная в приложении „РА-QSO-RK СССР“ (1928, № 1, с. 11) к журналу „Радио Всем“.



Операторы двух групп Харьковской СКВ.

Примечание. — RA22 — СКВ ОДР (позже euHSKW / eu5KDA). Во время манёвров поддерживала радиосвязь с Харьковом, принимала бюллетени РАТАУ. — По неизвестным автору причинам Ф. Давыдов в своей статье [3] принадлежность RA22 приписывает к РОУ („Радио-Обществу Украины“), которое к ОДР не имела отношения. Более того, в 1928 г. в Харькове состоялся первый съезд РОУ, переименованного в „Украинское общество друзей радио“ (на украинском языке — ТДР, т. е. „Товариство Друзів Радіо“).

После 20 октября 1928 г. Ф. Давыдов становится как eu5AA. Фёдор Иванович работает в Харькове начальником „Почт и телеграфов Южной железной дороги“.

В составе делегации „eu5“ 25—29 декабря 1928 г. он принимает участие в работе Первой Всесоюзной конференции коротковолновиков ОДР. В приложении „CQ SKW USSR“ к журналу „Радио Всем“ за 1929 год [5] были опубликованы материалы по прошедшей конференции.

Примечание.

История сохранила данные ещё некоторых других членов делегации „eu5“:

— eu5AJ — Игорь А. Чумаков (ст. Красный Лиман; ранее — 06RB; 1 сентября 1929 г. вышел в эфир под позывным Хеу5AJ из корзины аэростата „Комсомолец Украины“; позже в Харькове — U5AV);

— eu5CP — Михаил К. Шапаренко (г. Киев; позже — U5KO);

— eu5DA — П. С. Костюк (г. Полтава, Р. Люксембург, д. 82; позже — U5BA).

Привожу две выдержки из его выступления на этой конференции:

„Тов. Давыдов (Харьков) критикует ЦСКВ за слабость политического руководства. Возражая Палкину, он рассказывает, как на Украине хотели выделить СКВ из ОДР и отдать в Осоавиахим. Такая неправильная позиция, конечно, не удалась. ЦСКВ — детище ОДР, и из ОДР оно никуда не пойдёт“.

„Тов. Давыдов (Харьков) предлагает ликвидировать разрыв между коротковолновиками и научно-техническими силами“.

Дальнейшая его радиолобительская судьба автору не известна.

В 2016 г. отмечалось 90-летие начала коротковолнового движения в СССР, начало которому было положено и 03РА. В Харькове был издан диплом памяти Ф. И. Давыдова [6].

В 2020 г. автором была предпринята попытка получить дополнительные сведения его биографии. Было отправлено соответствующее письмо в Управление кадров Южной железной дороги (ЮЖД). Но положительных результатов оно не дало. Да это и понятно, поскольку прошло свыше 90 лет, да и во время оккупации Харькова архивы могли не сохраниться...

Более того, Олег Сатырев (UR8LV) посетил Музей ЮЖД, но и там сведений о Ф. И. Давыдове обнаружено не было.



Делегация "eu5".

доступные ему материалы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Начало есть. — Радиолобитель, 1926, № 15—16, с. 347.
2. **Давыдов Ф.** Смотр наших сил. — RA-QSO-RK СССР, 1928, № 1, с. 11 (приложение к журналу "Радио Всем", 1928, № 1).
3. **Давыдов Ф.** Радиолобители на манёврах. — Радиолобитель, 1929, № 1, с. 12.
4. **Леон Канн.** Коротковолновики на манёврах. — RA-QSO-RK СССР, 1928, № 11,



Диплом памяти Фёдора Ивановича Давыдова.

В этом году будет отмечаться 95-летие нашего хобби, и хочется надеяться, что эта дата будет отмечена достойно, и O3RA к этому имеет прямое отношение!

По вполне естественным причинам изложенный материал не может претендовать на право абсолютной исторической истины, но автор обработал

с. 104—106 (приложение к журналу "Радио Всем", 1928, № 21).

5. **Григорьев А.** 1-я Всесоюзная конференция коротковолновиков. — CQ SKW USSR, 1929, № 2—3, с. 9—12 (приложение к журналу "Радио Всем", 1929, № 3).

6. **Георгий Члиянц (UY5XE).** Харьковские коротковолновики (1926—1941). — Львов, 2016, 76 с. (эл. версия).

Владимир Емельянович Круглов (EU2BV)

Михаил КАВЕРИН (RW3FS), г. Реутов Московской обл.

Владимир Емельянович Круглов родился 7 мая 1896 г. на хуторе Сергиевский Починок Новотроицкой волости Уфимской губернии в крестьянской семье. В 1914 г. окончил реальное училище в Уфе. В 1915 г. он поступил в Императорское Московское тех-

ническое училище (МВТУ). В это же время В. Е. Круглов окончил при училище трёхнедельные курсы шофёров-механиков и после лекций и занятий работал шофёром в санитарной колонне Земского союза. В августе 1916 г. был призван в армию и направлен во



НОВОСТИ СРР

Несмотря на сложную ситуацию с коронавирусом, Союз радиолюбителей России смог оперативно перестроить свою работу и уверенно вошёл в 2021 год.

За первые 60 дней 2021 г. квалификационные комиссии Союза радиолюбителей России приняли почти 300 экзаменов. По категориям число экзаменов распределилось так: 4-я категория — 1,1 %, 3-я категория — 35,1 %, 2-я категория — 50 %, 1-я категория — 13,8 %.

По экзаменационным программам СРР активно работают филиалы ФГУП "ГРЧЦ", оказывая радиолюбителям услугу по приёму радиолюбительских экзаменов. По оценкам СРР число экзаменов, принятых этими филиалами, — не менее 20 % от общего числа экзаменов. При этом в Москве — 50 %, в Санкт-Петербурге — 30 %, значительная часть — в Казани и ряде других крупных городов. Квалификационные комиссии СРР принимают экзамены не только в очном формате, но и удалённо. При этом используются технические и программные средства, принадлежащие СРР.

Как часы работает QSL-бюро СРР. Если в 2020 г. поток входящей QSL-почты как из регионов России, так и из-за рубежа шёл очень неравномерно, то сейчас он стабилизируется. Региональные отделения получают почту по графику. Порадовала ARRL: в январе впервые за два года было получено сразу несколько посылок QSL-почты из США.

Позитивно развиваются взаимоотношения СРР с Министерством спорта России. В 2021 г., помимо средств на командирование сборной команды России (СРР), на международные соревнования министерством выделены средства на проведение тренировочных сборов членов сборной команды России, которые состоятся в Сочи и Кисловодске.

35 тренеров, представляющих СРР, начали удалённое обучение в Московской государственной академии физической культуры на факультете повышения квалификации. Обучение для них будет бесплатным, поскольку проходит за счёт средств государственного бюджета, расходуемых в рамках федерального проекта "Спорт — норма жизни".

вторую Иркутскую студенческую школу прапорщиков. В 1917 г. Владимир Емельянович был откомандирован в седьмую автороту Западного фронта, где служил до апреля 1918 г. Переболев тифом, он уехал долечиваться на родину. Осенью 1918 г. был мобилизован Колчаковским правительством как автомеханик в поезд-мастерские штаба второго корпуса. В боевых действиях участия не принимал. В ноябре 1919 г. В. Е. Круглов с тремя машинами и командой в 11 человек перешёл на сторону Красной Армии. Участвовал в формировании автобазы пятой Армии, затем получил назначение в 51-ю Московскую дивизию и переброшен на Врангелевский фронт. В 1921 г. комплектовал авточасти штаба Главкома Дальневосточной республики. В сентябре 1922 г. В. Е. Круглов вернулся в Москву и был демобилизован из армии. С 1922 по 1926 гг. работал шофёром в Главэлектро ВСНХ, с 1926 по 1930 гг. — механиком и заведующим мастерскими артели "Автогруз" и Электрозавода.

"В 1924 году в жизни Круглова происходит крутой поворот: он до самозабвения увлёкся радио, с тру-



Владимир Емельянович Круглов, 1940 год



На совещании старейших коротковолнников. Слева—направо: радист-орденоносец В. Е. Круглов, герой Советского Союза Э. Т. Кренкель и радист-орденоносец В. В. Ходов.

дом достаёт книги и ночами по ним изучает новую технику", — так писал в своей книге В. В. Ходов [1, с. 176]. В 1927 г. Владимир Емельянович посетил курсы ОДР, по окончании которых стал коротковолнником первой категории. Весной 1928 г. В. Е. Круглов получил позывной EU93RA. Осенью этого же года в результате реформы позывной изменился на EU2BV. "Круглов становится асом эфира. Его позывные знали во всём мире. Но особой страстью Владимира Емельяновича была

работа с коротковолнниками и вообще связистами в отдалённых экспедициях. В этом ему не было равных... Вроде бы и аппаратура у Емельяныча была не особо казистая, собственного изготовления, а не пересть зимовок, дальних экспедиций, плавающих в море парусников и ледоколов, с которыми он работал и вылавливал их сигналы из хаоса эфира... К Круглову обращались многие, вплоть до наркомов, когда все ведомственные радиостанции не могли обеспечить

связь" [1, с.177]. В журналах "Радио Всем" № 19 за 1928 г. и № 1 за 1929 г. есть фотографии радиостанции Владимира Емельяновича. Не могу согласиться с определением — "не особо казистая". Монтаж и оборудование радиостанции вызывают искреннее восхищение тем, с какой любовью это всё сделано.

В марте 1931 г. Наркомтруд направил Круглова на работу в ВОГВФ (Аэрофлот), где и происходит знакомство Владимира Емельяновича с Арктикой. Он принимает участие в Анадырьской изыскательской экспедиции. В [2] можно прочитать отчёт начальника экспедиции Н. И. Лобанова "Изыскание воздушной линии Пеньжинская губа—Анадырский лиман". Раздел отчёта об организации радиосвязи на этой трассе написан на основании исследований и рекомендаций В. Е. Круглова. После этой экспедиции Владимир Емельянович до марта 1934 г. работал начальником центральной радиостанции Аэрофлота в Москве. В апреле 1934 г. он переходит на работу в Главсевморпуть и едет на строительство радиоцентра на острове Диксон. На Диксоне В. Е. Круглов провёл шесть лет с небольшими перерывами. До 1938 г. он исполнял обязанности начальника приёмного центра, до осени 1940 г. был начальником радиоцентра острова Диксон. "Владимир Емельянович создал крепкий, преданный делу коллектив. Он сумел раскрыть перед товарищами смысл их работы, значение их профессии, требуя серьёзного знания дела. Круглов организовал кружок техминимума. Руководя радиоцентром, не упускал из вида ни одного участка порученного ему хозяйства на острове. Он интересовался всем, разбирался во всём и органически не переносил бездельствия" [3].

Осенью 1940 г. В. Е. Круглов вернулся в Москву и работал радиодиспетчером штаба морских операций Западного сектора Арктики. В июне 1941 г. он должен был снова отправиться на Диксон. Но началась война.

До призыва в ВМФ Владимир Емельянович работал в школе ОСОАВИАХИМа инструктором по обучению радистов для РККА. В январе 1942 г. он был прикомандирован к отделу связи Беломорской военной флотилии Северного Флота. В конце мая ему присвоили воинское звание воентехник второго ранга. Проходил службу В. Е. Круглов на разных должностях. В период с февраля 1943 по февраль 1944 г. исполнял обязанности начальника радиоцентра на Иоканьгской военно-морской базе (позднее — Гремиха, современное название — ЗАТО Островной). Уволен в запас Владимир Емельянович по состоянию здоровья 2 ноября 1944 г. в звании старшего техника-лейтенанта.

О послевоенной жизни Владимира Емельяновича Круглова мне известно только, что в 1947 г. он получил позывной UA3AZ. В своих воспоминаниях Алексей Германович Рекач (U3DQ)

говорил так: "Я Круглова знал до последних его дней. Он был дежурным диспетчером, начальником смены в Главсевморпути. Постепенно годы накладывали свой отпечаток. Ему было труднее работать, но он всё время работал и в любительском эфире, и все старые радиолюбители великолепно знают его. Владимир Емельянович никогда не ставил себя выше других. Хорошо принимал, прекрасно передавал, но никогда никому не подчёркивал, что он лучше другого" [4]. В 1956 г. позывной UA3AZ, на тот момент уже свободный, присвоили Н. И. Данковце-

ву взамен UA3CK, который ему пришлось сдать в 1951 г. (тогда военным запретили иметь любительские передатчики). Николай Исаевич Данковцев был знаком с Кругловым и мог бы рассказать о его послевоенной жизни, если бы не умер 8 января 2018 г. Мои поиски места захоронения В. Е. Круглова пока результата не принесли.

Выражаю свою благодарность сотрудникам филиала РГВМФ, адмиралу В. А. Попову и А. Н. Данковцеву (UC3C) за содействие в поиске.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ходов В. В., Григорьева Н. А. Дороги за горизонт. — М.: Мысль, 1981.
2. Воздушные пути Севера. Сборник статей, посвящённых вопросам освоения Севера / под ред. С. С. Каменева. — М.: изд. "Советская Азия", 1933.
3. Альпар И. Полярник Круглов. — Советская Арктика, 1940, № 7, с. 61—67.
4. Рассказывает А. Г. Рекач U3DQ. — URL: <http://cqmrk.ru/articles/172.html> (28.10.20).

