ISSN-0033-765X

3•1998

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

СВЯЗЬ
СРЕДСТВА И СПОСОБЫ
ЖУРНАЛ
В ЖУРНАЛЕ

С праздником ВЕСНЫ!



- Ориентируем антенны ДМВ
- Система шумопонижения ***dbx***
- Ферритовые головки
- Цифровой омметр
- Охранно-сигнальное устройство

МАРТА

3
1998

ИЗДАЕТСЯ С 1924 ГОДА

СВОБОДА СОЕДИНЕНИЙ ВСЕГДА

большой выбор:
разъемов,
кабелей,
интерфейсных
шнуров,
монтажный
инструмент,
сетевое
оборудование,
стяжки, короба.

АО БУРЫЙ МЕДВЕДЬ
117049 Москва а/я 74,
тел.: (095) 333-1010 (4 линии)
факс (095) 333-1034

http://www.brownbear.ru

официальный дистрибьютор

Thomas&Betts
Amphenol
PLANET
molex

RJ-45
кабели кат. 5
экранированные и
неэкранированные,
для компьютерных
сетей до 100 Мбит/с

RG-58, RG-59
коаксиальный кабель
50 Ом для ETHERNET, 75 Ом для TV

UTP, STP
витая пара категория 5

UTP * RG-58
STP * RG-59
многожильный экранированный,
компьютерный кабель

Наши дилеры:

«КРИС» Санкт-Петербург тел. (812) 234-8090, факс (812) 234-8535
«Парис» Киев тел. (044) 295-1733, факс (044) 295-1733
«ДЦ Квант» Екатеринбург тел. (3432) 56-8065, факс (3432) 56-8065
«Белконтмаш» Минск тел. (0172) 54-3308, факс (0172) 54-3308
«Kraft-S» Самара тел. (846) 241-2369, факс (846) 241-2358
«Бурый медведь НН» Н.Новгород тел. (8312) 30-2690, факс (8312) 30-2690

БУРЫЙ МЕДВЕДЬ

В НОМЕРЕ

РАДИОКУРЬЕР	4		
ВИДЕОТЕХНИКА	6	И. Нечаев. ПРИБОР ДЛЯ ОРИЕНТИРОВКИ АНТЕНН ДМВ	6
		Б. Хохлов. ОСОБЕННОСТИ РАДИОКАНАЛА СОВРЕМЕННОГО ТЕЛЕВИЗОРА	8
СПУТНИКОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ	10	И. Нечаев. ПРИБОР ДЛЯ НАСТРОЙКИ АППАРАТУРЫ НТВ	10
ЗВУКОТЕХНИКА	13	С. Агеев. СИСТЕМА ШУМОПОНИЖЕНИЯ dbx — ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ	13
		В. Сачковский. ФЕРРИТОВЫЕ МАГНИТНЫЕ ГОЛОВКИ ДЛЯ ЗВУКОЗАПИСИ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ	16
		В. Костин. ЛАМПЫ ИЛИ ТРАНЗИСТОРЫ? ЛАМПЫ!	19
РАДИОПРИЕМ	22	А. Ваганов. БЛОК ВЫБОРА ПРОГРАММ ДЛЯ ПРИЕМНИКА	22
		П. Михайлов. DX-ВЕСТИ	23
МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА	24	Д. Рыжов. МОДУЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА MCS48	24
		А. Фрунзе. МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ 8XC51GB ФИРМЫ INTEL	26
		А. Жаров. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПРОГРАММАТОР UNIPROG	28
ИЗМЕРЕНИЯ	32	С. Бирюков. ПРОСТОЙ ЦИФРОВОЙ МЕГОММЕТР	32
«РАДИО» — НАЧИНАЮЩИМ	33	**В ПОМОЩЬ РАДИОКРУЖКУ**	33
		РЕТРО: ПРОСТЫЕ ПРОБНИКИ, ПРИСТАВКИ, ИЗМЕРИТЕЛИ	33
		ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ: ДИНАМИЧЕСКАЯ ГОЛОВКА — ИГРУШЕЧНАЯ «ТАНЦПЛОЩАДКА»	36
		Е. Зубков. АВТОМАТ-ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ СВЕТОДИОДОВ	37
		Н. Серебров. ОММЕТР С ЛИНЕЙНОЙ ШКАЛОЙ	38
		ПУТЬ В ЭФИР	39
		АНТЕННЫ ДИАПАЗОНА 160 МЕТРОВ	39
ЭЛЕКТРОННЫЕ МУЗЫКАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ	40	П. Редькин. МЕЛОДИЧЕСКИЙ СИГНАЛИЗАТОР НА МИКРОСХЕМАХ УМС	40
ЭЛЕКТРОНИКА ЗА РУЛЕМ	41	В. Прямушко. ОХРАННО-СИГНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО	41
ДОМАШНИЙ ТЕЛЕФОН	43	П. Михайлов. О НЕКОТОРЫХ ДОРАБОТКАХ ТЕЛЕФОННОГО СЕРВЕРА «PHONE MASTER» И АОН-ПРИСТАВКИ «КАЛЬКОФОН»	43
		А. Порошенко. ЕЩЕ ОДИН ТЕЛЕФОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ	43
ЭЛЕКТРОНИКА В БЫТУ	44	С. Бирюков. АВТОМАТ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ	44
		А. Шитов. ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЭЛЕКТРОБРИТВЫ	45
		Ю. Прокопцев. ПРОМЫШЛЕННЫЙ ПРИЕМНИК — СЛУХОВОЙ АППАРАТ	47
СПРАВОЧНЫЙ ЛИСТОК	49	А. Асессоров, В. Асессоров, В. Кожевников, С. Матвеев. ЛИНЕЙНЫЕ СВЧ ТРАНЗИСТОРЫ ДЛЯ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ	49
СВЯЗЬ: СРЕДСТВА И СПОСОБЫ	53	А. Резников, В. Копейкин, Б. Любимов, В. Куликов. ШПС —ЭВОЛЮЦИЯ ИЛИ РЕВОЛЮЦИЯ ?	54
		О. Макарова, А. Соколов. «РОСПАК» — ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ: ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ	60
		В. Нейман. ЧТО ТАКОЕ РЕТРАНСЛЯЦИЯ КАДРОВ?	64
		И. Нечаев, И. Березуцкий. СОХРАНЕНИЕ ДАННЫХ В ПАМЯТИ РАДИОСТАНЦИЙ	68
		Д. Шарле. ЧУДАКИ И СКЕПТИКИ	69

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ (с. 48).
ДОСКА ОБЪЯВЛЕНИЙ (с. 1, 3, 21, 31, 52, 53, 57—59, 63, 66, 67, 70 — 80).

РАДИО

3 • 1998

МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
аудио • видео • связь
электроника • компьютеры

Издается с 1924 года
УЧРЕДИТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.
Регистрационный № 01331

Генеральный директор ЗАО «Журнал Радио»
Т. Ш. РАСКИНА

Главный редактор
А. В. ГОРОХОВСКИЙ

Редакционная коллегия:
И. Т. АКУЛИНИЧЕВ, В. В. АЛЕКСАНДРОВ, В. М. БОНДАРЕНКО, С. А. БИРЮКОВ (ОТВ. СЕКРЕТАРЬ), А. М. ВАРБАНСКИЙ, А. Я. ГРИФ, А. С. ЖУРАВЛЕВ, Б. С. ИВАНОВ, Н. В. КАЗАНСКИЙ, Е. А. КАРНАУХОВ, А. Н. КОРОТОНОШКО, Ю. И. КРЫЛОВ (ЗАМ. ГЛ. РЕДАКТОРА), В. Г. МАКОВЕЕВ, В. В. МИГУЛИН, С. Л. МИШЕНКОВ, А. Л. МСТИСЛАВСКИЙ, Т. Ш. РАСКИНА, Б. Г. СТЕПАНОВ (ЗАМ. ГЛ. РЕДАКТОРА), В. В. ФРОЛОВ.

Корректор Т. А. ВАСИЛЬЕВА
Обложка: В. М.МУСИЯКА
Вёрстка : А. В. ВОРОНИН, Б.Ю. ГРИГОРЬЕВ

Адрес редакции:
103045, Москва, Селиверстов пер., 10.
Телефон для справок, группы подписки и реализации —
(095)207-77-28, факс 208-13-11.
Телефон группы работы с письмами – 207-31-18.
Отделы: общей радиоэлектроники – 207-88-18;
аудио, видео, радиоприема и измерений — 208-83-05;
микропроцессорной техники и технической консультации — 207-89-00;
оформления — 207-71-69;
группа рекламы — 208-99-45,
тел./факс (095) 208-77-13.
E-mail:radio@glasnet.ru
Книжная редакция — 207-72-54.
«КВ-журнал» — 208-89-49.

Наши платежные реквизиты:
получатель — ЗАО «Журнал «Радио», ИНН 7708023424, р/сч. 40702810438090103159 в МБ АК СБ РФ г. Москва Мещанское ОСБ №7811 корр. счет 30101810600000000342 БИК 044583342.

Требования к рекламным объявлениям:
CorelDRAW 7.0 все шрифты в кривых, bitmaps 300 dpi; TIFF, 300 dpi, CMYK.
Носители: Zip 100 Mb, Jazz 1Gb, дискеты 3,5" (2 экземпляра) в сопровождении печатной копии
Редакция не несет ответственности за достоверность рекламных объявлений.

Подписано к печати 12.02.1998 г.
Формат 60x84/8. Печать офсетная. Объем 10 физич. печ. л., 5 бум. л., 13,5 уч.-изд. л.
В розницу - цена договорная.
Подписной индекс по каталогу «Роспечати» - 70772
Изготовление фотоформ: «ВЕГА-ПРИНТ»
Отпечатано UPC Consulting Ltd (Vaasa, Finland)

© Радио, 1998 г.

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИЙ КАЛЕЙДОСКОП

«HOT BIRD-3»

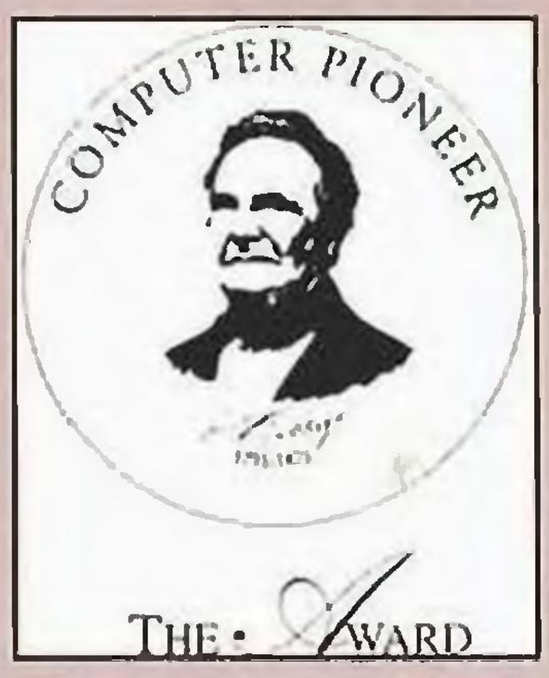
У любителей спутникового приема телевизионных программ скоро наступит праздник. В начале сентября успешно выведен на орбиту очередной телекоммуникационный спутник семейства «Hot Bird» — третий по счету. Его позиция на геостационарной орбите та же, что и предыдущих спутников этой серии — 13° в.д.

Как полагается в таких случаях, специалисты вначале уточняют параметры расположения спутника на орбите, проводят необходимые коррекции позиции и направления раскрыва солнечных батарей, чтобы реализовать все его энергетические возможности и обеспечить необходимое размещение в группе аналогичных объектов. После этого будет проводиться штатная проверка функционирования всех транспондеров (приемных, преобразующих и передающих устройств). А проверять есть что — на этом космическом объекте предусмотрена ретрансляция 200 телевизионных каналов.

Что это будут за каналы и кто их арендует — пока не сообщается. Но по опыту работы предыдущего объекта нетрудно предположить, что в основном это будут каналы с цифровым уплотнением, а некоторые из них — с кодированием.

НАГРАДЫ РОССИЙСКИМ УЧЕНЫМ

Международное компьютерное общество (IEEEE Computer Society) наградило (посмертно) медалями «Пионер вычислительной техники» («Computer Pioneer Award») выдающихся русских ученых — основоположника отечественной вычислительной техники С. А. Лебедева и родоначальника отечественной школы программирования А. А. Ляпунова.



Российские ученые впервые отмечены такими наградами, а для того, чтобы их присудить ученым, ушедшим из жизни, потребовалось специальное решение подкомитета по присуждению наград.

Упомянутые выше награды учреждены в 1991 г. Ими награждались ученые за выдающийся вклад в компьютерную науку и технологию. Назовем лишь некоторых из них: Дж. Атанасов — создатель первого электронного компьютера с последовательной памятью; Дж. Кемени — разработчик языка программирования BASIC; Николас Метрополис, который первым с помощью компьютера ENIAC решил задачи по атомной энергии; Кен Томпсон — создатель операционной системы Unix. Всего лауреатами стали 57 представителей стран Америки и Европы.

На последней сессии Общества медалями также удостоены: Ричард Клиппинджер — за работу по превращению компьютера ENIAC в компьютер с последовательной памятью; Эдгар Кодд — за создание первой абстрактной модели управляемых баз данных и Роберт Кан — за изобретение TCP/IP- протоколов и разработку первых программ для Интернета.

«Мир ПК»

НОВЫЕ ДИСКОВОДЫ ОТ SAMSUNG

Компания Samsung Electronics начала поставки на российский рынок дисководов CD-ROM серии CD-Master с 20-кратной скоростью считывания (до 3000 кбайт/с). Модель SCR-2030 может работать с дисками диаметром 8 и 12 см, имеет интерфейс ATAPI (E-IDE) и поддерживает следующие форматы: CD-ROM (mode 1, mode 2), PhotoCD, CD-ROM/XA, Video-CD, CD-I, CD-R/RW. Розничная цена дисководов составляет около 100 долл.

Ожидается модель CD-ROM с 24-кратной скоростью (стоимость 115 долл.) и дисковод с 32-кратной скоростью. Все дисководы компании Samsung Electronics прошли тестирование на полную совместимость с DOS, Windows 3.x, Windows 95, Windows NT и OS/2.

"COMPUTERWORLD Россия"

КОНКУРЕНТ WEBTV

Начинающая компания Worldgate Communications из Пенсильвании разработала собственную технологию, позволяющую пользоваться сетью Интернет с домашнего телевизора. С помощью запатентованной приставки к телевизору можно путешествовать по WWW, отправлять и получать почту. Внешним устройством управления и ввода информации может служить пульт дистанционного управления либо беспроводная клавиатура. Команды абонентов отправляются по кабельным каналам на специальные серверы. Скорость передачи данных — 192 кбит/с, что в семь раз быстрее, чем при использовании наиболее распространенных модемов (28,8 кбит/с).

В определенном смысле эта технология делает из телевизионного приемника компьютер. Поскольку приставка-конвертер не требует сложной настройки или обслуживания, Worldgate считает, что абонентная плата будет ниже 12 долл. в месяц (возможно, и того меньше).

Несмотря на некоторые недостатки, разработка Worldgate привлекательна как альтернатива и конкурент WebTV, которую во всех отношениях поддерживает Microsoft. Как известно, технология WebTV тоже предлагает применять приставку к телевизору, которая сейчас стоит 200 долл. Кроме того, абонент платит по тарифу 20 долл. в месяц.

"Компьютерра"

СВЕТОДИОДЫ ВЫСОКОЙ ЯРКОСТИ

Компания Hewlett Packard, производящая самые яркие в мире красные, оранжевые и желтые светодиоды, объявила о выпуске своих первых индий-галлий-нитридных (InGaN) синих светодиодов (доминантная длина волны 475 нм) высокой яркости.



Светодиоды серии HLMP-CB выпускаются в пятимиллиметровом корпусе и обладают типовой силой света 1100 мкд при угле 15° и 450 мкд при угле 30° (при токе 20 мА). В конструкции корпуса использована специальная структура линз, которая позволяет точно контролировать светоотдачу, благодаря чему буквы и символы в информационных табло одинаково четкие и яркие в указанном угле обзора.

Высокоэффективные синие светодиоды являются неотъемлемым компонентом полноцветных светодиодных информационных табло (в том числе и уличных), обеспечивающим повышенное разрешение без увеличения энергопотребления по сравнению со светоизлучающими технологиями на основе ламп накаливания.

Эффективность, простота управления и малые размеры светодиодов делают их практичными для разнообразных плоско-панельных табло.

Еще лучшими характеристиками обладают светодиоды второго поколения на основе алюминий-индий-галлий фосфида (AlInGaP II). Компания Hewlett Packard анонсировала



трехмиллиметровую серию светодиодов этого типа, обладающих самой большой силой света среди всех выпускаемых в настоящее время светодиодов.

Компания небезосновательно предполагает, что при массовом производстве стоимость изделий будет существенно снижена и они заинтересуют многих разработчиков светооптических изделий и производителей массовой бытовой аппаратуры.

КАБЕЛЬНОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ

История развития систем кабельного телевидения (КТВ) берет свое начало в 60-х годах, когда в Бельгии, Ирландии, Нидерландах и Швейцарии появились первые сети КТВ, построенные на основе коаксиального кабеля.

В настоящее время в Европе 42 млн семей (примерно 120 млн человек) пользуются услугами кабельных сетей, по которым подаются не только программы местных телецентров, но и популярные программы спутникового телевидения. В среднем число абонентов КТВ по отношению ко всем телезрителям составляет около 30%. По всему миру эта цифра варьируется весьма значительно: в странах Бенилюкса — более 65%, во Франции, Португалии и Великобритании — по 8%; в государствах Средиземноморья — до 1%. В США сетями кабельного телевидения охвачено 65% населения, в Канаде — 81%.

В Центральной и Восточной Европе КТВ появилось позже, но развивается стремительными темпами: в Польше по КТВ смотрят уже 14% жителей, в Румынии — 17%, в Венгрии и Словакии — по 40%.

Сети КТВ в различных государствах имеют свои особенности. Например, кабельные сети Германии объединены в общенациональную систему, распределяющую программы местного и спутникового телевидения. В Великобритании широкое распространение получила древовидная архитектура построения сетей ТВ.

В США существуют сети КТВ на основе коаксиальных кабелей. В последние годы появились гибридные системы со звездообразной архитектурой, где в качестве магистральных линий от головной до распределительной узловой станции используется волоконно-оптический кабель.

«Алло»

UMAX И ADOBE ПРИВЛЕКАЕТ РЫНОК ДОМАШНЕЙ ФОТОГРАФИИ

Бурное развитие производства цветных сканеров, принтеров и цифровых фотокамер изменяет природу домашней фотографии.

Корпорации Umax Technologies и Adobe Systems объединились для совместного освоения этого нового растущего рынка. Первым результатом их сотрудничества стал комплект из цифровой фотокамеры «MDX-8000» производства Umax и программного обеспечения PhotoDeluxe.

Сменная плата памяти фотокамеры емкостью 2 Мбайта рассчитана на хранение примерно 89 снимков, выполненных в режиме высшего уровня качества (с разрешением 1000 x 800), или 133 снимков, снятых в стандартном режиме (500 x 400). Встроенный микрофон позволяет записать до пяти секунд звукового сопровождения к каждой фотографии. Отснятые кадры могут переноситься на компьютер. Минимальные требования к компьютеру — ОС Windows 95, 8 Мбайт ОЗУ и процессор модели 486 (или более мощный).

Для копирования из камеры в компьютер как изображений, так и звуковых записей используется ПО Umax. На компьютере изображение можно просматривать, хранить, удалять или рассылать по электронным каналам. Кроме того, пользователи могут создавать с помощью PhotoDeluxe специальные эффекты.

Поставляемые вместе с камерой ПО — PhotoDeLuxe 2.0 — содержит множество новых возможностей, включая более 30 спецэффектов и свыше 50 интерактивных пошаговых инструкций.

«Компьютеры + Программы»

ВИДЕОКАМЕРА-ЯЙЦО И V-MAIL

Компания Panasonic объявила о создании недорогой видеокамеры с микрофоном, похожей на яйцо (называется она EggCam). Она будет использоваться для телеконференций и электронной видеопочты. Камера устанавливается на персональном компьютере. С помощью специальных программ она может переслать корреспонденту ваше видеоизображение. Вместе с двухминутным видеофрагментом, упакованным в мегабайтный файл, пересылается и алгоритм для чтения, поэтому распаковать его сможет любой компьютер, где установлена операционная система Windows. Такое послание будет называться не e-mail, а v-mail.

Используя обычный телефонный модем и EggCam, можно организовать телеконференцию, причем на экране может быть несколько окон с изображением собеседников.

«Мир связи. Connect»

НАЗАД К «СПЕКТРУМУ»?

Нас уже давно перестали удивлять чудаки, которые не только коллекционируют старые автомобили, но и пытаются на них время от времени проехать по современному городу. Нечто подобное наконец-то случилось и с компьютерами. Для тех, кто использует компьютеры с Windows - 95, создана программа, эмулирующая «старый, добрый» Spectrum и позволяющая запустить знакомые до боли и кажущиеся сегодня тривиальными игры. Довольно непривычно, конечно, увидеть на экране современного компьютера специфическую графику компьютеров начала 80-х годов с объемом ОЗУ 48 кбайт. Но, без всяких сомнений, она может согреть душу тем, кто начинал свой путь в мир компьютеров с Spectrum или ему подобных компьютеров.



Игры 80-х годов для Spectrum доступны теперь под Windows - 95

БЫСТРАЯ ПАМЯТЬ ... ИЗ ЯПОНИИ

Несколько ведущих японских производителей полупроводниковых компонентов в начале 1998 г. начнут поставки опытных партий модулей памяти, которые обладают вдвое более высокой скоростью передачи данных по сравнению с самыми совершенными модулями DRAM. Компании, в числе которых Fujitsu и NEC, предназначают модули DDR (Double Data Rate — удвоенная скорость данных) в первую очередь для высокоуровневых рабочих станций и серверов. Представители обеих компаний уверены, что модули DDR смогут передавать данные со скоростью 1,6 Гбайт/с.

«COMPUTERWORLD Россия»

МОЛНИЯ — НЕ БЕДА

NexTek Inc. недавно разработала серию устройств защиты от ударов молнии. Изготавливаются они в виде радиочастотных соединителей. Рабочий диапазон частот от постоянного тока до 2,5 ГГц. Используется технология газоразрядных ламп (GDT — Gas Discharge Tube), которая позволяет ограничить напряжение и заземлить устройство менее чем за 1 мкс, что многократно повышает устойчивость электронных систем.

Web: http://www. ultranet. com

«Зарубежная радиоэлектроника»

ПРИБОР ДЛЯ ОРИЕНТИРОВКИ АНТЕНН ДМВ

И. НЕЧАЕВ, г. Курск

С трудностями при ориентировке антенн сталкиваются многие радиолюбители. Облегчить этот процесс могут специальные приборы — перестраиваемые индикаторы или измерители уровня. В частности, в "Радио" № 11 за 1996 г. (с. 8, 9) был описан прибор для ориентировки антенн в диапазоне МВ. В публикуемой здесь статье рассмотрено аналогичное устройство для диапазона ДМВ.

Развитие сети эфирного телевизионного вещания в нашей стране идет по пути ввода в действие новых передатчиков, работающих в основном в диапазоне ДМВ. Очень часто бывает непросто добиться высококачественного приема телепрограмм в этом диапазоне. Большинство новых передатчиков, как правило, имеют небольшую мощность, низкую высоту установки передающих антенн, нередко расположенных в разных городских районах.

Все это приводит к тому, что применение комнатных антенн становится невозможным. Приходится использовать эффективно направленные антенны, размещать их вне жилого помещения и на значительном удалении от телевизора. В свою очередь, это вызывает дополнительное затухание сигнала в соединительном кабеле, что вынуждает применять антенные усилители. Кроме того, возникает проблема ориентировки антенн.

В решении указанных проблем поможет предлагаемый для повторения радиолюбителями относительно несложный прибор. Он позволяет значительно упростить процедуру ориентировки и приближенно определить уровень принимаемого телевизионного сигнала. Его габариты невелики (см. рис. 1, примерно как пачка сигарет), поэтому им удобно пользоваться при ориентировке антенн в самых различных местах.

Прибор разработан по просьбам читателей на основе схемотехники аналогичного устройства для диапазона МВ, описан-



Рис. 1

ного в «Радио» ранее. Схема его проще (см. рис. 2), а габариты — меньше. Прибор представляет собой приемник прямого преобразования сигналов диапазона ДМВ и содержит усилитель ВЧ (VT1, VT2), гетеродин (VT3), смеситель (VT4), видеоусилитель (VT5, VT6) и амплитудный детектор (VD1, VD2). Уровень принимаемого сигнала индицируется стрелочной измерительной головкой PA1.

Телевизионный радиосигнал поступает на усилитель ВЧ, собранный по двухкаскадной схеме с глубокой отрицательной обратной связью по постоянному току через резистор R4. На входе усилителя ВЧ установлен фильтр ВЧ C1L1C2, который подавляет сигналы, лежащие ниже диапазона ДМВ. Для расширения интервала индикации уровня принимаемых сигналов на входе установлено два ВЧ разъема. Через разъем XS1 радиосигнал с антенны поступает на фильтр ВЧ. Подав тот же сигнал на разъем XS2, можно ослабить его в десять раз. Коэффициент передачи усилителя ВЧ равен примерно 15 дБ, а неравномерность АЧХ в интервале частот 470...800 МГц не превышает 1 дБ.

Усиленный сигнал приходит на смеситель. Туда же подан сигнал гетеродина. Результирующий видеосигнал через фильтр НЧ C11L4C12 с частотой среза 4 МГц проходит на видеоусилитель.

Гетеродин собран по схеме емкостной трехточки. Его частоту перестраивают конденсатором переменной емкости C8. Со смесителем гетеродин связан через катушку связи L3. Он работает в интервале ДМВ. Полоса преобразованных частот равна от 0,02 до 4 МГц. Поскольку в представленном варианте прибора зеркальный канал не подавляется, то его суммарная полоса пропускания равна примерно 8 МГц, что соответствует ширине одного телевизионного канала.

Выделенный видеосигнал, пройдя через видеоусилитель, детектируется амплитудным детектором, и полученное напряжение измеряется стрелочным индикатором.

Режим работы прибора изменяют переключателем SA1. В его положении 4 — "Выкл." напряжение питания на прибор не поступает. В положении 3 — "Контроль" к батарее питания подключен резистор R25, через который протекает ток, равный потребляемому прибором. Через резистор R26 напряжение батареи приходит на стрелочный индикатор PA1, по которому контролируют его значение.

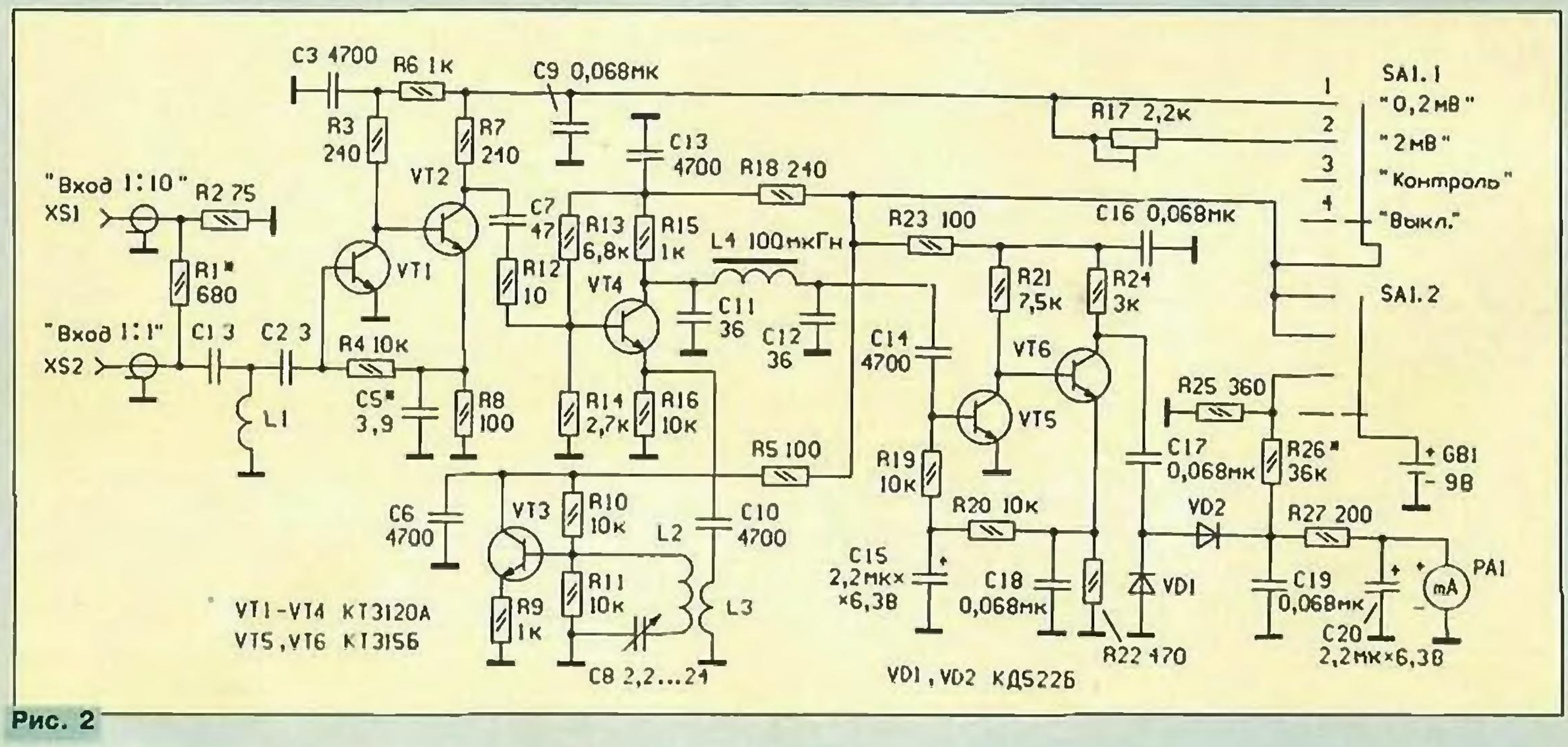


Рис. 2

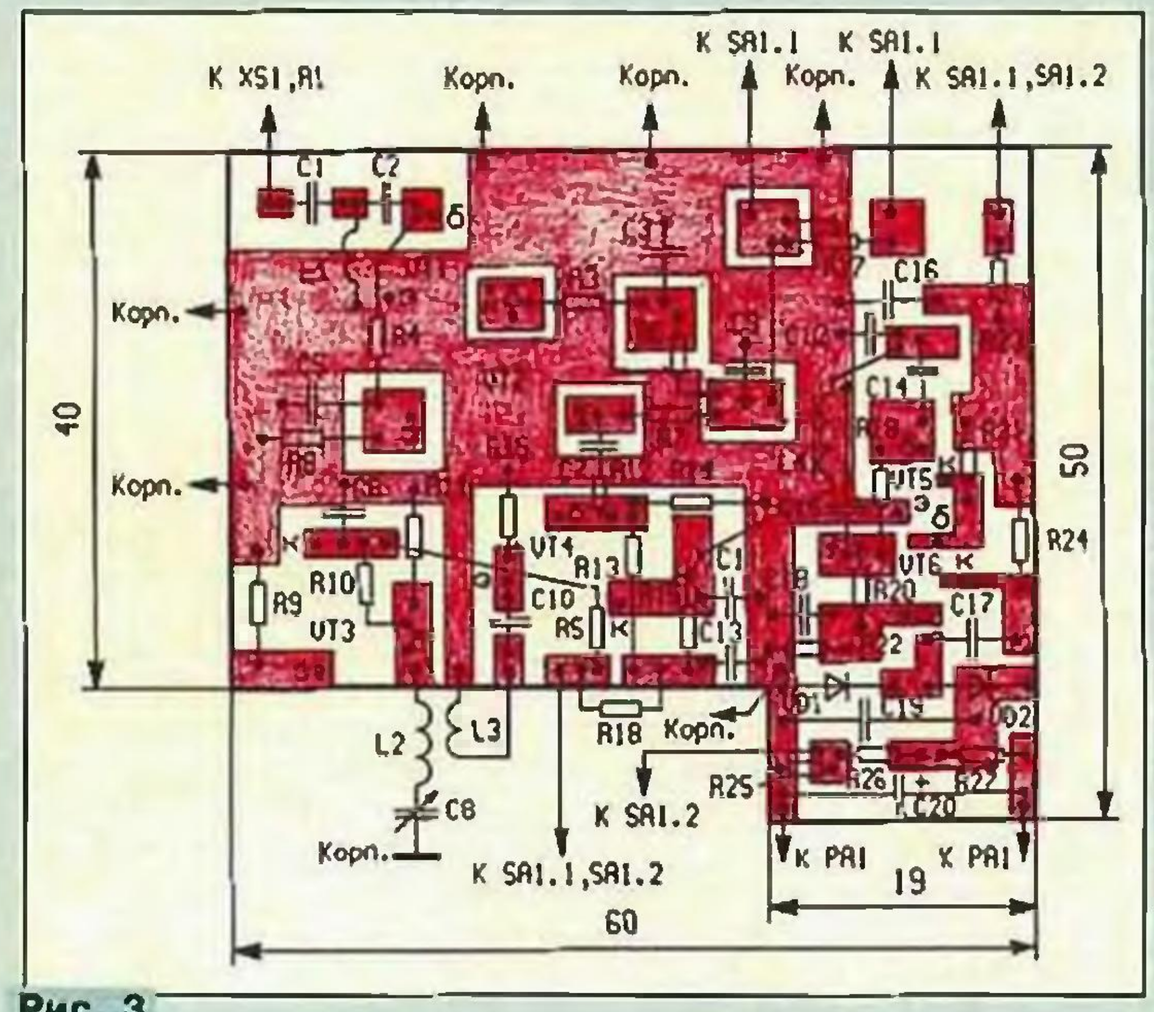


Рис. 3

В положениях 1 и 2 переключателя прибор работает в индикаторном режиме. В положении 1 — "0,2 мВ" напряжение батареи поступает непосредственно на все узлы прибора и максимальное значение показаний стрелочного индикатора равно 0,2 мВ. В положении 2 — "2 мВ" питающее напряжение на усилитель ВЧ приходит через подстроечный резистор R17, коэффициент передачи усилителя ВЧ уменьшается и максимальное значение шкалы уже будет соответствовать 2 мВ. Кроме того, чувствительность можно уменьшить еще в десять раз, подав сигнал на разъем XS2. Следовательно, максимальный индицируемый уровень равен 20 мВ, а минимальный определяется чувствительностью всего прибора и находится в пределах 20...40 мкВ.

Конструктивно детали прибора размещены в пластмассовом корпусе размерами 100×65×25 мм. При этом часть его служит батарейным отсеком, и для остальных деталей остается площадь размерами 60×65 мм. Здесь закреплен стрелочный индикатор М4761, имеющий большие размеры шкалы и относительно небольшую электромагнитную систему. Для индикатора в передней панели корпуса сделано прямоугольное окно размерами 50×25 мм. Сам стрелочный индикатор доработан: удалены части его корпуса с двух сторон вблизи электромагнитной системы. Если использовать индикатор меньших размеров, например М4762-М1, то такая доработка не потребуется.

Большинство деталей расположены на печатной плате из двустороннего фольгированного стеклотекстолита, эскиз которой представлен на рис. 3. Сторона, свободная от деталей, оставлена металлизированной, она играет роль экрана и соединена в нескольких местах по периметру с общим проводом другой стороны платы.

Размещение узлов прибора внутри корпуса показано на рис. 4. Стрелочный индикатор 1 приклеен к дну корпуса, которое служит передней панелью. На индикатор приклеивают печатную плату 2. Рядом с электромагнитной системой 4 индикатора с одной стороны от нее устанавливают на корпусе конденсатор переменной емкости 5, а с другой — переключатель (загорожен системой 4). Под конденсатор перед его установкой необходимо подложить полоску фольги 6 из луженой меди, которая должна быть соединена с общим проводом и экраном печатной платы 2. Для устранения влияния рук на настройку прибора часть платы, на которой размещены высокочастотные элементы, надо закрыть экраном 3 из фольги или тонкого одностороннего фольгированного стеклотекстолита, соединив его фольгу в нескольких местах с общим проводом.

В приборе можно применить, кроме указанных на схеме, транзисторы КТ382 (VT1 — VT4) с любым буквенным индексом, КТ315В, КТ315Г, КТ3102А — КТ3102Г (VT5, VT6) или аналогичные. Диоды — КД521, КД503, КД509 с любым буквенным индексом. Конденсаторы С15, С20 — К50, К53. Конденсатор переменной емкости С8 — 1КПВМ с воздушным диэлектриком. Остальные конденсаторы — КМ, КД, КЛС. Постоянные резисторы — МЛТ, С2-33 или С2-10, подстроечный R17 — СП3-19. При монтаже резисторов и конденсаторов в высокочастотных узлах прибора их выводы следует укоротить до минимально возможной длины.

Катушка L1 намотана проводом ПЭВ-2 0,2 на оправке диаметром 2 мм и содержит три витка с выводами длиной 2...3 мм. Катушки L2 и L3 намотаны на такой же оправке и содержат соответственно три и один виток провода ПЭВ-2 0,8. Катушка L2 установлена между соответствующей схеме площадкой печатной платы и выводом переменного конденсатора С8, а катушка L3 размещена вплотную к L2. Катушка L4 — дроссель ДМ-0,1.

Налаживание устройства начинают с проверки работоспособности гетеродина и установки его границ перестройки. Если есть возможность использовать частотомер, то его подключают к катушке L3. В ином случае придется воспользоваться телевизором, который настраивают на самый низкочастотный 21-й канал ДМВ и подносят его антенну вплотную к гетеродину. Ротор конденсатора С8 устанавливают в положение максимальной емкости и, сближая или раздвигая витки катушки L2, добиваются появления сигнала гетеродина в этом канале.

Далее ротор конденсатора С8 вращают до положения минимальной емкости и проверяют, на частоте какого канала работает гетеродин. Иногда это приходится делать приближенно, так как большинство современных телевизоров не имеет точных указателей номера или частоты канала ДМВ.

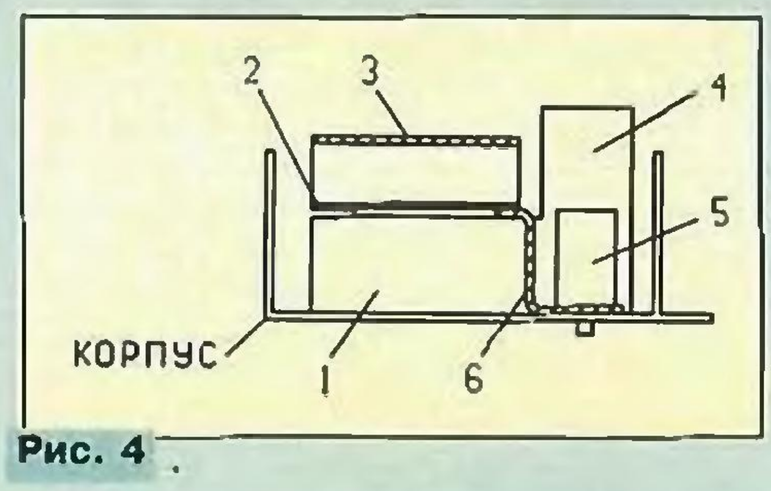


Рис. 4

Придется ориентироваться по сигналам работающих передатчиков.

Для указанных на схеме номиналов конденсатора переменной емкости гетеродин перестраивается с 470 до примерно 650...670 МГц, т. е. с 21-го по 44-й канал. Если этого окажется недостаточно, нужно применить конденсатор переменной емкости с большим в полтора раза значением максимальной емкости, а катушки L2, L3 намотать на оправке меньшего диаметра.

Если есть возможность настроить усилитель ВЧ, используя измерительный прибор, то это делают, предварительно отключив на время питающее напряжение от гетеродина. Подбором конденсатора С5 получают минимальную неравномерность АЧХ в требуемом интервале частот.

Затем, включив питание гетеродина, на вход прибора подают с образцового генератора сигнал амплитудой 1...2 мВ и частотой, соответствующей середине интервала перестройки. Прибор в положении 1 переключателя настраивают конденсатором С8 по максимальным показаниям индикатора. Если его стрелка зашкаливает, то уровень сигнала генератора уменьшают.

Далее, изменяя уровень сигнала генератора, определяют уровни: первый — когда прибор четко его регистрирует, т. е. когда стрелка заметно отклоняется, и второй — когда стрелка индикатора находится на максимальной отметке шкалы. Первый уровень соответствует чувствительности устройства. Если второй уровень находится в пределах 0,1...0,5 мВ, то можно градуировать шкалу индикатора. Если он больше — увеличивают коэффициент передачи в усилителе ПЧ, применив транзисторы с большим усилением.

Устанавливают переключатель в положение 2 и подают сигнал с генератора в десять раз больше, чем максимальный сигнал в положении 1 переключателя. Подстроечным резистором R17 добиваются отклонения стрелки индикатора на максимальную отметку шкалы. Уменьшают уровень сигнала генератора и градуируют шкалу прибора в милливольтах или децибелах. И наконец, градуируют шкалу конденсатора переменной емкости. Лучше всего это делать в номерах каналов ДМВ.

Если нет необходимости в градуировке шкалы индикатора или это недоступно, то этого не делают, оставив его неградуированным. В таком случае прибор выполняет функции относительного индикатора уровня, что для ориентировки антенн вполне приемлемо.

В заключение от регулируемого блока питания подают напряжение, соответствующее номинальному для батареи, и подбирают резистор R26 так, чтобы стрелка отклонилась на заметную отметку шкалы, например, максимальную или среднюю. После этого снижают напряжение до уровня, когда параметры прибора заметно ухудшаются, например, "уйдет" частота или понизится чувствительность, и отмечают это отклонение стрелки на шкале индикатора. При работе напряжение батареи не должно снижаться ниже такого значения.

Прибор питается от батареи напряжением 9 В. Максимальный потребляемый ток равен 22...25 мА.

Следует отметить, что усилитель ВЧ можно применить отдельно для построения антенного усилителя диапазона ДМВ. Использовав один такой усилитель, получают усиление около 15 дБ, а два, включенных последовательно, — 28...30 дБ. ■

ОСОБЕННОСТИ РАДИОКАНАЛА СОВРЕМЕННОГО ТЕЛЕВИЗОРА

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

Фирма PHILIPS выпускает несколько микросхем – синтезаторов частоты, например TSA5522. Аналогичные функции выполняют микросхемы SDA3402 или SDA3412 фирмы SIEMENS. Разработана микросхема TUA6010, выполняющая функции как синтезатора частоты, так и смесителя с гетеродином. Формирующийся на выходе смесителя сигнал ПЧ $U_{пч}$ выходит из селектора, пройдя через полосовой усилитель с симметричным или несимметричным выходом.

Следует иметь в виду, что в Западной Европе промежуточной несущей изображения принята частота 38,9 МГц, а не 38 МГц, как в нашем стандарте. Поэтому при использовании импортного селектора каналов может потребоваться перестройка выходного фильтра.

На рис. 7 представлена типовая схема включения селектора, работающего по принципу синтеза частоты (в нашем случае – SK1101). Селектор питается от двух источников напряжений +12 и +5 В. На вывод 2 подают напряжение АРУ. Максимальный коэффициент передачи селектора получается, когда это напряжение равно +9 В. Минимальному усилению соответствует напряжение АРУ меньше 1 В. Стабилитрон VD1 формирует напряжение +30 В на выводе 8, питающее каскад, перестраивающий варикапы. Управление обеспечивается по шине I^2C (выводы 10 и 11).

Изменением напряжения на выводе 12 устанавливают два бита адреса (1–1, когда это напряжение равно +5 В; 0–0, когда вывод соединен с общим проводом, и 1–0 при напряжении 2,5 В). Переключение адреса необходимо, если в телевизоре установлен не один селектор (например, второй селектор может входить в состав отдельного радиоканала для устройства «Кадр в кадре»). Сигнал ПЧ с симметричного выхода (выводы 13–14) проходит на вход фильтра на ПАВ.

Перейдем к фильтрам на ПАВ. Основным их производителем в России следует назвать Московский завод радиокомпонентов (бывший «Фонон»). В небольшом количестве фильтры на ПАВ выпускают и в Зеленограде (завод «Микрон»). За рубежом главный изготовитель фильтров на ПАВ — концерн SIEMENS–MATSUSHITA (S+M). Однако необходимо отметить, что за рубежом выпускают далеко не все типы фильтров, необходимых для российского рынка. К тому же параметры отечественных фильтров не во многом уступают зарубежным.

Фильтры на ПАВ разделяют по телевизионному стандарту (B/G, D/K, I, L, M), значению промежуточной частоты (фильтр D/K может быть как на частоту 38, так и на 38,9 МГц) и форме характеристики ГВЗ (плоская или с предыскажениями, и с какими именно). Фильтр на ПАВ представляет собой пластину из пьезоэлектрика (обычно ниобата лития), на которую путем металлизации нанесены две группы электродов, каждая из которых имеет форму вложенных одна в другую гребенок. Одна группа преобразует поступающий сигнал в поверхностную волну ультразвука, а вторая — эту волну в выходной сигнал. Изменение по определенному закону длин зубьев в гребенках (аподизация) обеспечивает получение различных характеристик фильтра.

Фильтр на ПАВ — неминимально-фазовая система, в которой можно раздельно управлять формой амплитудно-частотной и фазочастотной характеристик. Это и позволяет создавать фильтры с одинаковыми АЧХ, но разными характеристиками ГВЗ. Образцовыми обычно считают фильтры фирмы S+M. АЧХ на рис. 3,б соответствует ее фильтру D1952M. Он рассчитан на стандарт D/K, промежуточную частоту 38 МГц и имеет характеристику ГВЗ с предыскажениями. Характеристика на рис. 3,в относится к фильтру K2953M этой же фирмы (D/K–B/G, 38 МГц, с предыскажениями).

Для приема сигналов по нескольким стандартам разработаны фильтры на ПАВ с внутренним переключателем характеристик. Например, фильтр K6265 фирмы S+M в одном режиме обеспечивает прием сигналов D/K и B/G (с расширенной полкой), а во втором — сигнала по американскому стандарту M. Изменение режима получается при переключении выводов фильтра. Характеристики на рис. 4,б и в соответствуют квазипараллельному фильтру K3264 (D/K, 38 МГц, с предыскажениями) фирмы S+M. Наконец, на рис. 5,б и в показаны характеристики раздельных фильтров K6266 (D/K–B/G–M, 38 МГц, без предыскажений) для сигнала изображения и K9455M (D/K–B/G–M, 38 МГц) для сигнала звука. Видеофильтр с требуемой характеристикой ГВЗ пока не выпускают. Вместо раздельных фильтров можно использовать фильтр с двумя выходами. Такой фильтр ФПЗП9–476 был разработан для отечественных телевизоров пятого поколения.

Чтобы в двустандартном телевизоре с совмещенным каналом реализовать всю полосу частот стандарта D/K и снизить искажения ГВЗ, целесообразно использовать два фильтра на ПАВ (D/K и B/G) с внешним переключателем на транзисторных ключах. Сигнал для переключения снимают с одного из портов процессора управления. Большинство фильтров на ПАВ имеют коэффициент передачи на средней частоте около –20 дБ.

Далее рассмотрим построение усилителя ПЧ. Микросхема УПЧИ содержит усилительные каскады, охваченные цепью АРУ, формирователь напряжения АРУ для селектора каналов, устройство АПЧГ (в микросхемах, рассчитанных на синтез напряжения) и демодулятор видеосигнала. Напряжение АРУ, подаваемое на селектор каналов, меняется, когда входной сигнал достигает заданного порогового уровня. Это предотвращает перегрузку входных каскадов селектора.

