

6.2024

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЛБП



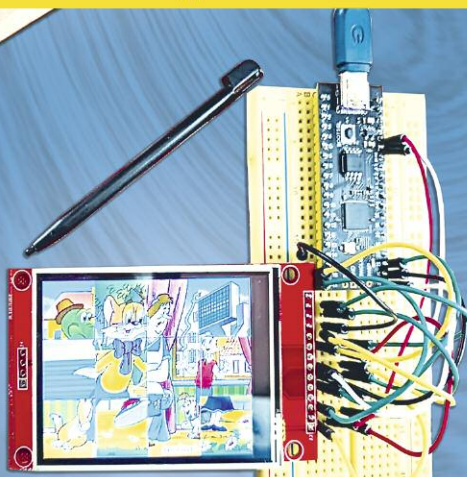
ИНДИКАТОР ВЧ-СВЧ



ПРОСТЫЕ ИНДИКАТОРЫ

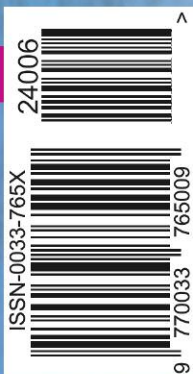


КУБИКИ-ПАЗЛЫ НА МК



- Тик-так для электронных часов
- Устройство управления байпасом
- Вторая жизнь паяльника
- Ремонт электроточилки

...и ещё 4 конструкции



6
2024

Радио — важнейшее средство управления страной

К 120-летию со дня рождения маршала войск связи И. Т. Пересыпкина



Маршал войск связи
И. Т. Пересыпкин (1945 г.).

Ю. МАРИМОНТ, канд. техн. наук, г. Москва

(см. статью на с. 4)

Навсегда останутся в моей памяти трудные годы Великой Отечественной войны. В августе и сентябре 1943 г. войска Юго-Западного и Южного фронтов под командованием прославленных советских полководцев Р.Я.Малиновского и Ф.И.Толбухина вели ожесточенные бои за освобождение Донбасса от гитлеровских захватчиков. В то время по долгу службы я попеременно находился в штабах этих фронтов.

В конце августа соединения Южного фронта, прорвав сильно укрепленную полосу обороны противника на р. Миус, разгромили крупную группировку фашистских войск в районе г.Тетяного. Преодолевая сопротивление вражеских сил они непрерывно продвигались вперед и освобождали от гитлеровцев один город за другим. В результате успешного наступления советских войск 8 сентября 1943 г. был освобожден г.Сталино (Донецк). Накануне, будучи в этом районе мне пришлось с горечью наблюдать сплошную стену огня и дыма, стоявшую над Макеевкой и Сталино. В те дни я был в Артемовске, Константиновке, Енакиеве, Горловке, а несколько позднее в Мариуполе (Джанове). Везде, где побывали гитлеровцы остались разрушенные заводы и шахты, искореженное промышленное оборудование, взорванные мосты и

Фрагмент рукописи И. Т. Пересыпкина
"В родном Донбассе" (1965 г.).



Главный редактор журнала "Радио" А. В. Гороховский поздравляет И. Т. Пересыпкина с 70-летием (1974 г.).



СВЯЗЬ

23—26 апреля 2024 г. ЦВК "ЭКСПОЦЕНТР"

36-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА "ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"



АО "СКАРД-Электроникс" осуществляет свою деятельность с 2000 г. Благодаря собственной материально-технической базе, новаторским идеям и потенциалу сотрудников предприятия удалось достигнуть уровня импортозамещающей продукции, отвечающей высоким требованиям к качеству, внешнему виду и функциональным возможностям производимых изделий в диапазоне частот от 10 Гц (!) до 110 ГГц.



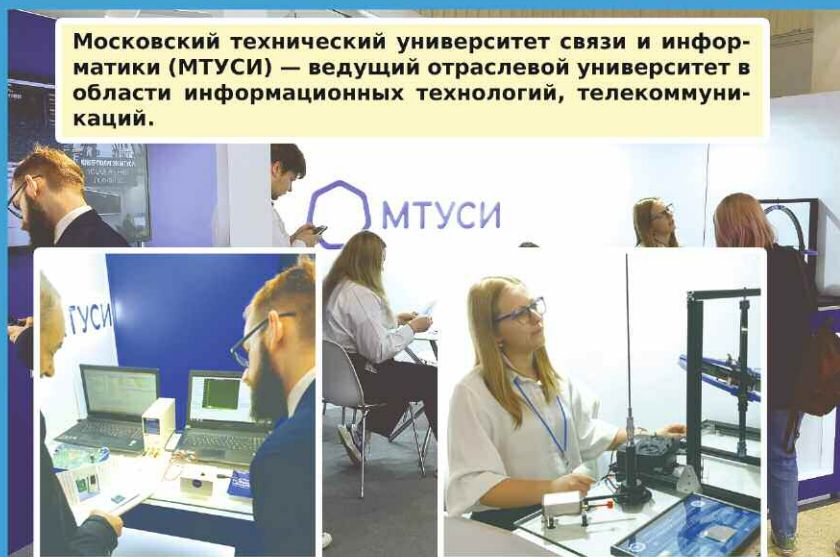
На стенде научно-технического издательства "Горячая линия — Телеком".



ARM Development Studio "Microb" — это среда разработки для программирования процессоров, микропроцессоров и микроконтроллеров ARM-архитектуры на языке высокого уровня Oberon07.



RONET — система связи с подключением абонентов через сети 3G/LTE или Wi-Fi. Информацию о системе RONET ищите на сайте www.ronet.one



Московский технический университет связи и информатики (МТУСИ) — ведущий отраслевой университет в области информационных технологий, телекоммуникаций.

НАУКА И ТЕХНИКА 6

Ю. МАРИМОНТ. Радио — важнейшее средство управления страной 4

РАДИОПРИЁМ 12

А. ГОЛЫШКО. IoT: союз авто и прочих вещей 6
Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ. Мировые производители микросхем. К 55-летию компании Samsung Electronics. Становление, 1960—1990 годы. 9

ЗВУКОТЕХНИКА 22

В. ШЕПТУХИН. Новости вещания 12
Х. ЛОХНИ. Универсальный УКВ-блок для радиоприёмников "Океан"/Selenia. Монтаж и наладивание. 13
С. МИШЕНКОВ. Беседы о звуке 22

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ 27

В. КИБА. Универсальный лабораторный блок питания 27

ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 39

С. ГУРЕЕВ. Устройство управления электроприводами байпаса 39
И. НЕЧАЕВ. Компактный индикатор радиоизлучений ВЧ-СВЧ 41
В. РУБАШКА. Гармоничное "тик-так" для электронных часов 44

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ 46

М. ОЗОЛИН. Вторая жизнь паяльника паяльной станции Lukey 902 46

РЕМОНТ 48

А. ШУМИЛОВ. Ремонт электроточилки для ногтей 48

"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ 51

К. ЖЕЛТОВ. Учись играя. Программа для моделирования цифровых устройств Logisim. Часть 2 51
Памятные страницы в истории школьных радиолюбителей 53
И. ПОДУШКИН. Простые индикаторы остаточной ёмкости гальванических элементов с номинальным напряжением 1,5 В 57
Д. МАМИЧЕВ. Электронные кубики-пазлы на модуле RP2040 60
Р. СЕРГЕЕНКО. Ответы на викторину "Микрокомпьютеры Banana Pi" 62

ДОСКА РЕКЛАМНЫХ ОБЪЯВЛЕНИЙ (с. 4, 9, 39, 50, 3-я и 4-я с. обложки).

На нашей обложке.

- Универсальный лабораторный блок питания (см. статью на с. 27).
- Компактный индикатор радиоизлучений ВЧ-СВЧ (см. статью на с. 41).
- Простые индикаторы остаточной ёмкости гальванических элементов с номинальным напряжением 1,5 В (см. статью на с. 57).
- Электронные кубики-пазлы на модуле RP2040 (см. статью на с. 60).

**ЧИТАЙТЕ
В СЛЕДУЮЩЕМ
НОМЕРЕ:**

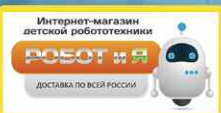
**ИНДИКАТОР ПУЛЬСАЦИЙ ОСВЕЩЁННОСТИ
ИНДИКАТОР УРОВНЯ АУДИОСИГНАЛА
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ
ЗУ С АСИММЕТРИЧНЫМ ТОКОМ**



ООО "Бобровский изоляционный завод" (основан в 1932 г.) производит электроизоляционные материалы и изделия из них: текстолиты, стекло-текстолиты СТЭФ, СТЭФ-1, гетинаксы и фольгированные диэлектрики СФ и FR-4, лакоткани, полимерные изоляторы.



АО "НПП "ФАЗА", основанное в 1958 г., является разработчиком и производителем качественных современных изделий с более чем полувековым опытом работы в области электронной техники.



АО "Ресурс" — ведущий разработчик и производитель постоянных резисторов, наборов резисторов, а также СВЧ-резисторов, поглотителей. За более чем 58 лет работы в сфере разработки и производства резисторов предприятие заслуженно завоевало репутацию надёжного поставщика качественных электронных компонентов.

Компания "РОБОТ и Я" поставляет образовательную робототехнику в школы, сады и частные детские клубы по всей России, Белоруссии и Казахстану. Сайт компании: www.robots-toys.ru.



Группа предприятий "ТС" специализируется на разработке и производстве вычислительных систем, готовых к экстремальным условиям эксплуатации. Честно и надёжно выполняет обязательства перед заказчиками и партнёрами уже 30 лет. Изделия совместимы с широким спектром аппаратных и программных модулей. Техническая поддержка на протяжении всего срока службы изделий.

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

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:

АНО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.

Регистрационный ПИ № ФС77-82030

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

Выпускающий редактор: С. Н. ГЛИБИН

Обложка: В. М. МУСЯКА

Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА

Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 129090, Москва, Протопоповский пер., 25, к. Б

Тел.: (495) 607-31-18.

E-mail: ref@radio.ru

Приём статей — e-mail: mail@radio.ru

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

Распространение — (495) 607-31-18; e-mail: sale@radio.ru

Подписка и продажа — (495) 607-87-39

Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:

получатель — АНО "Редакция журнала "Радио", ИНН 7708187140,
р/сч. 40703810538090108833

Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва

корр. счёт 3010181040000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 24.05.2024 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 последст-
вия использования опубликованных материалов, но принимает меры по ис-
ключению ошибок и опечаток.

В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в из-
вестность автора. При этом редакция получает исключительное право на
распространение принятого произведения, включая его публикации в жур-
нале «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 мес-
те без предварительного письменного согласия редакции.

В перепику редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не воз-
вращаются.

© Радио[®]. 1924—2024. 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. 01978-24 .

NNUI 4ab2b79174c5e1911e70849ef37f7cef



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

www.drweb.com

Бесплатный номер
службы поддержки
в России:

8-800-333-79-32

Радио — важнейшее средство управления страной

*К 120-летию со дня рождения госу-
дарственного и военного деятеля,
наркома связи, заместителя наркома
обороны СССР, маршала войск связи
Ивана Терентьевича Пересыпкина.*

Ю. МАРИМОНТ, канд. техн. наук, г. Москва

Радиосвязь в далёкие годы государственного строи-
тельства СССР и в наши дни стала важнейшим сред-
ством управления страной, организации промышленности,
предоставления широкого спектра услуг населению.
Техника связи вокруг нас: на земле, под водой, в воздухе и
далёком космосе. Выдающийся государственный деятель
и военачальник Иван Терентьевич Пересыпкин посвятил
свою жизнь развитию и совершенствованию связи в нашей
стране.



**Народный комиссар связи,
1941 г.**

Иван Пересыпкин родился 18 июня 1904 г. в пос. Ртутный
рудник при станции Никитовка в Донбассе (ныне г. Гор-
ловка, ДНР). Отец, Терентий Никифорович, и мать, Анаста-
сия Ивановна, работали на шахтах. Молодой Иван
Пересыпкин учился в рудничной народной школе, с 13 лет
работал на шахте коногоном и отгребщиком. С 1919 г. уча-
ствовал в Гражданской войне в составе пулемётной коман-
ды 1-го особого полка, 37-го украинского полка, комен-
дантской команды штаба 42-й стрелковой дивизии под
командованием героя Гражданской войны Г. Д. Гая. После
демобилизации служил в железнодорожной милиции на
станции Горловка, работал чернорабочим и подручным сле-
саря в механических мастерских Ртутного рудника, водосмот-
рителем, шлаковозом и завальщиком на ртутном заводе.

С 1923-го по 1933 годы И. Т. Пересыпкин прошёл путь от
рядового красноармейца до командира и военного комис-
сара отдельного эскадрона связи. В 1933 г. он поступил на
командный факультет Военной электротехнической акаде-
мии. По окончании её в мае 1937 г. молодого офицера
И. Т. Пересыпкина назначили военным комиссаром Научно-

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА — КОМПАНИЯ «РИНЕТ»

▶ RINET ▶▶
БЛИЖЕ К ЛЮДЯМ

Телефон:

+7(495)981-4571

E-mail:

info@rinet.ru

Сайт:

www.rinet.ru

исследовательского института РККА (ныне 16-й Центральный НИИИ Министерства обороны России). В 1938 г. его назначили военным комиссаром Управления связи Красной армии (УСКА) и присвоили воинское звание старшего бригадного комиссара (полковника). Эта работа расширила кругозор молодого офицера и понимание государственных масштабов проблем, стоявших перед отраслью связи.

Болеющий за дело военком написал доклады в правительство о нехватке средств связи, медленном строительстве узлов и линий связи, недостаточной укомплектованности личного состава войск связи, о ряде нерешённых проблем в УСКА, что требовало оперативного разрешения. Он внёс конкретные предложения по устранению недостатков. В мае 1939 г. 34-летнего И. Т. Пересыпкина пригласили в Кремль на приём к И. В. Сталину и объявили о его назначении наркомом связи СССР.

В предвоенные годы молодой нарком сформировал сильную команду квалифицированных специалистов и реорганизовал работу комиссариата. Его заместителями стали К. Я. Сергейчук, Р. А. Попов, Г. И. Гнедин, А. Д. Фортунченко, М. А. Павлюченко, С. И. Алюшин.

Спустя месяц после начала Великой Отечественной войны постановлением Правительства И. Т. Пересыпкин был назначен заместителем наркома обороны СССР, начальником Управления связи Красной Армии. Объединение гражданской и военной связи под руководством Ивана Терентьевича внесло весомый вклад в победу над врагом и в совершенствование и развитие этой отрасли в нашей стране. Особое внимание И. Т. Пересыпкин уделял развитию и использованию радиосвязи в управлении войсками.

Иван Терентьевич пишет в своей книге "Связь СССР в Великой Отечественной войне": "В битве под Сталин-

градом связисты не делились на военных и гражданских, все они совместно работали, обеспечивая связь, ... самоотверженно выполняли свой долг перед Родиной". Вот что рассказывал об использовании радиосвязи маршал Советского Союза Андрей Иванович Ерёменко: "Во время Сталинградской битвы радио стало важнейшим нервом армейского организма, без которого он не мог нормально функционировать. Штабы всех степеней могли успешно осуществлять своё руководство лишь с помощью радиосвязи. Характерно, что именно те командиры, которые постоянно пользовались радиосвязью, обеспечивали непрерывное и надёжное управление войсками".



Солдат-связист принимает радиogramму.

В семейном архиве сохранилась рукопись Ивана Терентьевича, в которой записаны воспоминания о родном

Донбассе. Он пишет: "Навсегда останутся в моей памяти трудные годы Великой Отечественной войны. В августе и сентябре 1943 г. войска Юго-Западного и Южного фронтов под командованием советских полководцев Р. Я. Малиновского и Ф. И. Толбухина вели ожесточённые бои за освобождение Донбасса от гитлеровских захватчиков. В то время по долгу службы я попеременно находился в штабах этих фронтов.

В конце августа соединения Южного фронта, прорвав сильно укреплённую полосу обороны противника на реке Миус, разгромили крупную группировку фашистских войск в районе г. Таганрога. Преодолевая сопротивление вражеских сил, они непрерывно продвигались вперёд и освобождали от гитлеровцев один город за другим. В результате успешного наступления советских войск 8 сентября 1943 г. был освобождён г. Сталино (ныне Донецк). Накануне, будучи в этом районе, мне пришлось с горечью наблюдать сплошную стену огня и дыма, стоявшую над Макеевкой и Сталино. В те дни я был в Артёмовске, Константиновке, Енакиеве, Сталино, в родной Горловке... Везде, где побывали гитлеровцы, остались разрушенные заводы и шахты, исковерканное промышленное оборудование, взорванные мосты, железнодорожные пути, сильно повреждённые сооружения связи, развалины жилых зданий".

В 1944 г. за заслуги перед Родиной И. Т. Пересыпкину присвоено звание Маршала войск связи.

В послевоенные годы И. Т. Пересыпкин — начальник войск связи Сухопутных войск, а по 1957 г. — начальник войск связи Советской армии. В этот период он много труда вложил в совершенствование и развитие новых технических средств связи и методов управления, подготовку высококвалифицированных кадров военных связистов.



И. Т. Пересыпкин открывает соревнования по радиоспорту в Измайловском парке, 1974 г.

В 1960—1970 гг. И. Т. Пересыпкин возглавлял Федерацию радиоспорта СССР, Всесоюзную коллегию судей по радиоспорту, Историческую комиссию при Президиуме научно-технического общества радиотехники, электроники и связи имени А. С. Попова. На праздновании 100-летия г. Горловки городской Совет депутатов трудящихся в мае 1968 г. вручил маршалу войск связи И. Т. Пересыпкину ленту "Почётный гражданин Горловки". Одна из улиц города названа его именем. В 2023 г. в парке "Патриот" создан городок военных связистов, в котором 20 октября в 104-ю годовщину войск связи установлен памятник маршалу И. Т. Пересыпкину. Здесь силами Управления связи Министерства обороны России и при участии членов семьи был открыт мемориальный кабинет И. Т. Пересыпкина.



И. Т. Пересыпкин вручает приз победителю соревнований, 1974 г.

В семейном архиве сохранились фотографии, на которых Иван Терентьевич открывает соревнования по радиоспорту в Измайловском парке и вручает приз победителю соревнований (1974 г.). Иван Терентьевич Пересыпкин был членом редколлегии журнала "Радио". На фотографии 1974 г. (на 2-й с. обложки) главный редактор журнала Анатолий Владимирович Гороховский поздравляет его с 70-летием.

И. Т. Пересыпкин — автор 13 книг по истории и развитию военной и гражданской связи и десятков статей в газетах и журналах, посвящённых героическим подвигам связистов в годы Великой Отечественной войны, важнейшим задачам подготовки кадров связи, развитию связи в нашей стране. Жизненный путь Ивана Терентьевича наиболее полно описан в монографии канд. ист. наук В. С. Хохлова "От шахтёра до наркома и маршала".

IoV: союз авто и прочих вещей

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

"Первый шаг — установить, что нечто возможно; затем появится вероятность".

Илон Маск

Современные (скорее, усовершенствованные) автомобили в очередной раз завоёвывают рынок, поэтому в который уже раз уделим им несколько страниц в журнале. Перемещаются теперь эти авто не просто по дорогам, а в рамках интеллектуальной транспортной системы (ИТС), являясь, по сути, её частью. Они оснащены не только системой глобального позиционирования (ГЛОНАСС/GPS) и навигационными системами, но и системами с более продвинутой функциональностью, вроде осведомлённости об окружающей среде для предотвращения столкновений транспортных средств, мультимедийных систем и интегрированных систем беспроводного доступа. Мировой автопром переживает глубокую трансформацию, традиционные автопроизводители интегрируются с технологией 5G, чтобы обеспечить безопасную и быструю передачу данных для будущей мобильности. И всё это во имя улучшения характеристик автомобиля и удобства его использования.

Также сегодня, как и десять лет назад, большой интерес вызывает повышение эффективности автомобильных коммуникаций. Тем более, что возможностей появилось больше, и ИТС нацелена на повышение безопасности, надёжности, эффективности и качества транспортной инфраструктуры и транспортных средств за счёт использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Кроме того, ИТС фокусируется на обеспечении устойчивого и доступного транспорта, разрабатывая передовые приложения и услуги для оптимизации энергопотребления и времени транспортировки. Например, в середине марта 2023 г. стартап WaveLogix сообщил о коммерциализации новой технологии, которая позволит сэкономить огромные средства при строительстве и ремонте автомагистралей с бетонным покрытием, которое содержит встроенные датчики, своевременно сигнализирующие о необходимости ремонта дороги.

ИТС — это приложение, которое предоставляет услуги, связанные с транспортировкой и управлением дорожным движением, чтобы сделать жизнь лучше и обеспечить безопасность водителей и пассажиров. Основной причиной развития ИТС стали различные дорожно-транспортные происшествия, загрязнение окружающей среды и пробки на дорогах, в основном в мегаполисах. Дорожно-транспортные происшествия являются серьёзной проблемой для водителя и пассажиров. ИТС является основой для развития технологий нового поколения. Она включает в себя различные области, такие как управление транспортом и контроль дорожного движения. Более широкими областями ИТС являются управление информацией, системы аварийных ситуаций, электронное взимание дорожных сборов, управление дорожным движением и т. д. Недавно в Индии были успешно внедрены автоматические слагбаумы, оснащённые датчиками, которые определяют транспортное средство, сканируют QR-код, связанный с транспортным средством, и автоматически взимают стоимость дорожного сбора.

Но вернёмся к коммуникациям, различные сценарии развития которых поддерживает ИТС. Это все виды связи в транспортных средствах, между транспортными средствами, а также между транспортными средствами и придорожной инфраструктурой. Закономерно вслед за Интернетом вещей (IoT) появился Интернет транспортных средств (IoV — Internet of Vehicles), которые оборудованы датчиками, программным обеспечением и технологиями подключения и обмена данными через Интернет в соответствии с соответствующими стандартами. Собственно, IoV — это разновидность IoT, оперирующая транспортной экосистемой, что должно способствовать интеллектуальному управлению дорожным движением, динамическим информационным сервисам и приложениям для управления транспортными средствами.

Исторически IoV развивался из автомобильных сетей Ad hoc (радиосети со случайными стационарными абонентами, реализующие полностью децентрализованное управление при отсутствии базовых станций или опорных узлов) и, как ожидается, в конечном итоге (т. е. отнюдь не сегодня) превратится в Интернет автомобильных транспортных средств (IoV — Internet of Autonomous Vehicles). То есть ожидается, что IoV станет одним из средств обеспечения автономной, подключенной, электрической и совместно используемой мобильности будущего. Иными словами, IoV — это следующий шаг в эволюции автомобильных одноранговых сетей VANET (Vehicular Ad hoc Network) или разнородность мобильных транспортных средств, использующих для связи одноранговые соединения по требованию.

Одноранговыми называются компьютерные сети, в которых каждый ПК равноправен и может выполнять функции сервера и клиента одновременно. В отличие от централизованных сетей, в одноранговых сетях отсутствует проблема единой точки отказа — отказ одного из узлов не приводит к остановке всей системы.

VANET позволяет каждому транспортному средству присоединяться к другим транспортным средствам с помощью беспроводной связи. Тем не менее, он имеет ограничения, связанные с покрытием небольшой сети, что ограничивает гибкость и число подключенных транспортных средств. Кроме того, некоторые моменты, такие как поведение водителя, сложные дороги и пробки, являются препятствиями для коммуникации VANET. Таким образом, функционала VANET было недостаточно для предоставления услуг или приложений своим клиентам, и эти причины инициировали создание IoV, где используются в основном две технологии: интеллект автомобиля (которого не хватало ранее) и сетевое взаимодействие транспортных средств. За последнее время ИТ-компании опубликовали множество приложений или сервисов, для чего VANET попросту не хватало мощностей для обработки полной информации.

Автомобильный интеллект сочетает в себе различные приложения, которые поддерживают искусственный интеллект (ИИ), глубокое обучение (DL — Deep Learning), роевой интеллект (РИ или — Swarm Intelligence) и т. д. для повышения безопасности водителя и достижения повышенной безопасности в автомобильной технике. После того как собраны все данные, их необходимо использовать для принятия решений и позволить автомобилю и ИТС реагировать соответствующим образом. Именно здесь ИИ становится ключевым компонентом IoV, поскольку он позволяет прогнозировать, принимать решения и выполнять соответствующие действия (разумеется, никаких возможностей для востановления машин допускать здесь нельзя). Многие производители оригинального оборудования (Toyota, BMW, GWM, Volvo и Ford) в настоящее время работают над интеллектуальными автомобилями. Кроме того, различные ИТ-компании, такие как

Apple, Google и Huawei, работают над тем, чтобы внести свой вклад в эту отрасль.

Люди давно интересовались так называемым роевым поведением, когда птицы летят на юг огромными косяками, не сбиваясь с курса, когда колонии муравьев слаженно работают, возводя структуры, не уступающие по сложности человеческим мегаполисам, и когда пчелы могут так точно определять и добывать для всей колонии питание. Все эти большие группы организмов объединяют термином рой. Наблюдая за различными естественными примерами роёв, человечество придумало различные модели РИ, чьё поведение основывалось на различных путях взаимодействия с окружающей средой и между собой.

В частности, метод роя частиц (МРЧ или PSO — Particle Swarm Optimization) является методом численной оптимизации, поддерживающим общее число возможных решений, которые называются частицами или агентами, и перемещая их в пространстве к наилучшему найденному в этом пространстве решению, всё время находящемуся в изменении из-за нахождения агентами более выгодных решений. При этом частицы-агенты роя, помимо подчинения неким правилам, обмениваются информацией друг с другом, а текущее состояние каждой частицы характеризуется местоположением частицы в пространстве решений и скоростью перемещения. Это итеративный процесс, постоянно находящийся в изменении.

Оптимизационный алгоритм с моделированием колонии муравьев (муравьиный алгоритм или ACO (Ant Colony Optimization)) — один из самых эффективных алгоритмов РИ для решения задач по поиску маршрутов в графах и по нахождению приближительных решений для задачи коммивояжера. Суть алгоритма заключается в применении модели функционирования колонии муравьев к решению различных задач. В этом алгоритме муравьиная колония рассматривается как мультиагентная система, в которой все агенты действуют самостоятельно по очень простым алгоритмам, но вся система в целом ведёт себя крайне разумно. Поведение колонии муравьев основывается на самоорганизации, достигаемой за счёт взаимодействия агентов на низком уровне ради общей цели. Изучивший РИ муравьев может быть допущен к управлению колонией автомобилей.

В результате IoV — это ещё и глобальная интеграция пользовательской среды, транспортного средства или устройства, которая расширяется для обеспечения эффективного уровня обслуживания пользователей в соответствии с их ожиданиями и удовлетворённостью. За последние годы огромное число пользователей было включено в эволюцию IoT, Big Data и облачных вычислений, что также помогает внедрению IoV.

IoV включает в себя пять типов сетевых коммуникаций. Связь между транспортными средствами (V2V — Vehicle-to-Vehicle) поддерживает обмен информацией с внешними транспортными средствами. С помощью V2V каждое

транспортное средство действует как узел связи и пытается соединиться с другими движущимися транспортными средствами. Сеть, созданная V2V, имеет широкий охват. К примеру, такая информация, как авария на маршруте, может быть быстро передана от одного транспортного средства к другому транспортному средству. Связь должна быть достаточно оперативной, без большой задержки.

Vehicle-to-Infrastructure (V2I) поддерживает связь со стационарными объектами или инфраструктурой города. В этом типе приложения водители могут легко узнать о наличии парковочных мест в торговых центрах и других сценах, таких как наличие столбиков для еды в некоторых торговых центрах. К примеру, в случае угона автомобиля система обнаруживает и изолирует транспорт. С этим, к сожалению, уже столкнулись владельцы купленных в Европе премиальных авто, которые из-за введённых запрещающих санкций определяются как угнанные и превращаются в "кирпич на колёсах". Живить такой "кирпич" можно лишь через сервисную компанию, у которой осталось соответствующее ПО изготовителя.

Устройства Vehicle-to-Personal (V2P) привлекают внимание к таким приложениям, как Carplay и поддержка автомобилями Android в транспортных средствах. В наше время, когда используется громкая связь, с помощью платформ Android и iOS легко подключать личные устройства к информационно-развлекательной системе автомобиля и общаться с персональными устройствами. Приложение для телефона может быть воспроизведено на информационно-развлекательном дисплее, а использование таких приложений, как звонок, музыка, навигация, Siri и Google Assistant, может быть доступно водителю для использования без использования телефонов в руках.

Модуль V2R (Vehicle-to-Roadside) используется для связи с придорожными устройствами, такими как светофоры или предупреждающие знаки для пешеходной дорожки. Кроме того, при обмене данными между транспортными средствами в сильно загруженной сети проблемой является потеря пакетов.

Vehicle-to-Server (V2S) поддерживает дополнительную информацию, доступную из API (Application Programming Interface — программный интерфейс приложения) с помощью Интернета. Теперь можно обновлять программное обеспечение автомобиля с помощью беспроводной связи (OTA) с использованием сетевой связи на основе V2S. Это необходимо для связи с серверами и обновления любой информации.

Основные направления среды IoV заключаются в решении проблемы связи между несколькими устройствами в нескольких областях (управление трафиком, безопасность и развлечения, а также информация). Однако из-за проблем с конфиденциальностью, удобством использования и доступностью, взаимодействие этих приложений имеет ограничения, поэтому они обычно действуют как независимые сущности. Чтобы уменьшить число таких проблем,

различными исследователями было предпринято несколько попыток, которые сосредоточились на разработке платформ кросс-совместимости, элементов и устройств из разных транспортных средств, которые могут взаимодействовать в среде IoV.

Несмотря на то что существуют различные многоуровневые архитектуры IoV, предложенные исследователями в качестве наиболее подходящих, рассматривается та, что поддерживает сразу все типы коммуникаций. Существует семь уровней, которые обеспечивают прозрачную взаимосвязь всех компонентов сети и передачу данных в среде IoV:

- бизнес-уровень, где реализуются различные бизнес-модели, производится аналитика и обрабатываются соответствующие данные;

- уровень управления, на котором работают сетевые операторы и обеспечивается межсетевое взаимодействие;

- уровень коммуникаций, где выбирается лучший из доступного в данном месте арсенала в лице сетей 3G, 4G, 5G;

- уровень предварительной обработки, где данные фильтруются, проходят предварительную обработку и передаются в нужном направлении;

- уровень сбора данных от различных источников внутри и вне транспортных средств, а также их преобразование;

- уровень взаимодействия пользователей с управлением уведомлениями и прямым взаимодействием пользователей;

- уровень обеспечения безопасности с аутентификацией, достоверностью, приватностью и конфиденциальностью.

Модель IoV основана на интерфейсе пользователя и транспортного средства для управления связью между ними, для управления безопасностью, авторизации транзакций и интерфейсе для связи с другими сетями для доставки собранной информации.

На уровне взаимодействия с пользователем в транспортных средствах в основном выделяют два типа систем связи, а именно информационные системы и системы управления. Информационная система предоставляет необходимую информацию, такую как информация о маршруте, условиях пробок, наличии мест для парковки, предупреждения и уведомления о наступлении событий. Кроме того, она предоставляет информацию о дорожной обстановке, если транспортное средство или водитель подвергается риску.

Существуют такие приложения, как адаптивный круиз-контроль, который автоматически контролирует скорость автомобиля и помогает поддерживать скорость, удерживая полосы движения и предотвращение столкновений, что помогает предотвратить аварии водителей и предупредить в случае, если авария вот-вот произойдёт. Это помогает водителю безопасно управлять автомобилем, удовлетворяя потребности пользователя. На уровне сбора данных этот уровень предназначен для сбора данных, связанных с информационно-развлекательной системой, информацией, связанной с безопасностью, информацией о дорожном движении или из областей,

выбранных в интересах водителя, которые дополнительно включают глобальную систему позиционирования, также известную как GPS, модуль управления кузовом, дорожные сигналы и связь между транспортными средствами.

Уровень сбора данных в основном предназначен для данных, контроля и управления. При этом улицы разделяются на группы соседних кластеров, и с помощью кластерных головок происходит передача пакетов данных дальше. Он поддерживает два типа передачи данных, которые включают внутриавтомобильные и межавтомобильные взаимодействия. В первом используются такие технологии, как Bluetooth, Wi-Fi и ZigBee, а во втором связь V2V, V2I, V2R, V2S и V2P использует технологическую поддержку по стандарту IEEE 802.11p для физического уровня.

На уровне фильтрации и предварительной обработки данных надо понимать, какие именно данные необходимы, чтобы избежать перегрузки сети. В настоящее время существует множество методов интеллектуального анализа данных, которые используются для эффективного извлечения соответствующих данных и их точной обработки. IoV учитывает множество условий, когда необходимо выбрать сеть, которая используется для передачи, чтобы качество обслуживания (QoS — Quality of Service) для приложений оставалось на более высоком уровне.

Уровень контроля и управления отвечает за организацию нескольких поставщиков сетевых услуг, присутствующих в среде IoV. Для получения информации в управляемом формате применяются такие подходы, как управление дорожным движением, проектирование, инспекция и функционал. Этот уровень помогает в управлении сетевыми операторами, принимая во внимание требования к совместимости.

Бизнес-уровень также известен как уровень обработки, который отвечает за большой объём информации, используя несколько доступных инфраструктур облачных вычислений, присутствующих либо локально, либо удалённо. Основная функция, которую выполняет этот слой, заключается в обработке и анализе информации, получаемой от других, более низких слоёв. Принятие решений основано на статистическом анализе данных и выбранной стратегии на основе бизнес-моделей. Полученные результаты могут быть использованы многими ведомствами, особенно в государственных центрах, при развитии инфраструктуры и модели типа автомобиль-бизнес (V2B) для управления или улучшения дорожного движения.

Уровень безопасности имеет прямую связь со всеми остальными слоями, упомянутыми выше, чтобы можно было свести к минимуму атаки или угрозы безопасности от любого несанкционированного доступа.

Когда автомобиль трогается с места, он запускает процесс инициализации транспортного средства и аутентификации в сети IoV, а также сбор данных из процесса окружения, начатого в этот момент времени. Этот этап сбора данных помогает собрать всю необходимую ин-

формацию, производимую транспортными средствами, пользователями и придорожной инфраструктурой, такой как светофоры, датчики местоположения уровня загрязнения и интеллектуальные устройства в пределах гибкой сетевой области. После того как данные собраны, они фильтруются и проходят предварительную обработку, чтобы убедиться, что важные данные передаются водителю в сети IoV. Остальное отбрасывается. К примеру, в случае, если транспортное средство получает информацию о происшествии, она отображается на информационно-развлекательной панели водителю, и её уведомление транслируется. Однако, если какое-либо другое транспортное средство получает аналогичную информацию без каких-либо изменений в ней, то оно прекращает её ретрансляцию.

Неудивительно, что каждая новая автомобильная технология, в том числе подключённые автомобили, требует особого пользовательского опыта и экономических моделей. В результате OEM-производители (Original Equipment Manufacturer) вынуждены сотрудничать с компаниями первого и второго уровня и использовать их знания в области программного обеспечения. Ниже приведены некоторые способы использования IoV:

- профилактическое обслуживание является одним из наиболее важных применений IoV. Системы IoV могут предсказывать возможные проблемы, используя данные с датчиков, установленных в транспортных средствах, что позволяет водителям решать их до того, как они станут более серьёзными. Продление срока службы автомобилей и сокращение времени простоя могут сэкономить деньги как частным лицам, так и владельцам автопарков;

- умная парковка. Найти парковочное место может быть сложно, но IoV может облегчить эту задачу. Системы IoV могут в режиме реального времени предоставлять информацию об открытых местах с датчиками на парковках и на улицах. Используя эту информацию, водители могут заранее найти и забронировать парковочное место, сэкономив время и нервы на поиске места;

- усовершенствованные системы помощи водителю (ADAS — Advanced Driver-Assistance Systems). Эти системы могут использовать камеры, датчики и другие технологии, чтобы предоставлять водителям самую свежую информацию о дорожном движении, погоде и дорожных условиях. Кроме того, они могут помочь с парковкой экстренным торможением, помощью при движении, а также сделать вождение более безопасным и комфортным для всех;

- IoV расширяет возможности развлечений в автомобиле с помощью подключённых информационно-развлекательных систем. Водители и пассажиры могут получить доступ к различным развлекательным возможностям через подключённые информационно-развлекательные системы, такие как музыка, фильмы и игры. Кроме того, эти системы могут предлагать обновления трафика в режиме реального времени, прогноз погоды и другие данные, кото-

рые могут помочь водителям принимать решения во время вождения.

Что из всего вышесказанного следует? Согласно прогнозу Allied Market Research, мировой рынок IoT в 2024 г. составит 208 млрд долл. Эксперты в IHS Markit предполагают, что к 2025 г. мировой рынок IoT охватит 72,5 млн долл. транспортных средств и достигнет объемов в 221 млрд долл. Среднегодовой рост рынка превысит 10 %. В свою очередь, имеющий место в ряде стран экономический кризис может

сказаться на автоиндустрии и соответственно на приведенных прогнозах, но, как говорится, это уже другая история.

По материалам
itbusinessedge.com, netguru.com, rinf.tech, koombea.com, Frost & Sullivan, hindawi.com, doi.org, а также Водолазский И. А., Егоров А. С., Краснов А. В. Роевой интеллект и его наиболее распространенные методы реализации. — URL: <https://moluch.ru/archive/138/38900/> (23.11.23).

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Разработка программ для микроконтроллеров STM32, ATmega и других 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

Мировые производители микросхем К 55-летию компании Samsung Electronics. Становление, 1960-1990 годы

Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог Ростовской обл.

Необходимо отметить, что ряд микросхем выпускала и дочерняя компания Samsung Group — Samsung Electro-Mechanics. Компания основана в 1973 г., она специализируется на производстве электронных компонентов, полупроводниковых приборов, печатных плат, органических печатных подложек, модулей для камер и других электронных устройств. Из микросхем это, например, SEM2005 — полумостовой ВЧ-драйвер с ШИ-управлением, SEM2006 — инвертирующий драйвер для ламп подсветки CCFL ЖК-дисплеев, SEM5027 — драйвер светодиодов и др.

В 1992 г. компания разработала первую в мире (как считает сама SEC) микросхему памяти DRAM 64МБ (рис. 12), в 1993 г. — микросхему синхронной динамической памяти (SDRAM) KM48SL2000 на 16 МБ, в 1994 г. — первую в отрасли DRAM на 256 МБ (рис. 13), в 1996 г. — первую в отрасли DRAM на 1 ГБ (рис. 14). В 1999 г. компания разработала синхронное дина-

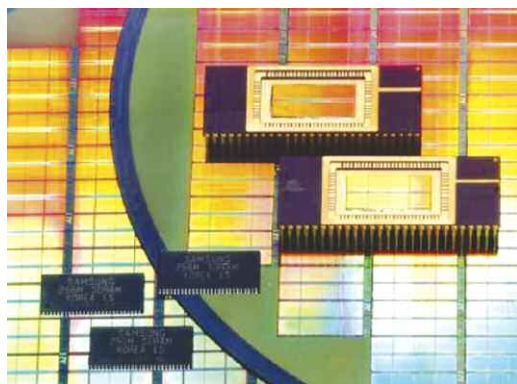


Рис. 13

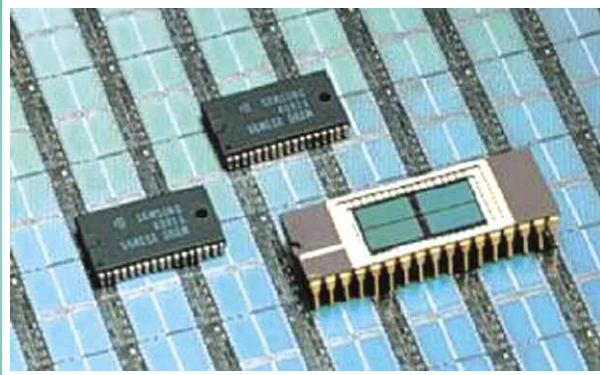


Рис. 12

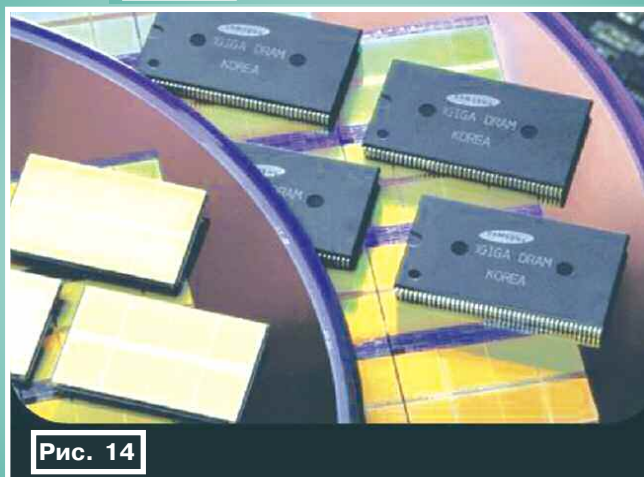


Рис. 14

Окончание.

Начало см. в "Радио", 2024, № 5



Рис. 15



Рис. 16



Рис. 17

мическое запоминающее устройство с двойной скоростью передачи данных (DDR-SDRAM) на 1 Гб (рис. 15) и начала выпускать модули DIMM 350 МГц DDR-SDRAM с чипами на 128 Мб и 256 Мб (рис. 16). Приведём основные характеристики некоторых микросхем ОЗУ, разработанных компанией на рубеже веков.

KM48S8030C (1998) — КМОП ОЗУ SDRAM 133 МГц, организация памяти $2\text{M} \times 8 \text{ бит} \times 4 \text{ банка}$, объём памяти — 67108864 бит (64 Мб) с восьмиразрядными словами, совместимы с логикой LVTTL, напряжение питания — 3,3 В, корпус TSOP54. Похожие характеристики имеет микросхема K4S641632F (2001) с организацией $2\text{M} \times 16 \text{ бит} \times 4 \text{ банка}$ и K4S640832F (2003) с организацией $2\text{M} \times 8 \text{ бит} \times 4 \text{ банка}$.

KMM53216000C (1998) — модуль (планка для ПК) ОЗУ SIMM DRAM 512 Мб с конфигурацией $16\text{M} \times 32 \text{ бит}$, на основе микросхем ОЗУ DRAM $16\text{M} \times 4 \text{ бит}$ (64 Мб) $\times 8$ шт. на планке (по четыре на каждой стороне); тайминг TRAC — 50 нс, TTL-совместимость, напряжение питания — 5 В, 72 контакта на планке.