Усилитель мощности КВ-диапазона 20 метров

Юрий МЕРКУЛОВ, г. Мытищи Московской обл.

В это непростое время сидения дома решил собрать усилитель мощности КВ-диапазона 20 метров. Была поставлена задача, чтобы этот усилитель был недорогим, относительно простым и имел небольшие размеры. Поэтому он был собран по однотактной схеме и без применения ВЧ-трансформаторов.

Основные параметры

Номинальная частота, МГц 14,1
Номинальное входное напряжение, В (мощность, Вт) 1 (0,02)
Номинальное входное сопротивление, Ом 50
КСВ по выходу 1,08
Номинальное выходное напряжение, В (мощность, Вт) 75 (112)

КСВ по выходу 1,08
Потребляемый ток по цепи 24 В, А 0,24
Потребляемый ток по цепи 125 В, А 1,16

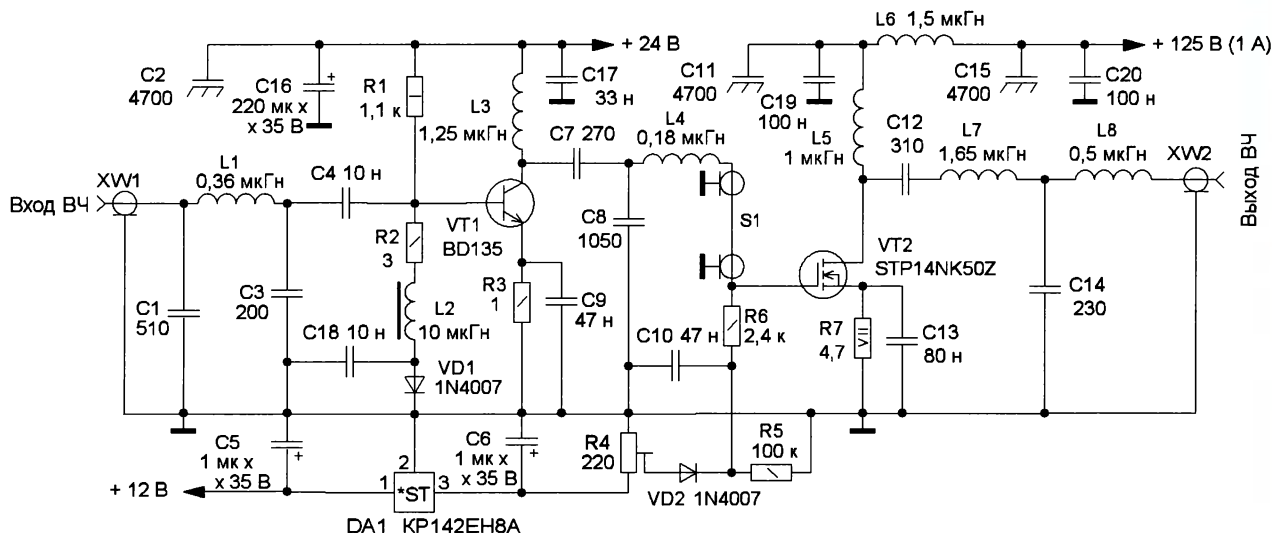
Особенностей у этого усилителя (рисунк) немного. Одна из них — цепь R7C13. Казалось бы, что эти элементы не нужны, и исток транзистора VT2 можно напрямую соединить с общим проводом — землей. Но оказалось, что при подаче напряжения питания 125 В транзистор выходил из строя за доли секунды, и никакая плавкая вставка от этого не спасала. Поэтому установка резистора R7, который исключает эту ситуацию, необходима. Что касается конденсатора C13, то тут с наилучшей стороны показали себя несколько установленных параллельно конденсаторов для поверхностного монтажа. Тип этих конденсаторов неизвестен, но их раз-

меры — 5,5×4,5 мм, а диэлектрик имеет светло-жёлтый цвет.

Но больше всего проблем возникает с цепью затвора транзистора VT2. С одной стороны, у затвора большое сопротивление по постоянному току, с другой — большая ёмкость затвор—исток, что обуславливает малое входное сопротивление по высокой частоте. Поэтому пришлось отказаться от ВЧ-трансформатора, и для согласования применена цепь C7C8L4.

Транзистор BD135 (VT1) был взят с платы кинескопного телевизора импортного производства, ближайший аналог — транзистор серии KT961. По предварительной оценке транзистор BD135 не должен был работать на частоте 14 МГц с высоким КПД. Но всё оказалось не так. Каскад на этом транзисторе обеспечивал выходную мощность 3 Вт при подаче на вход сигнала мощностью 0,02 Вт. То есть получилось усиление по мощности — 150 раз. Транзистор STP14NK50Z (VT2) был взят из автомобильного преобразователя напряжения 12/230 В.

Применены подстроечный резистор R4 — серии СП5-3, резистор R7 — ПЭВ-7,5, остальные резисторы — МЛТ, С2-23. Конденсаторы C1, C3 — КТ-1, конденсаторы C2, C11, C15 — опорные КО-1А, C4, C7, C9, C10, C17,



C18 — КЛС, K10-17, C5, C6, C16 — оксидные импортные, C13 — параллельно включённые (10 шт.) конденсаторы для поверхностного монтажа, о которых сказано выше. Конденсаторы C19, C20 — K73-17 на напряжение 250 В. Каждый из конденсаторов C8, C12, C14 составлен из двух или трёх конденсаторов КТ-2а.

Катушка L1 — бескаркасная, она намотана на оправке диаметром 6,5 мм проводом ПЭЛ 0,89 и содержит десять витков, её индуктивность — 0,36 мкГн. Дроссель L2 — ДМ-0,6 индуктивностью 10 мкГн. Катушка L3 намотана на резисторе ВС мощностью 1 Вт проводом ПЭЛ 0,89 и содержит 25 витков, её индуктивность — 1,25 мкГн. Катушка L4 — бескаркасная, она намотана на оправке диаметром 9 мм проводом ПЭВ-1 1,82 и содержит пять витков, длина намотки — 15 мм, выводы сделаны параллельно оси катушки, общая длина с выводами — 33 мм, индуктивность — 0,18 мкГн. Катушка L5 — бескаркасная, она намотана на оправке диаметром 9,5 мм проводом ПЭВ-1 1,53 и содержит 19 витков, длина намотки — 40 мм, выводы сделаны перпендикулярно оси катушки, индуктивность — 1 мкГн.

Катушка L6 — бескаркасная, она намотана на оправке диаметром 3 мм проводом ПЭЛ 1,02 и содержит 20 витков, её индуктивность — 0,3 мкГн. Катушка L7 — бескаркасная, она намотана на оправке диаметром 12 мм проводом ПЭВ-1 1,76 и содержит 21 виток, выводы сделаны перпендикулярно оси катушки, индуктивность — 1,65 мкГн. Катушка L8 — бескаркасная, она намотана на оправке диаметром 9 мм проводом ПЭВ-1 1,58 и содержит 11 витков, длина намотки — 25,5 мм, выводы сделаны параллельно оси катушки, индуктивность — 0,5 мкГн.

Монтаж предварительного усилителя на транзисторе VT1 выполнен на алюминиевом основании — пластине-теплоотводе размерами 122×87×3 мм, которая помещена в корпус размерами 125×90×40 мм из оцинкованного железа. Монтаж — объёмный с применением монтажных стоек ЗСМ-12-1 или аналогичных. Провода линий питания припаивают к центральным контактам опорных конденсаторов КО-1а. Под эти конденсаторы установлены монтажные лепестки, их можно изготовить из отрезков медного лужёного провода. На передней стенке корпуса установлен ВЧ-разъём XW1 — СР-50-73ФВ.

На одной из боковых стенок корпуса сделано отверстие, через которое проходит перемычка S1 — отрезок коаксиального кабеля длиной 65 мм с волновым сопротивлением 50 Ом. Катушки индуктивности L1, L3 и L4 распаяны на монтажные стойки. На другой боковой стенке сделано отверстие для проводов питания 24 В.

Транзистор VT1 установлен на промежуточной алюминиевой пластине-теплоотводе размерами 18×9,5 мм и толщиной 5 мм. В пластине просверлено несколько отверстий. Одно — с резьбой M3, через которое крепят транзистор VT1 через отверстие во фланце. Средний вывод транзистора (коллектор) не используется и удалён. Второе отверстие предназначено для крепления монтажного лепестка, на котором распаяют провод питания 24 В и катушку индуктивности L3. Второй вывод катушки припаивают к фланцу транзистора VT1.

Между промежуточной пластиной и пластиной-основанием устанавливают изолирующую прокладку из слюды. С двух сторон её смазывают тонким слоем теплопроводящей пасты КТП-8. Винт M3, крепящий транзистор, ни в коем случае не должен выступать за нижнюю поверхность промежуточной пластины, чтобы не продавить слюдяную прокладку. Винт, крепящий монтажный лепесток, изолируют от промежуточной пластины теплостойкой трубкой из изоляционного материала. Головку винта изолируют с помощью текстолитовой шайбы. Промежуточную пластину крепят к пластине-основанию с помощью четырёх винтов M3, для этого по углам промежуточной пластины делают отверстия диаметром 3,2 мм. Диод VD1 смазан пастой КТП-8 и прижат к основанию с помощью скобы.

Монтаж выходного каскада на транзисторе VT2 выполнен на поверхности игольчатого алюминиевого теплоотвода размерами 120×90×25 мм. Для охлаждения этого теплоотвода был применён вентилятор от компьютерного блока питания. Сам транзистор установлен на дополнительном теплоотводе, который выполнен из алюминиевой полосы шириной 9 мм и толщиной 3 мм в виде U-образной скобы. Высота рёбер — 55 мм, расстояние

между ними — 27 мм. Посадочное место транзистора и скобы смазаны теплопроводящей пастой КТП-8. Сам транзистор предварительно крепят на алюминиевой пластине размерами 15,6×10 мм, в которой просверлено отверстие и нарезана резьба M4. Под головку винта установлен монтажный лепесток, к которому припаяны катушка L5 и конденсатор C12. На вывод стока транзистора плотно надета изоляционная трубка, на которую намотан слой провода ПЭЛ 0,1. Один из выводов обмотки соединён с землёй.

Монтаж остальных элементов — объёмный, с применением монтажных стоек СМ-12. Между корпусом транзистора и дополнительным теплоотводом установлена слюдяная прокладка, смазанная с обеих сторон тонким слоем теплопроводящей пасты КТП-8. Разъём XW2 — СР50-50-165Ф.

Режимы транзистора VT1 без сигнала: напряжение на коллекторе — 24 В; напряжение на базе — 0,77 В; напряжение на эмиттере — 0,125 В; ток коллектора — 120 мА. Режимы транзистора VT2 без сигнала: напряжение на стоке — 125 В; напряжение на затворе — 4,66 В; напряжение на истоке — 0,235 В; ток стока — 50 мА.

Для питания усилителя был собран блок питания на трансформаторах ОСМ-0,16У3 и ТПП258-220-50 с выходными стабилизированными напряжениями 125 В и 24 В и узлами защиты от КЗ на электромагнитных реле. Все эти узлы вместе с усилителем поместились в корпус размерами с коробку из-под обуви.

Оказалось, что КПД усилителя сравнительно большой. Он зависит, в первую очередь, от КПД выходного каскада. При выходной мощности усилителя 106 Вт мощность, потребляемая по цепи питания 125 В, — 125 Вт, что соответствует КПД около 85 %, причём из этих 125 Вт на резисторе R7 рассеивается около 4,7 Вт. В процессе налаживания в качестве эквивалента антенны была использована бытовая электрическая плитка на напряжение 230 В мощностью 1 кВт. С согласующими элементами КСВ такого эквивалента на частоте 14,1 МГц — 1,02.

РАДИАЛ

RCWL-160-1000 **RCWL-80-1000**

**Для любителя и профессионала
антенны от «Радиала»**

WWW.RADIAL.RU/HAM
+7(495)7754319

Доработка таймера ТЭ-16

А. МЕЛЬНИКОВ, г. Барнаул

Электронный таймер ТЭ-16 производства компании ИЭК позволяет управлять подключённой к нему нагрузкой по шестнадцати программам. Использование этого или другого подобного таймера позволяет значительно упростить построение систем автоматического управления освещением, вентиляцией, отоплением, а также ав-

томатизировать любые другие процессы, требующие включения или отключения нагрузки в заданное время. Однако для управления устройствами, работа которых не должна зависеть от наличия сетевого напряжения, применение этого таймера затруднительно.

от сети, этот недостаток не является существенным, так как при возобновлении подачи сетевого напряжения выполнение программы будет продолжено. Однако для управления устройствами, работа которых не должна зависеть от наличия сетевого напряжения, применение этого таймера затруднительно.

наряду с таймером, в бесперебойном снабжении напряжением 230 В нуждаются и другие входящие в систему устройства, так как использование преобразователя для питания одного таймера нецелесообразно. В этом случае наиболее рационально использовать второй способ — перевести таймер на питание напряжением 12 В, о чём и пойдёт речь далее.