Демодулятор представляет собой синхронный детектор. В микросхемах старых выпусков (например КР1051УР1) образцовая несущая частота для синхронного детектора получалась из сигнала ПЧ, прошедшего через настроенный на нее контур и ограничитель, подавляющий модуляцию. Такой способ не обеспечивал поддержание точной частоты и фазы несущей, что создавало искажения переходной характеристики в демодулированном сигнале.

В современных микросхемах (например, TDA9814 или TDA8375 фирмы PHILIPS) несущая выделяется системой ФАПЧ. На рис. 8 показана структурная схема усовершенствованного демодулятора. Система ФАПЧ состоит из генератора, управляемого напряжением (ГУН), с внешним контуром L1C1, настроенным на удвоенную частоту несущей изображения (76 МГц), делителя частоты на 2, частотного (ЧД) и фазового (ФД) детекторов, сумматора и внешнего фильтра нижних частот R1C2. После деления на два неинвертированного и инвертированного сигналов ГУН получаются синусоидальные образцовые сигналы с частотой 38 МГц, один из которых при точной настройке синфазен с сигналом несущей, а второй — ортогонален ему. Частотный ЧД и фазовый ФД детекторы сравнивают эти компоненты с ограниченным по амплитуде (ОГР) сигналом ПЧ. Благодаря действию частотного детектора система ФАПЧ устраняет расстройку ГУН. Управление происходит через варикапы. Фазовый детектор обеспечивает синфазность образцового сигнала и несущей изображения. Полоса захвата системы ФАПЧ равна 2 МГц.

В аналоговом перемножителе образцовый сигнал и сигнал ПЧ перемножаются, в результате чего видеосигнал демодулируется.

В микросхемах TDA8373/4/5/7 однокристального телевизора, кроме системы ФАПЧ, предусмотрена возможность подстройки контура ГУН по шине I^2C в диапазоне 2,5 МГц. Это позволило использовать ненастраиваемый контур.

Фирма PHILIPS выпускает серию микросхем радиоканала TDA98**. Все эти микросхемы снабжены видеодемодулятором с ФАПЧ и содержат разное число узлов. Простейшая из них — TDA9800 представляет собой совмещенный радиоканал и обрабатывает только сигнал с негативной модуляцией. Начиная с TDA9808, микросхемы соответствуют параллельному каналу.

На рис. 9 представлена принципиальная схема высококачественного параллельного радиоканала на микросхеме TDA9814. В канале может быть использован селектор каналов как с синтезом напряжения, так и с синтезом частоты (для упрощения он на схеме не показан). Применен отечественный фильтр на ПАВ (ZQ1).

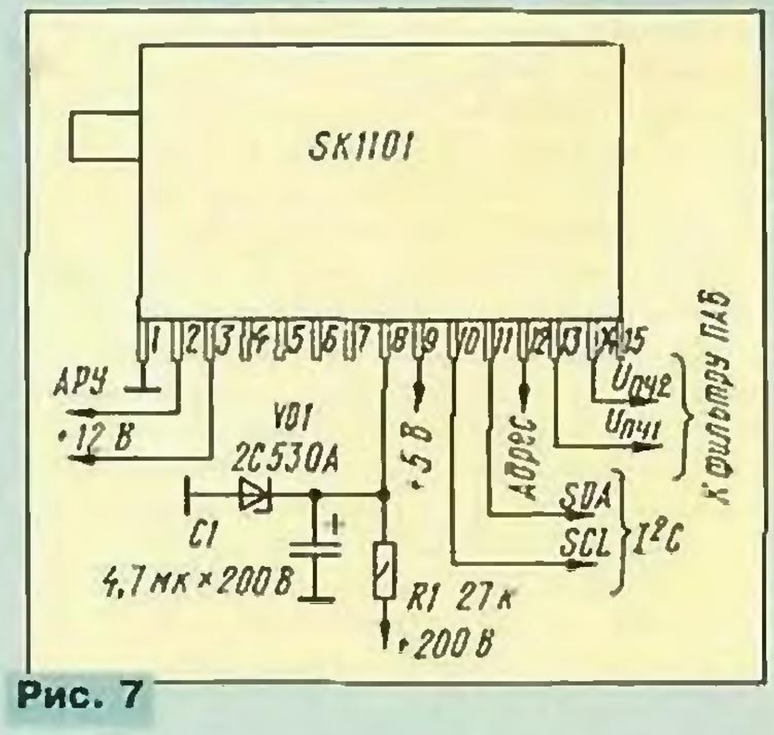


Рис. 7

Окончание. Начало см. в «Радио», 1998, № 2.

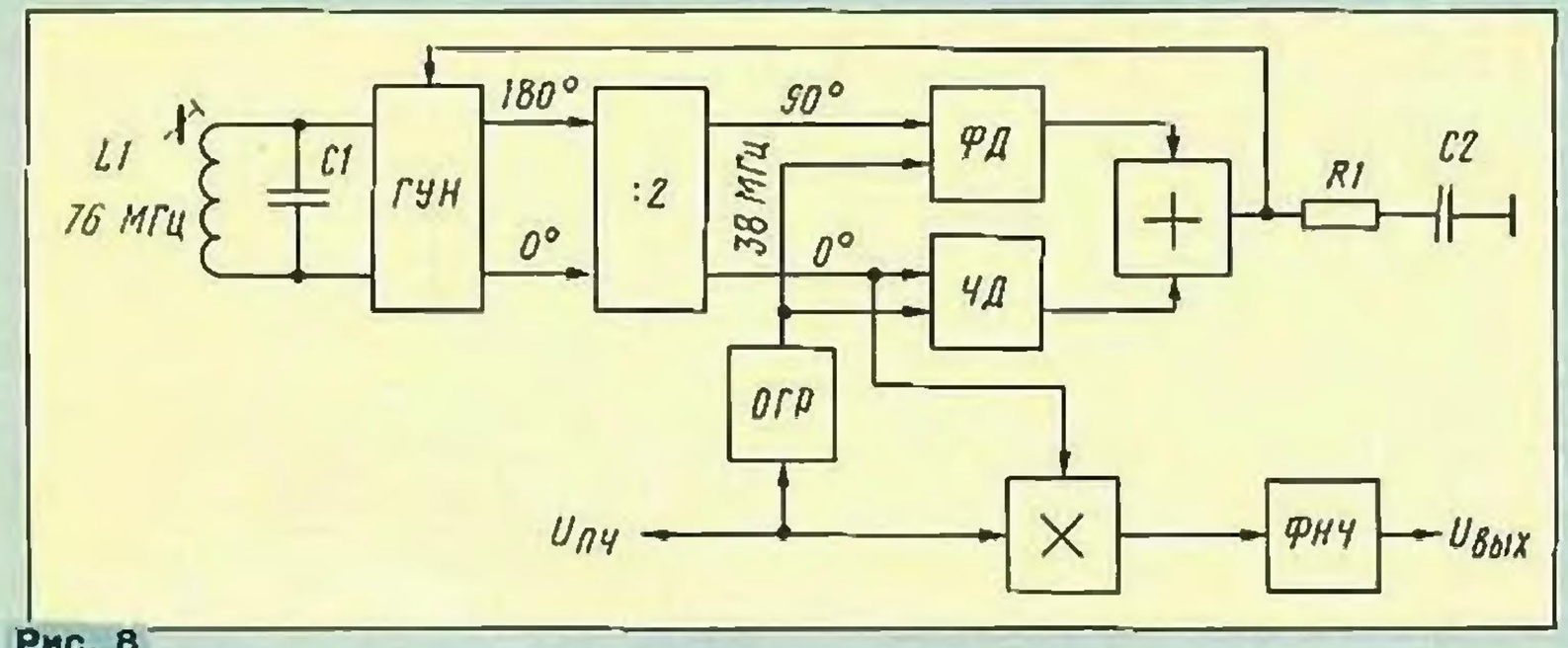


Рис. 8

Основные параметры радиоканала.

Ток, потребляемый от источника напряжения +5 В, мА, не более 120
Минимальный сигнал на входе фильтра на ПАВ, мкВ 500
Диапазон АРУ, дБ, не менее 66
Подавление гармоник видеосигнала, дБ, не менее 40
Подавление интермодуляционных искажений, дБ, не менее 58
Дифференциальное усиление, %, не более 5
Дифференциальная фаза, град., не более 2
Отношение сигнал/шум, дБ, не менее 60
Номинальный размах выходного видеосигнала, В 2
Амплитуда выходного сигнала звука, мВ 250

Сигнал ПЧ изображения с первого выхода фильтра на ПАВ поступает на выводы 1 и 2 микросхемы. Этот сигнал проходит трехкаскадный УПЧИ, охваченный цепью АРУ (накопительный конденсатор — С3) и демодулируется рассмотренным детектором с ФАПЧ. Контур ГУН L2C8, настроенный на частоту 76 МГц, подключен к выводам 21 и 22 микросхемы. Элементы С5 и R2 образуют фильтр нижних частот.

Полученный видеосигнал через вывод 18 микросхемы проходит на режекторный фильтр ZQ2, подавляющий остатки звуковой информации, и далее вновь в микросхему через вывод 19. После буферного каскада, обеспечивающего усиление 6 дБ, видеосигнал размахом 2 В через вывод 8, эмиттерный повторитель на транзисторе VT1 и разъем X1 приходит на декодер.

С вывода 16 микросхемы снимается напряжение АРУ. Оно выделяется на внешней нагрузке, питающейся от напряжения +12 В, проходит через эмиттерный повторитель на транзисторе VT3 и поступает на селектор каналов. Значение порога срабатывания системы АРУ устанавливают резистором R1.

На выводе 20 микросхемы получается напряжение АПЧГ, используемое в том случае, когда в телевизоре настройка на станцию обеспечивается методом синтеза напряжения. По уровню этого напряжения удобно настраивать контур ГУН. При точной настройке напряжение АПЧГ равно половине напряжения питания, т. е. 2,5 В.

Сигнал звукового сопровождения на несущей 31,5 МГц со второго выхода фильтра на ПАВ приходит на выводы 27 и 28 микросхемы. УПЧЗ содержит два каскада, охваченных цепью АРУ. Напряжение АРУ интегрируется конденсатором С7. Для выделения разностной звуковой частоты используются смеситель и образцовый сигнал от ГУН видеоканала. Продукт смешения через вывод 17 проходит на внешний полосовой фильтр ZQ3, настроенный на частоту 6,5 МГц.

Разностный сигнал возвращается через вывод 15 в микросхему и поступает на частотный демодулятор, содержащий амплитудный ограничитель и систему ФАПЧ, в которую входит ГУН в виде RC-генератора, фильтр нижних частот C14R15 и фазовый детектор. Система ФАПЧ поддерживает частоту ГУН равной частоте входного сигнала. При этом напряжение на входе управления ГУН – демодулированный сигнал, который выходит через контакт 10 на эмиттерный повторитель на транзисторе VT2.

Демодулятор звука и устройство АПЧГ микросхемы TDA9814 не содержат внешних контуров.

Регулировка радиоканала сводится к настройке контура L2C6 на удвоенную частоту несущей изображения и установке резистором R1 заданного порога срабатывания системы АРУ.

Микросхема TDA9814 позволяет также демодулировать сигнал французского стандарта L и получать звуковой стереосигнал по немецкому стандарту. Эти функции в нашем случае не использованы. ■

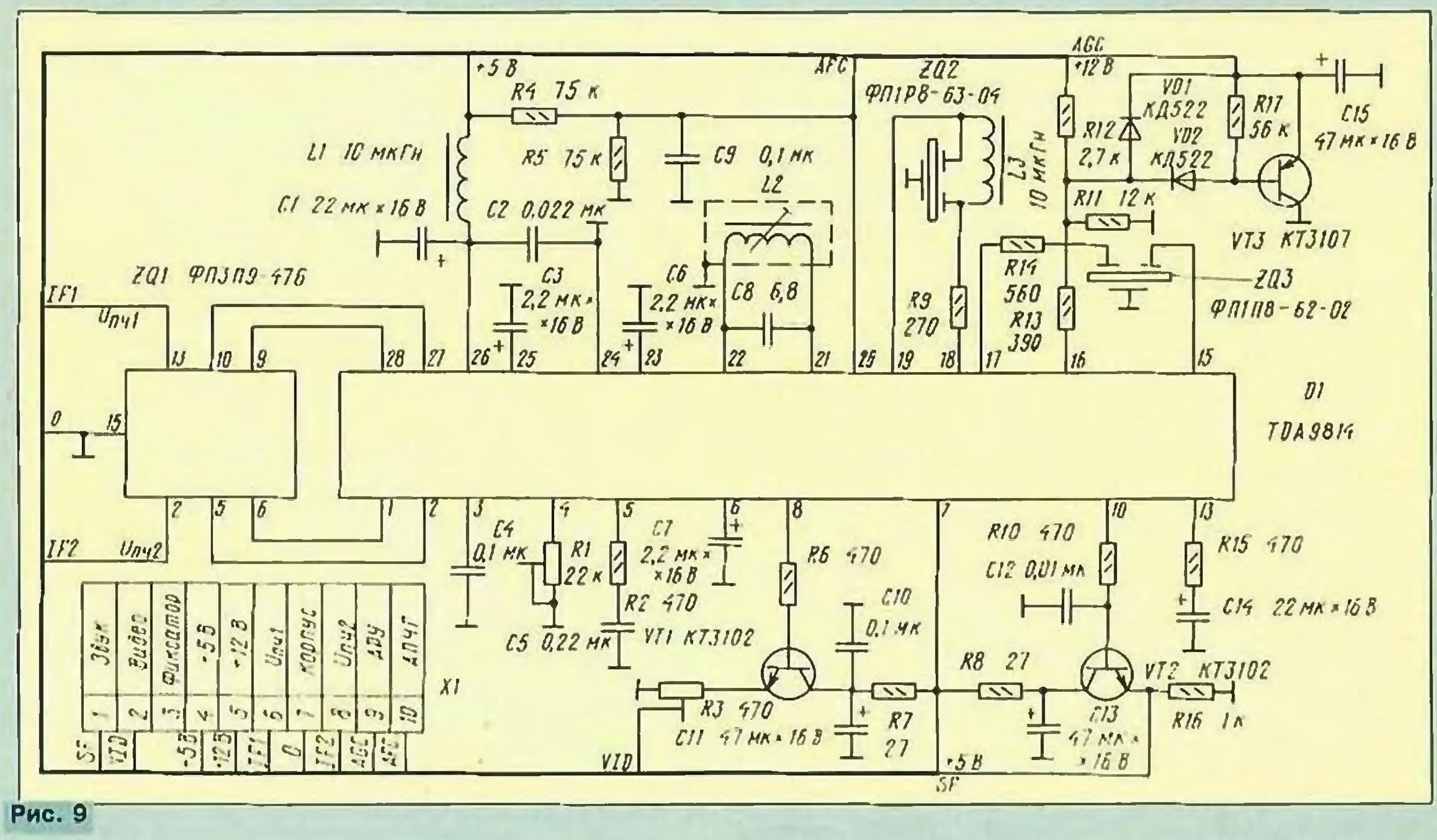


Рис. 9

ПРИБОР ДЛЯ НАСТРОЙКИ АППАРАТУРЫ НТВ

И. НЕЧАЕВ, г. Курск

Прием телевизионных программ через спутниковые ретрансляторы сегодня стал знамением дня. Увеличивается число спутников на геостационарной орбите и число программ на каждом из них. Приобрести приемную систему НТВ в магазине уже не стало проблемой, да и цены на нее снижаются. Купив аппаратуру заводского изготовления, многие радиолюбители экспериментируют с ней. Есть у нас и энтузиасты, которые изготовляют такую аппаратуру сами. Здесь мы публикуем описание несложного устройства для оптимальной настройки всех компонентов приемной системы НТВ.



Прием телевизионных программ через спутниковые ретрансляторы интересуют все больший круг читателей. С выведением на геостационарную орбиту спутников систем непосредственного телевещания (НТВ), например, «Галс» и «Hot Bird», такой прием стал доступен многим жителям нашей страны (невысокая стоимость аппаратуры, малые габариты антенны). В то же время для радиолюбителей представляют интерес и другие спутники, сигнал с которых гораздо слабее, и для получения удовлетворительного качества приема приходится применять антенны больших размеров.

Одна из проблем, которую приходится решать в этих экспериментах, — отладка антенной системы и настройка ее на требуемый спутник по максимуму сигнала. Для систем НТВ, использующих сравнительно мощные передающие устройства, эта проблема решается несложно, так как возможно применение антенн с небольшим диаметром параболического зеркала. У таких антенн ширина диаграммы направленности составляет несколько градусов, поэтому небольшие неточности при ее наведении вполне допустимы и даже не очень сильно скажутся на конечном результате. Другое дело, когда используется антенна больших размеров и принимаются слабые сигналы. В этом случае требуется очень аккуратная и тщательная настройка.

Значительно уменьшить трудоемкость этого процесса, упростить и сделать его визуально наглядным поможет описываемый ниже комбинированный прибор, который в сочетании с осциллографом может быть использован как панорамный индикатор спектра диапазона частот 0,8...2 ГГц или индикатор АЧХ этого диапазона, а без осциллографа — как индикатор уровня сигнала на любом участке или сразу во всем диапазоне. С помощью прибора можно по уровню шумов быстро оценить исправность конвертера, проверить работоспособность тюнера, при необходимости (если он, например, самодельный или работает в течение длительного времени) подстроить АЧХ и диапазон перестройки. Прибор поможет быстро настроиться на сигналы спутника и подстроить антенную систему на максимум сигнала, уточнить размещение конвертера (облучателя), отрегулировать его поляризацию и т.д. Основное удобство заключается в том, что результаты проводимых манипуляций сразу отражаются на экране осциллографа или стрелочном индикаторе.

Схема устройства и его конструкция достаточно просты и доступны для изготовления радиолюбителями средней квалификации. Структурная схема приведена на рис. 1. В его состав входят управляемый током генератор качающейся частоты (G1) — генератор сверхвысокой частоты с диапазоном перестройки 0,8...2 ГГц, буферный усилитель А1, с выхода которого сигнал в масштабе 1:1 поступает на выход «ГКЧ 1:1», а через резистивный аттенюатор А2 — на выход «ГКЧ 1:10». Для управления генератором предназначены формирователь треугольного напряжения (G2) и преобразователь напряжение-ток — (U1). Установка верхней и нижней частот диапазона качания производится независимо друг от друга с помощью переменных резисторов, что удобно при эксплуатации. Усилитель А3 служит для подачи сигнала на развертку осциллографа. Питаются эти узлы от сетевого блока питания (U2).

Этими элементами вместе с детекторной головкой обеспечивается режим панорамной индикации АЧХ. Для этого на вход «Y» осциллографа подается сигнал с выхода детекторной головки, а на вход «X» — сигнал развертки с выхода усилителя А3. Для реализации режима анализатора

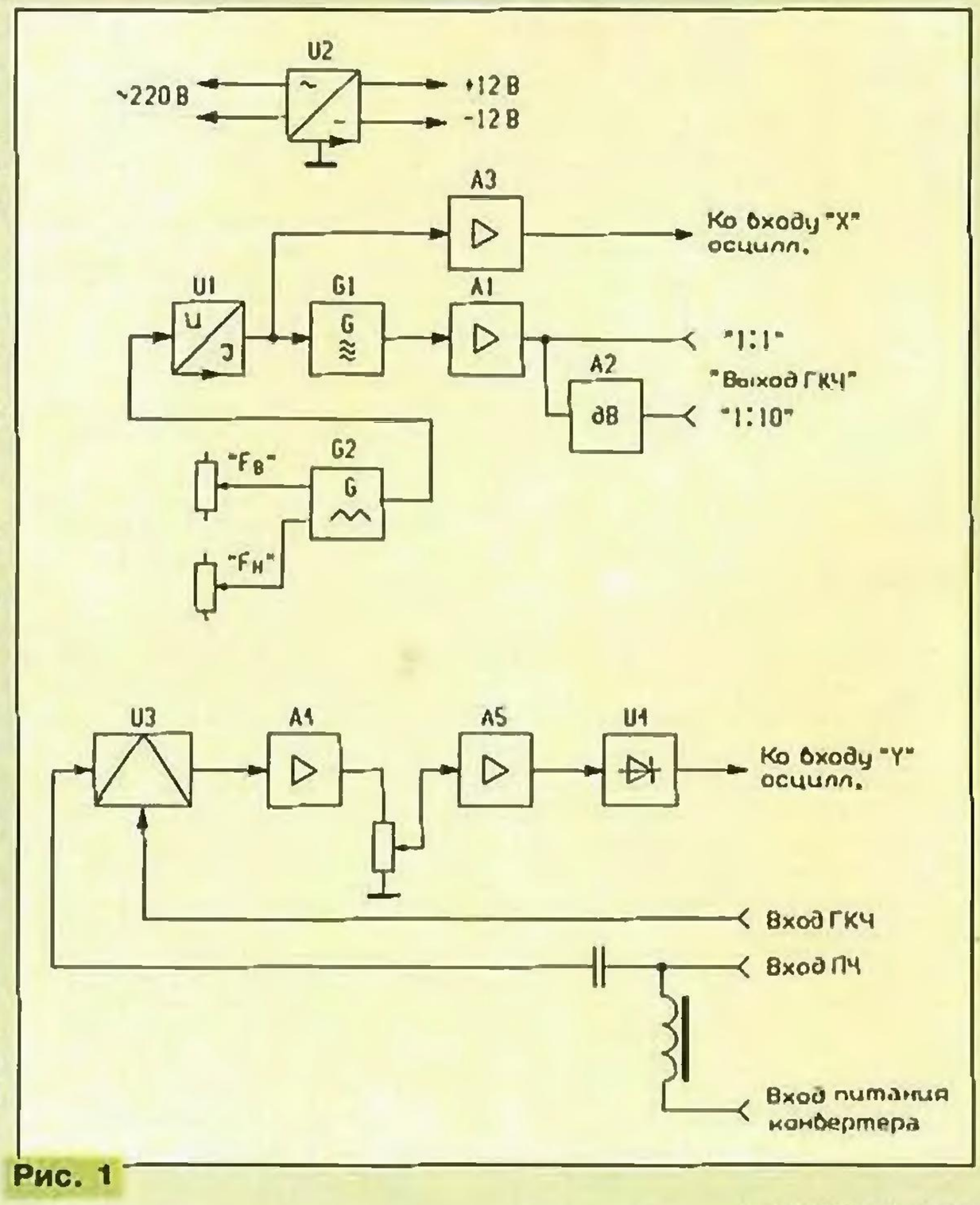


Рис. 1

Разработано в лаборатории журнала «Радио»

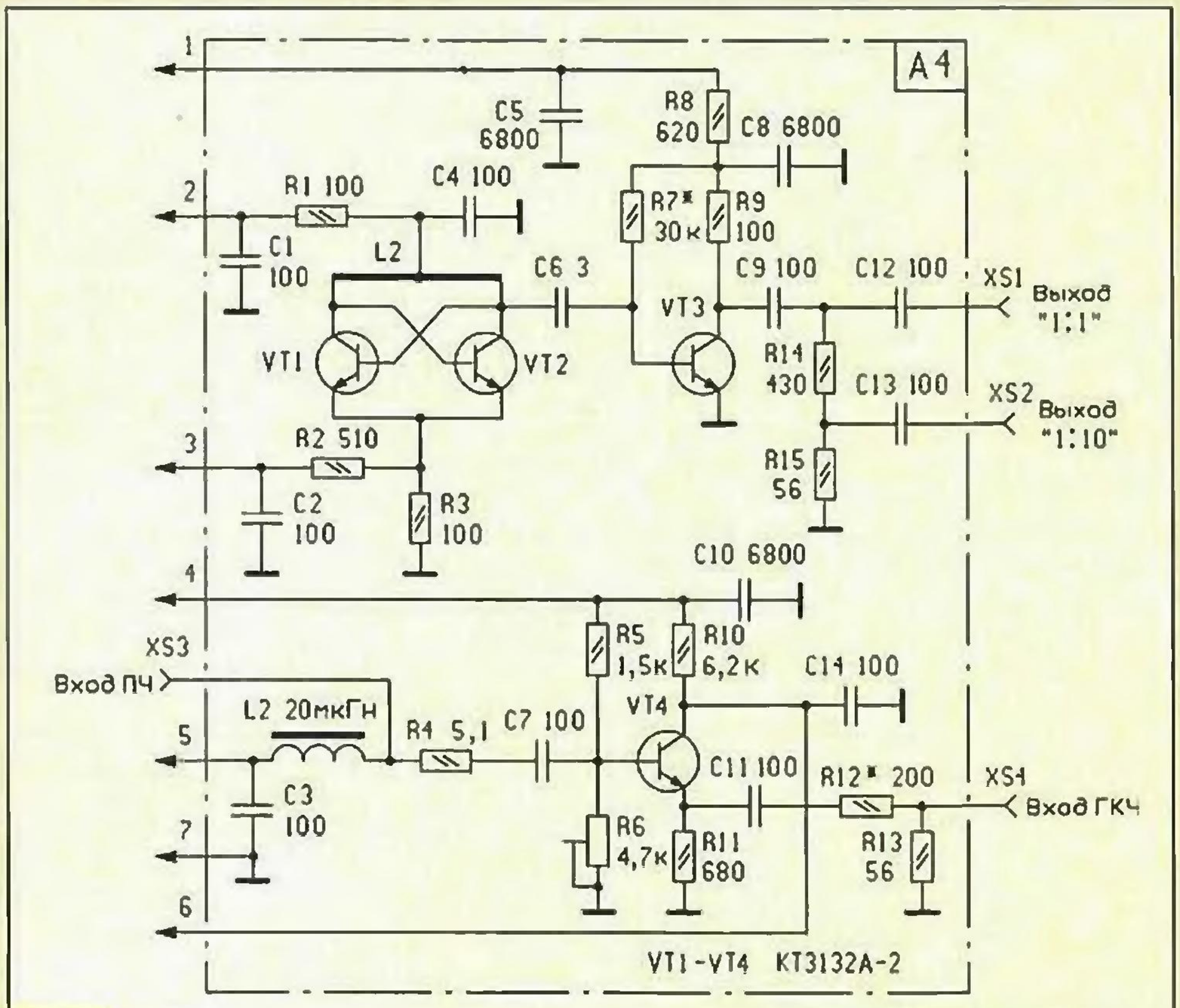


Рис. 2

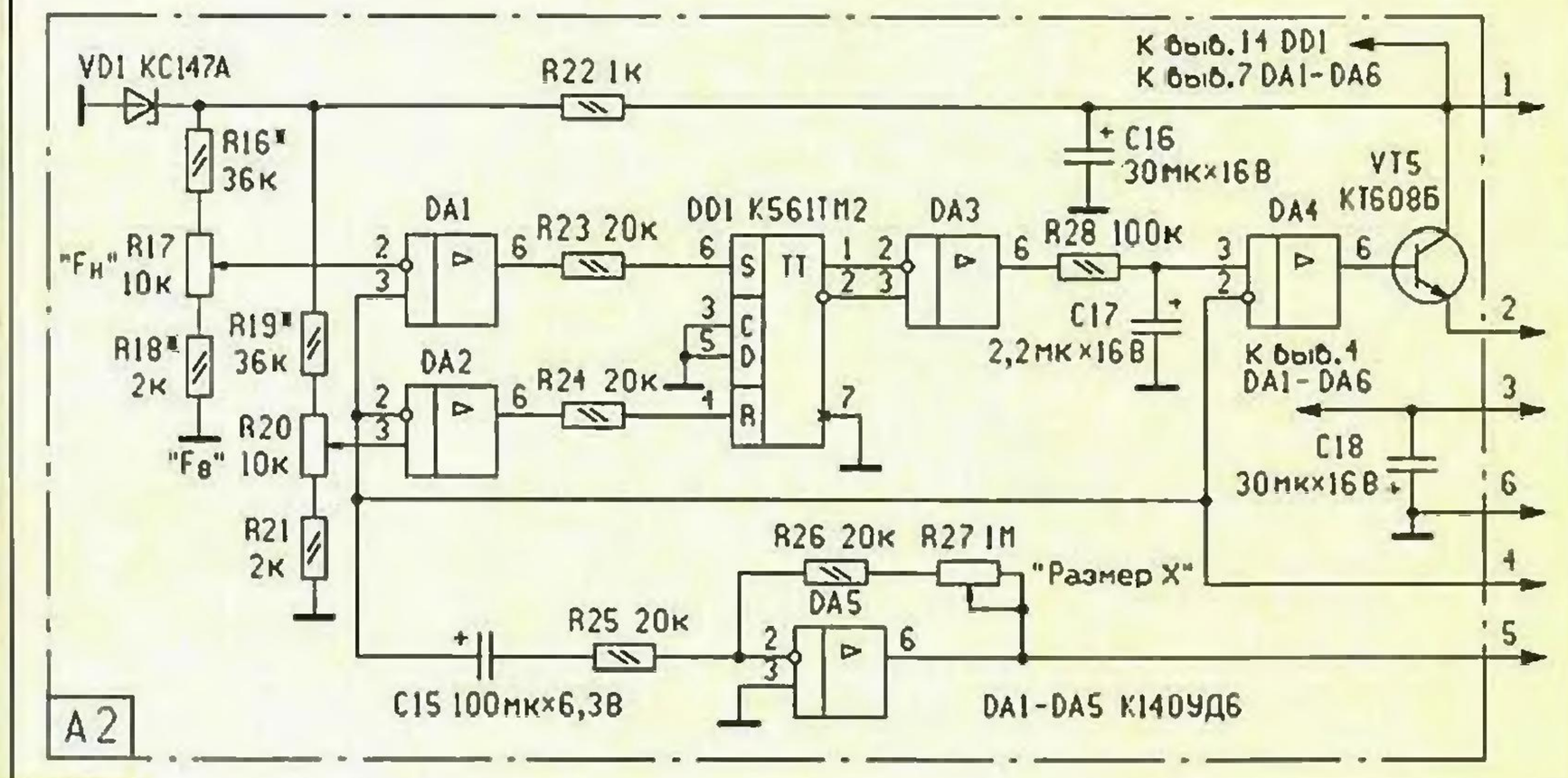


Рис. 3

также блока питания. Каждый из блоков собран на отдельной печатной плате. Это позволило изготавливать и регулировать их отдельно друг от друга и только после этого устанавливать в корпус прибора.

Схема высокочастотного блока приведена на рис.2. На транзисторах VT1 и VT2 выполнен генератор СВЧ, частотой генерации которого можно управлять с помощью тока, а на VT3 — буферный усилитель. Сигналы с выхода усилителя поступают на гнезда XS1 «1:1» и XS2 «1:10». Подробнее эти узлы были описаны ранее в [1].

На транзисторе VT4 собран смеситель сигнала, работает в режиме анализатора спектра. На его базу через гнездо XS3 поступает сигнал от СВЧ конвертера, а на эмиттер через гнездо XS4 — сигнал генератора. Для этого гнезда XS1 и XS4 соединяют коаксиальным кабелем. Разностный сигнал снимается с коллектора транзистора VT4 и поступает затем на вход видеоусилителя, конденсатор C14 при этом подавляет высокочастотные составляющие разностного сигнала. Питание СВЧ конвертера осуществляется через фильтр нижних частот L2C3.

Схема формирователя управляющих напряжений и тока приведена на рис.3. На микросхемах DA1 — DA3 и DD1 собран формирователь треугольного напряжения, который работает совместно с управляемым стабилизатором тока на микросхеме DA4 и транзисторе VT5. На DA5 собран усилитель сигнала развертки осциллографа. Амплитуду этого напряжения можно регулировать переменным резистором R27. Резисторами R17 и R20 устанавливают соответственно нижнюю и верхнюю частоты диапазона качания частоты генератора СВЧ. Этот узел выполнен по схеме [2] и поэтому здесь также подробно не описан.

Схема видеоусилителя приведена на рис.4. Он — двухкаскадный; каждый из них выполнен на быстродействующем ОУ. Коэффициент усиления каждого каскада составляет 38...40 дБ, что обеспечивает требуемую чувствительность спектра в приборе имеется смеситель (U3), на который с выхода «ГКЧ» через вход «ГКЧ» проступает сигнал генератора, а через вход «ПЧ» — сигнал с выхода СВЧ конвертера. Выходной сигнал смесителя усиливается видеоусилителями (A4 и A5), детектируется амплитудным детектором (U4), с выхода которого сигнал можно подавать либо на вход «Y» осциллографа, либо на стрелочный индикатор. В приборе предусмотрены гнезда для питания конвертера. Анализатор спектра работает с так называемой «нулевой ПЧ», что позволило при удовлетворительном качестве упростить построение прибора.

Конструктивно прибор выполнен из четырех основных узлов: высокочастотного блока, формирователя управляющего напряжения и тока, видеоусилителя, а

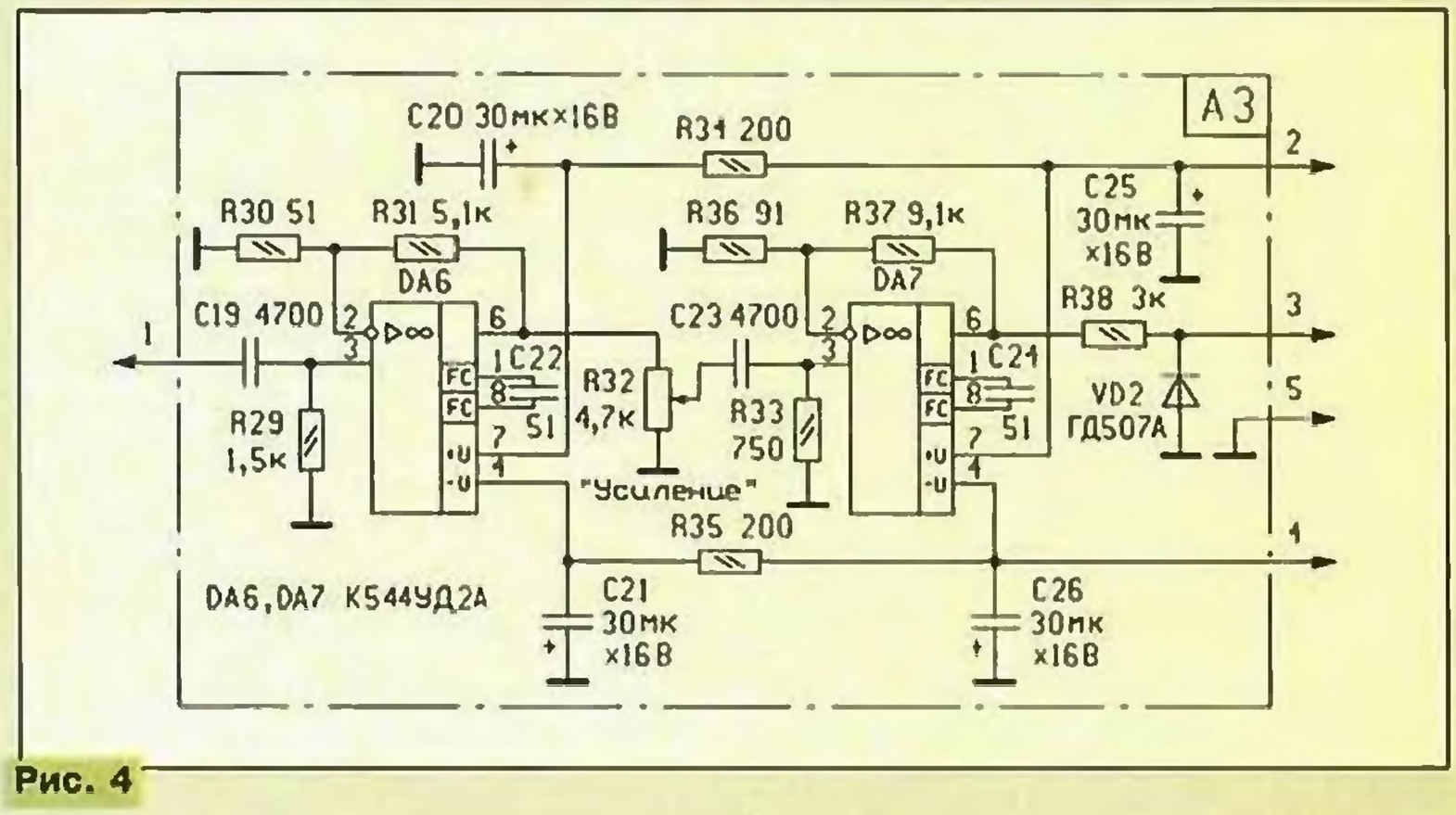


Рис. 4

ность анализатора спектра. Регулировка коэффициента усиления осуществляется переменным резистором R32.

На входе каждого каскада установлены фильтры высоких частот C19 R29 и C23 R33,

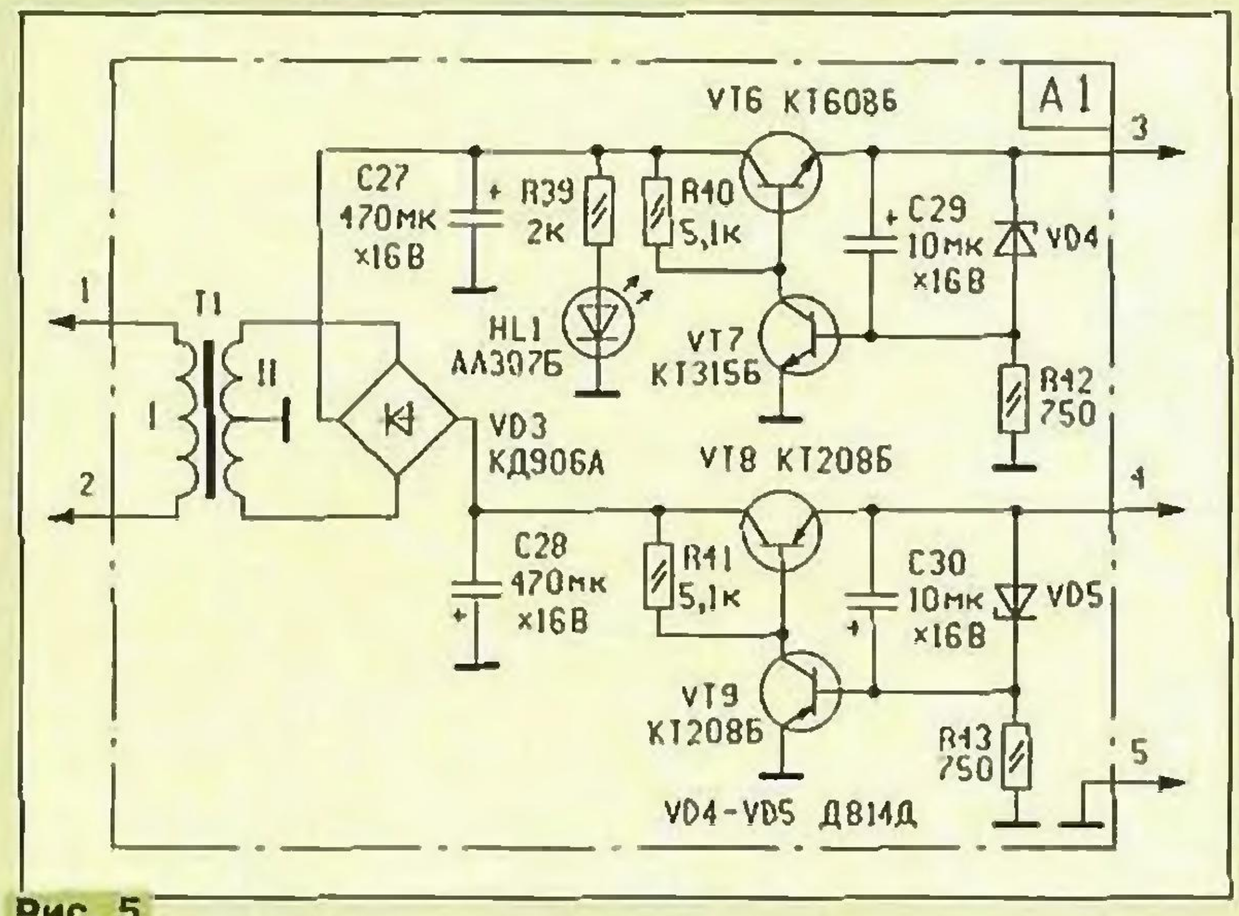


Рис. 5

которые предназначены для уменьшения влияния низкочастотных наводок и помех. Специального высокочастотного фильтра в видеоусилителе нет, его роль выполняют сами ОУ, которые обеспечивают сквозную полосу пропускания анализатора в несколько сот килогерц. На выходе второго каскада установлен детекторный диод VD2, который срезает отрицательные полуволны сигнала, и на вход «Y» или стрелочный индикатор поступают положительные полуволны переменного напряжения сигнала.

Блок питания собран по традиционной схеме (рис.5) и содержит понижающий трансформатор питания T1, двухполупериодный выпрямитель на диодной матрице VD3 и сглаживающих конденсаторах C27 и C28. Стабилизаторы напряжения выполнены по известной схеме и в комментариях не нуждаются.

Схема межплатных соединений приведена на рис.6. Включение прибора осуществляется выключателем SA1, а переключение режимов работы — переключателем SA2. Эти переключатели, а также переменные резисторы R17, R20, R27, R32 располагают на передней панели прибора. А на рис. 7 приведена схема детекторной головки. Ее основное назначение — детектирование сигнала СВЧ.

Как говорилось выше, прибор можно использовать как индикатор АЧХ, анализатор спектра или индикатор уровня сигнала. В первом случае прибор работает совместно с осциллографом, у которого имеется вход «X». На его вход подают сигнал с выхода XS6 («Вых. X») прибора и устанавливают развертку на весь экран. При этом на осциллографе появится светящаяся горизонтальная линия, называемая «нулевой», которую устанавливают на нижнюю линию сетки экрана.

На вход «Y» осциллографа подключают выход детекторной головки, а ее вход — к выходному гнезду XS1 («Выход ГКЧ 1:1»). При этом на экране появится наклонная или несколько изогнутая линия, высота которой по отношению к нулевой линии будет пропорциональна уровню сигнала генератора СВЧ, эта линия будет эталонной. Затем детекторную головку подключают на выход или в контрольную точку исследуемого устройства, а сигнал с гнезда XS1 («Выход ГКЧ» 1:1 или 1:10) подают на вход устройства. Сравнивая положение эталонной линии и линии, полученной в этом случае, можно судить о том, проходит сигнал СВЧ через это устройство или нет, усиливается в нем сигнал или ослабляется, а также какова его АЧХ. Так можно проверить исправность тюнеров, усилителей, разветвителей сигнала и т.д. Диапазон, в котором исследуются эти параметры, устанавливается резисторами R17 и R20 (блок формирователя, рис.3) и может составлять от нескольких десятков МГц до полного диапазона. В этом режиме смеситель и видеоусилитель не работают, так как питание на них не подается.

В режиме анализатора спектра работают все узлы прибора, гнезда XS1 и XS4 соединяют кабелем, а к гнезду XS3 («Вход ПЧ») подключают выход СВЧ конвертера. При этом на экране осциллографа должна наблюдаться размытая линия, так называемая «шумовая дорожка». После подачи питающего напряжения на конвертер (гнездо XS5) уровень шумов должен значительно возрасти, его амплитуду можно регулировать резистором R32 (блок видеоусилителя).

При перемещении антенны в пространстве в момент настройки на спутник на экране осциллографа появятся всплес-

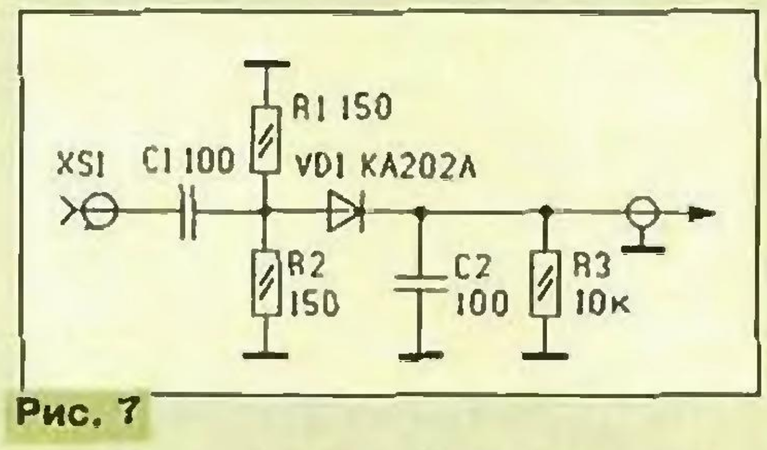


Рис. 7

ки шумоподобного сигнала — на том месте развертки, которое соответствует частоте этого сигнала. С помощью переменных резисторов установки диапазона качания частоты этот сигнал можно «развернуть» на весь экран. После чего можно настраивать антенную систему, изменять поляризацию и углы установок до получения максимальной амплитуды принимаемого сигнала. Такая настройка позволяет «выжать» из системы максимум возможного.

По распределению сигналов в диапазоне частот и их относительной мощности определяют на какой спутник настроена антенна. Если в этом режиме на «Выход Y» прибора подключить стрелочный измерительный индикатор, например, микроамперметр с током полного отклонения 100 мкА, то по отклонению стрелки можно судить об изменении уровня принимаемого сигнала, а значит, будет удобно настраивать антенную систему на максимум сигнала.

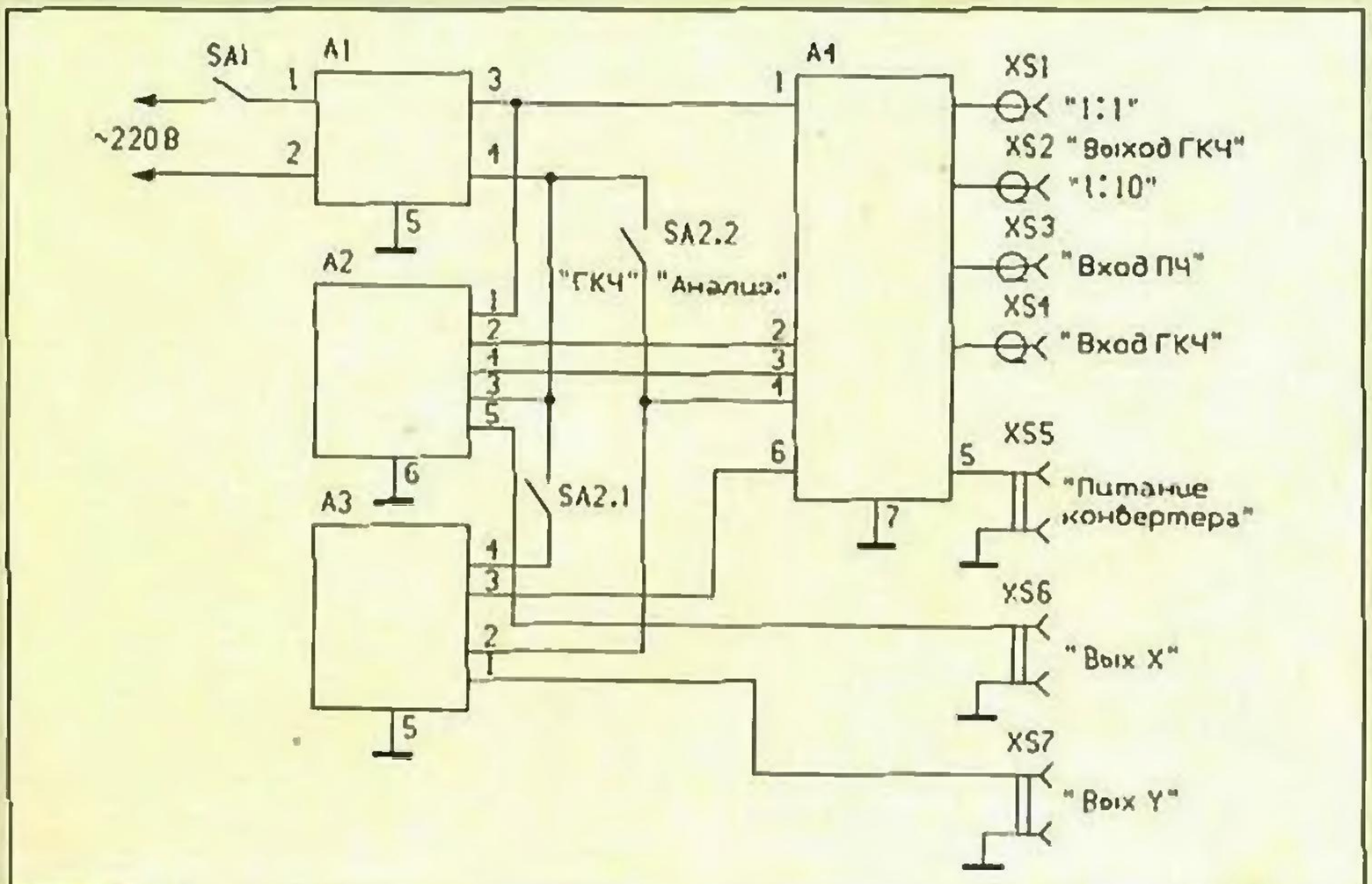


Рис. 6

ЛИТЕРАТУРА

1. Нечаев И. Приставка ГКЧ для диапазонов 300...900 и 800...1950 МГц. — Радио, 1995, № 1, с.33, 34.