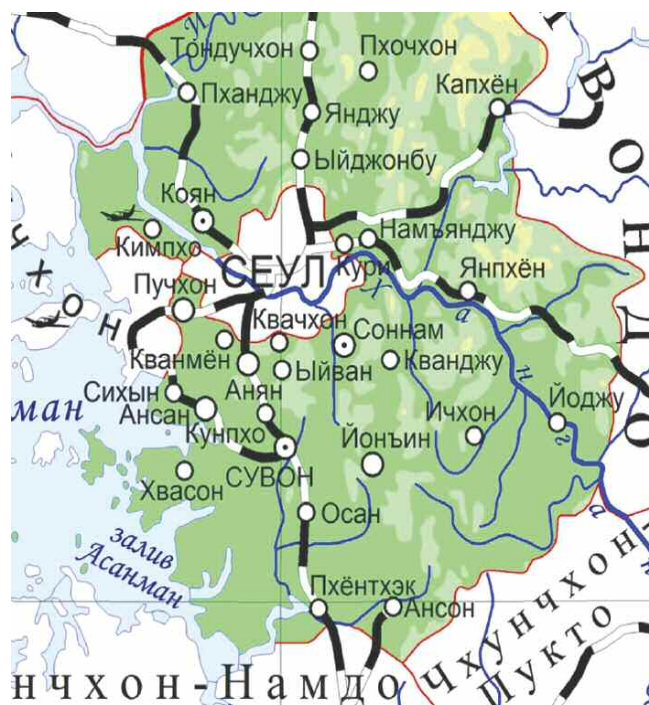


Рис. 18

K4D623228B-GC (2000) — ОЗУ 64M DDR SDRAM, объём — 67108864 бит (64 МБ), организация 512K × 32 бита × 4 банка с 32-разрядными словами, рабочие частоты — от 166 МГц до 300 МГц (в зависимости от исполнений микросхем), скорость потока данных — от 332 Мбит/с до 600 Мбит/с, совместимость с логикой SSTL_2, напряжение питания — 2,5 В, корпус 144-Ball FBGA (с шариковыми выводами на обратной стороне корпуса).

Производство микросхем DRAM в 90-х годах осуществлялось на заводе, построенном в 1987 г. в районе Кихын близ Сеула. На рис. 17 показана церемония закладки первого камня в здание "Линии 3", прошедшая в августе 1987 г. В 1993 г. была введена в строй "Линия 5" по производству кремниевых пластин диаметром 200 мм. Кихын входит в так называемый пояс полупроводниковых компаний, включающий Кихын (Сихын), Хвасон, Пхёнтхэк, Ичхон, Ёнин (Ионъин), Пхангё (переводы с корейского могут быть другими), все расположены недалеко от Сеула (рис. 18), на рис. 19 показана панорама производственного комплекса (кампуса) SEC в Пхёнтхэке.

Кроме оперативной памяти, SEC выпускает множество микросхем для компьютеров, ЖК-телевизоров и мобильных устройств, но это требует отдельного рассмотрения.



Рис. 19

АЛТАЙСКИЙ КРАЙ. С 1 апреля 2024 г. в Барнауле на частоте 87,9 МГц началось вещание радиостанции "Радио Гордость" (источник — URL: https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID_88693/ (21.04.24)).

БАШКОРТОСТАН. С 1 апреля 2024 г. в Учалы вернулось "Радио Рекорд" на новой частоте 90,9 МГц.

В Уфе на частоте 92,5 МГц началось тестовое вещание "Радио Семь на семи холмах" (источник — URL: https://vk.com/bashfm7w=wall-23672167_1240 (21.04.24)).

С 1 апреля 2024 г. в Белорецке на частоте 104,4 МГц вместо радиостанции "Европа Плюс" начала вещание радиостанция REMIX FM (источник — URL: https://vk.com/radiobeloretsk?ysclid=lv7rudpjxu737289890&z=photo-49010813_457239264%2Falbum-49010813_00%2Frev (21.04.24)).

Также с 1 апреля 2024 г. в Белорецке на частоте 101,1 МГц началась трансляция радиостанции "Радио Родных Дорог" (источник — URL: https://vk.com/radiobeloretsk?w=wall-49010813_2849&ysclid=lv7rudpjxu737289890 (21.04.24)).

ВЛАДИМИРСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Европа Плюс" с 19 марта 2024 г. начала вещание в г. Киржаче. Вещание осуществляется на частоте 94,1 МГц. Кроме того, в городе впервые заработала радиостанция "Русское Радио", частота вещания — 97 МГц (источник — URL: <https://tele-satinfo.ru/index.php?id=18279> (21.04.24)).

В г. Муроме на частоте 104,4 МГц началось вещание "Радио Дача" (источник — URL: <http://www.krutoymedia.ru/news/12198.htm> (21.04.24)).

ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛ. В Урюпинске на частоте 100,2 МГц снова начало вещание "Радио Авантаж". Вещание ведётся пока в тестовом режиме, но в скором времени вернётся прежний репертуар (источник — URL: https://vk.com/wall-34631359_389644?ysclid=lv7mx2u8oh888216827&z=photo-34631359_457404742%2Falbum-34631359_00%2Frev (21.04.24)).

С 1 апреля 2024 г. радио Radio Free Music (RFM) начало своё вещание на территории Урюпинска на частоте 94,8 МГц (источник — URL: https://vk.com/svoeradiouryupinsk?w=wall-213420766_163 (21.04.24)).

31 марта 2024 г. в г. Михайловке на частоте 104,9 МГц началось вещание "Радио Шансон". Оно заменило радиостанцию "Радио День" (источник — URL: https://vk.com/volgograd_fm7w=wall-67247495_6677 (21.04.24)).

ЗАПОРОВСКАЯ ОБЛ. В Бердянске на частоте 93,5 МГц начало вещание "Радио Звезда", а радиостанция "Рус-

ское радио" теперь вещает на частоте 98,7 МГц (источник — URL: https://vk.com/wall-212065317_9158?ysclid=lv7ouq00pg620784168 (21.04.24)).

В Бердянске на частоте 90,9 МГц в тестовом режиме стартовало вещание "Радио Крым", которое знакомит слушателей с актуальными политическими событиями и процессом интеграции исторических регионов в правовое поле России.

21 марта 2024 г. в тестовом режиме запущено вещание "Радио Крым" в Мелитополе на частоте 105,6 МГц (источник — URL: <https://crimea-radio.ru/zapushheno-veshhanie-radio-krim-v-berdya/> (21.04.24)).

Также в Бердянске начала своё вещание радиостанция Love Radio на частоте 99,5 МГц (источник — URL: https://vk.com/wall-212065317_9158?ysclid=lv7ouq00pg620784168 (21.04.24)).

ИВАНОВСКАЯ ОБЛ. С 21 марта 2024 г. радиостанция "Авторadio" сменила частоту в Иванове. Теперь частота вещания — 104,9 МГц (источник — URL: <https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/35909> (21.04.24)).

ДНР/ЛНР. В г. Кременная на частоте 103 МГц вместо радиостанции "Маяк" начала вещание радиостанция "Вести ФМ" (источник — URL: <https://forum.vcfm.ru/viewtopic.php?f=2&t=1889&start=630#p177320> (21.04.24)).

КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛ. 1 апреля 2024 г. филиал РТПС "Калининградский ОРТПЦ" совместно с вещателем "Дом Музыки" начал в Калининграде трансляцию радиостанции "Радио Гордость" на частоте 98,9 МГц (источник — URL: <https://kaliningrad.rtrs.ru/tv/radioveshchanie/rtrs-nachal-translyatsiyu-radiostantsii-radio-gordost-v-kaliningradskoy-oblasti/> (21.04.24)).

КАЛУЖСКАЯ ОБЛ. В Калуге 27 марта 2024 г. на частоте 87,5 МГц начало своё вещание "Детское Радио" (источник — URL: <https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/35984> (21.04.24)).

КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ. В Кемерово и Новокузнецке начала своё вещание культурно-просветительская радиостанция "Вера". Частота вещания в Кемерово — 104,3 МГц, а в Новокузнецке — 94,2 МГц (источник — URL: <https://foma.ru/radi-vera-teper-mozhno-slushat-v-kemerove-i-novokuznecke.html?ysclid=lv7pocvyv1750306408> (21.04.24)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. В Анапе с 1 апреля 2024 г. на частоте 94,1 МГц начало вещание "Радио Спутник" (источник — URL: https://vk.com/tvfm23?z=photo-206132844_457239529%2Falbum-206132844_00%2Frev (21.04.24)).

С 5 апреля 2024 г. "Радио Шоколад" начало вещание в Анапе на частоте 93,3 МГц и Геленджике на частоте

97,2 МГц (источник — URL: <https://chocoradio.ru/life/lyubimoe-radio-nalyubimyykh-kurortakh.html> (21.04.24)).

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. 1 апреля 2024 г. с 08:00 в Нижнем Новгороде на частоте 88,4 МГц началось вещание московской сетевой радиостанции Like FM. Трансляция осуществляется с башни Нижегородского областного радиотелевизионного передающего центра. Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: https://vk.com/radionnov?w=wall-24242046_7099 (21.04.24)).

НОВГОРОДСКАЯ ОБЛ. В г. Валдае начала своё официальное эфирное вещание первая местная радиостанция "Валдай ФМ". Станцию можно найти на частоте 100,1 МГц. Вещание осуществляется в круглосуточном режиме. Передатчик мощностью 490 Вт обеспечивает покрытие самого г. Валдая и Валдайского района (источник — URL: https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_22972 (21.04.24)).

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. 11 апреля 2024 г. в 11:00 в г. Кунгуре на частоте 97,2 МГц стартовало вещание новой краевой радиостанции "Пермяк" (источник — URL: https://vk.com/radiopermyak?w=wall-224376469_14 (21.04.24)).

ПРИМОРСКИЙ КРАЙ. Радиостанция медиаконпании "Орбита" в Спасске-Дальнем — "Русское радио" и "Наше Радио" с 1 апреля 2024 г. прекратили свою работу. В тот же день по заявлению учредителей аннулировали их вещательные лицензии (источник — URL: https://vk.com/tv_fm?w=wall-57714744_14632%2Fall (21.04.24)).

Радиостанция "Приморская волна" запустила вещание в Фокино, став первой УКВ-радиостанцией города. Частота вещания — 99,3 МГц (источник — URL: https://vk.com/tv_fm?w=wall-57714744_14640%2Fall (21.04.24)).

РОСТОВСКАЯ ОБЛ. С 4 апреля 2024 г. в Ростове-на-Дону и Батайске началось вещание радиостанции "Радио Гордость". Частота вещания — 107,1 МГц (источник — URL: https://vk.com/fmtv61?w=wall-118919609_944%2Fall (21.04.24)).

САМАРСКАЯ ОБЛ. 5 апреля 2024 г. филиал РТПС Самарский ОРТПЦ ввёл в эксплуатацию ещё один передатчик УКВ-диапазона радиостанции "Губерния". Передатчик в г. Похвистнево стал 22-й передающей станцией региона, транслирующей программы Самарского губернского радио. Режим вещания — ежедневно, круглосуточно, частота вещания — 102,8 МГц, мощность передатчика — 100 Вт (источник — URL: <https://samara.rtrs.ru/prof/rtrs-region/newspaper/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-guberniya-v-pokhvistnevo/> (21.04.24)).

В Тольятти с начала апреля 2024 г. в эфире на частоте 102,3 МГц транслируется радиостанция "Начало". По заявлению создателей данной радиостанции, в эфире будут транслироваться композиции музыкантов из Самарской области и самобытные треки в целом (источник — URL: https://vk.com/samara_fm7w=wall-18663493_50327%2Fall (21.04.24)).

ХАКАСИЯ. К сети вещания радиостанции "Радио Дача" присоединился г. Абаза. Частота вещания — 105 МГц (источник — URL: <http://www.krutoymedia.ru/news/12250.htm> (21.04.24)).

ХАНТЫ-МАНСКИЙ АО. С 30 марта 2024 г. в Сургуте на частоте 99,7 МГц началось вещание "Детского радио". Передатчик мощностью 1 кВт обеспечивает хороший приём как в самом Сургуте, так и в его окрестностях, включая и третий по размеру город округа Нефтеюганск (источник — URL: <https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/36004> (21.04.24)).

ХЕРСОНСКАЯ ОБЛ. Радио "Таврия" в Лазурном и Железном Порту начало своё вещание на частоте 105,5 МГц (источник — URL: https://vk.com/wall-145460148_174900?ysclid=lv7trjff2zh253767011&z=photo-145460148_457274850%2Falbum-145460148_00%2Frev (21.04.24)).

Также в Чаплынке запустили вещание радио "Таврия" на частоте 95,3 МГц (источник — URL: https://vk.com/wall-212065317_9327?ysclid=lv7tuhf59v604732879 (21.04.24)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

БЕЛАРУСЬ. "Радио Шансон" и радиостанция "Победа" начнут УКВ-вещание в Беларуси. Лицензия "Радио Шансон" была получена 20 марта 2024 г., и по её условиям новая станция планирует начать вещание 1 сентября 2024 г. Радиостанция "Победа" планирует начать вещание 1 мая 2024 г. (источник — URL: <https://tele-satinfo.ru/index.php?id=18313> (21.04.24)).

БОЛГАРИЯ. "Радио Болгария" при содействии Министерства культуры Республики Болгария представила

новую серию своих QSL-карточек на 2024 г. Серией из шести карточек подтверждается прослушивание программ "Радио Болгария" на всех языках. Чтобы получить эту серию, необходимо отправить рапорты о приёме, в которых указать дату и язык прослушанной программы, как и подробности о её содержании. QSL высылаются после получения необходимого числа рапортов, независимо от языка, на котором прослушаны программы. Условия получения для QSL-карточки № 1 — три рапорта за январь и три рапорта за февраль. Для QSL-карточки № 2 — три рапорта за март и три рапорта за апрель и так далее. Серией из 12 карточек подтверждаются все сигналы Болгарского национального радио в эфире ("Горизонт", "Христо Ботев", региональные радиостанции и передачи "Радио Болгария") (источник — URL: <https://bnr.bg/ru/post/101972849> (21.04.24)).

ЗИМБАБВЕ. В Зимбабве радио "Орфей" и международная сеть TV BRICS представили русскую классическую музыку из проекта "Возрождаем наследие русских композиторов". Произведения авторов первой половины XX века теперь звучат по воскресеньям в рамках популярной программы "Всё о классике". Премьерный русский сезон 31 марта 2024 г. открыла опера "Рафаэль" Антона Арениского (источник — URL: [https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID_88681/\(21.04.24\)\)](https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID_88681/(21.04.24))).

КАНАДА. Радиостанции SKUA скоро исполняется 100 лет, и она может закрыться без денежных вливаний. Всего за три года до своего 100-летия единственная в провинции Альберта общественная радиостанция, существующая на пожертвования слушателей,

рискует закрыться. Она обращается к своим слушателям за помощью в обеспечении своего будущего (источник — URL: <https://mediumwave.info/2024/04/19/canada-158/> (21.04.24)).

США. Комитет Палаты представителей по энергетике и торговле планирует провести слушания по поводу AM-радио 30 апреля 2024 г. Председатель комитета Кэти Макморрис Роджерс (республиканец, Вашингтон) и высокопоставленный член Фрэнк Паллоун (демократ, Нью-Джерси) объявили, что в этот день Подкомитет по инновациям, данным и коммерции проведёт законодательные слушания на тему "Законопроект о сохранении доступа американцев к AM-радио". Слушания будут посвящены проекту закона (источник — URL: <https://www.radioworld.com/news-and-business/business-and-law/am-radio-gets-house-hearing> (21.04.24)).

ЯПОНИЯ. Согласно объявлению от 24 марта 2024 г., Nippon Hoso, вещающая на частотах 1242 кГц (100 кВт) и 93 МГц (7 кВт), одна из крупнейших коммерческих радиостанций в Токио, 31 марта 2024 г. прекратила вещание стандарта AM-стерео на средневолновой частоте 1242 кГц. Причина такого решения: AM-стереосистемы больше не производятся, и в будущем их будет сложно обслуживать.

Радиостанция также объявила, что больше не подтверждает сообщения о приёме с помощью QSL-карточек для местных японских слушателей. QSL-карточки будут отправляться только иностранным слушателям и только с апреля 2024 г. (источник — URL: <https://mediumwave.info/2024/04/16/japan-31/> (21.04.24)).

Хорошего приёма и 73!

Универсальный УКВ-блок для радиоприёмников "Океан"/Selena Монтаж и наладивание

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.

В продолжение первой части статьи в этом разделе приводится описание монтажа и наладивания универсального УКВ-блока. Детализированный поэтапный порядок работ поможет менее опытному радиолюбителю оценить свои результаты и глубоко понять работу отдельных узлов. Используемые схемные решения позволят опытному радиолюбителю собрать блок сразу

целиком и наладить его, используя классические методы.

1. Монтаж универсального УКВ-блока

Печатная плата для универсального УКВ-блока (рис. 1) не особенно сложна и может быть изготовлена в домашних условиях, разумеется, без металлиза-

ции отверстий. Отверстия на площадках общего провода нужно пропаять так, чтобы ВЧ-токи смогли попасть на обе стороны медных площадок в этом месте. Для этого надо вставить короткий медный провод диаметром 0,3...0,5 мм и длиной 5 мм в отверстие и с обеих сторон его загнуть, пропаять прилегающие концы к медным площадкам, оставить просвет в отверстии.

На рис. 2 и рис. 3 показана смонтированная плата, применены SMD-элементы типоразмера 1206 (или 0805), а в аттенуаторе — типоразмера 0805 (или 0603).

Ниже приведена последовательность работ по узлам в отдельности. Если изготавливать УКВ-блок впервые, нужно разобраться с имеющимися в распоряжении компонентами. Конечно, если всё изучено и рука "набита", можно паять одним заходом и настраивать по классическим общепринятым методам.

1.1. Общие советы по проведению измерений

Налаживание рассчитано на использование измерителя АЧХ импе-

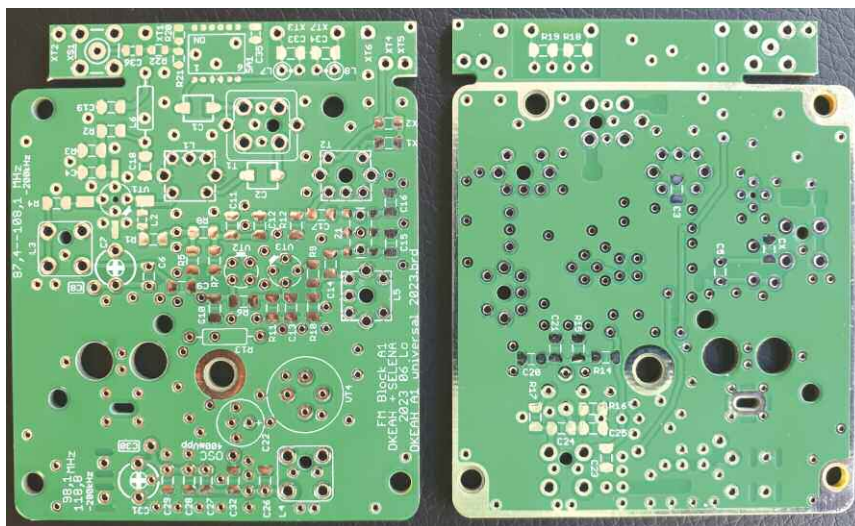


Рис. 1

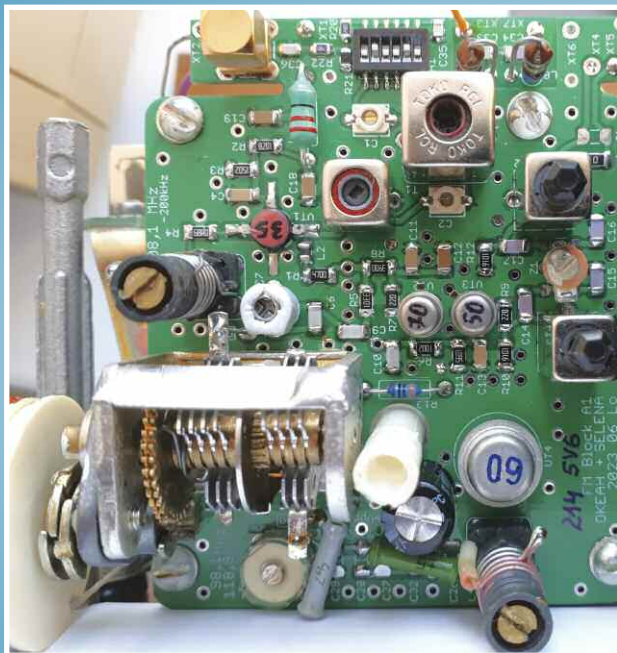


Рис. 2

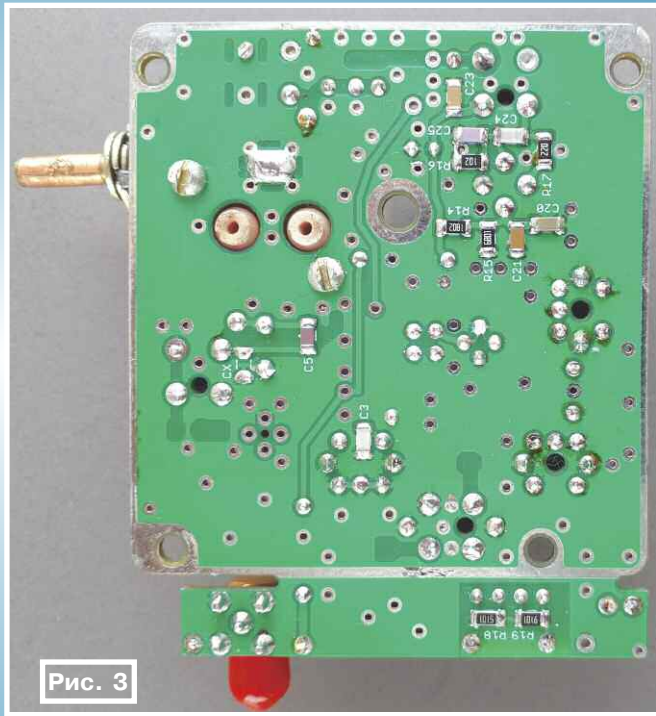


Рис. 3

дансом 50 Ом с диапазоном не менее 1...120 МГц. Для подключения прибора к плате рекомендуется в нужных местах временно припаять монтажные ВЧ-гнезда (BNC или SMA, SMB) для подсоединения кабеля, а сам кабель должен быть длиной не более 30 см (менее $\lambda/8$). От монтажного гнезда к подключаемой точке платы припаивают короткий провод, развязывающий конденсатор, или добавочный резистор для получения нестандартной нагрузки в разумных пределах — 18...120 Ом, с учётом импеданса прибора 50 Ом. Очень важно, чтобы подключение гнезда к общему проводу было короткое и широкое с малой индуктивностью, иначе не

получится провести измерения с динамическим диапазоном более 40 дБ на частоте 100 МГц, а приведённые далее графики останутся недостижимыми именно по этой причине.

При измерении постоянного напряжения в "горячих" точках, где присутствует ВЧ-сигнал, прямо на щуп мультиметра надо установить последовательный резистор сопротивлением 100 кОм и уже подключаться через него. С учётом входного сопротивления мультиметра 10 МОм показание будет снижено на 1 %, зато исследуемый узел будет работать штатно со своими ВЧ-сигналами, от которых может зависеть постоянное напряжение в рабочем режиме.

Многие современные измерительные приборы ВЧ-параметров имеют хорошую чувствительность и высокую информативность экранов, поэтому частоту гетеродина можно измерять "через воздух", подключив к входу кабеля небольшую проволочную петлю, или сделать из жёсткого провода небольшую катушку диаметром 1...2 см, содержащую 2...4 витка. При этом стоит избегать резонансов этой индуктивности с ёмкостью кабеля в диапазоне измеряемых частот. Такой отбор сигнала по теории внесёт линейный прирост $K_{\text{пер}}$ с ростом частоты. При неудачном подборе индуктивности и длины кабеля могут возникнуть заметные провалы и подъёмы в АЧХ из-за индуктивной составляющей импеданса щупа.

Качественные щупы для осциллографа с максимальной рабочей частотой не менее 100 МГц имеют входную ёмкость 100...200 пФ в режиме аттенуатора 1:1 и около 12...15 пФ — в режиме 10:1 и 3 пФ — в режиме 100:1. Эту ёмкость стоит измерять после калибровки и

настройки щупа по передаче фронтов и амплитуды и запомнить значение, чтобы можно было её учитывать при косвенных измерениях и перерасчёте результатов.

1.2. Установка КПЕ на плату

К сожалению, у двухсекционного КПЕ бывает разброс по координатам крепёжных отверстий, и, возможно, придётся скорректировать отверстия на плате. Эту пыльную работу желательно сделать до проведения пайки. КПЕ надо примерить, но установить позже, на начальном этапе он мешает паять и налаживать.

1.3. Антенный диплексер

Сначала надо установить только дроссели L7, L8 и подборкой конденсаторов C33, C34 подстроить резонансы

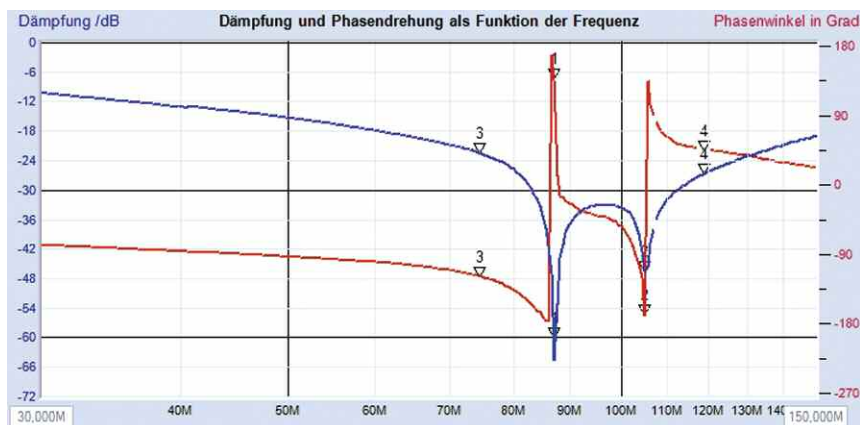


Рис. 4

получившихся LC-контуров ближе к частотам 90 МГц и 105 МГц. Измеряют АЧХ диплексера, подавая сигнал на контакт XT3 от источника 50(75) Ом, и снимают сигнал с контакта XT7 на импеданс 50(75) Ом, подключив кабель с оплёткой к общему проводу УКВ-блока. На рис. 4 показана получившаяся АЧХ (синяя кривая), где резонансы ещё слишком разнесены и между ними затухание 33 дБ, а могло бы быть 36 дБ. Для подстройки резонансов на требуемые частоты может потребоваться набор "мелких" конденсаторов ёмкостью 2...5 пФ с допуском 10 %, чтобы можно было подобрать идеальный вариант, или установить подстроечные конденсаторы (SMD) малого номинала (2...6 пФ).

Подборкой резисторов R18 и R19 (3...10 кОм) можно получить компромисс между глубиной провалов на резонансных частотах и глубиной провала между резонансами, всё зависит от добротности выбранных дросселей.

При использовании этой методики измерения затухание в КВ-диапазоне в сторону АМ-тракта получается недопустимо большим (6 дБ на частоте 20 МГц), но это так в резистивном тракте 50 Ом. Для АМ-приёма на высокочастотных КВ-диапазонах диплексер является частью резонансной антенны АМ-тракта и не вызывает ухудшения приёма, а на низких КВ и ДВ-СВ элементы диплексера не оказывают существенного влияния. В сумме индуктивность дросселей L7 и L8 не должна превышать 1,4...1,5 мкГн, чтобы не мешать налаживанию АМ-тракта на диапазонах 19 метров и 16 метров.

1.4. Атенюатор и переключатель

Вход для внешней антенны выполнен на угольном гнезде серии SMA, его можно установить с любой стороны, так будет удобнее для подведения кабеля к приёмнику. Следует проверить под лупой пайку выводов сборки переключателей SA1. На удивление выводы

некоторых изделий можно припаять с трудом. Защитную фольгу на сборке убирают после промывки платы для удаления флюса. Надо установить положение переключателей SA1.1—SA1.6

для одного из входов для предстоящих измерений. Комфортнее будет налаживание УКВ-блока через гнездо SMA и аттенюатор, так как это уменьшит ошибки от неидеального кабеля.

1.5. Входной фильтр

В первых версиях УКВ-блока катушки индуктивности L11 и L12 имели обмотки по 5,25 или 6,25 витка (по 250...310 нГн), но при этом сложно было настроить качественную АЧХ, она всегда оставалась горбатой. В итоге все варианты успешно были реализованы с обмотками по 7,25 витка (индуктивность — около 350 нГн), и конденсаторы C1 и C2 в обязательном порядке должны быть подстроечными, что позволит настроить плоскую вершину АЧХ во всём диапазоне приёма.

Входной фильтр налаживают как двухконтурный LC-фильтр, что принципиально, и часто при перестройке заводских УКВ-блоков это делают неправильно, поскольку на слух и наугад это не сделать. Конденсатор C3 не входит в состав самого фильтра, его пока не устанавливают. Для намотки катушек применён многосекционный каркас изделия Q-4157, но с длинным подстроечником из изделия Q-3996 (www.quartz1.com). На рис. 5 показано расстояние между обмотками (7,25 и 7,25 витка), которое оказалось слишком большим, да ещё с растянутым к краям распределением витков (распределение витков по секциям снизу вверх — 4+3+0+0+0+2+2+3).

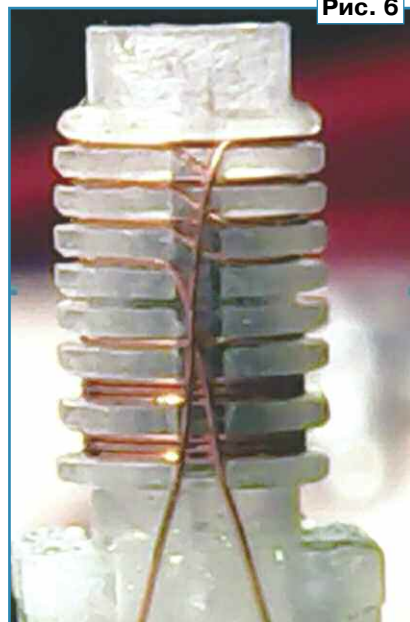
При распределении витков снизу вверх 3+4+0+0+0+3+2+2 получилась хорошая настройка с подстроечником от изделия Q-4157. Каркас от него даст больше свободы для вариантов размещения обмоток. В итоге обмотки были сделаны с витками снизу вверх 3+3+1+0+1+2+2+2 обмоточным проводом в изоляции диаметром 0,15 мм и подстроечником от Q-3966 (рис. 6).

При использовании других каркасов и подстроечников нужно эксперименти-

Рис. 5



Рис. 6



ровать с расстоянием между обмотками и распределением витков в секциях и выходить на индуктивности около 350 нГн. На каркасе от изделий Q-3966 и Q-3961 лучше мотать проводом диаметром 0,1 мм, так как придётся разместить три или даже четыре витка в одной секции и оставить витки ближе к подстроечнику, что с диаметром провода 0,15 мм не получается, так как ширина секции — 0,25 мм. С двумя отдельными короткими подстроечниками из изделия Q-3990 результат был провальным несмотря на правильную индуктивность в отдельности у каждой из обмоток.

Ферритовая чашка (рис. 7) используется для снижения прямого воздействия металлического экрана (размеры — 10×10 мм). На частотах УКВ сама чашка такого феррита мало повлияет на резонанс или добротность, но устраняет заметный завал добротности из-за влияния металлического экрана. Кстати,

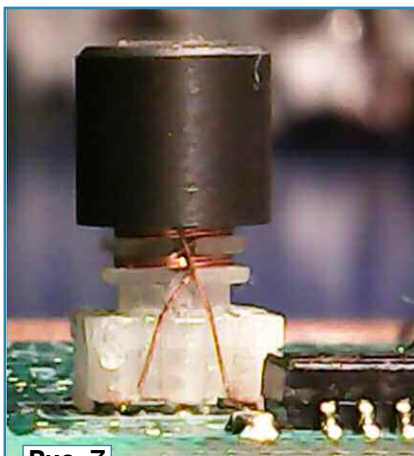


Рис. 7

выпускаются специальные ферриты, которые по такому принципу умеренно экранируют узлы от электромагнитных волн без ухудшения рабочих параметров системы. Чашку к каркасу надо фиксировать эластичным клеем для обуви.

Катушки индуктивности L11 и L12 настраивают с одинаковыми значениями индуктивности в интервале 330...380 нГн. Увеличенный металлический экран размерами 10×10 мм от любой импортной АМ/ЧМ-КПИ полностью защитит УВЧ от наводок мощного гетеродина, что сохранит динамический диапазон УВЧ — существенное улучшение заводской конструкции. Можно использовать экран (лужёный медный) от КПИ из заводского УПЧ и к нему припаять выводы крепления по бокам. После настройки с помощью построечных конденсаторов С1 и С2 была получена АЧХ, показанная на рис. 8 при нагрузке по 75 Ом на входе и выходе.

Если полоса фильтра оказывается слишком большой, это свидетельствует о слишком сильной связи резонансных контуров, тогда можно попробовать применить более короткий подстроечник или перераспределить витки верхней обмотки на каркасе. А если при малом затухании полоса пропускания слишком узкая и два резонанса слабо связаны между собой, нужно обмотку сблизить или применить более длинный подстроечник.

Потери в фильтре составляют примерно 2 дБ (20 %). Импеданс 75 Ом для измерения создаётся последовательными резисторами по 24 Ом прямо у фильтра, это создаёт изначально базовое затухание 6 дБ в измерительном тракте с сопротивлением 50 Ом, поэтому и получилось затухание 8 дБ (рис. 8).

Если придётся на заводской плате УКВ-блока заменить входной фильтр, то хорошо себя показали каркас и подстроечник от изделия Q-4157, мотать обмотку надо проводом 0,15 мм 6,25+6,25 витков в конфигурации 3+3+0+0+0+2+2 с отсчётом снизу вверх. Ферритовую чашку не устанавливают и экран не используют, но потребуются подобрать новые контурные конденсаторы, поэтому лучше бы установить подстроечные конденсаторы 3...10 пФ.

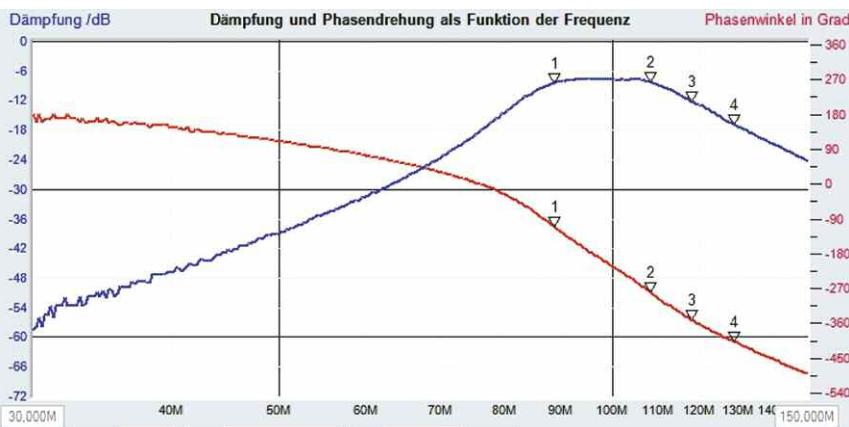


Рис. 8

1.6. Согласующая Г-образная LC-цепь на входе УВЧ

В первых версиях УКВ-блока в цепи L1C3 были использованы SMD-дроссели индуктивностью 47 нГн или 51 нГн. Даже в их лучшем исполнении типоразмера 1206 (рис. 9) им не хватало добротности на частоте 100 МГц, чтобы передать сигнал на транзистор VT1 без заметных потерь. Улучшение с такой LC-цепью было минимальное, да и АЧХ мало улучшалась по части дополнительного ФНЧ. Поэтому с такими дросселями не получается "подтянуть" заводской УКВ-блок.



Рис. 9

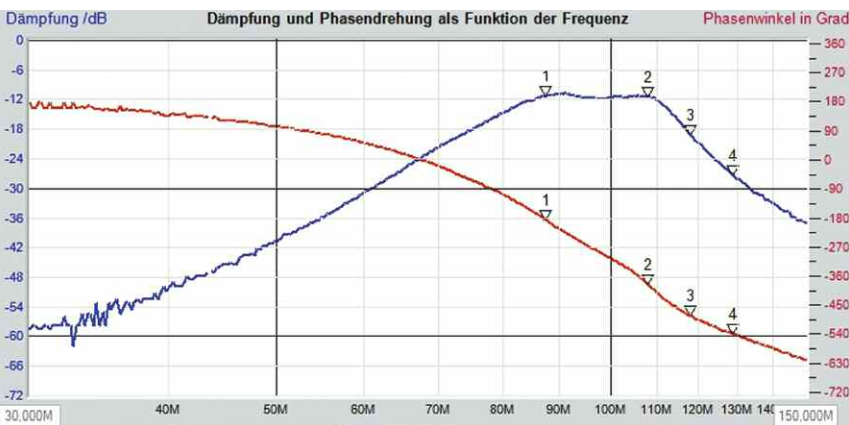


Рис. 10

Более эффективной будет катушка индуктивности L1 большего размера и с ферритовым магнитопроводом, которая должна быть на печатной плате в металлическом экране размерами 7×7 мм. Здесь подойдут катушки индуктивности для высокочастотных КВ-диапазонов, на-

пример, использовано изделие Q-3990, которое ранее в приёмнике Tecsun S-2000 показало отличные результаты на первой ПЧ (55845 кГц). Обмотка содержит два полных витка провода диаметром 0,15 мм, намотанных в нижней секции каркаса с перекрещиванием проводов к выводам, — в итоге это 2,25 витка. Можно мотать оригинальным проводом, если его срезать только с одного вывода. Ферритовую чашку и родной экран устанавливают. Высокая добротность такой катушки гарантирует эффективное согласование импеданса УВЧ (18 Ом) к фильтру сопротивлением 75 Ом. Потери по мощности в этой цепи составляют 0,5...0,7 дБ при использовании низкодобротных SMD-изделий и уменьшаются до 0,2 дБ при использовании изделия Q-3990. От антенного переключателя до транзистора имеется затухание не более 2,5 дБ (типично 2,2 дБ) по мощности, и с хорошими транзисторами можно получить общий КШ в интервале 3...4 дБ. С учётом ёмкости печатного проводника и конденсатора С3 (номинал 43 пФ) получается

пример, использовано изделие Q-3990, которое ранее в приёмнике Tecsun S-2000 показало отличные результаты на первой ПЧ (55845 кГц). Обмотка содержит два полных витка провода диаметром 0,15 мм, намотанных в нижней секции каркаса с перекрещиванием проводов к выводам, — в итоге это 2,25 витка. Можно мотать оригинальным проводом, если его срезать только с одного вывода. Ферритовую чашку и родной экран устанавливают. Высокая добротность такой катушки гарантирует эффективное согласование импеданса УВЧ (18 Ом) к фильтру сопротивлением 75 Ом. Потери по мощности в этой цепи составляют 0,5...0,7 дБ при использовании низкодобротных SMD-изделий и уменьшаются до 0,2 дБ при использовании изделия Q-3990. От антенного переключателя до транзистора имеется затухание не более 2,5 дБ (типично 2,2 дБ) по мощности, и с хорошими транзисторами можно получить общий КШ в интервале 3...4 дБ. С учётом ёмкости печатного проводника и конденсатора С3 (номинал 43 пФ) получается

рабочая ёмкость согласующей Г-образной LC-цепи 46 пФ. При использовании для катушки L1 изделия Q-3990 её индуктивность перестраивается в пределах 45...65 нГн, предварительная настройка на 51 нГн. При этом образуется АЧХ этой LC-цепи, показанная на рис. 10,

если вместо транзистора поставить нагрузку 18 Ом (это 27 Ом параллельно к входу 50 Ом от измерителя АЧХ).

Хорошо проявляется дополнительное действие ФНЧ этого согласующего звена на частотах выше 118 МГц, и этот узел спасает УВЧ от помех из диапазонов мобильной связи и бурно развивающегося DAB.

1.7. Временный "измерительный" УВЧ

Для налаживания стыковки УВЧ с входным фильтром надо установить элементы УВЧ на транзисторе VT1, но пока использовать его без резонансной нагрузки. Вместо катушки L3 устанавливают временную нагрузку — резистор сопротивлением 51(75) Ом, в зависимости от волнового сопротивления кабеля к измерителю АЧХ. Дроссель L2 должен иметь собственный широкий резонанс в диапазоне 80...150 МГц, этому соответствуют SMD-изделия многих производителей в корпусе типоразмера 0805 и индуктивностью 2,2...10 мкГн, в примере установлен дроссель с номиналом 4,7 мкГн.

24 дБ. Это намного лучше, чем у большинства престижных приёмников с широкополосным входным узлом перед УВЧ. В отличие от узкополосных перестраиваемых входных фильтров, этот широкополосный узел обеспечит минимальное затухание и лучшую предельную чувствительность, если она не портится от интермодуляционного шума или блокировки по гетеродинному шуму. При этом КВ-сигналы в области частоты 10 МГц подавлены на более чем 60 дБ (в системе 50 Ом), что в реальности при приёме с ТА принимает значение явно более 90 дБ по чувствительности по полю относительно УКВ-сигналов от этой же ТА.

1.8. Временный "измерительный" смеситель

Каскодный смеситель может отлично служить во время налаживания как измерительный усилитель. Для этого устанавливают все резисторы, блокировочные конденсаторы и транзисторы, не устанавливают пока конденсаторы C9, C10, C32 и выходной ПЧ-фильтр. На место катушки L5 временно устанавливают

ционный КПЕ. Его подключают проводом диаметром не менее 0,6 мм или можно соединить двумя прямыми параллельными проводами диаметром 0,4 мм, это необходимо для снижения индуктивности подключения. Снизу припаивают вывод заземления КПЕ. От транзистора требуется h_{213} не менее 45 на НЧ для достаточного подавления бокового шума. Оксидный конденсатор следует выбрать с малым ESR, это бывает обычно у конденсаторов не самого малого размера с номинальным напряжением 16...35 В. Надо соблюдать полярность его установки в зависимости от конкретной схемы и полярности питающего напряжения: по печальному опыту вытекший электролит повреждённого конденсатора приводит ВЧ-компоненты в негодность.

На каркасах КПИ L4 и L3 снизу имеется выступ для фиксации, его нужно срезать, чтобы каркасы в любом случае сели плоско на плату. Мотают эти катушки, начиная с горячего конца снизу. Подбирают удачное положение каркаса для самой низкой посадки обмотки. Для КПИ L4 наматывают 2,5 витка до отвода и, создав петлю, фиксируют её пайкой, припаявая отвод длиной 3 см. Затем мотают ещё 2,25 витка, итого — 4,75 витка. Проверяют индуктивность КПИ, она должна изменяться в пределах не менее 115...126 нГн. После проверки покрывают обмотку лаком для защиты поверхности от окисления, при этом надо следить за натяжкой провода на каркасе.