Схема таймера, составленная по его печатной плате, приведена на рис. 1. Обозначения всех элементов на схеме приведены в соответствии с обозначениями на печатной плате, а все изменения, вновь введённые элементы и соединения выделены цветом. Таймер получает питание от бестрансформаторного источника, образованного конденсатором C1, гасящим избыток напряжения, и диодным мостом D1—D4. Резистор R2 ограничивает пусковой ток источника питания, а через резистор R1 конденсатор C1 разряжается после отключения таймера от сети. Конденсатор C2 сглаживает пульсации напряжения на выходе диодного моста, а варистор RU1 защищает таймер от возможных всплесков сетевого напряжения.

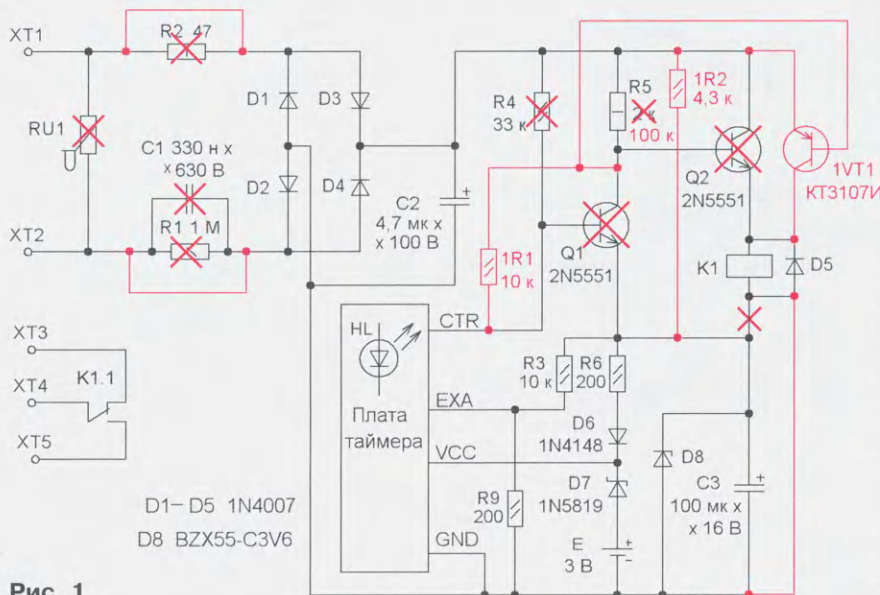


Рис. 1

томатизировать любые другие процессы, требующие включения или отключения нагрузки в заданное время.

Однако, наряду со всеми достоинствами, этот таймер обладает одним недостатком. Его исполнительный элемент (встроенное электромагнитное реле) получает питание от сети 230 В, поэтому при исчезновении сетевого напряжения таймер работать не будет. Конечно, если таймер управляет нагрузками, также получающими питание

Для того чтобы устранить описанный выше недостаток и использовать таймер совместно с нагрузками, оснащёнными резервным источником питания постоянного тока, существуют два способа. Первый способ заключается в применении преобразователя, повышающего напряжение резервного источника питания до 230 В и автоматически включающегося при исчезновении напряжения сети. Однако этот способ оптимален лишь в том случае, если,



Светодиод HL, включённый в коллекторную цепь выходного транзистора платы, служит для индикации включения исполнительного элемента таймера — электромагнитного реле K1.

Так как таймер питается от бестрансформаторного источника с гасящим конденсатором, цепь управления реле выполнена так, чтобы ток, потребляемый таймером от сети, оставался неизменным вне зависимости от того, включено реле или нет. Когда выходной транзистор, установленный на плате таймера, закрыт, транзистор Q1 открыт током, текущим через резистор R4, поэтому весь ток источника питания

минимальное потребление тока в выключенном состоянии, схему питания реле следует изменить. Для этого необходи-

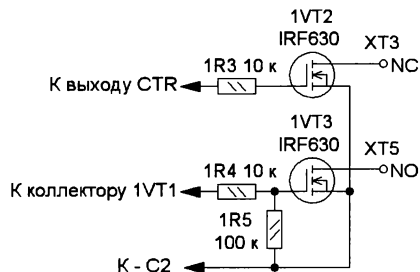


Рис. 2

менить светодиод, уменьшив сопротивление этого резистора до 3 кОм.

Применённое в исходной конструкции таймера реле OMRON G2R-1-E-ASI 24VDC следует заменить другим, имеющим напряжение срабатывания 12 В, потребляемый ток до 50 мА и группу контактов на переключение. В том случае, если реле не помещается на плате, его можно установить в любом удобном месте внутри корпуса таймера. Ток, потребляемый доработанным таймером от источника напряжением 12 В, в дежурном режиме равен 1,9 мА, а при включении определяется током, потребляемым реле.

В том случае, если таймер используется для управления устройством, потребляющим в дежурном режиме незначительный ток (например, для изменения режима работы или автоматического тестирования системы охранной сигнализации), для повышения экономичности таймера его выходную ступень можно выполнить без реле, используя в качестве коммутирующих элементов полевые транзисторы (рис. 2). Когда таймер находится в отключённом состоянии, транзистор 1VT2 открыт, а 1VT3 — закрыт, а при включении таймера состояние транзисторов изменяется на противоположное. Транзистор 1VT2 должен открываться при напряжении более 2 В, так как при включении таймера напряжение на выходе CTR уменьшается не до нуля, а равно 1,7 В.

Тип транзисторов зависит от тока, потребляемого нагрузкой. С транзисторами IRF630, установленными без теплоотводов, таймер может коммутировать ток до 1,5 А. В случае применения узла, показанного на рис. 2, диоды D1 и D4 (см. рис. 1) следует удалить, а вместо диода D2 установить перемычку. При этом минус источника питания следует подключать к контакту XT2, который также будет являться и общим проводом для нагрузок, подключаемых к контактам XT3 и XT5. Ток, потребляемый доработанным таким образом таймером, равен 1,9 мА в дежурном и 2,9 мА в рабочих режимах.

По описанной выше методике автором были доработаны два таймера ТЭ-16, которые без каких-либо нареканий работают уже около четырёх лет. Вид на монтаж одного из таймеров, в котором применено реле SANOU SRD-S-112 D, приведён на рис. 3. Так как большинство подобных таймеров, выпускаемых различными фирмами, а также таймеры-розетки построены по схожей схеме, их также можно доработать по приведённой методике. В том случае, если таймер необходимо питать от источника напряжением меньше 12 В, следует применить реле на соответствующее напряжение и пропорционально уменьшить сопротивление резисторов 1R1, 1R2.

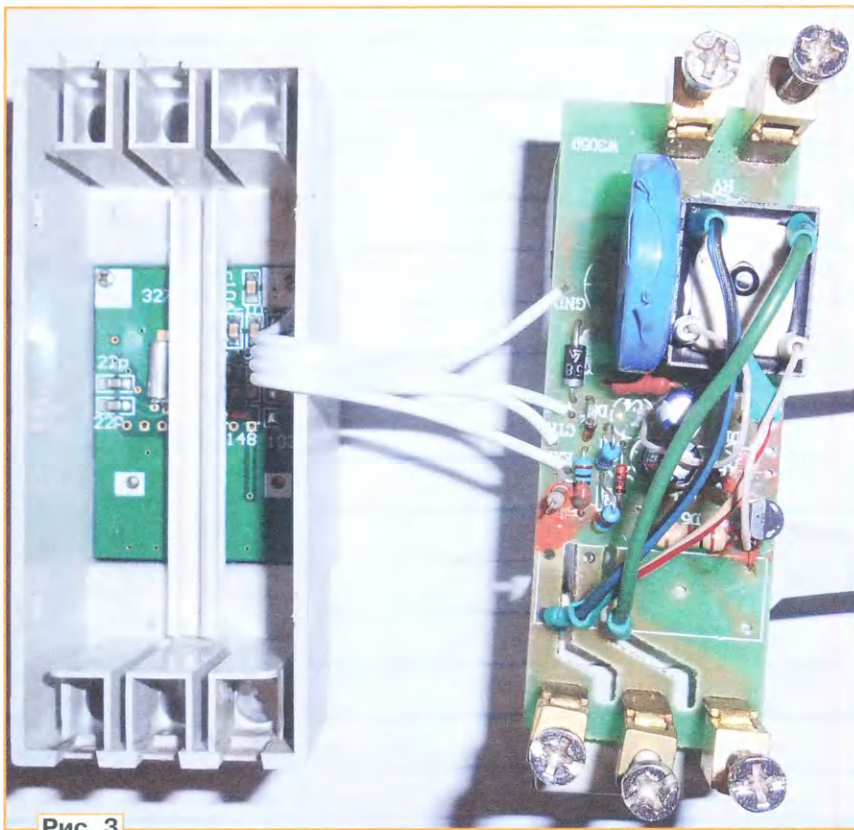


Рис. 3

протекает через резистор R5. При отключении выходного транзистора платы таймера на выходе CTR появляется низкий уровень напряжения, транзистор Q1 закрывается, и открывается транзистор Q2, в результате чего ток источника питания начинает протекать через обмотку реле K1, вызывая его срабатывание. Через стабилизатор D8 ток протекает как при включённом, так и при отключённом реле. Ток, потребляемый таймером от сети 230 В, равен 18,1 мА при отключённом реле и возрастает до 19 мА при его включении.

Для перевода таймера на питание напряжением 12 В, в первую очередь, необходимо удалить элементы RU1 и C1, а вместо транзисторов R1, R2 установить перемычки. Чтобы обеспечить ми-

мо удалить транзисторы Q1, Q2 и резистор R4, а точку соединения нижнего по схеме вывода реле K1 и анода диода D5 подключить к минусовому выводу диодного моста. Далее на место транзистора Q2 следует установить транзистор 1VT1 (КТ3107 с любым буквенным индексом), а в отверстия печатной платы, предназначавшиеся для выводов базы и коллектора транзистора Q1, установить резистор 1R1. Резистор R5 нужно заменить резистором, имеющим сопротивление 100 кОм (мощностью 0,125 Вт), а для обеспечения работы стабилизатора напряжения питания платы таймера необходимо установить резистор 1R2. Для индикации наличия питающего напряжения последовательно с резистором 1R2 можно уста-

Программирование микроконтроллеров серии PIC для начинающих

А. КАРПАЧЕВ, г. Железноводск Курской обл.

Итак, вот мы и подошли к работе программиста. Электронщики, начинаем запоминать, а для надёжности записывать в начатые для этой цели небольшие тетрадки. Насчёт тетрадок — это, конечно, шутка, но с большой долей правды. Конечно, вы знаете, что язык, который "понимает" МК, — машинный код. Машинный код — это набор цифр, написанных в определённом порядке. Составлять программу в машинных кодах обычному человеку не под силу. То есть, конечно, это возможно для гениальных людей, но даже для них это очень утомительно и чревато ошибками. Практически все программы пишут на ассемблере или на языках более высокого уровня, например Си. Команды в этих языках записываются почти по-человечески — словами, сокращёнными словами и аббревиатурами от слов (естественно, увы, английских). При написании команд требуется жёстко соблюдать орфографию и правила, принятые в этих языках. Затем созданная программа компилируется (т. е. переводится) в машинные коды, понятные для МК. Для нашего МК — всего 35 команд на языке ассемблера, и задача программиста, применяя их, заставить МК делать всё, что нужно. Команды описаны в [4] на с. 75 и в [1, № 9]. Уверен, что вам потребуются подробные разъяснения. Поэтому начинаем краткий курс "молодого бойца", т. е. начинающего программиста. Желательно параллельно читать самоучитель, который вы нашли или скачали.

Начать придётся издалека. Самое первое, что надо уяснить и запомнить, это что такое бит и что такое байт. В современной вычислительной технике байт — это 8 бит, ещё байт называется словом. Если вы расположите в ряд восемь светодиодов и каждый из них будет олицетворять собой один бит, то все восемь светодиодов будут называться, естественно, байтом. Пример со светодиодами выбран не случайно. Вы уже поняли, что бит может прини-

мать только два значения — либо лог. 0, либо лог. 1. Про систему двоичного счисления слышали все, так вот это она и есть. Со значениями байта всё несколько сложнее, но вам это пока не нужно. Нумеруются биты в байте справа—налево, начиная с нуля. Самый правый бит является нулевым, т. е. самым младшим, а крайний левый — седьмым и самым старшим.

Надеюсь, что пример со светодиодами натолкнул вас на то, что в нашем устройстве они будут управляться путём установки соответствующего бита в лог. 1, при этом на светодиод поступит напряжение питания, и он начнёт светить, а установив бит в лог. 0, светодиод погаснет. Возьмите себе на заметку, что установку бита в лог. 0 ещё называют "очисткой" или "сбросом" бита. Это всё логично и вопросов вызывать не должно.