2. Нечаев И. Приставка для измерения частотных характеристик. — Радио, 1994, № 1, с.26, 27.

(Окончание следует)

СИСТЕМА ШУМОПОНИЖЕНИЯ dbx — ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ

С. АГЕЕВ, г. Москва

В предлагаемой статье автором рассмотрены особенности устройства, работы и применения одной из самых эффективных систем шумопонижения — компандерной системы dbx, в свое время конкурировавшей с известной системой Dolby-A. Более того, на основе тщательного анализа недостатков подобных систем им создана компандерная СШП, практически лишенная их основного недостатка – заметного искажения фронтов музыкальных сигналов. С этой новой оригинальной разработкой высококвалифицированного инженера редакция планирует познакомить читателей в ближайших номерах «Радио».

Без сомнения, многим читателям журнала хорошо известно имя Рэя Милтона Долби, хотя бы по названиям наиболее распространенных систем шумопонижения — Dolby-B, Dolby-C и Dolby-S, разработанных для применения в бытовой технике. Им также были созданы компандеры Dolby-A (первая коммерческая система шумопонижения) и Dolby-SR для профессионального применения. Достаточно сказать, что слово «долби» порой используется в самом общем смысле для обозначения систем шумопонижения вообще, а не конкретного типа.

К настоящему времени в профессиональной звукозаписи, в связи с переходом на цифровую технику для многоканальной записи и вытеснением аналоговых магнитофонов, системы шумопонижения потеряли былое значение. Единственная система шумопонижения, которая сейчас находит применение в высококачественной аналоговой технике, — это Dolby-S/SR.

Однако четверть века назад ситуация была иной. Фирма Рэя Долби только «вставала на ноги» со своей четырехполосной системой[1], которая позволяла снизить шум всего на 10 дБ. Dolby была достаточно сложна, дорога ($300 за канал), а самое главное, требовала прецизионной регулировки магнитофонов (±0,2...0,3 дБ). Такое могли себе позволить только первоклассные студии (London-Decca, Deutsche Grammofon Gesellschaft и т. п.)[2]. Не случайно опытная эксплуатация системы Dolby началась именно на студии Decca в Англии, а не в США.

Вместе с тем было много мест, где наряду с меньшей критичностью к точности настройки аппаратуры требовалось шумопонижение большее, чем на 10 дБ.

Первый успех в решении этой задачи выпал на долю американца Дэвида Блэкмера. Созданная им в 1971 г. компандерная система шумопонижения dbx (U.S. Pat № 3,789,143)[3] была проста в употреблении, недорога и обеспечивала шумопонижение до 30 дБ. Но главным ее достоинством оказалась некритичность к разбросу коэффициентов передачи и АЧХ каналов записи—воспроизведения.

Стоит напомнить, что большинство предложенных к тому времени систем шумопонижения (и даже более поздние) оказались малопригодны к практическому использованию. Основными их недостатками были либо чрезмерная чувствительность к дефектам носителя записи (магнитных или кинолент), либо внесение неприемлемых искажений в звучание.

Долби удалось выделиться на этом фоне ценой применения сложного многополосного устройства, заметность искажений была снижена за счет ограничения его регулирования (0...10 дБ в диапазоне уровней входных сигналов от –40 до –20 дБ). Естественно, подавление шумов при этом получилось небольшим.

Блэкмер же рассудил иначе. Коль скоро критичность к неравномерности АЧХ в системе Dolby вызвана разделением спектра сигнала на полосы, следовательно, компандер надо сделать широкополосным, чтобы он обрабатывал сразу всю полосу частот[4]. А поскольку критичность к согласованию уровней в системе Dolby вызвана неодинаковой обработкой сигналов с разными уровнями, то компандер должен быть устроен таким образом, чтобы алгоритм его работы не зависел от уровня сигнала[5].

Исходя из этого и была спроектирована система шумопонижения, положившая начало фирме dbx (пишется строчными буквами) — от David Blacmer Exellence (по другим данным, Experience). Сейчас эта фирма — один из «грандов» на рынке студийного оборудования. Кроме того, разработанная Блэкмером удачная конструкция VCA (voltage-controlled amplifier — управляемый напряжением усилитель — УНУ) по сей день используется в большинстве студийных приборов обработки звука.

Блок-схема основного варианта системы шумопонижения dbx приведена на рисунке, заимствованном из фирменных материалов. Шумоподавитель состоит из двух частей: основного канала, через который проходит обрабатываемый сигнал, и канала управления.

Входной сигнал при записи, пройдя через входной полосовой фильтр ПФ, формирователь частотных предыскажений основного канала (корректор 1) и управляемый напряжением усилитель (УНУ), поступает одновременно на выход устройства в целом (т. е. на вход усилителя записи) и на вход канала управления.

Канал управления состоит из входного частотного корректора (корректор 2), расщепителя фазы, двух среднеквадратичных выпрямителей, работающих на общий сглаживающий конденсатор, и не показанного на схеме буфера (повторителя) канала управления, с которого управляющее напряжение поступает на УНУ. Таким образом, при увеличении уровня выходного и соответственно входного сигнала снижается коэффициент передачи УНУ, тем самым осуществляется компрессия сигнала.

При воспроизведении на вход канала управления поступает тот же сигнал, что и на вход основного канала, полярность напряжения, управляющего УНУ, меняется на обратную (чтобы получить экспандирование, а не компрессию) и, наконец, частотная характеристика предыскажений в основном канале изменяется на зеркальную той, что была при записи.

Частотный корректор в основном канале при записи стоит перед УНУ и снижает уровень низкочастотных сигналов на 12 дБ (точки перегиба 370 и 1590 Гц). При воспроизведении же он включен после УНУ и восстанавливает уровень низкочастотных сигналов.

В канале управления сигнал проходит через второй частотный корректор, поднимающий уровень сигналов высоких частот на 20 дБ (точки перегиба 1600 Гц и 16 кГц). К выходу частотного корректора подключен фазорасщепитель второго порядка (Phase Splitter). С его выходов снимаются два сигнала, фазовый сдвиг между которыми в диапазоне частот 20...200 Гц колеблется около 90° (квадратурные сигналы).

Далее эта пара сигналов поступает на два квадратичных выпрямителя, работающих на общий сглаживающий конденсатор. Сглаженное напряжение используется для управления коэффициентом усиления УНУ. Крутизна характеристики выпрямителей выбрана так, что коэффициент компрессии при записи составляет 2:1. Иначе говоря, уровень выходного сигнала изменяется на 5 дБ при изменении уровня входного сигнала на 10 дБ.

Цель применения фазорасщепителя состоит в устранении главного недостатка широкополосного компандера: из-за необходимости быстрой реакции на высокочастотные сигналы время срабатывания выпрямителя должно быть как можно меньше (десятки микросекунд). Но тогда оно оказывается меньше периода самого низкочастотного сигнала, а следовательно, низкочастотный сигнал будет сам себя модулировать, что приведет к коэффициенту гармоник порядка 20...40 %. Для того чтобы избежать пульсаций управляющего сигнала, Блэкмер воспользовался тем, что $\sin^2 x+\cos^2 x=1$. То есть при использовании двух квадратичных детекторов и сдвиге фаз входных сигналов на 90° их выходные пуль-

---

[1] Название Dolby-A появилось позднее, после разработки Dolby-B. До этого момента профессиональная система шумопонижения называлась просто Dolby.

[2] Погрешности работы систем Долби, особенно при переходе с одного магнитофона на другой, давно уже стали притчей во языцех среди владельцев кассетных магнитофонов.

[3] Этот вариант системы шумопонижения потом получил обозначение dbx-I, с тем чтобы отличить его от более поздней (но худшей) версии dbx-II. Иногда dbx-I также называли как dbx-Pro, кроме того, существовала упрощенная версия dbx-II для бытовых магнитофонов.

[4] Такое решение тоже не идеально: применение многополосного компандера позволяет заметно уменьшить интермодуляционные искажения и модуляционный шум, появляющийся только в присутствии сигнала. Возможности широкополосного компандера в этом отношении довольно ограничены.

[5] А вот это оправдано почти всегда. Не случайно самой удачной системой шумопонижения, наряду с Dolby-SR, на взгляд автора статьи, явился многополосный компандер Telcom, в котором реализован этот принцип. Недаром Deutsche Grammofon предпочитает Telcom Dolby, несмотря на то что соответствующее оборудование давно снято с выпуска.

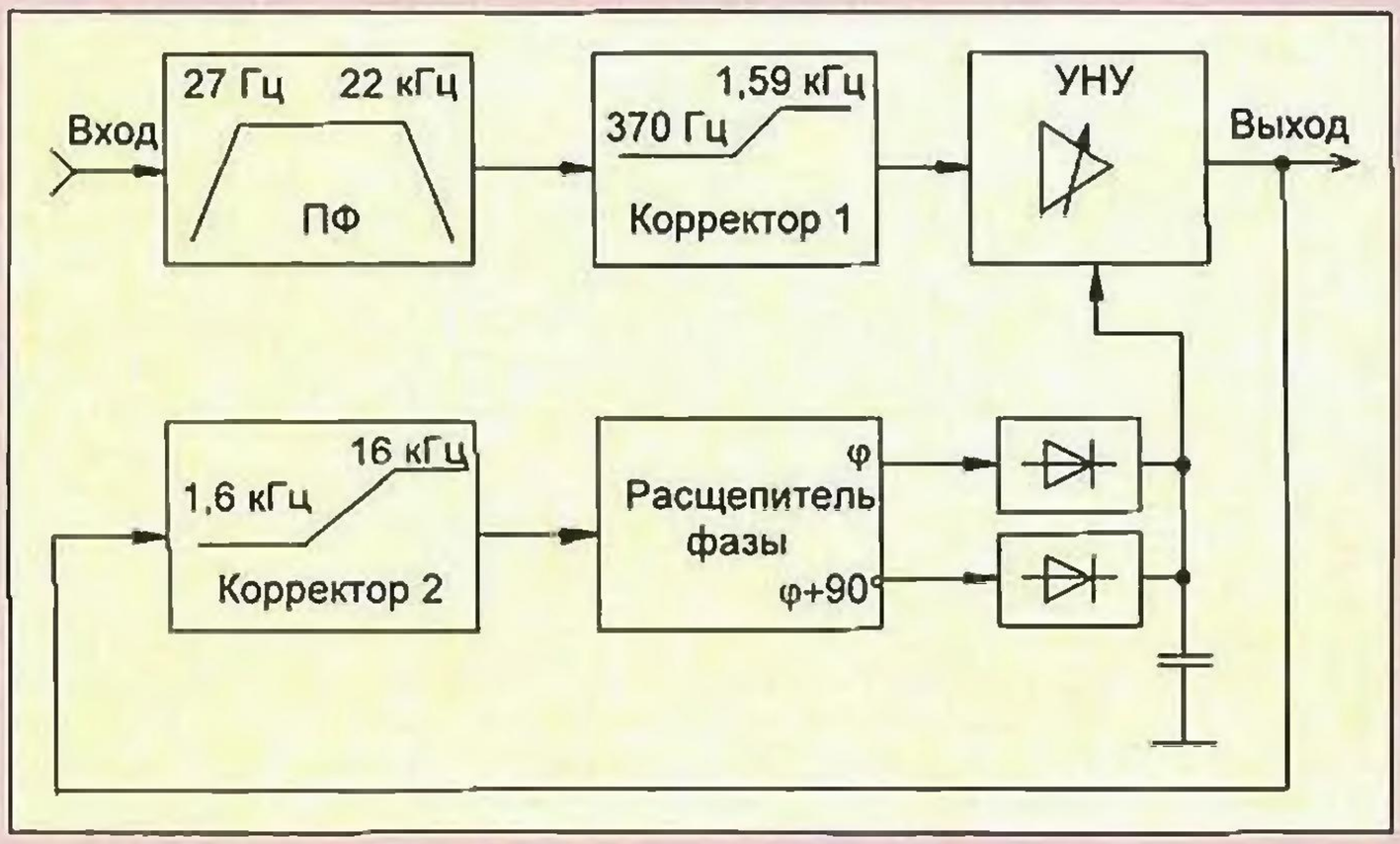
сации компенсируют друг друга. Стоит отметить, что выпрямители работают с логарифмом абсолютной величины входного сигнала, поскольку УНУ имеет экспоненциальную характеристику регулирования.

Кроме того, постоянная времени зарядки интегрирующего конденсатора сделана обратно пропорциональной скорости нарастания входного сигнала. Благодаря этому при медленных изменениях входного сигнала сглаживание хорошее (постоянная времени велика), а при быстром нарастании сигнала обеспечивается ускоренная реакция выпрямителя (скорость «сброса» коэффициента усиления может достигать 90 дБ за одну миллисекунду!).

Скорость восстановления усиления при исчезновении входного сигнала составляет 140 дБ в секунду. Это значение примерно в полтора раза выше скорости восстановления чувствительности уха после окончания сильного сигнала, вследствие чего шум при наступлении паузы ослабляется быстрее, чем человек способен его услышать.

Благодаря применению среднеквадратичных выпрямителей фазовые искажения в канале передачи практически не влияют на работу компандера в установившемся режиме.

Назначение частотной коррекции нетривиально. Первый частотный корректор (в основном канале) предназначен для относительного подъема высоких частот при записи (при воспроизведении они зеркально ослабляются вместе с шумом). Кроме того, ослабление сигналов низких частот, на которых сосредоточена большая часть мощности сигнала, позволяет частично «разгрузить» от них канал записи, снизив тем самым искажения и модуляционный шум. Любопытно, что Долби применил аналогичную коррекцию («Spectral-skewing») только пятнадцать лет спустя, при разработке Dolby-SR.



Второй частотный корректор (в канале управления) выполняет сразу три функции. Во-первых, он в какой-то мере защищает канал управления от неслышимых низкочастотных помех, которые в его отсутствие вызывали бы хаотическую модуляцию сигнала. Во-вторых, фазовый сдвиг в этом корректоре смещает фазу пульсаций управляющего напряжения таким образом, что их фронты приходятся примерно на тот момент, когда полезный сигнал переходит через ноль. Благодаря этому снижено влияние пульсаций управляющего напряжения на тех частотах, где фазорасщепитель уже не обеспечивает квадратуры (выше 500...800 Гц). И наконец, подъем высоких частот в канале управления уменьшает уровень установившихся высокочастотных сигналов на выходе компрессора (начиная примерно с 5 кГц), что предотвращает перегрузку магнитных лент и каналов записи.

Так устроен классический шумоподавитель dbx или dbx-I. Кроме описанной выше структуры, другими фирмами по лицензиям выпускались также ее варианты, аналогичные по характеристикам.

Надо сказать, что при всем изяществе этой конструкции, из нее торчат ослиные уши технократического подхода к разработке. Дело в том, что при работе с постоянными или плавно меняющимися по уровню синусоидальными сигналами все было в полном порядке, но вот обработка импульсных сигналов сопровождалась большими искажениями процессов их нарастания и спада. Это существенно изменяет тембр звучания многих инструментов[6]. Поэтому звукорежиссеры, записывавшие классическую и джазовую музыку, избегали применения компандера dbx, особенно при записи ударных. Кроме того, выбросы уровня при срабатывании компрессора (возникающие из-за задержки уменьшения усиления при нарастании сигнала), доходившие до 12...18 дБ, вынуждали снижать на ту же величину средний уровень записи. Как следствие, снижалась эффективность шумопонижения[7]. Иными словами, отношение сигнал/шум при большом сигнале оказывалось меньше, чем в отсутствие шумоподавителя на те самые 12...18 дБ. В профессиональных катушечных магнитофонах это проходило незамеченным. В кассетных же при громком сигнале оказывается слышно «дыхание» шума, звучание при этом «мутное», тогда как в паузе — гробовая тишина! Так если уровень записи на ленту установить равным –15...–20 дБ (чтобы выбросы проходили неискаженными), то отношение сигнал/шум в кассетном магнитофоне при этом не превысит 30...40 дБ. А минимальная величина отношения сигнал/шум при громких сигналах, необходимая для того, чтобы шум не был слышен из-за его маскировки сигналом, по данным Блессера, колеблется от 50 до 65 дБ. В хорошем катушечном магнитофоне, работающем с высокой скоростью ленты и широкими дорожками, первую из этих цифр при уровне записи –10...–15 дБ получить можно, но в обычном кассетном — едва ли.

Далее, применение фазорасщепителей и пары квадратичных выпрямителей действительно позволяло резко уменьшить пульсации при выпрямлении гармонических колебаний («синуса»), но оказывалось почти бесполезным при детектировании реальных сигналов. Соответственно и интермодуляционные искажения низших частот при компрессии оказались изрядными (2...10 %).

Еще одна проблема была вызвана тем, что АЧХ канала управления в системе dbx имеет вид, далекий от зеркального по отношению к спектральной плотности шума магнитофонов. Поэтому при воспроизведении слабых сигналов нарушается взаимное соответствие работы компрессора и экспандера. Происходит это из-за того, что схема управления чрезмерно чувствительна к самым высокочастотным (и низкочастотным) шумам, которые, не будучи слышны, вызывают паразитную модуляцию сигнала из-за детектирования в канале управления. Как следствие, реальное шумопонижение оказывается меньше теоретического и в реальных условиях по шуму паузы составляет всего 18...25 дБ (если учесть запас на перегрузку выбросами), а не 40...60 дБ. Кстати, паразитная модуляция доставляет неприятности почти во всех шумоподавителях, именно поэтому на входе шумоподавителя нужен полосовой фильтр, ослабляющий сигналы с частотами, выходящими за пределы звуковой полосы частот (особенно со стороны ВЧ).

Для уменьшения паразитной модуляции сигнала Блэкмер позднее ввел в канал управления ФНЧ четвертого порядка с крутым спадом и частотой среза в 10 кГц (помимо ФВЧ с частотой среза 35 Гц для подавления низкочастотных помех). Кроме этого, были изменены характеристики частотного корректора в канале управления. Его АЧХ получила наклон +6 дБ на октаву ниже 440 Гц и выше 4,8 кГц (до 10 кГц), с плоским участком между ними. Отработка импульсных сигналов после доработки стала еще хуже (из-за задержки, вносимой фильтрами)[8], а риск перегрузки ленты на высших (и самых низших) частотах сильно возрос. Этот вариант устройства получил название dbx-II. И наконец, в начале восьмидесятых годов была выпущена бытовая версия dbx-II, в которой был применен обычный двухполупериодный выпрямитель, упрощен фильтр в канале управления и исключен фазорасщепитель[9]. Именно этот усеченный вариант реализован в известной микросхеме AN6291.

---

[6] Вопреки распространенному мнению, что тембр всецело определяется усредненным спектральным составом сигнала, главную роль в формировании тембров играют быстрые изменения уровня и спектра сигнала. Классический пример: тембр звучания рояля при проигрывании «задом наперед» разительно отличается от нормального, хотя спектральный состав — тот же самый.

[7] Для сравнения: ни одна из систем Долби не давала выбросов более чем на 3 дБ. Достигнуто это было, однако, весьма примитивным путем: выбросы просто срезались ограничителями, что вносило нелинейные искажения. Тем не менее их практически не было слышно как из-за кратковременности, так и из-за того, что они появлялись только при уровнях сигнала до –15 дБ. Сигналы с большим уровнем в Dolby-A проходили без обработки и поэтому практически не искажались.

[8] Несмотря на уменьшение постоянной времени сглаживающего конденсатора на 30% и увеличение скорости восстановления усиления до 180 дБ/с.

[9] Как результат, нелинейные искажения на самых низких частотах увеличились до 5...10 %, а интермодуляционные составили те же 5...10 %, что недопустимо много.

Несмотря на отмеченные недостатки, неприхотливость и неплохое подавление шума снискали компандеру dbx добрую славу в студиях среднего уровня, особенно после выпуска ряда многоканальных магнитофонов (Tascam, Otari, Fostex) со встроенным dbx. (Конкурирующая система — Dolby-A была громоздка в реализации и поэтому всегда оформлялась в виде отдельного устройства, а кроме того, Долби не спешил распродавать лицензии на его производство). Тем не менее надо сказать, что фирма dbx, стремясь обогнать Dolby Laboratories, одно время продавала лицензии на свои шумоподавители без ограничений. Это привело к появлению на рынке версий, упрощенных до неработоспособности (чаще всего экономили на входном фильтре), и злые языки острили, что dbx — это «Dolby для бедных».

Основной причиной появления выбросов уровня при срабатывании и появления динамических погрешностей являлась тонкая ошибка в построении канала управления. Дело в том, что фазорасщепитель задерживает сигнал на обоих своих выходах, иначе говоря, сигнал управления неизбежно запаздывает по отношению ко входному сигналу. Именно поэтому, несмотря на все ухищрения с повышением быстродействия детектора (переменная постоянная времени срабатывания), и образовывались выбросы при подаче быстро нарастающих сигналов[10].

Здесь уместно сравнение с системой шумопонижения High-Com, предложенной специалистами фирмы Telefunken в середине семидесятых годов.

High-Com во многом похожа на dbx: коэффициент компрессии одинаков (2:1), обе системы — широкополосные, обе используют частотную коррекцию с подъемом высоких частот при записи и ослаблением при воспроизведении. Но есть и отличия. Во-первых, закон компрессии в системе High-Com получен другим способом, с помощью последовательного включения двух одинаковых управляемых усилителей (УНУ) с общим управлением. Работа компрессора при этом основана на том, что если уровень сигнала на выходе второго УНУ поддерживать постоянным, регулируя усиление одновременно обоих, то сигнал на выходе первого УНУ окажется скомпрессированным в соотношении 2:1.

Как уже говорилось, при построении широкополосного компандера существует проблема, связанная с ростом искажений на низких частотах из-за недостаточной инерционности детектора. Поэтому детектор уровня сигнала в системе High-Com построен так, что у него после очень быстрого срабатывания есть определенное время «выдержки», в течение которого управляющее напряжение остается неизменным, а по его истечении может быстро спадать. Что касается динамических характеристик, то благодаря небольшому времени срабатывания (около 200 мкс) выбросы при компрессировании были невелики. Искажения на низших частотах были ощутимо снижены за счет того, что время выдержки (25 мс) было выбрано равным половине периода самых низкочастотных сигналов (20 Гц).

[10] Время задержки на обоих выходах фазоразностной схемы уменьшается с частотой, поэтому на средних частотах схема управления в dbx-I вела себя немного лучше, чем на низких. На высоких частотах начинало не хватать быстродействия детектора.

Это его хорошие стороны. Плохо было то, что из-за довольно быстрого восстановления усиления компрессора по истечении времени выдержки иногда образовывались слышимые «хлюпания». Они учащались, если сигнал, поступающий на экспандер, имел заметную паразитную амплитудную модуляцию (более 5...10 %). Для бытовых магнитофонов такая величина ПАМ — скорее правило, нежели дефект, и как следствие — щелчки следовали друг за другом.

Еще один недостаток системы High-Com состоял в том, что частотная характеристика детектора, как и в dbx, оказывалась далекой от зеркальности по отношению к спектру шума канала воспроизведения. При работе компрессора и экспандера во всем диапазоне входных сигналов (как в dbx) это привело бы к большой паразитной модуляции сигнала помехами. Разработчики системы High-Com решили эту проблему, что называется, «в лоб»: они отказались от использования постоянного коэффициента компрессии (и экспандирования) на всех уровнях сигнала, введя порог, ниже которого компрессор не работал. В результате появилась проблема согласования уровней, как в системах Долби.

Позднее совместными усилиями специалистов фирм Telefunken и Nakamichi была разработана двухполосная версия, получившая название High-Com II. Частота раздела составляла около 5 кГц. Работала она ненамного лучше и довольно скоро была забыта.

Вскоре та же участь постигла и первоначальную версию — High-Com. Вероятно, связано это было с тем, что из-за чрезмерного подъема высоких частот при компрессии (до 17 дБ) и отсутствии мер по снижению уровня записываемого сигнала на высоких частотах возникали проблемы с перегрузкой лент. Кроме того, досаждали шумовые хлопки во время выдержки после прохода фронтов импульсных сигналов.

Но вернемся к компандеру dbx. К сожалению, разобраться, в чем состояла причина больших выбросов и уменьшить их, Блэкмер уже не успел. Как следствие, рынок профессиональных средств шумопонижения остался в руках Долби[11]. Поэтому фирма dbx (уже без Блэкмера) предприняла попытку внедрения своей системы в бытовую технику. Надо сказать, что это ей удалось: в начале—середине восьмидесятых годов большинство высококлассных кассетных дек (Technics, Akai, Aiwa) «имело на вооружении» тот или иной вариант компандера dbx, а изготовители грампластинок выпустили ряд дисков, звуковая дорожка на которых была скомпрессирована с его помощью. dbx для грампластинок отличается отсутствием частотной коррекции в основном канале.

Тем не менее к нашему времени dbx из бытовых магнитофонов практически исчез. Вероятно, наряду с рассмотренными выше недостатками, сказалось то обстоятельство, что запись, сделанная с Dolby-B, при некотором завале высших частот сносно играет и без Dolby, а вот запись, компрессированная системой dbx, без декодирования звучит ужасно. Кроме того, экспандер Dolby-B, в отличие от экспандера dbx, может играть и роль динамического фильтра при воспроизведении шумных записей.

[11] Несколько позже, во второй половине семидесятых годов, появилась немецкая система шумопонижения Telcom, которая сочетала достоинства Dolby (незаметность работы, неплохое подавление модуляционного шума) и dbx (сильное шумопонижение и неприхотливость к регулировке), но она оказалась еще сложнее (и дороже), чем Dolby-A, а потому широкого распространения, к сожалению, не получила. Кроме того, схемотехника Telcoma первое время была сыровата (неоптимальные частоты раздела, фактически однополупериодные детекторы и т. д.).

Однако, как показали изыскания автора, недостатки компандера dbx сравнительно легко могут быть сведены к минимуму. Сохраняется единственный недостаток — несовместимость записей с обычными и компрессированными СШП Dolby. Достоинства же — хорошее шумопонижение, неприхотливость, приемлемая сложность и хорошая повторяемость — остаются.

Наиболее важно то, что степень «порчи звука», т. е. заметности искажений, у разработанной автором версии dbx—подобного компандера оказалась меньше, чем у любого бытового Dolby, не исключая и Dolby-S, особенно при неидеально настроенном магнитофоне. «Ахиллесова пята» прототипа — выбросы при компрессии — практически «излечена».

Для достижения такого результата потребовалось внести четыре существенные доработки в первоначальный вариант компандера (dbx-I). В первую очередь, фазорасщепитель был заменен на фазовращатель, к выходу которого подключен один из каналов выпрямителя (другой канал подключен в обход фазовращателя). Во вторую очередь, были изменены частотные характеристики цепей предыскажений как в основном канале, так и в канале управления, с тем чтобы согласовать их с особенностями компакт-кассетного формата. В-третьих, для того, чтобы уменьшить искажения динамики сигналов, ослабить влияние паразитной амплитудной модуляции и модуляцию шума («дыхание»), коэффициент компрессии был снижен до 1,5:1 (как в системе Telcom). В-четвертых, в детектор была введена форсирующая цепь, ускоряющая его реакцию при резком нарастании высокочастотных сигналов (типа удара по тарелке, металлофону или треугольнику). И наконец, постоянная времени детектора была сделана составной для лучшего согласования со свойствами человеческого слуха.

Эти меры позволили практически исключить как выбросы при срабатывании, так и паразитную модуляцию сигнала. В результате субъективно ощущаемая степень шумопонижения по сравнению с прототипом существенно возросла несмотря на снижение коэффициента компрессии. Особенно это заметно при записи «живых», необработанных сигналов. Реальный динамический диапазон хорошего кассетного магнитофона при этом достигает 85...90 дБ, что более чем достаточно в большинстве применений. Динамический диапазон, измеренный по ужесточенной методике как отношение максимального сигнала частотой 1000 Гц (при искажениях 1 %!) к взвешенному по МЭК-А шуму паузы, в авторском макете магнитофона[12] превысил 90 дБ при использовании ленты BASF Chrom Super и скорости ее движения 4,76 см/с. Что касается перегрузочной способности, то АЧХ сквозного канала при уровне сигнала +6 дБ равномерна в пределах от 20 Гц до 20 кГц (по критерию +0...–1,5 дБ), а «0 дБ» шумоподавителя приведен к уровню намагниченности ленты 185 нВб/м. ■

[12] Магнитофон имеет ряд особенностей, в частности, чрезвычайно малошумящие ГВ и УВ.

ФЕРРИТОВЫЕ МАГНИТНЫЕ ГОЛОВКИ ДЛЯ ЗВУКОЗАПИСИ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

В. САЧКОВСКИЙ, г. Санкт-Петербург

В первой части статьи рассмотрены конструкции ферритовых магнитных головок, выпускаемых в СНГ серийно: указаны их параметры, отмечены особенности применения. В последующих частях описана технология изготовления головок, приведены дополнительные методики измерения параметров головок и рекомендации по регулировке магнитофонов с такими головками. Эти сведения будут полезны радиолюбителям и специалистам, занимающимся ремонтом и конструированием аппаратуры магнитной записи звука.

Эпоха доминирования кассетных магнитофонов, вероятно, подходит к концу. Однако учитывая экономические соображения и наличие у населения огромного количества фонограмм на компакт-кассетах, можно предположить, что в нашей стране она продлится и, по крайней мере, еще 15–20 лет кассетные магнитофоны будут служить своим владельцам.

На страницах "Радио" уже появлялись публикации, посвященные магнитным головкам (МГ) для звукозаписи [1, 2]. И все же информации, в частности о ферритовых МГ, к сожалению, явно недостаточно. За последние десять лет можно припомнить лишь несколько материалов о ферритовых головках, появившихся в [3, 4, 5]. Более того, в некоторых материалах [1, 2] были допущены неточности, приводящие к серьезным проблемам при их использовании.

Автор попытался дать более полную информацию о ферритовых МГ, выпускаемых в настоящее время, и рассказать об особенностях их применения в кассетных магнитофонах.

Как под общим названием "металлические" МГ подразумеваются головки из разных материалов (пермаллой, сендаст, аморфные сплавы), так и под названием "ферритовые" (или "стеклоферритовые") МГ имеются в виду головки из разных материалов с различной технологией изготовления, что существенно влияет на их параметры и эксплуатационные свойства. Для отечественных МГ информация о материалах и технологии изготовления заключена в двузначном числе – номере модификации – после точки в условном обозначении МГ. Определенным технологиям и материалам соответствуют конкретные области номеров модификаций; это было стандартизовано еще в 70-х годах и, за редким исключением, действует сейчас (табл. 1). Зарубежные фирмы маркируют головки по самым разным (зачастую закрытым) внутрифирменным стандартам, поэтому необходимую информацию из обозначения зарубежной МГ извлечь практически нельзя.

Самое очевидное достоинство ферритовых МГ — их долговечность — определяется материалом рабочей поверхности. Различают ферриты поликристаллической и монокристаллической структуры. Поликристаллические ферриты, применяемые для изготовления МГ, получают либо по технологии горячего прессования – горячепрессованные ферриты (ГПФ), либо по технологии изостатического прессования (ИПФ) или "Oxostat". При изостатическом прессовании сжатие пресс-порошка происходит равномерно со всех сторон, при горячем же прессовании – только в одном направлении. В результате пористость ГПФ марки 10000 МТ-1 не превышает 0,5 %, а феррита марки 10000 МТ-2 (ИПФ) – не более 0,1%. Широко применяемый для изготовления стирающих головок прессованный (на стадии формовки) феррит М1500НМ3 ([1]) имеет пористость до 5 % и более. Пористость материала определяет не только износ самой МГ, но, что важнее, и износ рабочего слоя магнитной ленты (МЛ). Рабочая поверхность стирающих головок (для таких магнитофонов, как "Орбита-205") из обычного феррита с пористостью до 20 % представляет собой, по сути, "терку", нещадно обдирающую рабочий слой МЛ (вспомните горки порошка на лентопротяжном механизме). Только в МГ типа 6С24.710 применен ИПФ, обеспечивающий малый износ МЛ (в [1] неточно указано, что материал получен горячим прессованием).

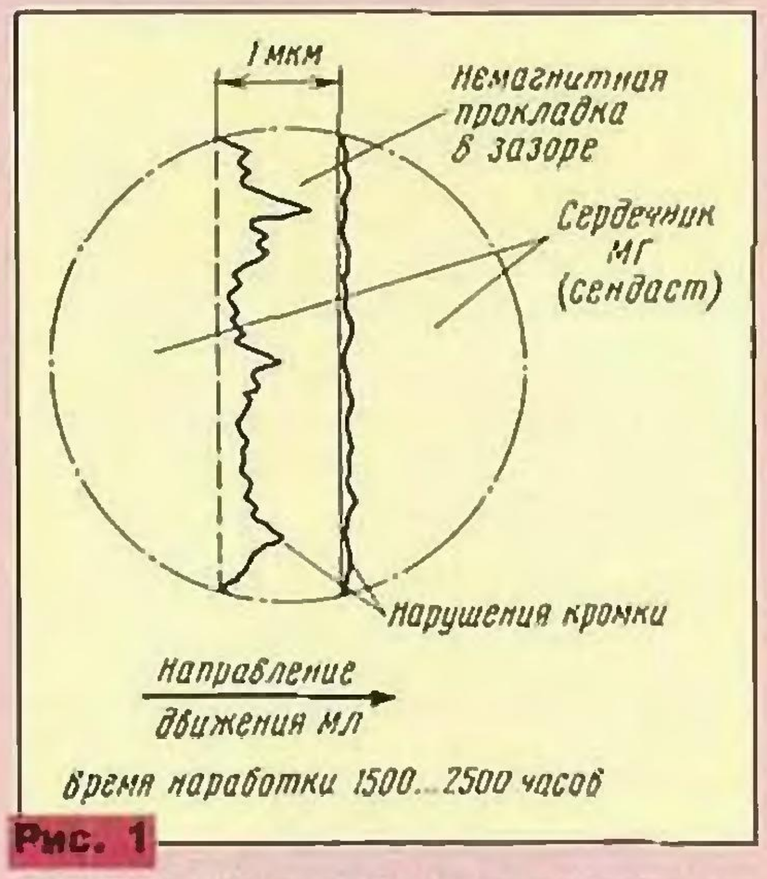


Рис. 1

Монокристаллические ферриты (МКФ) получают , используя технологию выращивания искусственных рубинов и сапфиров по методам Вернейля, Чохральского или Бриджмана. Первые два метода более производительные, но кристаллы получаются менее качественные, поэтому чаще применяют метод Бриджмана [6, 7]. Выращивание кристалла (так называемой "були") весом 8 кг вместе с охлаждением занимает около 20 дней. Монокристалл является анизотропным материалом и при изготовлении МГ требует ориентации по кристаллографическим осям.

Характер износа рабочей поверхности из ГПФ или ИПФ и монокристалла весьма различен. На рабочую поверхность головки воздействуют абразивность МЛ, адгезия (прилипание) к МЛ, тепловое и элек-

Таблица 1

Завод-изготовитель или разработчик магнитной головки, город	Материал рабочей поверхности МГ	Номера модификаций	Примечание
ВКБМЗ, г. Вильнюс	Сендаст, пермаллой	01 – 20	1
НПО "Маяк", г.Киев	Пермаллой	21 – 30	
НПО "Исток", г. Фрязино Моск. обл.	Пермаллой	31 – 40	2
"Весна", г. Запорожье	Сендаст	31 – 40	3
З-д "Техприбор", г. С.-Петербург	Пермаллой	41 – 50	-
ПО "Электрон", г. Ереван	Горячепрессованный феррит (ГПФ)	51 – 60	-
З-д "Эльфа", г. Вильнюс	Пермаллой	61 – 70	-
"Магнетон", г. С.-Петербург	Монокристаллический феррит (МКФ)	71 – 80 (17)	4
ПО "Монолит", г. Новосибирск	Сендаст	81 – 90	-
ПО "Горизонт", г. Боровичи	Пермаллой, сендаст	91 – 99	
ПО ЭВТ, г. Пенза	Горячепрессованный феррит (ГПФ)	01	3; 5

1 – МГ под этими номерами изготавливаются также на других заводах по документации ВКБ МЗ.
2 – МГ для катушечных магнитофонов.
3 – МГ для кассетных магнитофонов.
4 – МГ типа ЗА44.171 (ошибочное обозначение), также ЗД12.171.
5 – МГ типа ЗД24.012 (произвольное обозначение).



Рис. 2



Рис. 3

адгезия (прилипание) к МЛ, тепловое и электростатическое воздействие фрикционного происхождения (особенно в аппаратах скоростной перезаписи), а также удары от микровключений в рабочем слое МЛ (характерно для отечественных и изношенных зарубежных МЛ). Если пермаллоевые головки, как наиболее мягкие, отказывают вследствие изменения формы рабочей поверхности ("пропиливаются"), сендастовые – от потери линейности кромок, заволакивания зазора под действием адгезии (рис. 1), то головки из ГПФ (в большей степени) или из ИПФ (в меньшей степени) изнашиваются за счет эрозии, выкрашивания зерен поликристалла. Размер зерен в ГПФ — 15...30 мкм, в ИПФ — 10...15 мкм. Эрозия происходит от воздействия электростатических сил, температурных микронапряжений и ударов микровключений по наиболее слабым участкам – границам зерен. На рабочем зазоре образуется "рытвина" шириной 10...30 мкм. Единичные выкрашивания быстро переходят в массовые, и головка отказывает. При глубине зазора 60...80 мкм восстановление таких головок затруднено. Кроме того, края "рытвин" царапают рабочий слой ленты, приводя к увеличению уровень шумов.

В отличие от головок на основе ГПФ и ИПФ износ головок из МКФ носит преимущественно абразивный характер, эрозия (т.е. вырыв частичек материала) практически не наблюдается. Вначале происходит износ более мягкого стекла, заполняющего зазор, образовавшаяся лунка обнажает кромки зазора, затем – "завал" кромок, приводящие к постепенному расширению эффективной ширины зазора. Важно, что головка на основе МКФ сохраняет поверхность магнитных лент зеркальной даже тогда, когда сама головка сильно изношена.

Кстати, последствия умеренного износа головок из МКФ легко устраняются без снятия с магнитофона путем прогона полировальной ленты (электрокорунд с зерном 10 мкм), нарезанной по ширине 3,81 или 6,3 мм. Такая лента выпускается многими заводами (в С.-Петербурге – ЛОМО, завод "Магнетон"). Время прогона – 1...2 мин. При полировке снимается слой толщиной всего 2...4 мкм, что полностью восстанавливает параметры МГ (при полировке через каждые 30 с проводится контроль АЧХ до полного ее восстановления). Благодаря этому МГ из МКФ можно изготавливать с глубиной зазора всего 40...60 мкм. После прогона полировальной ленты имеет смысл несколько часов погонять магнитофон на малоценной ленте с повышенной абразивностью (Sound Breeze или TACMA МК 60-7) для финишной доводки поверхности.

Хорошо известно, что при работе магнитофона по 2 ч в день пермаллоевые головки отказывают через 1,5...2 года, сендастовые – через 2...2,5 года, МГ из ГПФ или ИПФ – через 2...4 года. Для сравнения: МГ из МКФ служат 6...10 лет, и притом легко восстанавливаются. В аппаратах скоростной перезаписи срок службы уменьшается пропорционально увеличению скорости и ежедневной наработки, кроме МГ из ГПФ или ИПФ, которые отказывают быстрее (особенно головки записи). Неожиданная особенность: головки из МКФ с лентой МЭК II (CrO_2) обычно работают дольше, чем с лентой МЭК I (γ-Fe_2O_3). На рис. 2 показан характер разрушения зазора образца головки 3Д24.712 из ГПФ 10000 МТ-1 после 1000 ч наработки, а на рис. 3 – зазор головки 6В24.710 из МКФ после 5000 ч наработки. Рядом (снизу) виден изъеденный эрозией межканальный экран из ГПФ.

Электромагнитные параметры головок приведены в табл. 2. По головкам 3Д24.012 (ПО ЭВТ, г. Пенза) и 6А24.510 и 6В24.510 (г. Ереван) даны паспортные данные, по остальным – реальные, измеренные на большом количестве головок. Приведены условия измерения в соответствии с [8]. Коэффициент шунтирования $K_ш$ характеризует потери в магнитной головке и рассчитывается по формуле

$$K_ш = E/E_{ид},$$

где E – электродвижущая сила (ЭДС) реальной головки, мВ; $E_{ид}$ — ЭДС головки без потерь, мВ.

В общем случае

$$E_{ид} = 2\pi \cdot f \cdot \Phi_0 \cdot h \cdot W \cdot 10^3,$$

где f — частота измерения, Гц;

Φ_0 — эффективное значение магнитного потока короткого замыкания на 1 м ширины дорожки по [9], Вб/м;

h — ширина дорожки, м;

W — число витков.

Подставляя значения, получаем для кассетных магнитофонов при f= 315 Гц, Φ_0 = 250 нВб/м, h = 0,6 мм, W = 1000 витков

$E_{ид} = 2{,}97 \cdot 10^{-4}$ В;

а для катушечных магнитофонов при h = 0,94 мм

$E_{ид} = 4{,}65 \cdot 10^{-4}$ В.

Амплитудно-частотная характеристика воспроизведения (АЧХВ) головки без потерь, $D_{Рид}$, дБ, рассчитывается по формуле

$$D_{Рид} = 20 \lg(f_{изм}/f) + N_{изм},$$

где $f_{изм}$ — номинальная частота измерения АЧХВ, Гц (верхняя частота);

f — опорная частота, равная 315 Гц;

$N_{изм}$ — относительный уровень записи на номинальной частоте измерения по [9], дБ.

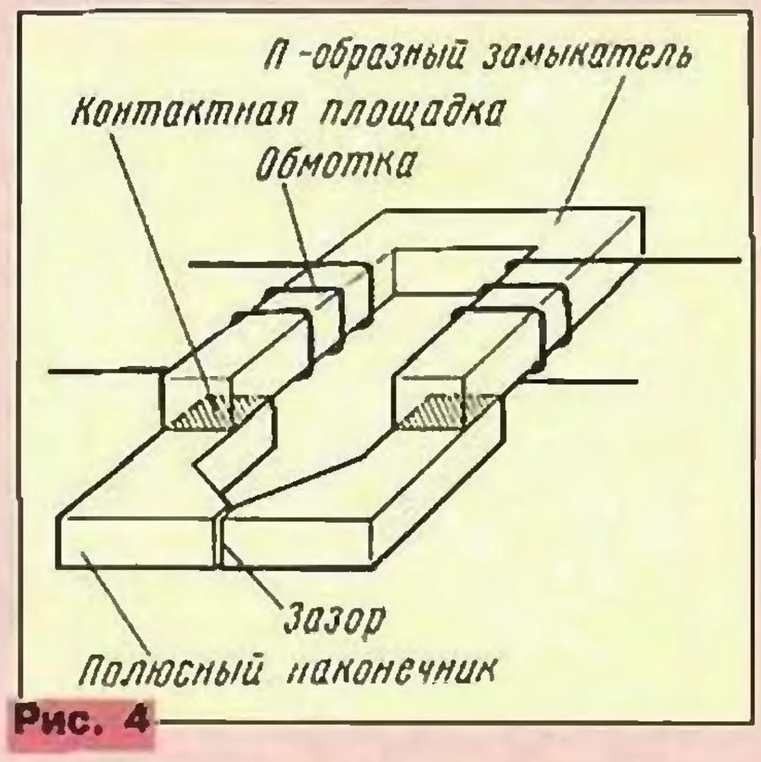


Рис. 4

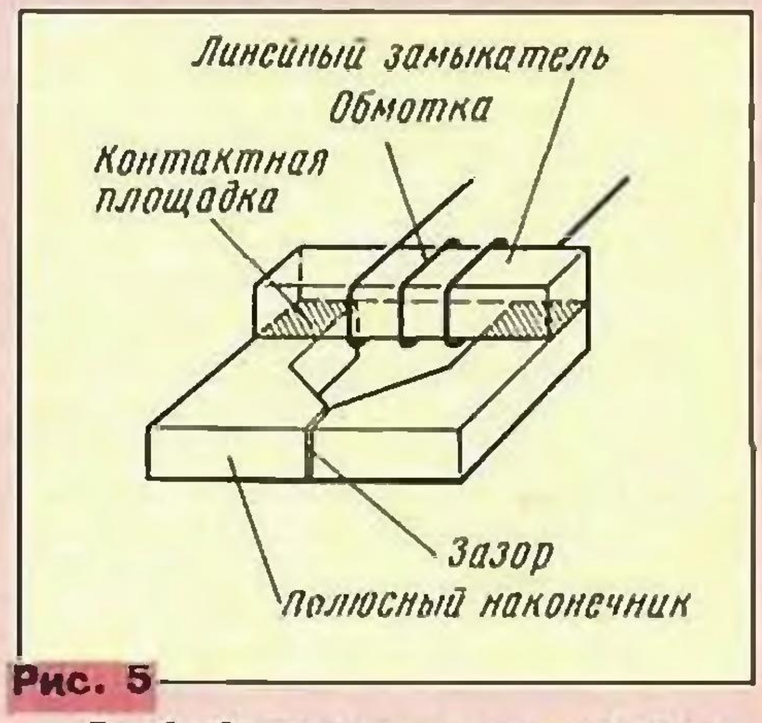


Рис. 5

В табл. 2 не приведены данные по стирающим головкам (ГС). Это связано с тем, что параметры ГС для катушечных магнитофонов приведены в [1], а отечественные ГС для кассетных магнитофонов не представляют интереса, поскольку изготавливаются из прессованного феррита и нещадно обдирают ленту. Кроме того, эти головки не работают с лентой МЭК IV

Таблица 2

Тип головки	ность, ление, мГн (Ом)	Число витков	ЭДС (f=315 Гц), мВ	$K_ш$	Воспроизведение				Запись				Примечание
					$f_{кор}$, кГц	При t_1, мкс	$D_{Рст}$, дБ	$D_Р$, дБ	Тип МЛ по МЭК	Спад АЧХ записи, дБ	Ток записи, мА	Ток подм., мА	
3Д24.712	85...115 (200...220)	1050	0,17...0,24	0,55...0,77	10	120	12,5	7...10	I	9...12	0,05...0,11	0,15...0,2	Исполнение "Мини"
									II	2,5...6	0,08...0,16	0,25...0,4	
					12,5		12,6	5...8	I	15...19	0,05...0,11	0,15...0,2	
									II	9...13	0,08...0,16	0,25...0,4	
3Д24.752У	80...120 (220...240)	1150	0,17...0,21	0,5...0,62	10	120	12,5	5...8	I	9...12	0,05...0,1	0,14...0,22	То же
									II	2,5...6	0,07...0,15	0,23...0,45	
3Д24.752	80...120 (220...240)	1150	0,17...0,21	0,5...0,62	10	120	12,5	5...8	I	9...12	0,05...0,1	0,14...0,22	
									II	2,5...6	0,07...0,15	0,23...0,45	
3Д24.751	80...120 (220...240)	1150	0,17...0,2	0,5...0,59	14	70	17	9...11	I	10...19	0,06...0,11	0,14...0,22	
									II	3...9	0,07...0,16	0,23...0,45	
3Д24.750	80...120 (220...240)	1150	0,17...0,19	0,5...0,56	18	70	17	7...10	I	11...20	0,06...0,11	0,14...0,22	
									II	3...10	0,07...0,16	0,14...0,45	
3Д12.172	100...140 (220...240)	1150	0,3...0,6	0,34...0,68	10	120	12,5	5...11	I	9...12	0,13...0,28	0,35...0,57	Моно
3А24.751	17...25 (95...110)	525	–	–	14*	–	–	–	I	9...15	0,1...0,25	0,3...0,55	Для скор. перезаписи
									II	3...9	0,12...0,35	0,5...1	
3А44.171	3,8...7,0 (26...28)	200	–	–	14*	–	–	–	I	9...15	0,25...0,7	0,75...1,3	То же
									II	3...9	0,3...0,9	1,3...2,5	
6Д24.711	50...100 (100...140)	1000	0,27...0,35	0,58...0,75	14	90	15	7...14	I	6...12	0,09...0,2	0,35...0,45	
6В24.710	300...500 (380...450)	2000	0,48...0,7	0,51...0,75	14	90	15	10...14	–	–	–	–	
6А24.710	1,9...3,1 (3...4)	200	–	–	14**	–	–	–	I	2...10	0,4...1,2	2...4	
6В24.510	≤500	–	0,48...0,88	–	14	90	15	10...16	–	–	–	–	
6А24.510	1,65...2,75	–	–	–	14**	–	–	–	I	Нет данных	0,1...1	2...3,5	
3Д24.012	90...170	–	0,16...0,36	–	10	120	12,5	5...9	I	То же	0,055...0,125	0,08...0,16	

* Режим записи на скорости 4,76 см/с.
** Режим записи на скорости 9,05 см/с.