При применении р-п-р транзистора ГТ313Б в блоках с минусовым питанием ёмкость конденсатора C25 нужно уменьшить до 18 пФ, так как ёмкость перехода база—эмиттер этого транзистора обычно бывает 14...18 пФ.

На плате предусмотрена установка контурных SMD-конденсаторов типоразмера 1206 или 0805, типично с ТКЕ NPO, лучше бы подошли отечественные SMD-конденсаторы с ТКЕ M47. Для улучшенной температурной стабильности рекомендуется установить старые трубчатые конденсаторы из заводских УКВ/УПЧ-блоков ёмкостью 2,7...68 пФ с ТКЕ -47...-750 ppm (M47...M750). Тогда в середине диапазона образуется практически нулевой температурный дрейф частоты. Вывод ротора подстроечного конденсатора надо монтировать на общий провод (рис. 12).

После установки конденсаторов C32 и C10 можно частотометром измерить частоту гетеродина на выходе "измерительного" смесителя. Налаживают гетеродин со смещением частоты вниз на 200 кГц (97,9...118,6 МГц). Это должно вернуться к "правильным" частотам 98,1...118,8 МГц после установки общего экрана УКВ-блока. В результате приёмник по краям шкалы будет иметь запас около 100 кГц и принимать в диапазоне 87,4...108,1 МГц. Для коррекции частоты после установки общего экрана нужно подстроить частоту исключительно с помощью КПИ, так как экран влияет на индуктивность гетеродинного конту-

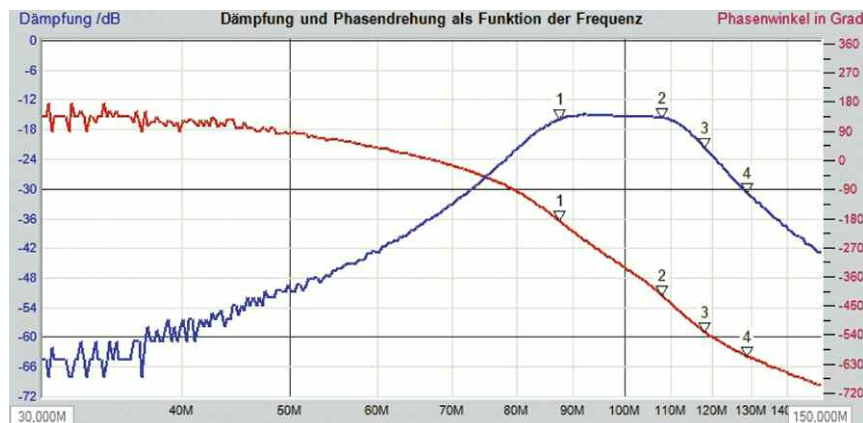


Рис. 11

Рекомендуется проверить h_{213} транзистора VT1 на НЧ (граничная частота транзистора в схеме с ОЭ — не менее 1 ГГц), оно должно быть не менее 35. Затем проверить ток покоя — 1,8...2 мА косвенным измерением напряжения на резисторе R1 или R4. Установить требуемый ток можно подборкой резистора R3.

При замере сквозной АЧХ входного фильтра с согласованным входом УВЧ получаем упорядоченную форму АЧХ (рис. 11), так как выходной кабель уже никак не повлияет на резонансные узлы. При этом важно не перегрузить УВЧ входным сигналом, при изменении уровня сигнала относительная (нормированная) форма АЧХ не должна меняться.

С такой настройкой УВЧ получается подавление сигналов диапазона ОИРТ не менее 15...20 дБ, сигналов авиадиапазона — 6...15 дБ, а сигналов радиолокационного диапазона 145 МГц —



Рис. 12

резистор сопротивлением 51(75) Ом для проведения измерений в УВЧ и гетеродине. Подают ПЧ-сигнал размахом 30 мВ на контрольную точку "OSC" через разделительный конденсатор, и на выходной нагрузке он должен усилиться примерно в 1,5(2,2) раза по напряжению.

1.9. Гетеродин

Элементы гетеродина монтируют полным составом вместе с двухсек-

ра, а не на его ёмкость. Поэтому нет смысла сверлить экран УКВ-блока для доступа к подстроечным конденсаторам. Для налаживания перекрытия по частоте используют старый метод постепенного приближения. На низкочастотном краю диапазона регулируют КПИ, на высокочастотном краю — подстроечный конденсатор С7. Небольшая "перекрутка" на краях диапазона с каждым разом убавит общее число шагов до правильного конечного результата.

Проверить температурный дрейф гетеродина можно с помощью фена или зимой у открытого окна. При изменении температуры на 10 °С частота должна уходить не более чем на 100 кГц, что более чем достаточно для работы приёмника в доме или на природе, если, конечно, не выставить его на солнце, что неприемлемо для пластмассового корпуса. Температурное равновесие УКВ-блока устанавливается в течение 30 мин без корпуса приёмника и при установленном экране УКВ-блока.

Стоило бы проверить гетеродин на наличие СВЧ-генерации, что особенно актуально при использовании СВЧ-транзисторов. Для этого надо измерить напряжение питания гетеродина на конденсаторе С22. При приближении руки к гетеродину не должно быть резких изменений напряжения, только в момент срыва основной генерации. Конечно, лучше бы проверить это с помощью СВЧ-анализатора спектра и заодно убедиться в достаточном подавлении гармоник. Уменьшить уровень гармоник можно увеличением сопротивления коллекторного резистора R17 до 150 Ом, но это может привести к нестабильности амплитуды по диапазону или затруднить запуск генерации, испортить стабильность и увеличить фазовый шум. Подавление гармоник на 20 дБ — вполне достаточный результат, можно добиться подавления на более чем 40 дБ при тщательном налаживании для отдельно взятого УКВ-блока.

После налаживания гетеродина по частоте и проверки его уверенного запуска (это проверить при заниженном напряжении питания — 2...3 В) его нужно временно деактивировать во избежание помех при измерениях других узлов. Проще всего это сделать с помощью установки временной проводочной перемычки между базой транзистора VT4 и общим проводом. Это сохранит частоту резонанса гетеродинного контура и сделает предстоящее налаживание УВЧ более точным.

1.10. Выходной контур УВЧ

Устанавливают элементы выходного УВЧ-контура, при этом не забывают подключить его секцию КПЕ толстым проводом. Для удобной пайки остальных компонентов последней устанавливают КПИ L3. Заводскую намотку КПИ переделывают, и в новом виде горячий конец должен находиться внизу. Наматывают 5,25 витка провода 0,3...0,4 мм с качественной поверхностью. Отвод делают при 3,5 витка от горячего конца (это те самые 1,75 витка от холодного конца), проверяют интервал перестройки 124...137 нГц до установки на плату.

На рис. 13—рис. 15 показана АЧХ (синяя кривая) от антенного входа к выходу "измерительного" смесителя на его нагрузке — резисторе 51 Ом при настройке на частоты 88 МГц, 98 МГц и 108 МГц соответственно.

На входе смесителя подавление сигналов диапазона OIRT составляет 30...50 дБ. КВ-сигналы глубоко подавлены, по моделированию примерно на 100 дБ, и по результатам радиоприёма это не вызывает сомнения. Зеркальный

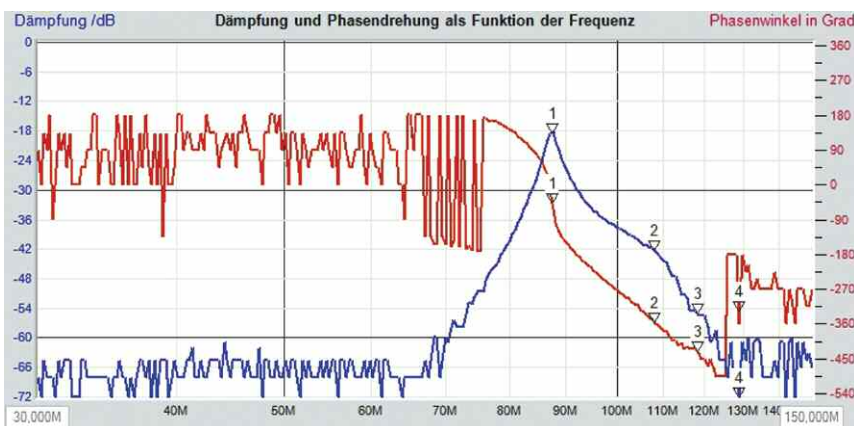


Рис. 13

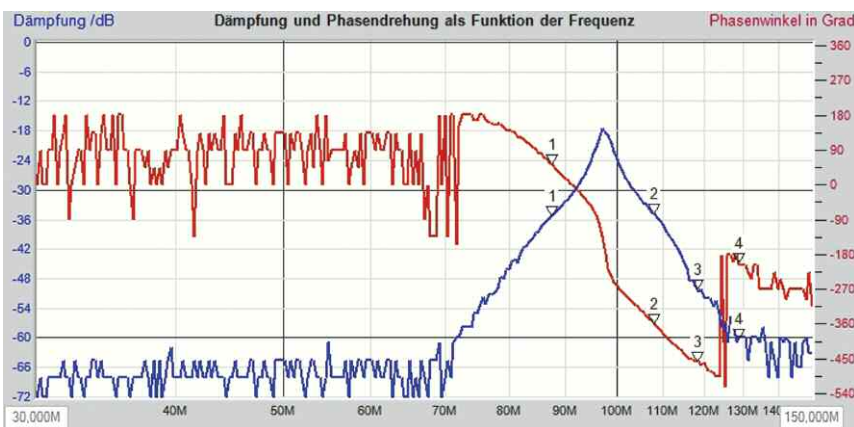


Рис. 14

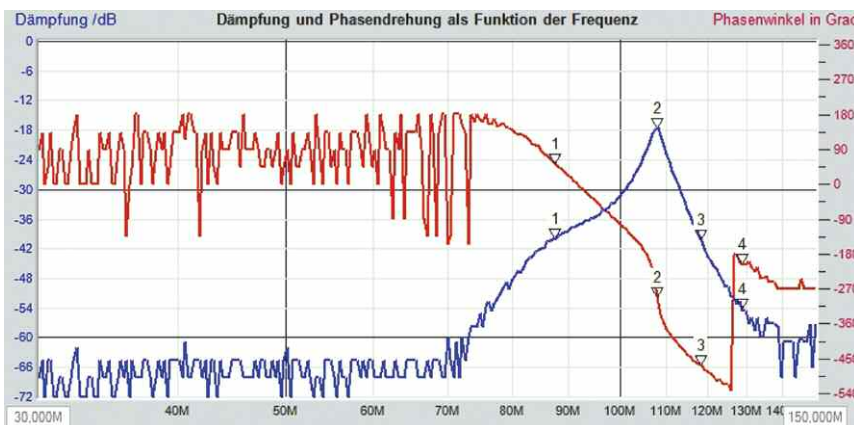


Рис. 15

Добротность контура под нагрузкой составляет $Q_n = 33...25$ в диапазоне 87,5...108 МГц, и полоса пропускания по уровню -3 дБ увеличивается с 3 МГц до 4,3 МГц.

канал приёма подавлен на 24 дБ на частоте 87,5 МГц, и это подавление увеличивается до 36 дБ на частоте более 98 МГц. Это существенно лучше, чем можно добиться в заводских УКВ-блоках.

1.11. Амплитуда сигнала гетеродина

Размах гетеродиного сигнала, поступающего на смеситель, определяет насколько он уходит в ключевой режим и формируется ООС на резисторе R27. При правильном размахе ток покоя увеличивается с 0,5 мА (без сигнала гетеродина) до 0,8 мА при оптимальном сигнале гетеродина размахом 400 мВ. Если этот эффект не наблюдается, нужно проверить гетеродин на предмет "вялой" генерации. На коллекторе транзистора VT4 размах сигнала должен быть несколько вольт, а на горячем конце контура размах — не менее 7 В, ближе к 10 В. С учётом ёмкости конденсаторов C5—C10 можно с поверенным ВЧ-щупом (с делителем 10:1 и входной ёмкостью 15 пФ) на контрольной точке "OSC" наблюдать сигнал размахом 270 мВ, который без щупа принимает значение 400 мВ.

Ёмкость конденсатора C32 не должна быть более 1,5 пФ, поскольку гетеродин должен работать правильно, что обеспечит одновременно его стабильность, малый уровень бокового шума и развязку контуров.

2. Выбор схемы выходного ПЧ-фильтра

Стыковка между выходом смесителя и УПЧ чаще всего портит УКВ-приёмники любой категории, это почти всегда "больное" место. Одна группа недоделок состоит в неправильной комбинации смесителя с колебательным контуром и отсутствии канальной селективности. В этом УКВ-блоке выход смесителя с транзистором, включённым по схеме с ОБ, можно считать идеальным источником тока, и ПЧ-контур практически не шунтируется смесителем. Вторая частая причина — это неудачная разводка (топология) от ПЧ-контура в УКВ-блоке ко входу УПЧ. Лучший вариант подачи сигнала на УПЧ — обмотка связи выходного контура, которую заземляют не в УКВ-блоке, а непосредственно в точке заземления первого УПЧ. Надо использовать линию связи, которая слабо чувствительна к наводкам, это может быть коаксиальный кабель или витая пара с существенной скруткой. В приёмниках "Океан"/Selena стыковка блоков происходит при импедансе 300 Ом и не терпит ёмкостной составляющей, поэтому линию стыковки нужно исполнить в виде скрученной витой пары.

ПКФ на частоту 10700 кГц для радиовещательных ЧМ-сигналов обычно рассчитаны на работу на сопротивление 330 Ом. В некоторых случаях эти же фильтры могут дать более качественную форму АЧХ при импедансе 300...270 Ом, редко при 360 Ом. Этот момент стоит уточнить заранее, проведя соответствующие измерения.

Для идеального налаживания УКВ-блока, уже в составе приёмника, в первом каскаде УПЧ надо установить временный блокировочный конденсатор ёмкостью 33 нФ за его коллекторный резистором и снять сигнал прямо с коллектора через разделительный конденсатор

ёмкостью 10 нФ на измеритель АЧХ (50 Ом). В УКВ-блоке на контрольную точку "OSC" подать ПЧ-сигнал размахом несколько милливольт (гетеродин выключить, можно временно на месте конденсатора C26 установить "блокировочный" конденсатор ёмкостью 10 нФ). В приёмниках до 1984 г. симулируют работу АРУ по постоянному току уменьшением напряжения смещения для транзистора и налаживают минимальный перепад формы АЧХ при симулированном действии АРУ.

2.1. Двухконтурный выходной ПЧ-фильтр для ПКФ

Ранее указанная комплектация схемы в первом разделе статьи обеспечит работу ПКФ, который установлен непосредственно на входе УПЧ на главной плате и при импедансе 330 Ом. Изменением номиналов резисторов R10 и R12 можно обеспечить согласование ПКФ. Используются в этом случае КПИ (L5 и L21) Q-4157 с 15-ю витками в контурной обмотке, изделия Q-3966 срабатывают при намотке 12 витков, изделия Q-3961 —

мотка связи должна иметь 6 витков (2+2+2). Подстроечный конденсатор устанавливают на место элемента, обозначенного на схеме CZ (расстояние между выводами — 5 мм), он отвечает за связь между контурами. Подстроечный конденсатор с максимальной ёмкостью 30 пФ может не обеспечить требуемой АЧХ, лучше бы использовать редкие подстроечные конденсаторы 10...70 пФ или с нижней стороны платы добавить выводной конденсатор ёмкостью 12...18 пФ.

2.1.1. Метод налаживания с генератором и осциллографом

На контакт "OSC" через разделительный конденсатор подать сигнал частотой 10700 кГц размахом не более 10 мВ (гетеродин выключен) и на выходе (контакты XT4 и XT5) при нагрузке 330 Ом налаживают почти ровную вершину АЧХ для полосы УПЧ по образцу на рис. 16 (диапазон качания частоты — 1600 кГц). Для этого подбирают резисторы R10 и R12, временно лучше применить выводные резисторы.

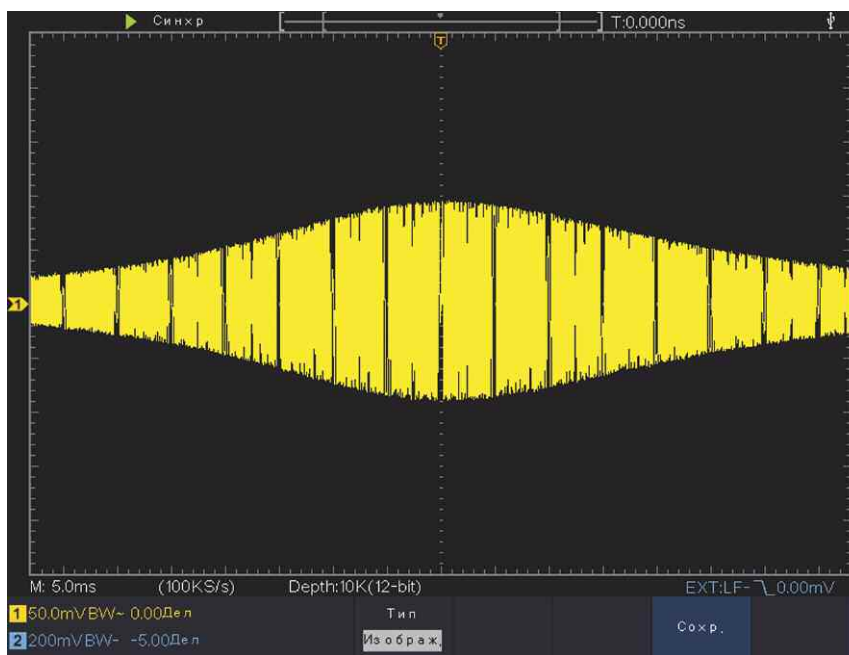


Рис. 16

при намотке 14 витков. Очень важным моментом оказалась сильная "трансформаторная" магнитная связь катушек L21 и L22. Катушка L22 должна содержать 5...6 витков в трёх нижних секциях, мотать надо, начиная снизу, от вывода, идущего к контакту XT5 (сигнальный). Провод соединительной линии, соединённой с контактом XT4, будет заземлён в УПЧ. Витки катушки L21 надо распределить на пять секций, горячий конец должен быть в верхней секции без ёмкостной связи с выходной обмоткой L22. Начинать мотать надо с холодного конца в нижней части каркаса. В средние и верхние секции надо добавить витки при использовании изделий Q-4157 и Q-3961, с ними об-

Следующий шаг — отключить временную нагрузку, и сигнал должен увеличиться до двойного размаха в области полосы пропускания ПКФ. Общая форма АЧХ LC-фильтра изменится, так как добротность системы увеличилась почти в два раза (рис. 17). Это корректируют подборкой резисторов R10 и R12. Получилась характерная АЧХ связанных контуров с сильной связью.

2.1.2. Метод налаживания с измерителем АЧХ

Подают сигнал через аттенуатор и разделительный конденсатор на контакт "OSC" и снимают сигнал с контактов XT4 и XT5 через резистор сопротив-

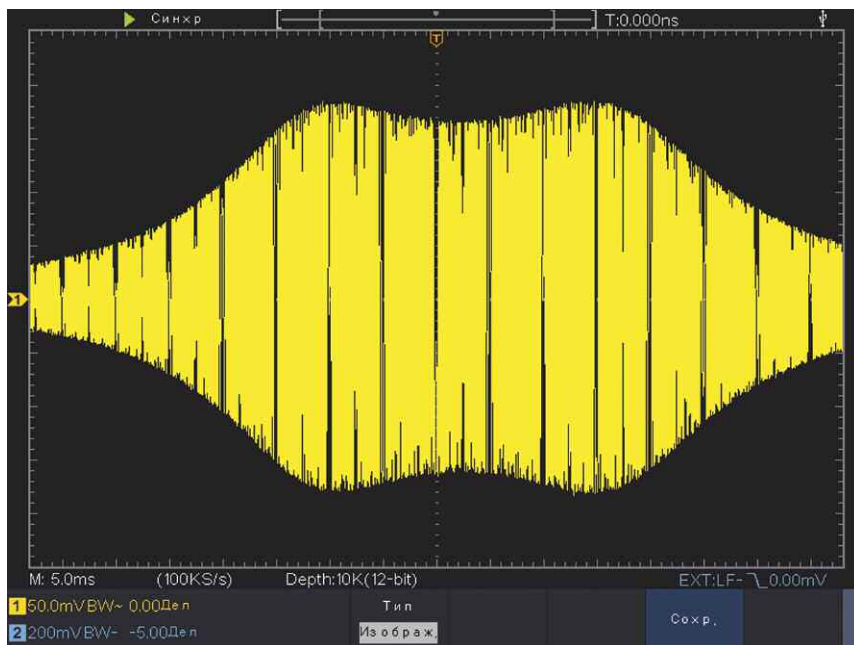


Рис. 17

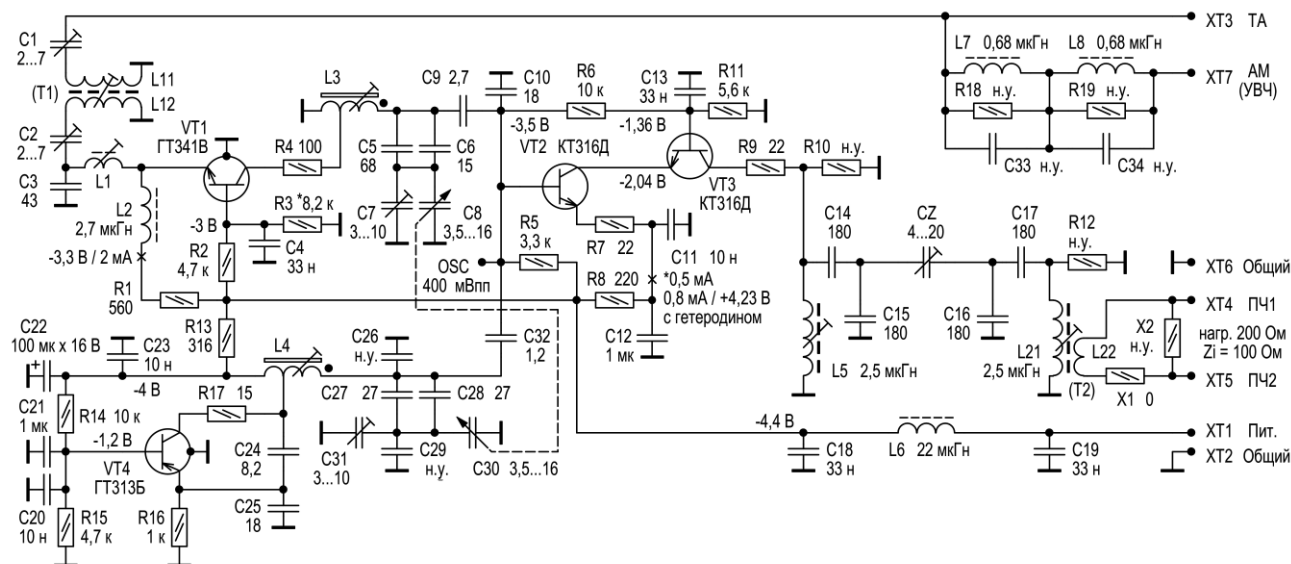


Рис. 18

лением 220...310 Ом для обеспечения штатной нагрузки 270...360 Ом. Добиваются формы АЧХ с "седлом", как показано на рис. 17. Затем подборкой резисторов R10 и R12 добиваются формы АЧХ, показанной на рис. 16, с уменьшенным на 6 дБ уровнем сигнала в полосе пропускания ПКФ. Желательно, чтобы сопротивления резисторов R10 и R12 были примерно равны, но идеальным было бы, чтобы сопротивление резистора R10 было на 30...50 % меньше сопротивления резистора R12.

2.2. Выходной ПЧ-фильтр с высокой добротностью

На рис. 18 показан вариант схемы универсального УКВ-блока в комплек-

тации для установки в приёмник "Океан-209", который прошёл хорошее общее восстановление и минимальные доработки по радиотракту (стабилизатор и настройка УПЧ по показанию индикатора) по причине ограниченных возможностей владельца при работе с ВЧ-узлами.

Так как старый заводской УКВ-блок образцов 1972 г. и 1976 г. имеет отличный выходной ПЧ-фильтр, было решено это оставить и в новом варианте. Ради исторической подлинности были применены транзисторы из середины 1970-х годов, питание осталось прежнее — -4,4 В, и применены оригинальные УКВ-КПИ, транзистор VT4 был использован штатный, как и КПЕ. Цепи смещения и эмиттерные резисторы

рассчитаны для напряжения питания -4,4 В, а для установки кремниевого транзистора на месте VT1 (УВЧ) нужно заменить резистор R1 другим меньшего номинала (430...360 Ом) для тока коллектора 1,8 мА. В смесителе отлично работает транзистор КТ316Д. Незначительно лучше будет транзистор КТ368А, который появился примерно в 1976 г. УКВ-КПИ для УВЧ и гетеродина получились ожидаемо с немного большей индуктивностью, следовательно, контурные конденсаторы стали меньше, чем в схеме для "Океан-214". В гетеродине конденсатор C28 (NP0, SMD) лучше бы заменить трубчатым конденсатором из старого приёмника с TKE M750.

В антенном диплексере были применены SMD-дрессели (680 нГн) типоразмера 1210 (рис. 19). У таких дресселей под пластмассой находится ферритовый магнитопровод типа "квадратная гантель", и они обладают растянутым резонансом в области частоты 100 МГц. Два таких дресселя обеспечат развязку около 23 дБ в диапазоне 80...120 МГц. Конденсаторы и резисторы, подключённые параллельно им на этот случай, не нужны. Это не самое хорошее решение, но для приёма в

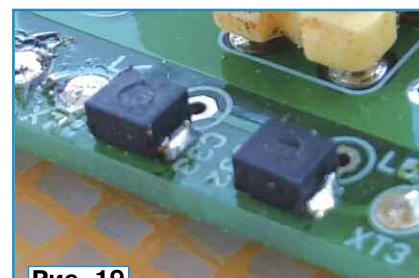
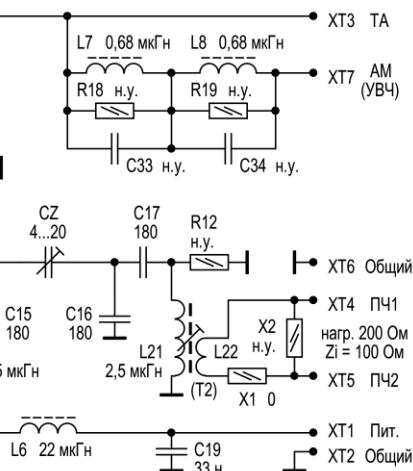


Рис. 19

провинции этого достаточно и всё равно лучше заводского варианта.

На выходе смесителя установлен полосовой фильтр с высокой добротностью, это реализовано на издели-

ях Q-3966 или Q-4157 с длинными подстроечниками. Подстроечным конденсатором связи на месте элемента CZ можно изменять полосу пропускания в широких пределах. Существенным моментом тут являются умеренная магнитная связь катушек L21 и L22 и полное отсутствие ёмкостной связи. Эти обмотки имеют соотношение витков (8...5):1, и поэтому работа АРУ в УПЧ не меняет форму АЧХ. Подборный выходной резистор сопротивлением 330 Ом на месте элемента с позиционным обозначением X2 рекомендуется установить для заводского УПЧ выпуска до 1984 г. Для УПЧ после 1985 г. его сопротивление надо увеличить до 470 Ом, а если в первом УПЧ увеличить ток покоя до 2...3 мА (нет АРУ), тогда этот резистор не устанавливают и выходная обмотка (L22) должна иметь два витка. На месте резистора R10 иногда требуется резистор сопротивлением 20...50 кОм для подавления паразитной генерации на ПЧ. Для изделий Q-3966 (Q-4157) контурная обмотка содержит 13(16) витков. Для хорошей дальней селективности витки выходной обмотки (L22) размещают в нижней секции. Контурную обмотку размещают в верхних секциях, начинают мотать с нижней секцией (холодный конец обмотки). Такая намотка позволяет уменьшить влияние на резонанс ёмкости относительно шасси выходной линии к УПЧ.

ПЧ-фильтр настраивают при внешней нагрузке 200 Ом, но лучше бы с рабочим первым каскадом УПЧ. Для лучшего качества звукового сигнала вершина АЧХ должна быть плоской с протяжённостью не менее 200 кГц. Полоса пропускания по уровню -3 дБ — 430 кГц и при отстройке на ± 400 кГц подавление составляет 12 дБ. На рис. 20 показана АЧХ фильтра с наилучшей настройкой, полоса пропускания по уровню -3 дБ — 280 кГц, соседний канал отстройкой $\pm 300(\pm 400)$ кГц подавлен на 14(18) дБ.

Симметричность АЧХ обеспечена тем, что связь контуров реализована с помощью ёмкостных делителей. При связи прямо к горячим концам контуров

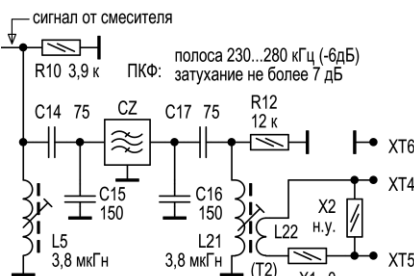


Рис. 21

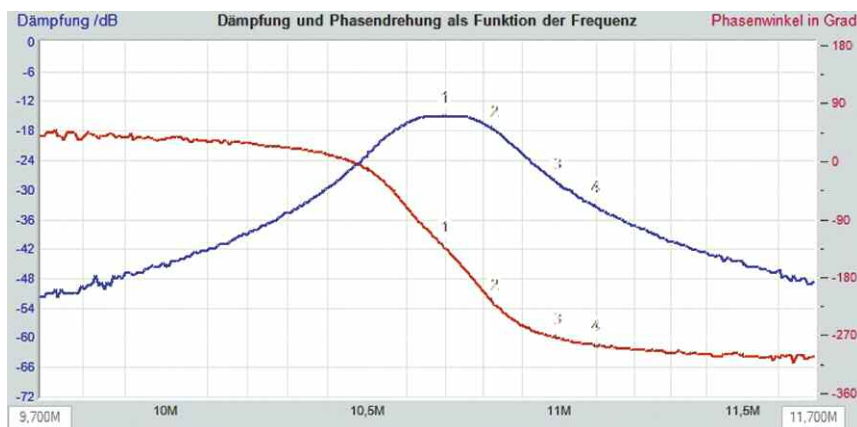


Рис. 20

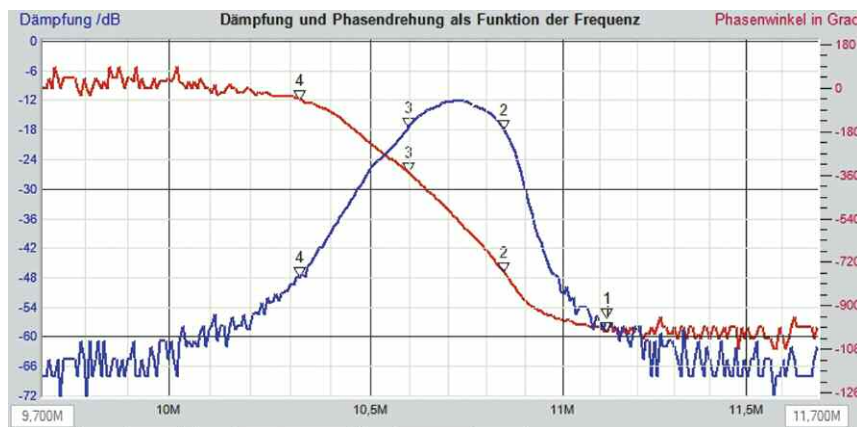


Рис. 22

высокочастотный скат получается пологим.

Стоит отметить, что этот фильтр в любом случае получится на класс лучше заводского в приёмниках выпуска после 1985 г., где на этом месте совсем отсутствует канальная селективность.

С новым УКВ-блоком этот (почти) заводской приёмник ожил и с УКВ-диапазоном возвращается в ежедневную жизнь владельца, а добавленное усиление пошло на пользу для провинциального УКВ-эфира.

2.3. ПКФ на выходе блока

Вариант УКВ-блока со встроенным ПКФ была задумана для приёмников до 1984 г. выпуска, в которых нет возможности качественно установить ПКФ на главной заводской плате, а в радиозфире присутствуют радиостанции на непосредственно соседних каналах, которых приёмники 2-й категории не особо хорошо разделяют друг от друга. На плате универсального УКВ-блока предусмотрено, что вместо элемента с обозначением CZ можно установить ПКФ в соответствии со схемой, показанной на рис. 21.

Суть этого варианта заключается в том, что ПКФ с относительно низким импедансом 330 Ом согласуется со смесителем с помощью ёмкостного делителя C14C15 при резонансе с катушкой L5, и смеситель работает на нагрузку с сопротивлением около 1,8 кОм внутри полосы пропускания ПКФ и сопротивлением 3,3 кОм — вне его полосы. Это обеспечит высокую чувствительность и усиление тракта, несмотря на затухание в ПКФ. Суммарная ёмкость 50 пФ в цепи коллектора транзистора VT3, образованная конденсаторами C14 и C15, хорошо подавляет гетеродинный сигнал до уровня примерно 100 мВ по размаху, и это не повлияет на линейность коллекторного выхода смесителя. Добротность контуров с резистором R10 составляет около 12, и это хороший компромисс, чтобы правильная АЧХ от ПКФ доминировала, а дальняя селективность была значительной.

Рекомендуется на месте транзистора VT3 установить транзистор с выводом от корпуса (КТ368А или КТ3127) для его заземления. На рис. 22 показана АЧХ тракта от базы транзистора VT2 до входа УПЧ. На месте элемента X2 установлен резистор сопротивлением 330 Ом, который снизит эффект изменения АЧХ при работе АРУ в УПЧ приёмника "Океан-209". Если первый УПЧ на главной плате переделан в каскод, можно увеличить сопротивление этого резистора до 680 Ом.

Был применён ПКФ среднего качества с полосой пропускания 230 кГц. При этом отечественные изделия показали себя также достойными после отбора явно дефектных (20 % из партии). Стенд для тестирования ПКФ сделать просто, для этого последовательно с входом и выходом измерителя АЧХ (50 Ом) надо установить резисторы сопротивлением 270 Ом для штатного согласования ПКФ по 330 Ом. Базовое затухание такого стенда будет 16...18 дБ (пере-

мычка вместо ПКФ). Подбирают ПКФ по хорошему виду АЧХ и затуханию в полосе пропускания не более 7 дБ.

На печатной плате можно установить классический вариант ПКФ с тремя выводами или современные SMD-типы с малым затуханием до 3...4 дБ. Для более старых изделий характерна разная крутизна скатов АЧХ, но даже низкочастотный скат получился лучше, чем с хорошим LC-фильтром. Соседний канал при отстройке на 300(400) кГц подавлен на 18(36) дБ, такие параметры имеют приёмники невысокой категории, а здесь ещё следует целый селективный УПЧ.

К сожалению, у большинства ПКФ не удастся получить плоскую вершину АЧХ в такой обвязке, но в схеме приёмников "Океан"/Selena это важно для устранения преобразования ЧМ в паразитную АМ. Можно в приёмниках до 1984 г. один из полосовых ПЧ-фильтров настроить провалом на 1...3 дБ по центру (увеличить связь между контурами) и таким образом компенсировать этот "горб" и в результате получить искажения аудиосигнала с уровнем менее -40 дБ.

3. Выводы и заключение

Универсальный УКВ-блок во всех вариантах показал себя технологичным для налаживания с высоким качеством. Можно использовать разные транзисторы с предсказуемым хорошим результатом. Также блок имеет хорошую повторяемость, если использовать проверенные компоненты. Этот блок изначально сделан для УКВ-диапазона 88...108 МГц, и нет лишних компонентов для работы в диапазоне OIRT.

Так как УКВ-блок имеет выраженную канальную селективность до входа первого транзистора в УПЧ, даже в её простой реализации она существенно улучшает УКВ-приём без глубокой доработки приёмника. Этот блок отлично справится с приёмом в современной эфирной ситуации провинциальных городов, когда нет поблизости областного передающего радицентра. Далеко за городом, на даче, хватит предельной чувствительности для стабильного УКВ-приёма с ТА. Хорошо показал себя кабельный вход для домашнего приёма, когда в квартире имеются всякие "странности" с УКВ-радиоволнами, как назло возникающие при приёме любимой радиостанции. Можно обеспечить качественный приём с несложной антенной на балконе или крыше. Входное затухание аттенуатора 6 дБ мало ухудшает приём от хорошо расположенной антенны, если не заниматься дальним приёмом.

Другое дело, когда попадаем в сложную электромагнитную обстановку мегаполиса, с крайне мощными радиостанциями, иногда с несколькими радиодиацентрами. Даже полностью задвинутая ТА не всегда спасёт. В универсальном УКВ-блоке слабым узлом оказался смеситель. В обстановке плотного заполнения радиоэфира на всех частотах число присутствующих сигналов зашкаливает, и смесителе не хватит линейности. Нужно другое техническое решение, но это будет уже новое путешествие по времени и "океанам".

Беседы о звуке

С. МИШЕНКОВ, д-р техн. наук, г. Москва

Домашние источники

Всю жизнь каждое мгновение человек собирает информацию, обрабатывает, хранит и использует, в том числе при преумножении её. Выделим звуковую часть проявления информации, точнее слышимую, не забывая об обязательной связи с остальными объёмами информации, воспринимаемыми другими органами чувств, ограничим местами пребывания и начнём с места проживания — дома.

Вспомним пути прихода слышимой информации. Общение между людьми, иногда групповое — три человека и более. Пение, игра на музыкальных инструментах начинают возрождаться, они частично уменьшались с ростом различной звуковоспроизводящей аппаратуры. Приём информации от СМИ — радиоприёмник, телевизор, компьютер, телефон, включая обращение к собственной аудио- и видеотеке.

Сравним электроакустические показатели качества различных систем доставки звуковых сигналов до акустической системы у слушателя.

В зависимости от структуры телефонного канала, например, аналоговая связь между морскими судами — АЧХ 300...2700 Гц; сухопутная связь — АЧХ 300...3400 Гц, цифровая мобильная связь — АЧХ 100...8000 Гц; для всех систем $N_{ш} < 33$ дБ, $K_r < 3$ %, УНЧ имеют большую верхнюю граничную частоту для приёма звукового вещания, хотя прослушивание передач вещания производится на добавочные головные телефоны, гарнитура которых служит антенной УКВ.

Связисты привыкли, что при полосе частот до 3500 Гц достигается слоговая разборчивость речи до 80 %, которая вполне достаточна для частных переговоров. Требования к телефонии растут: потребовалась повышенная комфортность, к разборчивости добавилась узнаваемость, которая особенно необходима военным, чтобы узнавать по голосу приказывающих командиров. Для звукового вещания слишком велика $N_{ш}$ и мала частота квантования 16 кГц вместо более 48 кГц.

Для идентификации человека по голосу требуются частота квантования больше 192 кГц и разрядность квантования 24. При таких условиях преобразование аналог—цифра и последующее восстановление цифра—аналог незаметны для всех видов звукоряда в случае применения каналов передачи с

соответствующими электроакустическими показателями.

На моём столе лежат четыре брошюры.

ГОСТ 11515-65. ТРАКТЫ РАДИОВЕЩАТЕЛЬНЫЕ. Классы. Основные качественные показатели.

ГОСТ 11515-75. КАНАЛЫ И ТРАКТЫ ЗВУКОВОГО ВЕЩАНИЯ. Классы. Основные параметры качества.

ГОСТ 11515-91. КАНАЛЫ И ТРАКТЫ ЗВУКОВОГО ВЕЩАНИЯ. Основные параметры качества. Методы измерений.

ГОСТ Р 52742-2007. КАНАЛЫ И ТРАКТЫ ЗВУКОВОГО ВЕЩАНИЯ. Типовые структуры. Основные параметры качества. Методы измерений.

СМИ образуются на сетях связи общего пользования, живут и непрерывно развиваются вместе с ними. Развиваются теория, понимание вносимых ими помех и искажений, методики контроля качества и соответствующие измерительные приборы. Каждый последующий ГОСТ вносит что-то новое.

В 1965 г. впервые появилось деление канала звукового вещания на тракты формирования, первичного и вторичного распределения. Определение канала появилось только в 1975 г.

В ГОСТе 11515-65, основываясь на значениях заметных слушателями искажений и помех, нормированы основные качественные показатели трактов (понятие тракт введено впервые):

а) воспроизводимый диапазон частот и неравномерность АЧХ в воспроизводимом диапазоне частот;

б) среднеквадратичный коэффициент гармоник K_g ;

в) фоны частот 50, 100 и 150 Гц;

г) шум;

д) внятные переходные помехи.

По воспроизводимому диапазону частот 30...15000 Гц, 50...10000 Гц или 100...6000 Гц разделили каналы и тракты на классы: высший, I или II соответственно.

В ГОСТе 11515-75 II класс имеет АЧХ до 6300 Гц; начиная с ГОСТа 11515-91, II класс — 50...6400 Гц и даже 50...7000 Гц, высший класс — 40...15000 Гц. Безусловно, такие изменения значений АЧХ выполнены в соответствии с изменениями оборудования трактов — улучшает звучание оборудования тракта II класса и практически не ухудшает звучания оборудования высшего класса.

Среднеквадратичный коэффициент гармоник, в процентах, не более, — на частотах (выберем от 200 до 4000 Гц), по классам — 1/0,6; 2,5/1,2 и 4/2. В числителе указаны значения K_g при номинальном уровне измерительного сигнала.

Окончание.

Начало см. в "Радио", 2024, № 3—5

ла, а в знаменателе — при всех уровнях от 0,5 номинального до 0,1 номинального уровня для устройств, имеющих двухтактные каскады.

Современное нормирование нелинейности цифровых каналов — более жёсткое для каналов 40...15000 Гц, включая радиопередатчики, $K_v < 1,3 \%$.

Особенно изменилось нормирование шумов и помех.

Исчезло нормирование фонов 50, 100 и 150 Гц, поскольку исчезли проблемы с питанием накала радиоламп постоянным током (основная проблема в микрофонных и усилителях воспроизведения магнитофонов, перешли на транзисторы и интегральные микросхемы).

В два раза снизились требования по внятным переходным помехам: вместо $N_{\text{ш}} < 80$ дБ нормировали $N_{\text{ш}} < 74$ дБ. Конечно, заметность внятных помех не уменьшилась, уменьшились трудно достижимые запасы по заметности в различных звеньях трактов, особенно коммутационных многопрограммных аппаратов, многоканальных линий связи. Даже эта норма недостижима для высокочастотных программ трёхпрограммных радиотрансляционных сетей, в соответствии с физикой распространения по стальным цепям, параметры которых определяются протекающим током. Это справедливо в основном для помех от первого канала.