Теперь о слове регистр, которое при чтении даташита встречается чаще всех прочих и, скорее всего, уже намозолило вам глаза. Для электронщиков это слово вопросов не вызывает. Хочу вас обрадовать, здесь оно означает то же самое. То есть в регистр записывается слово (байт), состоящее из восьми бит, и оно находится там, пока мы не произведём с ним какое-то действие. Похоже на регистр-защёлку, не правда ли? Если же вы записали слово в регистр ввода/вывода, здесь всё ещё проще, оно тут же появится на соответствующих выходах МК и будет там находиться, пока вы не запишете туда новое слово. Пока всё просто. Если у вас всё-таки возник вопрос, а как же называется регистр ввода/вывода? Он имеет такое же название, что и порт ввода/вывода, т. е. GPIO. На данном этапе это самый главный для вас регистр в МК! Просьба к тем, кто внимательно читал характеристики МК и запомнил, что в этом МК имеются 16 регистров, не отчаиваться, со многими из них вы вообще никогда не встретитесь, если не станете профессиональным программистом!

А как же быть с тем, что регистр имеет восемь бит, а наш регистр GPIO

имеет всего шесть бит, да и то, это на вход, а на выход вообще пять бит? А никак — отсутствующие биты куда не вводятся и не выводятся, а просто игнорируются. Из-за этого наш МК не очень удобен для управления семисегментными индикаторами. Опытные электронщики уже сообразили, что для вывода информации на такие индикаторы придётся применить дополнительный регистр с последовательным вводом и параллельным выводом. Зато цена МК PIC12F675 (около 60 руб.) плюс цена регистра 74HC595 (около 10 руб.) всё равно гораздо меньше цены МК PIC16F628 (около 200 руб.), у которого есть полноценные восьмимбитные порты ввода/вывода.

После всего вышесказанного стало понятно, что для программы нужны команды, которые устанавливают биты в регистре либо в лог. 1, либо в лог. 0. Находим эти команды в табл. 10-2 даташита [4], которая называется "Список команд МК PIC629/675" и находится на с. 75. Это будут ваши первые освоенные команды:

bsf f, b ; установить бит **b** в регистре **f**

bcf f, b ; очистить бит **b** в регистре **f**

Сама команда — это то, что написано латинскими буквами до точки с запятой. После точки с запятой — это комментарий для человека, т. е. для вас. Скорее всего, вам потребуется небольшое разъяснение. Что такое **bsf**? Что это за буквы **f** и **b**? Запоминайте, **bsf** — это команда, приказывающая МК установить какой-то бит в лог. 1 в каком-то регистре, а **bcf** — это команда, приказывающая МК установить в лог. 0 какой-то бит в каком-то регистре. Название регистра вписывают вместо буквы **f**, а вместо буквы **b** вписывается номер бита в регистре.

Вот так выглядят команды, которые стоят в нашем алгоритме под № 1 и № 2:

— **bsf GPIO,0** ; установить бит 0 регистра GPIO в лог. 1, т. е. включить светодиод, подключённый к выводу 7 МК;

Продолжение.

Начало см. в "Радио", 2021, № 2

— **bcf GPIO,0** ; установить бит 0 регистра GPIO в лог 0, т. е. погасить светодиод, подключённый к выводу 7 МК.

Сразу хочу посоветовать вот что. Поскольку компилятор ассемблера MASM, встроенный в программу MPLAB, понимает названия битов, лучше писать не номер бита, а его название. То есть вместо 0 пишем GP0, вместо 1 пишем GP1, вместо 2 пишем GP2. Программе всё равно, а вам более понятно. В дальнейшем вы узнаете, что каждому биту можно даже присвоить человеческое название, например, бит GP0 назвать `red_led`, бит GP1 назвать `blue_led`, бит GP2 назвать `green_led`. Так делают в сложных программах для облегчения жизни программистам.

Команду можно писать как большими, так и маленькими буквами, а вот названия регистров и битов — только большими буквами. Вы уже знаете, что всё, что находится правее точки с запятой, называется комментарием и предназначено для программиста. Компилятор, переводящий команды в машинный язык, этого не видит и в машинный код не переводит, поэтому пишем их подробно и не стеснясь, — потом пригодится. Их можно писать любыми буквами и любыми символами.

Уверен, что теперь все, кто прочитал статью до этого места, смогут сами написать почти всю программу по нашему алгоритму:

```
clrf GPIO ; установить все биты регистра GPIO в 0, т. е. погасить все светодиоды
```

```
L1 bsf GPIO, GP0 ; установить бит GP0 в 1, т. е. зажечь первый светодиод, подключённый к выводу 7 МК
```

```
bcf GPIO, GP0 ; установить бит GP0 в 0, т. е. погасить первый светодиод, подключённый к выводу 7 МК
```

```
bsf GPIO, GP1 ; установить бит GP1 в 1, т. е. зажечь второй светодиод, подключённый к выводу 6 МК
```

```
bcf GPIO, GP1 ; установить бит GP1 в 0, т. е. погасить второй светодиод, подключённый к выводу 6 МК
```

```
bsf GPIO, GP2 ; установить бит GP2 в 1, т. е. зажечь третий светодиод, подключённый к выводу 5 МК
```

```
bcf GPIO, GP2 ; установить бит GP2 в 0, т. е. погасить третий светодиод, подключённый к выводу 5 МК
```

```
goto L1 ; перейти на строку с меткой L1
```

Я немного забежал вперёд, написав первую и последнюю команды за вас. Зачем нужна последняя команда **goto**, вы, наверное, и сами догадались. После погасания третьего светодиода необходимо начать всё сначала. Думаю, вы и сами нашли эту команду в таблице — это команда безусловного перехода. Встретив её в программе, МК переходит на метку, стоящую после неё. Понятно, что метка L1 должна стоять в

начале той строки, на которую адресуется переход. У нас — это вторая строка программы. Ну а в первой строке стоит команда **clrf f**. Эта команда сбрасывает все биты указываемого регистра в 0. Название регистра вписывают вместо буквы **f**. У нас — это регистр GPIO.

Несколько слов об этой команде и почему я не стал упоминать о ней в алгоритме. Дело в том, что при подаче питания на МК многие его регистры устанавливаются в произвольное состояние, т. е. в них может оказаться записанным произвольное число. Поэтому пока просто запомните, что правилом хорошего тона считается обнуление используемых регистров и ячеек в самом начале программы. Электронщики должны сразу заметить аналогию с триггерами и счётчиками, которые устанавливаются в произвольное состояние и которым также необходима цепочка, формирующая импульс сброса при включении питания. В дальнейшем разберётесь, какие регистры и ячейки обязательно необходимо обнулять, а какие не обязательно. Справедливости ради необходимо отметить, что в нашей программе обнулять регистр GPIO нет необходимости. Но, согласитесь, правилам хорошего тона нужно учиться с самого начала!

Всё. Вы написали на ассемблере свою первую программу, которая заставит МК поочерёдно зажечь светодиоды, т. е. обеспечит эффект "бегущий огонь". Я не думаю, что у кого-то возникнет желание утверждать, что это было нелегко.

Запоминаем ещё кое-что из работы МК. При включении питания он начинает считывать команды из памяти и выполнять их, при этом никогда не останавливается! Выполним команду, он сразу переходит к следующей, затем к следующей и так далее, т. е. программа должна быть закольцована. В нашей программе это осуществляется командой **goto L1**, и МК, выполнив все строки программы и дойдя до последней строки, перейдёт на строку с меткой **L1**, т. е. на первую строку нашей программы. Всё, программа закольцована, теперь МК, выполняя её, так и будет кружиться в этой программе, пока питание не будет выключено или не поступит сигнал сброса.

Ну вот, вы и написали свою первую программу и собрали переключатель гирлянд. Однако электронщики сразу спросят, а что у нас с тактовым генератором? Ведь в МК откуда-то должны поступать тактовые импульсы. Вот тут вас ожидает ещё один узел, который вряд ли кто-то назовёт мелочью. Это встроенный в МК RC-генератор с частотой 4 МГц. Поверьте, что для большинства ваших конструкций этого генератора хватит с лихвой. Если же нет, в

даташите описано ещё несколько вариантов, как можно получить тактовый сигнал для МК. Похоже, что разработчики учли всё — здесь и кварцевые резонаторы с частотами от 30 кГц до 20 МГц, и внешняя RC-цепь, и даже внешний тактовый сигнал. Правда, выбирать всё это многообразие придётся опять же программно с помощью конфигурационных битов (до них дойдём гораздо позже). Подробнее о тонкостях настройки встроенного в МК RC-генератора можно прочесть в [2].

Как я и обещал, ниже приводится листинг программы, в которой МК уже сконфигурирован. Я также вписал туда и вашу первую программу. Как вы можете заметить, конфигурация самого МК оказалась гораздо сложнее нашей программы, да и места занимает гораздо больше. Вы можете набрать эту программу вручную (что рекомендуется для тренировки работы в среде MPLAB) либо скачать её. Называется она `BegOg01`. Её листинг приведён в одномименном файле `BegOg01.asm`.

Самая первая строка — это комментарий, в котором вы пишете название вашей программы.

```
-----Шапка программы-----
; Самая первая программа для PIC12F675. Переключатель гирлянд "Бегущий огонь"
#include <p12f675.inc> ; подключаем файл используемого МК
list p=12f675
```

```
-----Конфигурационные биты-----
_config _INTRC_OSC_NOCLKOUT &
_WDT_OFF & PWRTE_ON & MCLRRE_OFF
& BODEN_OFF & CP_OFF
```

```
-----Блок поименованных констант и ячеек памяти-----
cblock 0x20 ; адрес начала блока в памяти МК
```

```
time_1 ; ячейка памяти, необходимая для работы первого цикла ожидания
```

```
time_2 ; ячейка памяти, необходимая для работы второго цикла ожидания
```

```
time_3 ; ячейка памяти, необходимая для работы третьего цикла ожидания
```

```
time_4 ; ячейка памяти, необходимая для работы четвертого цикла ожидания
```

```
time_5 ; ячейка памяти, необходимая для работы пятого цикла ожидания
```

```
time_6 ; ячейка памяти, необходимая для работы шестого цикла ожидания

endc ; окончание блока констант
```

```
-----Начало программы-----
por ; это пустая команда, выполняющая её, МК ничего не
```

делает
 por
 por
 goto START ; идём на
 метку START, чтобы обойти программу
 обработки прерываний,
 ; это необходимо
 сделать, даже если её нет.

;------здесь должна находиться
 программа обработки прерываний--
 ; поскольку мы пока не используем пре-
 рывания, здесь ничего нет
 ;-----

START
 ;-----
 ;-----ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ МК-----
 ;--Настройка внутреннего генератора--
 ; записываем в регистр OSCCAL значе-
 ние ячейки с адресом 3fff
 BANKSEL OSCCAL ; выбор
 банка, в котором находится регистр
 OSCCAL
 call 3fff ; загружаем калибро-
 вочную константу из ячейки 3fff в аккумулятор
 movwf OSCCAL ; записыва-
 ем её из аккумулятора в регистр OSC-
 CAL
 ;----глобальный запрет прерываний----
 BANKSEL OSCCAL ; выбор
 банка, в котором находится регистр
 INTCON
 bcf INTCON,GIE ; в реги-
 stre INTCON сбрасываем бит GIE, т. е.
 запрещаем все прерывания

;------Настройка портов регистра GPIO
 на вход или выход-----
 BANKSEL TRISIO ; выбор банка,
 в котором находится регистр TRISIO
 ; если 0 — соответствующий этому биту
 вывод настроен на выход, 1 — на вход
 ; здесь все выходы настроены на выход,
 так как во всех байтах нули
 movlw b'00000000' ; назначаем
 выходы GP0, GP1, GP2, GP4, GP5 выхо-
 дами
 movwf TRISIO ; загружаем
 это значение из аккумулятора в регистр
 TRISIO

;------Отключение АЦП-----
 BANKSEL ANSEL ; выбор
 банка, в котором находится регистр
 ANSEL
 movlw b'00000000' ; биты 0,
 1, 2, 3 должны быть нулевыми — тогда
 выходы 3, 5, 6, 7 будут настроены как
 цифровые каналы ввода/вывода,
 остальные биты здесь не важны, пусть
 будут нулевыми
 movwf ANSEL ; загружаем
 это значение из АКК в регистр ANSEL
 BANKSEL ADCON0 ; выбор
 банка, в котором находится регистр
 ADCON0
 bcf ADCON0,ADON ; в регистре
 ADCON0 сбрасываем бит ADON, т. е.
 отключаем АЦП

;------Отключение компаратора-----
 BANKSEL CMCON ; выбор банка,
 в котором находится регистр CMCON
 movlw b'00000111' ; отключаем
 компаратор: биты 0, 1, 2 должны быть
 установлены в 1, остальные биты нам
 здесь не важны, пусть будут нулевыми
 movwf CMCON ; загружаем
 это значение из АКК в регистр CMCON

;------Текст нашей программы-----
 clrf GPIO установить все биты
 регистра GPIO в 0, т. е. погасить все
 светодиоды
 L1 bsf GPIO, GP0 ; установить бит
 GP0 в 1, т. е. зажечь светодиод, подклю-
 чённый к выводу 7 МК
 bcf GPIO, GP0 ; установить бит
 GP0 в 0, т. е. погасить светодиод, под-
 ключённый к выводу 7 МК
 bsf GPIO, GP1 ; установить бит
 GP1 в 1, т. е. зажечь светодиод, подклю-
 чённый к выводу 6 МК
 bcf GPIO, GP1 ; установить бит
 GP1 в 0, т. е. погасить светодиод, под-
 ключённый к выводу 6 МК
 bsf GPIO, GP2 ; установить бит
 GP2 в 1, т. е. зажечь светодиод, подклю-
 чённый к выводу 5 МК
 bcf GPIO, GP2 ; установить бит
 GP2 в 0, т. е. погасить светодиод, под-
 ключённый к выводу 5 МК
 goto L1 ; перейти на стро-
 ку с меткой L1

;------Окончание нашей программы-----
 end ; этот оператор ука-
 зывает компилятору на окончание лис-
 тинга программы

;------Окончание листинга программы-----

Если вы в первый раз видите про-
 грамму на ассемблере, тогда ясно,
 какие мысли мелькают в вашей голове.
 Но сейчас всё станет понятнее и не так
 уж страшно. Во-первых, учтите, что на-
 ша программа "бегающего огня" занима-
 ет всего лишь восемь последних строк.
 Остальные строки — это "плата" за оби-
 лие периферийных модулей и много-
 функциональность выводов МК. Ведь
 ему нужно дать инструкции, что неис-
 пользование модули необходимо отклю-
 чить. Также ему надо разъяснить, какие
 функции будет выполнять каждый вы-
 вод. Ещё много места занимают просто
 разделительные строки. Я решил их ос-
 тавить, чтобы было легче понять блоч-
 ное устройство программы. Увеличива-
 ют объём и подробные комментарии,
 хотя я и постарался сделать их макси-
 мально короткими. Сейчас они вам мо-
 гут быть не очень понятны, поэтому
 просто набирайте эту программу и осо-
 бо не пытайтесь вникнуть в них. Но если
 в дальнейшем вы начнёте глубже изу-
 чать МК и писать более сложные про-
 граммы, поверьте, эти комментарии
 вам очень помогут.