("Metal"). Качественное размагничивание таких лент – тема отдельной статьи.

Есть особый класс стирающих головок, применяемых в дешевых зарубежных аппаратах, — головки на постоянном магните. Сердечник из высококоэрцетивного феррита намагничивают по специальному закону, получая знакопеременное спадающее магнитное поле. Число полюсов от трех до десяти и более. Качество стирания невысокое: повышенные шумы и нелинейные искажения. У нас такие головки используются в магнитофонах "Электроника-402С", "Электроника-331С" и их модификациях (производство в г. Зеленограде и г. Воронеже).

Что же касается головок для записи и воспроизведения, то завод "Магнетон" (г. С.-Петербург) выпускал их с магнитопроводом как из ГПФ или ИПФ, присваивая им индекс "П", так и из МКФ с индексом "М". С середины 80-х годов по результатам испытаний головки выпускаются только из МКФ. ПО ЭВТ (г. Пенза) выпускало головки из ГПФ 10000 МТ-1 (феррит производства завода "Магнетон"). Ереванский завод выпускает головки из ГПФ собственного изготовления. Ферритовые головки, поступающие на наш рынок из-за рубежа, практически все, даже считающиеся высококлассными (Hitachi, Sony, JVC), изготовлены из ГПФ или, в лучшем случае, из ИПФ.

Ферритовые головки (табл. 2) изготавливаются по двум конструктивным схемам (рис. 4, 5): с "П"-образным и с линейным замыкателями. Первая конструкция имеет больший объем перемагничиваемого материала, что приводит к повышенной нелинейности воспроизведения сигналов с малым уровнем записи ("ферритовому звуку"), но зато позволяет разместить обмотку с большим числом витков. Применяется в головках для катушечных магнитофонов. Вторая же конструкция (рис. 5) обеспечивает хорошую линейность при воспроизведении, но число витков при этом ограничено размерами окна под обмотку и внешними габаритами МГ. Одно время считалось, что при такой конструктивной схеме невозможно получение приемлемой величины ЭДС МГ. Однако проведенный автором детальный расчет магнитной цепи по уточненной методике выявил область конструктивных параметров, в которой МГ по такой схеме конкурентоспособны. Это позволило впервые создать ферритовые МГ для кассетных магнитофонов, отличающиеся отсутствием "ферритового звука" при воспроизведении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полев Ю. Магнитные головки катушечных магнитофонов. — Радио, 1989, № 12, с. 84.

2. Сухов Н. Магнитные головки для кассетных магнитофонов. — Радио, 1995, № 5, с. 15—17.

3. Мелешкин Н. Замена магнитной головки. — Радио, 1988, № 10, с. 36.

4. Колотило Д. Восстановление магнитных головок. — Радио, 1988, № 11, с. 38.

5. Федичкин С. Полевой транзистор во входном каскаде малошумящего УЗЧ. — Радио, 1988, № 10, с. 30.

6. Смит Г. Драгоценные камни. — М.: Мир, 1984, с. 186 — 195.

7. Лодиз Р., Паркер Р. Рост монокристаллов. — М.: Мир, 1974.

8. Головки магнитные для звукозаписи. Общие технические условия. ГОСТ 19775—87. — М.: Госкомстандарт.

9. Ленты магнитные измерительные лабораторные и технологические для бытовых и автомобильных магнитофонов. Общие технические условия. ОСТ4.306.002-86. — М.: ВНИИ.

(Продолжение следует)

ЛАМПЫ ИЛИ ТРАНЗИСТОРЫ? ЛАМПЫ!

В. КОСТИН, г. Москва

В двух предыдущих статьях мы познакомили читателей со схемотехникой и особенностями работы усилителей ЗЧ на электронных лампах. В публикуемом ниже материале предлагается описание доступного для повторения в любительских условиях комплекта ламповых усилителей, выпускаемых фирмой "Валанкон", в который входят предварительный усилитель и усилитель мощности.

Предварительный усилитель выполнен по двухканальной схеме, работает от магнитных звукоснимателей традиционных ЭПУ, проигрывателей компакт-дисков и других источников низкочастотных сигналов. В нем предусмотрена тонкомпенсированная регулировка громкости, регулировка тембра по низшим и высшим звуковым частотам, регулировка стереобаланса. Усилитель имеет два выхода и гнезда для работы на стереотелефоны. К одному из выходов может быть подключен магнитофон, а к другому — внешний УМЗЧ.

Основные технические характеристики усилителя. Номинальное сопротивление входа: магнитного звукоснимателя — 47, проигрывателя компакт-дисков — 10, универсального — 100 кОм; диапазон воспроизводимых звуковых частот — 7...90 000 Гц; диапазон регулировки тембра по низшим и высшим звуковым частотам — 6 дБ; уровень шума (взвешенное значение) — на выходе усилителя-корректора магнитного звукоснимателя — 73, линейного усилителя — 97 дБ; выходное сопротивление — не менее 1 кОм; разделение стереоканалов на частоте 10 кГц — не хуже 40 дБ, максимальный выходной сигнал на нагрузке 47 кОм — не менее 25 В (эфф.).

Схема соединений блоков предварительного усилителя приведена на рис. 13. Он состоит из четырех функционально законченных блоков: фильтра высоких частот (А1), элементов тонкомпенсации регулировки громкости (А2), двухканального усилителя (А3) и источника питания (А4). Вне блоков расположены пять входных (XS1—XS5) и три выходных (XS6—XS8) гнезда, три переключателя (входов — SA1, фильтров высоких частот — SA2, элементов

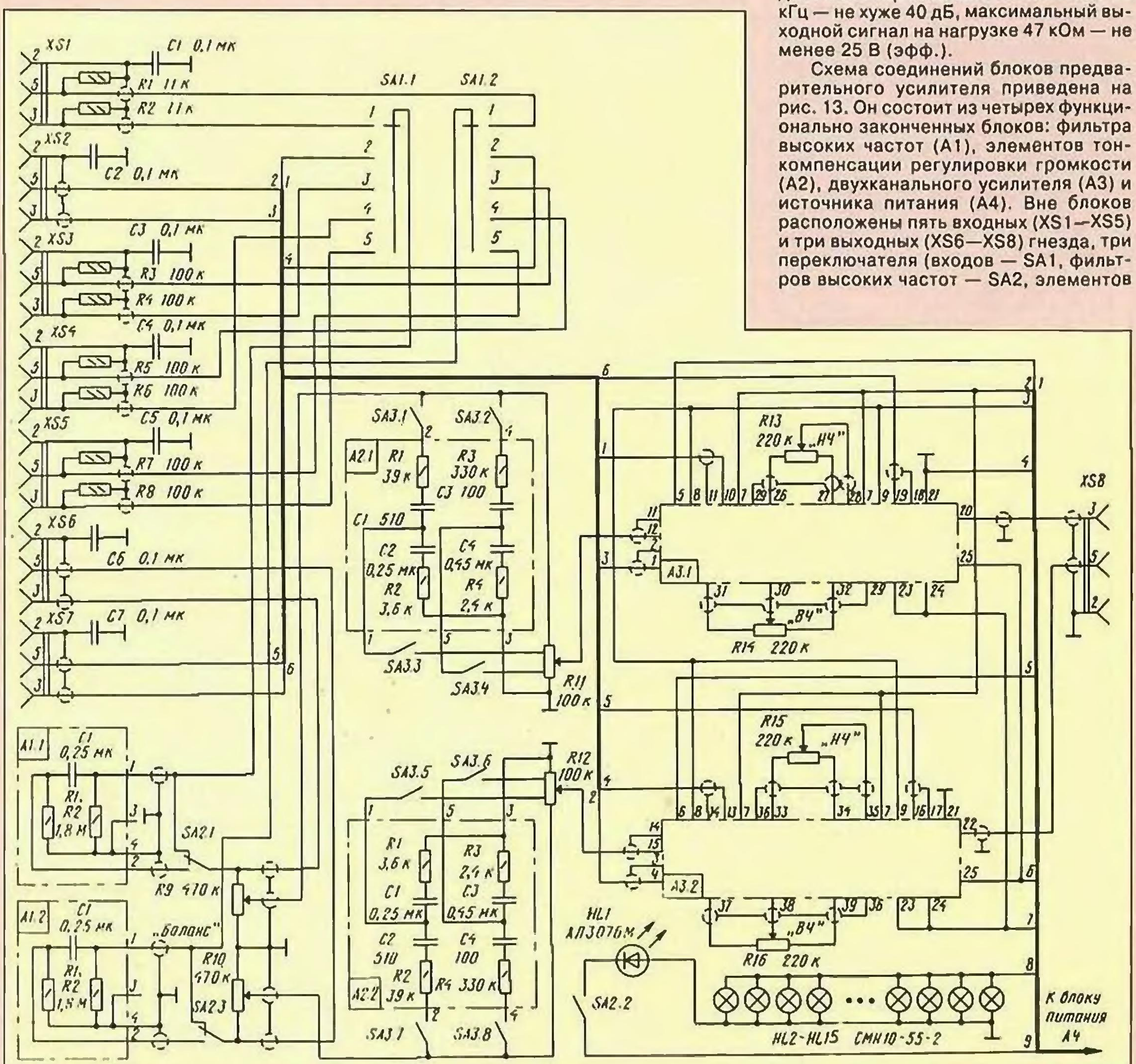


Рис. 13

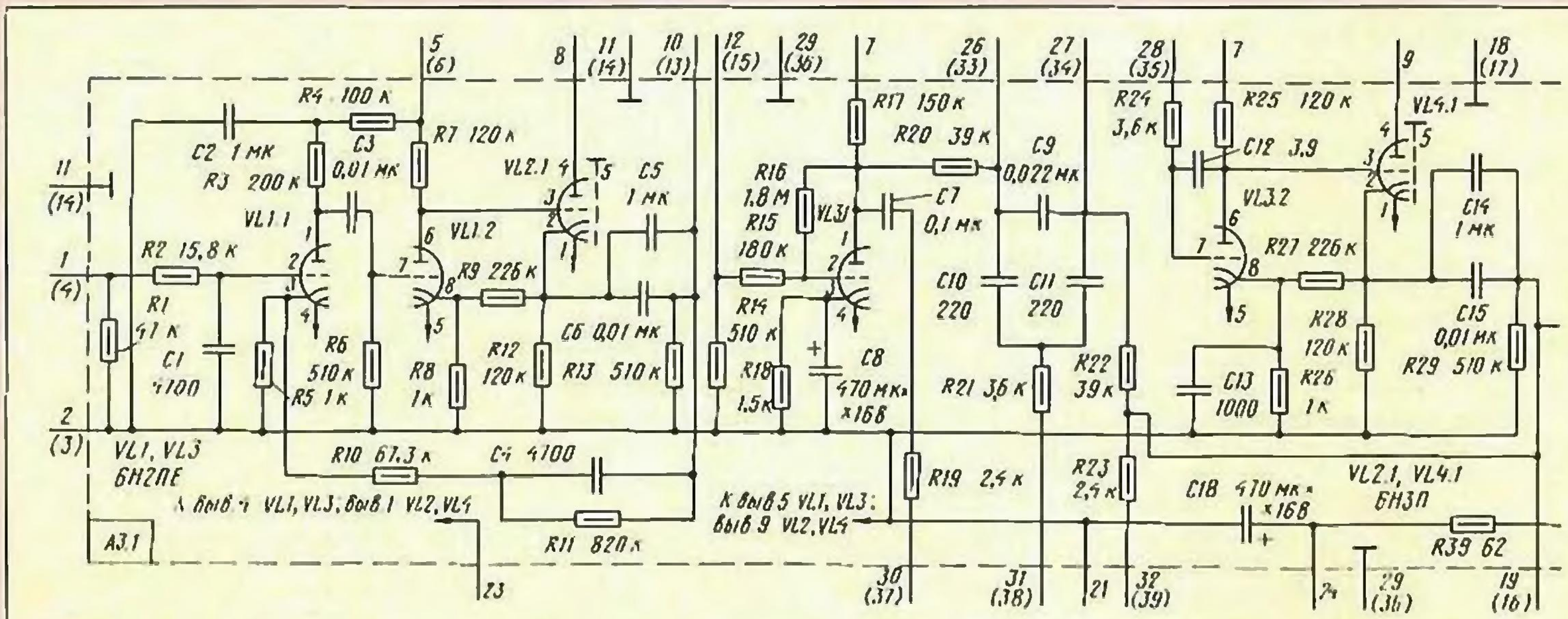


Рис. 14

тонкомпенсации — SA3), регуляторы стереобаланса (R9, R10), громкости (R11, R12), тембра низших (R13, R15) и высших (R14, R16) звуковых частот, элементы индикации (HL1—HL15), загораждающий сетевой фильтр и выключатель питания.

На передней панели корпуса усилителя установлены регуляторы громкости, тембра и стереобаланса, выключатель сети, индикатор включения фильтра высоких частот, выключатель тонкомпенсации, переключатель входов и телефонное гнездо, а на задней — входные и выходные гнезда и гнездо заземления.

Сигнал со входа магнитного звукоснимателя XS2 поступает на вход усилителя-корректора, а с его выхода — на переключатель входов SA1. Сюда же подводятся сигналы со всех остальных входов, которые попадают далее на фильтры высоких частот R1R2C1 (платы A1.1, A1.2). Фильтры предназначены для ограничения звукового спектра со стороны низших звуковых частот (<18 Гц) и при желании могут отключаться переключателем SA2. О включении фильтров сигнализирует светодиод HL1. Через эти переключатели и раздельные регуляторы стереобаланса R9, R10 входные сигналы попадают на регуляторы громкости R11, R12, а затем на входы предварительных усилителей ЗЧ (платы A3.1 и A3.2). С помощью переключателя SA3 к отводам резисторов R11, R12 могут быть подключены элементы тонкомпенсации R1, R2, C1, C2 и R3, R4, C3, C4 (платы A2.1 и A2.2). С выхода предварительного усилителя (выв. 19, 16 плат A3.1 и A3.2) усиленный сигнал поступает на

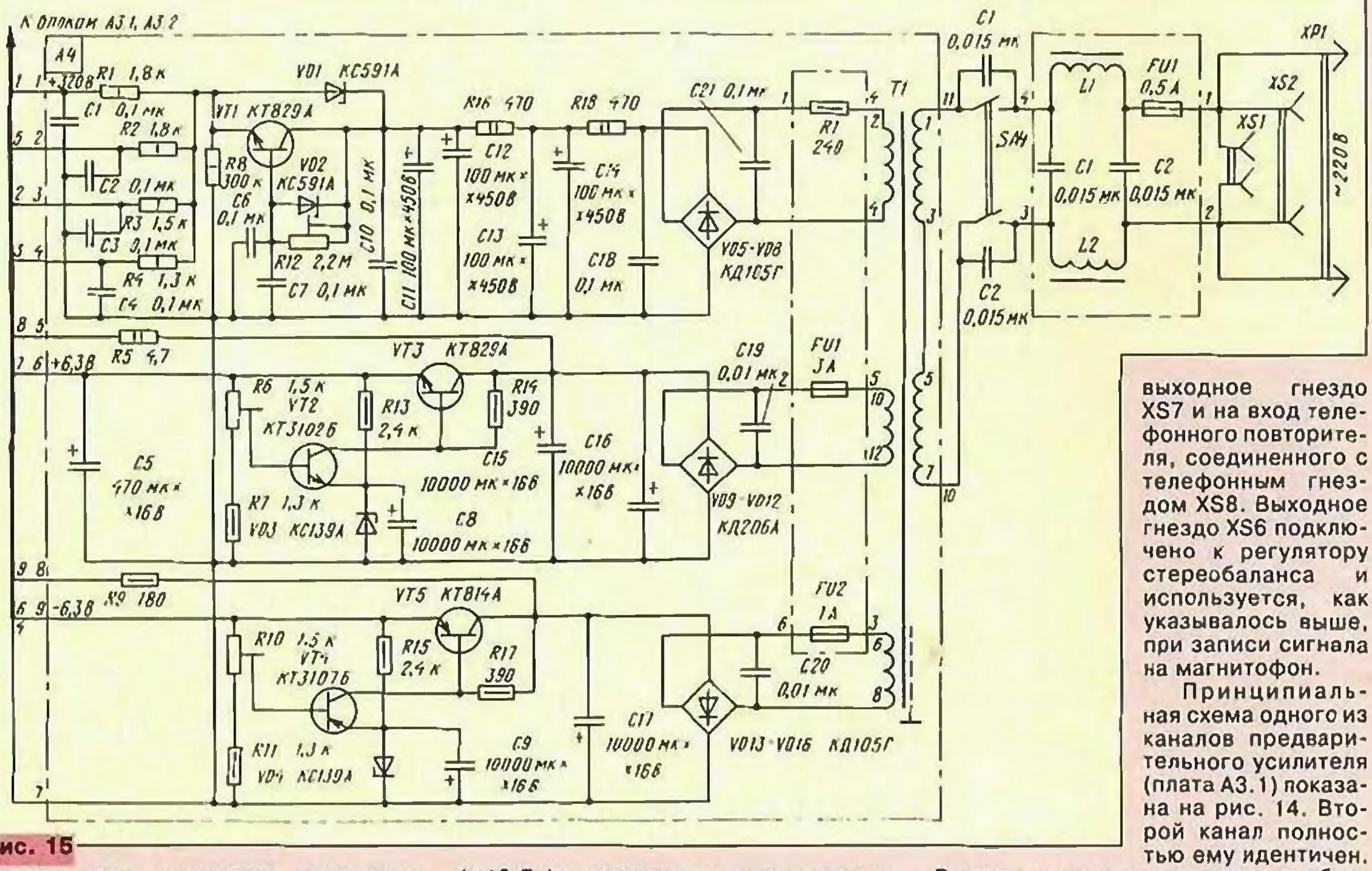
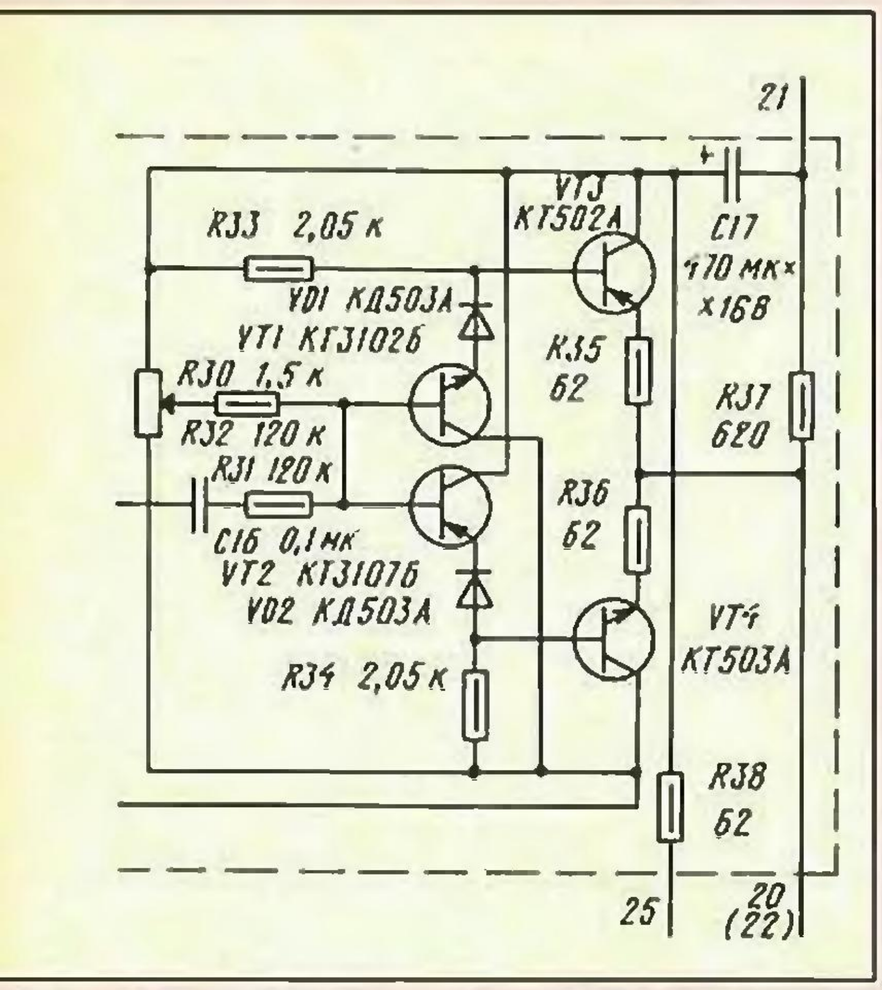


Рис. 15

выходное гнездо XS7 и на вход телефонного повторителя, соединенного с телефонным гнездом XS8. Выходное гнездо XS6 подключено к регулятору стереобаланса и используется, как указывалось выше, при записи сигнала на магнитофон.

Принципиальная схема одного из каналов предварительного усилителя (плата A3.1) показана на рис. 14. Второй канал полностью ему идентичен. Выводы его платы указаны в скобках рядом с выводами первого канала (рис. 14). На плате A3.1 смонтированы усилитель-корректор магнитного звукоснимателя, а также линейный и телефонный усилители.



При работе от магнитного звукоснимателя входной сигнал с гнезда XS2 (рис. 13) через цепь пассивной высокочастотной коррекции R2C1 поступает на вход трехкаскадного усилителя-корректора. Два первых его каскада выполнены на двойном триоде VL1 по обычной резистивной схеме с нагрузкой в цепи анода. Третий каскад собран на лампе VL2.1 по схеме катодного повторителя, что способствует хорошему его согласованию с линейным усилителем. Для стабилизации режима работы этого каскада служит цепь R8R9R12. Стандартная АЧХ усилителя-корректора получена благодаря двум частотнозависимым цепям: пассивной R2C1 и цепи ООС, напряжение которой снимается с выхода усилителя и через элементы R10R11C4 подается на катод входной лампы VL1.1. Напряжение с выхода усилителя-корректора (выв. 10 платы А3.1) подается на переключатель входов SA1 и далее обычным порядком — на вход (выв. 12 платы А3.1) линейного усилителя.

Коэффициент усиления корректора магнитного звукоснимателя на частоте 1000 Гц — 38 дБ; взвешенное значение отношения сигнал/шум — 72...74 дБ; отклонение АЧХ от стандартной при использовании элементов R2, R5, R10, R11, C1, C4 с допуском 1 % — не более 1 дБ.

Линейный усилитель, как и усилитель-корректор, трехкаскадный. Каскады на триодах VL3.1 и VL3.2 лампы VL3 собраны по схеме резистивных усилителей. Первый из них через резисторы R15R16 охвачен цепью местной ООС, снижающей его выходное сопротивление. Третий каскад представляет собой катодный повторитель. Напряжение с его выхода поступает на выходное гнездо XS7 и на телефонный усилитель. Регуляторы тембра R13 (НЧ) и R14 (ВЧ) вместе с элементами R19—R23 и C9—C11 работают в цепи общей ООС. Коэффициент усиления линейного усилителя — 20 дБ; взвешенное значение отношения сигнал/шум — 97...99 дБ. Телефонный усилитель выполнен по схеме составного эмиттерного повторителя на транзисторах VT1—VT4. Напряжение с его нагрузки поступает на телефонное гнездо XS8 (см. рис. 13).

Принципиальная схема блока питания предварительного усилителя приведена на рис. 15. Переменное сетевое напряжение поступает на него через специальный фильтр подавления высокочастотных помех L1L2C1C2 и выключатель питания SA4. Сетевой трансформатор T1 работает на три выпрямителя. Выпрямитель анодного напряжения собран на диодах VD5—VD8, включенных по мостовой схеме. Выпрямленное напряжение поступает на сглаживающий пульсации фильтр R18C11—C14R16 и далее на электронный фильтр на транзисторе VT1 и стабилитронах VD1, VD2. Последние защищают транзистор от пробоя в момент включения питания. Режим работы этого фильтра устанавливается подстроечным резистором R12. На выходе электронного фильтра включены пассивные RC-фильтры R1C1, R2C2, R3C3 и R4C4.

Выпрямитель напряжения накала ламп собран на диодах VD9—VD12. Непосредственно с его выхода (после сглаживающих конденсаторов C15, C16) через резистор R5 подается питание на индикаторные лампы накаливания HL2—HL15. Напряжение накала ламп усилителя предварительно поступает на стабилизатор на транзисторах VT2, VT3. Точная величина стабилизированного напряжения (+6,3 В) выставляется подстроечным резистором R6.

Напряжение для питания телефонного усилителя (–6,3 В) выпрямляется диодами VD13—VD16, проходит через сглаживающий пульсации конденсатор C17, стабилизатор на транзисторах VT4, VT5 и поступает на электроды транзисторов VT1—VT4 платы А3 предварительного усилителя.

Основные блоки усилителя смонтированы на металлическом шасси размерами 475×112×400 мм. Во всех блоках использованы постоянные резисторы С2-23 и С2-33 и подстроечные СП4-1. На плате усилителя (А3.1) установлены конденсаторы К71-7 (C1, C4, C13, C16), К73-17 (C2, C5, C14), К78-2 (C3, C6, C7, C15), К77-7 (C9—C11, C13), К50-24 (C8, C17, C18), КД-2 (C12); на плате блока питания (А4) — К73-17 (C1—C4, C6, C7, C10, C18—C20), К50-24 (C5, C8, C9, C15—C17); на плате тонкомпенсации (А2) — ПМ-2 (C1, C3) и К71-7 (C2, C4); на плате фильтра высоких частот (А1) — К71-7 (C1); вне блоков — КМ-5 (C1—C7) и К73-17 (C8—C9); в сетевом фильтре — К73-17 (C1, C2).

В качестве регуляторов стереобаланса использованы резисторы СП3-30, регуляторов громкости — СП3-30, регуляторов тембра — СП3-30. Сетевой трансформатор предварительного усилителя выполнен на магнитопроводе Ш26×52. Обмотка 1—3—5—7 содержит 2×404 витков провода ПЭВ-2 0,315; обмотка 2—4 — 1078 витков провода ПЭВ-2 0,08; обмотка 10—12 — 36 витков провода ПЭВ-2 1,41; обмотка 6—8 — 31 виток провода ПЭВ-2 0,315. Экранирующая обмотка состоит из 20 витков провода ПЭВ-2 0,1, намотанных в один ряд. В сетевом фильтре установлены дроссели ДМ-3 (L1, L2). Сетевой выключатель SA4 — ПКН-41, переключатель фильтра высоких частот SA2 — ПКН61, остальные переключатели SA1, SA3 — ПГК. ■

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Условия см. в «Радио», 1998, №1, с. 39

Радиодетали. 20 тысяч наименований.
Fax (3512) 65-58-43
Email pallada@garural.chel.su.

•

Программатор UniProg (для всех видов ПЗУ, ПЛМ и т. д.), печатную плату для его самостоятельного изготовления, программы и др. можно приобрести в фирме «МикроАрт» (тел.: 189-28-01; 180-85-98), на Митинском радиорынке (место № 4) или заказать по почте (123022, Москва, а/я 76). Также высылаем конвертеры SVGA-PAL, микро-АТС и др., книги по компьютерной тематике: «Железо IBM 98», «Вопросы и ответы по C и C++» и др. Для получения каталога и реквизитов в письмо вложите конверт с вашим адресом.

•

Хлорное железо - 10 $/1,25 кг наложенным платежом.
659305, Алтайский край, г. Бийск, а/я 230.

•

Р/детали - почтой.
Каталог - 8 р. Н/платежом - 16 р.
192284, С.-Петербург, а/я 243, Утюжникову А. Ю.

•

НТК «ДИОГЕН» поставляет комплектующие зарубежного производства: микросхемы; транзисторы; диоды; ЖК-индикаторы и ЖК-экраны, в т. ч. TFT Color (и на минусовые температуры); корпусы для аппаратуры.
Тел. (095) 229-83-56.

•

Реализуем наложенным платежом наборы для сборки автосигнализации: ДУ-2 шт., двери, капот, багажник, блокировка зажигания, выходы на фары, сирену, центральный замок, пейджер. Настроенные платы — 270 т. р. Набор деталей с платами — 180 т. р. Платы с документацией — 80 т. р. ИК датчик перемещений (Р. 12/96): настроенная плата — 40 т. р., набор деталей и плата — 25 т. р. Сирена — 40 т. р. Цены без пересылки.
Адрес: 636070, г. Северск - 19, ул. Победы 8/б, НПФ «ЭЛИС».

•

Прибор для измерения емкости и индуктивности 0,1 пФ - 20 мкФ; 0,1 мкГ — 1,2 Гн. Цена 40$. Бесплатный каталог.
103045, Москва, а/я 121

БЛОК ВЫБОРА ПРОГРАММ ДЛЯ ПРИЕМНИКА

А. ВАГАНОВ, г. Новосибирск

Вопросам улучшения эксплуатационных удобств изготовители РЭА уделяют значительное внимание. Радиолюбители в своих конструкциях также стремятся продумывать вопросы автоматизации различных процессов, в частности, регулировки и настройки в создаваемых ими устройствах. Один из примеров этого — предлагаемое описание блока однокнопочного выбора программ в радиоприемнике.

Разработанный автором блок рассчитан для использования в радиовещательных приемниках с электронной настройкой. Он обеспечивает выбор восьми программ всего одной кнопкой. Это предоставляет определенное удобство владельцам переносных и автомобильных радиоприемников в сравнении с конструкциями, в которых применена плавная или многокнопочная система настройки на принимаемую радиостанцию. Такой способ целесообразно применить и в стационарных тюнерах с расширением выбора до 16 программ. В отличие от ранее публиковавшихся описаний [1, 2] предлагаемый вариант устройства выполнен с использованием всего трех микросхем, оно предусматривает возможность автоматического переключения диапазонов и снабжено цифровым индикатором для визуального опознавания выбранной программы.

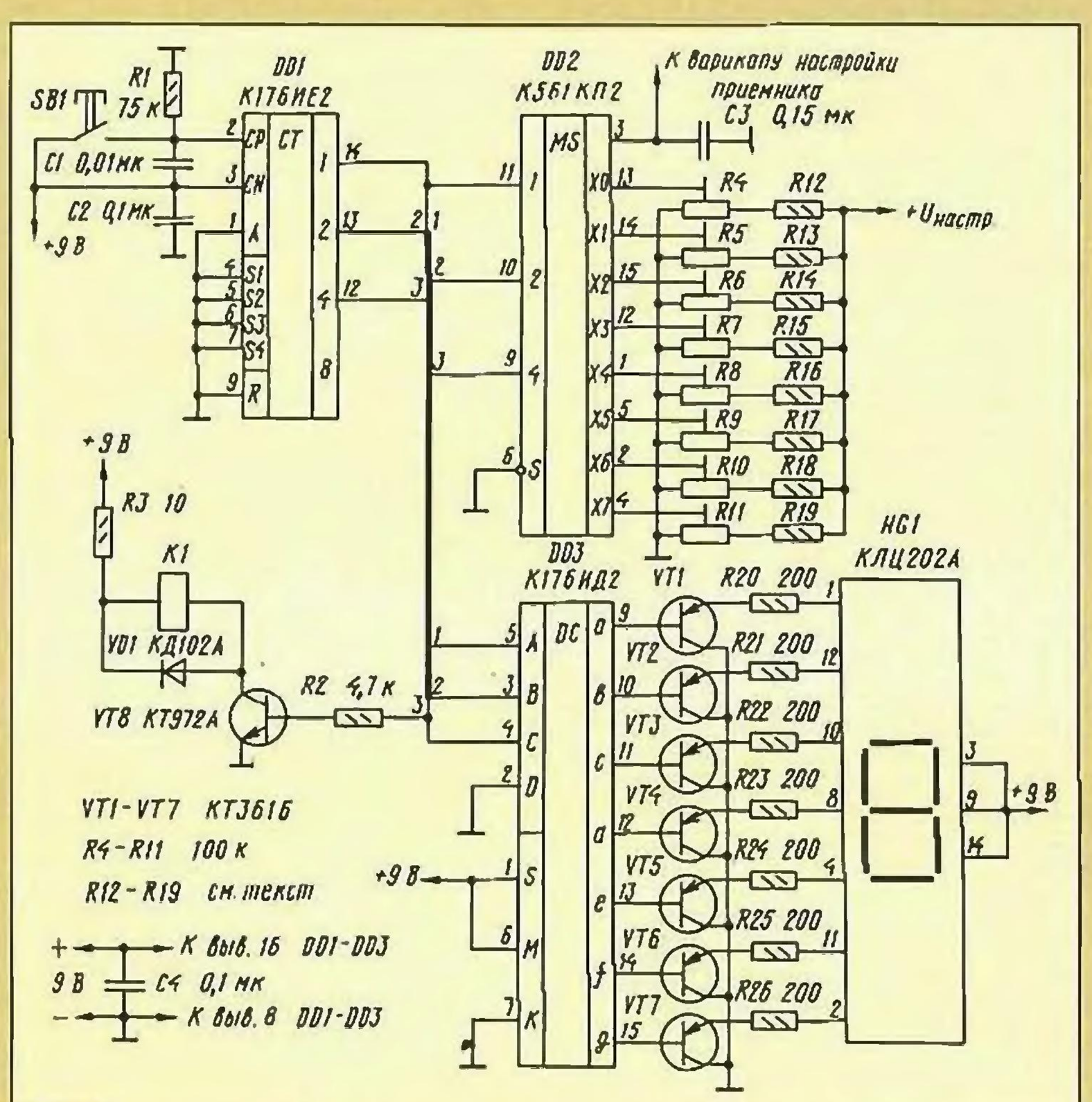


Рис. 1

Принципиальная схема устройства приведена на рис. 1. При включении питания микросхема DD1 устанавливается в нулевое состояние (код 0000). Этот код устанавливает мультиплексор (микросхема DD2) в такое состояние, при котором на его выход (вывод 3) передается напряжение входа X0 (вывод 13). Напряжение выхода мультиплексора используется для подачи на варикап (варикапы) приемника. Напряжения на входах X0 — X7 устанавливаются соответствующими подстроечными резисторами R4 — R11 и определяют прием той или иной радиостанции.

При кратковременном нажатии кнопки SB1 изменяется код на выходе счетчика DD1 и соответственно напряжения на выходе мультиплексора.

Дешифратор кода, выполненный на микросхеме DD3, преобразует код на выходе счетчика в позиционный для включения сегментов светодиодной семисегментной матрицы HG1. При включении питания светодиодный индикатор высвечивает цифру 0, и при каждом последующем нажатии кнопки SB1 показания индикатора увеличиваются на единицу. Каждому показанию индикатора соответствует вполне определенная принимаемая программа (установленная выбором одного из подстроечных резисторов).

При достижении счетчиком кода 1000 индикатор снова высвечивает «0», а на элементы настройки приемника подается напряжение от входа X0 мультиплексора.

Предлагаемый вариант блока выбора программ может работать в двухдиапазонных приемниках. При этом в каждом из них выбираются по четыре заранее установленных программы. В этом случае использование устройства позволит автоматически переключать диапазоны. Выполняется это каскадом на транзисторе VT1. После кода 0011 (четвертая по счету установленная программа одного диапазона) при появлении кода 0100 (первая программа другого диапазона) открывается транзистор VT1 и срабатывает реле K1, которое своими контактами воздействует на элементы переключения диапазонов приемника. При достижении кода 1000 транзистор переходит в закрытое состояние и в приемнике снова включается первый диапазон.

Как пример, на рис.2 показан вариант переключения для двухдиапазонного УКВ приемника [3].

Если автоматического переключения диапазонов не требуется, то элементы R2, R3, VT8, VD1 и K1 из схемы можно исключить.

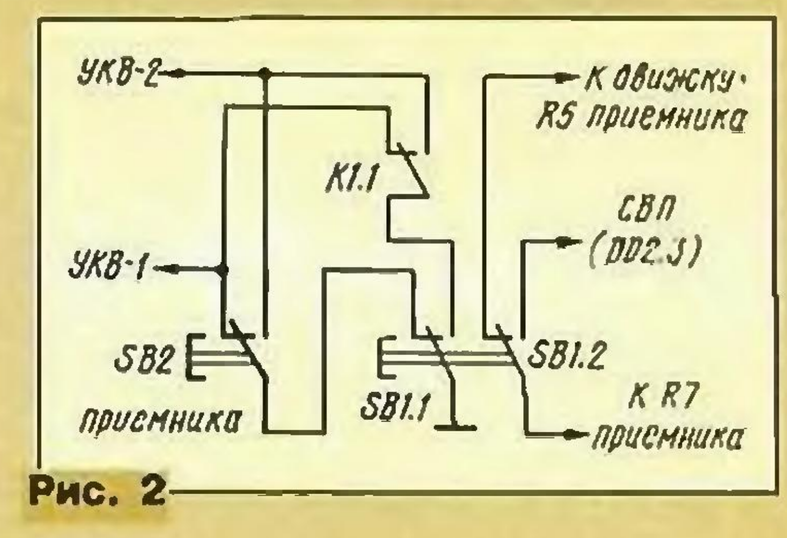


Рис. 2

Питание устройства осуществляют от источника тока самого приемника (в стационарных приемниках можно применять и отдельные блоки питания). Существенным требованием является лишь необходимость обеспечения хорошо стабилизированного $U_{настр}$. Но, как правило, в самом приемнике это решено достаточно хорошо, поэтому и для этой цели необходимо в максимальной степени использовать возможности базовой конструкции приемника.

Конструкция устройства выбора программ может быть произвольной, в зависимости от габаритов того приемника,где оно будет применено. В равной мере возможно использование монтажа на печатной плате (автор такой платы не изготавливал) или навесного на монтажных стойках.

В устройстве можно использовать резисторы типа МЛТ или ВС с мощностью рассеяния 0,125 и 0,25 Вт,применение крупногабаритных резисторов нецелесообразно. На схеме не показаны номинальные значения резисторов R12 — R19. Они должны соответствовать элементам настройки того приемника, в котором данное устройство будет применено. Подстроечные резисторы — типа СП3-36.

Транзисторы КТ361Б можно заменить на транзисторы этой же группы с буквенными индексами Г,Е,Ж,К или транзисторами МП26Б.

В качестве индикатора возможно использование светодиодной матрицы указанного типа, но с иными буквенными индексами, или другого типа с общим анодом, например АЛ305А (в последнем случае с подбором резисторов R20 — R26).

Реле К1 — типов РЭС-9 (исполнения 4.524.202), РЭС-22 (исполнение 4.500.129) или другое малогабаритное с рабочим напряжением 9...10В и током не более 100 мА. При использовании реле с рабочим током менее 30мА в качестве VT8 можно установить транзистор серии КТ315 с любым буквенным индексом.

Регулировка устройства сводится к подбору резисторов R20 — R26 по необходимой яркости свечения сегментов индикаторной матрицы и установки подстроечных резисторов R4 — R11 при выборе напряжений, подаваемых на варикап приемника при выборе желаемых радиостанций. Следует обратить внимание, чтобы напряжения на движках резисторов R4 — R11 не превышали 9 В.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Чирков А.** Блок СВП для УКВ тюнера. — Радио, 1996, № 6, с. 22, 23.

2. **Бирюков С.** Переключатели для блока СВП УКВ тюнера. — Радио, 1996, № 7, с. 22.

3. **Герасимов Н.** Двухдиапазонный УКВ-стерео. — Радио, 1994, № 11, с. 15—17.

DX-ВЕСТИ

П. МИХАЙЛОВ (RV3ACC), комментатор радиокомпании «Голос России»

РОССИЯ

Краснодарский край. Республики Адыгея и Кабардино-Балкария используют для местного вещания передатчики Краснодарского краевого радио работающие на частотах 1089 и 6005 кГц. Адыгея ведет вещание по понедельникам и пятницам с 18.00 до 19.00, а Кабардино-Балкария - по средам,четвергам и воскресеньям с 18.30 до 19.00.

Красноярск. Передачи радиостанции «Центр России» приняты в 0.07 на частоте Красноярского краевого радио (216 кГц).

Москва. С целью улучшения слышимости своих передач Русская служба радиокомпании «Голос России» обращается к своим слушателям с просьбой сообщить о качестве их приема. Местонахождение слушателей не имеет значения, но в сообщениях обязательно должны быть указаны частоты (в кГц) даты и время (от и до) приема. Из-за финансовых трудностей компания не сможет выслать подтверждающие прием QSL-карточки и поэтому рассчитывает только на «благотворительный» характер помощи со стороны любителей дальнего приема и заранее благодарит их за посильное содействие. В сообщениях просьба охарактеризовать качество приема, отметить наличие помех и, по возможности, назвать мешающие радиостанции.

Московская радиостанция «Радио-1» из государственного предприятия преобразована в Открытое акционерное общество «Радио-1». Станция ведет вещание с 3.00 до 22.00 на частотах 171 и 1305 кГц с 3.00до 6.00 и с 16.30 до 22.00— на частоте 7405 кГц с 3.00до 13.00 — на частоте 15 465 кГц с 13.30до 16.00— на частоте 11 630кГц. Станция сумела выделить более двух часов эфирного времени в сутки для детского вещания и сохранила популярную воскресную программу «С добрым утром», начинающуюся в 6.15.

Значительное время занимают передачи,посвященные культуре и искусству. Станция размещается теперь в бывшем Доме радиовещания и звукозаписи по адресу: ул. М. Никитская,24,Москва ГСП,121810,Россия.

Радиостанция «Открытое радио» перестала дублировать свои передачи на частоте 918 кГц из-за непомерной платы за аренду работающего на этой частоте передатчика. Теперь «Открытое радио» ведет вещание только на частоте 102,5 МГц.

Самарская обл., Тольятти. Жители этого волжского города могут слушать передачи следующих радиостанций: «Радио России» поочередно с местными областными радиопрограммами — на частоте 67,31 МГц; «Маяк» (из Москвы) — на частоте 69,41 МГц; «Самара Максимум» — на частоте 101,2 МГц (объявляемая станцией вторая частота 73,88 МГц не используется); «Европа Плюс» (из Москвы) — на частоте 102,7 МГц; «Русское радио» (из Москвы) — на частоте 105,7 МГц; «Радио-7» (из Самары) — на частоте 1107 кГц. В самой Самаре передачи этой станции дублируют на частоте 66,83 МГц. «Радио-7» вещает на семи языках народов, населяющих территорию от Поволжья до Приуралья, по понедельникам — с 11.00 до 18.00, а в остальные дни недели — с 2.00 до 18.00.

Санкт-Петербург. Передачи радиостанции «Радио России из Санкт-Петербурга» можно принимать днем (примерно в 14.30) на частоте 7345 кГц. Ее программы отличаются от передающихся в это же время программ московской станции «Радио России».

Тверь. Здесь на частоте 100,6 МГц началась регулярная ретрансляция передач московской радиостанции «Русское радио» через передатчик местной студии «Тверской проспект».

Ульяновск. Областное вещание обеспечивает в этом городе телерадиокомпания «Волга». Передачи транслируются с 10.00до 11.00на частоте 72,68 МГц.

Ханты-Мансийск. Передачи радиовещания Ханты-Мансийского АО на русском языке приняты в 2.05 на частоте 4820кГц.

Эвенкийский АО. Передачи Эвенкийского окружного радио на русском языке приняты в 1.05 на частоте 4040кГц.

* * *

Бюллетень новостей для российских полярников передается по понедельникам с 16.15 до 16.45: для Арктики — на частоте 6025 кГц через передатчик в Новосибирске, для Антарктики — на частоте 7250кГц через передатчик в Самаре.

ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

Азербайджан, Баку. В городе работают четыре УКВ радиостанции. Программы местного вещания ведет государственная радиокомпания на частоте 90,9 МГц. Независимая радиостанция «АНС» занимает частоту 102,0МГц,радиостанция «Сара »— 104,0МГц. Программы Международного Французского радио из Парижа ретранслируют на частоте 105,0МГц,а радио «Свобода» из Праги - на частотах 1296 и 1530кГц.

Польша/Белоруссия. «Пятая программа Польского радио» (так называется иновещание из Варшавы) на белорусском языке ретранслируется через независимую белорусскую радиостанцию «Радио 101,2» на частоте 101,2 МГц.

США/Куба. Американская телекомпания «ТВ Марти», созданная во Флориде кубинскими политэмигрантами, намерена в ближайшее время поднять передающие антенны на аэростате, чтобы охватить вещанием весь «Остров свободы». До сих пор кубинским властям удавалось частично глушить эти телепередачи, но теперь, как утверждают специалисты, это станет практически невозможным. *(Сообщение ИТАР-ТАСС).*

Украина

Крым, Ялта. Здесь появилась независимая радиостанция с любопытным названием — «В Ялте не спать!». Она в эфире — с 4.00до 23.00на частоте 100,8 МГц.

Передачи «Радио России-Ностальжи» слышны в городе на частоте 102,5 МГц,а «Европы Плюс» — на 104,4 МГц.

(Окончание на с. 37)

МОДУЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА MCS48

Д. РЫЖОВ, г. Владимир

Известно, что один и тот же микроконтроллер может управлять как сложным технологическим оборудованием, так и бытовой кофемолкой или электронными часами. Адаптация к конкретному объекту осуществляется изменением программы микроконтроллера, аппаратные средства почти не затрагиваются. Предлагаемая статья посвящена приемам программирования микроконтроллеров серии MCS48, широко используемых в системах управления различного назначения. Ее основные положения справедливы и для более современных приборов.

Разработка и модернизация программ управления значительно облегчаются, если строить их по модульному принципу. В этом случае после накопления некоторого опыта,а главное – собственной библиотеки отлаженных модулей,программирование новой системы управления (СУ) сводится к замене некоторых модулей уже действующей и отлаженной программы и, возможно, дополнении ее фрагментами, учитывающими особенности конкретной системы.

Этот принцип заложен в структуру многих языков высокого уровня (PASCAL,C++), и программист буквально вынужден ему следовать. К сожалению, АССЕМБЛЕРы (в том числе для MCS48), предоставляя программисту большую свободу выбора средств и методов решения задач, как правило, совсем не следят за соблюдением дисциплины программирования. Это нередко приводит к созданию настолько запутанных программ, что даже их авторы не могут спустя некоторое время разобраться в том, что было сделано, не говоря уже об использовании отлаженных фрагментов в других программах. Сознательное соблюдение общих модульных концепций значительно облегчает и ускоряет программирование микроконтроллеров. Пример типичной модульной программы для СУ приведен в таблице. Ее синтаксис соответствует табличному АССЕМБЛЕРу TASM в варианте для микропроцессора 8048.