Переворот в проявлениях и возможностях восприятия основных показателей каналов произошёл при "цифровизации". Главное свойство цифровых каналов — стабильность основных показателей: коэффициента передачи, линейных и нелинейных искажений, которые определяют входным сигналом, работой преобразователя аналог—цифра (АЦП) и работой цифроаналогового преобразователя (ЦАП). Помехи в канале распространения цифрового сигнала могут приводить к неправильному приёму пакетов, их полному пропаданию и перерыву связи.

При аналоговой передаче можно уловить смысл передаваемого сигнала даже с уровнем меньше уровня помех, спасением при цифровой связи является введение избыточности в передаваемый сигнал для увеличения вероятности его восстановления при действии определённых помех. Лучшие умы занимаются поиском методов кодирования, обеспечивающих избыточную передачу пакетов при воздействии определённых видов помех.

Специфические "стуки" и "заикания" при передаче по интернет-протоколу (IP) особенно неприятны на громких звуках, на тихих они менее заметны. Мы наблюдаем трансформацию аддитивных помех канала передачи в мультипликативные: $V_{\text{вых}} = K_{\text{пер}} \times V_{\text{вх}}$, где $K_{\text{пер}}$ канала изменяется от единицы до нуля при превышении помехами в цифровом канале критического значения.

Введение добавочного кодирования и раскодирования приводит к задержке передачи сообщения, величина которой зависит от свойств канала в момент передачи и его загрузки. При коммерческой телефонии можно переспросить и, соответственно, повторить часть

сообщения, в звуковом вещании это недопустимо.

Здесь не приводятся структурные схемы каналов звукового вещания. Они достаточно разнообразны для каждого конкретного слушателя/зрителя. Все каналы составлены из различных по среде распространения трактов: даже в одной квартире — оптические кабели, медные, стальные, радиоканалы в различных системах связи, включая по питающей электропроводке.

Даже связисты-профессионалы спорят о классификации сетей связи общего пользования, в которых организуются каналы звукового вещания, причём все сети "дышат" и могут менять свою конфигурацию при реконструкции, для резервирования, на время устранения повреждений. Система эксплуатации призвана обеспечить показатели качества, необходимые для оказания конкретных услуг связи.

Во всех рассмотренных ГОСТах, международных стандартах и рекомендациях приведены электрические показатели от выхода микрофона до антенны радиопередатчика или до абонентской розетки сетей проводного вещания (ПВ).

Существует нормативная литература и стандарты на микрофоны, звукозаписывающие устройства и различную бытовую аппаратуру, но нет стандартов "от воздуха до воздуха" на соответствие звучания у слушателя звучанию в фониической аппаратуре. Причина кроется в меняющихся условиях прохождения сигнала от выхода передатчика до радиоприёмника и его выхода, от условия распространения радиоволн в данный момент, а главное, в отсутствии в настоящее время полного описания звукового поля, соответствующего слуховому восприятию человеком любых звуковых отрывков.

Моё поколение выросло, слушая радио и проводное вещание. Электроакустические показатели каналов, включая радиопередатчики, до выхода в антенну, работающие в диапазонах длинных, средних, коротких и ультракоротких волн, соответствовали первому и высшему классу качества звучания соответственно. Необходимо знать, что некоторые АМ-передатчики имели ограничение верхних частот АЧХ в зависимости от радиочастотной обстановки в конкретном регионе.

Радиоприём местных станций на СВ днём (ночью увеличиваются внятные помехи от дальних станций) обеспечивает у радиослушателя первый класс, а на УКВ ЧМ — высший класс качества звука. К сожалению, сигналы почти всех ЧМ-передатчиков жёстко обработаны авторегуляторами, как будто их должны слушать в открытых кабинах тракторов сороковых годов. "Громко — хорошо", но к серьёзной музыке этот лозунг отношения не имеет, поскольку для качественного приёма необходимо высокое значение уровня несущей, а не квазипиковые значения сигнала.

В периоды хороших прохождений высококачественный приём обеспечивался на верхних диапазонах КВ (11 метров, 13 метров, 16 метров, 19 метров). Некоторые музыкальные записи пере-

дач BBC и DW украшают фонотеки филофонистов.

Путешествия по радиоэфире были любимы всеми своей непредсказуемостью, открытиями неизвестных речевых и музыкальных радиостанций. До развала СССР в эфире была война двух идеологий, подкрепляемая способами и объёмами передаваемой информации и технически: уровнем несущей, громкостью, разборчивостью и, одновременно, сохранением художественного восприятия голоса исполнителя, всего сообщения.

До восьмидесятых годов наша страна обладала самым мощным парком радиовещательных передатчиков, обеспечивавших обслуживание территорий на 72 языках по всему миру. В девяностых годах завершение борьбы идеологий привело к перемирию в радиовойне, а расширение сети Интернет и звукового вещания дало начало закрытию мощного звукового вещания во всём мире.

"Незачем греть землю на антенных полях. Люди слушают и смотрят Интернет" — под таким лозунгом произошло консервирование или просто закрытие мощных АМ-радиопередатчиков. "Доступ к интернет-сообщениям от определённых адресов ограничивается владельцами сети". Такие действия невозможны в условиях согласия и дружбы всех стран — этот диалог возобладал и вместе с зарубежным информационным вещанием, в том числе на русском языке, была уничтожена возможность принимать радиоголос Москвы радиослушателям на территориях России далее 50 км от городов, поскольку вещание — в УКВ-диапазоне.

Демагогические заявления о возможности приёма сигнала с геостационарных спутников разбиваются затруднениями приёма севернее 72-й параллели — необходимо поднимать приёмные антенны, что возможно на ледоколе, но невозможно в тайге или тундре одному охотнику, геодезисту, геологу...

Конечно, возможность обслуживания абонентов спутниковой мобильной связью и вещанием появится после создания группировки из нескольких сотен низколетящих спутников или десятка спутников на квазистационарных эллиптических орбитах, не требующих непрерывной коррекции направленности приёмных антенн, а пока несколько миллионов человек лишены постоянно необходимой информации.

Перевод в систему Интернет, безусловно, расширяет возможности звукового и телевизионного вещания как по неограниченному числу выбираемых потребителем программ, так и по возможности достижения необходимого качества по АЧХ и шумам квантования, но приводит к специфическим помехам IP и к значительному увеличению обрабатываемых объёмов информации.

Очень интересные сайты, позволяющие прослушивать эфир в различных точках мира. Находясь в Москве, я, слушая, перестраиваю радиоприёмники, находящиеся в нескольких городах Австралии.

Наиболее часто работа цифровых звуковых каналов осуществляется по

стандарту MP3 (MPEG 1) — это один из первых работающих стандартов устранения избыточности звукового сигнала. Эта и последующие модификации стандартов сжатия применяют в построении цифровых каналов по системам DRM, DRM+ и пр. в диапазонах СВ, КВ и УКВ, занимая разрешённый для аналоговых передатчиков звукового вещания частотный спектр. В некоторых Скандинавских странах и Великобритании отказываются от УКВ ЧМ-радиовещания, "приучая" радиослушателей к специфическим искажениям.

Поиск информации в Интернете чем-то схож с прослушиванием эфира и эквивалентен, во впечатлению, неограниченному выбору информации. К сожалению, необходимый выбор можно осуществить, представляя весь объём информации, что делают коллективы редакторов передач. Самостоятельный перебор информации случаен, а выбор определяется желанием подтверждения внутреннего понимания явления какждым.

Из-за многолучевого распространения радиоволн УКВ-диапазона (интерференции с отражёнными лучами) в автомобиле, на некоторых участках улиц возникают зоны заметных нелинейных искажений, особенно неприятных на остановках перед светофорами. Выработалась привычка подвигаться на 0,5...0,7 м до исчезновения искажений. Для радикальной борьбы с ними была предложена "Наземная цифровая система звукового вещания" (Terrestrial Digital Audio Broadcasting T-DAB). Для сравнения с УКВ ЧМ в Висбадене (1996 г.) были задействованы цифровой и аналоговый УКВ-передатчики на одной программе. К сожалению, большинство участников конференции по назначению радиочастотных полос для работы T-DAB предпочитало звучание ЧМ-передатчика.

В нашей стране в телевизионные мультимплексы DVB-T2 вводятся три канала звукового вещания. Вместо телевизоров их удобно принимать цифровыми приставками для аналоговых телевизоров.

Радиоточка ПВ обеспечивает доставку сигналов первой программы по первому классу с некоторым запасом, приближающим её в городах к высшему по АЧХ, К_с и интегральным шумам. Проведённые в семидесятые годы субъективно-статистические экспертизы на заметность разницы в звучании радиоприёмника "Фестиваль" при приёме УКВ ЧМ на расстоянии 1,5 км от Останкинской башни (прямая видимость, отсутствие многолучевости) и сигнала первой программы Московской радиотрансляционной сети (МГРС), подаваемого на адаптерный вход УНЧ через делитель напряжения до 0,3 В и симметрирующий разделительный трансформатор, показали полную незаметность всеми экспертами смены источника программы.

Сети ПВ в СССР получили широчайшее распространение (до 70 млн точек). Главными причинами такого массового распространения послужили простота и дешевизна услуги (50 коп. в месяц), высокое качество и надёжность.

Конечно, большинство радиослушателей использовали оконечные устройства, обеспечивавшие звучание первого и даже второго класса сложности. Их не выключали круглые сутки, просыпаясь под звуки "Говорит Москва" и занимаясь любыми видами работы, непрерывно получая текучую информацию.

Музыкальные комплексы и радиоприёмники повышенного класса выпускали с дополнительными входами для работы от сети ПВ.

Кроме информационных, образовательных и развлекательных функций, ПВ лучше всех остальных систем связи может производить массовое оповещение населения при любых чрезвычайных ситуациях. ПВ обеспечивает деление оповещаемой территории на секторы и не зависит от обесточивания оповещаемых секторов городов.

Иван Александрович Шамшин, главный инженер МГРС, провёл первую учебную тревогу новой системы оповещения в Москве за месяц до начала войны. Именно он спроектировал и воплотил в жизнь трёхзвенную систему ПВ, её управление и контроль.

Для повышения надёжности трёхзвенная сеть ПВ имеет четырёхкратное резервирование по мощным усилителям, двухкратное резервирование по магистральным фидерам и имела в МГРС среднее время устранения любой неисправности от заявки абонента — один час и двадцать пять минут.

Во время Великой Отечественной войны ПВ спасло тысячи жизней. Звуки метронома в блокадном Ленинграде предупреждали жителей об опасности.

Иван Александрович сначала обиделся на термин "кухонное радио", а через месяц резюмировал: "Правильно. Оно необходимо как свет, вода, газ...". Качественные показатели "кухонного радио" превышают аналогичные требования Hi-Fi по немецким стандартам.

В МГРС был сформирован коллектив единомышленников, усилия которых были направлены на повышение качества оказываемых услуг и поиск новых.

Вершиной можно считать проект "Социальная розетка", объединяющий расширенные функции массового оповещения (принудительное включение громкоговорителя в самой розетке) и сбор тревожных данных от каждой розетки.

Перейдём к собственным, возможным в каждом доме источникам звука.

На первом месте были, конечно, граммофонные пластинки и устройства для их воспроизведения — электрофоны. Процессы записи, изготовления, включая тиражирование грампластинок, доставку, хранение и её звуковоспроизведение, определяют максимально возможные электроакустические показатели канала воспроизведения.

Грампластины делаются по своей основе: шеллак или подобный пластик с очень твёрдым наполнителем (мелкодисперсный порошок из шифера) или "винил" (97 % — сополимер винилхлорида с винилацетатом и 3 % — технологические и красящие добавки).

Шеллачные пластинки были предназначены для проигрывания на граммофонах, патефонах, превращающих

поперечные колебания звуковой канавки в акустические (ширина канавки — 140...180 мкм, при плотности записи в среднем 38 канавок на 1 см, частота вращения — 78 об/мин).

Воспроизводящий элемент (мембрана) нажимал на стальную иглу с приведённой массой более 100 г. Игла стёрлась после проигрывания нескольких грампластинок и подлежала замене из-за возрастающего разрушения канавок. Частицы твёрдого заполнителя обеспечивали прочность пластинок и приводили к шумам 38...40 дБ. Возможно, совершенство технологии могло уменьшить размер частиц, но внедрение электрического метода воспроизведения позволило значительно снизить требуемую прочность, перейдя к выпуску виниловых долгоиграющих пластинок.

Виниловые грампластины предназначены для воспроизведения сигналов электрофонами с частотой вращения 33,33 об/мин или 45,11 об/мин звукозаписывателями с приведённой к игле массой 1...2 г, ширина канавки — до 70 мкм, до 100 канавок на 1 см. Плотность канавок на сантиметр может изменяться в зависимости от максимального уровня сигнала. Шумы виниловых пластинок уменьшились до 60 дБ. Материалы и технология производства пластинок совершенствовались начиная с ГОСТа 5289-94. ГРАМПЛАСТИНКИ АНАЛОГОВЫЕ. Общие технические условия.

В соответствии с этим ГОСТом

Эксцентриситет (э), мм, не более 0,2
Коробление (А), мм, не более 1
Отношение сигнал/шум, дБ, не менее 60 дБ
Уменьшение сигнал/шум после 50 проигрываний (износостойкость), дБ, не более 2

Исторически сложились диаметры бытовых грампластинок: 30 см, 25 см и 17,5 см. Минимальный конечный диаметр записи $D_k = 120$ мм. Диаметр центрального отверстия $D = 7,24 + 0,2$ мм для пластинок 33,33 и 45,11 об/мин (возможен $D = 38,24 + 0,2$ мм для пластинок диаметром 17,5 см для проигрывания на автомобильных электрофонах). Посадочное отверстие шеллачных пластинок необходимо развальцевать (не ножом или ножницами) конусной шарошкой или круглым коническим концом пластмассового карандаша, стараясь не увеличивать эксцентриситет отверстия от центра (не более 0,2 мм).

Главное в любом устройстве памяти — обеспечить воспроизведение выходных сигналов, соответствующих входным с допустимыми значениями искажений и помех.

Прежде всего, необходимо обеспечить равенство скоростей записи и воспроизведения. Заложенные в технические условия параметры грампластинок обеспечивают коэффициент детонации $K_d = 2\pi / D_k = 2\pi \times 0,2 / 120 = 0,0033$ за счёт эксцентриситета центра пластинки и за счёт коробления $K_d = A / D_k = 1 / 120 = 0,0083$. Такие детонации с частотой 0,55 Гц на слух незаметны.

Отношение сигнал/шум справедливо только для немой канавки (в паузе сигнала), говорит об однородности массы грампластинок и точности соблюдения технологии её записи и тиражирования.

Основные искажения и помехи возникают при воспроизведении из-за нестабильности поддержания значения частоты вращения диска, ошибок огибания иглой звуковых канавок, различных путей движения рекордера и головки звукоснимателя, общей неточности работы головки звукоснимателя и различных вибраций и электрических наводок электропроигрывающего устройства (ЭПУ).

Бытовую аппаратуру делят не по показателям качества, а по категориям сложности, в которые входят показатели качества, а по сложности добавляют различные устройства, обеспечивающие различные дополнительные услуги и, обязательно, какие-то дополнительные регуляторы (ручки и кнопки).

Показатели качества нулевой (высшей) и первой групп сложности превосходят стандарты для тракта формирования программ звукового вещания, например АЧХ — 20...20000 Гц. Не очень понятно, зачем, поскольку спектр звуковых сигналов ограничен диапазоном 40...15000 Гц в вещательном тракте формирования. Возможно, расширение АЧХ выравнивает ФЧХ, но она не нормируется.

Запись двух каналов стереофонического сигнала одним резцом в одной канавке была предложена А. Блюмлейном в 1931 г. С 1958 г. начался выпуск стереофонических долгоиграющих пластинок стандарта 45/45, при котором сигналы обоих каналов записываются каждый на свою стенку канавки. Возникающие при стереофонической записи расширение и углубление канавок не уменьшают допустимой плотности канавок на сантиметр.

Принятые принципы, технология записи и тиражирования позволяют считать новую долгоиграющую виниловую граммофонную пластинку источником бытового тракта, аналогичного тракту формирования звукового вещания высшего класса по АЧХ, нелинейности и шумам.

Для создания тракта высшего класса необходимо ЭПУ, обеспечивающее съём информации с частотой вращения диска, равной частоте вращения планшайбы при записи с точностью не хуже $\pm 0,25\%$.

Неогибание звуковой дорожки иглой принципиально обязательно из-за разных форм резца рекордера и иглы ЭПУ, резец обязательно имеет острые грани для резки лакового диска, а на игле аналогичные грани сглажены для уменьшения износа канавки при проигрывании. Первые иглы были коническими с закруглённым остриём.

После исследований различных форм сечений (вплоть до сечения, подобного трапеции) пришли к эллиптическим иглам, причём сечения некоторых типов игл несимметричны относительно длинной оси эллипса. Длинная ось эллипса сечения воспроизводящей иглы должна быть строго перпен-

дикулярна канавке записи, а геометрия конуса и наклон относительно плоскости грампластинок должны строго выдерживаться. Наклон иглы регулируется высотой горизонтальной оси тонарма (определяется конструкцией головки звукоснимателя).

Движение рекордера при записи производится строго по радиусу вращающейся планшайбы. Существуют ЭПУ с "тангенциальными" тонармами, но их конструкция весьма сложна ввиду переменного шага канавок, определяемого характером записываемого сигнала, а системы, следящие за положением тонарма, инерционные и всегда вносят определённую ошибку.

В пятидесятые годы прошлого века во Всесоюзном институте звукозаписи (ВИАИЗ) была проделана работа, показывающая, что при длине тонарма 720 мм максимальный $K_r < 0,5\%$.

В 1964 г. было изготовлено ЭПУ, у которого на мощной деревянной раме, на пружинных амортизаторах были установлены два блока: трёхскоростной механизм с чугунным диском массой 11 кг, двигатель от магнитофона "Яуза-5" с трёхступенчатой насадкой с частотой вращения 1480 об/мин, чтобы уменьшить частоту вибрации ниже 25 Гц. Из-за ошибки в изготовлении насадки пришлось питать электродвигатель сигналом с частотой 38...40 Гц от звукового генератора "ЗГ-10". Для уменьшения вибрации от опорного подшипника диска под опорный шарик подложена плоская прокладка из полиэтилена толщиной 1 мм.

На втором блоке смонтирован тонарм длиной 730 мм, изготовленный из прямой трубы из мягкого (пищевое) алюминия диаметром 10 мм с толщиной стенки 0,5 мм. Трубка была заполнена самовспенивающимся пенопластом, никаких резонансов тонарма не зарегистрировано. Тонарм балансировался по всем направлениям, имелось устройство компенсации скатывающей силы. Прижим осуществлялся грузами массой 1 г или 2 г (медные копейки).

Необходимо отметить, что не следует выходить за рамки рекомендованного в инструкции значения приведённой массы. Её снижение не уменьшит износ пластинок, а приведёт к худшему огибанию иглой канавки, выбрасыванию иглы из канавки и к её повреждению в этот момент. Завышенная масса приводит к увеличенным нелинейным искажениям головок.

Из-за отсутствия магнитной головки была применена пьезоэлектрическая от электрофона РГ-5С (продавались как стерео для долгоиграющих, так и моно для шеллачных пластинок). АЧХ с измерительной пластинки получилась достаточно ровной до частоты 16 кГц, но прослушивались нелинейные искажения при громких звуках.

Для уменьшения нелинейных искажений головки были удлинены с помощью фольги и эпоксидного клея хвостовики иглодержателя на 7...8 мм (на такое расстояние увеличился рычаг до точки передачи колебаний на пьезоэлемент, уменьшая на нём амплитуду колебаний), отдача с измерительной пластинки упала в четыре раза.

Борясь с наводками в длинных проводах до входа усилителя, пришлось непосредственно в корпусе головки смонтировать два эмиттерных повторителя на малошумящих транзисторах П28. Измеренный с помощью измерительной пластинки $K_r = 1,2...1,3\%$. В результате всё устройство при воспроизведении измерительных пластинок соответствовало устройствам высшей группы сложности и обеспечивало показатели высшего класса качества канала вещания в полосе частот 40...15000 Гц.

При замене иглы для долгоиграющих пластинок на иглу для шеллачных пластинок было исследовано звучание монопластинок 20—30-х годов в стереорежиме. Звучание исполнителя сосредоточивалось около центра, а шумы распределялись достаточно равномерно по всей базе, что позволило синтезировать устройство шумопонижения для старых монофонических пластинок при их реставрации.

Комплекс проработал несколько лет и был заменён более компактным с магнитной головкой и эллиптической иглой. Очень хорошо показал себя "Корвет ЭП-003", тонарм которого демпфирован жидкостью в промежутке между двумя сферами подвески. Единственный его недостаток — невозможность оперативной смены головок.

Многолетнее воспроизведение грампластинок показало, что иметь серьёзное трёхскоростное ЭПУ не очень рационально (надо менять головку). Гораздо проще иметь отдельно добавочный ЭПУ более низкого уровня для шеллачных пластинок, поскольку их шум значительно больше долгоиграющих и скрадывает дефекты ЭПУ, а при воспроизведении треснутых или глубоко царапанных пластинок можно лишиться не очень ценной головки.

В мире выпущены миллиарды грампластинок, и несколько миллиардов человек слушают их достаточно часто, наслаждаясь и отмечая дефекты звучания, начиная с первых проигрываний. Для начала у вас роятся мысли о "родословной" этого диска. Отложив эмоциональное впечатление об исполнении и режиссёрской работе, вы попытаетесь понять, соответствует ли техническое качество ожидаемому.

Можно глубокомысленно рассуждать о месте вашего экземпляра от начала печатания с матрицы (надо быть первыми, но не очень...), забывая о числе изготовленных матриц и числе прессов, параллельно печатающих тираж. Конечно, профессионалы, долго работающие в отделе технического контроля фабрики грамзаписи, могут отличить продукцию, вышедшую с какого-то из десятков прессов, но вам это умение даже вредно: вместо наслаждения иллюзией присутствия при рождении какого-либо образа вы будете выскидывать малозаметные, возможно, несуществующие дефекты.

Ваша задача — сохранить качество пластинок на долгие годы. Основные враги: проигрывание высококачественной записи изношенной иглой неисправного ЭПУ, приводящее к разрушению звуковых канавок (шумы, трески,

повышенные искажения), коробление и загрязнение при хранении и проигрывании. Страшна пыль из окружающей среды, включая бумажные конверты (соскакивая с пылинки при проигрывании, игла выдалбливает материал из стенок и дна канавки, увеличивая её при каждом последующем проигрывании).

По очистке и мойке грампластинок можно найти множество советов, начиная от кисточек и щёточек и кончая применением специальных моечных машин с применением ультразвука. Не ленитесь смахивать пыль безворсовой влажной материей, пропитанной спиртовым раствором или специальным очистителем ОП-7, уменьшающим последующую электризацию пластинки (ОП-7 моют крылья самолётов перед полётами). Главное, любой очиститель не должен содержать абразивных частиц.

Любителям музыки часто хочется скопировать некоторые отдельные произведения или целые спектакли, которые нельзя приобрести для своей фонотеки. Некоторые любители создавали аппараты для механической записи на целлулоидные диски (хорошо подходили в качестве основы рентгеновские снимки). У некоторых ещё сохранились "записи на рёбрах", которые были быстро вытеснены магнитофонными.

После изобретения в 1898 г. магнитная запись пришла в звуковое вещание в 1930—1940-е годы, бурно развивалась и быстро достигла показателей, позволяющих выполнять роль самых высококачественных первичных источников звукового сигнала при его создании в трактах формирования каналов вещания и записи пластинок. Особенный прорыв в качественных показателях совершило применение высокочастотного подмагничивания, значительно снизившего шумы и нелинейные искажения (Берлинский радиодом 1941 г.) по сравнению с применявшимся при записи подмагничиванием постоянным током.

Теория процессов магнитной записи на ленту с тонким магнитным слоем с кольцевой головкой разработана достаточно подробно. Необходимо помнить, что частотные свойства тракта записи—воспроизведение определяют скорость движения ленты, толщину ферромагнитного слоя, толщину рабочего зазора воспроизводящей головки, точность выполнения грани зазора, с которой сбегает лента записывающей головки, её конструкция и выбор значения тока высокочастотного подмагничивания; уровень шумов и нелинейные искажения на выходе тракта определяются теми же показателями, но их оптимумы для получения лучших значений различных характеристик тракта не совпадают.

Современные ленты и элементная база позволили обеспечить показатели качества аналоговых бытовых катушечных и кассетных магнитофонов не ниже второго класса сложности, которые соответствуют стандартам на тракты звукового вещания высшего класса качества (искажения и возникающие в

них помехи не заметны профессиональным экспертам). К сожалению, в ГОСТе не упомянуты показатели по копирэффекту и специфическим шумам, определяемым значением частоты генератора высокочастотного подмагничивания.

Копирэффект проявляется как внятное эхо (одно или несколько), повторяющее или предваряющее сигнал на несколько секунд, и определяет минимальное расстояние между ферромагнитными слоями ленты (ограничивает уменьшение толщины основы применяемой ленты и плотность её намотки).

Классический выбор минимальной частоты генератора высокочастотного подмагничивания производится из условия не менее пяти перемагничиваний частиц слоя за время их прохода над рабочим зазором головки записи. Запоминание значения намагниченности происходит над "сбегающей" гранью зазора записывающей головки в момент уменьшения напряжённости магнитного поля, создаваемого суммой токов высокочастотного подмагничивания и сигнала (происходит как бы квантование сигнала).

Ограничением минимизации частоты высокочастотного подмагничивания является уровень шумов из-за неточного представления записываемого сигнала по теории отсчётов В. Котельникова. Именно по этой причине частоту генераторов высокочастотного подмагничивания возрождающихся магнитофонов задают не менее 600...700 кГц.

Всё развитие магнитной звукозаписи проходило с уменьшением скорости движения ленты и уменьшением ширины магнитных дорожек. Не будем перечислять все стандарты профессиональной и бытовой магнитной записи звука, но подчеркнём, что основа всех мероприятий по уменьшению объёма носителя упирается в повышение качества ленты и увеличение сложности и точности выполнения лентопротяжных механизмов. Магнитофоны высоких классов оснащаются различными устройствами, уменьшающими шумы — от противозумовой частотной коррекции до динамических шумоподавителей и даже компандерных систем.

К сожалению, работа таких устройств приводит к ухудшению некоторых других показателей. Попытка расширения полосы пропускания бытового магнитофона в пятидесятые годы подъёмом высших частот сигнала при записи привела к очень заметным нелинейным искажениям и появлению с-искажений, к настоящему исследованию которых я пришёл через двадцать лет.

Показатели качества магнитофонов высокого класса опережали аналогичные показатели вещательных радиоканалов и каналов проводного вещания, что позволяло составлять фонотеки произведений, значительно отличающихся по качеству от радиопередач, грампластинок и хранимых магнитофонных фонограмм. Особенно расширились АЧХ и снизился уровень шумов.

Во многих домах число оконечных звуковоспроизводящих устройств пре-

вышает десяток, с устаревшими, но работающими, которые жалко выбросить (даже нельзя, поскольку сохраняются носители информации, выполненные по устаревшему стандарту, не совместимому с существующим). Например, в квартирном звуковом уголке стоят аналоговые магнитофоны, использующие ленту шириной 6,25 мм (возможно, и 6,35 мм), двухдорожечные со скоростями движения ленты 381 мм/с и 190,5 мм/с STM310 и REVOX, четырёхдорожечный "Олимп-005" со скоростями 190,5 мм/с и 95,2 мм/с, кассетный — 47,52 мм/с и 95,2 мм/с.

Первоначально магнитофоны использовались для записи отрывков радиопередач. Не могу не отметить, что радиопередачи пятидесятых годов отличаются большей естественностью — значительно меньше автоматическое сжатие диапазона уровней.

Магнитофоны были необходимы для копирования фонограмм, записанных по любым профессиональным и бытовым стандартам: моно на половине ширины ленты или стерео.

Такой набор магнитофонов рождался постепенно. Всё началось с самодельных 500-метровых магнитофонов, собранных из деталей магнитофона "Днепр-9", затем "Днепр-12", самодельного трёхмоторного с ведущим двигателем с внешним ротором, со стабилизацией натяжения ленты. REVOX со скоростями 38 см/с и 19 см/с имеет плавную регулировку скорости, что позволяет при реставрации восстанавливать тональность старых записей или сдвигать её при необходимости подновления исполнений накладкой игры на неперестраиваемых инструментах (пианино, аккордеон...).

В молодости я увлекался записями "туристских песен" в основном в электричках и на самодетельных концертах (использовались репортёрский и малогабаритный с питанием от сети ленточные магнитофоны со скоростью 95,2 мм/с).

Появились кассетные и дисковые (на магнитных дисках) цифровые магнитофоны (широкого распространения не получили).

Наиболее широкое распространение получили компакт-диски (CD), тиражи которых превысили тиражи грампластинок, но затем начали быстро падать. Первоначально качество CD возносилось как идеальное, поражала "мёртвая пауза". Компакт-диски небольшие, удобны в обращении с ними, достаточно просты в изготовлении, и проигрывающие их устройства во многом аналогичны применяемым в компьютерах. Появились диски, обеспечивающие многократную запись. Кажется, что разработан единый, массовый носитель звуковой информации с частотой 44,1 кГц при 14-разрядном квантовании.

За прошедшие 40 с лишним лет торги от первых компакт-дисков начали уменьшаться, вырос выпуск виниловых пластинок, разрабатываются новые типы аналоговых магнитофонов и разрабатываются новые типы улучшенных компакт-дисков с частотой 192 кГц при 24-разрядном квантовании.

Разработана новая технология записи матриц для печатания грампластинок (увеличилась точность их изготовления). Уменьшились шумы, нелинейность многоканальных аналоговых магнитофонов для записи первичных мастер-лент.

Новые, уже достигнутые, и предполагаемые показатели качества электроакустической аппаратуры говорят о необходимости новых исследований восприятия и нормирования показателей качества оборудования.

Должны быть скорректированы понятия и нормы на динамический диапазон сигнала и каналов, скорректи-

рованы нормы на АЧХ каналов и спектр сигналов, шумовые характеристики и нелинейность. Новые знания о восприятии звуковой информации и новые нормы на сигнал и каналы передачи, безусловно, потребуют принципиального изменения всей структуры распределения информации и, следовательно, её первичной обработки.

Необходимо выделить возможность распределения звуковых сигналов, исключая заметные самым искусным экспертам какие-либо искажения и помехи, с минимально необходимой первичной обработкой для воспроизве-

дения в акустически подготовленных помещениях.

Конечно, такова мечта любителя, но основой новой структуры уже сейчас может послужить сеть, работающая по интернет-протоколу (включая специальные компакт-диски), позволяющая передать звуковые сигналы практически любого необходимого объёма для организации у слушателя канала требуемого качества.

Думаю, грядущий период будет проходить с минимальными изменениями искажениями сигнала, с приспособлением канала к его передаче, а не наоборот. Громче — не обязательно лучше. ■

Универсальный лабораторный блок питания

В. КИБА, г. Волжский Волгоградской обл.

Появилось желание собрать лабораторный блок питания (ЛБП) на другой элементной базе, чем описанные в [1, 2], в том числе в узле управления применить более быстродействующий модуль серии ESP32. Кроме того, мне принесли на запчасти неисправный сварочный инвертор "Ресанта САИ-220 LUX синергия", он небольшого размера, аккуратный, и на передней панели есть место для дисплея, а корпус — то, что нужно для нового ЛБП. Поэтому решил не дорабатывать уже готовый и рабочий ЛБП, а идею воплотить в новом устройстве. У меня накопились IGBT от сварочных инверторов, поэтому решил применить их вместо дорогих полевых транзисторов IRFP460, но для этого пришлось переделать блок драйвера, поскольку IGBT не дружили с микросхемой драйвера IR2110. Новый корпус оказался меньше предыдущего, поэтому пришлось "умерить аппетиты" с выходной мощностью и сделать полумостовой преобразователь в блоке силовом (БС).

В модуле ESP32 присутствует 12-разрядный АЦП, и он теоретически должен был подойти для измерения напряжения и тока. Но, как отмечено в Интернете, этот АЦП шумит и имеет большую нелинейность. Это, конечно, плохо, но на практике результат оказался ещё хуже, может, потому, что мне попался не очень хороший модуль ESP32. Поэтому пришлось применить модуль АЦП на микросхеме ADS1115. Постарался избавиться от навесных блоков с большим числом проводов и все элементы разместил на одной плате, кроме блока питания (БП) и блока управления (БУ). Поначалу хотел сделать одну плату, как в сварочном инверторе, но не смог разместить на ней все элементы и вернулся к отработанному варианту с расположенными плат в корпусе этажеркой. Этот вариант ЛБП получился более технологичным по сравнению с прежней верси-

ей, стало меньше соединительных проводов, нет навесных блоков, применена более дешёвая элементная база, вся силовая часть размещена на одной плате и submodule на микросхеме TL494, подключаемые через разъём на плате БС.

Структурная схема ЛБП показана на рис. 1. В нём три основных узла: А1 — БУ на модуле ESP32; А2 — БС, в котором расположена вся силовая электроника устройства; А3 — БП, блок питания, обеспечивающий соответствующим

модулю серии ESP32 с выводом информации на монохромный графический дисплей 128×64.

Писать скетчи для модуля ESP32 можно в среде разработки Arduino IDE, но перед загрузкой скетча нужно выбрать тип используемой платы (модуля) из списка меню "Инструменты" → "Плата", а там, по умолчанию, нет ESP32. Поэтому вся настройка сводится к тому, чтобы они в этом списке появились. В Интернете можно найти несколько способов установки ESP32,

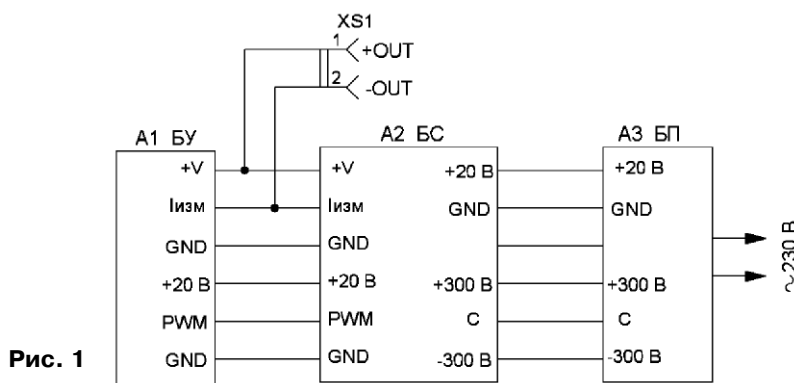


Рис. 1

напряжением БУ и БС и ещё один submodule на микросхеме TL494N (на схеме не показан), который устанавливается в БС с помощью разъёма.

ЛБП обеспечивает на выходе регулируемое напряжение с интервалом регулирования от 3 В до 40 В и максимальным выходным током 10 А. Есть регулятор ограничения выходного тока с шагом 0,1 А и с ограничением максимального выходного тока на уровне 10 А. Также есть функция зарядки аккумуляторов различных типов. Применено микроконтроллерное (МК) управление на

опису один из них. Открываем менеджер плат и в окне "Поиск" вручную вводим ESP32. Система выдаст весь список плат, выбираем нужную и нажимаем на кнопку "Установить". Далее из Интернета будут скачаны необходимые файлы, и после этого в менеджере плат появляется список плат на ESP32, из которых выбирают нужную. У меня применён 38-контактный модуль ESP-Wroom-32, поэтому из списка плат выбрал ESP32-WROOM-DA Module.

Схема БУ показана на рис. 2. После включения питания модуль А3 произво-

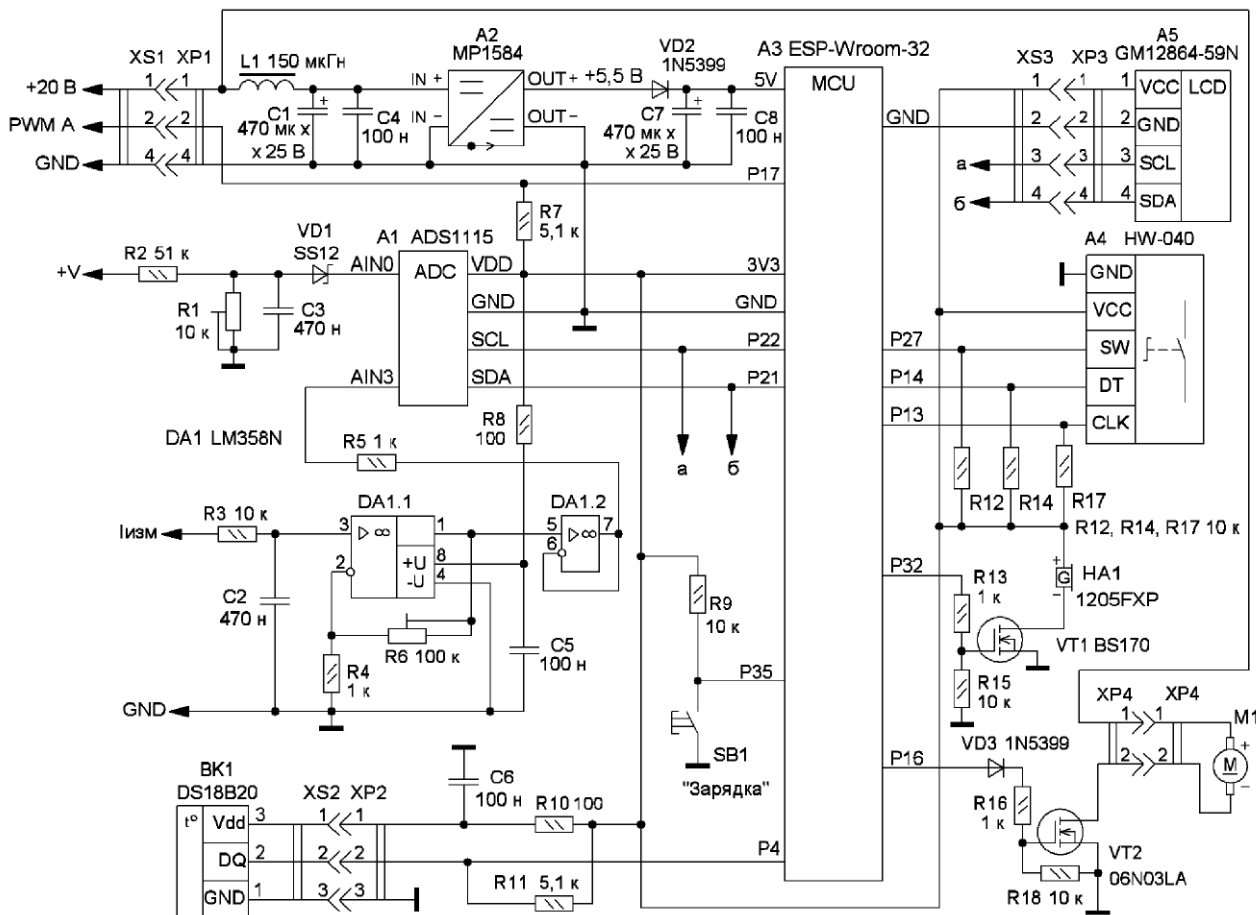


Рис. 2

дит инициализацию всех подключённых к нему модулей, считывает данные из EEPROM о выходном напряжении и пороге ограничения выходного тока, устанавливает их, измеряет напряже-

ние и ток нагрузки на выходе устройства, температуру теплоотвода транзисторов, рассчитывает значение ШИМ для вращения вентилятора, выводит эти данные на дисплей A5 по шине I²C и ждёт действий оператора.