Краткие объяснения строк этой про-
 граммы. Самая первая строка — ком-
 ментарий, в котором пишется название
 программы. Вторая и третья строки
 объясняют компилятору для какого МК
 создаётся программа. Затем идут так
 называемые *Конфигурационные биты*.
 Вот они:

1. **_INTRC_OSC_NOCLKOUT** — выбор
 внутреннего тактового генератора с
 частотой 4 МГц;

2. **_WDT_OFF** предписывает контрол-
 леру выключить встроенный стороже-
 вой таймер. Этот таймер — полезное
 средство от "зависаний" контроллера.
 Но пока он нам не требуется, поэтому
 мы его отключаем.

3. **_PWRTE_ON** разрешает работу
 таймера включения питания. Это улуч-
 шает запуск контроллера с кварцевым
 генератором от источника с плавно
 нарастающим питающим напряжением.
 В нашем случае мы включили встроен-
 ный генератор и будет ли разрешена
 работа этого таймера, нам безразлич-
 но, но пусть будет включён, хуже от это-
 го не будет, а на будущее пригодится.

4. **_MCLRE_OFF** устанавливает режим
 работы вывода 4 МК как обычный циф-
 ровый вход. Если задать **_MCLRE_ON**, то
 этот вывод превратится во вход сброса
 MCLR.

5. **_BODEN_ON** разрешает контрол-
 леру сброс при снижении напряжения
 питания ниже некоторого порога. Это
 защита от просадок напряжения. При
 просадке питающего напряжения МК
 может начать неправильно выполнять
 заданную программу. Поэтому иногда
 лучше заставить его начать программу
 сначала.

6. **_CP_OFF** указывает на то, что защи-
 та кода от конкурентов нам не требуется.
 То есть любой желающий может про-
 читать в программаторе прошитый нами
 контроллер и восстановить HEX-файл
 прошивки. Рекомендую пока не вклю-
 чать защиту. Ну а в дальнейшем решай-
 те сами, нужно ли вам защищать свою
 программу от злобных конкурентов.

Затем идёт *блок поименованных констант и ячеек памяти*. Как вы видите,
 начинается он командой **cblock 0x20**, а
 заканчивается командой **endc**. В этом
 блоке мы обязательно должны указать
 имена всех ячеек памяти, которые бу-
 дут использоваться в составляемой на-
 ми программе. Я зарезервировал вам
 шесть ячеек. Думаю, что для ваших пер-
 вых программ этого хватит. Если же нет,
 тогда смело вписывайте название не-
 обходимых вам ячеек в этот блок.
 Имейте в виду, если ячеек больше, чем
 вам нужно, это не является ошибкой и
 компилятор ничего вам не скажет. А вот
 если их не хватит, тогда он прервёт ком-
 пилицию и сообщит, что какая-то ячейка
 не указана в этом блоке.

После того как мы определились с
 конфигурационными битами и описали

все используемые в нашей программе ячейки памяти, наступает время приступить к *основной программе*. После блока поименованных констант идут три команды **por**. Встретив команду **por**, МК ничего не делает, а просто переходит к следующей команде. Пока не ломайте голову, зачем нужны эти три строки с ничего не делающими командами **por**, узнаете немного позже.

Следующую команду **goto** вы уже знаете. Она отправляет МК на строку, метка которой стоит после неё. И эта метка — **START**. Пока не ломайте голову, зачем это нужно, узнаете потом. Просто знайте, что так нужно. Хотя нет, здесь необходимо небольшое пояснение. Дело в том, что разработчики МК решили так, что после первых четырёх команд должны идти команды *обработки прерываний*. Почему и зачем они так решили, не нам судить, просто примите, что это так и есть. Поэтому, несмотря на то что вы ещё не знаете, что такое прерывания, зачем они вообще нужны и, самое главное, в нашей программе этих самых прерываний просто нет, МК всё равно зарезервирует эту область для неизвестных нам таинственных прерываний. Поэтому мы и обязаны перепрыгнуть эту область с помощью команды **goto START**. И не важно, что в программе эти команды идут одна за другой, на самом деле компилятор выполняет за нас сложную работу по распределению памяти МК. И нам остаётся только очень сильно порадоваться, что это делаем не мы, а компилятор. Поэтому будем составлять наши программы, придерживаясь принятых правил. Впрочем, если вы всё-таки не захотите выполнять установленные правила, компилятор не станет потакать вам и откажется компилировать вашу программу, выдав сообщение об ошибке.

Итак, перепрыгнув область, где должны находиться прерывания, мы переходим к *инициализации МК*. Именно здесь мы настраиваем те модули, которые нужны нам, и отключаем те, которые нам не понадобятся. Поскольку мы решили использовать внутренний генератор 4 МГц и включили его в *конфигурационных битах*, необходимо его настроить. Его настройка заключается в загрузке в специальный регистр **OSCCAL** калибровочной константы. О ней уже шла речь, когда обсуждался выбор программатора. Пока не ломайте голову, а просто набирайте программу и знайте, что так нужно.

Затем мы произведём *глобальный запрет прерываний*. Почему глобальный, спросите вы. Да потому, что МК понимает и принимает эти самые прерывания как от любого из его модулей, так и от любого из его входов. И мы можем сами решать, от кого разрешить эти самые прерывания, а от кого нет! Мы запрещаем вообще все прерывания, поскольку мы ещё о них ничего не знаем, и применять пока не собираемся.

Затем идёт *настройка портов регистра GPIO на вход или выход*. Это вы уже должны понимать. Да и в комментариях написано всё понятно. Если соответствующий бит в команде **movlw b'00000000'** равен нулю, значит, соответствующий вывод МК назначен выходом, а если соответствующий бит в этой команде равен единице, значит, соответствующий вывод МК назначен входом. У нас все выводы МК: GP0; GP1; GP2; GP4; GP5 назначены выходами, поэтому в команде **movlw b'00000000'** стоят все нули.

Затем мы *отключаем АЦП и компаратор*, потому что пользоваться вы ими пока не умеете. В статье это и не рассматривается, поэтому без подробных

объяснений просто набирайте программу. Если в дальнейшем эти модули вам понадобятся, вы изучите, как ими управлять.

И вот, наконец-то, идёт *текст нашей программы*. Пока вы будете изучать эту статью, именно сюда вы будете вводить описываемые в ней программы, не изменяя все остальные настройки. Да и вообще, пока не начнёте более глубоко разбираться в программировании МК, изменять их не стоит.

Ну вот, все объяснения вами получены, теории уже предостаточно, пора переходить к практике, т. е. начинать писать программу. Если вы ещё не разбирались, как работать в среде MPLAB, пришло время начинать это делать. Первоначальные познания вы можете получить, прочитав [1, № 8 и № 9], остальное ищите в Интернете, там много сайтов, где очень подробно описана работа с этой программой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долгий А. Разработка и отладка устройств на МК. — Радио, 2001, № 5, с. 17—19; № 6, с. 24—26; № 7, с. 19—21; № 8, с. 28—31; № 9, с. 22—24; № 10, с. 14—16; № 11, с. 19—21; № 12, с. 23—25; Радио, 2002, № 1, с. 1—19.
2. Долгий А. О настройке тактового RC-генератора, встроенного в МК PIC12F629 и PIC12F675. — Радио, 2009, № 3, с. 22, 23.
3. Гладштейн М. Проектируем устройства на микроконтроллерах. — Радио, 2000, № 11, с. 25, 26; № 12, с. 20—23.
4. Однокристалльные 8-разрядные FLASH CMOS микроконтроллеры компании Microcip Tecnolodgi Incorporated PIC 12F629, 12F675. — URL: http://www.microchip.ru/files/d-sheets-rus/PIC12F629_675.pdf (27.11.20).

(Продолжение следует)

Аккумулятор в электромеханическом фонаре

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Не требующие химических источников питания ручные электромеханические фонари со встроенным электрогенератором пользуются определённой популярностью. В современных фонарях этого типа применены светодиоды. Но для свечения фонаря требуется постоянная работа ручного элек-

трогенератора, что вынуждает пользователя нажимать на рычаг генератора 1...2 раза в секунду, а это не всегда удобно или возможно. Поэтому некоторые модели имеют встроенный источник питания — аккумулятор. Он обеспечивает свечение фонаря без работы генератора, но требует периодической

зарядки от того же генератора. О применении ионистора в качестве накопителя энергии в электромеханическом фонаре было рассказано в [1]. В этом фонаре применён ионистор ёмкостью 4,7 Ф на номинальное напряжение 2,5 В. Энергии, запасённой в этом ионисторе, хватало для свечения фонаря в течение около 2 мин, а в последние 30 с яркость плавно уменьшалась до нуля.

Однако ионистор ёмкостью несколько фарад не может запасти много энергии, а приобретать ионистор ёмкостью несколько десятков фарад — недешёвое удовольствие, да и габариты у него не маленькие. Заменой ионистору может быть аккумулятор, но сравнительно

небольшой ёмкости. Дело в том, что аккумулятор большой ёмкости, например $1000 \text{ mA} \cdot \text{ч}$, хоть и сможет долго питать фонарь, но придётся слишком долго заряжать его от генератора фонаря. После глубокой разрядки аккумулятора может возникнуть ситуация, когда фонарь не будет светить некоторое время даже при интенсивной работе генератора. Поэтому чем меньше ёмкость аккумулятора, тем меньше это "тёмное" время.

Поэтому было решено использовать дисковый Ni-Mh аккумулятор с номинальной ёмкостью $40 \text{ mA} \cdot \text{ч}$, поскольку он имеет небольшие габариты и может без проблем разместиться в корпусе фонаря. Но может оказаться, что приобрести его быстро не получится. "Добыть" такой аккумулятор можно в светодиодном газонном светильнике, который стоит несколько десятков рублей. Во многих малогабаритных светильниках (рис. 1) очень часто применён именно такой аккумулятор (рис. 2). Его особенность — наличие ленточных выводов, что удобно при монтаже на плату.

Сравним, сколько энергии могут запasti конденсатор и такой аккумулятор. Максимальная энергия, запасённая конденсатором, — $W_c = CU^2/2$. Для ионистора, применённого в фонаре [1] ($C = 4,7 \text{ Ф}$, $U = 2,5 \text{ В}$), — $W_c = 4,7 \times 2,5^2 / 2 \approx 14 \text{ Дж}$. А энергия, запасённая аккумулятором ёмкостью $40 \text{ mA} \cdot \text{ч}$, заряженного до напряжения $1,4 \text{ В}$, — $W_a = 0,04 \times 1,4 = 0,056 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 0,056 \times 3600 \approx 200 \text{ Дж}$. Конечно, реально запасённой энергии в таком аккумуляторе будет меньше, но всё равно в несколько раз больше, чем в ионисторе. Однако здесь возникает другая проблема — невозможность быстрой зарядки аккумулятора до его номинальной (реальной) ёмкости.