Как видно, в начале текста программы директивами EQU константам даются имена и присваиваются значения. Пользоваться именованными константами всегда предпочтительнее, чем указывать числовые значения непосредственно в исполняемых командах процессора. Например, выдержка времени, реализуемая одной из рассматриваемых ниже подпрограмм, определяется тремя числами. Они заданы константами N1, N2 и N3. Если нужно изменить выдержку,достаточно в операторах EQU указать новые значения. В противном случае пришлось бы разыскивать во всей программе команды с операндами, равными этим числам, решать, относится ли каждая из них к выдержке времени, и в нужных случаях указывать новые значения.

Очевидно,такая работа требует много времени и часто не обходится без ошибок. Особенно усложняет ее то, что в некоторых командах может использоваться не число целиком, а, например, его старший или младший байт. АССЕМБЛЕР уже на этапе трансляции программы способен вычислить некоторые константы, исходя из значений других. Эту возможность иллюстрирует вычисление старшего (N3H) и младшего (N3L) байтов числа N3.

Далее в программе выделяют память для переменных. Делают это теми же самыми директивами EQU,но в отличие от описаний констант задают не числовые значения переменных, а адреса занимаемых ими ячеек памяти.

Если позволяет АССЕМБЛЕР,не следует пренебрегать возможностью использования макрокоманд. Каждая из них представляет собой как бы новую команду,выполняющую операцию, прямо не предусмотренную системой команд процессора. Описывая макрокоманду, программист дает ей имя (конечно, не совпадающее с именем ни одной из «настоящих» команд) и задает требуемые действия в виде последовательности машинных команд. Каждый раз, встретив макрокоманду в программе, АССЕМБЛЕР заменит ее указанной последовательностью. В рассматриваемом примере используются две макрокоманды. Одна из них пересылает содержимое аккумулятора в заданную параметром макрокоманды ячейку памяти данных, а другая – обратно.

После включения питания (или подачи сигнала сброса) микроконтроллер начинает выполнять программу с нулевого адреса. По этому адресу обычно записывают команду безусловного перехода на действительную точку начала программы (в данном случае,на метку START). Это необходимо потому,что аппаратные прерывания всегда передают управление по фиксированным адресам 3 и 7 (у микроконтроллеров других типов адреса могут быть иными, но все равно они расположены в начале памяти программ). Находящиеся по этим адресам команды безусловного перехода на подпрограммы обслуживания соответствующих прерываний основная программа должна «обойти».

Следующий этап — установка режимов работы контроллера (например, выбор банков памяти и регистров), инициализация переменных и внешних устройств. Типичная ошибка начинающих программистов — считать, что сразу после пуска программы переменные уже имеют какие-то определенные значения. Укреплению этого заблуждения способствует предусмотренное в некоторых языках высокого уровня (например, в BASIC) автоматическое присвоение всем переменным начального нулевого значения. В программах на языке АССЕМБЛЕРа (и многих других языках) программист должен сам позаботиться, чтобы до первого считывания значения переменной в отведенную ей ячейку памяти уже было что-нибудь записано. Хороший стиль программирования требует,чтобы начальные значения были присвоены переменным в самом начале работы программы. В данном случае это делает подпрограмма INIT.

Раздел инициализации внешних устройств обычно выглядит как поочередный вызов подпрограмм, каждая из которых приводит в исходное состояние одно из них (аналого-цифровой преобразователь, светодиодный индикатор,кнопочный пульт и т. п.) и может быть легко заменена при доработке и совершенствовании системы. Нередко эти же подпрограммы проверяют работоспособность устройств.

Далее большинство управляющих программ входит в бесконечно повторяющийся основной цикл, выполнение которого приостанавливается только для обработки прерываний. Цикл состоит из подпрограмм опроса клавиатуры и других датчиков, проверки флагов, выставляемых подпрограммами обработки прерываний (например,флага истечения заданного интервала времени или окончания работы аналого-цифрового преобразователя),обработки поступившей информации в соответствии с заданным алгоритмом управления, вывода управляющих воздействий на исполнительные устройства, вывода информации о состоянии технологического процесса на жидкокристаллическое табло или другие индикаторы. Выход из основного цикла обычно предусматривается только в аварийных ситуациях, например, если для ликвидации последствий сбоя необходимо повторить инициализацию всех переменных и внешних устройств, а также при обработке прерываний.

Таким образом,программа,построенная по модульному принципу,представляет собой набор подпрограмм. Если в новой СУ применена, например, иная клавиатура, достаточно будет заменить подпрограмму BUTT. Для того чтобы такая замена была простой и безболезненной, следует выработать и всегда соблюдать определенные правила. Подпрограммы, по возможности, должны сохранять содержимое всех регистров контроллера, получать исходные данные и выдавать результаты работы в одних и тех же регистрах и ячейках памяти, пользоваться одной и той же кодировкой символов и т. п.

Следует бороться с естественным (особенно для программистов, преодолевших первые трудности и начинающих чувствовать себя профессионалами) стремлением упростить программу за счет отхода от строгих правил и применения нестандартных приемов. Кажущееся, на первый взгляд,неоправданным усложнение вполне окупится облегчением отладки и переработки программы в целом.

Рассмотрим некоторые особенности подпрограмм. INCREM и DECREM выполняют требуемые во многих случаях операции увеличения или уменьшения на заданную величину 16-разрядного двоичного числа (его старший и младший байты находятся соответственно в регистрах R6 и R5). Константы, задающие величину приращения, описаны в начале программы.

Так как любой микроконтроллер работает значительно быстрее технологическо-

```
;ПРОГРАММА VAZ_NIVA.ASM. РЫЖОВ Д. И., г. Владимир


;Константы:

DELL    .EQU 1          ;Младший и старший байты 16-разрядного
DELH    .EQU 0          ;числа DEL.
DEL1L   .EQU 1          ;То же DEL1.
DEL1H   .EQU 0
N1      .EQU 13         ;Константы, определяющие заданную
N2      .EQU 6          ;выдержку времени.
N3      .EQU 1200
N3L     .EQU N3 & $FF
N3H     .EQU N3 / 256
................
................

;Переменные:

ACC1    .EQU 20H        ;Сохранение аккумулятора.
INTT    .EQU 21H        ;Тип прерывания по INT.
DS      .EQU 22H        ;Рабочие ячейки обработчика прерываний
IST     .EQU 23H        ;от таймера.
TR2     .EQU 24H
TR3     .EQU 25H
TR4     .EQU 26H
TIMEL   .EQU 27H
TIMEH   .EQU 28H
FLT     .EQU 29H        ;Флаг истечения времени.
................
................

;Макроопределения:

#DEFINE  MOVA<@R0(xx)  mov r0,xx\ mov a,@r0
#DEFINE  MOVA>@R0(xx)  mov r0,xx\ mov @r0,a
................
................

;Исполняемая программа.

        .ORG $000
        JMP  START      ;Обход векторов прерываний.
        .ORG $003
        JMP  INTER      ;Прерывание по сигналу INT.
        .ORG $007
        JMP TIME        ;Прерывание от таймера.

START:  SEL MB0         ;Начало программы.
        SEL RB0
        CALL INIT       ;Инициализация регистров и переменных.
        CALL SBRSD      ;Сброс (установка в исходное состояние)
        CALL SBRTAB     ;светодиодов, табло и других устройств.
        ..........
        ..........
        CALL SET2M      ;Задание выдержки времени.

;Основной цикл.

CYCLE:  CALL BUTT       ;Опрос клавиатуры и датчиков.
        CALL SENS
        CALL LED        ;Отображение светодиодами состояния
                        ;клавиш и датчиков.
        CALL ALGO       ;Реализация алгоритма управления.
        CALL ACTUAT     ;Выдача управляющих воздействий.
        CALL TABLO      ;Отображение состояния технологичес-
                        ;кого процесса на табло.
        .........       ;Другие действия.
        .........
        JMP CYCLE       ;Конец основного цикла.

;Подпрограммы:

;Увеличение 16-разрядного числа в регистрах R6, R5
;на величину DEL

INCREM: MOV A,R5
        ADD A,#DELL
        MOV R5,A
        MOV A,R6
        ADDC A,#DELH
        MOV R6,A
        CLR C
        RET

;Уменьшение 16-разрядного числа в регистрах R6, R5
;на величину DEL1

DECREM: MOV A,#DEL1L
        CPL A
        ADD A,#01H
        MOV R0,A
        MOV A,#DEL1H
        CPL A
        ADDC A,#00H
        MOV R4,A
        MOV A,R0
        ADD A,R5
        MOV R5,A
        MOV A,R6
        ADDC A,R4
        MOV R6,A
        CLR C
        RET

;Установка начальных условий для отсчета выдержки
;времени 2 мин.

SET2M:  MOV A,#0        ;Очистить рабочие ячейки.
        MOVA>@R0(#DS)
        MOVA>@R0(#IST)
        MOVA>@R0(#TIMEL)
        MOVA>@R0(#TIMEH)
        MOVA>@R0(#FLT)  ;и опустить флаг.
        MOV A,#N1       ;Начальное значение счетчика/таймера.
        MOVA>@R0(#TR4)
        MOV A,#N3L      ;Заданное число повторений выдержки
        MOVA>@R0(#TR2)  ;длительностью 0,1 с.
        MOV A,#N3H
        MOVA>@R0(#TR3)
        STRT T          ;Запустить таймер и разрешить
        EN TCNTI        ;прерывания.
        RET

;Обработка прерывания от таймера

TIME:   STOP TCNT       ;Остановить таймер и запретить
        DIS TCNTI       ;прерывания.
        MOVA<@R0(#TR4)  ;Перенести значения из ячеек памяти
        MOV R4,A        ;в регистры:
        MOVA<@R0(#TR2)  ;R4 - число, загружаемое в регистр
        MOV R2,A        ;таймера;
        MOVA<@R0(#TR3)  ;R3 и R2 - заданное число повторений.
        MOV R3,A
        MOVA<@R0(#TIMEL)
        MOV R5,A
        MOVA<@R0(#TIMEH);R6 и R5 - счетчик повторений.
        MOV R6,A
        CALL INCREM     ;Увеличить текущее значение счетчика.
        MOV A,R5
        MOVA>@R0(#TIMEL)
        MOV A,R6
        MOVA>@R0(#TIMEH)
        MOV A,R6        ;Если заданное число еще не достигнуто,
        XRL A,R3        ;вновь запустить таймер.
        JNZ NEWSTART
        MOV A,R5
        XRL A,R2
        JNZ NEWSTART
        MOV A,#01H      ;Иначе - время истекло!
        MOVA>@R0(#FLT)  ;Выставляем флаг FLT=1.
        JMP RETURN
NEWSTART:
        MOVA<@R0(#IST)
        INC A
        MOVA>@R0(#IST)  ;IST=IST+1
        XRL A,#N2
        JNZ ESE         ;Если IST<N2, иначе IST=0 и DS=DS+1.
        MOV A,#0
        MOVA>@R0(#IST)
        MOVA<@R0(#DS)
        INC A
        MOVA>@R0(#DS)
ESE:    MOV A,R4
        MOV T,A
        STRT T          ;Запустить таймер и разрешить
        EN TCNTI        ;прерывания.
RETURN: RETR

;Обработка прерывания по сигналу INT

INTER:  MOVA>@R0(#ACC1) ;Сохранить аккумулятор.
        MOVA<@R0(#INTT) ;Проверить тип прерывания.
        XRL A,#01H
        JZ M1
        MOVA<@R0(#INTT)
        XRL A,#02H
        JZ M2
        JMP OUTE        ;Неверное значение типа.
M1:     CALL ISR1       ;INTT=1, вызвать ISR1.
        JMP OUTE
M2:     CALL ISR2       ;INTT=2, вызвать ISR2.
OUTE:   MOVA<@R0(#ACC1) ;Восстановить аккумулятор.
        RETR

ISR1:   .........       ;Первый вариант обработки.
        .........
        RET

ISR2:   .........       ;Второй вариант обработки.
        .........
        RET

;Инициализация регистров и переменных

INIT:   .........
        .........
        RET

;Другие подпрограммы

        .........
        .........

;Тексты некоторых подпрограмм могут находиться в отдельных
;файлах. Их подключают директивами:

#INCLUDE "LED.ASM"
#INCLUDE "ACTUAT.ASM"
#INCLUDE "TABLO.ASM"
................
................

        .END
```

го оборудования, очень важно уметь организовывать в программе выдержку времени. В данном случае использован внутренний счетчик/таймер процессора. Он имеет ограниченную емкость и переполняется за время, измеряемое миллисекундами. Каждое переполнение генерирует запрос прерывания. Подпрограмма обслуживания прерываний от таймера (TIME) подсчитывает их и при достижении заданного числа присваивает единичное значение флагу истечения времени FLT. Всем подпрограммам,работа которых зависит от времени, остается анализировать состояние этого флага. Так удается реализовать выдержки в несколько секунд и даже минут.

Для того чтобы начать отсчет нового интервала, необходимо занести исходные значения в рабочие ячейки подпрограммы TIME и включить таймер. Подпрограмма SET2M, например, задает выдержку времени, равную 2 мин. Расчет исходных значений имеет несколько тонкостей.

Известно, что в микроконтроллерах серии MCS48 на вход внутреннего счетчика/таймера импульсы поступают с частотой, в 480 раз меньшей частоты кварцевого генератора. Например, при частоте кварцевого резонатора 7 МГц число, записанное в счетчик, изменяется каждые 480/7000000 = 0,00006857 с = 68,57 мкс. Так что счетчик переполнится (и будет сформирован запрос прерывания) через 68,57 · (256–N1) мкс,где N1 — число,первоначально записанное в счетчик. Если каждый раз начинать новый счет с этого числа, то за 0,1 с (минимальная выдержка времени) произойдет N2 = 0,1 · 7000000/[480 · (256–N1)] переполнений.

Очевидно, одну и ту же выдержку времени можно получить при разных N1 и N2, но так как эти числа не могут быть дробными, она будет реализована с некоторой ошибкой. Задача состоит в подборе такой пары значений, при которых ошибка минимальна. В рассматриваемом случае наилучший вариант N1 = 13, N2 = 6. Выдержка времени, равная 2 мин, получается повторением описанной процедуры N3 = 1200 раз.

Часто бывает необходимо в разных режимах работы программы применять разные процедуры обработки одних и тех же аппаратных прерываний. Один из способов сделать это иллюстрирует подпрограмма INTER. Она анализирует код типа прерывания, занесенный основной программой в ячейку INTT,и в зависимости от его значения вызывает одну из подпрограмм обслуживания прерывания ISR1 или ISR2. Заметим, что обе они заканчиваются командой RET,а не RETR. Число вариантов обработки нетрудно увеличить и даже сделать так, что при некотором значении кода будут вызываться одна за другой несколько различных подпрограмм.

Вовсе не обязательно записывать все необходимые подпрограммы в текстовый файл основной программы. Отлаженные и неоднократно использованные в разных программах модули могут находиться в отдельных файлах и подключаться к основной программе директивами INCLUDE. Каждый включаемый файл может содержать одну или несколько подпрограмм. Недостаток такого способа заключается в том, что имена переменных, констант и меток во всех используемых модулях не должны повторяться. Лишенный этого дефекта метод раздельной трансляции модулей с последующим объединением их на уровне объектного кода, к сожалению, не поддерживается АССЕМБЛЕРом TASM. ■

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ 8XC51GB ФИРМЫ INTEL

А. ФРУНЗЕ, г. Москва

СИСТЕМА ПРЕРЫВАНИЙ

Микроконтроллеры 8xC51GB поддерживают 15 векторов прерываний (табл. 6). Младшие пять из них аналогичны имеющимся во всех контроллерах семейства MCS51, шестой обслуживает третий таймер/счетчик (он появился только начиная с кристаллов семейства MCS52), седьмой, имеющийся только в 8xC51FX, 8xL51FX и 8xC51GB, поддерживает программируемую матрицу счетчиков (PCA). Последний дополнительно располагает прерываниями от пяти внешних входов (INT2—INT6), второй матрицы программируемых счетчиков, АЦП и расширенного последовательного порта.

Таблица 6

Адрес	Флаг-источник	Аппаратный сброс	Назначение
0003H	IE0	нет(уров.)/да(фронт)	Внешнее событие на входе INT0
000BH	TF0	да	Переполнение T/C0
0013H	IE1	нет(уров.)/да(фронт)	Внешнее событие на входе INT1
001BH	TF1	да	Переполнение T/C1
0023H	RI+TI	да	Прием/передача по последовательному каналу
002BH	TF2+EXF2	нет	Прерывание от T/C2
0033H	CF, CCFn (n=0-4)	нет	Прерывание от PCA
003BH	AIF	нет	Прерывание от АЦП
0043H	C1F, C1CFn (n=0-4)	нет	Прерывание от PCA1
004BH	SEPIF	нет	Прерывание от расширенного последовательного порта
0053H	IE2	да	Внешнее событие на входе INT2
005BH	IE3	да	Внешнее событие на входе INT3
0063H	IE4	да	Внешнее событие на входе INT4
006BH	IE5	да	Внешнее событие на входе INT5
0073H	IE6	да	Внешнее событие на входе INT6

Во всех контроллерах семейства MCS51 каждое прерывание может быть запрещено установкой в низкий уровень соответствующего бита в регистре IE. Естественно, это справедливо и для 8xC51GB. Однако поскольку он содержит вдвое больше источников прерывания, то для их разрешения/запрещения используется дополнительный регистр IEA (табл. 7). Как и в предыдущем случае, установка бита в 1 приводит к разрешению соответствующего прерывания, сброс в 0 запрещает его. Адрес регистра IEA — 0A7H. Отметим, что все прерывания, в том числе и описанные в табл. 7, могут быть одновременно запрещены установкой в 0 бита EA (IE.7) — старшего бита регистра IE.

Таблица 7

Бит	Позиция	Что разрешает/запрещает
EAD	IEA.7	Прерывание от АЦП
EX6	IEA.6	Внешн. прерывание - вход INT6
EX5	IEA.5	Внешн. прерывание - вход INT5
EX4	IEA.4	Внешн. прерывание - вход INT4
EX3	IEA.3	Внешн. прерывание - вход INT3
EX2	IEA.2	Внешн. прерывание - вход INT2
EC1	IEA.1	Прерывание от PCA1
ESEP	IEA.0	Прерывание от SEP

Каждое прерывание может иметь свой собственный приоритет (от уровня 0 — низшего, до уровня 3 — высшего). Уровень приоритета определяется состоянием бит в регистровых парах IP, IPH и IPA, IPHA. Первая из них идентична имеющейся в более ранних контроллерах и подробно описана при рассмотрении группы 8xC51Fx. Вторая пара (адреса регистров соответственно 0B8H и 0B6H) имеется только в 8xC51GB и обслуживает прерывания, которые есть только в этих контроллерах. В табл. 8 показано соответствие между битами регистров и прерываниями, уровень которых они определяют, в табл. 9 — соответствие между уровнями приоритетов и состоянием бит в регистровых парах IP, IPH и IPA, IPHA.

Прерывания с низким приоритетом могут быть, в свою очередь, прерваны только событием более высокого приоритета (но не равного). Соответственно прерывание с высшим приоритетом прервано быть не может. Если процессор одновременно получил запросы на два или более прерываний с одинаковым приоритетом, то очередность их обработки определяется специальной последовательностью опроса флагов прерывания. У контроллеров 8xC51GB она выглядит следующим образом:

1 (высший)	IE0
2	SEPIF
3	IE2
4	TF0
5	C1F, C1CFn
6	IE3
7	IE1
8	AIF
9	IE4
10	TF1
11	CF, CCFn
12	IE5
13	RI, TI
14	TF2, EXF2
15 (низший)	IE6

Внешние прерывания INT0 и INT1 микроконтроллера 8xC51GB полностью соответствуют аналогичным прерываниям всех микросхем семейства MCS51 и в зависимости от состояния бит IT0 и IT1 регистра TCON могут фиксироваться как по уровню, так и по перепаду из 1 в 0.

Внешние выводы INT2 и INT3 могут реагировать как на положительный, так и на отрицательный фронт сигнала. Микросхема имеет регистр EXICON (0C6H), содержащий биты IT2 и IT3, определяющие активный фронт сигнала на выводах P5.2(INT2) и P5.3(INT3).

(Окончание. Начало см. в «Радио», 1998, №

При установке бита ITn в 0 прерывание инициируется по отрицательному фронту, при ITn=1 — по положительному. Внешние события INT4—INT6 фиксируются только по положительному фронту на выводах P5.4(INT4)—P5.6(INT6).

Все внешние прерывания генерируют соответствующие аппаратно устанавливаемые флаги. Для событий INT0, INT1 — это биты IE0 и IE1 регистра TCON. Флаги IE2—IE6 находятся в регистре EXICON. Их сброс осуществляется аппаратно в момент перехода процессора на подпрограмму обработки соответствующего прерывания.

Таблица 8

Младший бит	Позиция	Старший бит	Позиция	Регулируемое прерывание
PAD	IPA.7	PADH	IPHA.7	Прерывание от АЦП
PX6	IPA.6	PX6H	IPHA.6	Внешнее прерывание - вход INT6
PX5	IPA.5	PX5H	IPHA.5	Внешнее прерывание - вход INT5
PX4	IPA.4	PX4H	IPHA.4	Внешнее прерывание - вход INT4
PX3	IPA.3	PX3H	IPHA.3	Внешнее прерывание - вход INT3
PX2	IPA.2	PX2H	IPHA.2	Внешнее прерывание - вход INT2
PC1	IPA.1	PC1H	IPHA.1	Прерывание от PCA1
PSEP	IPA.0	PSEPH	IPHA.0	Прерывание от SEP

Таблица 9

IPH.x (IPHA.x)	IP.x (IHA.x)	Уровень приоритета прерывания
0	0	0
0	1	1
1	0	2
1	1	3

За время машинного цикла опрос выводов внешних прерываний осуществляется лишь однажды. Поэтому для того чтобы прерывание было зарегистрировано, длительность его активного уровня должна превышать продолжительность одного машинного цикла (12 периодов тактового генератора). Назначение бит регистра EXICON приведено в табл. 10.

Таблица 10

Бит	Позиция	Функция
-	EXICON.7	Зарезервировано
IE6	EXICON.6	Флаг прерывания INT6
IE5	EXICON.5	Флаг прерывания INT5
IE4	EXICON.4	Флаг прерывания INT4
IE3	EXICON.3	Флаг прерывания INT3
IE2	EXICON.2	Флаг прерывания INT2
IT3	EXICON.1	Бит управления INT3. При IT3=0 активный фронт прерывания - отрицательный, при IT3=1 - полохительный
IT2	EXICON.0	Бит управления INT2. При IT2=0 активный фронт прерывания - отрицательный, при IT2=1 - полохительный

РАСШИРЕННЫЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ПОРТ

Расширенный последовательный порт (SEP) располагает аппаратными средствами для реализации шины I C-bus, де-факто являющейся стандартом последовательного обмена. SEP допускает функционирование в четырех различных режимах, имеет три различных источника тактирования. Под его нужды задействовано два вывода микросхемы: P4.1 — ввода/вывода данных и P4.0 — для вывода тактирующего сигнала. Передаваемый или принимаемый пакет состоит из восьми бит данных. При этом используется восемь тактов работы SEP. В отсутствие принимаемой или передаваемой информации тактовый сигнал и данные неактивны.

За SEP закреплены три SFR-регистра: SEPCON (0D7H), SEPDAT (0E7H) и SEPSTAT (0F7H). Адресуются они только побайтно. Назначение бит в регистрах SEPCON и SEPSTAT приведено в табл. 11 и 12 соответственно.

На рис. 2 показаны отличительные особенности режимов работы SEP — активные уровни сигнала тактирования и фронты, используемые для приема или передачи. Как следует из табл. 11, режим работы SEP определяется состоянием бит CLKPOL и CLKPH,

Таблица 11

Бит	Позиция	Функция
-	SEPCON.7	Зарезервирован
-	SEPCON.6	Зарезервирован
SEPE	SEPCON.5	Разрешение SEP
SEPREN	SEPCON.4	Разрешение приема в SEP
CLKPOL	SEPCON.3	Полярность тактирования SEP
CLKPH	SEPCON.2	Фаза тактирования SEP
SEPS1	SEPCON.1	Бит 1 выбора скорости SEP
SEPS0	SEPCON.0	Бит 0 выбора скорости SEP

CLKPOL	CLKPH	Режим SEP
0	0	SEPMODE0
0	1	SEPMODE1 (только передача)
1	0	SEPMODE2
1	1	SEPMODE3 (только передача)

SEPS1	SEPS0	Скорость SEP
0	0	Fosc/12
0	1	Fosc/24
1	0	Fosc/48
1	1	Fosc/96

Таблица 12

Бит	Позиция	Функция
-	SEPSTAT.7	Зарезервирован
-	SEPSTAT.6	Зарезервирован
-	SEPSTAT.5	Зарезервирован
-	SEPSTAT.4	Зарезервирован
-	SEPSTAT.3	Зарезервирован
SEPFWR	SEPSTAT.2	Флаг ошибки записи SEP
SEPFRD	SEPSTAT.1	Флаг ошибки чтения SEP
SEPIF	SEPSTAT.0	Флаг прерывания SEP

расположенных в регистре SEPCON.

Для приема или передачи байта пользователь должен выбрать режим работы порта (биты CLKPOL и CLKPH), скорость передачи (SEPS1 и SEPS0) и установить в 1 бит SEPE. Процесс передачи начинается сразу после загрузки байта в регистр SEPDATA. Прием инициируется установкой в 1 бита SEPREN в случае, когда регистр SEPDATA пуст и нет передачи. После приема восьми бит SEPREN аппаратно сбрасывается. Завершение приема или передачи приводит к установке в 1 бита SEPIF. Его сброс возможен только программным путем.



Рис. 2

Если пользователь предпримет попытку записать информацию в регистр SEPDATA (или прочитать ее из него) в момент передачи или приема, устанавливается соответствующий бит ошибки. Флаг SEPFWR устанавливается при попытке сделать это в процессе передачи байта, а SEPFRD — в процессе приема. Прерывания, связанные с установкой этих бит отсутствуют, вследствие чего пользователь должен контролировать их состояние самостоятельно. Естественно, сброс этих флагов может быть осуществлен только программным путем.

АППАРАТНЫЙ СТОРОЖЕВОЙ ТАЙМЕР

Аппаратный сторожевой таймер (HWDT) сбрасывает микроконтроллер при своем переполнении, что является средством борьбы с зависанием системы (зацикливанием программы). На выполнение аналогичной функции может быть настроен и таймер/счетчик модуля 4 PCA, но такое его применение ограничивает возможности пользователя, в связи с чем в 8xC51GB появился самостоятельный WDT, не требующий использования PCA.

Аппаратный сторожевой таймер состоит из 14-битного счетчика, инкрементируемого в каждом машинном цикле, и SFR-регистра WDTRST (0A6H). Таймер всегда активен и при работающем тактовом генераторе непрерывно увеличивает содержимое счетчика. Средств остановки таймера нет. Если программа пользователя не записывает в WDTRST никакой информации, то через каждые 16 384 машинных цикла HWDT формирует сигнал RESET, который сбрасывает микроконтроллер. При этом счетчик обнуляется. Для предупреждения срабатывания HWDT пользовательская программа с промежутком не реже 16 383 машинных циклов должна заносить в регистр WDTRST последовательно два байта — 01EH и 0A6H. Отметим, что в WDTRST можно только записывать информацию, средства чтения его содержимого отсутствуют.

Не рекомендуется производить упомянутый перезапуск сторожевого таймера с помощью подпрограммы обработки прерывания от одного из таймеров/счетчиков, поскольку прерывания могут обрабатываться и при зависшей основной программе. Лучшее место для расположения команд обнуления сторожевого таймера — циклически выполняемый программный фрагмент, период повторения которого меньше времени срабатывания HWDT.

При переводе 8xC51GB в режим микропотребления внутренний тактовый генератор и HWDT останавливаются. Выведение контроллера из режима микропотребления, как и у всех его предшественников, может быть осу-

ществлено двояко: сбросом или вызовом внешнего прерывания, разрешенного перед переводом 8xC51GB в названный режим. В первом случае обнуляется HWDT, во втором при старте тактового генератора содержимое счетчика HWDT продолжит увеличиваться. Но поскольку для устойчивого запуска тактового генератора необходимо время около двух десятков его периодов, рекомендуется длительность импульса внешнего прерывания, выводящего контроллер из режима микропотребления, делать не меньшей упомянутого времени. Программа обработки прерывания начнет выполняться только после перехода уровня сигнала внешнего прерывания в 1, когда частота генерации стабилизируется. Тогда же и начнется инкрементирование счетчика HWDT, т. е. пока сигнал прерывания имеет нулевой уровень, HWDT не работает.

В режиме XX тактовый генератор контроллера не отключается. Вследствие этого содержимое счетчика HWDT непрерывно увеличивается и для предотвращения пересброса необходимо использовать таймерное прерывание, по которому будут осуществляться выход из этого режима, обнуление счетчика сторожевого таймера и возврат в режим Idle.

Ниже приводится фрагмент кода, использующего прерывание от T/C0 для периодического сброса HWDT. Правда, как отмечалось выше, использование такого прерывания — не лучшее место для обнуления счетчика, и подобную процедуру лучше встроить в периодически выполняемую часть программы — опрос клавиатуры или отображение информации. Поэтому приводимый фрагмент следует рассматривать как демонстрационный пример, а не как подпрограмму, которую нужно использовать в программах без каких-либо изменений.

```
; ПРОЦЕДУРА ИНИЦИАЛИЗАЦИИ T/C0
;
TC0_INIT:       SETB    EA              ;РАЗРЕШАЕМ ПРЕРЫВАНИЯ
                SETB    ET0             ;В ТОМ ЧИСЛЕ ОТ T/C0
                MOV     TMOD,#01H       ;УСТАНАВЛИВАЕМ РЕЖИМ 16-БИТНОГО ТАЙМЕРА
                MOV     TL0,#07FH       ;ЗАГРУЖАЕМ 0C17FH=0FFFH-03E80H, ЧТО
                MOV     TH0,#0C1H       ;ОБЕСПЕЧИТ СБРОС ЧЕРЕЗ 16000(03E80H) ТАКТОВ
                SETB    TR0             ;ЗАПУСКАЕМ ТАЙМЕР
                RET
;
; ОБРАБОТЧИК ПРЕРЫВАНИЯ ОТ T/C0
;
                ORG     000BH           ;АДРЕС ВЕКТОРА ПРЕРЫВАНИЯ
;
                CLR     TR0             ;ПРИОСТАНОВИМ ТАЙМЕР
                MOV     WDTCON,#01EH    ;СБРОСИМ HWDT
                MOV     WDTCON,#0E1H
                MOV     TL0,#07FH       ;СНОВА ЗАГРУЖАЕМ 0C17FH
                MOV     TH0,#0C1H
                SETB    TR0             ;ПЕРЕЗАПУСКАЕМ ТАЙМЕР
                RETI
;
```

ОБНАРУЖЕНИЕ СБОЯ ТАКТОВОГО ГЕНЕРАТОРА

Цепь обнаружения сбоя тактового генератора (OFD) предназначена для сброса микроконтроллера, если частота генератора окажется ниже предельного значения, заданного техническими условиями. Если после сброса тактовая частота не изменится (вернее, не возрастет до допустимого значения), контроллер так и останется в этом состоянии. Отметим, что превышение частоты сверх установленной границы не приводит к его сбросу.

Цепь OFD всегда включается после сброса или при выходе контроллера из режима микропотребления. Для ее отключения необходимо записать последовательно 0E1H и 01EH в регистр OSCR (0A5H). Это необходимо сделать, в частности, перед переходом в режим микропотребления, поскольку в нем тактовый генератор выключен. Разрешить работу цепи заново можно лишь пересбросом или выходом из режима микропотребления по внешнему прерыванию.

Состояние цепи OFD может быть определено путем чтения регистра OSCR. При OSCR=0FFH обнаружение сбоев разрешено, при OSCR=0FEH — запрещено.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, мы завершили рассмотрение особенностей восьмиразрядных микроконтроллеров семейства MCS51, разработанных и выпускаемых фирмой Intel. Они оказались настолько удачными, что тиражирование многих из них (с некоторыми технологическими усовершенствованиями) продолжается и поныне. Устойчивый спрос на эти контроллеры определяется тем, что сотни тысяч разработчиков привыкли к ним, наработали огромный объем программного обеспечения, обзавелись парком отладочных и кросс-средств. Во многих случаях новая разработка не требует замены микроконтроллера на что-то кардинально новое, в связи с чем целесообразнее выполнить ее на том, что уже знакомо и обеспечено средствами поддержки, а не тратить силы и средства на переход к иной элементной базе.

По этой причине Intel регулярно усовершенствовала свои контроллеры, чтобы расширить круг решаемых с их использованием задач. Более того, к подобному усовершенствованию присоединились фирмы, не имевшие отношения к первоначальной разработке. Так, сегодня совместимые с этим семейством микроконтроллеры выпускают фирмы Philips, Siemens, Dallas Semiconductor, Atmel, OKI и некоторые менее известные производители, в том числе и ряд предприятий на территории бывшего СССР. Все контроллеры имеют одинаковые набор команд и базовую архитектуру, как правило, совместимы по «цоколевке» и имеют схожие алгоритмы программирования.

Однако есть и существенные различия в наборе дополнительных регистров и аппаратных средств. Так, микроконтроллеры фирмы Dallas Semiconductor имеют два регистра DPTR и механизм их переключения, изделия Philips — АЦП повышенной разрядности, у контроллеров Siemens на кристалле нередко расположена внешняя память, адресуемая командами MOVX, и т. д. Со многими из этих особенностей автор планирует познакомить читателей в последующих статьях.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ПРОГРАММАТОРА

Ввиду того что прибор состоит из большого числа одинаковых узлов, не будем приводить целиком его принципиальную схему. Ограничимся лишь описанием схем и работы его основных блоков, а также порядка взаимодействия их друг с другом.

Uniprog подключают к порту принтера LPT1 компьютера. Необходимые для программирования данные поступают в блок регистров прибора, выполненный на микросхемах KP580BB55A. Все порты этих микросхем (за исключением одного, о котором будет сказано ниже) настраиваются на вывод. Выходы одних регистров соединены с управляющими входами многофункционального коммутатора, других — с аналогичными входами источников постоянного напряжения. Выходы коммутатора и источников соединяются в нужном порядке с выводами программируемой микросхемы. Таким образом, имеется возможность по командам компьютера формировать на этих выводах любые необходимые для программирования последовательности уровней напряжения.

Принципиальная схема узла связи блока регистров с компьютером показана на рис. 1 (позиционные обозначения элементов на этой и последующих схемах условны). Для обеспечения нужного порядка обмена данными многие цепи LPT1 использованы нестандартно. Исключение составляют DATA1—DATA8, по которым через формирователь DD2 коды из компьютера поступают на шину данных блока регистров (цепи D0—D7). В какой именно порт и какой микросхемы KP580BB55A будет записана эта информация, зависит от кода, предварительно занесенного в регистр адреса DD5. Выходы двух младших разрядов этого регистра соединены с входами A0 и A1 микросхем KP580BB55A, а каждый из старших — с входом CS одной из них. Сигнал записи в DD5 подается по цепи AUTOFD, а в порты KP580BB55A — по цепи INIT.

Входы порта KP580BB55A, настроенного на ввод, соединены с шиной данных программируемой микросхемы, что позволяет прочитать записанный в нее код и сравнить его с требуемым. Цепи DATA1—DATA8 однонаправлены и не могут быть использованы для чтения. Поэтому компьютер читает байт, выведенный на шину данных блока регистров под воздействием сигнала SLCTIN, в два приема по четыре разряда. С помощью мультиплексора DD1, управляемого сигналом STROBE, они поочередно подключаются к цепям SLCT, PE, ACKNLG и BUSY, по которым компьютер обычно получает сигналы состояния принтера.

Аналогичным образом через буферный элемент DD6 можно прочитать и состояние восьми младших разрядов шины адреса программируемой микросхемы. Это бывает необходимо, если она имеет 16-разрядную шину данных либо мультиплексированную шину адреса/данных. Работа DD6 разрешается записью логического 0 во второй разряд DD5.

Многофункциональный коммутатор состоит из узлов двух типов. Для управ-

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПРОГРАММАТОР UNIPROG

А. ЖАРОВ, г. Москва

Подключив программатор Uniprog к IBM-совместимому компьютеру через разъем принтера, можно заносить данные не только в обычные ПЗУ или память программ микроконтроллеров, но и в микросхемы программируемых логических матриц (ПЛМ). Программное обеспечение (оно названо Uniprog Plus) построено по принципу открытой архитектуры. Владея языком Си и применяя встроенные функции ядра Uniprog Plus, можно дополнить его своими собственными программирующими или тестирующими модулями.

ления шиной данных программируемой микросхемы имеется восемь коммутаторов, собранных по схеме, изображенной на рис.2, а. При нулевом уровне не входе УПР1 в зависимости от сигнала УПР2 на соответствующий разряд шины данных с выхода коммутатора подается напряжение одного из логических ТТЛ-уровней. Однако когда на входы УПР1 и УПР2 подана логическая 1, коммутируемая цепь через открывшийся транзистор VT1 соединяется с программируемым источником постоянного напряжения Е. Диод VD2, закрываясь при значении Е, меньшем напряжения питания +5 В, защищает транзистор VT1 от протекания тока в обратном направлении. В свою очередь, диод VD1 защищает цепь СЧИТЫВАНИЕ от напряжений, больших 5 В. В узле применен мощный транзистор КТ973А, способный пропустить импульсный ток до 1 А, что необходимо, например, для программирования микросхем серий К556, К1556.

Для управления шиной адреса и большинством других выводов программируемой микросхемы таких больших токов не требуется. Поэтому узел их коммутации (всего таких узлов — 20) несколько проще (рис. 2, б). Если на входы УПР1 и УПР2 одновременно подать напряжения с уровнем логического 0, откроются и VT1, и внутренний выходной транзистор элемента D1.2, но резистор R3 ограничит ток и не допустит повреждения транзисторов. Цепи СЧИТЫВАНИЕ с элементами VD1 и R4 имеются только в коммутаторах восьми младших разрядов шины адреса.

Четыре программируемых источника напряжений Е1—Е4 собраны по схеме, изображенной на рис. 3. Напряжение Е1 через коммутаторы поступает на шины адреса и данных, остальные три можно подать на любые другие выводы программируемой микросхемы, в том числе и на вывод питания.

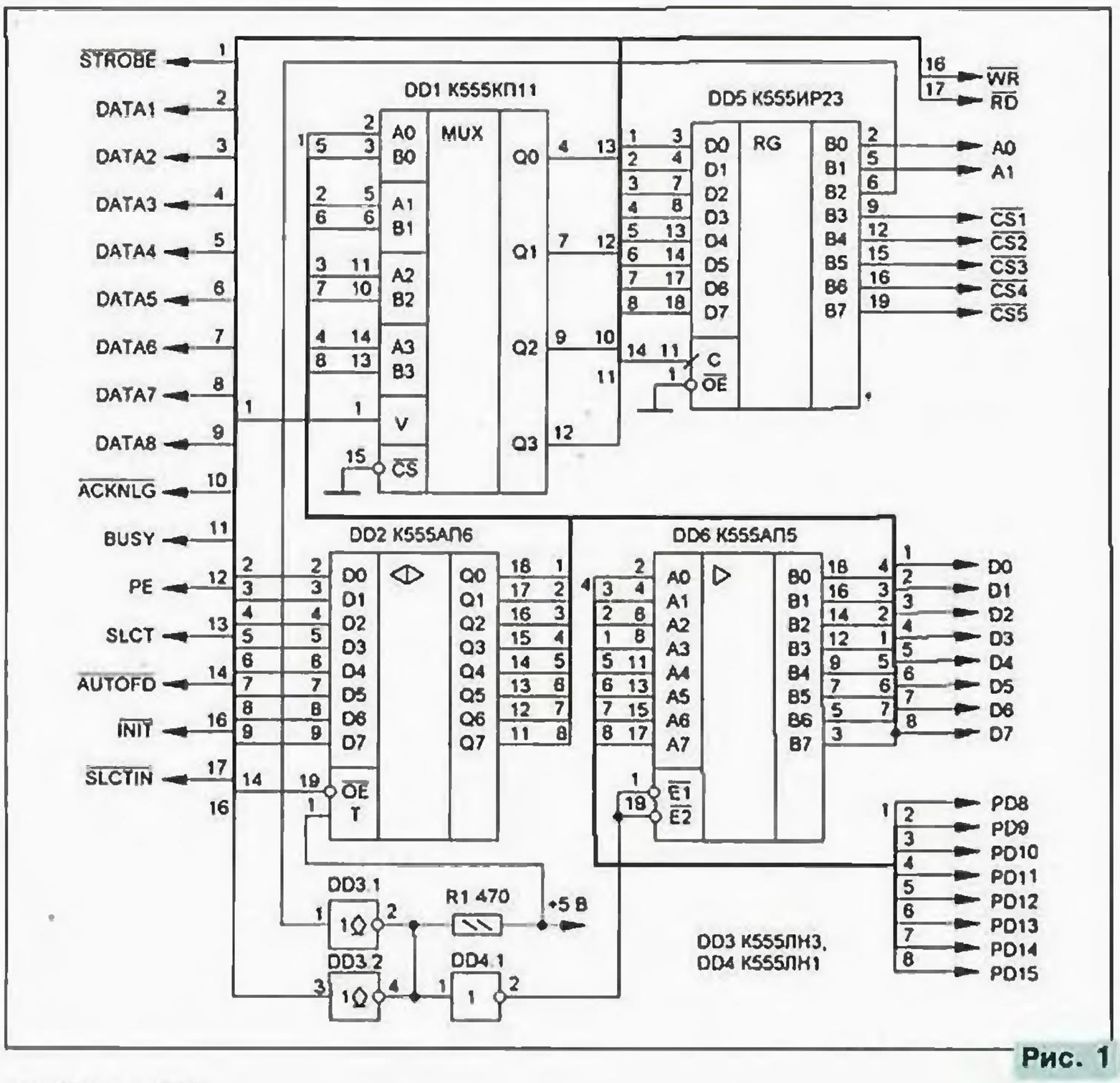


Рис. 1

Цифро-аналоговым преобразователем (ЦАП) на микросхеме DD2, включенной нестандартно, управляет код, поступающий из блока регистров. Сигнал УПР2 включает и выключает ЦАП, а УПР1 подключает к его выходу конденсатор С1, обеспечивающий плавное нарастание выходного напряжения после включения ЦАП или скачкообразного изменения кода (иногда это необходимо для правильного программирования). Источник образцового (опорного) напряжения и напряжения питания на стабилитронах VD1 и VD2 — общий для всех ЦАПов.

Напряжение от ЦАПа поступает на выход источника через усилитель мощности, выполненный на ОУ DA1 и транзисторах VT1—VT3. Последние должны иметь граничную частоту не менее 20 МГц, что необходимо для нормального функционирования обратной связи (а значит, стабильности выходного напряжения) в условиях переменной нагрузки, возникающей при работе с некоторыми микросхемами. Например, значения тока, потребляемого микросхемами ППЗУ серии К556, существенно различаются при чтении ячеек, в которые записаны коды 0xFF и 0x00.

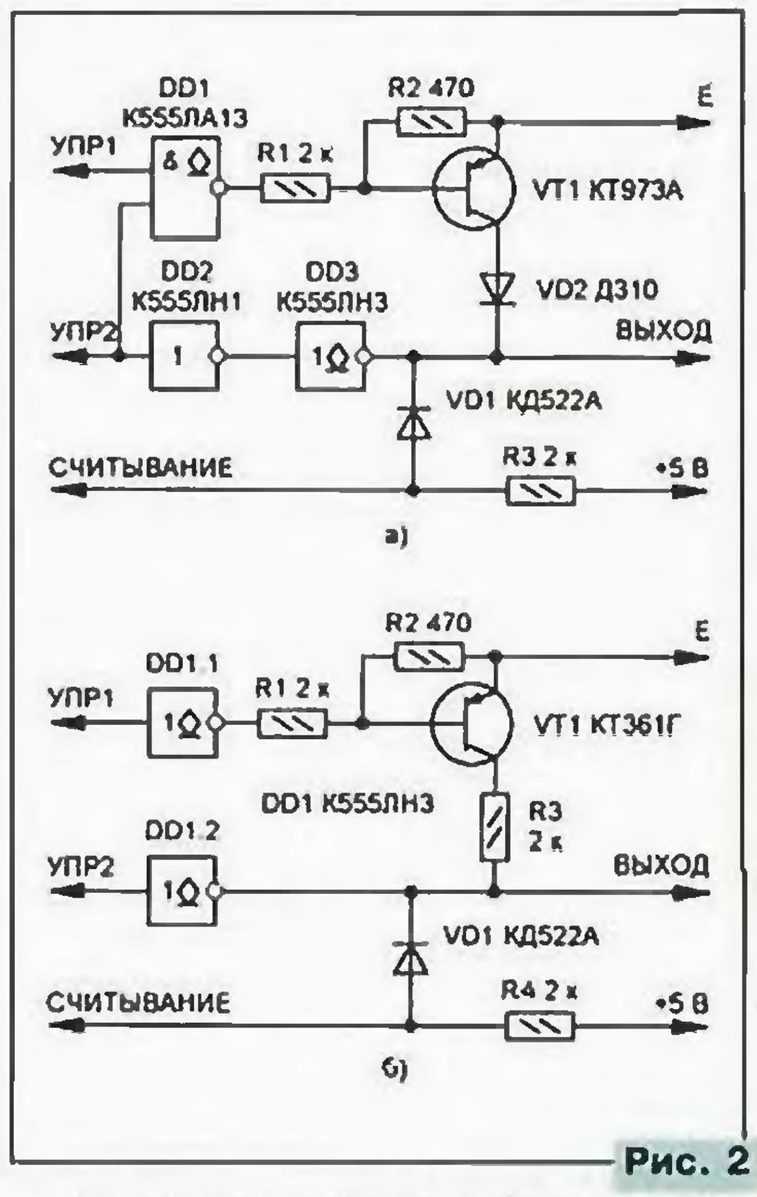


Рис. 2

На плате прибора предусмотрены посадочные места под панели для программируемых микросхем серий К556, К1556, 27xx, 28xx, 29xx, 8748 и 8749, 8x5x, а также К155РЕ3. Контактные площадки в нужном порядке соединены с выходами коммутаторов и программируемых источников напряжения. Имеется также кварцевый резонатор, подключенный к панелям тех микроконтроллеров, при программировании которых он необходим.

Некоторые микросхемы, не названные выше, тоже можно «уложить» в имеющиеся панели, но рациональнее воспользоваться специально предусмотренным разъемом, на который выведены все нужные цепи. К нему можно подключить плату с панелью под любую микросхему, например, в корпусе PLCC.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Поставляемый с прибором пакет программ Uniprog Plus представляет собой систему программирования самых различных микросхем ПЗУ, ПЛМ и т. д. Это открытая система: функции, отвечающие за обслуживание микросхем конкретного типа, реализуются внешними загружаемыми модулями. Для каждой из них обеспечивается выполнение всех операций установки режимов программирования и собственно программирования, предусмотренных в соответствующем модуле, а также набор операций контроля.

В настоящее время в составе Uniprog Plus имеются следующие модули:
ROM.ED — редактор ПЗУ;
PAL.ED — редактор ПЛМ;
27XX.PRG — программирование УФ РПЗУ серий 27xx, 573, К573;
2728.ADT — автоматическое определение типа микросхем серий 27xx, 28xx, 29xx;
RTXX.PRG — программирование ППЗУ с плавкими перемычками серий К556, КР556;
1556X.PRG — программирование ПЛМ серии К1556;
RT1.PRG — программирование ПЛМ серии К556;
VE4X.PRG — программирование микроконтроллеров серий 874x;
VE51.PRG — программирование микроконтроллеров серий 875x, КР1816, КР1830, 89xx;
28XX.PRG — программирование микросхем FLASH-памяти серий 28xx, 29xx;
TEST.PRG — тестирование платы программатора.