На дисплее в его верхней центральной части большим шрифтом выводятся значения напряжения и тока, мелким шрифтом слева выводятся значение температуры теплоотвода силовых транзисторов, справа — значение ШИМ для вращения вентилятора. В нижней

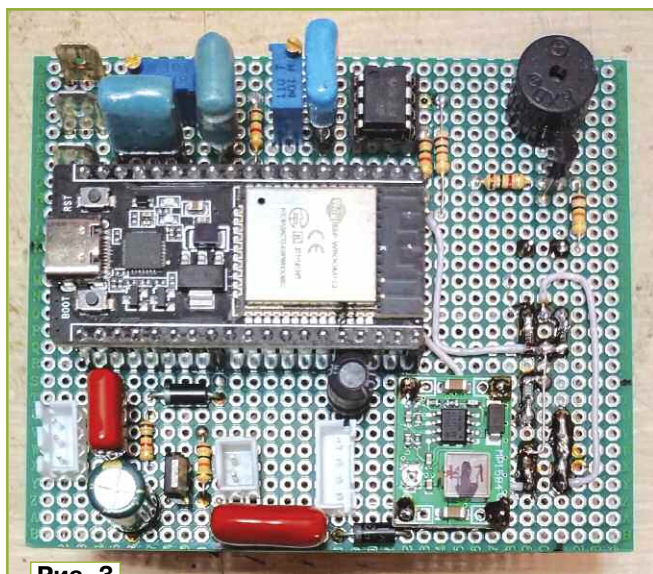


Рис. 3

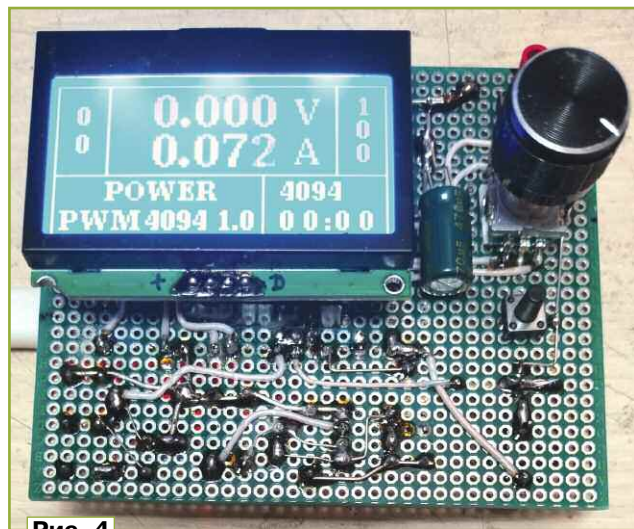


Рис. 4

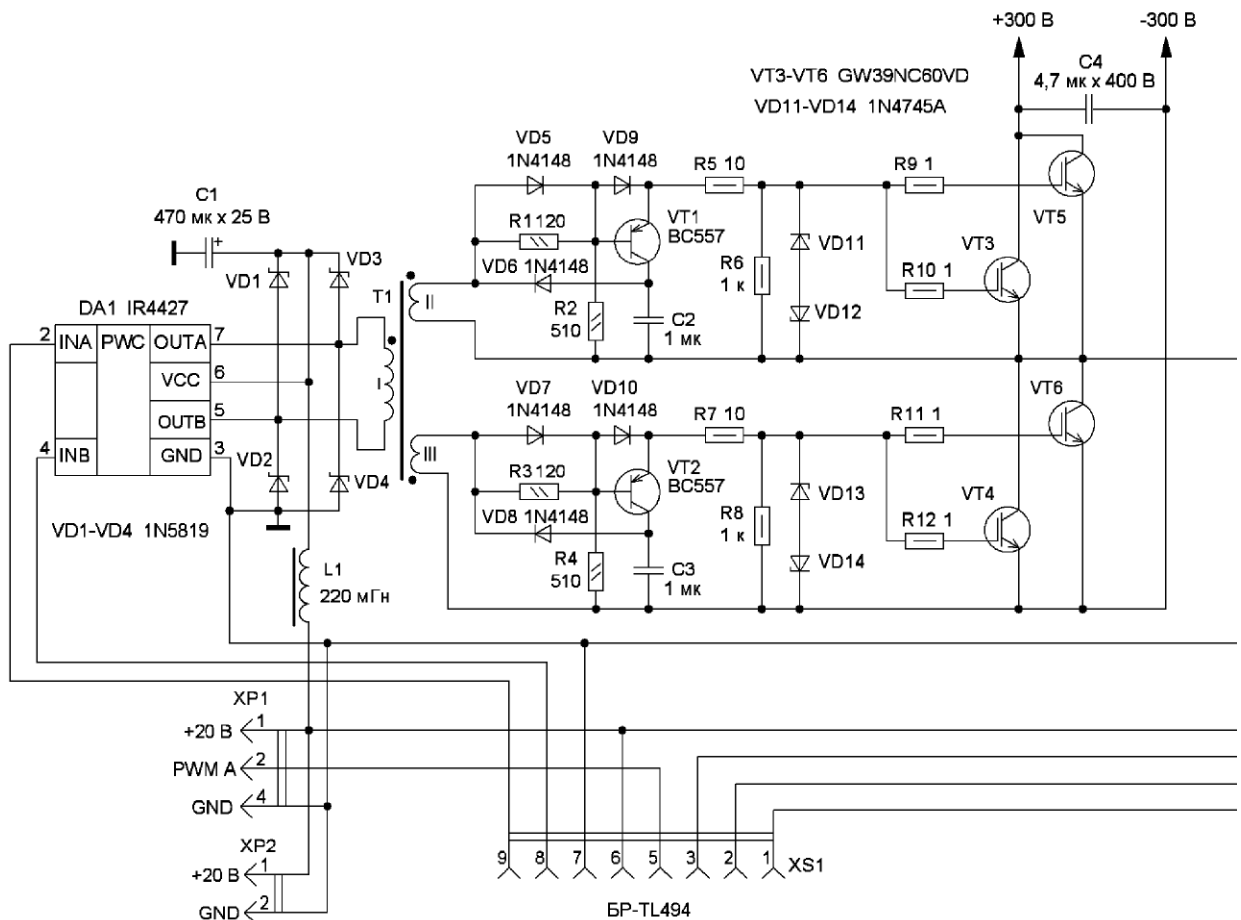


Рис. 7



Рис. 8

регулировки напряжения на выходе с установкой минимального напряжения на выходе устройства.

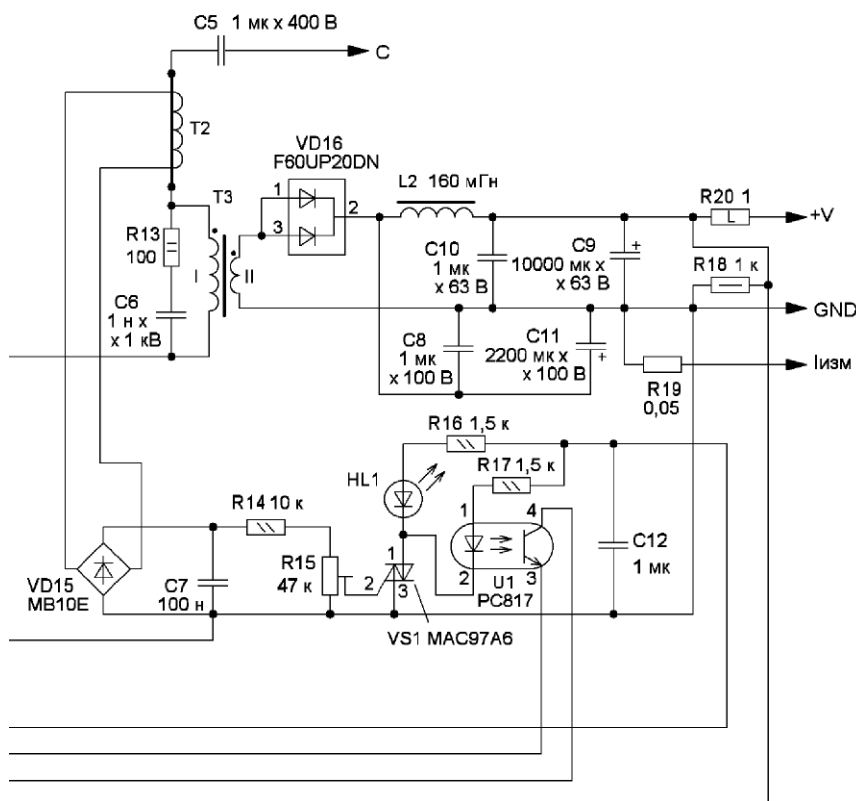
В БУ применён модуль ESP-Wroom-32 с МК, работающим на частоте 240 МГц. Кнопка SB1 служит для включения/отключения режима зарядки аккумулятора.

ра, она также задействована в других режимах, о которых написано выше. Измерение напряжения и тока производится с помощью модуля А1 на микросхеме ADS1115 с 16-разрядным АЦП, который производит измерение напряжения с датчика тока, располо-

женного в БС. Этот сигнал усиливает ОУ DA1.1, а ОУ DA1.2 используется как буферный усилитель, сигнал с выхода ОУ DA1.2 поступает на вход АIN3 модуля А1.

Выходное напряжение ЛБП поступает на делитель напряжения R1R2, а с его выхода — на вход AIN0 модуля A1, передающего по шине I²C измеренные данные в модуль A3, который выводит эти данные на графический дисплей A5. Энкодером (модуль A4) устанавливают все режимы работы устройства. Регулирование выходного напряжения производится с помощью 12-разрядного сигнала ШИМ (PWM), а с помощью ПИД-регуляторов производится управление ограничением установленного тока, а также регулируется заданное значение зарядного тока. Для ускорения реакции МК модуля A3 на события, происходящие при работе устройства, все функции, требующие быстрой реакции, работают по прерыванию таймера 0 с периодом 10 мс и таймера 2 с периодом 1 мс. Датчик температуры BK1 на микросхеме DS18B20 измеряет температуру теплоотвода силовых транзисторов в БС, и по этому сигналу МК вырабатывает сигнал для регулирования оборотов вентилятора M1.

В авторском варианте элементы БУ установлены на макетной печатной плате, которая в смонтированном виде показана на **рис. 3** и **рис. 4**.



На **рис. 5** показана схема субмодуля блока регулировки. Собран он на микросхеме ШИ-контроллера TL494N, работающей на частоте 50 кГц. Сигнал с ШИМ для управления выходным напряжением устройства поступает с БУ и преобразуется в постоянное напряжение двойным RC-фильтром R3C1R4C3, которое поступает на вход 1IN—микросхемы DA1. В блоке регулировки реализован режим мягкого старта с помощью конденсатора C4 и резистора R7. При включении на вход DTC (вывод 4) микросхемы DA1 поступает напряжение 5 В, и на выходах E1 и E2 отсутствуют импульсы. При зарядке конденсатора C3 и уменьшении напряжения на резисторе R7 до 3 В запускается внутренний генератор, и микросхема начинает вырабатывать импульсы с ШИМ для работы устройства. Эта задержка нужна, чтобы МК после включения успел выйти на рабочий режим и мог регулировать выходное напряжение. Без этой задержки при включении на выходе устройства устанавливалось максимально возможное напряжение, что не очень хорошо. Также на блок регулировки поступает напряжение с выхода устройства, и по этим двум сигналам производится регулирование напряжения на выходе устройства.

Смонтированная плата блока регулировки показана на **рис. 6**.

На **рис. 7** показана схема БС. В нём применены мощные IGBT от сварочных инверторов. Выходной каскад транзисторов построен по полумостовой схеме. С помощью микросхемы DA1 IR4427, согласующего трансформатора T1, который является ещё и развязывающим, а также транзисторов VT1 и VT2 формируются импульсы управления силовыми транзисторами. Стаби-

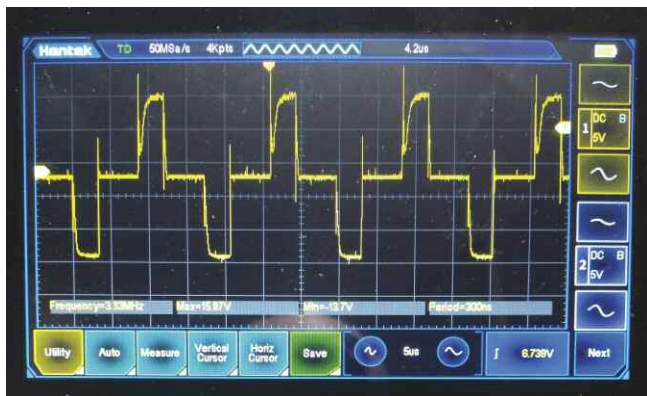


Рис. 9

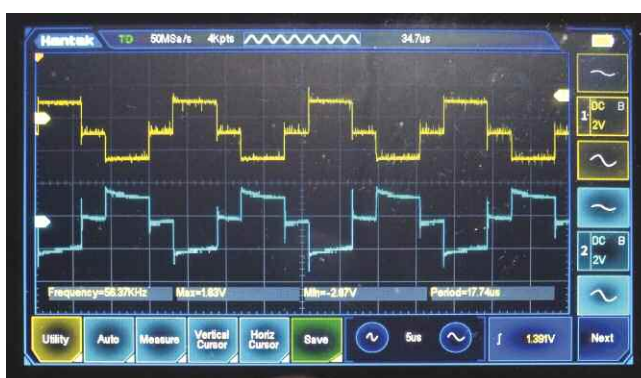


Рис. 10



Рис. 11

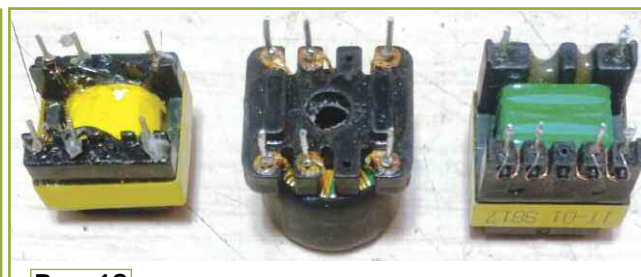


Рис. 12

литроны VD11—VD14 ограничивают амплитуду импульсов управления силовых транзисторов на уровне 16 В. Взамен двух соединённых последова-



Рис. 13



Рис. 14

тельно стабилитронов 1N4745A можно установить один двуханодный стабилитрон KC515Г.

На рис. 8 показана смонтированная плата БС.

Осциллограммы импульсов, сформированных на выходах микросхемы DA1 и поступающих на трансформатор T1, показаны на рис. 9. На рис. 10 показаны импульсы, поступающие на затворы силовых транзисторов. Резистор R19 — это шунт для измерения выходного тока. Дроссель L2 намотан на кольцевом магнитопроводе размерами 40×24×15 мм жёлтого цвета от любого сварочного инвертора медным антенным канатиком сечением 3 мм², упакованным в термоусаживаемую трубку, и содержит 45 витков. Согласно трансформатор T1 — готовый от какого-нибудь сварочного инвертора, он может иметь разную конструкцию, как показано на рис. 11 и рис. 12, в устройстве применён тороидальный, показанный посередине.



Рис. 15

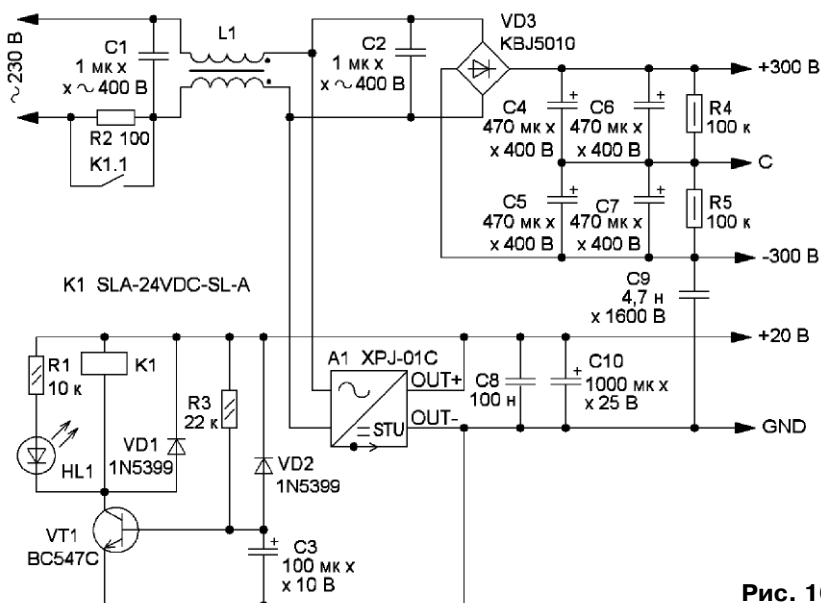


Рис. 16



Рис. 17

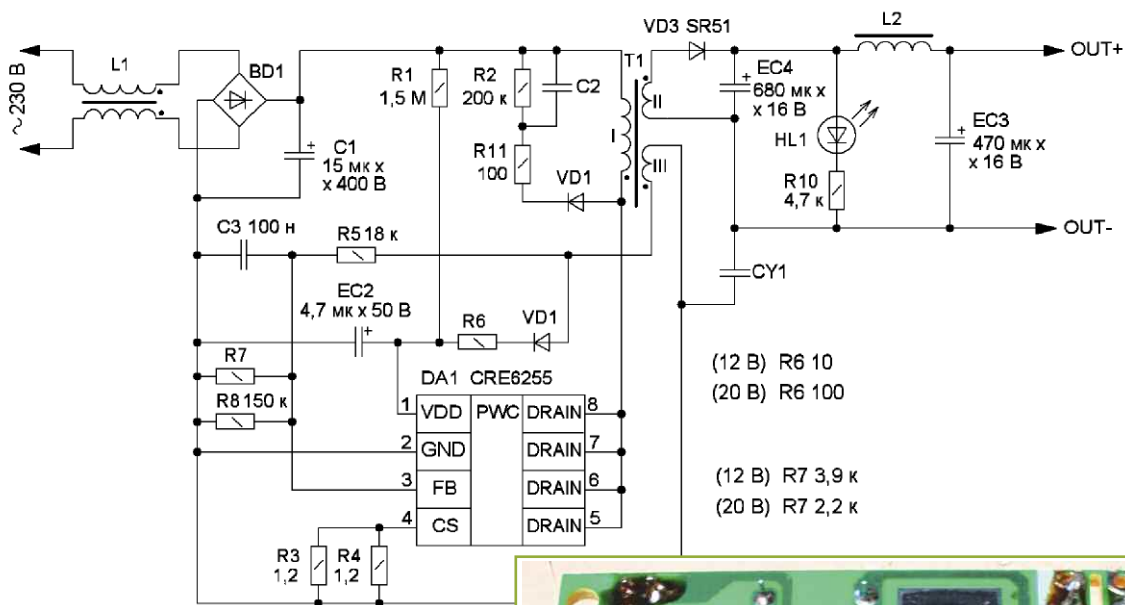


Рис. 18

Трансформатор тока T2 — от сварочного инвертора "Ресанта САИ-220 LUX синергия", похожие применяются во многих сварочных инверторах. Выходной трансформатор T3 — от того же сварочного инвертора, но его пришлось перемотать для получения требуемого выходного напряжения. Габариты



Рис. 19



Рис. 20

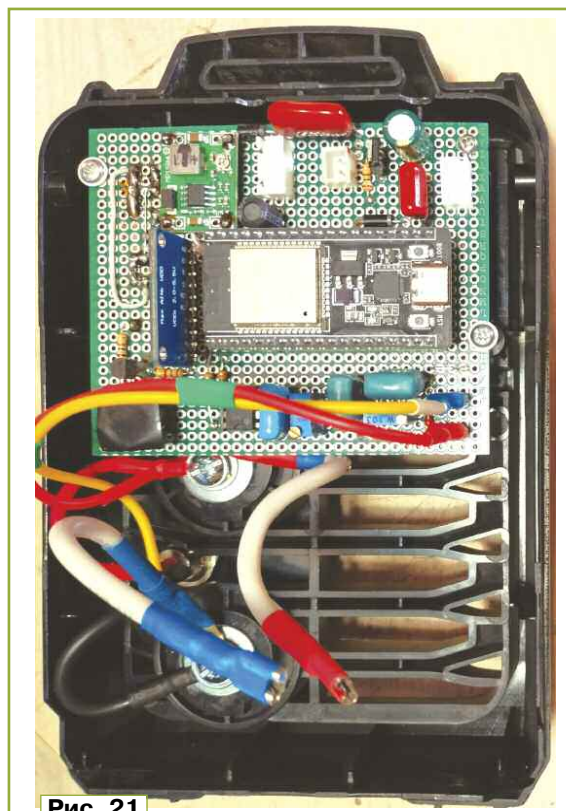


Рис. 21



Рис. 22

кольцевого магнитопровода — $57 \times 27 \times 28$ мм. Первичная обмотка намотана медным антенным канатиком сечением 3 мм^2 , упакованным в термоусаживаемую трубку, и содержит 27 витков. Вторичная обмотка намотана медным антенным канатиком сечением 6 мм^2 , упакованным в термоусаживаемую трубку, и содержит 11 витков. Трансформатор можно не перематывать, но тогда максимальное выходное напряжение будет около 70 В, и надо будет ставить выходные конденсаторы на большее напряжение и входной делитель R2R1 в БУ для измерения напряжения пересчитывать на другие номиналы резисторов. И ещё заметил, что после перемотки трансформатора проводом из антенного канатика индуктивность высоковольтной обмотки увеличивается от трёх до пяти раз, и это не первый перемотанный мной силовой трансформатор с такими изменениями. У неперемотанного трансформатора индуктивность первичной обмотки была 3 мГн, в перемотанном стала 11 мГн. Трансформатор ТЗ до и после перемотки показан соответственно на **рис. 13** и **рис. 14**. Резистор R20 закреплён на теплоотводе выпрямительного диода VD16, как показано на **рис. 15**.

Схема БП показана на **рис. 16**. Он состоит из сетевого фильтра на дросселе L1 и конденсаторах C1, C2, мощного выпрямительного диодного моста VD3 и сглаживающих конденсаторов C4—C7. Для ограничения тока зарядки конденсаторов в момент включения применено реле времени на транзисторе VT1. При включении ток зарядки конденсаторов ограничивает резистор R2 сопротивлением 100 Ом, а после срабатывания реле времени сетевое напряжение поступает на выпрямитель полностью. Также имеется модуль A1 с выходным напряжением 20 В для питания низковольтной части электроники. Собранный плата

БП показана на **рис. 17**.

Модуль A1 БП пришлось модернизировать. Для питания драйвера БС, формирующего импульсы для нормальной работы силовых транзисторов, нужно напряжение 24 В. Они работают и при напряжении 12 В, но не выдают максимальную мощность, поэтому под нагрузкой выходное напряжение

падает. Надо бы перемотать трансформатор, но не было желания этим заниматься, хотя делал подобное много раз, поэтому пришлось увеличить выходное напряжение модуля A1 (XPJ-01C) до 20 В, которых хватило для нормальной работы драйвера, хотя в идеале надо 24 В.

Схема модуля XPJ-01C показана на **рис. 18**. Нумерация элементов — как на печатной плате. Для увеличения выходного напряжения до 20 В надо уменьшить сопротивление резистора R7 с 3,9 кОм до 2,2 кОм, а подборкой резистора R6 установить напряжение на выводе 1 микросхемы DA1 около 11 В, увеличив номинал резистора с 10 Ом до 100 Ом, при этом надо заменить конденсаторы EC3, EC4 аналогичными, но на номинальное напряжение 25 В.

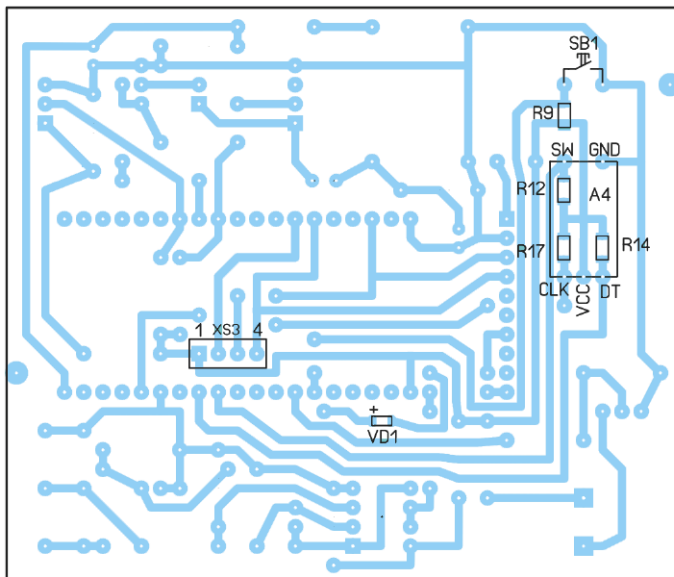
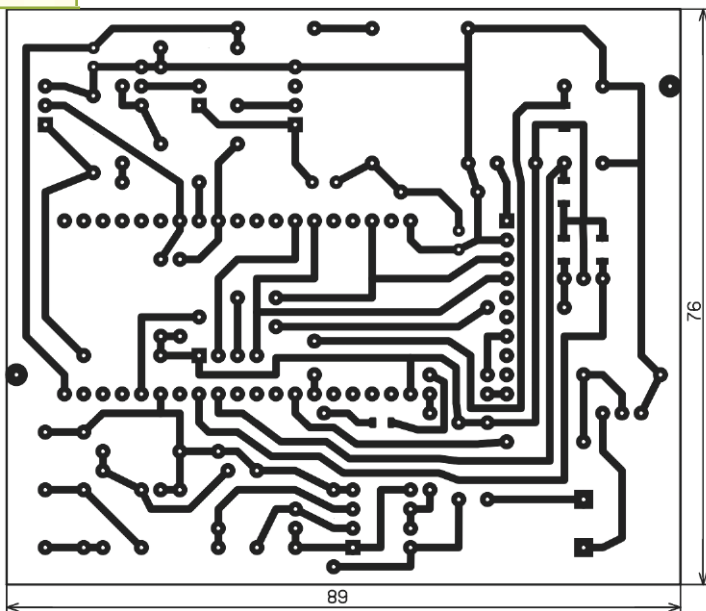


Рис. 24, а



Рис. 23

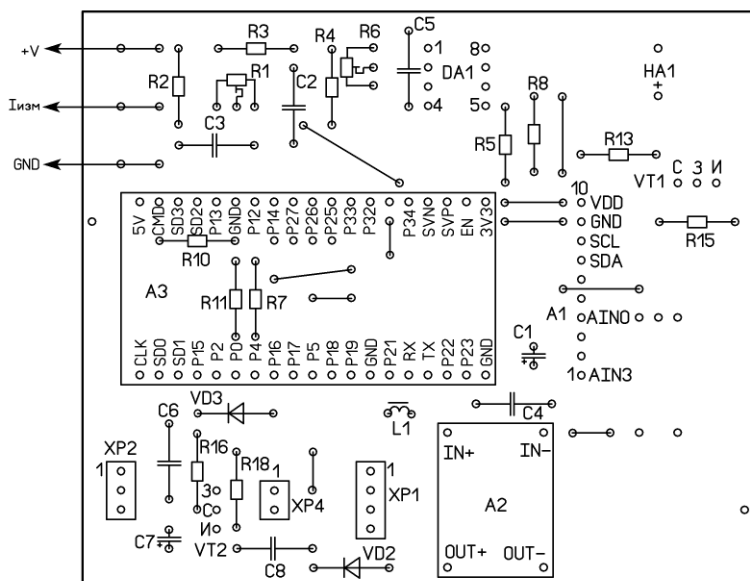


Рис. 24,б

Обратная сторона платы модуля ХРД-01С показана на **рис. 19**, красным обведены резисторы, которые надо заменить.

Передняя панель ЛБП показана на **рис. 20**, а расположение на ней элементов с обратной стороны показано на **рис. 21**.

Внешние размеры корпуса ЛБП — 280×160×120 мм (**рис. 22**). Вся конструкция собирается на самом большом по размерам БС, БП крепится сверху на латунных стойках высотой 10 мм к теплоотводам транзисторов и выпрямительного диода. Расположение плат в корпусе показано на **рис. 23**. Для дисплея в передней пластмассовой панели резком, сделанным из ножовочного полотна, вырезано прямоугольное отверстие размерами 56×36 мм, сам дисплей закрепляется на пластмассовых стойках. БУ устанавливается на разъём дисплея.

Все платы изготовлены из одностороннего фольгированного стеклотек-

столита толщиной 1,5 мм.

Чертеж платы БУ показан на **рис. 24,а**, схема размещения элементов — на **рис. 24,б**, чертеж платы БР показан на **рис. 25**, чертеж платы БС показан на **рис. 26,а**, а схема размещения на ней элементов показана на **рис. 26,б**, при этом часть элементов установлена со стороны печатных проводников. Чертеж платы БП показан на **рис. 27**. Платы рассчитаны на установку постоянных резисторов МЛТ, С2-33, резисторов для поверхностного монтажа типоразмеров 1206, 1210, оксидных конденсаторов К50-35 или импортных, конденсаторов К10-17, К73-17, К78-2 или импортных аналогов. Дроссель L1 в БП — готовый от какого-то сварочного инвертора. R18 в БС — резистор для поверхностного монтажа типоразмера 1210. Конденсатор C9 в БП — К78-2 ёмкостью 4700 пф на напряжение 1600 В. Резистор R19 БС взят из неисправного мультиметра. Резистор R20

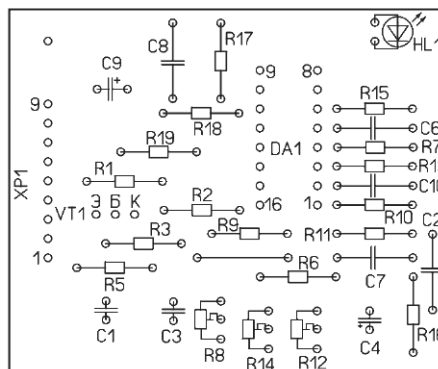
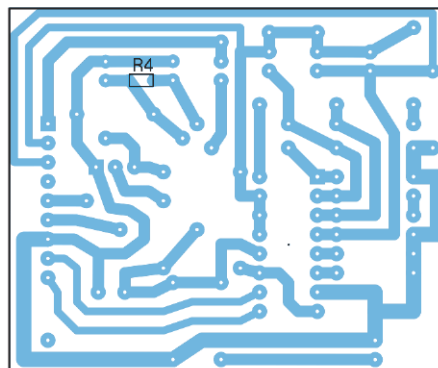
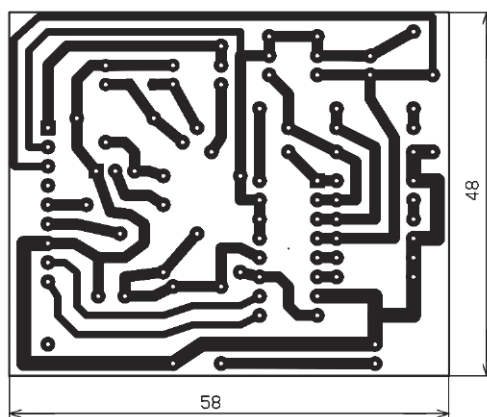


Рис. 25

силового блока — RX24 в металлическом корпусе и мощностью 50 Вт. Реле K1 в БП — SLA-24VDC-SL-A с номинальным напряжением 24 В или аналогичное. Модуль ХРД-01С (12 В, 2 А) в БП устанавливается на латунных стойках высотой 25 мм, на плате БП под стойки есть установочные отверстия. Размер теплоотводов транзисторов — 65×55×30 мм, теплоотвод для диодов имеет размеры 65×40×30 мм, размеры теплоотвода диода VD3 в БП — 52×35×20 мм, он от сварочного инвертора "Ресанта САИ-220 LUX синергия". Вентилятор охлаждения размерами 90×25 мм с номинальным напряжением 24 В применён от сварочного инвертора. Датчик температуры припаивают к трёхконтактному разъёму, кабелем соединяют с БУ и устанавливают между рёбер теплоотвода транзисторов в удобном

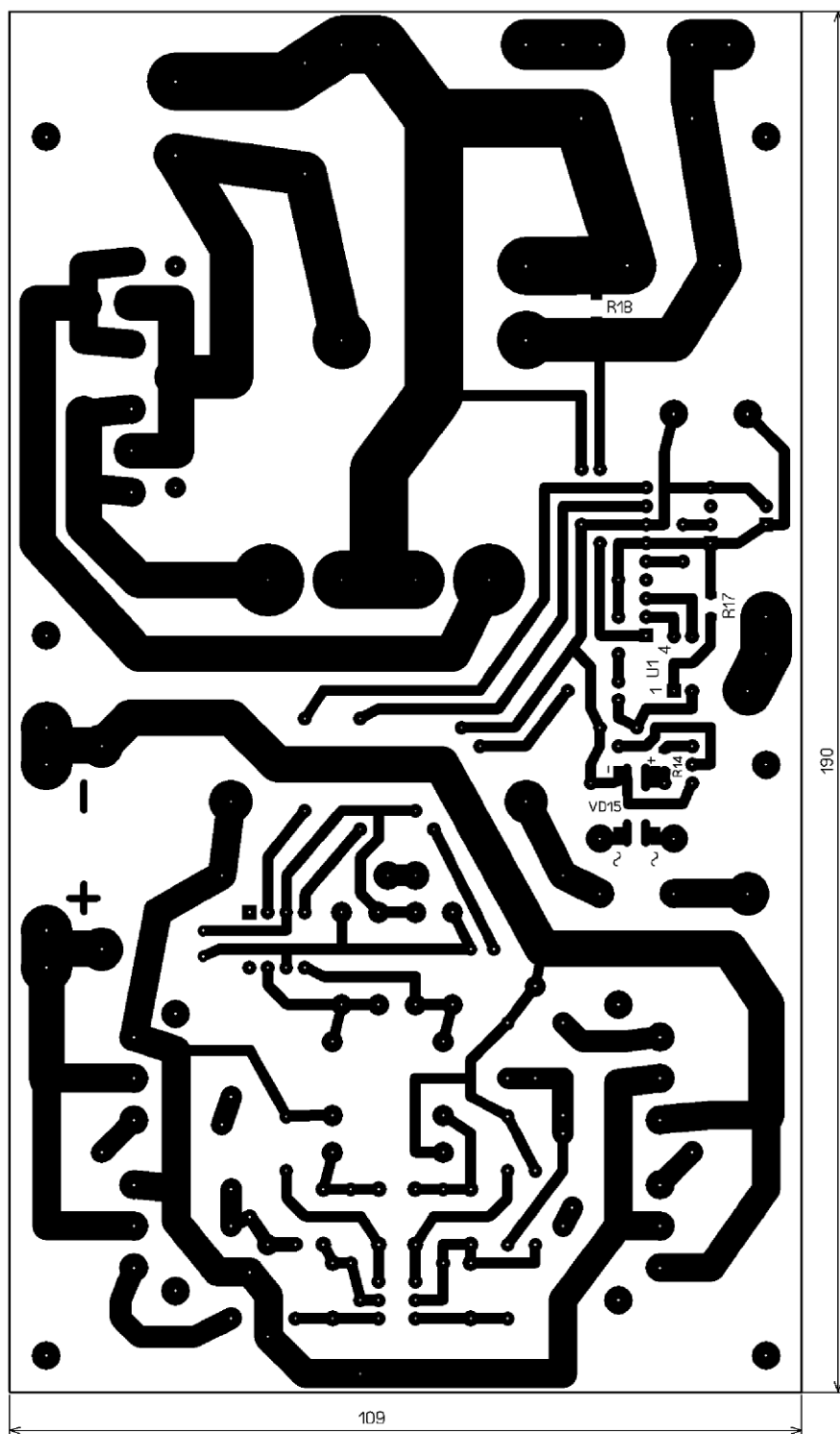


Рис. 26,а

месте, как показано, например, на **рис. 28**.

В БС оптрон U1 припаян со стороны печатных проводников. В выходной каскад БС можно поставить по одному IGBT транзистору в верхнее и нижнее плечи,

а можно по паре транзисторов. На схеме выпрямитель на диоде VD16 однополупериодный, но если намотать дополнительную обмотку выходного трансформатора и добавить второй выпрямительный диод, можно сделать двух-

полупериодный выпрямитель, плата рассчитана для любого из этих вариантов.

Налаживание ЛБП заключается в коррекции резистором R1 в БУ измеренного напряжения на выходе устройства. В БР резистором R12 устанавли-

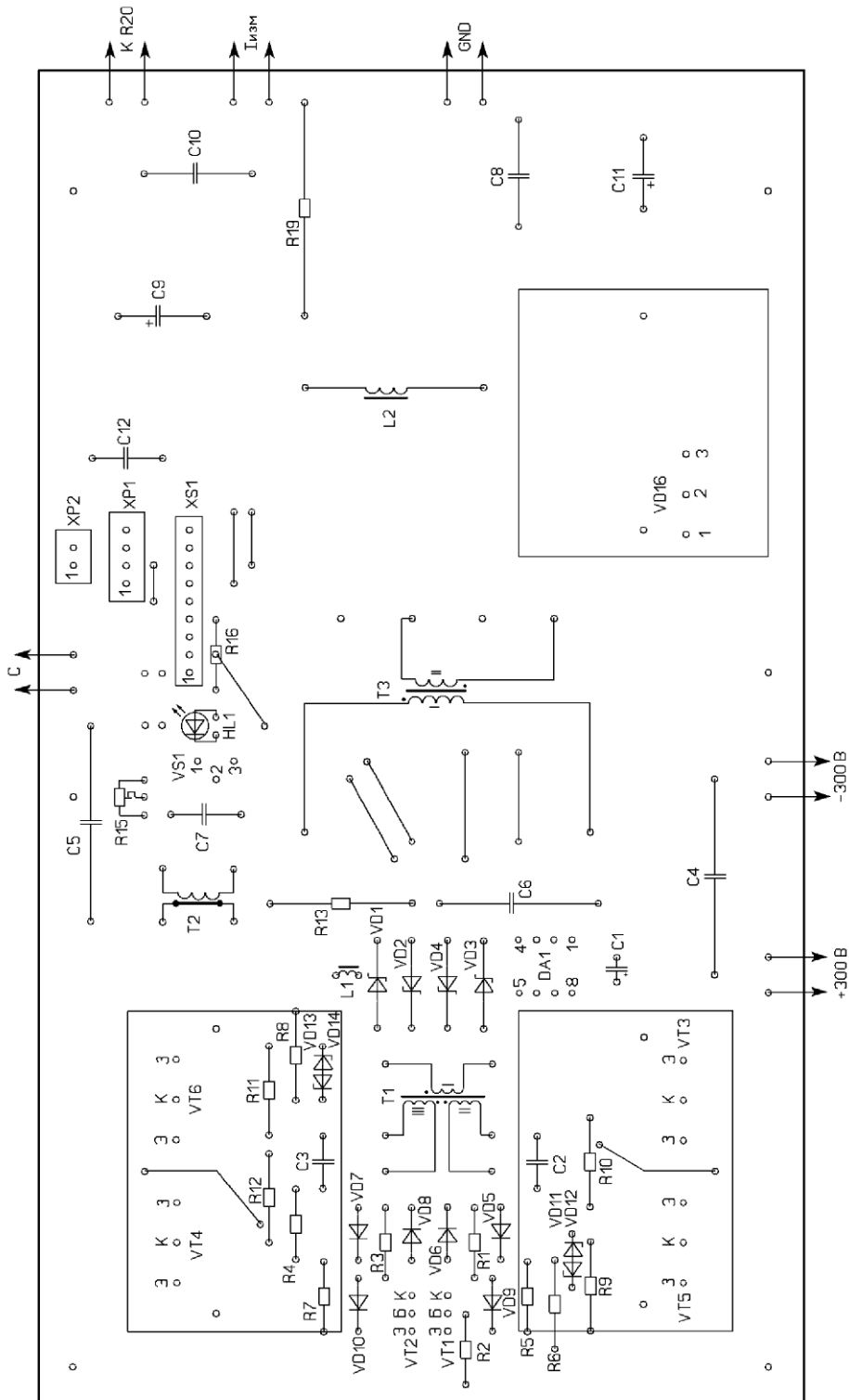


Рис. 26,6

вают напряжение 1,2 В на выводе 4 микросхемы TL494, резистором R14 устанавливают минимальное выходное напряжение 3 В, резистором R8 устанавливают верхний предел выходного напряжения. К выходу устройства под-

ключают нагрузку с амперметром и резистором R6 в БУ устанавливают показания прибора в соответствии с измеренным током нагрузки. Резистором R15 в БС устанавливают порог срабатывания защиты по току силовых

транзисторов. После срабатывания защиты, чтобы восстановить работоспособность ЛБП, надо выключить устройство и снова его включить. В модуле А2 в БУ устанавливают на выходе напряжение 5,5 В.

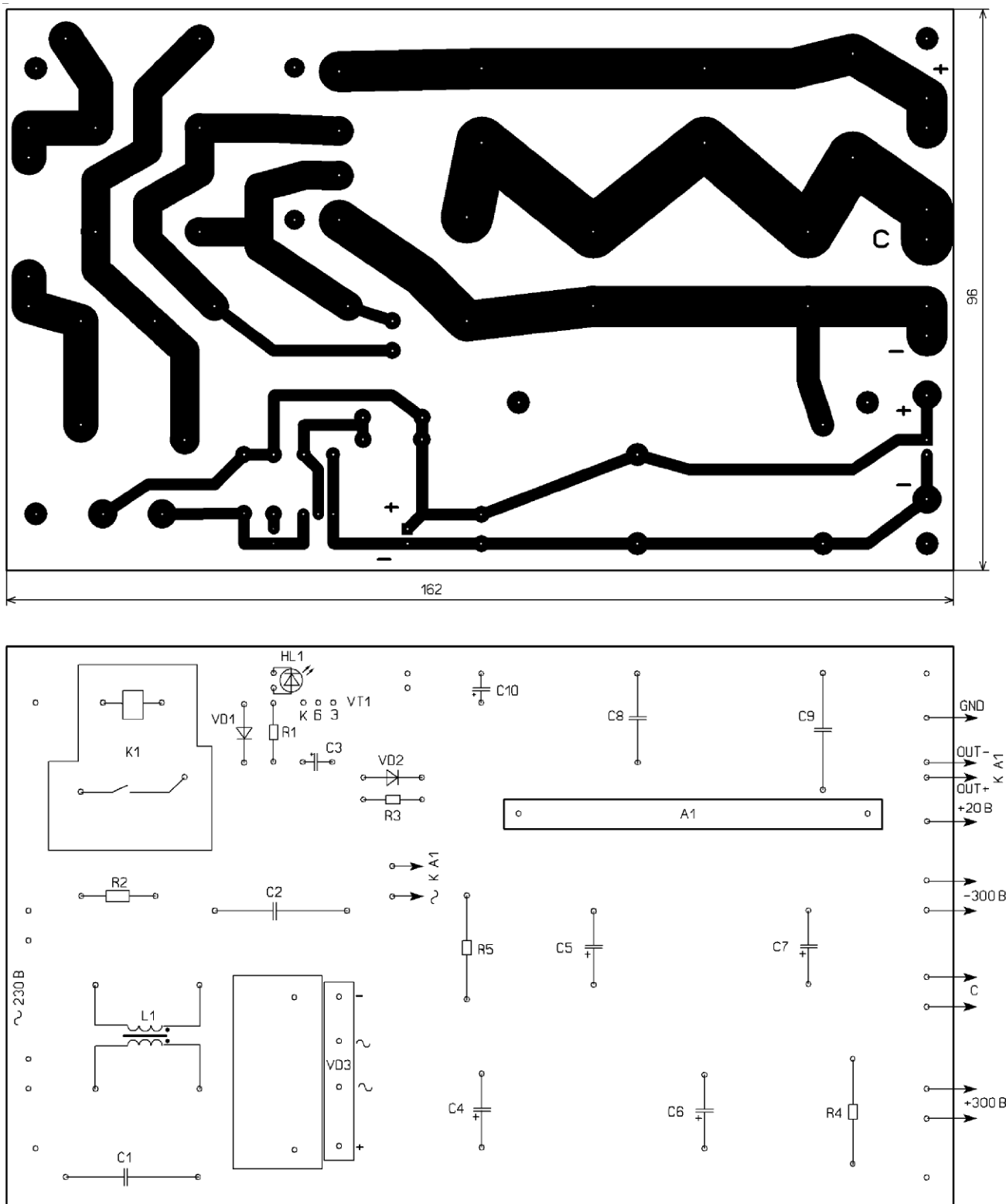


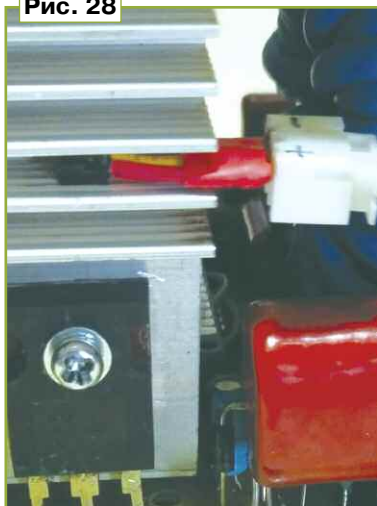
Рис. 27

При первом включении надо установить желаемое напряжение на выходе, ток ограничения нагрузки и токи

зарядки аккумуляторов, и выбрав режим "EEPROM", нажимают на кнопку SB1 "Зарядка", чтобы сохранить

установленные параметры в EEPROM МК. При последующих включениях ЛБП с функцией зарядки аккумулято-

Рис. 28



ров будет с установленными параметрами.

Все библиотеки, которые применены в программах, можно загрузить с сайта <https://github.com/ru-doc>.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Киба В.** Лабораторный блок питания с функцией зарядки аккумуляторов. — Радио, 2024, № 2, с. 19—26.