Поскольку напряжения одного Ni-Mh аккумулятора недостаточно для питания светодиода, в фонаре применён повышающий преобразователь напряжения, как и в [1]. Схема фонаря показана на рис. 3. В фонаре применён генератор с двумя обмотками, которые соединены последовательно. Общий вывод был использован для построения двухполупериодного выпрямителя на диодах VD2, VD3. Конденсатор C1 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения. Преобразователь собран на микросхеме DA1, накопительном дросселе L1, выпрямителе на диоде VD4 и сглаживающем конденсаторе C2. Резистором R3 можно установить яркость свечения светодиода. Для зарядки аккумулятора от внешнего источника питания служат гнездо XS1, токогра-



Рис. 1

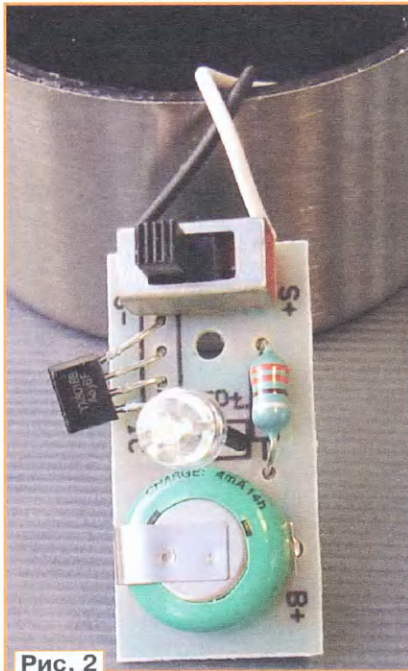


Рис. 2

ничающий резистор и диод VD1, который исключает подачу неправильной полярности напряжения.

Включение фонаря происходит за счёт подачи напряжения на вход CE микросхемы DA1. Дело в том, что микросхема NCP1400ASN33T1 включается при напряжении питания $0,8 \text{ В}$, обеспечивает стабильное выходное напряжение $3,3 \text{ В}$ и сохраняет работоспособность при снижении питающего напряжения до $0,2 \dots 0,3 \text{ В}$. Эта особенность и использована в устройстве. В положении переключателя SA1 "Свет" преобразователь начнёт работать, если напряжение аккумулятора $0,8 \text{ В}$ и более. От полностью заряженного аккумулятора фонарь стабильно светил в течение 22 мин . Затем светодиод начал вспыхивать. Обусловлено это тем, что под нагрузкой

напряжение аккумулятора снижается и преобразователь выключается. После этого напряжение аккумулятора частично восстанавливается и преобразователь включается. В результате и вспыхивает светодиод. Именно появление вспышек сигнализирует о том, что надо провести зарядку аккумулятора. Сначала частота вспышек невелика и заметна на глаз, потом она увеличивается, и свечение кажется постоянным, хотя яркость уменьшается. В таком режиме фонарь светил ещё около 2 мин , пока яркость не стала символической.

В положении SA1 "Зарядка" преобразователь служит индикатором зарядки аккумулятора. В разряженном состоянии напряжения на движке резистора R3 недостаточно для включения преобразователя, и светодиод погашен. По мере зарядки аккумулятора от генератора или от внешнего источника питания напряжение на движке резистора R2 увеличивается, и при напряжении аккумулятора $1,4 \dots 1,45 \text{ В}$ преобразователь включится, сигнализируя о том, что аккумулятор заряжен. Посколь-

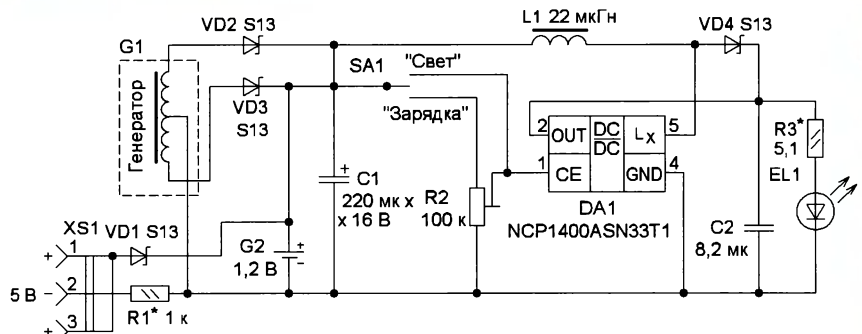


Рис. 3

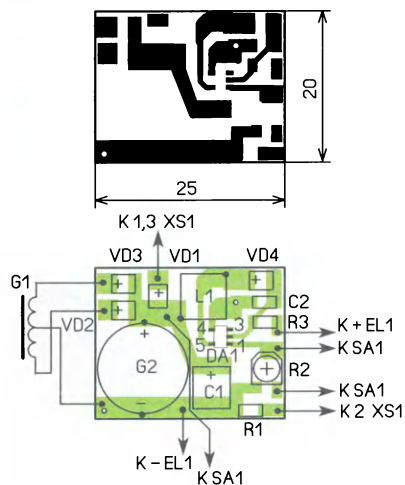


Рис. 4

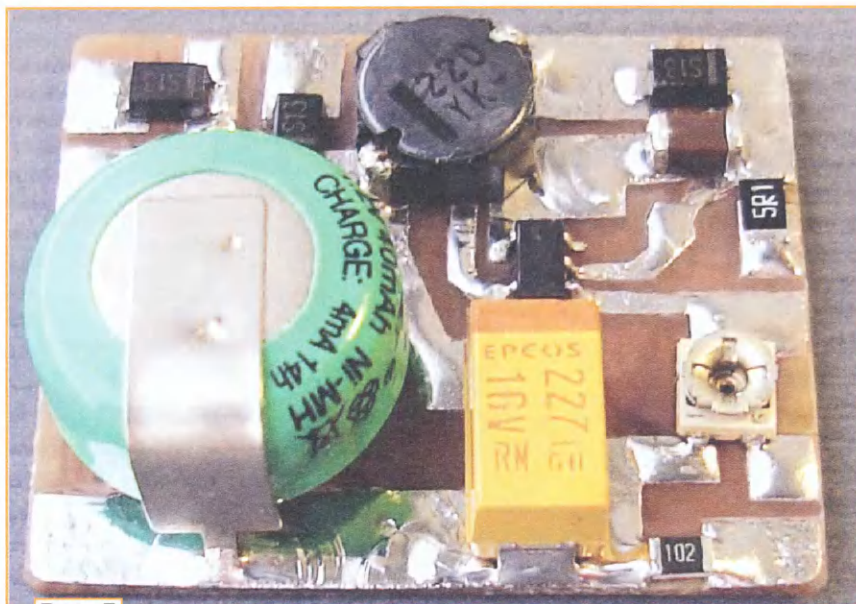


Рис. 5

ку при зарядке от генератора ток зарядки может быть большим, напряжение аккумулятора может превысить указанное значение и преобразователь включится. После остановки генератора преобразователь может выключиться. Поэтому зарядку аккумулятора впрямую от генератора фонаря следует проводить порциями в нейтральном положении переключателя SA1 в течение одной минуты, затем — перерыв несколько минут и т. д. Для контроля зарядки после остановки генератора переключатель переводят в положение "Зарядка". Если преобразователь не включится, зарядку можно продолжить. Зарядка будет происходить и в положении переключателя "Свет", но только меньшим током и только от генератора. При зарядке от внешнего источника питания ток небольшой, поэтому переключатель SA1 устанавливают в положение "Зарядка".

Большинство элементов размещены на двухсторонней печатной плате, чертёж которой показан на рис. 4. Вторая сторона оставлена металлизированной и использована в качестве общего провода. Через отверстия в плате печатные проводники первой стороны с помощью отрезков лужёного провода соединены с металлизацией второй стороны. Применены элементы для поверхностного монтажа. Постоянные резисторы — типоразмеров 1206, 0805, подстроечный резистор — серии PVA3A (RVG3A), оксидный конденсатор — танталовый типоразмера D, конденсатор C2 — керамический типоразмера 1206. Можно применить диоды SM5817, SM5818, SM5819. Применён одиночный светодиод белого свечения повышенной яркости 10RWVC 40Kd (аналогичный по параметрам — светодиод 10DW4XC) с



Рис. 6

ря, переключатель SA1 установлен на месте штатного выключателя. Светодиод закреплён с помощью термоклея в отражателе фонаря и соединён с платой отрезками изолированного провода. Был доработан фонарь отечественного производства, его внешний вид после доработки показан на рис. 6.

Наладивание сводится к подборке резистора R1 для установки рекомендуемого тока зарядки аккумулятора и установки порога включения преобразователя в режиме "Зарядка". Последнюю операцию проводят в следующей последовательности. Подключают к плате светодиод и лабораторный блок питания. Движок резистора R2 устанавливают в нижнее по схеме положение. Подают от лабораторного блока питания напряжение 1,4 В и плавно перемещают движок резистора R2 вверх по схеме до включения светодиода. Затем уменьшают напряжение до погасания светодиода и снова увеличивают, контролируя пороговое напряжение. При необходимости уточняют положение движка резистора R2.

В фонаре можно применить аккумулятор и большей ёмкости, об этом сказано ранее. В этом случае надо уменьшить сопротивление резистора R1 для обеспечения номинального тока зарядки, но, возможно, придётся применить резистор с большей мощностью рассеяния.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нечаев И. Ионистор в электромеханическом фонаре. — Радио, 2013, № 6, с. 50, 51.
2. NCP1400A. — URL: <https://doc.platan.ru/pdf/datasheets/ons/NCP1400A-D.PDF> (07.06.20).

От редакции. Чертёж печатной платы в формате Sprint LayOut размещён по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/03/fonar.zip> на нашем сервере.

узкой диаграммой направленности излучения. Дроссель — VLCF5028T, SLF10145T или серии SDR0906, но можно применить самодельный, намотав его изолированным проводом диаметром 0,4 мм (5 витков) на ферритовом кольцевом магнитопроводе размерами 4,5×6×10 мм от трансформатора электронного балласта компактной люминесцентной лампы. Переключатель — любой малогабаритный движковый на два направления и три положения. Для гнезда XS1 и кабеля использованы вилки и гнезда от разъёмов серий PLD и PLS. Зарядать аккумулятор удобно от зарядного устройства сотового телефона. Для этого сделан кабель-переходник. Но в качестве гнезда XS1 можно применить гнездо micro-USB, тогда подойдёт готовый кабель.

Внешний вид смонтированной платы показан на рис. 5. Она размещена в любом свободном месте корпуса фона-

Гексапод на Arduino Nano и 12 сервоприводах

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Гексапод, имеющий два сервопривода в каждой конечности, обладает существенной вариативностью в движениях, что делает подобные конструкции более привлекательными. О доступном для повторения начинающими варианте такой игрушки и пойдёт речь в статье.

На рис. 1 изображена схема робота-гексапода. Его исполнительную часть образуют сервоприводы А3—А14, управляет которыми плата А2 (Arduino Nano). Команды на исполнение принимает Bluetooth модуль А1. Питание осуществляется от двух литиевых аккумуляторов G1 и G2 типоразмера 18650. Стабилизатор на микросхеме DA1 и транзисторе VT1 снижает напряжение питания сервоприводов до 5 В. Модуль А2 питается непосредственно от аккумуляторов.

Основу конструкции образует шасси (рис. 2), элементы которого распечатаны на 3D-принтере. Круговое размещение конечностей даёт возможность роботу двигаться по шести равнозначным направлениям (выделены жёлтыми стрелками). Комплектация элементов деталей дана на рис. 3. Всего их шесть типов. Это — лапка-голень 1, основная платформа 2, крестовина 3, опорная подошва с шипом для сервопривода 4, ушко 5 и захват качалки привода 6. Элементы 3, 5 и 6 образуют бедро

конечности гексапода. Роль суставов исполняют сервоприводы. Вид конечности в сборке поясняет рис. 4. Элементы 5 и 6 привинчены к крестовине 3 с помощью восьми миниатюрных шурупов-саморезов М2 длиной около 9 мм. Ещё четыре шурупа-самореза фиксируют сервоприводы к лапке 1 и основанию 2. Всего используются в конструкции 72 шурупа-самореза.