В стадии разработки находятся модули программирования микроконтроллеров PIC, последовательных (битных) ППЗУ и проверки микросхем ОЗУ.

В комплект Uniprog Plus входит пакет программ Uniprog Developer's Kit (подробнее о нем рассказывается далее), позволяющий самостоятельно создавать новые программирующие модули. Кроме того, к Uniprog Plus можно подключить любые определяемые пользователем программы-конвертеры, преобразующие различные формы представления образа ПЗУ в вид, необходимый для программирования.

Экранный вариант программы Uniprog Plus выполняет следующие операции:
— **работа с файлами**: создание/загрузка/сохранение буфера редактирования, открытие/компиляция файла конвертером и т.д.;

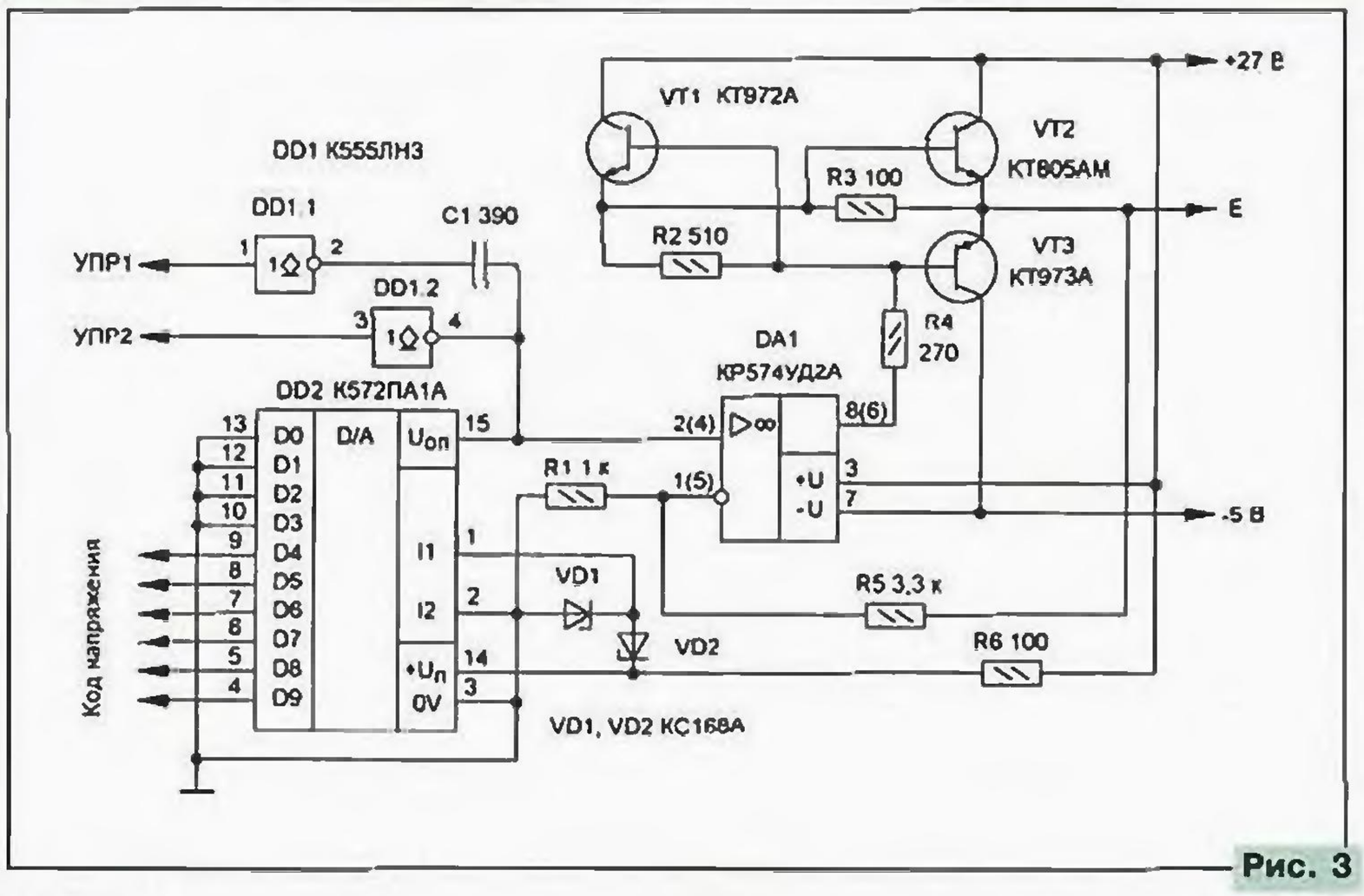


Рис. 3

— **редактирование**: отмена последнего изменения, начало/конец/снятие выделения, операции с «записной книжкой», заполнение блока значением, логические операции, поиск, различные переходы. Просмотр и редактирование содержимого буфера программирования. Данные могут быть представлены по выбору в виде массива четырехразрядных тетрад (младших и старших половин байта), байтов, слов или двойных слов. Каждый элемент массива изображается соответствующим символом кода ASCII и двоичным, восьмиричным, десятичным либо шестнадцатиричным числом. При работе с ПЛМ содержимое буфера программирования представляется набором матриц И, ИЛИ, НЕ;
— **выбор типа ПЗУ**: тип выбирается из экранного меню. Номенклатура программируемых микросхем соответствует заданной в конфигурационном файле. Функция Autodetect пытается определить тип ПЗУ автоматически;
— **действия с ПЗУ**: программирование, разные проверки (на чистоту, возможность допрограммирования, совпадение с содержимым буфера), стирание/запись бита защиты и т. д.;
— **настройка режимов и конвертеров**: установка режимов программирования, настройка оболочки Uniprog Plus, подключение/редактирование конвертеров. Режимы устанавливают в диалоге, полностью зависящем от конкретного модуля программирования, например, для УФ ППЗУ серии 27xxx имеется 18 различных вариантов. При необходимости можно включить или выключить контроль записи и дать произвольные значения всем переменным алгоритма программирования;
— **операции с окнами**: перемещение, масштабирование, раскрытие, восстановление, переход к следующему, закрытие, разложить/выстроить окна;
— **разные операции**: калькулятор, вызов внешних утилит, информация об Uniprog Plus.

Версия программы, параметры которой задаются в командной строке DOS, выполняет те же функции, что и экранная, за исключением интерактивных (просмотра и редактирования данных) и модификации буфера программирования. Она может быть полезна при постоянной работе с ПЗУ одного и того же типа, позволяя обойти утомительные операции ручной установки режимов при каждом запуске программы.



Рис. 4

ПАКЕТ UNIPROG DEVELOPER'S KIT

Как говорилось выше, пользователь имеет возможность создавать и подключать к Uniprog Plus собственные модули программирования и тестирования микросхем, редактирования данных для программирования, автоматического определения типа микросхемы и конфигурационные файлы. В этом ему поможет Uniprog Developer's Kit. Подробное

описание всех возможностей этого пакета потребовало бы слишком много места. Поэтому очень кратко остановимся лишь на общих принципах.

На рис. 4 показано взаимодействие ядра программы Uniprog Plus с модулями, подготовленными пользователем. Внутри ядра находятся основные интерфейсы, взаимодействующие с внешними (по отношению к нему) модулями и файлами данных, и другие неизменяемые части программы, обеспечивающие ее функционирование.

Модуль «Программирование» — собственно программа записи данных в микросхему, их чтения, сравнения и т. д., — реализует соответствующие временные диаграммы с учетом всевозможных параметров этих процессов. Пользователь может разработать собственный модуль для нужной ему микросхемы, не вникая в конкретное устройство программатора и пользуясь только логическими понятиями шины данных, шины адреса, управляющих сигналов. Для этого в ядре Uniprog Plus имеется ряд стандартных функций, к которым можно обращаться из любого модуля.

Модуль «Редактор» служит для отображения на экране монитора содержимого буфера программирования с данными, предназначенными для занесения в ПЗУ или прочитанными из него. Чаще всего бывает достаточно поставляемых с программатором бинарного редактора для ПЗУ с линейной структурой и редактора ПЛМ для логических матриц. Но если требуется создать на экране образ ПЗУ в каком-либо необычном виде, придется написать собственный редактор. Задача эта сложная, но выполнимая. Uniprog Developer's Kit предоставляет такую возможность.

Доступен пользователю и модуль «Автоопределение», по многим причинам отделенный от модуля «Программирование». А в модуль «Подсказка» можно поместить справочные данные, относящиеся к модулям собственной разработки.

Информация, необходимая для связи всех модулей с ядром программы и относящаяся к конкретным типам программируемых микросхем, находится в конфигурационном файле, который пользователь может дополнять и редактировать. В дополнительном конфигурационном файле автоматически фиксируются данные о настройках программы, сделанных уже во время работы с ней.

Тип ПЗУ задается пользователем вручную или определяется с помощью модуля «Автоопределение». После этого программа выбирает модули «Редактор» и «Программирование», нужные для работы с ПЗУ этого типа, и передает им из конфигурационного файла необходимые параметры. «Редактор» через ядро Uniprog Plus выдает образ ПЗУ на экран монитора и позволяет редактировать его, пользуясь клавиатурой и «мышью». Модуль «Программирование» через ядро управляет программатором, обеспечивая выполнение всех необходимых операций.

В заключение необходимо отметить, что программа Uniprog Plus бурно развивается как в сторону увеличения числа поставляемых с ней программирующих модулей, так и в сторону упрощения их самостоятельной разработки за счет «интеллектуализации» пакета Uniprog Developer's Kit.

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Программатор UniProg (для всех видов ПЗУ, ПЛМ и т. д.), печатную плату для его самостоятельного изготовления, программы и др. можно приобрести в фирме «МикроАрт» (тел.: 189-28-01, 180-85-98), на Митинском радиорынке (место № 4) или заказать по почте (123022, Москва, а/я 76). Также высылаем конвертеры SVGA-PAL, микро-АТС и др., книги по компьютерной тематике: «Железо IBM 98», «Вопросы и ответы по С и С++» и др. Для получения каталога и реквизитов в письмо вложите конверт с вашим адресом.

НПФ "РАДИО – СЕРВИС"

Снабжение предприятий изделиями электронной техники и электротехнической продукцией

НПФ "Радио-Сервис" имеет честь предложить вашему вниманию свою новую разработку – ***электронный цифровой термометр "Термэл"***.

Предназначен для измерения температуры – газов, жидкостей, твердых, пластичных и сыпучих сред. Термометры "Термэл" прошли государственные испытания, внесены в Государственный реестр средств измерения за №16365-97 и допущены к применению. Термометр может быть использован взамен ртутных и других стеклянных термометров. При этом термометр "ТЕРМЭЛ" выдерживает вибрацию до 2g и удар до 10g. Термометры для применения в сферах распространения государственного метрологического контроля, по заявке заказчика, могут поставлятся с проверкой органами государственной метрологической службы.



Наиболее перспективные области применения электронного цифрового термометра "Термэл":

✓ При научных исследованиях – где необходима ***высокая точность измерения температуры,***

✓ В технологических процессах различных отраслей промышленности – таких как нефтеперерабатывающие заводы, газовые компании, буровые установки. Везде, где требуется ***неприхотливый, выдерживающий удары и вибрацию*** термометр.

✓ В сельском хозяйстве, на зерноперерабатывающих заводах, мясо и молочных комбинатах. Там, где необходимо использовать ***"Экологически чистые" приборы измерения температур***.

✓ Параметры прибора не есть что-то незыблемое. Мы способны учесть все Ваши пожелания и видоизменить прибор для полного соответствия Вашим задачам.

Научно – производственная фирма "Радио-Сервис":

Это производство радиоэлектронных приборов и печатных плат любой конфигурации по Вашему заказу и по разумным ценам и снабжение предприятий изделиями электронной техники.

"Радио-Сервис" сегодня – это тысячи клиентов по всей стране, надежные и стабильные поставки.

По всем вопросам обращайтесь

НПФ "РАДИО – СЕРВИС"
МЫ ИЗБАВИМ ВАС ОТ ЗАБОТ!

✉	426075 г. Ижевск, а/я 1636
✈	г. Ижевск, ул. Камбарская, 17
☎	(3412) 37-56-25, 37-76-36
Факс	(3412) 37-82-91, 37-81-96
телетайп	209755 RADIO AT
Telex	914027 RADIO RU
E-mail:	postmaster@radio.udmurtia.su
Sov-mail:	Radio.service

ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ

«ПРОСТОЙ ЦИФРОВОЙ МЕГОММЕТР»

В статье С. Бирюкова с таким названием («Радио», 1996, № 7, с. 32, 33) описан измеритель сопротивлений с верхним пределом 2 ГОм, нижним — 200 Ом (разрешающая способность — 0,1 Ом). Многие радиолюбители в своих письмах просят рассказать о возможности расширения диапазона измерений в сторону малых сопротивлений, например, вводом пределов 20 и 2 Ом. О таком широкодиапазонном омметре и рассказывает автор.

Казалось бы, все очень просто — достаточно добавить два предела измерения в переключателе SA1, ввести дополнительные эталонные и токозадающие резисторы в 10 и 100 раз меньше по сопротивлению, нежели для предела 200 Ом, — и можно измерять сопротивления величиной до долей ома. Однако сопротивление соединительных проводов, а также нестабильность сопротивления контактов переключателей и зажимов для подключения измеряемых резисторов не позволят реализовать необходимую точность.

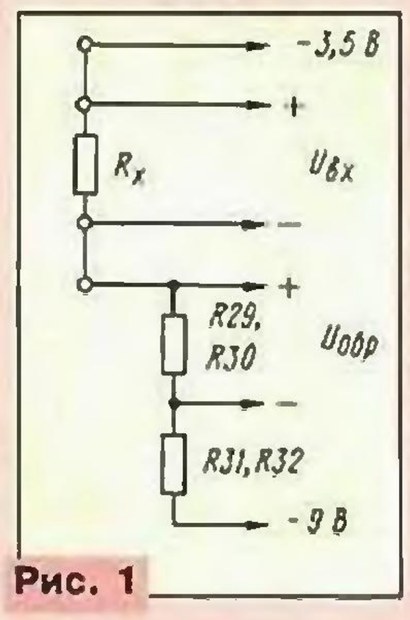


Рис. 1

Здесь поможет четырехпроводный метод измерения сопротивления (рис. 1). Через проверяемый резистор и одну пару зажимов пропускается относительно стабильный ток, задаваемый источником питания и одним из резисторов R31, R32. Падение напряжения на измеряемом сопротивлении снимается второй парой зажимов и подается на измерительный вход АЦП. При такой схеме измерений падение напряжения на контактах переключателей, зажимах и проводах не влияет на результат. Кроме того, не оказывает влияния и точность задания тока в цепи, поскольку АЦП измеряет отношение напряжений на контролируемом сопротивлении и образцовом (одном из резисторов R29, R30).

Схема коммутации цепей омметра приведена на рис. 2, нумерация вновь введенных элементов продолжает прежнюю. Измерительные цепи (см. рис.1) питаются от разности напряжений батареи питания и внутреннего стабилизатора микросхемы АЦП КР572ПВ5 (–3 В). Нагрузочная способность этого стабилизатора для вытекающего тока увеличена за счет подключения к его выходу эмиттерного повторителя на транзисторе VT1.

Дополнительная секция SA1.4 исключает суммирование сопротивления контактов переключателя и эталонных резисторов R29, R30.

Резисторы R2 и R33 шунтируют гнезда 1 и 4, 5 и 3 соответственно. Это никак не отражается на точности, поскольку их сопротивление намного больше, чем контактов и проводов, но существенно упрощает коммутацию.

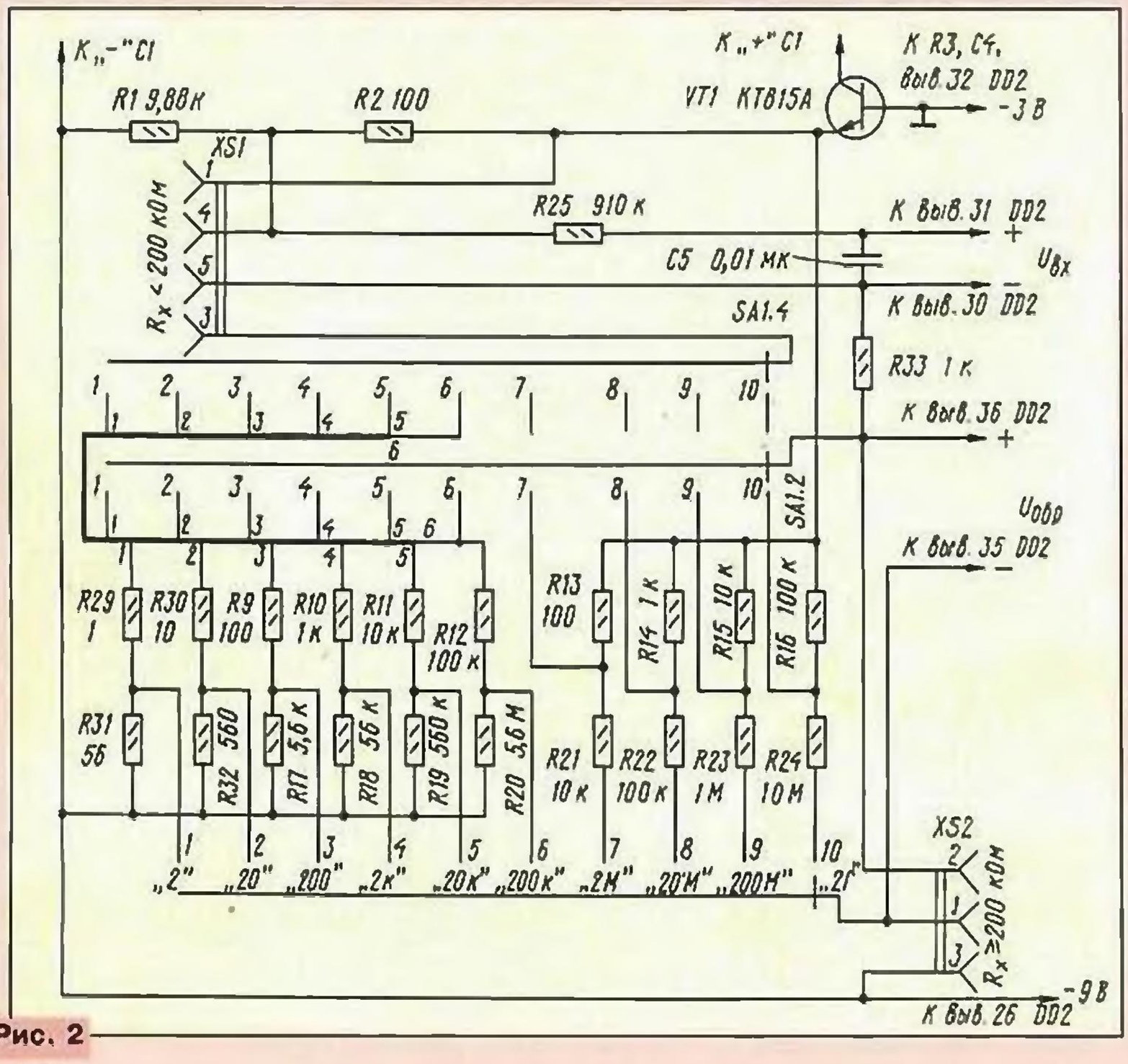


Рис. 2

Соединение контакта 2 розетки XS2 со входом $+U_{обр}$ АЦП и расположение его между контактами 1, 4 и 5, 3 способствует уменьшению влияния токов утечки разъема на точность измерения на высокоомных пределах.

Как указывалось в основной статье, эталонные резисторы, работающие на пределах менее 200 кОм, полезно уменьшить на 0,1...0,2 % относительно величин, указанных на схеме. Для этого параллельно резисторам R29 и R30 (их допуск должен быть не хуже 0,1...0,2 %) следует подключить резисторы сопротивлением 750 Ом и 7,5 кОм соответственно.

В конструкции переключатель SA1 применен типа ПГ2-8-12П4Н. Транзистор VT1 — любой структуры n-p-n, с мощностью рассеяния не менее 350 мВт и коэффициентом передачи тока базы $h_{21э}$ не менее 100 при токе коллектора 100 мА.

В связи с тем что на низкоомных пределах потребление тока велико (до 100 мА), для омметра целесообразно изготовить сетевой стабилизированный источник питания напряжением 9...10 В. Можно воспользоваться адаптером на напряжение 12 В и ток до 300 мА, дополнив его стабилизатором на микросхеме КР142ЕН8А (или КР142ЕН8Г). Для устойчивости ее работы параллельно выходу следует подключить керамический конденсатор емкостью 1 мкФ, расположив его рядом с микросхемой.

Рекомендации по выбору элементов, рисунку печатной платы, конструктивному оформлению, налаживанию — те же, что и для описанного ранее варианта прибора. В качестве XS1 и XS2 можно использовать стандартные низкочастотные разъемы ОНЦ-ВГ, имеющие соответствующее число гнезд. К четырем контактам ответной вилки следует подпаять разноцветные провода с зажимами "крокодил" на концах.

При измерении на пределах 2; 20 и 200 Ом вилку разъема измерительного кабеля включают в розетку XS1 и контролируемый резистор подключают к измерителю четырьмя зажимами (1 и 4 — к одному выводу, 5 и 3 – к другому). На пределах 2; 20 и 200 кОм можно использовать два зажима, подключенных к контактам 4 и 5. На пределах 2 МОм – 2 ГОм вилку переключают в розетку XS2 и используют зажимы, подключенные к контактам 1 и 3. Источник питания лучше включать после подсоединения контролируемого резистора — это уменьшит время установления показаний.

Повысить удобство пользования прибором можно, изготовив зажимы с изолированными губками. Для этого у одной из губок «крокодила» спилить зубья и на их место напаять пластинку из двустороннего фольгированного стеклотекстолита. Роль одного из зажимов будет выполнять губка, оставшаяся с зубьями, роль второго — поверхность пластинки. Оставшиеся зубья следует подровнять так, чтобы при измерениях они не касались вставки. Такими зажимами можно пользоваться на всех пределах измерений.

При использовании сетевого питания в приборах с микросхемами КМОП, к которым относится и КР572ПВ5, следует защищать от статического электричества те входы микросхем, к которым возможно подключение внешних элементов в процессе эксплуатации. В данном омметре это выводы 30, 31, 35 и 36 микросхемы. Проще всего это сделать так, как защищены входы 30 и 31 в ранее описанном автором мультиметре ("Радио", 1996, №5, с. 34, рис. 3) — с помощью резисторов 510 кОм для входов 30 и 31 и 51 кОм для входов 35 и 36 и конденсаторов 0,01 мкФ, подключаемых к каждому защищаемому входу. Элементы R25, C5 при этом не устанавливают. ■

«В ПОМОЩЬ РАДИОКРУЖКУ» — ВЕДЕТ Б. С. ИВАНОВ

РЕТРО: ПРОСТЫЕ ПРОБНИКИ, ПРИСТАВКИ, ИЗМЕРИТЕЛИ

Как проверить транзистор...

Для проверки работоспособности транзисторов можно воспользоваться радиотрансляционной сетью, собрав для этого приставку, схема которой приведена на рис. 8. Проверяемый транзистор VT и показанные на схеме детали образуют усили-

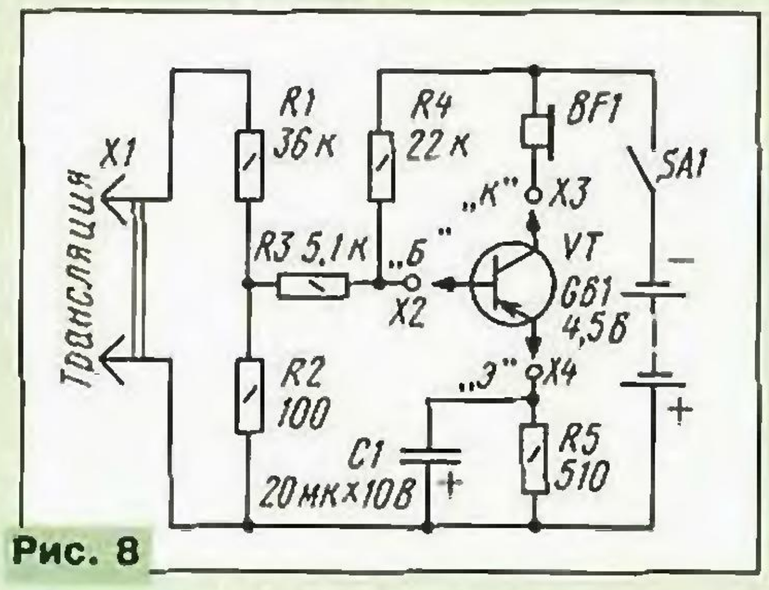


Рис. 8

тель, на вход которого поступает сильно ослабленное делителем R1R2 напряжение сигнала ЗЧ радиотрансляционной сети. Если напряжение сети 30 В, на резисторе R2 будет всего 0,08 В, а на базе транзистора — еще меньше. При исправном транзисторе в телефонах BF1 будет слышен громкий звук. По нему, правда, грубо, судят об усилительных свойствах транзистора. При проверке транзисторов структуры n-p-n нужно поменять местами подключение выводов батареи GB1 и конденсатора C1.

В качестве звукового индикатора BF1 лучше использовать телефонный капсюль ДЭМШ, ДЭМ-4М или малогабаритную динамическую головку (например, 0,1ГД-3 или 0,1ГД-6), но включать ее следует через выходной трансформатор от малогабаритного приемника. Его первичную обмотку (с большим числом витков) включают в цепь коллектора, а к вторичной подключают головку.

Все резисторы — МЛТ-0,25, конденсатор C1 — К50-6, источник питания — батарея 3336.

В другом пробнике (рис. 9) проверяемый транзистор работает в режиме генерации и в головных телефонах BF1 слышен звук определенного тона. При неисправном транзисторе звука не будет.

Телефоны высокоомные (ТОН-1, ТОН-2), резисторы — МЛТ-0,25, конденсаторы C1, C2 — БМ, МБМ, C3 — К50-6, разъем X1 — двухгнездная колодка. Зажимы X2–X4 для подключения транзистора — любой конструкции, батарея питания — 3336. Как и в предыдущем случае, при необходимости проверить транзисторы структуры n-p-n следует поменять местами подключение выводов батареи и оксидного конденсатора.

Для проверки транзисторов обеих структур (p-n-p и n-p-n) пригоден прибор, схема которого приведена на рис. 10. Если оба транзистора исправны, прибор превращается в несимметричный мультивибратор, работа которого контролируется по звуку в головных телефонах. При неисправном транзисторе звука не будет. Таким образом, для проверки транзисторов с помощью этого прибора нужно иметь по одному исправному транзистору каждой структуры, которые используются как образцовые.

В качестве телефонов используют капсюли ДЭМ-4М, ДЭМШ, микротелефон ТМ-2. Источник питания G1 — один из элементов 316, 332, 343 или 373. Выключателя питания в приборе нет — когда транзисторы не подключены, потребления тока от источника не будет.

Порядок работы с прибором такой. При проверке транзистора, например структуры p-n-p, его подключают к соответствующим зажимам прибора, а к другим зажимам — заведомо исправный транзистор другой структуры, n-p-n. После этого в

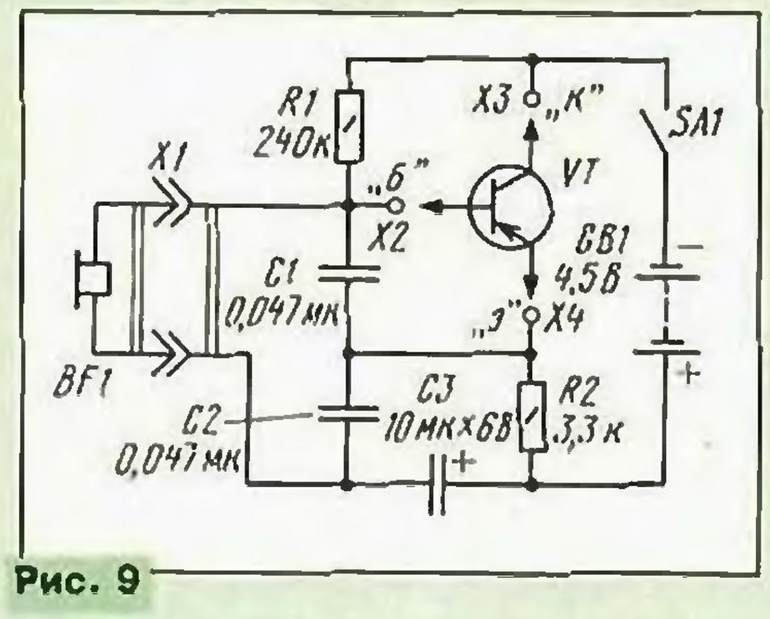


Рис. 9

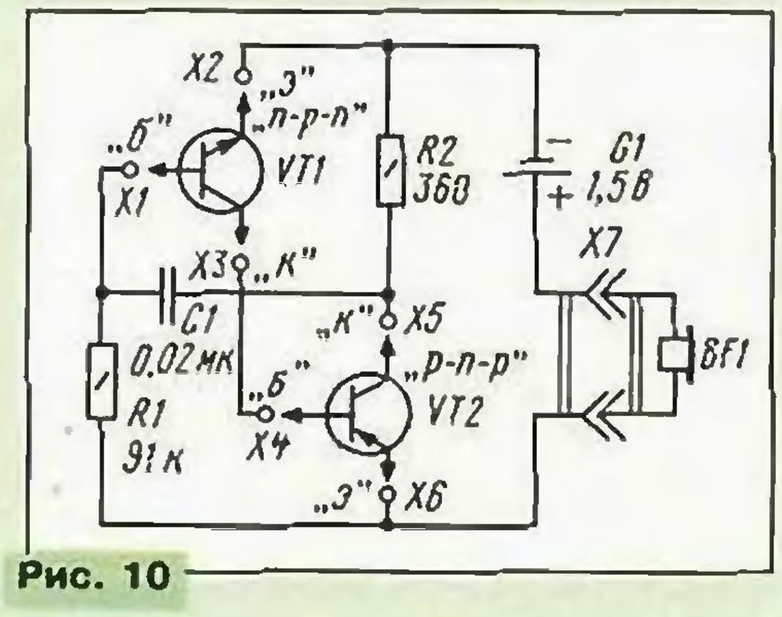


Рис. 10

двухгнездную колодку вставляют вилку телефона и контролируют работу мультивибратора.

Проверять маломощные транзисторы любой структуры можно также с помощью пробника (рис. 11), в котором проверяемый транзистор работает в паре с образцовым (заранее проверенным и специально подобранным для пробника), но другой структуры. Если, скажем, проверяют транзистор структуры p-n-p, его выводы вставляют в гнезда разъема X1, а в гнезда разъема X2 вставляют выводы образцового транзистора структуры n-p-n. Тогда получится генератор, вырабатывающий колебания звуковой частоты, — они слышны в головном телефоне BF1. Звук будет лишь в случае исправности проверяемого транзистора. Момент возникновения генерации зависит от положения движка переменного резистора R3 «Генерация».

Кроме двух исправных образцовых транзисторов разной структуры, для пробника понадобятся миниатюрный телефон ТМ-2А, источник питания G1 — элементы 316, 332, 343, 373, переменный резистор любого типа и постоянные резисторы МЛТ мощностью до 0,5 Вт. Разъемами могут быть панельки под транзисторы, гнезда или зажимы.

Коэффициент передачи проверяемого транзистора нетрудно определять по положению движка переменного резистора — чем в большем диапазоне его перемещения будет сохраняться звук в телефоне, тем большим коэффициентом передачи обладает транзистор.

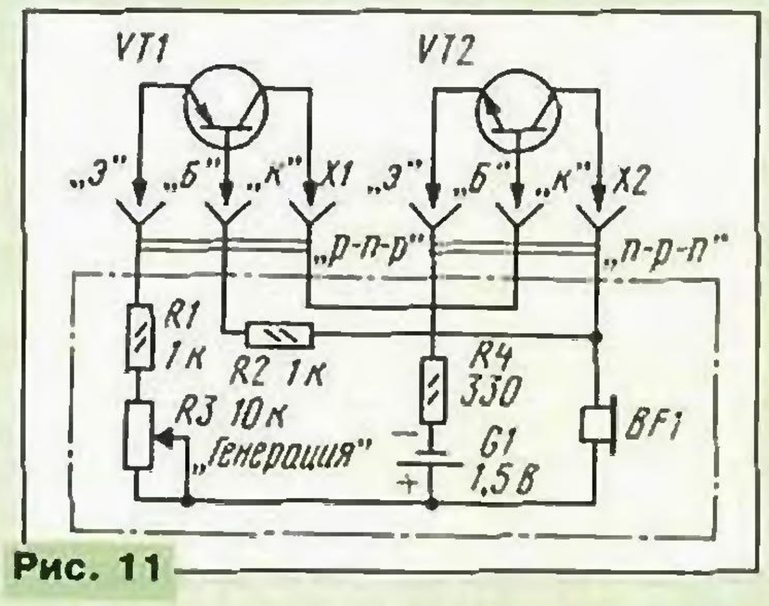


Рис. 11

... и измерить его параметры

Как и другие радиодетали, транзисторы имеют свои параметры, определяющие их использование в тех или иных устройствах. Но прежде чем ставить транзистор в конструкцию, его нужно проверить. Для проверки всех параметров транзистора потребуется сложный измерительный прибор. Сделать такой прибор в любительских условиях практически невозможно. Да он и не нужен: ведь для большинства конструкций достаточно знать лишь статический коэффициент передачи тока базы, а еще реже — обратный ток коллектора. Поэтому лучше обойтись простейшими приборами, измеряющими эти параметры.

Как можно судить о статическом коэффициенте передачи тока базы? Посмотрите на рис. 12. Транзистор подключен к источнику питания G1, и в цепи его базы протекает ток, который зависит от сопротивления резистора R1. Этот ток транзистор усиливает. Значение усиленного тока показывает стрелка миллиамперметра, включенного в цепи коллектора. Достаточно разделить значение тока коллектора на значение тока в цепи базы и вы узнаете статический коэффициент передачи тока.

Существуют два несколько различающихся коэффициента передачи тока — $h_{21э}$ и $h_{21э}$.

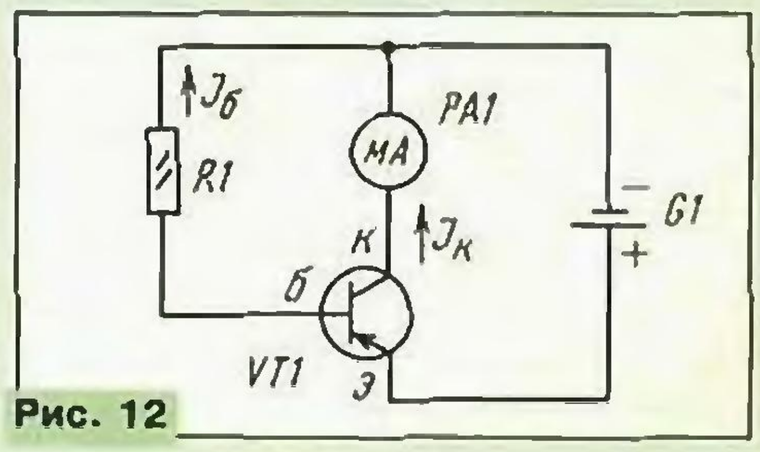


Рис. 12

Окончание.
Начало см. в «Радио», 1998, №2, с.42.

Первый называется динамическим коэффициентом передачи тока и показывает отношение приращения тока коллектора к вызвавшему его приращению тока базы. Измерять этот коэффициент в любительских условиях трудно, поэтому на практике чаще определяют второй коэффициент. Это — статический коэффициент передачи тока, показывающий отношение тока коллектора к данному току базы. При небольших токах коллектора оба коэффициента близки.

И еще о коэффициенте передачи тока. Он во многом зависит от тока коллектора. В некоторых измерительных приборах, схемы которых были опубликованы в популярной радиотехнической литературе прошлых лет, коэффициент передачи тока маломощных транзисторов измерялся при токе коллектора 20 и даже 30 мА. Это ошибочно. При таком токе усиление транзистора падает и прибор показывает заниженное значение коэффициента передачи тока. Вот почему иногда приходится слышать, что одни и те же транзисторы при проверке на разных приборах показывают коэффициенты передачи, отличающиеся вдвое и даже втрое. Показания любого измерителя будут близкими лишь в том случае, если максимальный ток коллектора при измерениях не превышает 5 мА. Такой предел принят в описываемых ниже простых конструкциях. В более сложных измерителях для транзистора устанавливают такой ток коллектора, при котором транзистор будет работать в конструкции, — он определит реальное значение коэффициента передачи.

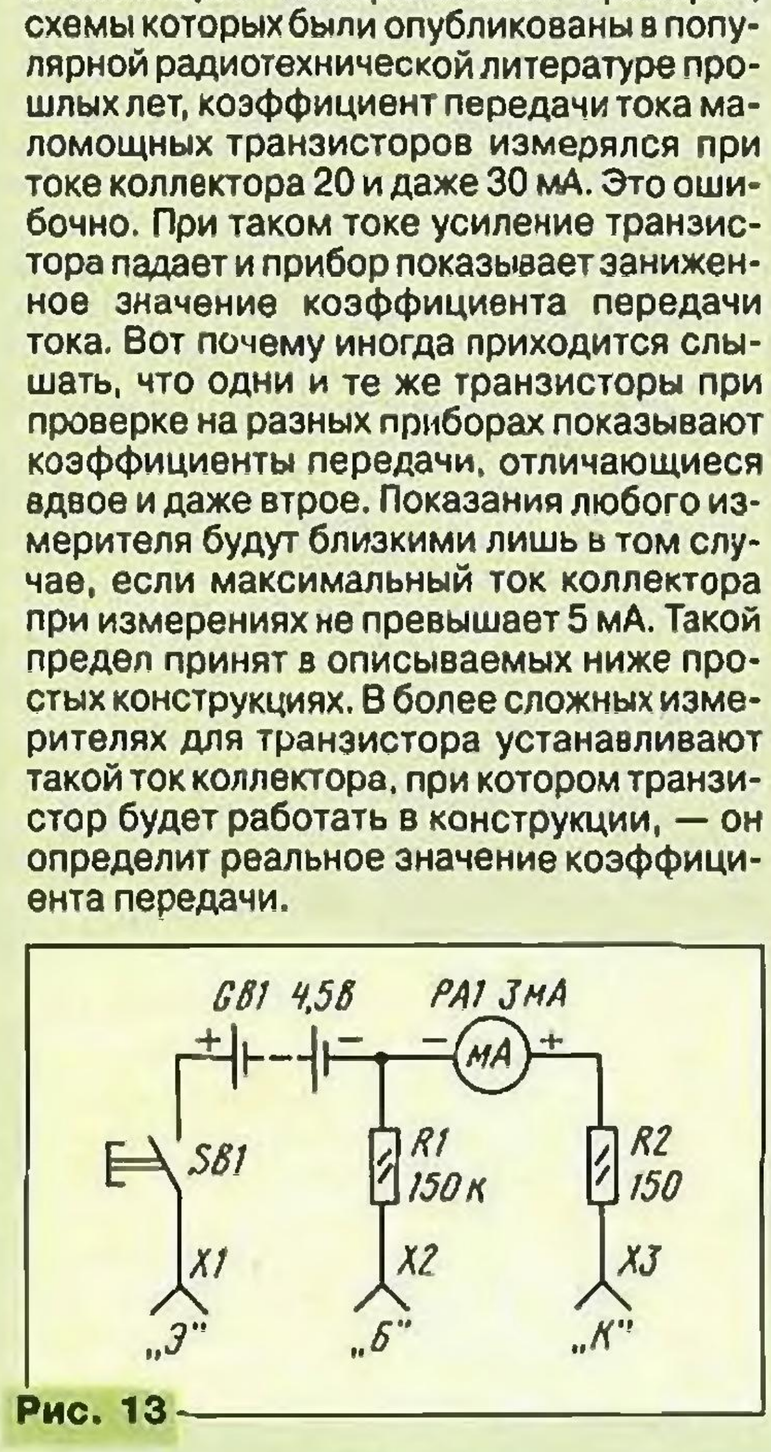


Рис. 13

На рис. 13 приведена простейшая схема практического прибора для проверки транзисторов структуры p-n-p. Работает прибор так. К зажимам (или гнездам) «Э», «Б», «К» подключают выводы транзистора (соответственно эмиттер, базу, коллектор). При нажатой кнопке SB1 на выводы транзистора подается питающее напряжение от батареи GB1. В цепи базы транзистора при этом начинает протекать небольшой ток. Его значение определяется в основном сопротивлением резистора R1 (поскольку сопротивление эмиттерного перехода транзистора мало по сравнению с сопротивлением резистора) и в данном случае выбрано равным 0,03 мА (30 микроампер). Усиленный транзистором ток регистрирует миллиамперметр PA1 в цепи коллектора. Шкалу миллиамперметра можно отградуировать непосредственно в значениях $h_{21э}$. Если в приборе использован миллиамперметр, рассчитанный на измерение тока до 3 мА (такой предел есть в авометре Ц20), тогда отклонение стрелки на конечное деление шкалы будет соответствовать коэффициенту передачи тока 100. Для миллиамперметров с другими токами отклонения стрелки на конечное деление шкалы это значение будет иным. Так, для миллиамперметра со шкалой на 5 мА предельное значение коэффициента передачи тока при указанном выше токе базы будет около 166.

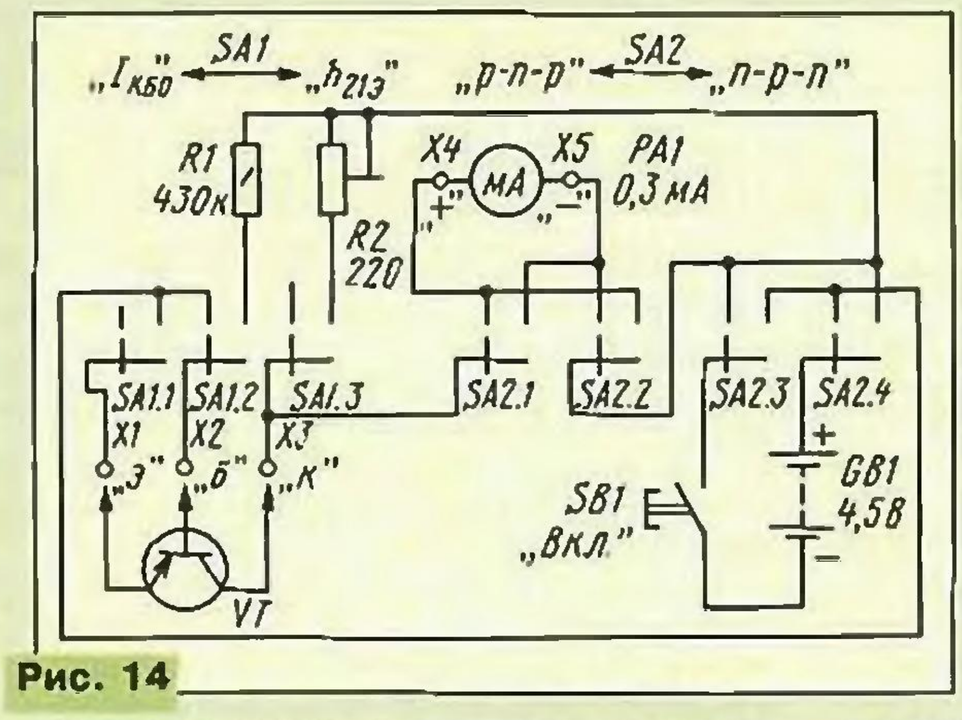


Рис. 14

Детали прибора совсем не обязательно располагать в футляре. Их можно быстро соединить друг с другом и проверить партию имеющихся у вас транзисторов. Резистор R2 предназначен для ограничения тока через миллиамперметр, если случайно попадется транзистор с пробитым переходом эмиттер – коллектор.

А как быть, если надо проверить транзисторы другой структуры — n-p-n? Тогда придется поменять местами выводы батареи питания и миллиамперметра.

Еще одна приставка к авометру — испытатель транзисторов (рис. 14), позволяющий измерить два параметра биполярных транзисторов малой мощности: $h_{21э}$ — статический коэффициент передачи тока базы, IКБО — обратный ток коллектора. Испытываемый транзистор VT подключают выводами к соответствующим зажимам «Э», «Б» и «К». В зависимости от структуры проверяемого транзистора переключатель SA2 устанавливают в положение «p-n-p» или «n-p-n». При этом изменяется полярность подключения источника питания, а также выводов индикатора PA1.

Как и в предыдущей приставке, в качестве индикатора используется авометр Ц20. При измерении коэффициента $h_{21э}$ (переключатель SA1 в правом по схеме положении) параллельно индикатору подключается через секцию SA1.3 резистор R2, в результате чего стрелка индикатора отклоняется до конечного деления шкалы уже при токе 3 мА. В этом же положении переключателя через секцию SA1.2 к выводу базы испытываемого транзистора подключается резистор R1, обеспечивающий ток базы 10 мкА. При этом шкала индикатора будет соответствовать коэффициенту $h_{21э}$=300 (3 мА:0,01 мА=300).

В левом по схеме положении переключателя SA1 база испытываемого транзистора VT соединяется с источником питания, а шунтирующий резистор R2 отключается от индикатора. Это положение соответствует измерению обратного тока коллектора, а шкала индикатора — току 300 мкА.

Все измерения проводят при нажатии кнопочного выключателя SB1.

Резистор R1 типа МЛТ-0,25, подстроечный резистор R2 любого типа. Переключатели — движковые, кнопочный выключатель — с самовозвратом (применима звонковая кнопка).

Зажимы для подключения транзистора– любые, важно лишь, чтобы они обеспечивали надежный контакт с выводами транзистора. Хорошо зарекомендовали себя самодельные зажимы (их можно применить и в других измерителях и пробниках), показанные на рис. 15. Зажим состоит из двух согнутых полосок пружинящей латуни или бронзы. В наружной 1 и внутренней 2 полосках просверлены отверстия под вывод транзистора. Внутренняя полоска необходима для увеличения надежности устройства и пружинящих свойств зажима. Полоски скрепляют друг с другом и прикрепляют к корпусу приставки винтами 3. Для крепления вывода транзистора нужно прижать верхнюю часть полосок до совмещения отверстий, вставить в отверстия вывод транзистора и отпустить полоски. Вывод транзистора будет надежно прижат к полоскам в трех точках.

Возможный вариант конструкции этой приставки показан на рис. 16. Верхняя панель изготовлена из изоляционного материала (гетинакс, текстолит), нижняя (на ней укреплена батарея питания GB1) и боковые стенки — из алюминия или другого листового металла.

Налаживание приставки сводится к установке резистором R2 заданного предела измерения, равного 3 мА. Для этого нужно установить переключатель SA1 в положение «$h_{21э}$» и, не подключая транзистор, включить между зажимами «Э» и «К» постоянный резистор сопротивлением 1,5 кОм

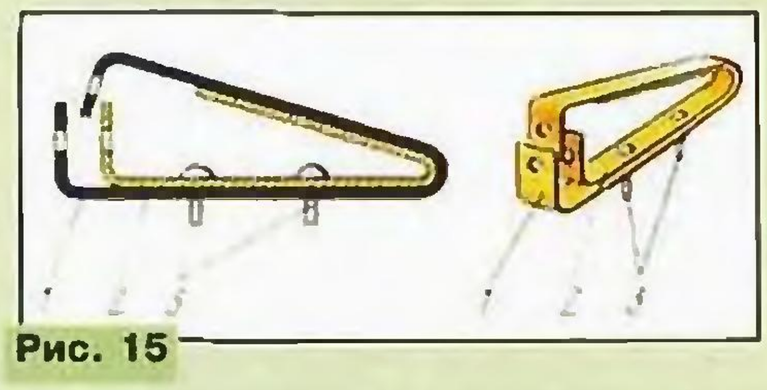


Рис. 15

(подобрать точно). Включив кнопочным выключателем питание, резистором R2 устанавливают стрелку индикатора PA1 на конечное деление шкалы.