2. **Киба В.** Мощный инверторный лабораторный блок питания. — Радио, 2023, № 12, с. 16—25.

От редакции. Скетч для модуля ESP-Wroom-32, чертежи печатных плат в программе Sprint-Layout в авторском и редакционном вариантах находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/06/lbp-zu2.zip> на нашем FTP-сервере.

Издательство «Ridero» представляет книги:



Прочитайте,
разгадайте,
.mp3 плеер
спяйте !!!



МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Мы работаем с ведущими маркетинговыми компаниями Озон и Яндекс.

Ждём ваших заказов.

www.radiodetali.perm.ru

Тел: 8-800-201-75-54

Устройство управления электроприводами байпаса

С. ГУРЕЕВ, г. Щёкино Тульской обл.

Для предотвращения перегрузки по току электродвигателей приводов, а также защиты механизма приводов от

поломки при заклинивании или затруднённом ходе крана, на управляемом стабилизаторе DA3 и таймере DA4

электродвигатель соответствующего привода начинает затормаживаться. При этом потребляемый этим электродвигателем ток значительно возрастёт. Так, в используемых мной приводах заторможенный электродвигатель привода потребляет ток более 500 мА, что превышает по значению ток нормального режима в пять раз. Возросший ток, протекающий через датчик тока (R1 и R2), вызывает увеличение тока на выходе микросхемы DA1, и, как следствие, увеличивается падение напряжения на

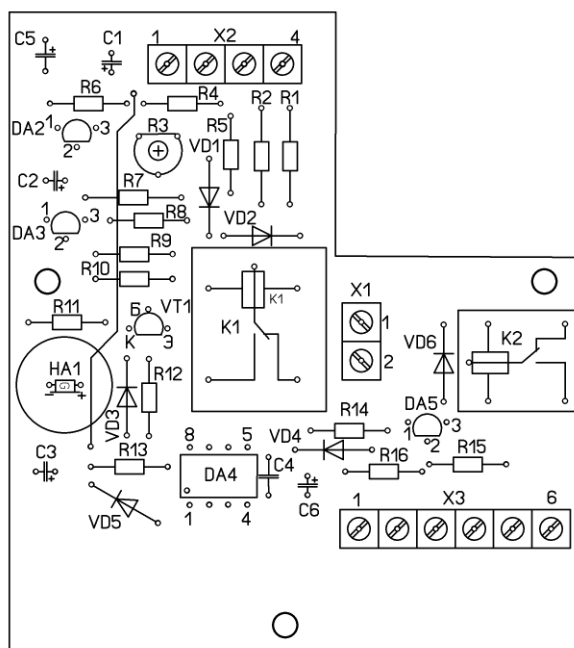
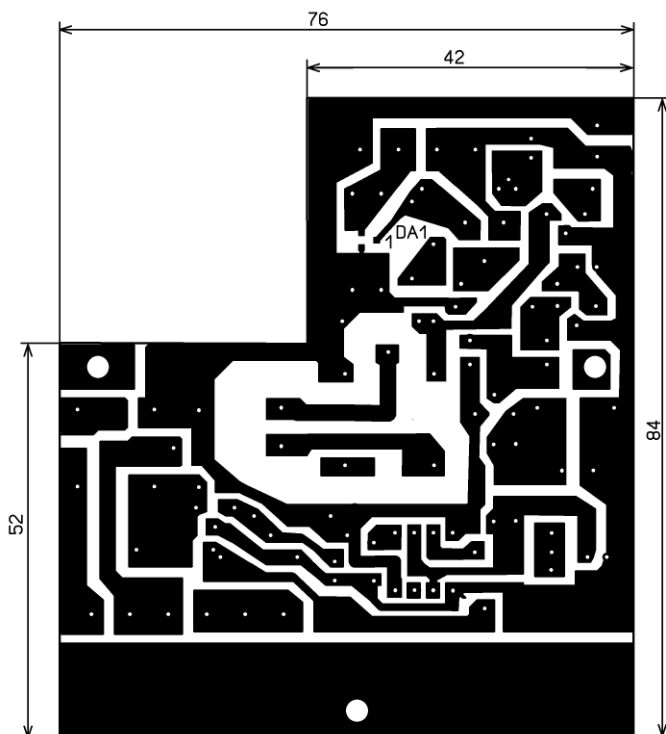


Рис. 5

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2024, № 5

собиран узел защиты по току. При заклинивании или затруднённом ходе крана

резисторах R5 и R3. С движка подстроечного резистора R3 часть этого

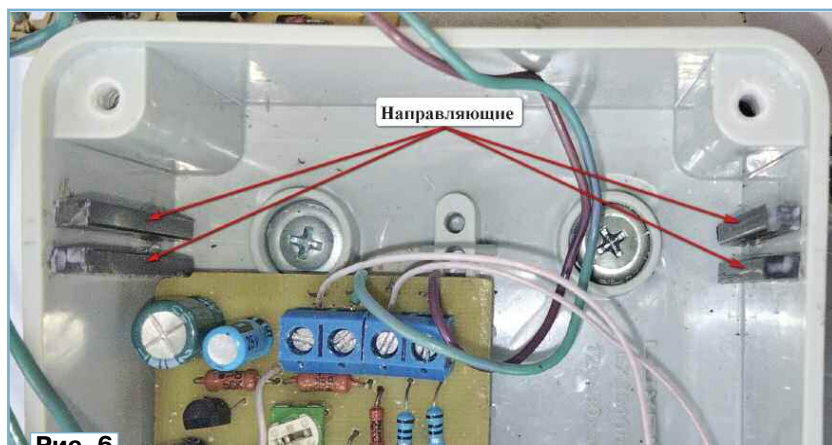


Рис. 6

напряжения через интегрирующую цепь R7C2 поступает на вывод 1 управляемого стабилизатора DA3, поэтому он открывается. Также открывается транзистор VT1, который подаёт напряжение питания на звуковой излучатель HA1, сигнализирующий о перегрузке электродвигателя привода. Интегрирующая цепь R7C2 предотвращает кратковременные включения звукового излучателя, вызванные пусковыми токами электродвигателей приводов и некоторой неравномерностью хода кранов.

После открывания транзистора VT1 через резистор R12 начинает заряжаться конденсатор C3, и при достижении на нём напряжения около 8 В срабатывает таймер DA4. Его выходной транзистор с открытым коллектором (вывод 7) открывается, что приведёт к закрыванию стабилизатора DA2, обесточиванию обмотки реле K1 и отключению устройства от сети 230 В. Резистор R13 ограничивает ток разрядки конденсатора C1 через выход таймера DA4. Дiod VD3 ускоряет разрядку конденсатора C3 после отключения устройства. Дiodы VD2 и VD6 защищают стабилизаторы DA2 и DA5 от ЭДС самоиндукции, возникающей при обесточивании обмоток реле K1 и K2.

Индикатор наличия напряжения 12 В не обязателен, если он установлен на плате модуля A1. При его отсутствии можно самостоятельно установить светодиод видимого цвета свечения, включённый анодом к линии +12 В и через токоограничивающий резистор сопротивлением несколько килоом к минусовой линии питания.

Наладив устройство сводится к проверке правильности направления движения приводов и установки тока срабатывания узла защиты по току установленных на краны электродвигателей M1 и M2. Для этого движок подстроечного резистора R3 следует перевести в нижнее по схеме положение, включить устройство в сеть 230 В и кратковременно нажать на кнопку SB1. При этом засветится светодиод, сигнализирующий о включении устройства, электродвигатель M1 начнёт движение. Электродвигатель M2 начнёт движение с некоторой задержкой. Для изменения времени задержки достаточно подобрать конденсатор C6 и/или резистор R14. Увеличение ёмкости конденса-

тора и сопротивления резистора увеличит задержку.

После завершения рабочего хода обоими приводами устройство автоматически отключится от сети 230 В, и

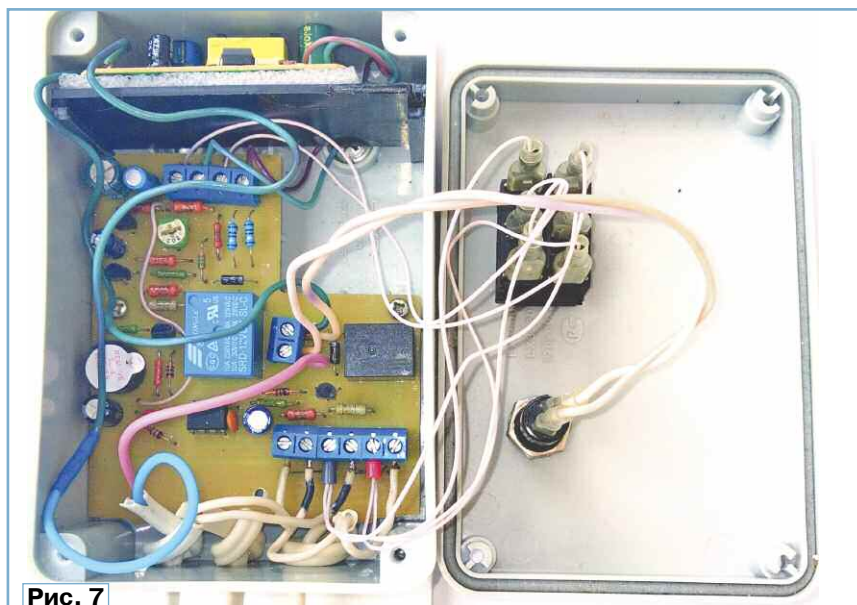


Рис. 7

светодиод, сигнализирующий о включении устройства, погаснет. При необходимости изменения направления движения приводов следует изменить полярность их подключения к клеммнику X3. Далее движок резистора R3 следует перевести в верхнее по схеме положение, при котором чувствительность узла защиты по току максимальна, переключить SA1 и, кратковременно нажав на кнопку SB1, произвести пуск приводов. С некоторой задержкой времени от момента нажатия на кнопку SB1 должен прозвучать звуковой сигнал, и с выдержкой времени, определяемой сопротивлением резистора R12 и ёмкостью конденсатора C3, устройство отключится от сети 230 В. Это свидетельствует о срабатывании узла защиты. Нажав на кнопку SB1 и удерживая её, плавным поворотом движка резистора R3 следует добиться выключения звукового сигнала во время движения обоих приводов. В завершение следует

произвести пуск приводов, кратковременно нажав на кнопку SB1, и, притормаживая рукой один из приводов, имитируя затруднённый ход крана. По звуковому сигналу убеждаются в срабатывании узла защиты и автоматическом отключении устройства от сети 230 В. При необходимости для изменения выдержки времени отключения устройства достаточно подобрать конденсатор C3 и/или резистор R12. На этом настройку устройства можно считать законченной.

Большинство деталей устройства размещено на односторонней фольгированной печатной плате толщиной 1...1,5 мм. Чертёж печатной платы и размещение элементов на ней показаны на рис. 5. Микросхему DA1 монтируют со стороны печатных проводников. Проволочная перемычка выполнена изолированным проводом. Применены постоянные резисторы МЛТ, C2-23 или импортные. Резисторы R1 и R2 допустимо заменить одним резистором сопротивлением 0,51 Ом мощностью 0,25 Вт.

Подстроечный резистор R3 — импортный RM065, вместо него подойдёт отечественный СПЗ-19 или аналогичный подходящих размеров. Дiodы VD1, VD3—VD5 — маломощные импульсные с малым обратным током, например, отечественные серий КД521, КД522 или импортные 1N4148. Дiodы VD2, VD6 — любые из серии 1N400х. Транзистор BC556 можно заменить отечественным серии КТ3107 с любым буквенным индексом. Звуковой излучатель HA1 — HCM1212 со встроенным генератором. Переключатель SA1 — клавишный KCD4 на три положения с двумя группами контактов, работающими на переключение. Подойдёт любой другой с контактами, коммутирующими ток не менее 1 А при постоянном напряжении не менее 12 В. В среднем фиксированном положении переключателя SA1 его контакты разомкнуты. Это положение используется для отключения устройства или экстренного остано-

ва приводов во время рабочего хода, если в этом возникла необходимость. Возможно использовать переключатель на два фиксированных положения, дополнительно установив выключатель питания устройства, предназначенный для работы на переменном напряжении 230 В и коммутируемом токе активной нагрузки не менее 1 А. Кнопка SB1 — без фиксации, предназначенная для работы на переменном напряжении 230 В и коммутируемом токе активной нагрузки не менее 1 А. Реле K1 — SRD-12VDS-SL-C или SRD-09VDS-SL-C. Реле K2 — SRA-12VDC-CL или SRA-09VDC-CL. Возможно применение на месте K2 реле SRD-12VDS-SL-C, SRD-09VDS-SL-C. В этом случае потребуются незначительная корректировка печатной платы. Клеммники X1—X3 — винтовые двухконтактные DG306-5.0-02P-12 или аналогичные. Необходимую длину клеммников набирают соединением его двухклеммных секций, которые имеют для этой цели соответствующие профильные пазы. Для клеммника X2 использованы две, а для клеммника X3 — три двухконтактные секции.

Модуль источника питания A1 (приобретён в интернет-магазине) со встроенным предохранителем сетевого напряжения и выходным постоянным напряжением 12 В при токе нагрузки 1 А. Можно использовать плату от сетевого адаптера или изготовить источник питания самостоятельно. В качестве корпуса для устройства использована



Рис. 8

распределительная коробка размера 120×80×50 мм для электропроводки, изготовленная из полистирола. Для крепления модуля A1 к внутренним стенкам коробки дихлорэтаном приклеены направляющие, показанные на рис. 6 стрелками и представляющие собой полоски прямоугольного сечения с размерами сторон около 3×2,5 мм, вырезанные из листа полистирола толщиной 2,5 мм. В паз, образованный между направляющими, вставляется прямоугольная пластина из подходящего диэлектрического материала, на которую монтируют модуль A1. Печатная плата устройства крепится тремя

шурупами в предназначенные для этого установочные места коробки. Переключатель SA1 монтируют на крышке коробки над прямоугольным вырезом в печатной плате. Для подключения переключателя SA1 и кнопки SB1 без пайки их выводов удобно использовать автомобильные обжимные клеммы в изолирующих рубашках и многожильный провод необходимой длины. Изоляция проводов для подключения кнопки SB1 должна быть рассчитана на работу при напряжении сети 230 В. Для подключения к устройству сети 230 В и электродвигателей M1 и M2 использован гибкий двухжильный провод ШВВП 2×0,75 мм². Эти провода выводят через отверстия необходимого диаметра, просверленные в стенках коробки. Электродвигатели M1 и M2 приводов подключают к устройству через двухполюсные штырьковые разъёмы L6.2-2P. Электрический провод питания устройства необходимо оснастить электрической вилкой. Вид устройства со снятой крышкой и внешний вид собранного устройства представлены на рис. 7 и рис. 8.

От редакции. Чертёж печатной платы в программе Sprint-Layout в авторском и редакционном вариантах находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/06/pas.zip> на нашем FTP-сервере.

Компактный индикатор радиоизлучений ВЧ-СВЧ

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Число беспроводных устройств, управляющих, управляемых и передающих информацию с помощью радиоволн, неуклонно растёт. Причём непрерывно увеличивается и рабочая частота этих устройств. Поэтому диагностика работоспособности радиопередающей части таких устройств — актуальная задача. Помочь в этой ситуации может индикатор радиоизлучений, работающий в диапазонах ВЧ и СВЧ, описание которого приведено далее. С его помощью можно проверить работу радиопередатчиков различных устройств, таких как беспроводные компьютерные мыши и клавиатуры, головные телефоны и т. д., работающих по стандарту Bluetooth, Wi-Fi, а также

многих других. Индикатор имеет небольшие размеры (рис. 1), снабжён стрелочным индикатором и звуковым сигнализатором. Кроме того, при желании можно использовать сменные антенны, оптимизированные для различных диапазонов.

Схема индикатора показана на рис. 2. Детектор сигналов ВЧ-СВЧ собран на обращённом диоде VD1 [1, 2], имеющем специфическую ВАХ, особенностью которого является высокая чувствительность и большой диапазон рабочих частот. Обращённые диоды относятся к классу туннельных, а поскольку сам процесс туннелирования малоинерционный, они могут работать на очень высокой частоте, кото-

рая, в первую очередь, ограничена собственной ёмкостью диода. Поэтому в детекторе желательно применить обращённые диоды с малой собственной ёмкостью. Применённый обращённый арсенидгаллиевый диод AI402B имеет малую ёмкость в точке минимума вольт-амперной характеристики — 0,4 пФ [2]. В описании технических параметров этих диодов специально указано, что проверка диодов тестером не допускается. Поэтому обращаться с ними, в том числе и паять, следует аккуратно.

Сигнал от антенны WA1 через разъёмы XS1, XP1 и конденсатор C1 поступает на детекторный диод VD1. Дроссели L1 и L2 обеспечивают развязку



Рис. 1

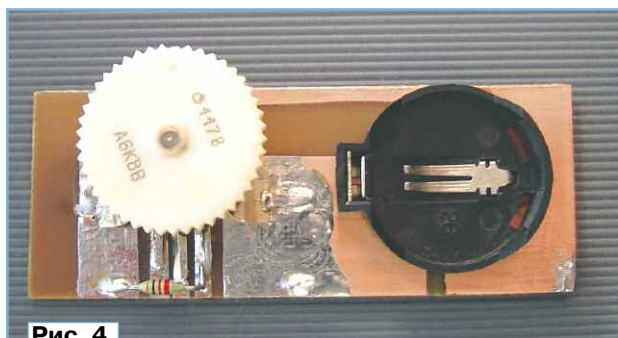


Рис. 4

диода по ВЧ от остальных элементов индикатора. Выпрямленное диодом напряжение поступает на вход усилителя на ОУ DA1.1, где протестированный сигнал усиливается. Чтобы расширить интервал индицируемого напряжения, в цепь обратной связи ОУ DA1.1 включена нелинейная цепь из диода VD2 и резистора R4. С выхода этого

ОУ сигнал поступает на инвертирующий вход компаратора, собранного на ОУ DA1.2, а через подстроечный резистор R5 поступает на стрелочный индикатор — микроамперметр PA1. На неинвертирующий вход компаратора поступает образцовое напряжение с движка переменного резистора R6. Когда напряжение на этом входе пре-

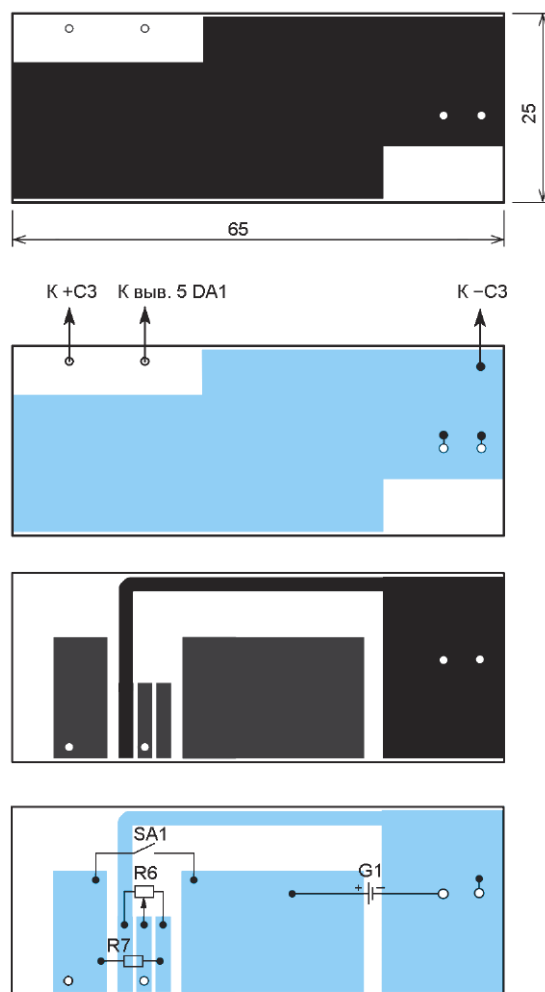


Рис. 3

вышает напряжение на выходе ОУ DA1.1, на выходе компаратора присутствует напряжение высокого уровня и акустический сигнализатор HA1 не работает. Конденсатор C1 — разделительный, его применение позволяет использовать в индикаторе замкнутые антенны. Конденсатор C2 — блокировочный по ВЧ, а конденсатор C3 — блокировочный по питанию.

При появлении радиосигнала диод его выпрямляет, а усилитель на ОУ DA1.1 усиливает, и если напряжение усиленного сигнала превысит образцовое напряжение, компаратор переключится, и на его выходе появится низкий уровень напряжения. На акустический излучатель поступит питающее напряжение, и он начнёт работать. Хотя большинство сигналов стандартов Bluetooth и Wi-Fi импульсные и с различной модуляцией, но часто передача информации осуществляется пакетами с относительно низкой частотой, поэтому их можно "услышать" с помощью этого индикатора.

Элементы индикатора в основном размещены на двух печатных платах из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1 мм. На первой плате, чертёж которой показан на рис. 3, установлены переменный ре-

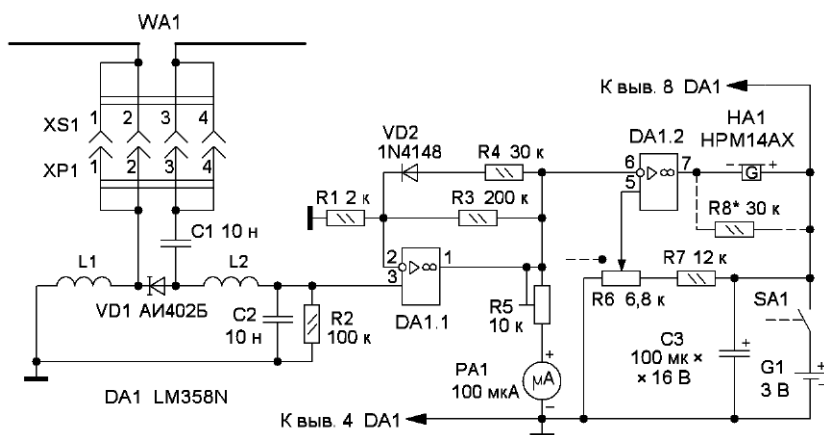


Рис. 2

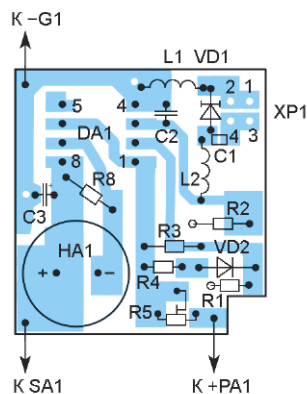
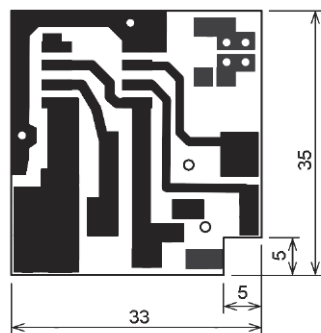


Рис. 5

зистор R6 с выключателем, резистор R7 и держатель элемента питания G1. Смонтированная плата показана на **рис. 4**. Остальные элементы, кроме микроамперметра и антенны с гнездом XS1, смонтированы на печатной плате, чертёж которой показан на **рис. 5**. Большая часть той стороны платы, на которой нет элементов, оставлена металлизированной и используется в качестве общего провода-экрана. Через отверстия в плате она отрезками медного лужёного провода соединена с печатными проводниками другой стороны.

В индикаторе можно применить постоянные резисторы R1-12, МЛТ, переменный резистор — СПЗ-3в, подстроечный — СПЗ-19. Конденсатор C1 — для поверхностного монтажа типоразмера 0805, конденсатор C2 — такой же или выводной K10-17, конденсатор C3 — K50-35 или импортный. Диод 1N4148 можно заме-

нить диодом серий КД521, КД522. Дроссели L1, L2 намотаны проводом ПЭВ-2 0,2 на оправке диаметром 2,5 мм и содержат по 17...20 витков. Микроамперметр — М4247 с током полного отклонения 100 мкА. Гнездо и вилка (2×2) изготовлены из разъемов PLS2 и PLD2. Акустический сигнализатор можно применить любой малогабаритный со встроенным генератором, устойчиво работающим при питающем напряжении от 2,5 В.

Налаживание сводится к установке отклонения стрелки микроамперметра подстроечным резистором R5. Плавность установки порога срабатывания компаратора можно изменить подборкой резистора R7. В зависимости от

типа и экземпляра применённого акустического сигнализатора, возможно, потребуется установка резистора R8. Дело в том, что из-за особенностей схемотехники максимальное выходное напряжение применённого ОУ серии LM358 меньше напряжения питания на 0,5...0,6 В. В результате именно такое напряжение будет на звуковом сигнализаторе, и некоторые из них будут работать, издавая слабый звук. Установка резистора R8 позволит увеличить напряжение на выходе ОУ и устранить возможный указанный недостаток. Сопротивление этого резистора должно быть максимально большим, обеспечивающим желаемый эффект. Чтобы устранить этот недостаток,

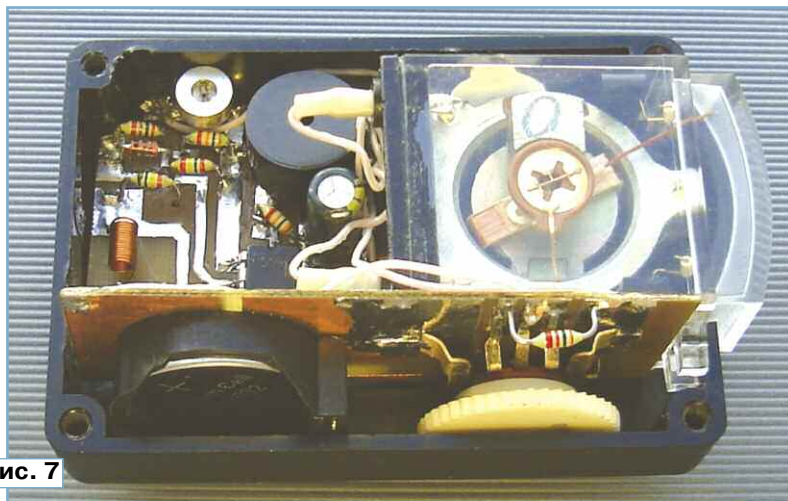
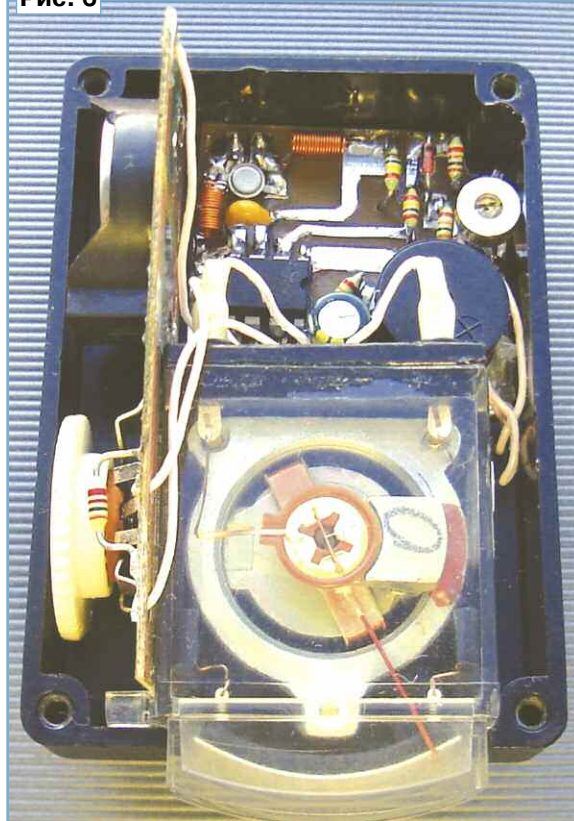


Рис. 7

Рис. 6



можно применить ОУ общего применения класса rail-to-rail.

Элемент питания — Li-Ion типоразмера CR2032. Но для питания индикатора можно использовать малогабаритный Li-Ion аккумулятор, который можно найти в электронных сигаретах [3] небольшого размера. Но тогда придётся в индикаторе установить модуль зарядки, например [4], и гнездо соответствующего типа для подключения зарядного устройства. Ток, потребляемый индикатором с выключенным акустическим сигналом, — 0,6 мА, с включённым сигналом — 1,6 мА.

Конструкция индикатора показана на **рис. 6** и **рис. 7**. Пластмассовый корпус с внешними размерами 28×50×72 мм состоит из двух одинаковых частей. Первая плата приклеена к микроамперметру, который сначала приклеен к корпусу. Предварительно для микроамперметра и движка переменного резистора в корпусе делают отверстия соответствующих формы и размера. Для контактов вилки XP1 в корпусе сделаны четыре отверстия, в которые они и вставлены. Затем на эти выводы "надевают" печатную плату и припаивают их. Поэтому плата держится надёжно, дополнительно её закрепляют в корпусе термоклеем.

С индикатором желательно использовать симметричные антенны, например, рамочные или полуволновые диполи соответствующего диапазона, а также более сложные направленные антенны. Следует учесть, что замкнутые антенны менее подвержены воздействию низкочастотных сигналов и наводок. Пример конструкции рамочной антенны показан на рис. 1. Она изго-

мым сварочным гранулятом. В зазор между концами отрезка клей наносится не следует.

Вариант конструкции полуволновых диполей показан на рис. 8. Изготовлены они из отрезков двухстороннего тонкого гибкого металлизированного стеклотекстолита шириной 10 мм и длиной $L = \lambda/2$. С двух сторон отрезка посередине металлизации аккуратно с-



Рис. 8

товлена из отрезка медного обмоточного провода диаметром 2...3 мм и гнезда PLS2. Длина отрезка L должна соответствовать длине волны λ контролируемой частоты f (диапазона частот). Для расчёта можно воспользоваться онлайн-калькулятором [5] или использовать формулу $L(m) = \lambda(m) = 300000/f(kГц) = 300/f(МГц)$, например для диапазона 2,4 ГГц $L = 125$ мм. Отрезок провода залуживают на концах и припаивают между выводами разъёма. Места пайки следует укрепить небольшим количеством эпоксидного клея или секундного клея с так называе-

помощью скальпеля делают зазор шириной около 2 мм, удаляя часть металла. Затем с двух сторон припаивают разъём, и места пайки также укрепляют с помощью клея. Концы вибратора следует закруглить, а края отрезка обработать наждачной бумагой, чтобы не получить случайную травму при пользовании антенной.

Чувствительность индикатора была измерена на частоте 150 МГц, она оказалась 3...5 мВ (по звуковому сигнализатору). Индикатор можно использовать и на частотах менее 100 МГц, для этого индуктивность дросселей следу-

ет увеличить в несколько раз, применив дроссели с ферритовым магнитопроводом, например серии EC24 индуктивностью несколько сотен микрогенри. Для повышения чувствительности индикатора можно увеличить коэффициент усиления усилителя на ОУ DA1.1. Для этого следует увеличить сопротивление резистора R3 или уменьшить сопротивление резистора R1.

В индикаторе можно обойтись только звуковой сигнализацией, исключив стрелочный индикатор. В этом случае элементы VD2, R4, R5, PA1 будут не нужны, а конструкцию можно упростить, уменьшив размеры и конструкцию корпуса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обращённый диод. — URL: <https://click.ru/39in2f> (18.04.24).
2. 3И402А, 3И402Б, 3И402В, 3И402Г, 3И402Д, 3И402Е, 3И402И, АИ402Б, АИ402Г, АИ402Е, АИ402И. — URL: <https://click.ru/39imqv> (18.04.24).
3. Нечаев И. Об использовании электронной начинки одноразовых электронных сигарет при создании радиолюбительских устройств. — Радио, 2023, № 8, с. 30—34.
4. TP4056. — <https://beriled.biz/data/files/tp4056new.pdf> (18.04.24).
5. Длина и частота электромагнитной волны. — URL: <https://calcland.ru/calculator/dlina-elektromagnitnoy-volny> (18.04.24).

От редакции. Чертежи печатных плат находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/06/ind.zip> на нашем FTP-сервере.

Гармоничное "тик-так" для электронных часов

В. РУБАШКА, г. Лисичанск, ЛНР

"Кувшин придаёт форму пустоте, музыка — молчанию".

Жорж Брак

В процессе разработки очередных электронных часов возникла идея озвучить каждую секунду звуком, похожим на тиканье механических часовых ходиков. Сейчас несложно найти и приобрести различные звуковые модули, с помощью которых реализовать задуманное не представляет особой трудности. Но это не наш метод. Хотелось сделать красивое, на мой вкус, звучание, что называется подручными средствами. Задача осложнялась тем, что после разработки и изготовления

электронных часов на модуле Arduino Nano на микроконтроллере (МК) ATmega 328P свободных выводов не оставалось совсем. В резерве у каждого разработчика остаётся ещё перевод линии сброса в полноценный выход. Но это суровая крайность, которая не позволит дальше перепрограммировать МК обычными средствами. Нужен будет параллельный программатор. Есть ещё одна возможность — в некоторых случаях можно использовать вывод AREF МК для управления своими устройства-

ми. В коде это реализуется очень просто путём прямой работы с внутренними регистрами.

Анализ работы кварцевых механических часов определил длительность звука тиканья — 25...30 мс. Осталось подобрать приемлемую высоту тона, и дело будет сделано. В качестве излучателя был опробован электромагнитный акустический излучатель с диаметром корпуса 9 мм. На МК программным путём была сформирована пачка импульсов длительностью 30 мс. Только с большой фантазией это надоедливое пицание можно было принять за тиканье. Далее была опробована малогабаритная динамическая головка, но отвергнута по аналогичной причине.

Наступила очередь активного акустического излучателя (со встроенным генератором). Для него не нужно формировать тональные импульсы, достаточно подать питание, и он сам очень громко пищит. Громче, чем пассивный акустический излучатель, и это всё его преимущество. Пробовал модулировать питание активного излучателя импульсами разной частоты. Это немного смещало высоту звука, но до подобию механического тиканья было далеко. Трудюлюбивые шестерёнки механиче-

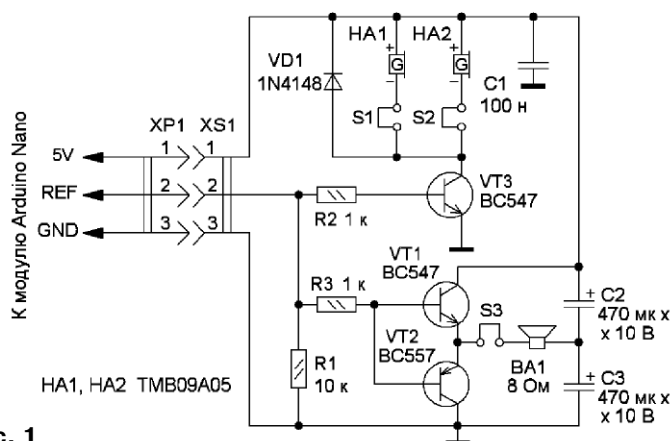


Рис. 1

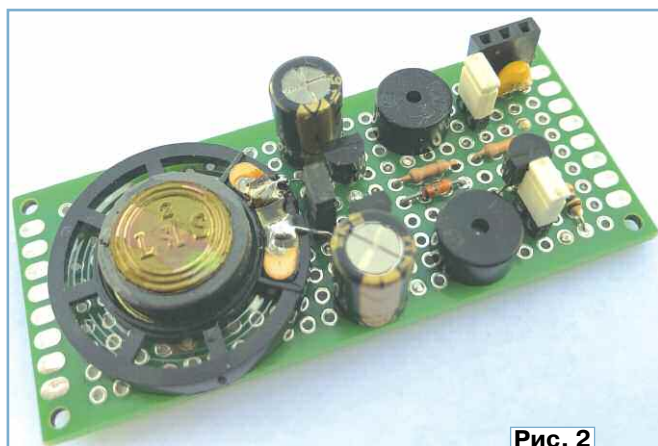


Рис. 2

ских часов не только вращают стрелки, но и создают красивый звук, за который мы все их так любим. И тут меня осенило. Шестерёнок в механизме несколько, поэтому звук от каждой и складывается в свою неповторимую мелодию. Поэтому попробовал подключить второй аналогичный излучатель параллельно первому. Произошло первое маленькое звуковое "чудо". Писк пропал, появились первые признаки, что это правильный путь.

Хотя активные однотипные акустические излучатели формально и излучают сигналы с одинаковыми частотами, на практике они немного отличаются. Так примерно настраивают двенадцатиструнную гитару, которая богата своим ярким, насыщенным звучанием. Эти немного разные частоты сложились друг с другом и дали хороший звуковой эффект, однако до финиша было ещё далеко. Звук был преимущественно высокочастотным, явно не хватало низкочастотной составляющей. Второе "чудо" произвела малогабаритная динамическая головка диаметром 30 мм (аналогична капсуле от головных телефонов). Она добавила к звуку именно то, что так ожидалось, — выразительности и объёмности. Увеличить громкость этой динамической головки пришлось с помощью дополнительного транзисторного каскада. Вторая головка параллельно первой общую картину

не изменила, поэтому в окончательную реализацию не вошла.

Схема узла "тик-так" показана на рис. 1. Собранный по этой схеме, он стал выдавать честный звук "тик-тик", но ведь в настоящих часах слышно "тик-так". Поэтому пришлось вернуться к эксперименту с модуляцией звука, сделав его разным для чётной и нечётной секунд. Теперь звучание стало похоже на настоящие старинные ходики. Звучание красочное, ненадоедливое. Хотя лучше предусмотреть его отключение через меню в ночное время или простым малогабаритным выключателем.

Можно и дальше экспериментировать с программной модуляцией звука. Скорее всего, вы найдёте свой вариант, который удовлетворит вас больше, чем авторский. Вкусы у всех разные, но и в базовом варианте звучание весьма достойное. Попробуйте и проведите эксперименты, подключая комбинации акустических излучателей и динамических головок, и вы сами убедитесь, что только все вместе они выдают весьма правдоподобный звук.

Все элементы устройства были собраны на макетной плате размерами 30×70 мм (рис. 2), применён проводной монтаж. На рис. 3 представлен

чертёж печатной платы, которую можно изготовить из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Так что смело делайте любой вариант, монтажную или печатную плату. Габариты можно значительно уменьшить за счёт применения компонентов для поверхностного монтажа. Акустические излучатели тоже есть в таком исполнении. Переключки S1—S3 на плате нужны только для оперативного включения или отключения источников звука при проведении экспериментов. Если их не проводить, взамен них можно установить проволочные переключки.

Транзисторы можно заменить любыми маломощными соответствующей структуры, диод — любой маломощный выпрямительный или импульсный малогабаритный. Резисторы — МЛТ, С2-23, оксидные конденсаторы — К50-35 или

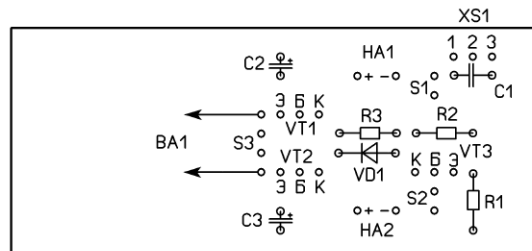
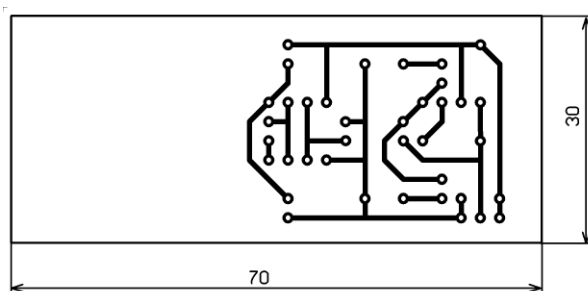


Рис. 3

импортные, их ёмкость может быть в интервале от 220 до 1000 мкФ, в таком включении они дополнительно снижают пульсации напряжения питания, конденсатор C1 — керамический К10-17 или плёночный серии К73. Вилку XP1, гнездо XS1 и переключки S1—S3 можно изготовить из разъёмов серий PBS и PLS. Акустические сигнализаторы со встроенным генератором обязательно должны быть рассчитаны на напряжение 5 В, поскольку они есть и на другое напряжение. Динамическая головка диаметром 30 мм — от звукового модуля детской игрушки, которую оттуда вытащила знакомая молодая мама. Догадываетесь сами, почему.

Если в МК присутствуют свободные выводы, лучше использовать их, при этом код немного изменится. Вместо переключения регистра нужно будет переключать вывод, не забыв настроить его на выход.

Простейшая программа на BASCOM (рис. 4) для тестов в основном цикле (Do — Loop) каждую секунду (задержка — Waitms 1000) генерирует пакку импульсов для озвучивания часов. Для внедре-

```

1 $regfile = "m328pdef.dat"
2 $crystal = 16000000
3 $hwstack = 512
4 $swstack = 128
5 $framesize = 256
6
7 Dim I As Word
8
9 '====Начало основного цикла====
10 Do
11     'ТИК* - четная секунда
12     For I = 1 To 7
13         ADMUX = 71
14         Waitus 636
15         ADMUX = 7
16         Waitus 1272
17     Next I
18     Waitms 1000
19
20     'ТАК* - нечетная секунда
21     For I = 1 To 7
22         ADMUX = 71
23         Waitus 602
24         ADMUX = 7
25         Waitus 1204
26     Next I
27     Waitms 1000
28
29 Loop
30 End
31 '====Конец основного цикла====

```

Рис. 4

ния в основную программу часов достаточно каждую секунду вызывать код, формирующий звук "тик" или "так". Аналогичный код можно реализовать в скетче для Arduino Nano (рис. 5).

Более сложная программа tiktak.bas написана на BASCOM. Она родилась в результате продолжающихся экспериментов по улучшению звука. Как известно всем, кто связан с музыкой, гармония достигается, когда между частотами существует определённая зависимость, которую давно установили и назвали нотами. Очень интересно будет почитать сопутствующую литературу по теме. Привязка звуков механического тиканья к нотам показала положительный результат. Интересно было подбирать для разных звуков тиканья ноты с разными интервалами секундой, терци-

```

1 void setup() {
2 }
3
4 void loop() {
5     for (int i = 0; i < 2; i++)
6     {
7         ADMUX = 71;
8         delay(6);
9         ADMUX = 7;
10        delay(4);
11    }
12    delay(1000);
13
14    for (int i = 0; i < 2; i++)
15    {
16        ADMUX = 71;
17        delay(4);
18        ADMUX = 7;
19        delay(6);
20    }
21    delay(1000);
22 }

```

Рис. 5

ей и другими, поэтому такой алгоритм назван "Гармоничное тик-так".