После распечатки элементов они могут иметь отверстия, не совсем подходящие для крепления (вследствие огрехов при печати). В этом случае их нужно рассверлить дополнительно, используя пару свёрл диаметром чуть больше и меньше, чем 2 мм. Отверстие ушка 5 также, если требуется, растачивают круглым надфилем до обеспечения свободного вращения на шипе подошвы 4. Сами подошвы 4 можно приклеить к задней крышке сервопривода или прикрутить парой саморезов от её штатного крепления. Для этого их аккуратно вывинчивают из крышки, накладывают подошву и вновь заворачивают. Предварительно поверхность крышки обрабатывают наждачной бумагой, чтобы убрать рельефные символы с её поверхности. Платформа 2 имеет решётку с шагом 3 мм. Такое

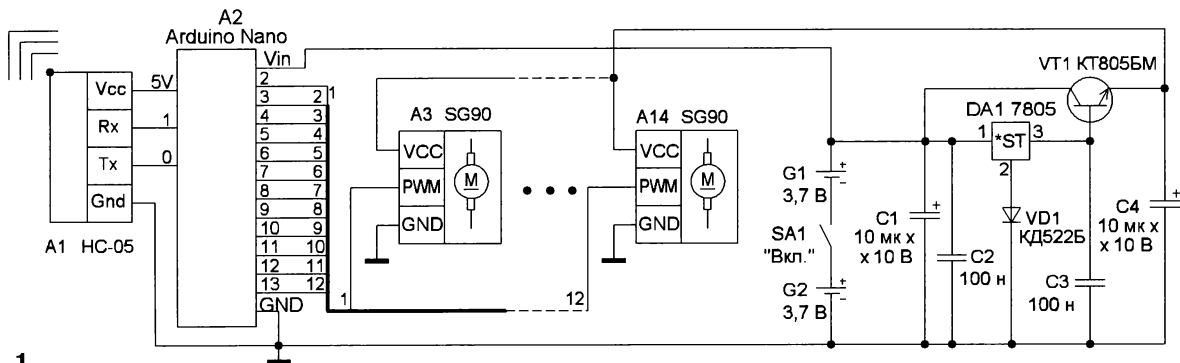


Рис. 1

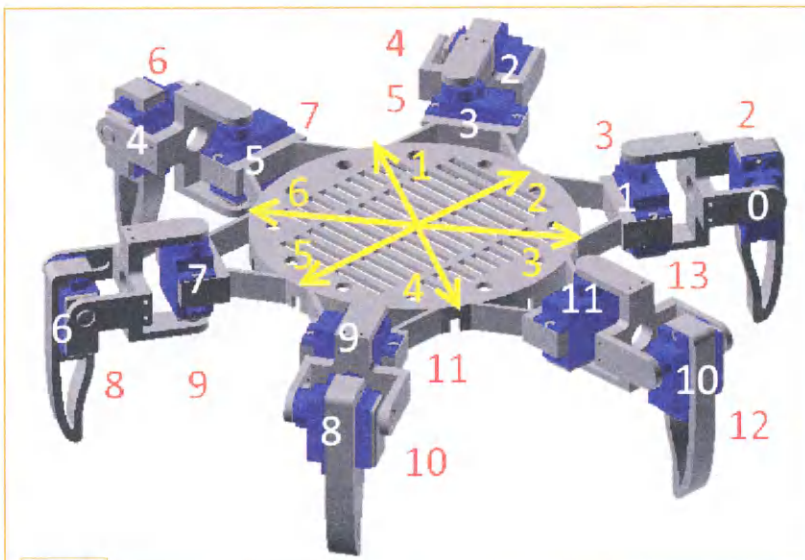


Рис. 2

решение позволяет применять для крепления элементов устройства винты, пластиковые стяжки, свободно пропускать провода и разъёмы сервоприводов.

Начальные углы всех приводов выставляют в 90 градусов, воспользовавшись схемой (см. рис. 1), исключив модуль А1 из неё. В модуль А2 загружают скетч `test_12_0`. После установки монтируют качалки и печатные элементы сообразно внешнему виду шасси (см. рис. 2). Оранжевые номера обозначают выводы подключения к плате А2, белые — номера индексов сервоприводов в скетчах. Например, крайний правый привод подключается к выводу 2 платы А2, а управляется он командой `servo[0].write(120)`; (выставляется угол вала 120 градусов).

Внешний вид конструкции робота показан на рис. 5. Прозрачный колпак 1 — это пластиковый контейнер от

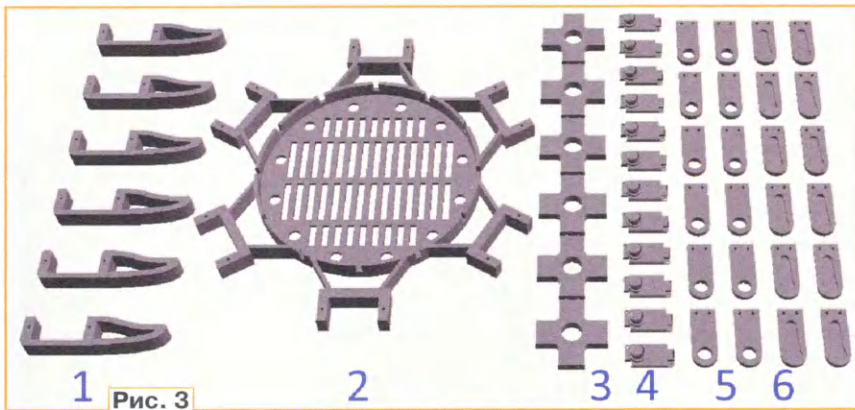


Рис. 3

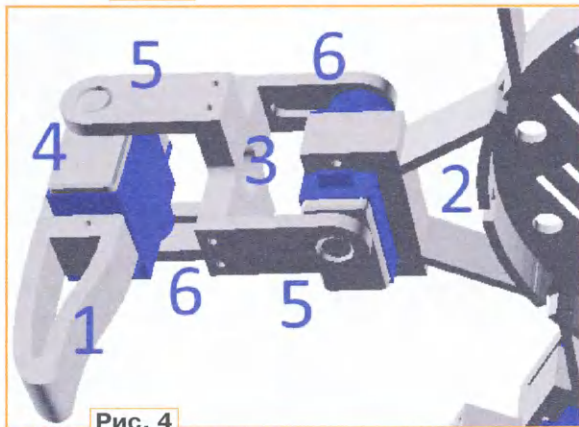


Рис. 4

пирожного. Он играет роль головы гексапода и крепится к основе в двух точках парой резинок для плетения 7, затянутых на винты 6. Предварительно в основании контейнера прожигаются жалом паяльника два диаметральных отверстия. Элементы лица 11 можно изготовить из отрезков цветной липкой



Рис. 6

ленты. Чтобы исключить путаницу при соединении приводов и платы, удобно наклеить на конечности бумажные шильдики 10 с нумерацией элементов. Для дополнительной прочности креплений качалки можно соединить с захватами винтами 9 с гайками M2. Саморезы 8 следует вкручивать медленно и с небольшим усилием, избегая образования трещин в слоях печатных элементов. Отсек 3 с аккумуляторами крепят снизу основания с помощью пластиковой стяжки. Там же располагают само-

дельный модуль стабилизатора питания 4 с небольшим теплоотводом для транзистора,

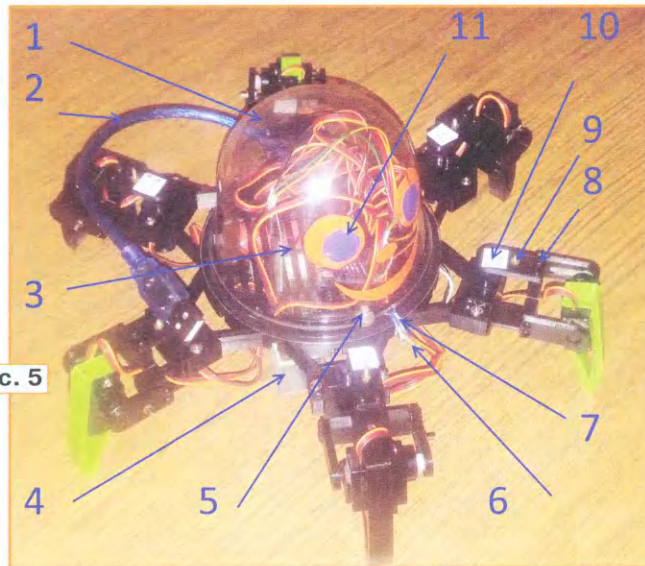


Рис. 5



Рис. 7

который фиксируют к основанию с помощью винта и гайки 5. Его элементы распаяны на макетной плате размерами 30x35 мм. Сверху платформы размещают модули A1 и A2. Блютуз-модуль A1 вставляется с небольшим усилием в щель платформы, а плата Arduino с

вставленным USB-кабелем 2 зафиксирована пластиковой стяжкой возле входного разъёма. Выключатель SA1 питания приклеен к боковой поверхности отсека питания.

После сборки работоспособность конструкции проверяют с помощью тест-скетчей **test_12_1** и **test_12_2**. Первый тест заставляет робота влиять корпусом, приседать и поворачиваться на месте. Второй тест проверяет прямолинейное хождение по трём направлениям. В этих испытаниях блютуз-модуль A1 отключают. Аналогично используют скетчи с индексом 3 (плавное хождение) и 4 (комбинация видов дви-

жения). Далее подключают модуль A1 и проверяют работоспособность вариантов программ 5 и 6. Команды управления отсылают из монитора порта Arduino IDE. Для беспроводной связи ПК и робота автор использовал Bluetooth 4.0 адаптер DEXP AT-BT401. Внешний вид

дан на **рис. 6**. Для передачи команд в IDE указывают порт (у автора это COM6, скорость передачи — 9600 бод и режим NL (новая строка) в настройках монитора). Далее отсылают поочередно одиночные символы: 1 — идти в первом направлении, 2 — идти во втором направлении, А — остановиться, 4 — разворачиваться на месте и т. д. На этом этапе экспериментов можно самостоятельно формировать виды движений, сценарии их использования и протокол команд управления, обрабатывая все этапы на опытах и получая варианты рабочих скетчей.

После получения желаемого результата можно приступить к созданию системы управления гексаподом. Автор разработал три варианта (**рис. 7 — рис. 9**): приложение-пульт для ПК, приложение-пульт для смартфона и действующий макет дистанционного пульта на МК. За основу был выбран сцена-

действий оператора. Настройка сводится к указанию в скетче приложения порта для связи с Arduino. В строке **myPort = new Serial(this, Serial.list()[1], 9600)**; надо указать индекс элемента массива подключённых портов. Этот пульт работает совместно со скетчами **test_12_5** и **test_12_6**.

Вариант приложения для смартфона работает полноценно вместе со скетчем **test_12_5**. Оно реализовано в среде MIT App Inventor 2. Структура его блоков идентична приложению, описание которого приведено в [1]. Внешний вид экрана показан на **рис. 8**. Номера кнопок совпадают с номерами направлений движения робота (см. **рис. 2**).

Аппаратный пульт (**рис. 9**) собран по схеме, показанной на **рис. 10**. Модуль A1 предварительно настроен на работу в режиме master с помощью AT-команд. Как это сделать, подробно изложено в [2]. Кроме этого, понадобится



Рис. 8

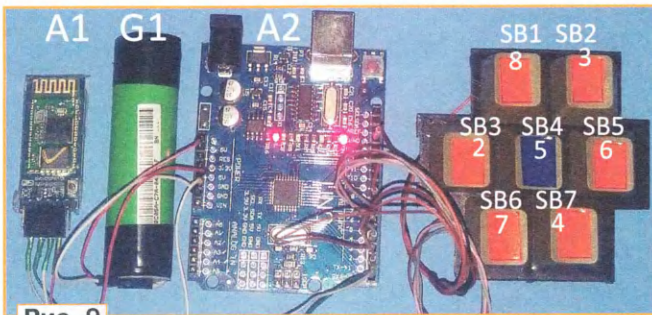


Рис. 9

рий семи видов движения — из них шесть направлений и разворот на месте. Элементом управления является кнопка. Нажатие на неё и удержание реализует тот или иной вид движения, а отпускание приводит к остановке робота.

Компьютерный вариант реализован в среде Processing. Приложение содержит четыре виртуальные кнопки, нажатием на которые можно управлять с помощью мыши. Подведя курсор в поле нарисованной кнопки и нажимая на левую клавишу мыши, мы имитируем нажатие. Кнопки задают три направления движения и разворот на месте. Всего реализуется шесть изображений экрана приложения в зависимости от

MAC-адрес сопрягаемого модуля гексапода. Его, как вариант, также можно узнать с помощью AT-команд. Соответствие подключения кнопок к модулю A2 поясняет **рис. 9**. Так, например, кнопка SB1 подключена к выводу 8. Скетч пульта — PULT_. В нём реализовано подключение программируемых встроенных подтягивающих резисторов сопротивлением 20 кОм к плюсовой линии питания. Подробнее об этом сказано в [3]. Кнопки извлечены из старой клавиатуры ПК.

Получив практический опыт при повторении этой конструкции, можно её улучшить, например, добавив возможность дистанционной загрузки скетчей в робот.

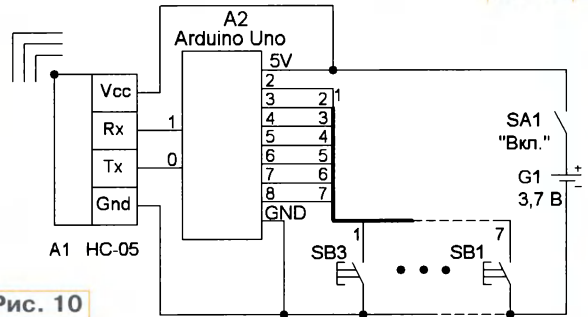


Рис. 10

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамичев Д. Мультипульт для управления группой гексаподов. — Радио, 2020, № 9, с. 59—61.
2. HC05 как настроить Bluetooth модуль в качестве slave или master и как объединить две Arduino по Bluetooth. — URL: <https://kolotushkin.com/article.php?id=30> (13.10.20).
3. Arduino. Цифровые выводы. — URL: <http://arduino.ru/Tutorial/DigitalPins> (13.10.20).

От редакции. Скетчи и файлы проекта, а также видеозапись работы устройства с одним из вариантов пульта управления находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/03/hexapod12.zip> на нашем FTP-сервере.

Викторина "Arduino:

программная часть-3"

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

Проект Arduino изначально был задуман как недорогой стенд для обучения студентов азам программирования микроконтроллеров семейст-

ва AVR. Лишь позднее выяснилось, что платы на основе Arduino хорошо вписываются в конструкцию всевозможных роботизированных устройств.

Диапазон применения — от летающих геликоптеров до 3D-манипуляторов.