Для проверки транзисторов с жесткими короткими выводами (например, серии КТ315) нужно вырезать из фольгированного материала небольшую планку и прорезать в фольге несколько канавок, чтобы получились три дорожки. Ширина дорожек и расстояние между ними должны соответствовать размерам выводов транзистора. К дорожкам подлаживают отрезки многожильного монтажного провода, которые при проверке транзистора подключают к соответствующим зажимам прибора. Выводы транзистора прикладывают к дорожкам и нажимают кнопку SB1 прибора.

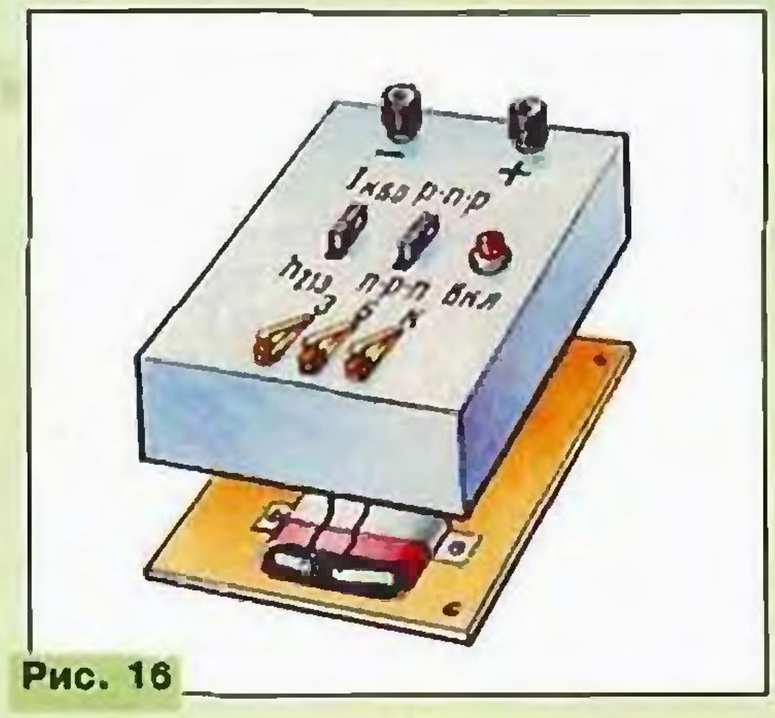


Рис. 16

Перед монтажом транзисторов средней и большой мощности тоже бывает нужно знать их статический коэффициент передачи тока, а иногда и обратный ток коллектора. Конечно, можно было бы ввести дополнительный переключатель в предыдущие приставки и проверять на них транзисторы повышенной мощности. Но подобная проверка требуется не часто, а дополнительная коммутация усложнила бы конструкции приставок. Поэтому проще изготовить еще одну приставку к авометру — только для проверки транзисторов повышенной мощности. Схема такой приставки показана на рис. 17.

Как и в предыдущих приставках, испытываемый транзистор VT подключают к зажимам «Э», «Б» и «К», а необходимую по-

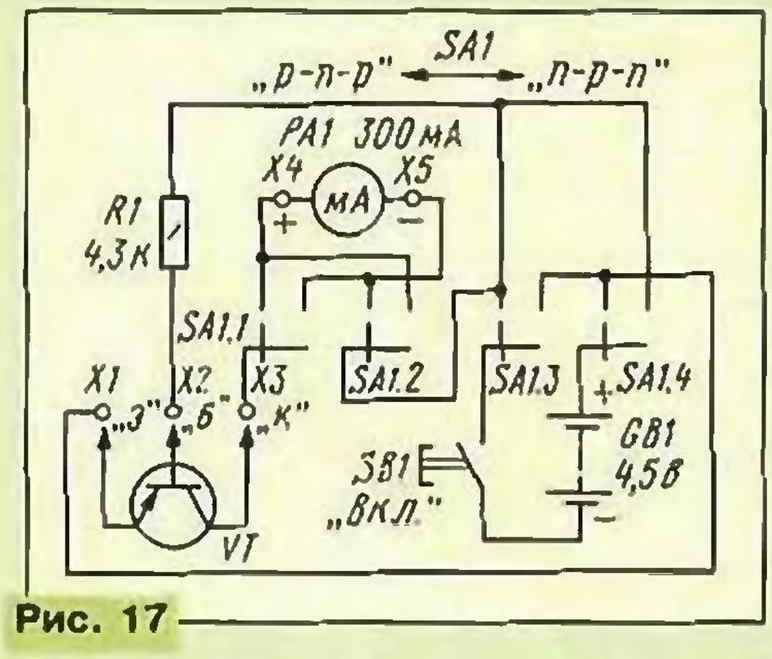


Рис. 17

лярность источника питания и включения индикатора PA1 для транзисторов разной структуры устанавливают переключателем SA1. Коэффициент $h_{21э}$ измеряют при фиксированном токе базы, равном 1 мА. Этот ток зависит от сопротивления резистора R1. Шкала индикатора (авометр включен на измерение постоянного тока до 300 мА) оказывается рассчитанной на коэффициент $h_{21э}$=300.

После подключения транзистора и установки переключателя в нужное положение нажимают кнопку SB1 и по шкале авометра определяют параметр $h_{21э}$. Следует, однако, учитывать, что продолжительность измерения должна быть возможно меньшей, особенно для транзисторов с большим (свыше 100) значением $h_{21э}$. При необходимости измерить обратный ток коллектора отключают от приставки вывод эмиттера и нажимают кнопку.

Переключатель — движковый, кнопка и зажимы — любые.

Описанные здесь приставки могут стать основой самостоятельной конструкции измерительного прибора с использованием в нем микроамперметра с током полного отклонения от 100 до 300 мкА. В каждом случае в зависимости от индикатора придется подобрать соответствующие резисторы. Нетрудно также объединить все приставки в единый самостоятельный измерительный прибор.

Высокоомный вольтметр постоянного тока

Авометр Ц20, как известно, предназначен для измерения постоянного напряжения. Однако пользоваться им как вольтметром не всегда бывает возможно. Это, в частности, касается измерений напряжений в высокоомных цепях радиоустройств. Ведь относительное входное сопротивление его вольтметра постоянного тока невелико — около 20 кОм/В, и при измерении напряжения через прибор протекает значительная часть тока измеряемой цепи. Это приводит к шунтированию измерительной цепи и появлению ошибки (иногда значительной) в измерениях. Поэтому одной из первых задач по совершенствованию комбинированного измерительного прибора Ц20 является повышение его относительного входного сопротивления при измерении напряжений.

Схема сравнительно простой приставки, позволяющей решить эту задачу, приведена на рис. 18. Приставка представляет собой измерительный мост постоянного тока, в одну диагональ которого включен источник питания G1, а к другой диагонали подключен индикатор PA1 (авометр Ц20, включенный на предел измерения постоянного тока 0,3 мА). Плечи моста образуют участки эмиттер–коллектор транзисторов VT1 и VT2, резистор R10 с верхней (по схеме) от движка частью переменного резистора R11 и резистор R12 с нижней частью резистора R11. Мост балансируют переменным резистором R11 («Уст. 0»); подстроечным резистором R8 изменяют напряжение смещения на базах транзисторов и тем самым уравнивают сопротивления участков эмиттер–коллектор.

Измеряемое напряжение подается на базы транзисторов через один из добавочных резисторов R1–R5. При этом на резисторах R6–R9 образуется падение напряжения, а база транзистора VT2 оказывается под более отрицательным напряжением (относительно эмиттера), чем база транзистора VT1. Наступает разбаланс моста, и стрелка индикатора отклоняется. Угол ее отклонения будет тем больше, чем больше измеряемое напряжение на выбранном поддиапазоне. Причем ток через индикатор будет в десятки раз больше (это зависит от статического коэффициента передачи тока транзисторов), чем через входную цепь приставки.

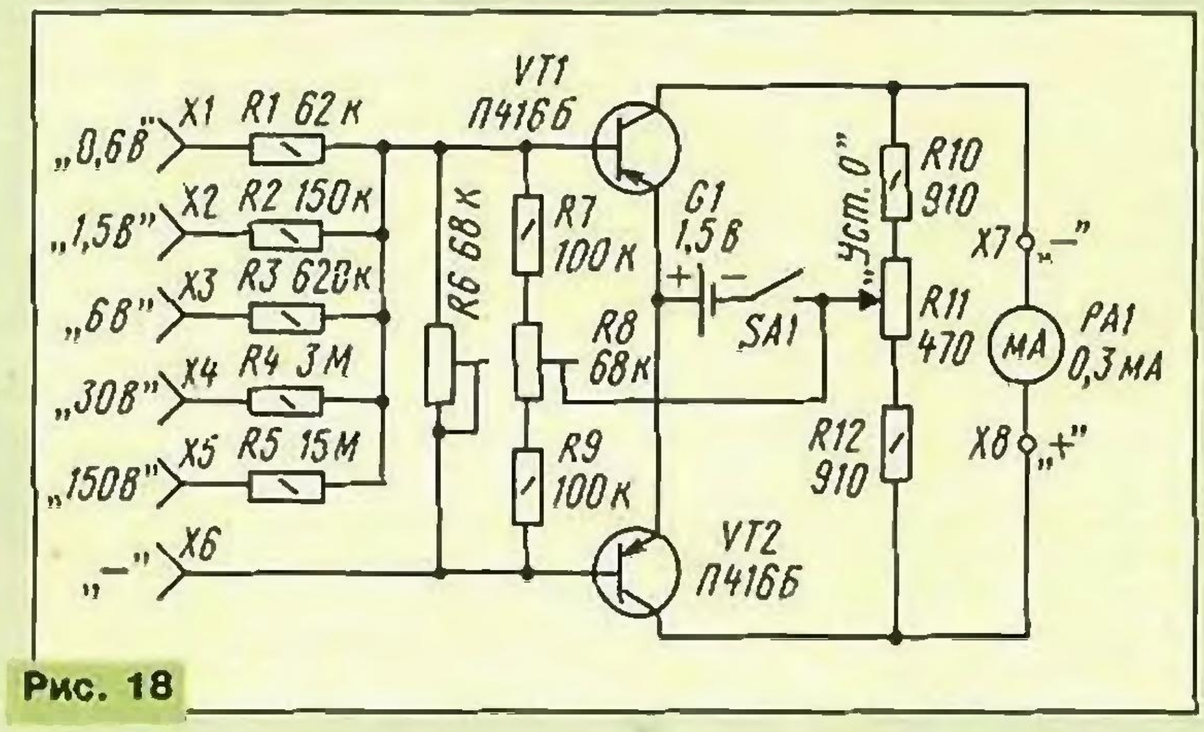


Рис. 18

Относительное входное сопротивление вольтметра с такой приставкой может быть около 300 кОм/В, но оно заведомо снижается до 100 кОм/В введением подстроечного резистора R6. Это сделано для того, чтобы упростить подбор транзисторов и, кроме того, использовать добавочные резисторы R1–R5 стандартных номиналов (и не подбирать их). Постоянные резисторы — с мощностью рассеяния не менее 0,25 Вт, причем добавочные резисторы R1–R5 желательно применить с допускаемым отклонением ±5 %. Подстроечные резисторы R6, R8 и переменный резистор R11 — СПО-0,5, СП-1.

Транзисторы желательно подобрать с одинаковым статическим коэффициентом передачи тока, равным 50...80.

Источник питания G1 — элементы 332, 343 или 373 напряжением 1,5 В. Входные гнезда X1–X6, а также зажимы X7, X8 — любые.

Детали приставки можно разместить в любом подходящем готовом или самодельном корпусе (рис. 19). На верхней панели корпуса располагают гнезда, зажимы, выключатель питания и переменный резистор балансировки моста.

Перед налаживанием приставки движки резисторов R8 и R11 следует установить в среднее по схеме положение, а резистора R6 — в верхнее (это нужно для того, чтобы выводы баз транзисторов соединялись накоротко). К зажимам подключают щупы авометра, включенного на

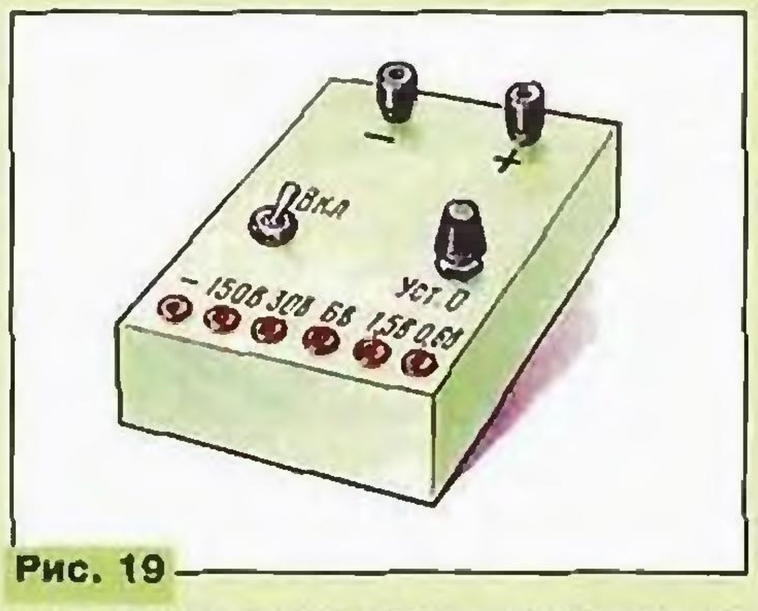


Рис. 19

предел измерения постоянного тока до 0,3 мА. Затем включают питание приставки и резистором R11 устанавливают стрелку авометра на нулевую отметку, т. е. балансируют мост. Движок резистора R6 устанавливают в нижнее по схеме положение и подстроечным резистором R8 дополнительно балансируют мост. Если при этом окажется, что движок резистора R8 устанавливается близко к одному из крайних положений, придется подобрать резистор R7 или R8. Если, например, движок подстроечного резистора находится близко к верхнему по схеме положению, резистор R7 должен быть меньшего сопротивления или резистор R9 большего. Такая регулировка свидетельствует лишь о том, что используемые транзисторы отличаются по статическому коэффициенту передачи тока.

Следующий этап налаживания — установка нужного относительного входного сопротивления приставки. Для этого между гнездами X6 и X2 следует включить источник напряжением 1,5 В (например, элемент 343) и подстроечным резистором R6 установить стрелку индикатора PA1 на конечное деление шкалы. Подавая на другие входные гнезда соответствующие напряжения, проверяют правильность показаний индикатора на других пределах измерения. При обнаружении расхождений подбирают добавочный резистор соответствующего предела измерений. ■

«В ПОМОЩЬ РАДИОКРУЖКУ»

ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ: ДИНАМИЧЕСКАЯ ГОЛОВКА — ИГРУШЕЧНАЯ «ТАНЦПЛОЩАДКА»

Как известно, динамическая головка преобразует подводимые к ее катушке электрические колебания звуковой частоты в звук. Происходит это так. Звуковая

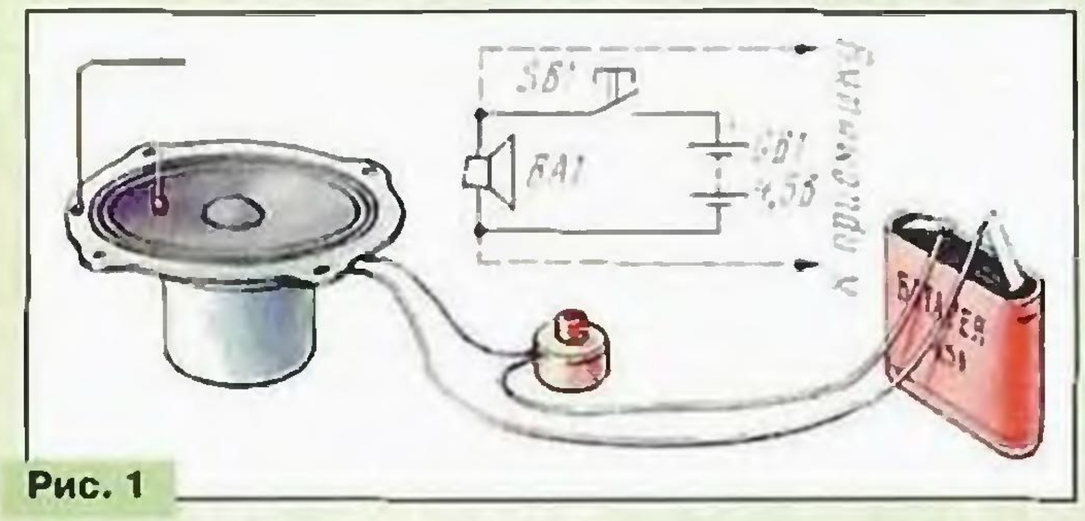


Рис. 1

катушка помещена в зазор цилиндрического магнита между его полюсами. Каркас катушки приклеен к бумажному диффузору, направляемому в сторону слушателя. Как только в катушке появляется электрический ток, вокруг ее витков образуется магнитное поле, которое взаимодействует с полем магнита. При одном направлении тока катушка выталкивается из зазора, при другом — втягивается в него.

Если же через катушку протекает переменный ток звуковой частоты, катушка колеблется в зазоре с такой же частотой. При этом диффузор тоже колеблется, создавая звуковые волны, — их мы и слышим.

После такого краткого экскурса в теорию, приступим к экспериментам с динамической головкой. Вам потребуются динамическая головка мощностью 1–2 Вт со звуковой катушкой сопротивлением 4–8 Ом, звонковая кнопка и батарея напряжением 4,5 В (ее можно составить из нескольких последовательно соединенных гальванических элементов). Эти детали соедините в последовательную цепь (рис. 1). К металлическому ободу головки прикрепите проволочный кронштейн и привяжите к нему отрезок швейной нитки с легким деревянным или пластмассовым шариком на конце — он должен лежать на диффузоре. Нажмите на кнопку. Через звуковую катушку потечет ток, диффузор вытолкнется и подбросит шарик. (Если диффузор, наоборот, втянется, придется поменять местами проводники, подходящие к выводам звуковой катушки либо источника питания). Нажимая и отпуская кнопку в определенном темпе, можно заставить шарик выделывать в воздухе разнообразные пируэты.

Подключите динамическую головку параллельно головке радиоприемника или вместо нее — шарик будет подпрыгивать в такт с музыкой. Можно воспользоваться трансляционной сетью и включить в нее головку, но через понижающий трансформатор T1 и переменный резистор R1 (рис. 2). Резистором можно регулировать громкость звука, а значит, амплитуду колебаний диффузора и высоту подпрыгивания шарика.

Трансформатор лучше применить от абонентского трансляционного громкоговорителя, рассчитанного на работу от сети напряжением 15 В. Если его нет, в виде исключения только для проведения опыта, изготовьте трансформатор, использовав в качестве магнитопровода... гвозди (рис. 3). Для такого трансформатора сначала нужно склеить из плотной бумаги цилиндрический каркас со щечками по краям. Внутренний диаметр каркаса может быть 15...20 мм, длина — 20...25 мм. На каркас наматывают виток к витку вторичную обмотку — 100 витков провода ПЭВ или ПЭЛ диаметром 0,3...0,4 мм, а поверх нее — первичную, состоящую из 2000...2600 витков провода такой же марки, но диаметром 0,12...0,15 мм. После этого внутрь каркаса с обеих сторон вставляют гвозди.

Музыкальные произведения, передаваемые по трансляционной сети, будут теперь сопровождаться звуками подскакивающего шарика и его пируэтами в воздухе.

Заключительный этап проведенных экспериментов — изготовление оригинальной игрушки в виде необычной танцплощадки (рис. 4). На столе — небольшая коробка в виде импровизированной эстрады с фигуркой танцора на сцене и двумя ручками управления на лицевой стенке. Поворот одной ручки — и осветилась сцена, заиграла музыка, танцор «ожил», начал плясать, выполняя под ритм самые замысловатые движения руками, ногами, корпусом. Поворотом другой ручки можно подобрать оптимальное освещение сцены.

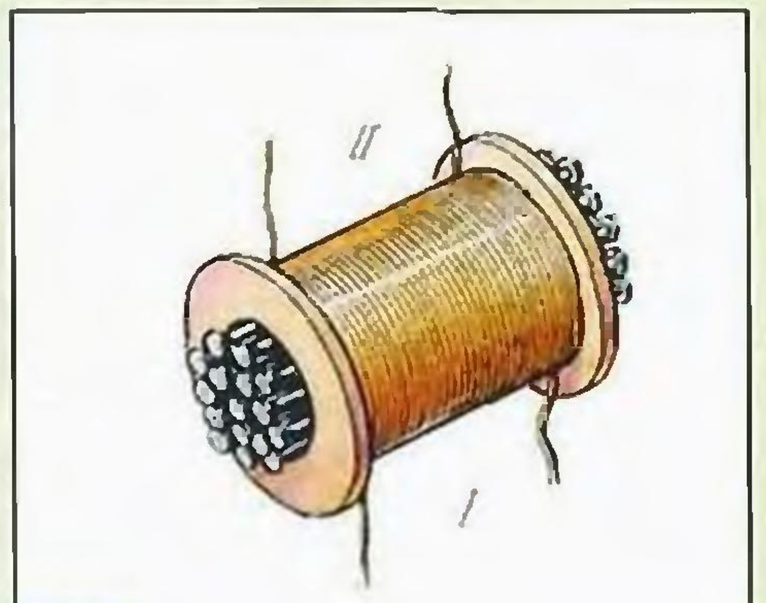


Рис. 3

«Танцплощадка» состоит из нескольких деталей. Главная из них сцена 6, изготовленная из фанеры или другого прочного материала толщиной 5...8 мм. Дна у сцены нет, а в верхней крышке вырезано отверстие под динамическую головку 11. К диффузору головки (внутри гофра) приклеен резиновым клеем кружок 12 из чертежной бумаги. На этом кружке стоит фигурка танцора 5. Туловище фигурки вырезают из легкого материала, скажем бальзы, а трубочки для рук и ног — из сухой бузины или тоже бальзы. Через трубочки пропускают швейную нить и прикрепляют

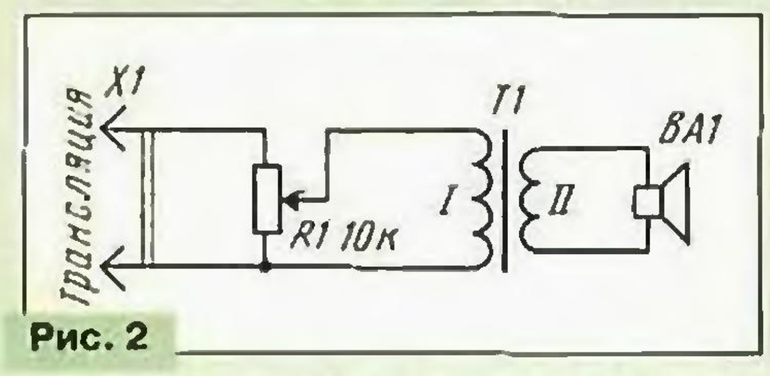


Рис. 2

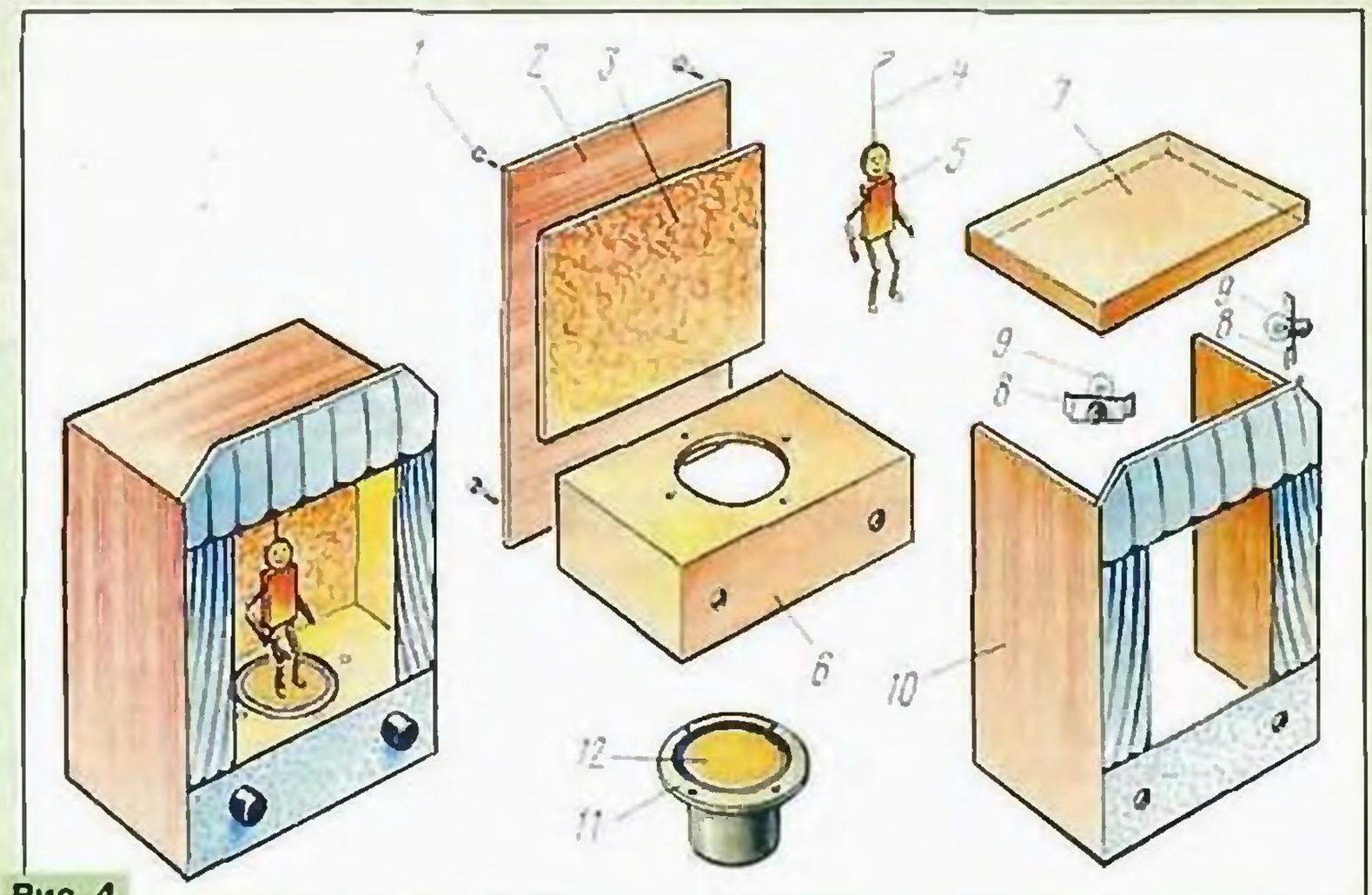


Рис. 4

ее к туловищу так, чтобы трубочки легко сгибались относительно друг друга и туловища. С помощью такой же нити 4 фигурку прикрепляют к потолку 7. При этом ноги танцора должны касаться кружка динамической головки, но не сгибаться.

Спереди к сцене прикрепляют П-образную стоку 10, изготовленную из картона или плотной чертежной бумаги. Лицевую часть стойки нужно оформить так, чтобы было впечатление, что это — занавески и шторы, а также барьер сцены.

В углах стойки с внутренней стороны укреплены держатели 8 — по два в каждом углу на некотором расстоянии друг от друга. Они изготовлены из картона. В стойки ввернуты малогабаритные лампы 9, которые соединяют проводниками с деталями электрической цепи, расположенными внутри сцены.

Потолок 7 склеивают из картона или плотной чертежной бумаги и приклеивают к стойке 10. Сзади к сцене и потолку прикрепляют винтами 1 стенку 2 с предварительно приклеенным к ней декоративным панно 3 — это может быть подходящая иллюстрация из журнала или собственный рисунок. Кстати, для склеивания картона и дерева наиболее удобен клей ПВА.

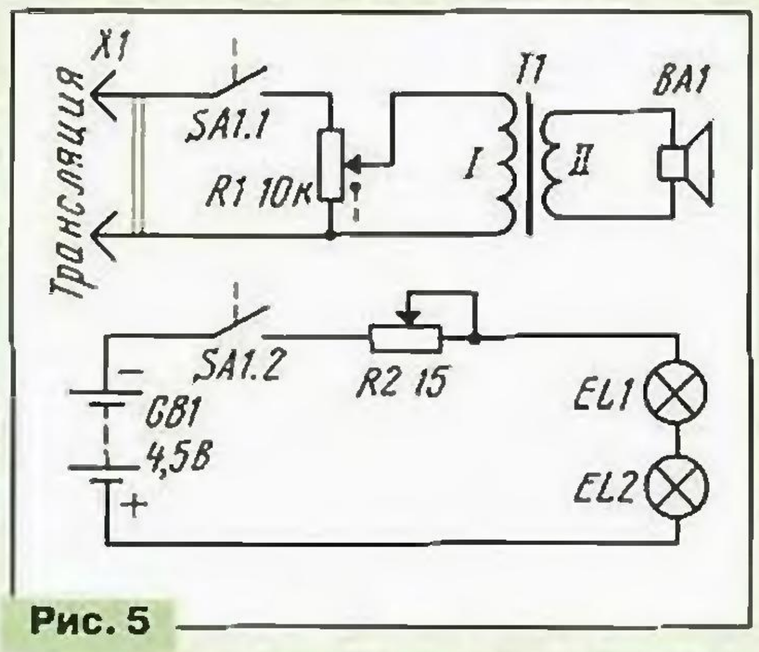


Рис. 5

Теперь, наверное, понятно, почему фигурка танцора будет плясать. Ведь она касается бумажного кружка динамической головки. Стоит подать на головку сигнал звуковой частоты — и кружок начнет вместе с диффузором головки колебаться вверх-вниз, как в описанных выше экспериментах, а значит, подбрасывать ноги танцора. Фигурка придет в движение. Хотя колебания кружка едва заметны на глаз, скорость их и сила толчка достаточны, чтобы фигурка подпрыгивала сравнительно высоко, имитируя пируэты настоящего танцора.

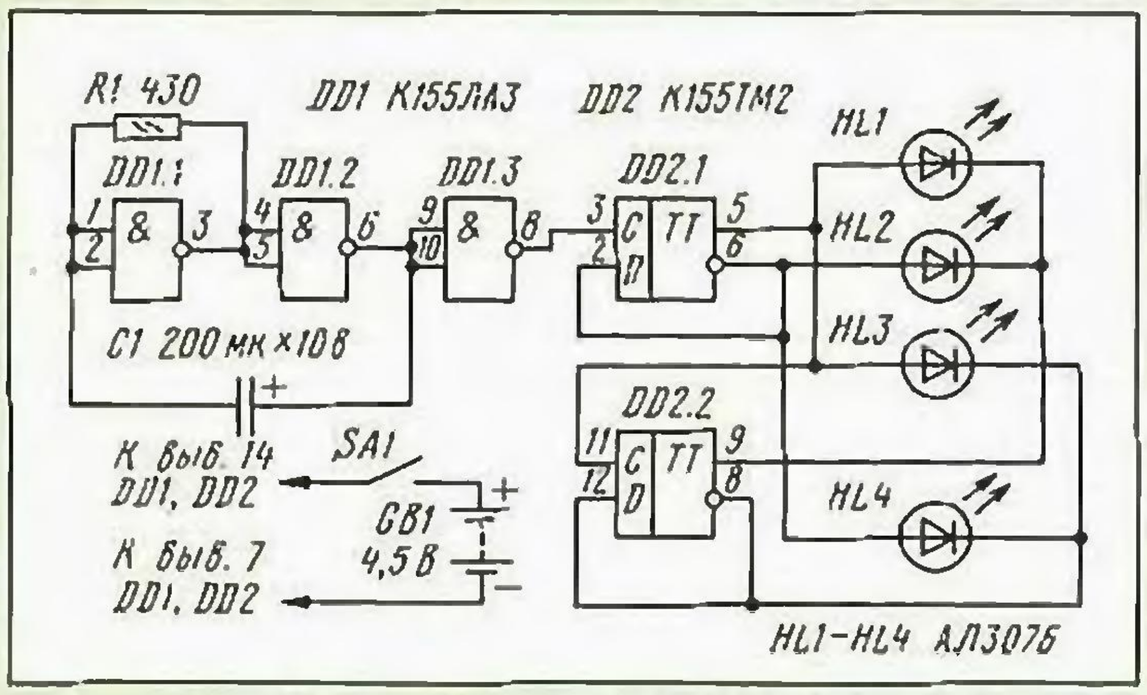
На рис. 5 приведена схема устройства. Первая ручка управления — переменный резистор с выключателями SA1.1 и SA1.2. Это — регулятор сигнала, поступающего от трансляционной линии через трансформатор T1 на динамическую головку BA1, иначе говоря, регулятор громкости. Вторая ручка управления — переменный резистор R1. Им изменяют яркость ламп EL1, EL2, освещающих сцену.

Трансформатор может быть готовый либо самодельный — о нем рассказывалось выше. Лампы — на напряжение 2,5 В. Если освещения сцены будет недостаточно, придется установить две параллельно соединенные лампы на напряжение 3,5 В от карманного фонаря. Не исключено, что вместо батареи игрушку удастся питать от сетевого адаптера. ■

ЧИТАТЕЛИ ПРЕДЛАГАЮТ

АВТОМАТ-ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ СВЕТОДИОДОВ

Изучая работу цифровых микросхем, собрал простой, как мне кажется, автоматический переключатель четырех светодиодов (см. рисунок). В нем всего две микросхемы да две радиодетали, не считая источника питания.



На элементах DD1.1 и DD1.2 первой микросхемы собран генератор импульсов, следующих с частотой 3 Гц (при необходимости частоту изменяют подбором конденсатора). Через каскад на элементе DD1.3 импульсы подаются на два делителя частоты, собранных на счетных триггерах. Светодиоды, включенные между входами и выходами триггеров, образуют своеобразный дешифратор, отображающий состояние триггеров.

Когда устройство включено, наблюдается поочередное зажигание светодиодов. Если светодиоды расположить в ряд с определенной последовательностью, нетрудно добиться эффекта «бегущие огни». Дополнив устройство переключателем, соединяющим вывод 1 элемента DD1.1 либо с выводом 2, либо с выводом 7, получите простейший лототрон. В первом варианте соединения по-прежнему вспыхивают светодиоды, а во втором будет гореть только один из них — угадать заранее какой, трудно.

Евгений Зубков, 15 лет, г. Знаменск Астраханской обл.

От редакции. *Для того чтобы действительно нельзя было угадать, какой из светодиодов будет светиться после остановки генератора дополнительным переключателем, емкость конденсатора C1 следует уменьшить до любой величины в пределах 1000 пФ...0,1 мкФ.*

«В ПОМОЩЬ РАДИОКРУЖКУ» — ВЕДЕТ Б. С. ИВАНОВ

DX–ВЕСТИ

Харьков.

Местная независимая станция «Оникс-Радио» (частота 1539 кГц) переориентировала антенны своего передатчика на запад, чтобы улучшить слышимость передач на территории Украины и ослабить помехи от них в восточном направлении. Мониторные наблюдения показали, что эта станция в темное время суток по-прежнему отлично слышна в Москве.

Франция

Радиостанция «Блю» начала экспериментальное стереофоническое вещание на средних волнах с квадратурной амплитудной модуляцией. Ее передатчик мощностью 300 кВт, работающий на частоте 864 кГц, расположен в районе Парижа. Тест-передачи продлятся не менее года.

Публикации

Вышел в свет первый номер «Сибирского DX-бюллетеня», призванный информировать о новостях эфира жителей этого огромного российского региона. Его авторы и издатели надеются на помощь своих читателей, без чего, как показывает опыт, ни одно «хобби-издание» долго не существует. Информацию для бюллетеня и вопросы по подписке и приобретению отдельных номеров направлять Николаю Боровенскому по адресу: **ул. Тореза, 18-45, г. Новокузнецк-40, Кемеровская обл., 654040, Россия.**

Контакты. 6 декабря 1997 г. в помещении ЦРК РФ им. Э. Т. Кренкеля состоялась ежегодная встреча российских любителей дальнего радиоприема. На ней было принято предложение обратиться ко всем существующим в стране объединениям любителей дальнего приема, независимо от их местонахождения, количества членов и направлений по интересам с просьбой сообщить о себе и о своей деятельности. Это позволит российским любителям DX объединиться и войти в состав Европейского DX-совета, членство в котором даст возможность участвовать в мероприятиях, проводимых этой организацией.

Собравшиеся с удовлетворением встретили сообщение о том, что «Московский Информационный DX-бюллетень» и справочник «Зарубежное радио на русском языке» в наступившем году планируется включить в один из официальных подписных каталогов России. А сейчас их можно купить в московском Доме технической книги (Ленинский проспект, 40).

Хорошего приема и 73! ■

Окончание. Начало см. на с.23

ОММЕТР С ЛИНЕЙНОЙ ШКАЛОЙ

Н. СЕРЕБРОВ, г. Нижний Новгород

Если взглянуть на шкалу стрелочного индикатора омметра практически любого авометра, нетрудно убедиться, что она нелинейная — вблизи нулевой отметки растянутая, а у конечной — сжатая. Пользоваться такой шкалой неудобно, а уж если вы решили самостоятельно построить подобный омметр, вряд ли сможете отградуировать его шкалу.

Совсем другое дело — омметр с линейной шкалой, когда для отсчета показаний остается пригодной собственная шкала стрелочного индикатора. Схема именно такого измерительного прибора приведена на рисунке.

Омметр способен измерять сопротивление резисторов или других деталей, скажем, обмоток дросселей, катушек индуктивности, трансформаторов, электродвигателей, в диапазоне от десятых долей ома до сотни килоом. Весь диапазон разбит на пять поддиапазонов, каждый из которых устанавливают переключателем SA1. Его секция SA1.1 подключает к исследуемой детали, выводы которой соединяют с гнездами X1 и X2, ограничительный резистор (R2, R4 и т. д.) делителя, а секция SA1.2 — образцовый резистор (R1, R3 и т. д.).

Падающее на исследуемой детали напряжение поступает на каскад, выполненный на полевом транзисторе VT1. Второй каскад собран на транзисторе VT2. Каскады соединены между собой по мостовой схеме, в одну из диагоналей моста включен стрелочный индикатор PA1, по шкале которого отсчитывают результат измерений. Переменным резистором R13 мост балансируют, устанавливая стрелку индикатора на нулевую отметку отсчета, а резистором R15 ограничивают максимальный ток через индикатор, устанавливая его стрелку на конечное деление шкалы.

Когда на затвор транзистора VT1 поступает напряжение с контролируемой детали (или калибровочное напряжение), мост разбалансируется, через стрелочный индикатор протекает ток, значение которого тем больше, чем больше падение напряжения на гнездах X1, X2, а значит, чем больше измеряемое сопротивление.

Линейность шкалы омметра обеспечивается протеканием через проверяемую деталь, обладающую сопротивлением, практически стабильного постоянного тока, поскольку ограничительный резистор на каждом поддиапазоне выбран сопротивлением в 62 раза большим по сравнению с предельно измеряемым сопротивлением. Погрешность измерений при этом невелика — не более 1,5 %, что вполне приемлемо в радиолюбительской практике.

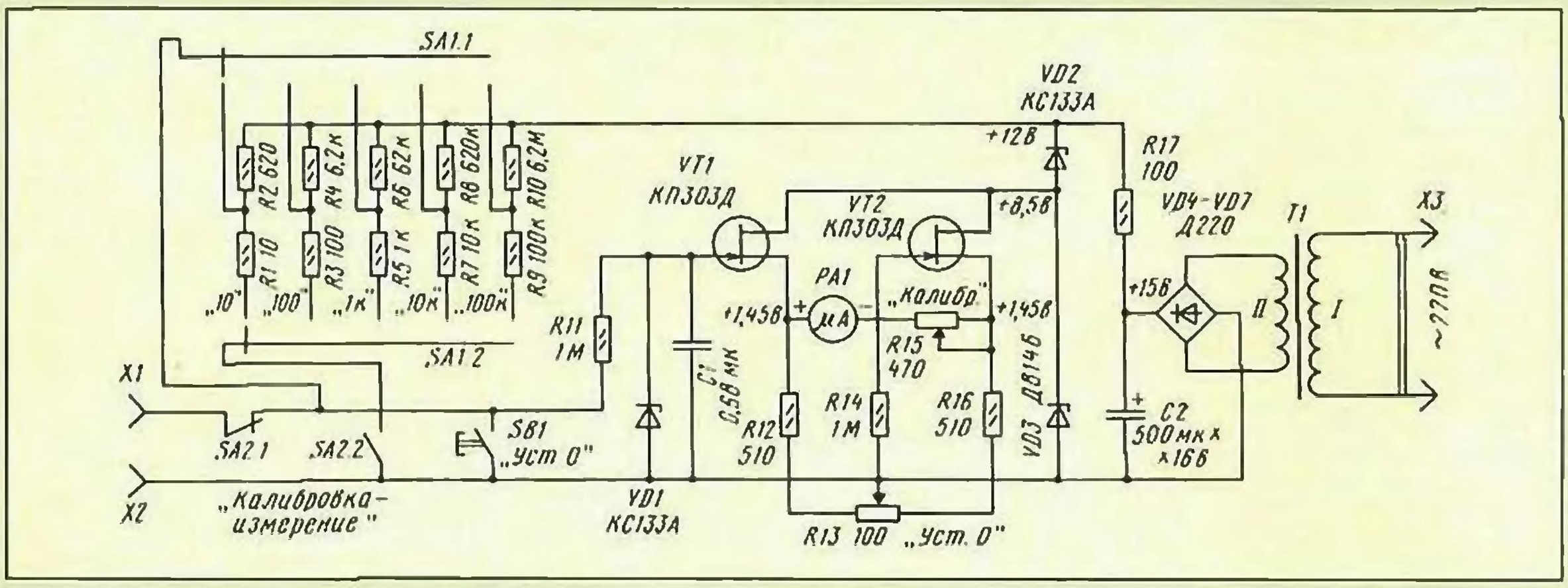
Питается омметр от сети переменного тока через понижающий трансформатор T1. Переменное напряжение со вторичной обмотки трансформатора подается на выпрямительный мост, собранный на диодах VD4–VD7. Выпрямленное напряжение фильтруется конденсатором C2 и поступает далее на параметрический стабилизатор, выполненный на балластном резисторе R17 и последовательно включенных стабилитронах VD2, VD3. Стабильное напряжение 12 В поступает на входной делитель напряжения, образуемый одним из токозадающих резисторов и проверяемой цепью (или образцовым резистором). Напряжение 8,5 В используется для питания транзисторных каскадов. Общий ток, потребляемый омметром, не превышает 30 мА.

Фильтр R11C1 установлен для исключения резких бросков стрелки индикатора при подключении к входным гнездам омметра резистора большего сопротивления по сравнению с предельно измеряемым на данном поддиапазоне. Такую же задачу выполняет стабилитрон VD1, ограничивающий максимальное напряжение на затворе транзистора VT1.

Образцовые резисторы R1, R3, R5, R7, R9 следует подобрать с точностью до 1 %, токозадающие R2, R4, R6, R8, R10 могут быть с допускаемым отклонением 10 %, остальные постоянные резисторы — до 20 %. Переменные резисторы R13, R15 — любого типа. Стрелочный индикатор PA1 — M265M или другой микроамперметр с током полного отклонения стрелки 100 мкА. Транзисторы, кроме указанных на схеме, могут быть с буквенными индексами Г, Е. Трансформатор — мощностью не менее 1 Вт со вторичной обмоткой на напряжение 12...15 В. Если выпрямленное напряжение превысит 15 В, следует установить оксидный конденсатор на соответствующее номинальное напряжение.

Особых требований к конструкции прибора не предъявляется — она может быть произвольной. Конечно, стрелочный индикатор и все органы управления и входные гнезда должны быть расположены на лицевой панели.

Как пользоваться омметром? Подключив к входным гнездам проверяемый резистор, нажимают кнопку выключателя SB1 и переменным резистором R13 устанавливают стрелку индикатора на нуль отсчета (начальное деление шкалы). Затем устанавливают переключатель SA2 в положение «Калибровка», когда группа контактов SA2.1 размыкается, а SA2.2 замыкается. Переменным резистором R15 устанавливают стрелку индикатора на конечное деление шкалы. После этого возвращают переключатель SA2 в положение «Измерение» (показано на схеме).



Подобную процедуру проводят на каждом поддиапазоне, а измерения начинают с поддиапазона «100к», переводя затем переключатель SA1 в другие положения — пока не будет найден поддиапазон, на котором удастся более точно измерить контролируемое сопротивление. Диапазон измеряемых омметром сопротивлений можно увеличить до 1 МОм, если установить переключатель SA1 на шесть положений. Дополнительный ограничительный резистор должен быть сопротивлением 62 МОм, а калибровочный — 1 МОм.

От редакции. *При повторении омметра можно обойтись без резистора R14, соединив затвор транзистора VT2 с минусовым проводом питания. Для уменьшения влияния тока утечки стабилитрона VD1 на точность измерений рекомендуется включить последовательно со стабилитроном VD1 любой маломощный диод (анодом к затвору), а между катодом стабилитрона и стоком транзистора установить резистор МЛТ-0,125 сопротивлением 4,7 кОм. При введении диапазона 1 МОм эта доработка обязательна.* ■

ПУТЬ В ЭФИР

АНТЕННЫ ДИАПАЗОНА 160 МЕТРОВ

Диапазон 160 метров, выделенный начинающим коротковолновикам для освоения азов любительской радиосвязи, имеет одно крупное преимущество перед другими диапазонами и один крупный недостаток. Преимущество состоит в том, что изготовить и отладить приемно-передающую аппаратуру на этот диапазон проще, чем на другие диапазоны. Это очень важно для начинающего коротковолновика. Но изготовив передатчик или трансивер, он тут же сталкивается с основным недостатком этого диапазона — сложностями в изготовлении антенн. Справедливости ради надо сказать, что с этой проблемой сталкиваются все коротковолновики (независимо от категории их радиостанций и опыта работы в эфире), решившие поработать на диапазоне 160 метров.

Дело в том, что передающая антенна обеспечивает высокий коэффициент полезного действия, если ее размеры сопоставимы с рабочей длиной волны. Скажем прямо, возможность подвесить нормальный полуволновой диполь на этот диапазон имеют очень немногие радиолюбители. Во-первых, для этого необходим свободный пролет между домами не менее 80 м. Во-вторых, для питания этой антенны потребуется коаксиальный кабель примерно такой же длины. И так далее...

Возможное решение проблемы антенны диапазона 160 метров — использование проволочной антенны длиной около 40 м, питание которой осуществляется с одного из концов. Такую антенну можно рассматривать как своеобразный аналог хорошо известного четвертьволнового штыря (GP – Ground Plane).

Антенное полотно имеет вертикальный или наклонный отрезок и горизонтальный отрезок (рис. 1, а, б). Соотношение между этими двумя частями антенного полотна произвольное. В частности, полотно может вообще не иметь перегибов и идти, например, от окна комнаты, где находится радиостанция, прямо на высокое дерево или край крыши соседнего дома. Суммарная длина отрезков А и Б для варианта антенны по рис. 1,а — 38 м, а по рис. 1,б — 43 м.

Первый вариант антенны (рис. 1,а) при длине отрезка А=10 м имеет входное сопротивление около 10 Ом. Для ее согласования с 50-омным питающим кабелем используется LC-контур. Конденсатором С добиваются резонанса антенны на рабочей частоте, а подбором положения отвода на катушке L — оптимального согласования питающего фидера с антенной. Контролировать резонансную частоту антенны лучше всего с помощью гетеродинного индикатора резонанса, связанного с катушкой L. Согласование фидера с антенной контролируют с помощью измерителя КСВ.