Программа не сложная, но в ней много переменных для расчёта. Тридцать шесть констант (Const) описывают временные периоды для формирования нот трёх октав. Период является обратной величиной частоты, рассчитан заранее и хранится в виде констант соответствующих нот. Формула для расчёта **период ноты (мкс) = 1000000/частота (Гц) ноты**. Перио-

дам (Period_tik и Period_tak) присваиваются значения выбранных констант. Длительность звуков в миллисекундах задаётся в переменных Dlitelnost_tik и Dlitelnost_tak. Ещё задаётся скважность (Skvajnost_h, Skvajnost_l) импульсов, которые будут поступать на выход. Скважность в некоторой степени влияет на звуковую окраску и на громкость. После присвоения исходных параметров происходит расчёт переменных для "тик" и "так" соответственно. Рассчитывается длительность высокого и низкого уровней единичного импульса (Per_h... и Per_l...) и число импульсов (Povtor...). А уже в соответствующем месте программы формируется необходимое число импульсов с помощью цикла (For ... Nex).

Наиболее интересное звучание получается при использовании констант из первых двух октав. В программу можно дополнительно ввести выбор скважности для каждого звука. Это должно ещё более разнообразить звучание. Сейчас скважность общая для "тик" и "так". Стоит отметить, что код можно очень сильно упростить, если после подбора нужных параметров получить в терминале расчётные значения (с помощью оператора Print) и подставить их в код цикла в виде чисел. Таким образом, избавляемся сразу от множества переменных, констант и расчётов. И программа трансформируется в очень простой код.

От редакции. Скетч, программа и hex-файл для микроконтроллера, чертёж печатной платы и звуковой файл, иллюстрирующий работу устройства, находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/06/tiktak.zip> на нашем FTP-сервере.

Вторая жизнь паяльника паяльной станции Lukey 902

М. ОЗОЛИН, с. Красный Яр Томской обл.

Причиной, побудившей меня разрабатывать это устройство, стал выход из строя паяльника паяльной станции Lukey 902. Поскольку необходимо было продолжать работу, был приобретён новый паяльник для указанной выше станции. Позже, на досуге, при проверке вышедшего из строя паяльника выяснилось, что у него перегорел ТЭН со встроенным датчиком температуры. Как оказалось, его относительно недорого можно приобрести, что и было сделано. Чтобы отремонтированный паяльник не лежал без дела, решил собрать для него терморегулятор из

деталей, находящихся под рукой. В результате был собран терморегулятор на основе микроконтроллера (МК) ATtiny24 и трёхразрядного светодиодного индикатора неизвестного типа от

вышедшего из строя китайского вольтметра. Особенность этого индикатора в том, что он имеет шесть выводов и работает по технологии чарлиплексинга. Если коротко, по методу чарлиплексинга два вывода могут управлять двумя элементами, поскольку их светодиоды включены встречно-параллельно. Сигналы управления этим индикатором по методу чарлиплексинга приведены в **таблице**.

Схема терморегулятора показана на **рис. 1**. Питание терморегулятора можно осуществлять от блока напряжением 15...24 В с током нагрузки не менее 2 А. Я использовал блок питания ноутбука. Температуру нагрева устанавливают кнопкой SB1 — увеличение с шагом 10 °C и SB2 — уменьшение с таким же

Разряд	Элемент													
	A		B		C		D		E		F		G	
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
старший	2	3	2	4	5	2	2	6	2	5	3	2	4	2
средний	5	4	3	5	4	5	3	4	6	3	4	3	5	3
младший	1	6	3	6	5	6	6	4	4	6	6	5	1	5

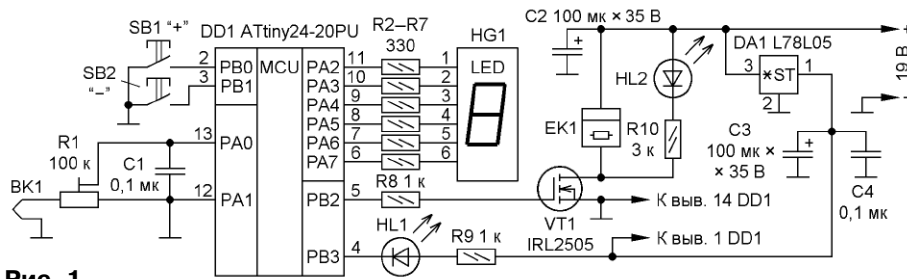


Рис. 1

значения, на выводе 5 МК устанавливается высокий уровень, открывающий полевой транзистор VT1, и на ТЭН паяльника поступает напряжение блока питания, о чём сигнализирует свечение светодиода HL2. Установленные значения температуры сразу же при их изменении записываются в энергонезависимую память контроллера и сохраняются там и при включении считываются в необходимые регистры МК.

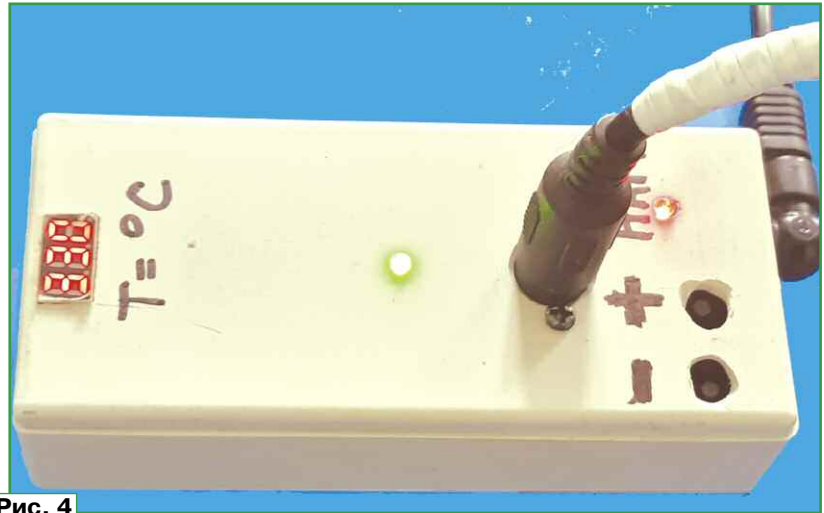
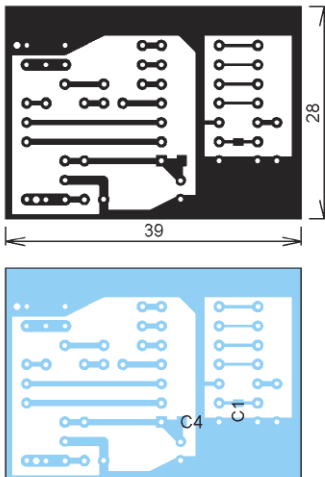


Рис. 4

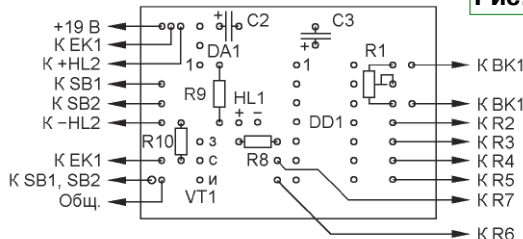


Рис. 2

ной температуры сравнения не изменяется, а на индикаторе отображается её текущее значение. При удержании кнопок более трёх секунд установленная температура изменяется с шагом 10 °C каждую секунду. Минимальное значение устанавливаемой температуры — 80 °C, а максимальное — 400 °C. АЦП МК измеряет на-

Программируя МК, учтите, что биты конфигурации должны быть такими: 0x5F — старший байт, 0x62 — младший байт. Биты — инверсные. Если значение бита равно единице, ячейка не запрограммирована, и наоборот.

При правильной программе МК и исправных деталях налаживание терморегулятора сводится к установке реальной температуры жала по образцовому термометру вращением движка резистора R1. После установки нужной температуры можно измерить сопротивление плеч R1 и установить постоянные резисторы близких номиналов.

Все детали устройства, кроме кнопок, разъёма для паяльника, индикатора HG1, резисторов R2—R7 и светодиода HL2, смонтированы на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Её чертёж и расположение деталей показаны на рис. 2. Конденсаторы C1, C4 — для поверхностного монтажа типоразмера 0805. Кнопки и входной разъём питания смонтированы на другой плате из такого же материала. Они установлены со стороны фольги, а тоководящие дорожки вырезаны скальпелем.

Устройство размещено в пластмассовом корпусе. Фотография размещения плат в корпусе показана на рис. 3, а собранного устройства — на рис. 4.

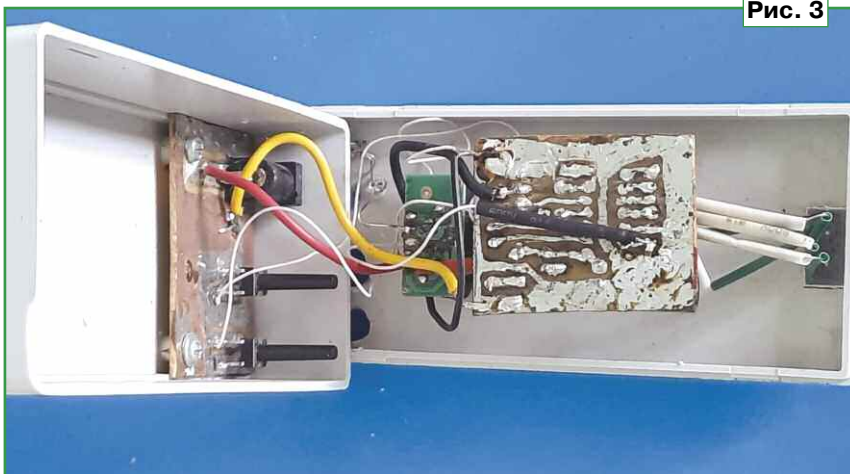


Рис. 3

шагом. Если МК обнаруживает нажатие на одну из кнопок, он сообщает об этом зажиганием светодиода HL1. При кратковременном нажатии на кнопки (менее одной секунды) значение установлен-

ное напряжение с датчика температуры, вмонтированного в ТЭН паяльника. Напряжение на датчике прямо пропорционально его температуре. Если температура жала меньше установленного

От редакции. Файлы для программирования МК находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/06/lukey.zip> на нашем ftp-сервере.

Переменным резистором R4 регулируют напряжение на выходе стабилизатора и соответственно скорость вращения вала электродвигателя. Конденсатор C3 служит для дополнительного уменьшения пульсаций выходного напряжения. Дiod VD7 защищает электродвигатель от импульсов противо-ЭДС, возникающего при коммутации переключателя реверса (на

схеме не показан) во время работы электродвигателя.

Если защита от замыкания выхода стабилизатора не требуется, то резистор R2, диод VD5 и транзистор VT1 не устанавливают. Если важен малый уровень пульсаций на выходе стабилизатора, параллельно выходу следует подключить полярный оксидный конденсатор ёмкостью 220...470 мкФ и неполярный конденсатор ёмкостью 0,1...0,22 мкФ, рассчитанные на напряжение не менее 10 В.

Вместо МП25Б и МП40 (VT1 и VT2) допустимо использовать германиевые транзисторы структуры p-n-p с максимальным допустимым напряжением коллектор—эмиттер не менее 15 В, максимальным током коллектора не менее 120 мА. Возможна замена на любой из серий МП13—МП16, МП20, МП21, МП25, МП26, МП39—МП42.

нее 150 мА, например 2SC3198, C945. Если этот транзистор при максимальной нагрузке стабилизатора будет заметно нагреваться, следует установить его на небольшой теплоотвод или применить более мощный транзистор, например, из серий КТ603, КТ608, КТ630, КТ645 или КТ815.

На месте VT3 допустимо использовать мощный кремниевый транзистор структуры n-p-n с максимальным допустимым напряжением коллектор—эмиттер

щитой от замыкания выхода и перегрузок по току, например [2]. В случае нагревания транзистора VT1 (в процессе срабатывания защиты от замыкания выхода стабилизатора) в разрыв его коллекторной цепи следует включить резистор сопротивлением 10...100 Ом мощностью 0,25 Вт.

Печатная плата стабилизатора не разрабатывалась. В качестве такой печатной платы использовался освободившийся от всех деталей, кроме диодного моста, отрезок платы (размерами 110×50 мм) от блока питания старого компьютера. Расположение деталей стабилизатора адаптировано к имеющимся печатным проводникам используемой платы, в случае необходимости печатные проводники перерезались, а также ставились перемычки и стойки. Также в случае необходимости производился навесной монтаж радиоэле-

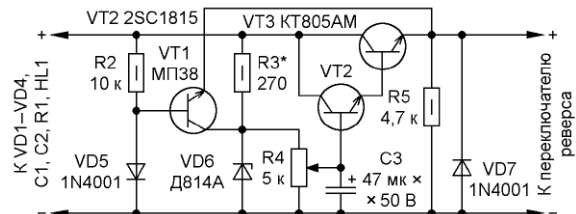


Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5

На месте VT3 допустимо использовать мощный германиевый транзистор структуры p-n-p с максимальным допустимым напряжением коллектор—эмиттер не менее 15 В, максимальным током коллектора не менее 5 А. Возможна замена на любой аналогичный, например, из серии КТ819 или подобный импортный.

Диоды VD5 и VD7 заменяются любыми из серии 1N400х или подобными с максимальным током не менее 300 мА. Стабилитрон VD6 — на напряжение 7...8 В, например, D808 или импортный BVZ55C7V5. На месте диодного моста VD1—VD4 можно применить любой моноблочный диодный мост, рассчитанный на ток не менее 2 А.

Налаживание стабилизатора заключается в подборе оптимального сопротивления резистора R3 с таким расчётом, чтобы ток через стабилитрон VD6 не превысил 15 мА при любом положении движка переменного резистора R4. Если резистор R3 будет заметно нагреваться, то его следует заменить на более мощный. Токоограничивающий резистор R1 (рис. 2) подбирается с таким расчётом, чтобы ток через светодиод HL1 не превысил 10 мА.

Вместо МП38 (VT1) допустимо использовать только германиевый транзистор структуры p-n-p с максимальным допустимым напряжением коллектор—эмиттер не менее 15 В, максимальным током коллектора не менее 120 мА. Возможна его замена на любой из серий МП9—МП11, МП35—МП38.

Вместо 2SC3198 (VT2) допускается использовать маломощный кремниевый транзистор структуры p-n-p с максимальным допустимым напряжением коллектор—эмиттер не менее 15 В, максимальным током коллектора не ме-

нее 15 В, максимальным током коллектора не менее 5 А. Возможна замена на любой аналогичный, например, из серии КТ819 или подобный импортный.

Диоды VD5 и VD7 заменяются любыми из серии 1N400х или подобными с максимальным током не менее 300 мА. Стабилитрон VD6 — на напряжение 7...8 В, например, D808 или импортный BVZ55C7V5. На месте диодного моста VD1—VD4 можно применить любой моноблочный диодный мост, рассчитанный на ток не менее 2 А.

Налаживание стабилизатора заключается в подборе оптимального сопротивления резистора R3 с таким расчётом, чтобы ток через стабилитрон VD6 не превысил 15 мА при любом положении движка переменного резистора R4. Если резистор R3 будет заметно нагреваться, то его следует заменить на более мощный. Токоограничивающий резистор R1 (рис. 2) подбирается с таким расчётом, чтобы ток через светодиод HL1 не превысил 10 мА.

Налаживание и проверку системы защиты от замыкания выхода стабилизатора следует производить при временном питании от регулируемого стабилизированного блока питания с за-

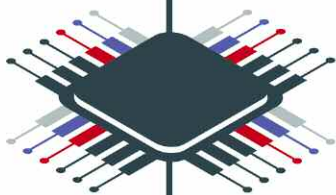
ментов (например, к выводам транзистора VT3). Транзистор VT3 вместе с теплоотводом прикреплён к плате винтами. Печатная плата стабилизатора закреплена короткими винтами-саморезами на двух пластиковых стойках, имеющих в корпусе устройства. Внешний вид установленной печатной платы показан на рис. 4.

Выключатель питания SA1, плавкая вставка FU1, понижающий трансформатор T1, конденсатор C1, светодиод HL1 и переменный резистор R4 использованы уже имеющиеся в устройстве. Для удобства подключения/отключения органов управления и индикации на плате стабилизатора установлены гнезда со старой нерабочей платы устройства (на схемах не показаны).

Внешний вид устройства в сборе показан на рис. 5.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов Б. Конструкции юных радиолюбителей Монголии. Блок питания с защитой от коротких замыканий. — Радио, 1981, № 5—6, с. 57.
2. Шумилов А. Вариант стабилизатора с двойной защитой. — Радио, 2022, № 8, с. 33—35.



ЭЛЕКТРОНИКА РОССИИ

Международная
ВЫСТАВКА-ФОРУМ

26|27|28
НОЯБРЯ
2024 МОСКВА
Крокус Экспо



12+

Забронируйте стенд:

+7 (812) 401 69 55, electron@mvk.ru



Организатор:



Международная
Выставочная
Компания

Официальная поддержка:



Минпромторг
России

Партнеры:



Учись играя.

Программа для моделирования цифровых устройств Logisim

Часть 2

К. ЖЕЛТОВ, г. Иркутск

В этом разделе рассмотрен процесс разработки игры "Кто быстрее" с применением триггеров и последую-

выбрать D-триггер. На рис. 1 показана эта панель с выбранным триггером. Он может находиться в одном из двух

и до подачи управляющих сигналов. D-триггер имеет асинхронные входы безусловной установки выхода в состояние лог. 0 (R) и лог. 1 (S). Этот триггер имеет вход данных D, который переводит триггер в одно из двух состояний в зависимости от логического уровня по сигналу на входе управления C. У триггера два выхода — прямой и инверсный с противоположными состояниями.

На рабочем поле размещают два D-триггера. Меткам триггеров присваивают обозначения DD1.1 и

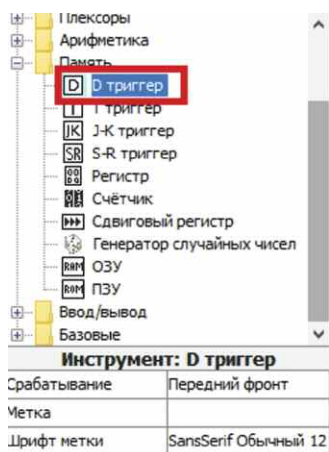


Рис. 1

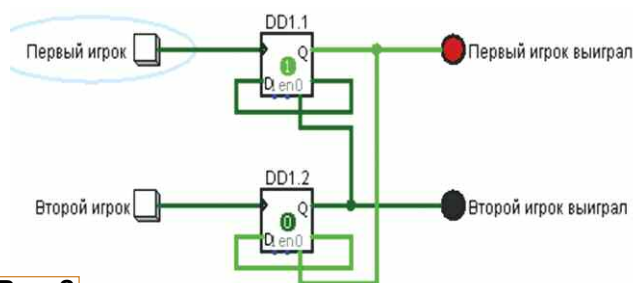


Рис. 2

щей реализацией работающего устройства. Для создания игры на триггерах необходимо перейти в раздел "Память" панели элементов среды Logisim и

устойчивых состояний (лог. 0 или лог. 1), пока есть питающее напряже-

Рис. 3

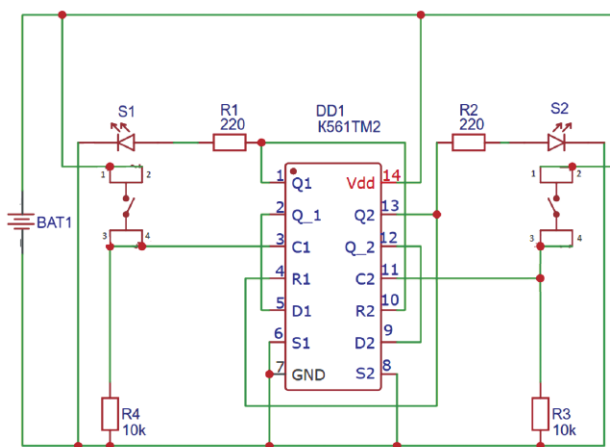
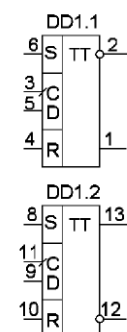


Рис. 4

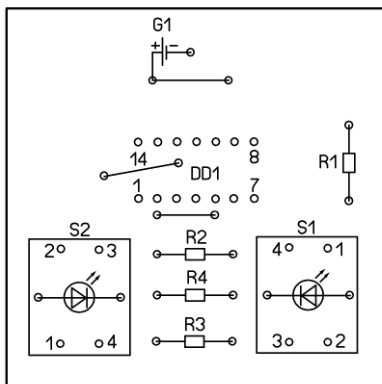
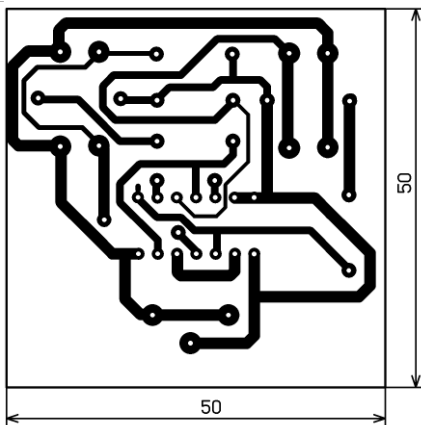


Рис. 5

DD1.2 (рис. 2). У каждого триггера проведём соединительную линию от инверсного выхода (в Logisim называется "Дополнение текущего состояния триггера") к входу D. Такое включение переведёт D-триггер в так называемый T-триггер, который переходит из текущего состояния в инверсное при поступлении сигнала на его вход C, именуемый счётным входом. Размещают на поле две кнопки, при этом кнопке напротив триггера DD1.1 в свойстве "Метка" дают наименование "Первый игрок", направление метки — запад. По аналогии делают то же самое для второго триггера. К прямым выходам (в Logisim называется "Текущее состояние триггера") делают подключение к светодиодам, которые отображают победителя, а также делают связи взаимной блокировки триггеров, проводя линии от прямых выходов к входам R (en 0), которые в Logisim называются "Очистка". Моделирование работы устройства сводится к "нажатию" курсором на кнопки. Если, например, игрок "нажимает" на кнопку

"Первый игрок", то второй игрок, кликая по второй кнопке, уже не может произвести изменения в состояние устройства. Для установки игры в начальное состояние первому игроку необходимо ещё кликнуть по своей кнопке.

Теперь на основании модели можно изготовить работающее устройство. Для реализации игры надо подобрать

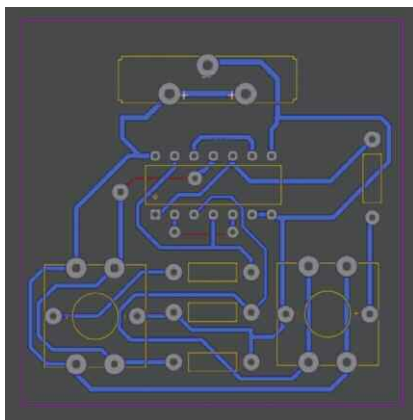


Рис. 6

элементную базу. Триггер в среде Logisim имеет реальный отечественный аналог — КМОП-микросхему К561ТМ2 или импортный аналог — CD4013. Её выбор был сделан в силу широкого интервала питающих напряжений 3...12 В, что позволяет не думать об организации стабилизированного напряжения питания. В корпусе этой микросхемы (рис. 3) находятся два одинако-

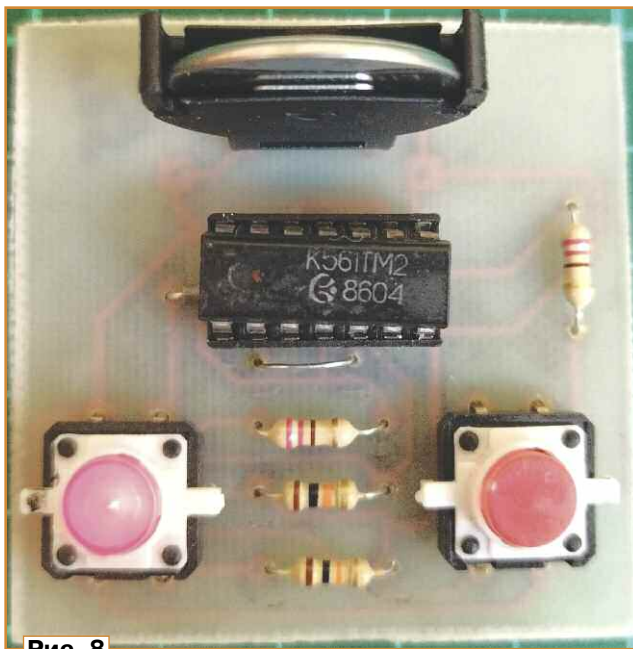


Рис. 8

вых триггера. Назначение выводов: S (set) — вход безусловной установки триггера в лог. 1; R (reset) — вход безусловной установки триггера в лог. 0; D (data) — данные; C — вход синхрониза-

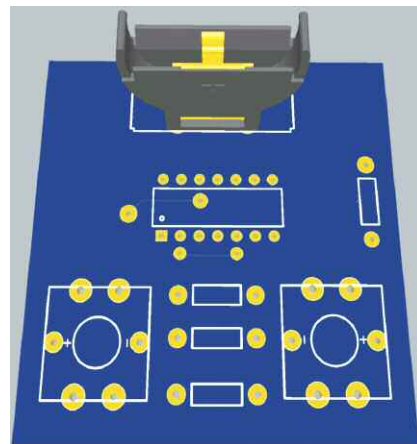


Рис. 7

ции. Вывод 7 — общий, вывод 14 — питание плюсовым напряжением.

В качестве кнопок были выбраны модули, совмещающие в себе кнопку и светодиод, так как это решение показалось интересным и простым с точки зрения сборки готового устройства. Далее можно приступить к разработке схемы и печатной платы. Автор работает в среде EasyEda (файлы печатной платы и схемы есть в архиве), но можно использовать другую подходящую среду.

На рис. 4 приведена схема проектируемого устройства. Применены резисторы МЛТ, С2-23 или импортные, резисторы R3 и R4 могут иметь сопротивление в интервале 1...10 кОм. S1 и S2 — кнопки тактовые TSL-012/R с встроенным

светодиодом размерами 12×12×7 мм. Для установки элемента питания CR2032 использован вертикальный держатель KLS5-CR2032-04.

Входы/выходы соединены по аналогии с моделью устройства в Logisim. Токоограничивающие резисторы R1 и R2 можно заменить проволочными перемычками, если источником питания будет элемент CR2032 напряжением 3 В. Если же напряжение питания будет больше, эти резисторы необходимы, чтобы не вывести из строя элементы устройства. Резисторы R3 и R4 подтягивают входы C триггеров к общему проводу и необходимы для формирования фронта сигнала синхронизации при нажатии на кнопки. На рис. 5 приведён чертёж печатной платы. Она изготовлена из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм. На рис. 6 показан её чертёж, на рис. 7 — 3D-модель в среде EasyEda. Собранное устройство показано на рис. 8.

От редакции. Файлы игры, чертежи печатной платы находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/06/logisim2.zip> на нашем FTP-сервере.

В 1948 г. в средней школе с. Исаково Смоленской обл. был организован радиокружок, в задачу которого входила подготовка радиолюбителей для массовой радиофикации сёл и деревень. В течение только одного учебного года силами радиолюбителей было изготовлено около 300 детекторных радиоприёмников, которые были установлены в домах колхозников с. Исаково и близлежащих деревень. Деятельностью радиокружка заинтересовалась редакция журнала "Радио" и предложила радиолюбителям выступить с обращением ко всем школьным радиокружкам и сельским радиолюбителям Советского Союза. В результате в мартовском номере журнала "Радио" за 1949 г. появилась статья "Шире дорогу детекторному приёмнику!". С момента публикации прошло 75 лет. О некоторых страницах истории радиокружка рассказывает предлагаемая вниманию читателей статья.

Отгремели раскаты Великой Отечественной войны. Советская армия, с достоинством и честью выполнившая свою историческую миссию, демобилизовала воинов, направляя их на становление хозяйства, разрушенного немецко-фашистскими захватчиками.

В 1946 г. вернулся на родную Смоленщину Игорь Владимирович Козин. До войны он работал преподавателем физики в Вяземском педучилище.

Чувство любви, которое есть у каждого человека, к своему городу, деревне, к своему краю, привело И. В. Козина в Вязьму. Он решил отдать все свои силы, способности делу восстановления школ Вяземского района. В августе 1946 г. его назначили преподавателем физики и заведующим учебной частью Исаковской средней школы. С присущей коммунисту энергией, несмотря на слабое здоровье, Игорь Владимирович отдаёт-

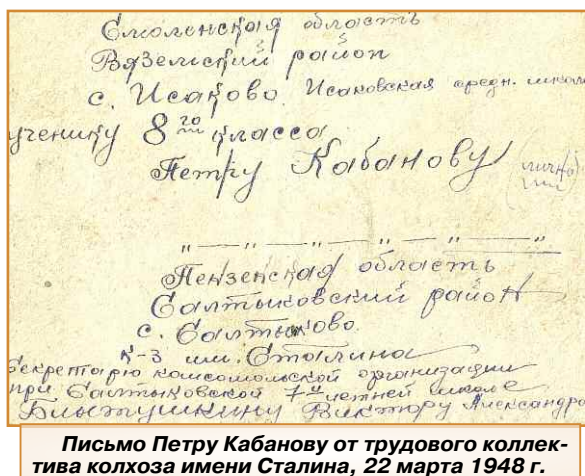
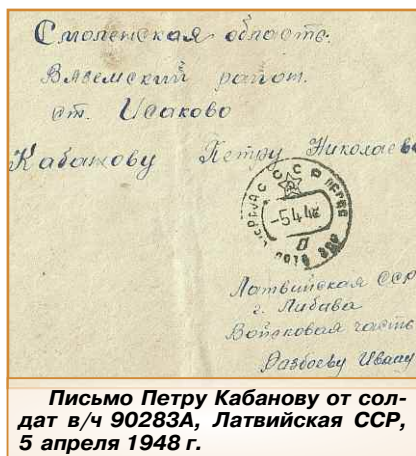
ся своему любимому делу. Большевикскому агитатору предстояло многое рассказать молодому поколению. О важном надо было поговорить с тружениками колхозных полей, испытывшими все тяготы войны, невзгоды немецкой оккупации и теперь с жадностью ловившими правдивое слово о нашей послевоенной жизни, жаждавшими мира на долгие годы. Самые важные новости приносили газеты. Но их было мало, да зачастую газеты и запаздывали. Надо было подумать о другом. Через радио можно было получать самые свежие новости. Но радио в с. Исаково не было. Где взять приёмник? Тогда в продаже их не было не только в Исаково, но и в Вязьме, и в Смоленске. На помощь пришли знания и старый опыт. Вскоре у коммуниста-агитатора появился радиоприёмник. Это был простой детекторный приёмник, но он дал возможность слушать голос родной Москвы, получать самые свежие новости и нести их в массы. Это происходило весной 1947 г. Первый радиоприёмник в Исаково положил начало большой работе, которая позже развернулась под руководством территориальной парторганизации, по радиофикации колхозов сельсовета. В том же году в нашу школу прибыли коммунист Василий Егорович Бекин, учитель химии, и Михаил Иванович Соколов, назначенный преподавателем по физкультуре. Старые радиолюбители не могли не заметить той большой потребности у тружеников села к радио. Они чувствовали, что без радио трудно жить и, тем более, работать с массами. Изготовив приёмники для личного пользования, эти радиолюбители поставили вопрос шире. Надо было внедрить радио в колхозы, в быт колхозников и сельской интеллигенции — учителей, специалистов сельского хозяйства. Такая постановка вопроса требовала увеличения числа радиолюбителей.

Школьная партийная организация обсудила этот вопрос на своём собрании и пришла к выводу о необходимости создать радиокружок, придав этому делу организованную форму с тем, чтобы подготовить радиолюбителей и с их помощью приступить к радиофикации колхозов сельсовета. Педагогический совет школы одобрил инициативу парторганизации и постановил назначить



Михаил Иванович Соколов (третий справа во втором ряду сверху) с коллегами и учащимися Исаковской средней школы, 1952—1953 учебный год.

Из воспоминаний жителя с. Исаково Ю. Т. Иванова о ребятах-радиолюбителях, с которыми он учился в послевоенное время в Исаковской школе. "О том, что можно самому сделать детекторный радиоприёмник, Петя Кабанов, ученик



татели — тётя, заслуженная учительница школ РСФСР, преподаватель математики Евдокия Никоновна Никитина и учитель Павел Васильевич Поручиков, проработавшие в школе около пятидесяти лет. До войны у них несколько лет был приёмник. Но война внесла большие поправки в быт. Приобрести приёмник не удалось, а старый не сохранился. И вот их воспитанник изготовил его сам. Маленький, неприглядный на вид "детектор" долгое время служил им верную службу, принимая голос столицы. "Как приятно, — говорила Евдокия Никоновна, — слушать родную Москву". Большая общественница, человек, тесно связанный с коллективом учителей, с колхозниками, она несла в массы новости, переданные Москвой, развывая интерес у населения к радио. Зимние каникулы 1948 г. изготовили себе приёмники и другие учащиеся. Они появились у учеников 4-го класса Николая Павлова и Михаила Левицкого, у учеников 5-го класса Николая Савельева и Василия Михайлова. Интерес к радио разрастался. Первые приёмники кружковцы оставляли у себя. Всего в сельсовете вместо семи приёмников, которые были до февраля

которые были дефицитным товаром. Кружковцы обратились ко всем радиолюбителям, комсомольцам и школьникам области с призывом принять самое активное участие в радиофикации колхозов. Это обращение было опубликовано в областной газете "Рабочий путь". Его одобрили областные комитеты партии и комсомола. В адрес кружка посыпалась масса писем с различными вопросами. Вскоре кружком заинтересовалась газета "Комсомольская правда", напечатавшая большую статью о юных радиолюбителях. Письма приходили из разных областей Советского Союза: Чкаловской, Крымской, Вятской, Пензенской, из Туркменской, Белорусской, Прибалтийских республик. На каждое письмо старались дать исчерпывающий ответ. Начало 1949 г. кружок встретил новыми достижениями. Школьники изготовили около 300 приёмников. Они устанавливали их не только в домах колхозников сельсовета. Много приёмников установили в колхозах Крутовского, Степановского и Митьковского сельсоветов Вяземского района, а также в колхозах Темкинского района, находящихся на границе с Вяземским".

Популярность кружка росла. В марте 1949 г. работой кружка заинтересовался журнал "Радио" — орган комитета по радиофикации и радиовещанию при Совете Министров СССР. Ознакомившись с работой кружка на месте, редакция журнала предложила радиолюбителям выступить с обращением ко всем

7-го класса, знал давно. Он знал, что их изготовили преподаватели школы, читал в "Пионерской правде" о том, что школьники Московской области помогают радиофицировать колхозы. Надо сделать приёмник и мне, решил Петя. Он получил обстоятельную консультацию от М. И. Соколова и принялся за работу. Долго возился юный радиолюбитель с первым приёмником. Несколько дней упорного труда и переживаний. И наконец: "Говорит Москва! Московское время двенадцать часов. Передаём обзор центральных газет", — услышал Петя. Радости не было конца. Вест о том, что Петя Кабанов самостоятельно изготовил радиоприёмник, что он слушает радио, быстро облетела все классы. В дом Кабановых потянулись учащиеся. Каждому, кто интересовался радио, — а таких было много, — хотелось не только послушать передачу, но и посмотреть, как устроен приёмник. Теперь к Пете стали обращаться за советами те, кто хотел иметь приёмник.

Все январские каникулы 1948 г. проводился над приёмником ученик 6-го класса Шура Дроздов. Часами он просиживал над схемами, озабоченный неудачами. И только к концу каникул приёмник заговорил. Радовался не только Шура, радовались, глядя на него, и его воспи-

явилось свыше пятидесяти. Работой кружка заинтересовался районный комитет ВКП(б). Он поставил перед Исаковской партганизацией задачу: радиофицировать все колхозы сельского совета, а потом и каждый колхозный дом. В то же время райком предложил всем сельским партганизациям заняться радиофикацией, заимствуя опыт у школьного радиокружка. Эту работу было намечено развернуть по линии комсомола, райсовета ДОСАРМ и районного отдела народного образования. При многих семилетних и начальных школах были созданы кружки радиолюбителей. Районная организация ДОСАРМ помогла школьному радиокружку приобрести 150 годовных телефонов,



Очерк "Антенны над селом" в газете "Рабочий путь" от 6 марта 1948 г.

школьным радиокружкам и сельским радиолюбителям Советского Союза. Оно было единодушно принято. В обращении, озаглавленном "Шире дорогу детекторному приёмнику!", говорилось: "За последнее время в ряде областей и республик нашей страны развернулось массовое движение за сплош-

ную радиофикацию колхозной деревни. ... Всем нам должно быть понятно большое культурное и политическое значение этого дела. Радио, приносящее голос любимой Москвы в дом колхозника, в избу-читальню, в сельскую школу, — это важное средство коммунистического воспитания масс, повышения куль-

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

зния бюро Смоленского обкома ВЛКСМ о премировании кружка юных радиотехников Исаковской средней школы Вяземского района.

От 16 апреля 1949 г.

Кружок юных радиотехников Исаковской средней школы Вяземского района, созданный пионерскими и комсомольскими организациями, издал в 1948 году 300 детекторных радиоприём-

ников, установил их в домах колхозников и выступил инициатором радиофикации колхозов. Бюро обкома ВЛКСМ постановляет: 1. За изготовление детекторных радиоприём-

ков и радиофикацию колхозов премировать кружок юных радиотехников Исаковской средней школы Вяземского района радиоприёмником "Родина".

Постановление о премировании радиокружка Исаковской школы радиоприёмником "Родина", газета "Рабочий путь" от 26 апреля 1949 г.



Краевед, ученик 8-го класса Исаковской средней школы Степан Левшенко рассказывает о радиоприёмнике "Родина", подаренном радиокружку в апреле 1949 г.



Школьная музейная реликвия — радиоприёмник "Родина", подаренный радиокружку в апреле 1949 г.



Очерк Н. Сержантова "Вступайте в ДОСАРМ" в одной из центральных газет, начало 50-х годов.

турного уровня трудящихся деревни, дальнейшего подъёма социалистического сельского хозяйства. Многочисленный коллектив сельских радиолюбителей — комсомольцев, пионеров, школьников мог бы с огромной пользой приложить свои силы к делу массовой радиофикации деревни. На примере работы досармовского радиолюбительского кружка нашей школы можно убедиться в том, какие широкие возможности открываются в этом отношении перед каждым радиолюбительским кружком, перед каждой сельской школой, если только умело направить инициативу и самостоятельность молодёжи.

Наша школа находится в районе, который испытал на себе все тяготы немецкой оккупации в годы Великой Отечественной войны. В районе после изгнания захватчиков не осталось почти ни одного целого дома. Были разрушены до основания все сельские культурно-просветительные учреждения. Мы пока ещё не имеем возможности пользоваться электрической энергией, ... но тяга сельского населения к культуре растёт быстрее, чем раньше. Велико стремление колхозников слушать радио. ... Мы призываем все школьные радиокружки развить социалистическое соревнование за массовую радиофикацию села, принять на себя конкретные обязательства по изготов-

лению детекторных и продвижению в село фабричных приёмников.

Мы уверены, что усилиями сельских радиолюбителей и школьных кружков можно радиофицировать ещё многие тысячи колхозных домов. Дело за нами, педагоги и школьники!"

На призыв исаковских радиолюбителей немедленно отозвались радиолюбители страны. К 7 мая 1949 г. школьники готовились с особым старанием и усердием. Членами кружка были проведены беседы о Дне радио, о первооткрывателе А. С. Попове, о значении радио. В школе состоялся торжественный митинг. Поздравить кружковцев с их плодотворной работой по радиофикации колхозов приезжала депутат Верховного Совета РСФСР, секретарь областного комитета ВЛКСМ З. Д. Шведова. Она привезла подарок — приёмник "Родина".

Однажды в школу передали телефонграмму, в которой сообщалось о том, что едет Герой Советского Союза, наш земляк, Михаил Алексеевич Егоров. За 1948 г. в школе побывало много гостей: представители из района и области, из областной газеты "Рабочий путь", корреспонденты "Комсомольской правды", "Пионерской правды", журнала "Радио", Академии педагогических наук. Но

среди гостей никогда не было Героя Советского Союза.

Учащиеся встречали М. А. Егорова на железнодорожной станции. Вся грудь почётного гостя была в орденах. Михаил Алексеевич приехал в сопровождении операторов, которые снимали фильм "Вступайте в ДОСАРМ" и имели цель заснять несколько кадров, отражающих работу радиокружка. Учащиеся слушали рассказ Михаила Алексеевича о его боевых подвигах. Многие узнали из этой беседы пионеры, комсомольцы, школьники и учителя. Они узнали, как советский юноша, который до войны также учился в школе, сменил её на партизанскую землянку в глухом лесу и встал на защиту своей Родины. Как пускал под откос поезд с гитлеровцами, как летели в воздух немецкие машины, как уничтожались линии связи, как вместе с боевыми друзьями ходил за "языком". После освобождения Смоленщины М. А. Егоров ушёл в армию и вместе со своей частью дошёл до Берлина, где вместе с другими гвардейцами водрузил знамя победы над Рейхстагом. Членом кружка пришлось ещё несколько дней встречаться с Михаилом Алексеевичем для съёмки короткометражного документального фильма.

Кроме изготовления приёмников и радиофикации колхозов, школьный кружок проводил большую работу по техническому контролю, ремонту неисправных приёмников и необходимым консультациям. Но кружковцы не только проводили разъяснительную работу, но и проверяли, чтобы у каждого колхозника был грозозащитный переключатель, при наличии которого, безусловно, исключалась опасность пожара от удара молнии в антенну.

Кружок не останавливался на детекторных приёмниках. Его слушатели глубоко изучали устройство ламповых приёмников, над изготовлением которых они работали. Правда, ламповый приёмник в начале 50-х годов — это был вопрос ближайшего будущего. Всё дело связано с электроэнергией, которая пришла на смену керосиновым лампам лишь через десятилетие в родное с. Исаково.

Редакция выражает благодарность руководителю школьного историко-краеведческого музея "Память поколений" Татьяне Юрьевне Бойцовой и юному краеведу, ученику 8-го класса Исаковской средней школы Степану Левшенко за предоставленные материалы. ■

Простые индикаторы остаточной ёмкости гальванических элементов с номинальным напряжением 1,5 В

И. ПОДУШКИН, г. Москва

В статье предложены простые индикаторы состояния гальванических элементов напряжением 1,5 В, собранные на основе светодиодов.

Сегодня большое число автономных устройств получают питание от гальванических элементов или от батарей на их основе. Здесь можно отметить радиоприёмники, МРЗ-плееры, компьютерные беспроводные "мышь", электронно-механические часы, метеостанции и их выносные датчики, различные ПДУ, игрушки и др.

Время от времени устройства перестают работать. Некоторые из них снабжены индикаторами состояния источника питания, другие подобных индикаторов не имеют. Если устройство перестало работать, элементы питания заменяют и, как правило, утилизируют.