На страницах журнала "Радио" тема Arduino занимает определённую

нишу и имеет своих поклонников. Большой популярностью пользуются разработки различных самодвижущихся механизмов и роботов. Каждый из них, кроме платы Arduino, имеет на "борту" один или несколько сервоприводов. Управление ими от микроконтроллера — это отдельное направление в современном радиолюбительстве.

Особенности аппаратного подключения и программной начинки в роботизированных устройствах предлагается рассмотреть на базе конструкций с сервоприводами SG90, которые часто применяются в любительских проектах. Причина — доступность,

невысокая цена и наличие программных библиотек для Arduino.

Вопросы в **таблице** проиллюстрированы схемами и частями программ к ним, которые взяты из статей Дмитрия Мамичева в журналах "Радио" за 2017—2020 гг. Названия скетчей приведены в верхних, а названия файлов, размещённых на сервере <ftp://ftp.radio.ru/pub/>, — в нижних строках программ. Каждый скетч содержит "выжимку" из исходных текстов, но так, чтобы не возникло ошибок при компиляции. В программах имеется достаточно сведений для получения ответа на вопрос. Дополнительную информацию мож-



но почерпнуть из оригинальных текстов скетчей, которые их автор, Д. Мамичев, предусмотрительно снабдил подробными комментариями.

На каждый вопрос викторины следует выбрать ответ 0 или 1, после чего записать их в ряд слева—направо в виде двоичного числа. Если после перевода в десятичный вид получится 46497, значит, все ответы правильные.

От редакции. Правильные ответы и пояснения к ним будут даны в следующем номере журнала.

<p>1</p> <p>Для чего применяется раздельное питание платы Arduino и сервопривода SG90? 0 - для повышения экономичности; 1 - для повышения устойчивости работы</p>	<p>2</p> <pre>1 // Скетч "Alfavit.ino" 2 int tabl[10][10]={ 540, 1410, 1355 }; 3 int x = 0; int y = 0; int i = 1; 4 void setup() { pinMode(7, OUTPUT); } 5 void loop() { 6 for (i=1, k=75; i+=1) { // Одна буква 7 digitalWrite(7, HIGH); 8 delayMicroseconds(tabl[x][y]); 9 digitalWrite(7, LOW); 10 delayMicroseconds(10000-tabl[x][y]); 11 delayMicroseconds(10000); 12 } 13 }</pre> <p>Сколько времени длится выполнение операторов между строками 8...10? 0 - 0,01 с; 1 - 0,02 с</p>	<p>3</p> <pre>1 // Скетч "TELEGKA_c.ino" 2 #include <Servo.h> 3 #define V3 7 4 byte a0 = 128; byte a = a0; 5 Servo servo1; // Сервопривод A2 6 void setup() { 7 servo1.attach(V3); 8 servo1.write(a0); 9 } 10 void loop() { 11 void ServoPorot () { 12 while (a > a0 - 100) { 13 a--; servo1.write(a); delay(7); 14 } // Радио, 7/2019, файл "telegka.zip"</pre> <p>Можно ли заменить сервопривод A2 SG90-HV? 0 - можно, ничего не изменится; 1 - нельзя, будет нарушена работа</p>	<p>4</p> <pre>1 // Скетч "pikselA.ino" 2 #include <Servo.h> 3 Servo servo1; 4 byte K = 0; byte N = 63; 5 byte A; 6 long long tablB[38]={ 0b00000000 }; 7 void setup() { 8 void loop() { 9 servo1.write(A); 10 if(!bitRead(tablB[K], N) == 1) { 11 // Функция рисования точки 12 } 13 }</pre> <p>Можно ли увеличить массив пикселей рисунка до 255 строк оператором long long tablB[255]? 0 - можно; 1 - нельзя</p>
<p>5</p> <p>Что надо сделать для поворота качалки сервопривода A2 на 0...270 градусов при вращении движка переменного резистора R1? 0 - заменить сервопривод A2; 1 - изменить программу Arduino</p>	<p>6</p> <pre>1 // Скетч "potenz-manip.ino" 2 #include <Servo.h> 3 Servo servo3; // Сервопривод A2 4 int a03 = 105; 5 int da3; 6 void setup() { 7 servo3.attach(7); // Вывод A1:7 8 servo3.write(a03); 9 } 10 void loop() { 11 da3 = analogRead(A2); // АЦП 12 da3 = map(da3, 0, 1023, 20, -20); 13 servo3.write(a03 + da3); 14 }</pre> <p>На какой угол повернётся качалка A2, если с резистора R1 через АЦП считано число 400? 0 - 109 градусов; 1 - 110 градусов</p>	<p>7</p> <pre>1 // Скетч "bukvichetserialA.ino" 2 #include <Servo.h> 3 Servo servo3; // Сервопривод A2 4 byte a03=110; byte a3=a03; byte n=15; 5 void setup() { 6 void loop() { 7 void f (byte k) { // Подъём / опускание 8 while (a3>85 && k==1) 9 { servo3.write(a3); a3=a3-1; delay(n); } 10 if (k==1) { a3 = 85; } 11 while (a3<a03 && k==0) 12 { servo3.write(a3); a3=a3+1; delay(n); } 13 if (k==0) { a3 = a03; } 14 }</pre> <p>За какое время качалка сервопривода A2 поднимется вверх или опустится вниз? 0 - примерно за 425 мс; 1 - примерно за 125 мс</p>	<p>8</p> <pre>1 // Скетч "TEST_B.ino" 2 #include <Servo.h> 3 Servo myservoSH; // Сервоприв. A2 4 int pos = 0; 5 void setup() { 6 myservoSH.attach(8); // Выв. A:18 7 myservoSH.write(80); 8 } 9 void loop() { 10 pos = map(analogRead(A2), 11 0, 1023, 20, 140); 12 myservoSH.write(pos); 13 } // Радио, 2/2020, 14 // файл "animal.zip"</pre> <p>Какие проблемы могут возникнуть при замене строки 11 строкой 0, 1023, 0, 180; ? 0 - снижение быстродействия; 1 - заклинчивание серводвигателя</p>
<p>9</p> <p>Сколько сервоприводов марки SG90 можно подключить к Arduino UNO, соединяя их выводы PWM только с одной линией порта? 0 - не более 12; 1 - не более 20</p>	<p>10</p> <pre>1 // Скетч "BLUECHIKEN.ino" 2 #include <Servo.h> 3 Servo myservoRT; // Движение "рта" 4 Servo myservoGL; // Движение "глаз" 5 int pos = 60; 6 void setup() { 7 myservoRT.attach(7); // Активация 8 myservoGL.attach(6); // Активация 9 myservoGL.write(90); // Запись 10 myservoRT.write(pos); 11 } 12 void loop() { // Радио, 4/2020, 13 // файл "bluechiken.zip"</pre> <p>Какой из сервоприводов в функции setup() будет установлен на больший угол? 0 - сервопривод A2; 1 - сервопривод A3</p>	<p>11</p> <pre>1 // Скетч "robozavr.ino" 2 #include <Servo.h> 3 Servo myservo1; // Сервопривод A2 4 Servo myservo2; // Сервопривод A3 5 boolean fl = true; long Y3 = 0; 6 void setup() { 7 void loop() { 8 if (millis() - Y3 > 120000) { // Останов 9 fl = false; 10 myservo1.detach(); 11 myservo2.detach(); 12 } // Радио, 6/2020, файл "robozavr.zip"</pre> <p>Через какое время остановятся сервоприводы, если изменить строку 5 long Y3 = 120000; ? 0 - через 1,8 минуты; 1 - через 2,2 минуты</p>	<p>12</p> <pre>1 // Скетч "scetch_apr07a.ino" 2 #include <Servo.h> 3 Servo myservoB6; // Сервоприв. A2 4 Servo myservoK7; // Сервоприв. A3 5 int n = 500; int a06 = 97; int a07 = 90; 6 void setup() { 7 myservoB6.attach(6); 8 myservoK7.attach(7); 9 myservoB6.write(a06); delay(n); 10 myservoK7.write(a07); delay(n); 11 } 12 void loop() 13 } // Радио, 8/2018, файл "robot3.zip"</pre> <p>Что произойдёт, если закомментировать пустую функцию loop() в строках 12—14? 0 - появится сообщение об ошибке в скетче; 1 - однократно выполнится функция setup()</p>
<p>13</p> <p>Что будет, если перепутать полярность цепей питания VCC и GND у сервоприводов A2, A3? 0 - выйдут из строя (с большой долей вероятности); 1 - будут нормально работать (после правильной подачи питания)</p>	<p>14</p> <pre>1 // Скетч "GUSENIZE.ino" 2 #include <Servo.h> 3 #define V1 10 // Правый мотор 4 #define V2 11 // Левый мотор 5 byte PR = 65; byte LE = 79; 6 Servo servoPR; // Двигатель A3 7 Servo servoLE; // Двигатель A2 8 void setup () { 9 servoPR.attach(V1); 10 servoPR.write(PR); 11 servoLE.attach(V2); 12 servoLE.write(LE); 13 } // Радио, 10/2019, 14 // файл "tank.zip"</pre> <p>Где находятся операторы, которыми можно отрегулировать состояние локоя двигателяй? 0 - в верхней половине скетча, строки 1—7; 1 - в нижней половине скетча, строки 8—14</p>	<p>15</p> <pre>1 // Скетч "GUSENIZE.ino" 2 #include <Servo.h> 3 byte dPR = 20; byte PR = 65; 4 byte dLE = 25; byte LE = 79; 5 Servo servoPR; // Двигатель A3 6 Servo servoLE; // Двигатель A2 7 void setup() { 8 void loop() { 9 void MakeCmd() { int cmd; 10 if (cmd == "3") { // Команда "3" 11 servoPR.write(PR - dPR); 12 servoLE.write(LE + dLE); 13 } 14 }</pre> <p>Для чего двигатель вращается в разные стороны при выполнении строк 11, 12? 0 - для поворота устройства; 1 - для торможения и остановки</p>	<p>16</p> <pre>1 // Скетч "TELEGKA_bb.ino" 2 #include <Servo.h> 3 #define V3 7 4 #define V4 8 5 byte a0 = 120; byte b0 = 78; 6 Servo servo1; // Это двигатель? 7 Servo servo4; // Это сервопривод? 8 void setup() { 9 servo1.attach(V3); 10 servo1.write(a0); 11 servo4.attach(V4); 12 servo4.write(b0); 13 } // Радио, 7/2019, 14 // файл "telegka.zip"</pre> <p>Можно ли по отрывку скетча без схемы определить, где сервопривод, а где двигатель? 0 - можно; 1 - нельзя</p>

2021 год — Год науки и технологий в России

Вопросы истории Журнал 6 раз в полугодие 928 Р	Глобус. Детская позн... Газета 1 раз в м... 130,94 Р
Наука - Информационные те...  Радио Журнал 6 раз в полугодие 386,43 Р	Право - Сп...  Справочник Журнал 6 раз в... 2409,01 Р



2021 Год науки и технологий в России

Специальная подборка научных и научно-популярных изданий

Подпишитесь уже сейчас!



podpiska.pochta.ru

Журнал "Радио" включён в подборку 100 изданий, посвящённую проведению в России в 2021 году Года науки и технологий.



ОФОРМЛЯЙТЕ ПОДПИСКУ НЕ ВЫХОДЯ ИЗ ДОМА



на сайте
podpiska.pochta.ru



в мобильном приложении
Почты России



через почтальона

Доставка
На адрес получателя (ни дома до следующего выхода)

Адрес

ФИО получателя

Месяцы подписки

2020 Янв Фев Мар Апр Май Июнь Июль Авг Сент Окт Ноя Дек

1 полугодие 2 полугодие за полгода 2020

1 мес. 2020 1 мес. 2020 2-е полугодие

*** ** Р *** ** Р *** ** Р



ОТ
386,43 руб.
месяц

индекс
П4014
3020

Мы заботимся о Вашей безопасности! Ваше здоровье – главный приоритет

Dr.Web Security Space

защитит ваш цифровой МИР

Поддерживаемые
ОС



ANDROID



Защита от хищений средств

От банковских троянцев, клавиатурных шпионов, хакерских атак во время сессии онлайн-банкинга



Защита от мошенников

От фишинговых и мошеннических сайтов, сайтов с вредоносным ПО



Защита от уязвимостей программ

От эксплойтов, используемых киберпреступниками для проникновений через ошибки в популярных приложениях



Защита данных и информации

От удаления, порчи, шифрования и похищения



Защита от захвата устройства и слежки

Блокировка камеры, микрофона, съемных устройств



Защита детей

Родительский контроль

Техподдержка
компании
«Доктор Веб»:

<https://support.drweb.ru>

Сайты компании
«Доктор Веб»
в социальных сетях:

[https://www.drweb.ru/
user/social](https://www.drweb.ru/user/social)



Сайты компании
«Доктор Веб»:

<https://антивирус.рф>

<https://drweb.ru>



© ООО «Доктор Веб», 2021
125040, Россия, Москва, 3-я улица Ямского поля, вл. 2, корп. 12а
Тел.: +7 495 789-45-87 (многоканальный)
факс: +7 495 789-45-97

- ✓ Dr.Web — в едином реестре отечественного ПО
- ✓ Круглосуточная техническая поддержка
- ✓ Бонус для покупателей — защита для Android