Тем не менее, некоторые элементы можно использовать в других устрой-

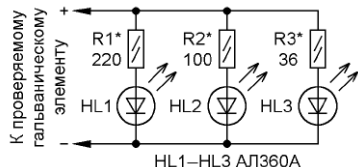


Рис. 1

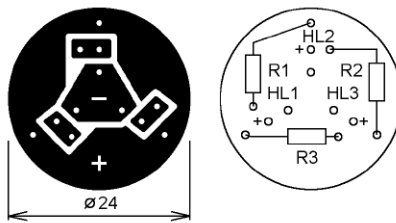


Рис. 2

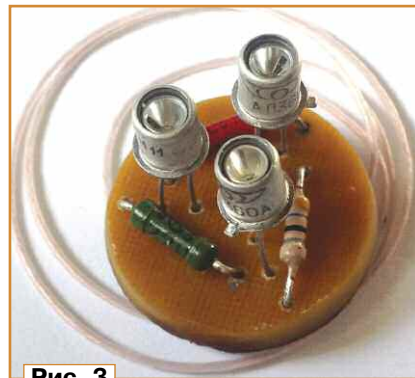


Рис. 3

вах. Например, гальванические элементы, которые перестали работать в компьютерных "мышках", могут ещё какое-то время послужить в электронно-механических часах. Кроме того, иногда выходят из строя отдельные элементы в составе батареи, чаще всего по причине заводского брака, а остальные, как правило, можно ещё использовать.

Чтобы определить пригодность гальванических элементов для работы в тех или иных устройствах, необходимы приборы, определяющие их состояние. Подобные приборы фактически измеряют напряжение гальванического элемента при какой-то нагрузке. По напряжению делают вывод о состоянии эле-

Испытатель гальванических элементов [3] — простое устройство, состоящее из переключателя, четырёх нагрузочных резисторов и двух светодиодов красного свечения, которое питается от проверяемого элемента. Такие светодиоды начинают светить при напряжении 1,4...1,5 В. Фактически этот испытатель может определить только "свежие" или мало используемые гальванические элементы.

Светодиоды разного цвета свечения начинают светить при различном напряжении. Наименьшее напряжение — у красных светодиодов, у оранжевых и жёлтых — 2...2,2 В, у зелёных — 2,2...2,4 В, у синих — 2,5...2,8 В, у

На основе этих светодиодов можно собрать простой индикатор состояния гальванических элементов с номинальным напряжением 1,5 В. Схема устройства показана на **рис. 1**. Сначала следует определить пороговые напряжения и ток начала свечения светодиодов. В приборе [5] указаны два пороговых напряжения гальванических элементов: 1,28 и 1,15 В. Если напряжение на измеряемом гальваническом элементе превышает 1,28 В, его считают годным для дальнейшего использования. Если напряжение находится в интервале 1,27...1,15 В, у элемента малая остаточная ёмкость. Если напряжение меньше 1,14 В, требуется его замена. На

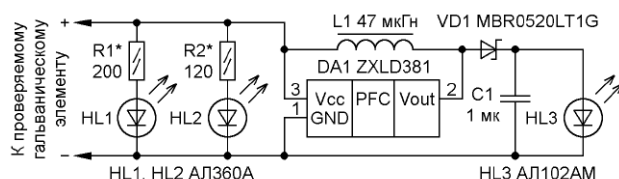


Рис. 4

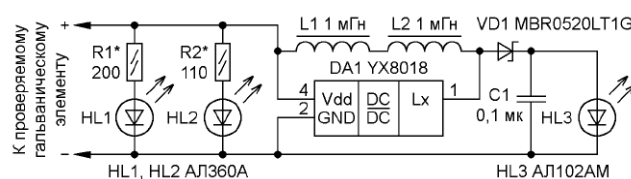


Рис. 7

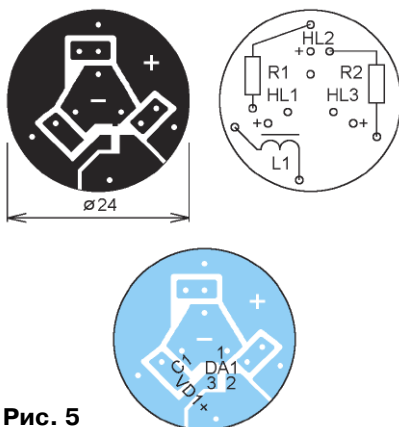


Рис. 5



Рис. 6

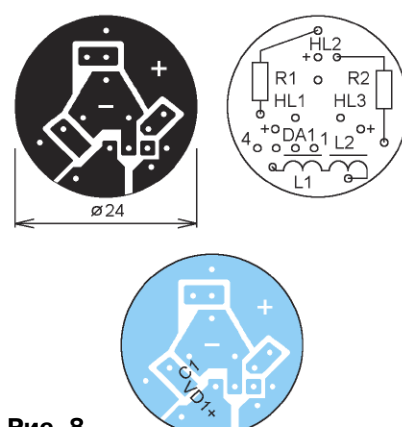


Рис. 8

мента. При этом необходимо помнить пороговые значения, разделяющие проверяемые элементы на годные, с низким напряжением и требующие замены. Можно, конечно, воспользоваться цифровым вольтметром. Но большинство современных приборов имеют входное сопротивление не менее мегома. Измеряя напряжение гальванического элемента или батареи вольтметром, фактически определяют его ЭДС. Для реальной оценки состояния гальванического элемента необходима нагрузка, желательна номинальная, при которой он работает в конкретном устройстве.

В журнале "Радио" уже публиковались статьи с описанием устройств для определения состояния гальванических элементов и батарей [1—4]. Есть и промышленно выпускаемые подобные приборы [5]. Тестер [2] — весьма сложен, кроме того, он требует внешнего источника питания. Приставка к мультиметру [4] — тоже сложна.

белых — 3...3,2 В. Но есть уникальные отечественные светодиоды, которые начинают светить при напряжении около 1 В и токе около 1 мА. Это светодиоды зелёного свечения серии АЛ360. Основа такого светодиода — излучающий диод ИК-диапазона и антистоксовый люминофор [6], который применяется, например, для защиты бумажных банкнот и документов. Благодаря такому сочетанию и достигается малое номинальное напряжение. К сожалению, в технических параметрах на светодиоды не указывают, при каких напряжении и токе светодиод начинают светить. Измерения небольшой группы светодиодов АЛ360А показали, что большинство начинает светить при указанных выше напряжении и токе. И только два прибора начинали светить при напряжении около 1,1 В и токе чуть больше 3 мА.

самом деле, как показывает практика, гальванические элементы могут работать до напряжения немногим менее одного вольта, например в электронно-механических часах.

Резисторами R1 и R2 устанавливают пороговые напряжения, при которых светодиоды HL1 и HL2 начинают светить. Резистор R3 ограничивает ток через светодиод HL3 в случае "свежего" гальванического элемента, напряжение которого может превышать 1,6 В. Максимальный ток через светодиод АЛ360А, согласно техническим параметрам, не должен превышать 20 мА [7]. Перед сборкой устройства необходимо измерить напряжение U_{CB} и ток I_{CB} начала свечения светодиодов. Затем, задавшись пороговым напряжением $U_{пор}$, вычисляют сопротивление резистора $R = (U_{пор} - U_{CB}) / I_{CB}$. На месте светодиода HL3 следует использовать прибор с наименьшим напряжением начала свечения.

Определив сопротивления, подбирают резисторы ближайшего сопротивления и проверяют пороги включения светодиодов. Если во время испытания элемента светят все светодиоды, проверяемый элемент можно считать годным, если два — элемент частично разряжен, если один — элемент проработает какое-то время в слаботочной нагрузке, если светодиоды не светят — требуется его замена.

Единственный недостаток этого индикатора — пороговое напряжение включения светодиода HL3 немного превышает 1 В. Соответственно некоторые гальванические элементы можно ошибочно посчитать негодными для дальнейшей эксплуатации.



Рис. 9

Устройство собрано на плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1 мм. Чертеж платы и расположение элементов показаны на рис. 2. Плата изготовлена методом вырезания токоведущих дорожек. Фотография собранной платы приведена на рис. 3. Провода для подключения испытуемого элемента припаивают со стороны токоведущих дорожек. Эти провода желательно использовать в изоляции различных цветов или как-то обозначить, например провод, к которому подключают плюсовой вывод гальванического элемента.

Если необходимо определять гальванические элементы с напряжением меньше одного вольта, можно применить микросхему драйвера светодиода. Наиболее подходящей для этой цели — микросхема ZXLD381 [8]. Типовое напряжение, при котором микросхема начинает работать, а светодиод, подключенный к её выходу, светить, — 0,8 В.

Схема такого варианта индикатора показана на рис. 4. Она отличается от предыдущего варианта наличием микросхемы DA1 и элементов её "обвязки" L1, VD1 и C1. Логично применить на месте HL3 светодиод красного свечения, сигнализирующий о том, что в испытуемом гальваническом элементе осталось мало заряда и скоро потребу-

ется его замена. В авторском варианте применён светодиод AL102AM из-за похожего на AL360A корпуса. Вообще на месте HL3 можно использовать любой светодиод красного свечения. Следует учитывать, что микросхема ZXLD381 ориентирована на применение со светодиодами белого свечения, падение напряжения на которых, как правило, превышает 3 В. Поэтому ток, протекающий через иные светодиоды, может превышать значения, указанные в технических характеристиках применённой микросхемы. В авторском варианте ток светодиода AL102AM, при указанной на схеме индуктивности дросселя L1, не превышает 17 мА. Максимально допустимый прямой ток светодиода AL102AM — 20 мА [9]. Диод VD1 и конденсатор C1 применены для уменьшения импульсного тока, протекающего через светодиод [8].

Резисторы R1 и R2 подбирают так же, как и в предыдущем варианте. Принцип проверки гальванических элементов — такой же.



Рис. 10

Этот вариант индикатора собран на плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1 мм. Чертеж платы и расположение элементов показаны на рис. 5. Плата также изготовлена методом вырезания токоведущих дорожек. Микросхема DA1, диод VD1 и конденсатор C1 — в исполнении для поверхностного монтажа, они установлены со стороны печатных проводников. Дроссель — EC24. Фотография собранной платы приведена на рис. 6. Провода для подключения испытуемого элемента, так же, как и в предыдущем варианте, припаивают со стороны токоведущих дорожек.

Ещё один вариант индикатора, с помощью которого можно определять гальванические элементы с напряжением около 0,8 В, можно собрать на DC-DC-преобразователе — микросхеме YX8018. Эту микросхему применяют в газонных светильниках [10, 11].

Схема индикатора приведена на рис. 7. В отличие от предыдущего варианта, вместо микросхемы ZXLD381 применена YX8018. Параметры дросселя для этой микросхемы приведены в технической документации для светодиодов белого, синего и зелёного свечения. В авторском варианте использован светодиод AL102AM красного свечения, как и в предыдущем варианте.

Чтобы ток светодиода не превысил допустимое значение, пришлось установить два дросселя индуктивностью по 1 мГн. Ток светодиода при подключении "свежего" гальванического элемента не превышает 18 мА.

Резисторы R1 и R2 подбирают так же, как и в первом варианте. Принцип проверки гальванических элементов такой же.

Этот вариант индикатора собран на плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1 мм. Чертеж платы и расположение элементов показаны на рис. 8. Плата также изготовлена методом вырезания токоведущих дорожек. Диод VD1 и конденсатор C1 — в исполнении для поверхностного монтажа, они припаяны со стороны печатных проводников. Применены дроссели EC24, они установлены перпендикулярно плате, как показано на фотографии собранной платы на рис. 9. Можно использовать дроссель индуктивностью 2,2 мГн, например серии RL0812. Правда, в этом случае придётся скорректиро-

вать печатную плату. Провода для подключения испытуемого элемента припаивают со стороны токоведущих дорожек.

Все индикаторы размещены в футлярах от игрушек, в крышках которых просверлены отверстия диаметром 4,8 мм для светодиодов. Фотография собранных устройств показана на рис. 10. Для проведения измерений гальванических элементов открывают крышку, извлекают устройство из корпуса, подключают провода к элементу, соблюдая полярность, и проводят измерения. Если планируется пользоваться устройством часто, можно в корпусе просверлить отверстие, в которое вывести наружу провода для подключения элемента.

Опыт применения индикаторов показал, что во всех вариантах можно довольно точно определять остаточную ёмкость гальванических элементов по яркости свечения светодиодов. Исключение — свечение светодиода HL3 во втором варианте, поскольку микросхема ZXLD381 стабилизирует ток [8], очень слабо зависящий от напряжения её питания.

С помощью предлагаемых индикаторов можно определять состояние практически любых гальванических элементов номинальным напряжением 1,5 В, за исключением "часовых" (их ещё на-

зывают "пуговичными" или "таблеточными") элементов, которые имеют малую ёмкость, как правило, несколько десятков миллиампер-часов, и большое внутреннее сопротивление. Предлагаемые индикаторы, которые обеспечивают ток нагрузки 20...25 мА, даже "свежие" подобные элементы будут определять как требующие замены.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Базилевский К.** Покупая, проверяйте! — Радио, 1996, № 5, с. 39.
2. Тестер для элементов питания (За рубежом). — Радио, 1991, № 6, с. 86.

3. **Борзов В.** Испытатель гальванических элементов. — Радио, 1998, № 8, с. 59.

4. **Подушкин И.** Измерение остаточной ёмкости гальванических элементов типоразмера AA. — Радио, 2005, № 3, с. 28, 29.

5. Тестер батарей и аккумуляторов ANENG BT-168D. — URL: https://supereyes.ru/img/instructions/aneng_bt_168d_manual.pdf?ysclid=ltsw2je1zj917504852 (22.03.24).

6. Люминофор антистоксовый. — URL: <http://www.gravmax.ru/spravochnik/600-lyuminofo-antistoksovyj> (22.03.24).

7. AL360A. — URL: <https://eandc.ru/catalog/al360a/> (22.03.24).

8. **Евсиков М.** Импульсный стабилизатор тока ZXLD381 для питания светодиодов. — Радио, 2012, № 3, с. 46, 47.

9. AL102AM. — URL: <https://eandc.ru/catalog/al102am/> (22.03.24).

10. **Нечаев И.** Светодиодный газонный светильник включает электроприборы. — Радио, 2014, № 1, с. 37, 38.

11. Solar LED Driver YX8018. — URL: <https://www.micro-planet.ma/downloads/yx8018.pdf> (22.03.24).

От редакции. Чертежи печатных плат находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/06/prov.zip> на нашем FTP-сервере.

Электронные кубики-пазлы на модуле RP2040

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Кубики с составными картинками или, как их ещё называют, кубики-пазлы — одна из самых популярных развивающих игрушек для детей. Игра способствует развитию мелкой моторики, координации движений, пространственному мышлению, усидчивости, концентрации и помогает ребёнку в развитии его творческих способностей. А яркие, красивые изображения персонажей детских мультфильмов делают процесс игры более увлекательным и захватывающим.

Автор статьи решил разработать электронную версию набора из 12 кубиков с кадрами из популярных советских мультфильмов (**рис. 1**). За аппаратную основу был взят модуль TFT-дисплея на базе чипа ILI9341 с резистивной сенсорной панелью, вероятно, знакомый читателям по статье [1]. Он имеет разрешение 240×320 пикселей и диагональ 2,8 дюйма. В качестве управляющей платы использован модуль RP2040 [2] с памятью объёмом 4 Мб. Питание готовой конструкции обеспечивает Li-Ion аккумулятор напряжением 3,7 В. Схема игры показана на **рис. 2**. В отличие от прототипа схемы из [1], в этом варианте исключены резисторы, уменьшено число соединений и число используемых выводов модулей. Внешний вид макета для проведения опытов представлен на **рис. 3**.

Игровой сюжет таков: после включения питания на дисплее на несколько секунд появляется заставка игры, затем обзорное изображение "собранных" картинок с граней кубиков. Далее появляется стилизованная картинка-кадр из мультфильма "Малыш и Карлсон". Через 3 с кубики автоматически поворачиваются случайными гранями.

После этого игрок приступает к сборке картинки. При кратковременном касании стилусом грани соответствующего

кубика его можно переворачивать, выставляя фрагмент нужного изображения. После успешной сборки изображе-



Рис. 1

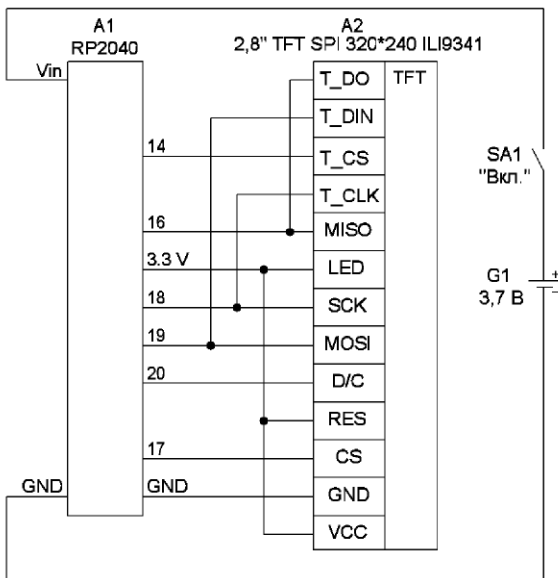


Рис. 2

ния, спустя 3 с картинка вновь будет "перемешана", и игровой цикл можно повторять снова.

В авторском проекте использованы четыре обновлённые версии библиотек (архивы выложены на сайте журнала). Дополнительно, при повторении конструкции, может понадобиться калибровка сенсора имеющегося экземпляра дисплея. Для этого были использованы модуль ESP32 WeMos D1 R32 и тест-скетч **Touch_Test** из примеров для библиотеки сенсорного экрана **XPT2046_Touchscreen-master**. Схема подключения схожа со схемой для RP2040 и отличается только нумерацией выводов, согласно **табл. 1** и **табл. 2**. После загрузки в МК модуля программы в мониторе порта снимают показания координат для самых угловых точек экрана. Для этого стилусом поочерёдно касаются уголков экрана. В результате были получены четыре пары значений: $x_1 = 240, y_1 = 289; x_2 = 3740, y_2 = 3807; x_3 = 3705, y_3 = 257$. Далее значения x_1, x_2, y_1, y_2 были усреднены, и им присвоены соответствующие значения от 0 до 239 и от 0 до 319. Результаты отражены в строках скетча игры:

$y = \text{map}(p.y, 220, 3720, 0, 319);$
 $x = \text{map}(p.x, 275, 3830, 0, 239);$

Для вывода графических данных на дисплей автор использовал две вновь разработанные функции **drawFoto();** и **drawFoto_fragment();** — для отображения картинки и её фрагментов. В аргументах этих функций задаются координаты левого верхнего угла (вершины) изображения, линейные размеры и указание на массив данных рисунка. Для преобразования используется конвертер изображений с указанными настройками (**рис. 4**).

После повторения конструкции её функционал можно расширить, доба-



Рис. 5

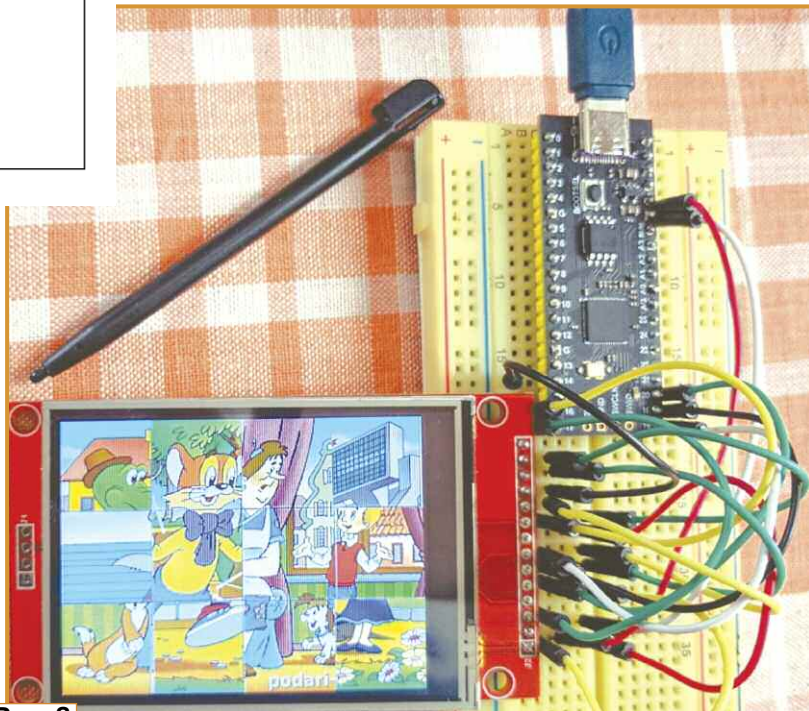


Рис. 3



Рис. 4

Таблица 1

Экран	VCC	GND	CS	RESET	D/C	MOSI	SCK	LED	MISO
ESP32	3.3V	GND	IO5	3.3V	IO12	IO23	IO18	3.3V	IO19
RP2040	3.3V	GND	17	3.3V	20	19	18	3.3V	16

Таблица 2

Тачскрин	T_IRQ	T_DO	T_DIN	T_CS	T_CLK
ESP32	-	IO19	IO23	IO14	IO18
RP2040	-	16	19	14	18

вив, например, число виртуальных граничных кубиков (более шести картинок), запрограммировав возможность пере-

становки кубиков местами, введя счётчик успешных наборов картинок, и т. д.

Ещё один вариант интересного использования дисплея показан на рис. 5. Это своеобразная электронная раскраска детских контурных рисунков. Раскраши-

вание помогает ребёнку развивать зрительно-моторную координацию, формирует будущие навыки письма. Как и в приложении для рисования [1], экран разделён на две зоны — зону рисунка и зону управления. Вторая составляющая панели состоит из кнопок выбора цвета 2. Теперь всего вариаций цветов — 27. Кнопка 3 предназначена для стирания раскрашенного рисунка и замены его следующим контуром изображения (в авторском варианте скетча таких рисунков пять). Последовательно нажимая на неё, можно циклично выбирать желаемое изображение. Кнопка-индикатор 1 указывает выбранный цвет раскрашивания, а при нажатии на неё повторно выводит контур текущего рисунка поверх раскрашенного поля, сохраняя тем самым границы изображения при их случайном закрашивании стилусом. Набор вариантов картинок практически не ограничен ресурсами МК и может составлять десятки и сотни. Настройки конвертера изображений для этого варианта приложений приведены на рис. 6.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамичев Д. "Рисуем" на сенсорном TFT-дисплее с помощью Arduino. — Радио, 2024, № 4, с. 61, 62.

2. RP2040. — URL: <https://www.raspberrypi.com/documentation/microcontrollers/rp2040.html> (31.01.24).

От редакции. На нашем FTP-сервере по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/06/cub.zip> находятся файлы проекта и видеоролик, иллюстрирующий работу устройства.

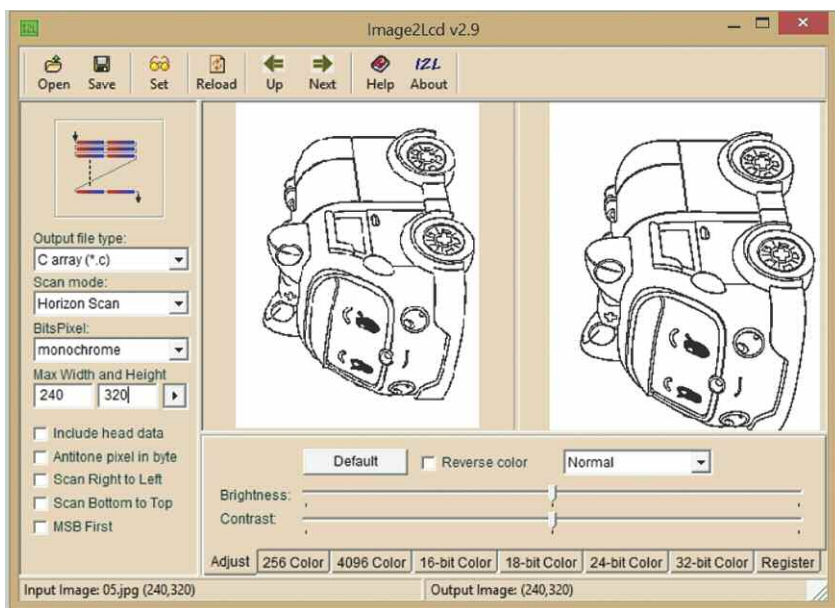


Рис. 6

Ответы на викторину "Микрокомпьютеры Banana Pi"

("Радио", 2024, № 5, с. 63, 64)

Р. СЕРГЕЕНКО, г. Гомель, Беларусь

1. Ответ — 1. Микросхема U7 • RTL8211E фирмы Realtek — это трансивер Ethernet, поддерживающий стандарты 10/100/1000Base-T. Для его работы необходимо напряжение DVDD10 = 1,05 В, которое формируется внутренним импульсным стаби-

лизатором DC/DC с выходным контактом REGOUT, цепью обратной связи AVDD10, накопительным дросселем LG1 и конденсаторами фильтра CG5, CG6.

Надписи La, CJ, CK — технологические. Но они должны быть дополнены

поясняющим текстом, как это сделано в аналогичной схеме BPI M1+ (рис. 1). Суть пояснения: длина трассы между дросселем La и выводом 48 микросхемы Ethernet должна быть не более 0,5 см. Расстояние между конденсаторами CJ, CK и дросселем La должно быть не более 0,5 см. Эти требования заложены в документации на микросхему RTL8211E [1] с целью обеспечения устойчивости петли обратной связи, улучшения стабильности выходного напряжения и повышения КПД.

На схеме BPI M2 Berry надписи La, CJ, CK — лишние. Они нужны специалисту по разводке печатной платы, но не рядовому пользователю.

2. Ответ — 0. Делитель напряжения, состоящий из резисторов R45, R50, предназначен для идентификации версии электрической схемы BPI M5. Как следует из таблицы, изображённой на полях схемы, сопротивления установленных резисторов указывают на версию V1.

Номер версии считывает AP Amlogic S905 через канал АЦП, после чего производит необходимые программные установки. Напряжение в цепи HW_ID (HardWare IDentification) преобразуется для версии V1 в отсчёт АЦП $ADC_{DATA} = 85$. Учитывая, что максимальная выборка ADC_{MAX} соответствует напряжению питания 1,8 В, можно воспользоваться формулой

Note 1: The Trace length between La and PHY's Pin48 must be within 0.5 cm. CJ(22uF) and CK(0.1uF) to La must be within 0.5cm.

Рис. 1

$ADC_{MAX} = ADC_{DATA} \cdot (R50 + R45) / R50 = 85 \cdot (8,2 + 91) / 8,2 = 1028,29$. Ближайшее число, кратное "два в целой степени", составляет 1024, или 2^{10} . Следовательно, в AP Amlogic S905 применяется 10-разрядный АЦП.

3. Ответ — 0. Электретный микрофон J8 имеет внутри преусилитель (преобразователь сопротивления, согласователь импеданса), собранный на полевом транзисторе. На это указывает подключение плюсового вывода микрофона к цепи питания VMIC AP с напряжением 2,5 В.

Чтобы пульсации напряжения питания не создавали дополнительный фон, накладывающийся на звуковой сигнал микрофона, применяют ФНЧ. В рассматриваемом случае он состоит из двух RC-цепочек (рис. 2): R_{VMIC} , C130, R62C131, где $R_{VMIC} = 200$ Ом — резистор, который находится внутри AP Allwinner A20 [2]. Налицо двухзвенный фильтр с частотами среза 16,9 и 169 Гц.

Цепочку R63C133 нельзя отнести к ФНЧ, поскольку резистор R63 является нагрузкой микрофона в сигнальной цепи, а конденсатор C133 снижает внешние ВЧ-наводки и импульсные помехи.

4. Ответ — 1. SMD-резисторы R9, R10 имеют "нулевое" сопротивление. Если быть точным, то сопротивление между их выводами составляет не более 20...50 мОм, номинальный ток — от 0,5 А (SMD 0201) до 4 А (SMD 2512). Называются такие резисторы Zero Ohm Jumper. Ставятся они на печатных платах в следующих случаях:

- для отладки "железа" и поиска неисправностей;
- в качестве дискретного переключателя в виде перепаиваемой перемычки;
- для согласования импеданса в субгигагерцовом радиотракте, где роль играет паразитная индуктивность SMD-корпуса;

— при плотном монтаже элементов, когда между двумя контактными площадками "нулевого" резистора проводится печатный проводник;

— при автоматизированной разводке печатной платы, если надо физически разделить общие цепи.

Последний случай как раз и представлен в вопросе викторины, где цифровая "земля" DGND и общий про-

вод аудиотракта EARCOM должны соединиться в одной точке с аналоговой "землёй" AGND. "Нулевые" резисторы не дают программе САПР развести эти цепи произвольным образом. После разводки их заменяют вручную проводником или оставляют на плате для облегчения поиска неисправностей.

Важный нюанс. К функциям "нулевых" резисторов иногда относят защиту по току, когда резистор служит плавким предохранителем. Действительно, в справочных данных указывается не только номинальный ток, но и максимальный ток перегрузки. Однако время, в течение которого произойдёт разрыв цепи, не регламентируется. Получается защита на свой страх и риск. В такой ситуации технически правильно применять специальные SMD-предохранители, к примеру, из серии ERB фирмы Panasonic [3]. В документации можно выбрать нужные габариты 0402, 0603, 1206,

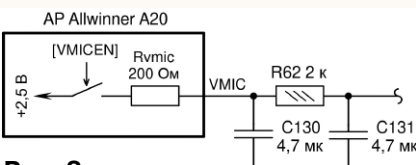


Рис. 2

ток 0,25...5 А и рассчитать время срабатывания с точностью до миллисекунд по графикам.

5. Ответ — 0 или 1. Чип AP6212 фирмы AMPAK Technology поддерживает интерфейс Wi-Fi стандарта IEEE 802.11 b/g/n и интерфейс Bluetooth-4.1 BLE. По физической сути это трансивер с выходной мощностью передатчика +16 дБмВт (40 мВт) и чувствительностью приёмника -90 дБмВт (1 пВт).

Металлический корпус чипа, с одной стороны, защищает узлы микрокомпьютера (SBC) от радиопомех передатчика в широком спектре частот, с другой стороны — снижает

уровень наводок от цифровых ВЧ-сигналов SBC на усилитель приёмного тракта 2,4 ГГц.

6. Ответ — 1. Микросхема U12 Realtek RTL8211E формирует противofазные сигналы TD0+, TD0- интерфейса Ethernet для подачи их на разъём J6 с коннектором 8P8C (по старинке называемый RJ-45) через встроенный разделительный трансформатор.

Питание на цифровую часть чипа U12 поступает от источника с напряжением 3,3 В на контакт 37 DVDD33. Для питания цепей ввода-вывода TD0+, TD0- используется отдельный стабилизатор с выходным напряжением 2,5 В. Это напряжение поступает как на контакты 15, 21 DVDD33 чипа U12, так и на средние точки трансформаторов внутри разъёма J6. Цель — снижение амплитуды выходных сигналов для уменьшения электромагнитных помех интерфейса RGMII/GMII передатчика Ethernet.

Парадокс в том, что контакты 15, 21, 37 чипа U12, согласно официальной документации [1], называются одинаково DVDD33. Это недочёт разработчиков микросхемы RTL8211E. Логично было бы обозначить контакты 15, 21 как-то по-другому. Например, к названиям сигналов в более новом чипе RTL8211F замечаний нет, поскольку контакты разделяются на DVDD33 (основное питание) и DVDD_RG (питание цепей ввода-вывода).

7. Ответ — 1. Светодиод D3 индицирует текущий статус системного питания VCC-3V0. Если линия GPIO PG5 AP находится в режиме входа или на ней выставляется лог. 1, транзистор Q3 открывается, светодиод D3 загорается. И, наоборот, если на линии PG5 выставляется лог. 0, то светодиод гаснет. Мигание светодиода указывает на неполадки в системе.

К линии PG5 можно программно подключить внутренний "pull-up" резистор R_{PU} , который имеет технологический разброс сопротивления 50...150 кОм. Теоретически он мог бы заменить внешний резистор R103, но при этом изменится функциональность индикаторного узла. В частности, при сбросе или "спящем" режиме AP внутренний резистор R_{PU} отключается, транзистор Q3 закрывается "pull-down" резистором R107, и светодиод D3 гаснет. При этом пользователь не знает, подаётся ли на узлы SBC системное питание 3 В.

8. Ответ — 0. Схемы подключения внешней периферии к SBC обычно далеки от ГОСТов. Их рисуют для непрофессионалов в максимально приземлённом виде. К этому стилю надо визуальнo привыкнуть и относиться с пониманием.

40-контактный разъём GPIO, предназначенный для подключения внешних устройств, впервые появился в SBC Raspberry Pi B+ и стал стандартом "де-факто". Более того, другие фирмы тоже стали применять его в своих конструкциях — с полной идентичностью или с минимальными отличиями. Смысл в том, чтобы использовать без доработки многочисленные интерфейсные платы, разработанные для Raspberry Pi, изменяя лишь программные драйверы.

Поэтому неудивительно, что распиновка 40-контактного разъёма BPI M64 сделана в соответствии с "малиновым" стандартом. Следовательно, датчик BME280 можно подключать к Raspberry Pi 3 без изменения контактов в разъёме.

9. Ответ — 1. На транзисторе Q5005 выполнен двунаправленный преобразователь уровней логических сигналов. Для его нормальной работы необходимо, чтобы напряжение сигнала лог. 1 на стоке было выше, чем на истоке полевого транзистора. Данное условие выполняется при напряжении сигнала RX_PORT 3,3...5 В, что подтверждает моделирование в среде Micro-Cap 12.2.0.5 (рис. 3).

10. Ответ — 0. Ограничитель на микросхеме SGM2576YN5G фирмы SG Micro срабатывает при токе $I_{огр} = 6800/R2322 = 6800/4700 = 1,45$ А. Однако примечательна не сама схема включения (она стандартная), а четырёхзначные числа нумерации радиоэлементов. Неужели на печатной плате BPI M7 помещаются более двух тысяч резисторов, конденсаторов и микросхем?

Разумеется, нет. Разработчики придумали свою систему обозначения, при которой первые две цифры определяют условный номер функционального блока. В данном случае это блок формирования системных напряжений питания с помощью импульсных стабилизаторов DC/DC на микросхемах RK860-2 (U2300, U2301, U2303) и ограничителей тока на микросхемах SGM2576YN5G (U2302, U2305).

Резисторы, конденсаторы и дроссели, входящие в блок "23", тоже имеют в своём названии эти цифры, что упрощает их идентификацию как на схеме, так и на печатной плате. К сожалению, в BPI M7 такой подход реализован лишь частично. Систематизация коснулась процессорной части, системы питания, блока памяти и драйвера HDMI. Остальные интерфейсы и при-

ложенные к ним стабилизаторы напряжения с пассивными элементами пронумерованы бессистемно.

11. Ответ — 1. Электрические схемы SBC, как правило, содержат дополнительную информацию в виде "дерева питания" и общей структурной схемы. В последнем случае в центре рисуется AP, от подсистем которого отходят связующие линии к внешним разъёмам и узлам SBC.

В качестве примера на структурной схеме BPI M6 выделены два разъёма интерфейса HDMI — входной RX и выходной TX.

К первому из них могут подключаться источники аудио- и видеосигналов, в частности, оптические CD и DVD, веб- и видеокамеры, а также компьютеры, имеющие выходной порт HDMI. Ко второму — дисплеи, мониторы, телевизоры, видеопроекторы,

жение 5 В выводится наружу через низкоомный ключ на транзисторе QP11, а для порта RX принимается извне через высокоомный резистор R98 (рис. 4).

12. Ответ — 0. Канал аудио в AP Allwinner A20 содержит встроенный УНЧ для стереотелефонов. В справочных данных нет указаний о его полосе частот, мощности, нелинейных искажениях. Тем не менее, по косвенным данным можно определить тип выходного каскада — линейный или импульсный.

Анализу подлежат две демпферные антизвонные RC-цепочки — R88C83 и R89C84, имеющие частоту среза 72 кГц. Они препятствуют самовозбуждению усилителя мощности и ставятся на выходе линейных УНЧ классов В и АВ с обратными связями. В импульсных УНЧ класса D для

фильтрации сигналов ШИМ применяют последовательный дроссель и параллельный конденсатор, которые в рассматриваемой схеме отсутствуют.

Интересная деталь. Демпферные RC-цепочки следует отличать от таких же по схеме цепочек Цобеля (Otto Zobel), иначе называемых компенсаторами Буше (Paul Boucherot) или цепочками Цобеля-Буше (Буше-Цобеля). Они выравнивают импеданс акустической системы и формируют

крутизну спада АЧХ [4]. Отличаются друг от друга ёмкостью конденсаторов, в частности, для "демпера" используются конденсаторы ёмкостью 0,047...0,47 мкФ, для "Цобеля" — 1...60 мкФ.

ЛИТЕРАТУРА

1. RTL8211E-VB-CG. — URL: https://datasheet.lcsc.com/lcsc/Realtek-Semicon-RTL8211EG-VB-CG_C69264.pdf (10.03.24).
2. IA20 Datasheet. — URL: https://github.com/allwinner-zh/documents/blob/master/A20/A20_Datasheet_v1.5_20150510.pdf (10.03.24).
3. Micro Chip Fuse. — URL: <https://industrial.panasonic.com/cdbs/ww-data/pdf/AFA0000/AFA0000C7.pdf> (10.03.24).
4. Компенсирующая цепочка Буше-Цобеля для динамика в картинках. — URL: <https://ldsound.info/boucher-zobel-compensating-chain-for-speaker/> (10.03.24).

От редакции. На нашем FTP-сервере по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/06/micro.zip> находятся файлы для симулятора Micro-Cap.

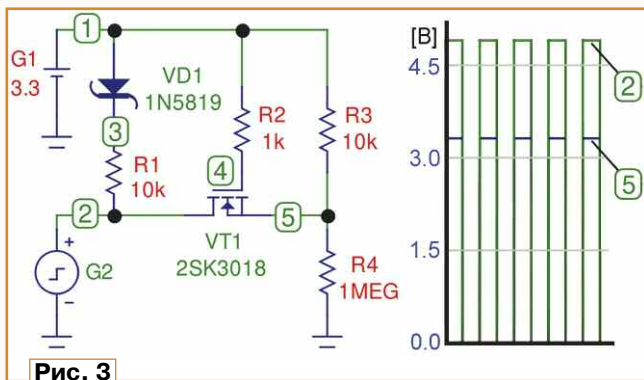


Рис. 3

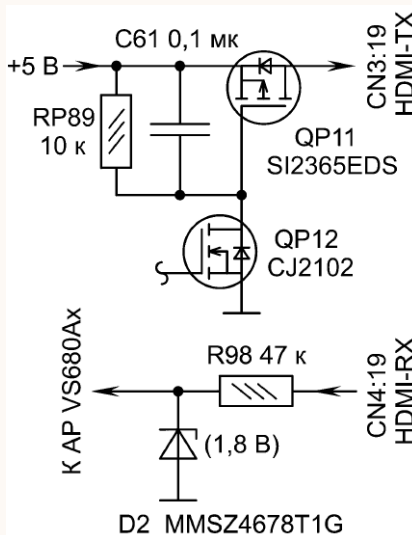


Рис. 4

компьютеры, имеющие входной порт HDMI.

Разъёмы HDMI у входных и выходных портов — унифицированные 19-контактные, но с разными электрическими схемами. Кардинальное отличие наблюдается в цепи питания 5В на контакте 19, где для порта TX напря-

ЖУРНАЛ РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

Получатель АНО "Редакция журнала "Радио"
ИНН 7708187140, р/с 40703810538090108833
в ПАО Сбербанк г. Москва, КПП КПП 770201001,
К/с 30101810400000000225, БИК 044525225

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			В Россию	В остальные страны
2021	11—12	250 руб.	350 руб.	800 руб.
2022	1—12	300 руб.	400 руб.	800 руб.
2023	2—12	470 руб.	570 руб.	800 руб.
2024	1—6	490 руб.	600 руб.	800 руб.
2024	7—12	490 руб.	600 руб.	900 руб.

Цена одного номера журнала в 2024 г.
(с 1-го по 12-й номер)
при покупке в редакции по
БЕЗНАЛИЧНОЙ оплате — **490 руб.**

При оплате физическими лицами подписки через банк ПАО "Сбербанк" (мобильное интернет-приложение "Сбербанк", через интернет-сайт "Сбербанк онлайн", терминалы самообслуживания банка "Сбербанк", оператора отделения банка "Сбербанк") комиссия за платёж не берётся. Если Вы оплачиваете подписку через сторонние банки, стоимость подписки может увеличиться на размер комиссии банка, которую он берёт за услугу перевода денег.

При оплате подписки через интернет-сайт "Сбербанк онлайн" (online.sberbank.ru) Вам необходимо выбрать раздел "платежи и переводы", найти нашу организацию в поисковой строке по ИНН 7708187140 и далее заполнить (обязательно!) Ф.И.О., домашний адрес, за какие журналы или период подписки Вы переводите деньги, сумму и совершить платёж.

Журналы высылаются после поступления денег на расчётный счёт. Узнать о зачислении оплаты Вы можете, позвонив по телефону +7 (495) 607-87-39 или написав письмо на fin@radio.ru. При возникновении проблемы с доставкой журнала "Радио" из редакции пишите на sale@radio.ru. НАЛОЖЕННЫМ ПЛАТЕЖОМ РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛЫ НЕ ВЫСЫЛАЕТ!

Подписные индексы журнала по каталогам: Официальный каталог Почты России П4014;
КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ 89032



ЖУРНАЛ РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ



В ЭЛЕКТРОННОМ ВИДЕ

Подписка на электронный журнал "Радио" с доставкой по электронной почте на 2024 год, а также на 2012—2023 годы. Стоимость: 12 месяцев — 900 рублей. На сайте <https://el.radio.ru> Вы можете узнать, как подписаться и скачать бесплатный номер журнала 7 за 2011 год, в качестве примера.

При оплате подписки через банк ПАО "Сбербанк" (мобильное интернет-приложение "Сбербанк", через интернет-сайт "Сбербанк онлайн", терминалы самообслуживания банка "Сбербанк", оператора отделения банка "Сбербанк") комиссия за платёж не берётся. Если Вы оплачиваете подписку через сторонние банки, стоимость подписки может увеличиться на размер комиссии банка, которую он берёт за услугу перевода денег.




Поддерживаемые
ОС



Dr.Web Security Space

защитит ваш цифровой МИР



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>



- ✓ Dr.Web — в едином реестре отечественного ПО
- ✓ Круглосуточная техническая поддержка
- ✓ Бонус для покупателей — защита для Android



© 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