Второй вариант антенны (рис. 1,б) имеет более высокое значение активной составляющей входного сопротивления (при длине А=10 м около 50 Ом), но у него есть и реактивная составляющая. Ее компенсируют переменным конденсатором С. Резонансную частоту этой антенны устанавливают подбором длины полотна.

При выборе варианта антенны следует учитывать два фактора. Второй вариант исполнения этой антенны имеет более высокое входное сопротивление, и, следовательно, она из-за меньшего влияния потерь в «земле» будет более эффективна. Но она и более трудоемка в настройке, так как может потребоваться подбор оптимальной длины полотна антенны. Впрочем, эту операцию проводят всего один раз.

Для эффективной работы любого из этих двух вариантов антенны необходимо иметь хорошую «землю». В большинстве случаев у радиолюбителя нет возможности установить полноразмерный противовес длиной около 40 м (это было бы идеальным решением). Однако установить противовес длиной в несколько метров возможность есть всегда. Его можно протянуть, например, вдоль стены здания от окна к балкону или между окнами. Для того чтобы такой короткий противовес работал на диапазоне 160 метров, между ним и корпусом передатчика (трансивера) надо включить катушку индуктивности (рис.1,в). Ее индуктивность (она, естественно, зависит от длины противовеса) рассчитывают по программе, написанной для GW-BASIC.

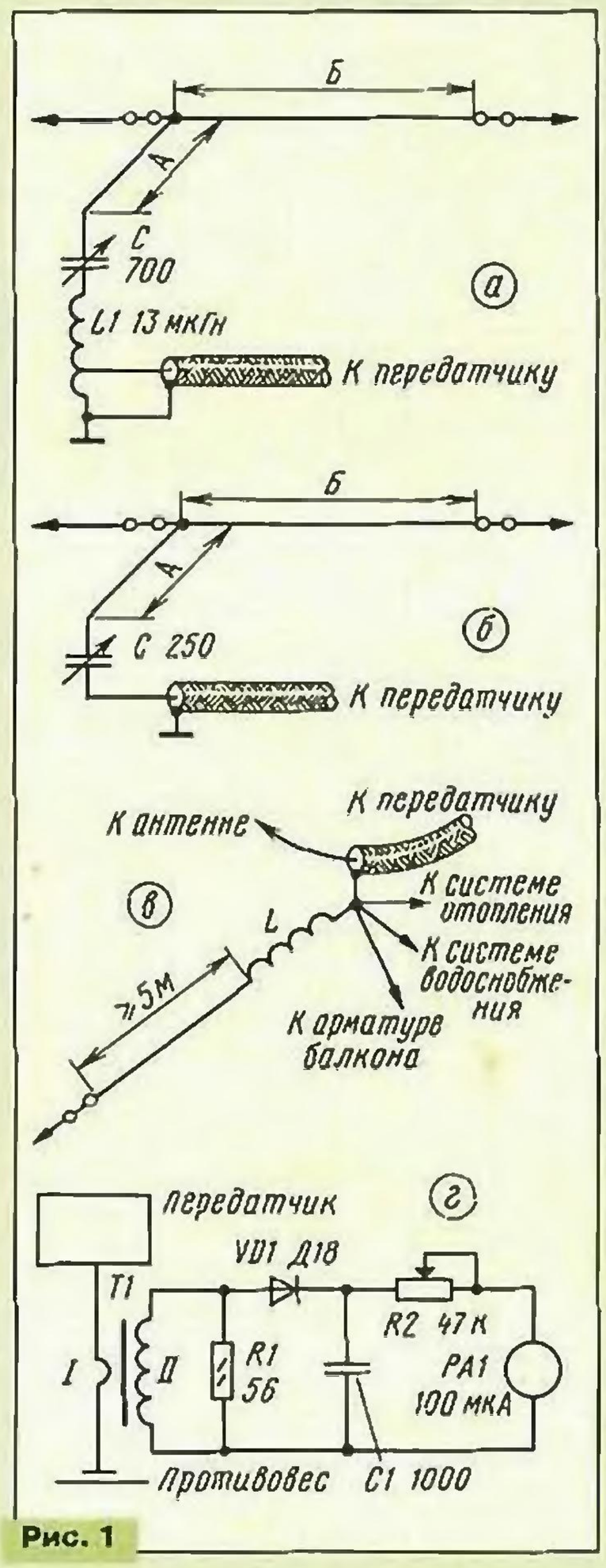


Рис. 1

```
10 INPUT «A=»; A
20 INPUT «D=»; D
30 INPUT «F=»; F
40 X=LOG(2000*A/D)-1
50 Y=(F*A/73.1)^2-1
60 Z=3.28*A
70 L=-1490/F^2*(X*Y/Z)
80 PRINT «L=»; L
90 STOP
```

При запуске программа запрашивает длину противовеса A (метры), диаметр провода противовеса D (миллиметры) и рабочую частоту F (мегагерцы). Результат расчета — значение индуктивности катушки L (микрогенри). Контрольные цифры для проверки правильности введения программы: если A=5 м, D=2 мм, а F=1,8 МГц, то L=207,5963 мкГн. На практике надо найти такой вариант подвески противовеса, чтобы его длина была как можно большей.

Из-за близости стен к полотну противовеса реальное значение индуктивности катушки скорее всего будет отличаться от расчетного. Вот почему катушку лучше сразу выполнить с отводами и экспериментально подобрать точку подключения к ней противовеса. Можно эту процедуру упростить, включив последовательно с катушкой переменный конденсатор емкостью около 200 пФ. Этим конденсатором противовес настраивают на рабочую частоту. Оптимальную настройку противовеса определяют по минимуму тока в подключенном к корпусу радиостанции вспомогательном противовесе длиной несколько метров. Вблизи от корпуса в него включают простейший высокочастотный миллиамперметр (рис. 1,г).

Первичная обмотка трансформатора T1 высокочастотного миллиамперметра — провод противовеса, пропущенный внутри кольцевого магнитопровода. Вторичная обмотка трансформатора содержит десять витков провода диаметром 0,3 мм. Магнитопровод может иметь внешний диаметр 5–15 мм и начальную магнитную проницаемость от 20 до 1000. Диод VD1 — любой высокочастотный.

Отладив таким образом антенну и противовес, надо попробовать подключить к корпусу передатчика арматуру дома (если он железобетонный), систему отопления и водоснабжения. Это может увеличить эффективность антенны. ■

РЕКОМЕНДУЕМ ПОЧИТАТЬ:

Антенны на диапазон 160 м. — Радиоежегодник. — М.: ДОСААФ, 1983, с. 66–73.

Простая антенна с искусственной «землей». — КВ журнал, 1997, № 2, с. 16,17.

Простая антенна с искусственной «землей». — КВ журнал, 1997, № 3, с. 37.

XUSE OM! — КВ журнал, 1997, № 4, с. 47.

Коротковолновые антенны. — Радиоежегодник. — М.: ДОСААФ, 1985, с. 165–177.

Степанов Б. Антенна «укороченный диполь». — Радио, 1987, № 5, с. 19, 20.

МЕЛОДИЧЕСКИЙ СИГНАЛИЗАТОР НА МИКРОСХЕМАХ УМС

П. РЕДЬКИН, г. Ульяновск

Об использовании микросхем серии УМС в электромузыкальных инструментах, автоматах и игрушках рассказывалось в нашем журнале неоднократно. В частности, в подборке материалов "На микросхемах УМС" ("Радио", 1995, № 12) авторы поделились опытом улучшения звучания электромузыкальных автоматов, конструирования квартирных звонков с питанием от сети, устранения недостатков, свойственных некоторым микросхемам этой серии. Автор публикуемой статьи продолжает разговор на эту тему.

Число фрагментов музыкальных произведений, записанных в память каждой из микросхем серии УМС, обычно не превышает пяти. Однако в мелодическом сигнализаторе, о котором идет речь в статье, можно использовать не одну, а несколько таких микросхем, причем с неповторяющимися мелодиями. Это позволит расширить их набор.

Схема одного из вариантов такого ЭМИ (без усилителя ЗЧ) показана на рис. 1. В нем — восемь микросхем УМС (например, УМС-7, УМС-08 и др.) с записанными в их память различными мелодиями. Выбор микросхем осуществляется произвольно, а выбор мелодии внутри каждой из них производится по кольцу. При нажатии на пусковую кнопку SB1 проигрывается мелодия, всякий раз отличная от предыдущей.

Цифровая часть сигнализатора состоит из формирователя импульса случайного выбора мелодии, собранного на элементах DD1.1, DD1.2 и интегральном таймере DA1, узла перебора музыкальных синтезаторов DD6–DD13, образованного элементами микросхемы DD2, счетчиком DD3 и мультиплексором DD4, а также генератора тактовой частоты, выполненного на элементах DD1.3, DD1.4 с кварцевым резонатором ZQ1 и D-триггере DD5.

В исходном состоянии (режим ожидания), когда на микросхемы устройства подано напряжение источника питания, генератор перебора музыкальных синтезаторов вырабатывает короткие, длительностью около 10 мс, положительные импульсы, следующие с частотой, равной примерно 1 Гц, которые подсчитывает счетчик DD3 с коэффициентом пересчета 8. При этом на входах 1,2,4 (выводы 11, 10, 9) мультиплексора DD4 присутствует меняющийся код, но коммутация его аналогового входа A (вывод 3) с выходами X0–X7 (выводы 13, 14, 15, 12, 1, 5, 2, 4) не происходит, так как на входе разрешения S (вывод 6) присутствует запрещающий сигнал высокого уровня.

При однократном нажатии на кнопку SB1 "Пуск" таймер DA1 формирует положительный импульс длительностью 5...6 с, который инвертируется элементом DD1.2 и далее поступает на вход 9 элемента DD2.3 и вход S мультиплексора. Этот импульс запрещает прохождение счетных импульсов на вход C (вывод 1) счетчика DD3 и одновременно разрешает коммутацию аналогового входа микросхемы DD4 (вывод 3) с одним из восьми ее выходов X0–X7.

Случайный выбор одного из аналоговых выходов мультиплексора обусловлен случайным по времени моментом нажатия кнопки SB1. В результате на вывод 13 одного из музыкальных синтезаторов подается напряжение 1,5 В в течение 5...6 с — интервала времени, необходимого для проигрывания выбранной мелодии. Одновременно фронтом импульса этого сигнала происходит предварительный выбор мелодии, которая будет проигрываться при следующем случайном обращении к тому же музыкальному синтезатору. Эту операцию реализует цепь задержки R11C7. С выходов микросхем DD6–DD13

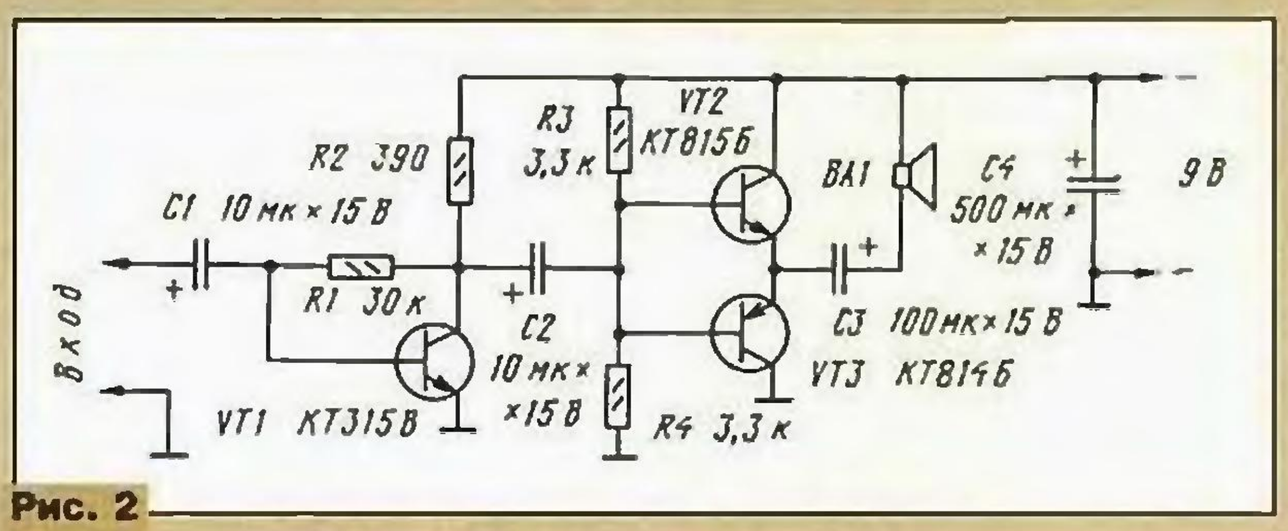
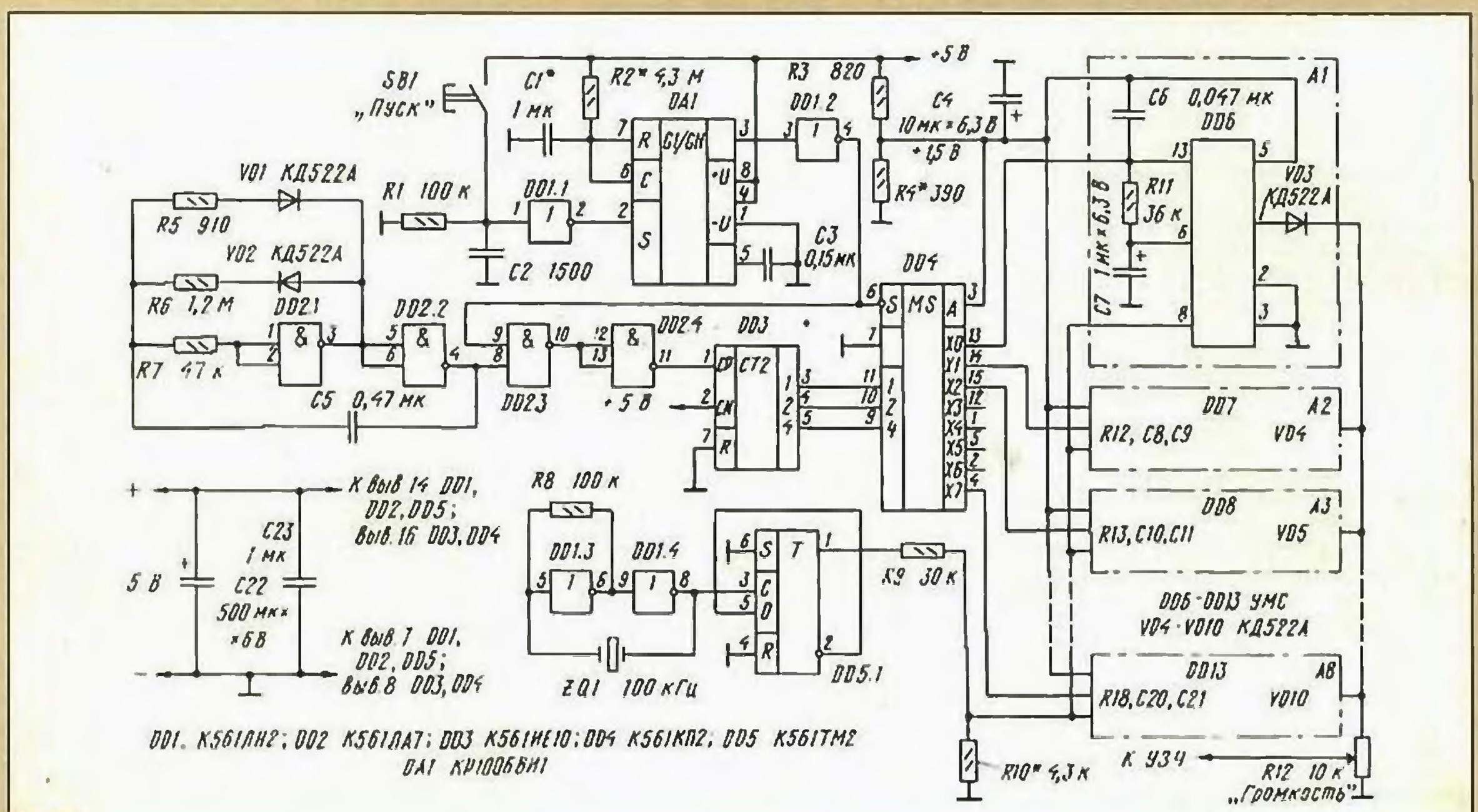


Рис. 2



DD1. К561ЛН2; DD2 К561ЛА7; DD3 К561ИЕ10; DD4 К561КП2, DD5 К561ТМ2
DA1 КР1006ВИ1

Рис. 1

последовательность частот выбранного музыкального фрагмента через развязывающие диоды VD3–VD10 поступает на вход оконечного усилителя колебаний звуковой частоты.

По окончании выходного импульса таймера DA3 цифровая часть сигнализатора переключается в исходное состояние, но выбранная мелодия будет доиграна до конца.

Тактирование музыкальных синтезаторов осуществляется импульсами частотой 50 кГц, получаемой делением частоты кварцованного генератора (100 кГц) на 2. Завышенная, по сравнению с паспортной — 32 768 Гц, тактовая частота выбрана с целью уменьшения времени проигрывания наиболее длительных фрагментов музыкальных мелодий.

Схема усилителя ЗЧ сигнализатора приведена на рис. 2. Подробно останавливаться на нем нет смысла, так как подобные усилители уже описывались в "Радио" и, думается, читателям хорошо знакомы.

К элементной базе устройства особых требований не предъявляется. Пусковая кнопка SB1 может быть типа КМ, кварцевый резонатор ZQ1 на частоту 100 кГц, диоды — любые из серий КД522, КД521, КД503. Статический коэффициент передачи тока базы транзистора VT1 усилителя ЗЧ должен быть не больше 90, иначе может произойти переполюсовка оксидного конденсатора С2 и выход его из строя. Транзистор КТ815Б (VT2) заменим на ГТ404Б, а КТ814Б (VT3) — на ГТ402Б. Динамическая головка BA1 — любая мощностью 1...3 Вт со звуковой катушкой сопротивлением 4...8 Ом.

Сигнализатор собран в корпусе абонентского громкоговорителя методом навесного монтажа. Микросхемы УМС установлены в контактные панельки — для их быстрой замены. При значительной длине проводов, идущих от пусковой кнопки, их, во избежание ложных срабатываний от сетевых наводок, следует заключить в экранирующую оплетку и соединить ее с общим проводом устройства.

Питание сигнализатора осуществляется от сети через трансформатор, обеспечивающий на вторичной обмотке переменное напряжение 7,5...8 В при токе нагрузки до 100 мА. Его цифровая часть питается стабилизированным напряжением 5 В (использован интегральный стабилизатор КР142ЕН5А), а усилитель ЗЧ — нестабилизированным напряжением 9...10 В непосредственно от выпрямителя. Максимальный ток, потребляемый цифровой частью, — 12...15 мА, а усилителем ЗЧ — до 70 мА.

Налаживают устройство следующим образом. По окончании монтажа микросхемы УМС в панельки пока не вставляют. После включения питания подбором резистора R4 устанавливают на выводе 3 мультиплексора (DD4) напряжение, равное 1,5...1,6 В. Затем подбором резистора R10 устанавливают на выводах 8 панелек музыкальных синтезаторов уровень тактовых импульсов в пределах 0,4...0,5 В. При нажатии на кнопку SB1 контролируют длительность импульса на выводе 3 таймера DA1. Ее длительность можно

(Окончание см. на с. 49)

ОХРАННО-СИГНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

В. ПРЯМУШКО, г. Тольятти

Этот автосторож в сравнении с подобными устройствами, опубликованными в журнале «Радио» ранее, не имеет какой-либо принципиальной новизны. Однако он интересен тем, что собран всего на трех микросхемах и четырех транзисторах и обладает при этом хорошим набором эксплуатационных качеств.

При разработке автосторожа автор стремился сделать его возможно более простым и надежным и не содержащим при этом дорогих и дефицитных деталей. С другой стороны, он не должен был уступать по охранным функциям известным сторожам своего класса.

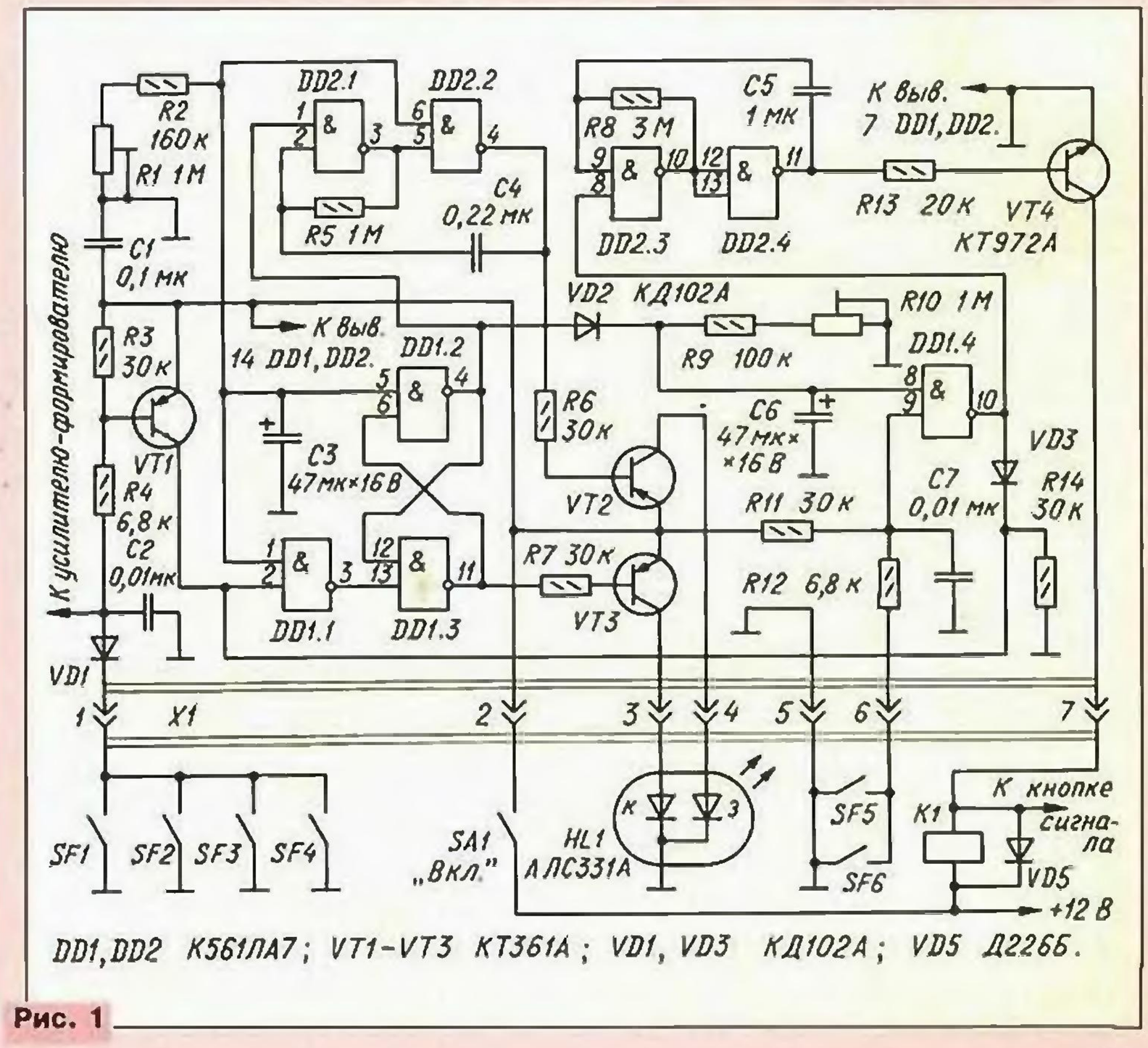
Сторож сразу же подает прерывистый звуковой сигнал тревоги при несанкционированной попытке открыть капот или крышку багажника автомобиля. При открывании двери салона это происходит с некоторой временной задержкой. Устройство также реагирует на удары и вибрацию кузова, например, при попытке снятия колеса или других деталей. В этом случае тревожный сигнал тоже будет несколько задержан.

В сторожe использован аналоговый способ формирования временных интервалов. Это упрощает схему, так как позволяет устанавливать требуемые значения отрезков времени без дополнительных аппаратных затрат. Известная температурная нестабильность временных выдержек, присущая выбранному способу их формирования, для работы охранно-сигнального устройства большого значения не имеет.

Контрольный светодиод в устройстве — двухцветный. По цвету его свечения можно судить о том, в каком режиме работы находится в текущий момент охранное устройство.

Принципиальная электрическая схема сторожа показана на рис. 1. Основной узел устройства — RS-триггер на элементах DD1.2, DD1.3. Датчиками SF1–SF4 служат дверные выключатели освещения салона автомобиля, SF5, SF6 — выключатели освещения багажника и моторного отсека, хотя, кроме них, могут быть установлены и включены в параллель дополнительные выключатели. Описание датчика вибрации и его работы подробно изложено в [1]. Основой датчика служит пьезоэлемент от звукоизлучателя ЗП-2. Сигнал с пьезоэлемента поступает на усилитель-формирователь, выполненный на операционном усилителе DA1 (рис. 2). Чувствительность устанавливают подстроечным резистором R16. Если датчик вибрации и ударов не нужен, пьезоэлемент и усилитель-формирователь исключают.

Когда устройство выключено, все конденсаторы разряжены. После его включения тумблером SA1 конденсатор C3 через резисторы R1, R2 начинает заряжаться. В течение этого времени на выходе элементов DD1.2, DD2.2 будет напряжение высокого уровня, а на выходе элемента DD1.3 — низкого.



DD1, DD2 К561ЛА7; VT1–VT3 КТ361А; VD1, VD3 КД102А; VD5 Д226Б.

Рис. 1

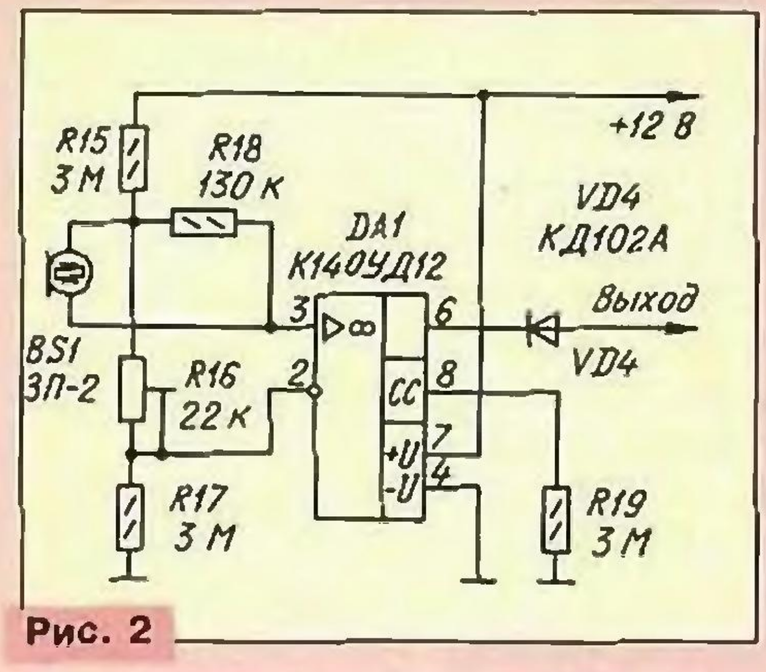


Рис. 2

В это же время через диод VD2 быстро заряжается конденсатор С6. Транзистор VT3 открыт, и светодиод HL1 светит красным цветом, указывая на то, что идет выдержка времени перехода устройства в дежурный режим. За это время водителю необходимо покинуть салон и закрыть свою дверь. Остальные двери, капот и багажник также должны быть закрыты. Длительность выдержки устанавливают подстроечным резистором R1.

Для того чтобы сторож перешел в дежурный режим, конденсатор С3 должен зарядиться до порога переключения элементов DD1.1, DD1.2, DD2.2. В этот момент запускается генератор, собранный на элементах DD2.1, DD2.2, импульсами низкого уровня начинает периодически открываться транзистор VT2 и к постоянному красному свечению светодиода HL1 добавляется зеленое, мигающее с частотой 1...2 Гц. Одновременное свечение красного и зеленого светодиодов дает цвет, напоминающий оранжевый. В дежурном режиме устройство может находиться сколь угодно долго.

Транзистор VT1 основного блока (см. рис. 1) работает в режиме переключения. При замыкании контактов любого из выключателей SF1–SF4 транзистор VT1 открывается, на нижнем по схеме входе элемента DD1.1 появляется напряжение высокого уровня, триггер DD1.2, DD1.3 переключается и на выходе элемента DD1.2 возникает напряжение низкого уровня. Конденсатор С6 через резисторы R9, R10 начнет разряжаться до порога переключения элемента DD1.4. Это время (его устанавливают резистором R10) необходимо для снятия объекта с охраны без включения сигнала тревоги, чтобы открыть дверь салона и выключить питание тумблером SA1.

После переключения на выходе элемента DD1.4 низкий уровень сменится высоким, разрешая работу генератора на элементах DD2.3, DD2.4. Импульсы генератора, работающего с частотой 0,8 Гц, периодически открывают мощный транзистор VT4, из-за чего реле сигналов К1 автомобиля срабатывает с такой же частотой.

При открывании дверей цвет свечения светодиода изменится с перемежающегося красно-оранжевого на зеленый сразу же, т. е. до того, как прозвучит сигнал тревоги. Это напомнит водителю о том, что до окончания временной выдержки нужно отключить сторож тумблером SA1.

Если замкнуть контакты выключателя SF5, SF6, низкий уровень поступит на нижний по схеме вход элемента DD1.4, при этом на выходе этого элемента низкий уровень напряжения сменится высоким и разрешит работу генератора на элементах DD2.3, DD2.4, как и в упомянутом выше случае, только теперь сигнал тревоги прозвучит сразу.

Перепад напряжения с выхода элемента DD1.4 через диод VD3 проходит на нижний по схеме вход элемента DD1.1. Триггер переключится и зафиксирует попытку проникновения в багажник или под капот автомобиля. Транзистор VT2 будет открыт, а VT3 — закрыт, цвет свечения светодиода HL1 будет зеленым.

Если достаточно одиночного светодиода (красного свечения), АЛС331А следует заменить на АЛ307Б, а цепь R7VT3 — исключить.

При указанных на схеме номиналах время перехода в дежурный режим можно изменять в пределах 5...18 с, а время задержки подачи сигнала — 5...10 с.

Сигнал тревоги звучит до тех пор, пока сторож не выключат тумблером SA1. Это удобно, когда владелец машины постоянно находится поблизости, т. е. в пределах слышимости сигнала автомобиля. В ином случае устройство придется дополнить каким-либо таймером и узлом блокировки цепей зажигания автомобиля, что конечно же усложнит сторож.

Почти все детали автосторожа смонтированы на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертеж платы представлен на рис. 3. Плата с деталями укреплена в кожухе от реле-регулятора напряжения РР365-Б1; годится и любая подходящая прочная пластмассовая коробка. Резисторы R1 и R10 вынесены на переднюю стенку коробки.

В устройстве использованы постоянные резисторы МЛТ и конденсаторы КМ. Оксидные конденсаторы С3 и С6 надо подобрать по возможности с малым током утечки из типов К52-1, К50-35. Подстроечные резисторы R1, R10 — СП4-1. Транзисторы КТ361А можно заменить на КТ361Б, КТ361Г, а КТ972А — на КТ972Б или КТ829 с любым буквенным индексом. Микросхемы К561ЛА7 можно заменить на К176ЛА7, 564ЛА7. Вместо пьезоэлемента ЗП-2 подойдет ЗП-5.

Светодиод HL1 устанавливают в салоне автомобиля так, чтобы его свечение было хорошо видно снаружи, а само устройство в труднодоступном для злоумышленника месте. О том, где смонтирован тумблер SA1, должно быть известно только водителю.

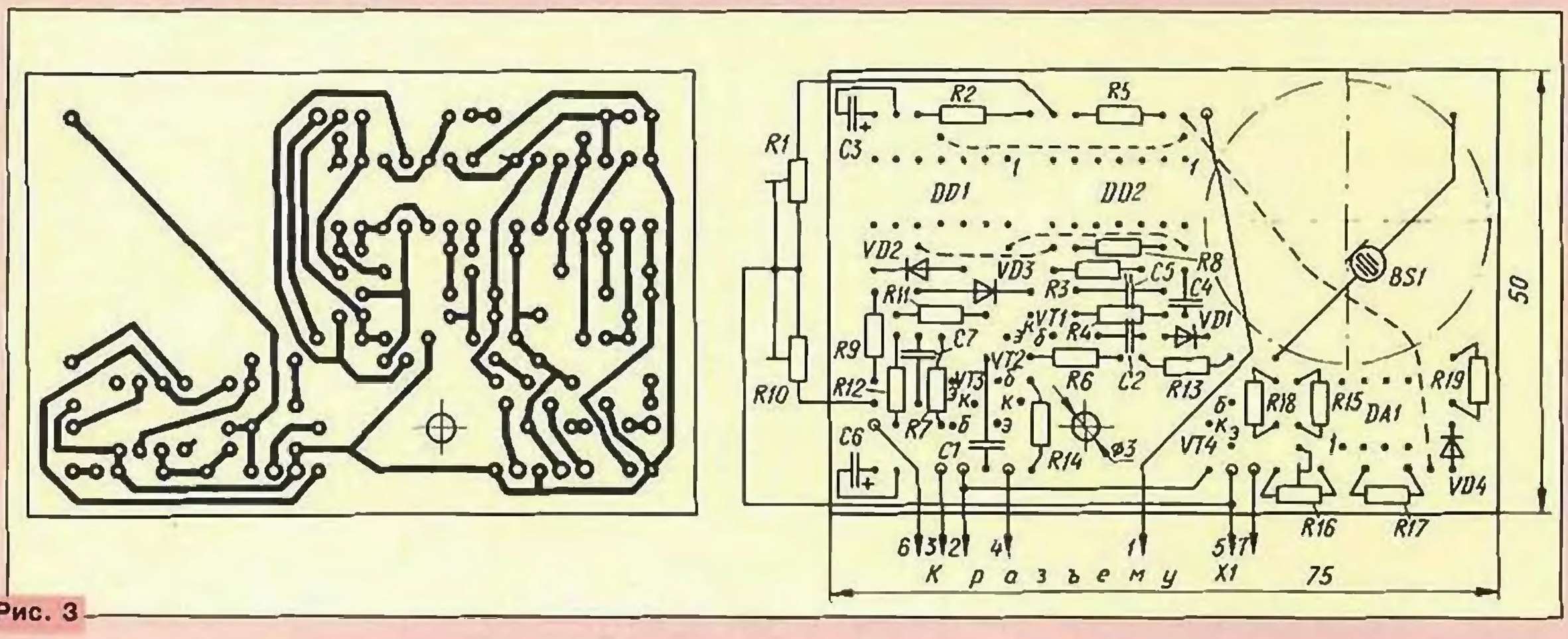


Рис. 3

Подключают устройство к бортовой сети согласно схеме на рис. 1 гибкими проводниками через семиконтактный разъем X1. На те модели автомобилей, где реле звуковых сигналов отсутствует, его необходимо установить. Сопротивление обмотки реле не должно быть менее 24 Ом. Параллельно обмотке реле обязательно включают диод Д226 (VD5) с любым буквенным индексом, катодом к плюсовому проводу питания.

Устройство налаживания не требует и при исправных деталях и правильно выполненном монтаже начинает работать сразу. Необходимо лишь установить желаемую задержку перехода в дежурный режим резистором R1, а затем резистором R10 — задержку подачи сигнала.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Виноградов Ю.** Датчик вибрации для охранного устройства. — Радио, 1994, № 12, с. 38, 39.

2. **Розанов Н.** Простое охранное устройство для автомобиля. — Радио, 1994, № 9, с. 32, 33.

■

О НЕКОТОРЫХ ДОРАБОТКАХ ТЕЛЕФОННОГО СЕРВЕРА «PHONE MASTER» И АОН-ПРИСТАВКИ «КАЛЬКОФОН»

П. МИХАЙЛОВ, г. Москва

Многофункциональный телефон с АОН (сервер) «Phone Master» и АОН-приставка «Калькофон», разработанные фирмой «Телесистемы», бесспорно, лидируют на рынке, так как их несомненным преимуществом является энергонезависимость, т. е. они не имеют подключаемых к электросети блоков питания. Тем не менее иногда приходится заменять элементы питания, встроенные в аппараты. О доработках, связанных с этим, рассказывается в предлагаемой статье.

Отказавшись от сетевого питания, разработчикам АОНов удалось устранить «зависания» этих аппаратов при кратковременном пропадании напряжения в электросети и связанных с этим замыканий телефонной линии, а также стирание или искажение данных в памяти в случае длительного отсутствия сетевого напряжения. Однако, наряду с несомненными достоинствами, эти аппараты имеют и недостатки, к числу которых следует отнести применение гальванических элементов. Несмотря на крайне малый потребляемый ток, гальванические элементы все-таки разряжаются, причем по «закону бутерброда» это происходит неожиданно и в самый неподходящий момент.

Полуторагодичная эксплуатация сервера «Phone Master» показала, что даже свежие, качественные («фирменные») элементы японского производства обеспечивают нормальную работу аппарата в течение 6...8 месяцев. После этого заметно снижается яркость ламп, подсвечивающих жидкокристаллический индикатор, а сам ЖКИ теряет контрастность, что уменьшает угол его обзора. Кроме того, падает уровень громкости в режиме «Спикерфон» (разговор без поднятия трубки).

Более старые модели аппарата комплектовались встроенными батареями из четырех последовательно соединенных дисковых аккумуляторов, но, видимо, из-за низкого их качества изготовитель перевел свою продукцию на питание от трех гальванических элементов типа АА (316).

Исследования показали, что на клеммы батарейного отсека по-прежнему подается зарядный ток (если телефон подключен к линии). Это натолкнуло на мысль установить вместо гальванических элементов «пальчиковые» аккумуляторы импортного производства (в частности, автор применил аккумуляторы фирмы «Varta»). Так как отсек питания рассчитан на три элемента, а для получения требуемого напряжения нужно четыре, то четвертый пришлось разместить внутри корпуса аппарата (где много свободного места) и подключить последовательно к основным трем. Отечественные аккумуляторы лучше не использовать!

В результате «Phone Master» превратился в действительно энергонезависимый и полностью автономный аппарат, сохранив все свои отличные качества и сервисные возможности. Поскольку подзарядка аккумуляторов происходит малым током, возможность их перезаряда и связанная с этим порча полностью исключены.

Телефонная АОН-приставка «Калькофон» имеет два встроенных источника электропитания: «часовую» батарею (аналогичную отечественной СЦ-32) для работы калькулятора в условиях недостаточной освещенности, когда солнечная батарея не в состоянии обеспечить нормальное напряжение для функционирования устройства, и литиевую батарею типа CR2032, подпитывающую плату АОН.

Калькофон устойчиво и безотказно работает до тех пор, пока оба эти источника питания обеспечивают необходимое напряжение (1,5 и 3 В соответственно). Через некоторое время, когда элементы немного «подсядут», в работе устройства отмечаются сбои: ЖКИ при недостаточной освещенности «бледнеет», а калькофон нечетко выполняет отдельные функции и некоторые команды.

Продлить срок уверенной работы калькофона можно установкой «часового» элемента большей емкости, например, СЦ-0,18 или аналогичного (он идентичен по диаметру элементу СЦ-32, но чуть «толще», хотя это не мешает установке его в соответствующее гнездо). Можно разместить внутри корпуса калькофона и больший по размеру, а следовательно, и по емкости элемент напряжением 1,5 В, припаяв к нему соединительные провода.

Литиевый элемент тоже целесообразно заменить на более емкий, например CR2325 (или BR2325). Места внутри корпуса калькулятора для этого более чем достаточно. Необходимо изолировать литиевые элементы, чтобы избежать замыкания их на платы, а также зафиксировать элементы в корпусе с помощью липкой ленты или поролоновых прокладок.

Калькофоны последней модели снабжены выключателем, который разрывает цепь питания, получаемого от литиевого элемента. Следует не забывать выключать приставку, если планируется отсоединить ее от телефонной линии на длительное время. Полезно также следить за тем, чтобы в отключенном состоянии калькофона случайно не оказалась нажатой какая-либо клавиша, так как при этом «часовой» элемент станет довольно быстро разряжаться. ■

ЕЩЕ ОДИН ТЕЛЕФОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

А. ПОРОШЕНКО, г. Чистополь, Татарстан

В журнале уже рассказывалось об усилителях, которые позволяют сделать звук в телефонной трубке громче («Радио», 1996, № 6, с. 36). Ниже описан еще один подобный усилитель, который применяется и в промышленных телефонных аппаратах.

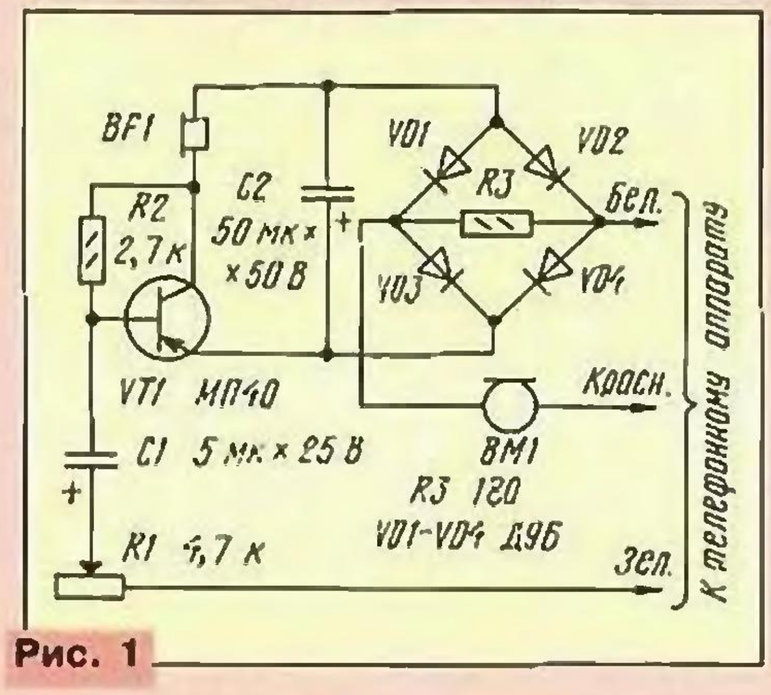


Рис. 1

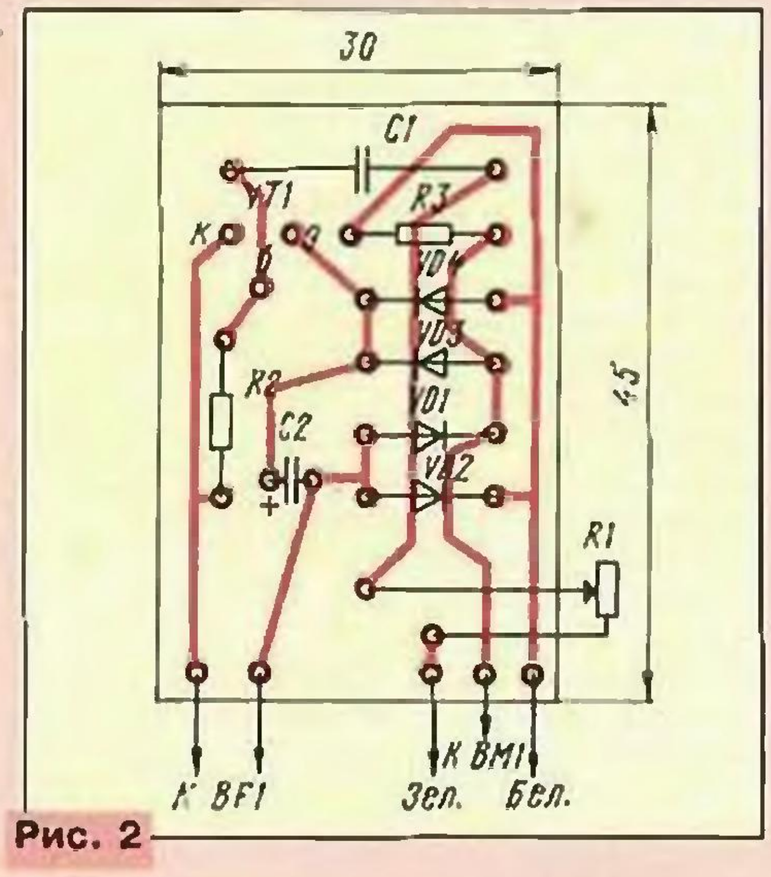


Рис. 2

Схема усилителя показана на рис. 1. Он питается непосредственно от цепей телефонного аппарата и не имеет выходного трансформатора, что позволило сделать устройство малогабаритным.

Переменным резистором R1 регулируют громкость. Вместо него можно установить постоянный такого же номинала, а параллельно ему подключить тумблер. При замкнутых контактах тумблера усиление максимально.

В усилителе применим любой транзистор серии МП структуры р-п-р. Постоянные резисторы — МЛТ-0,125, переменный — от малогабаритного приемника. Конденсатор С1 — К50-3, С2 — К50-6.

Детали усилителя смонтированы на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита (рис. 2), которую размещают непосредственно в телефонной трубке. Конденсатор С2 устанавливают на плате в положении «лежа». ■

АВТОМАТ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ

С. БИРЮКОВ, г. Москва

На страницах журнала «Радио» неоднократно помещались описания устройств, обеспечивающих автоматическое включение уличного освещения с наступлением темного времени суток. В устройстве, предлагаемом вниманию читателей на этот раз, весьма оригинально решена проблема управления электромагнитным реле. Не лишено интереса и конструктивное оформление автомата.

При разработке устройства управления освещением была поставлена задача максимального упрощения его схемы при сохранении четкого выполнения всех рабочих функций.

Принципиальная схема автомата приведена на рис. 1. При достаточном естественном освещении сопротивление фоторезистора R2 мало и напряжение на инвертирующем входе ОУ DA1 меньше, чем на неинвертирующем. Напряжение же на выходе ОУ близко к напряжению на плюсовом выводе конденсатора C3, и транзистор VT1 закрыт. В таком состоянии ток, протекающий через обмотку реле K1, откроет транзистор VT2, который ее зашунтирует. Напряжение на обмотке реле составляет в этом случае 2...4 В, что недостаточно для его срабатывания, а потому включенные через его нормально замкнутые контакты лампы освещения гореть не будут.

По мере уменьшения освещенности сопротивление фоторезистора R2 возрастает и напряжение на инвертирующем входе ОУ увеличивается. При достижении им уровня, заданного подстроечным резистором R4, ОУ переключается и напряжение на его выходе становится близким к напряжению на минусовом выводе конденсатора C3. Транзистор VT1 открывается и входит в насыщение. В результате напряжение на эмиттере практически сравнивается с напряжением на коллекторе, что приводит к закрыванию транзистора VT2. Теперь ток питания полностью потечет через обмотку реле K1, оно сработает и его замкнувшиеся контакты включат осветительные лампы.

Питается автомат от сети переменного тока через гасящий конденсатор C4 и мостовой выпрямитель VD4. При открытом транзисторе VT2 ток, текущий через этот транзистор и диод VD2, проходит также через стабилитрон VD3. Выделяющееся на нем напряжение 12 В используется для питания управляющей части устройства. При закрытом транзисторе VT2 почти весь ток обмотки реле K1 продолжает питать этот узел и лишь малая его часть проходит через резистор R6 и выход ОУ DA1.

Резистор R5 исключает многократные включения и выключения осветительных ламп при небольших изменениях освещенности в зоне срабатывания автомата. Конденсатор C1 устраняет сетевые наводки и замедляет срабатывание автомата, что уменьшает вероятность выключения ламп при кратковременном освещении фоторезистора, например, светом фар проходящих автомобилей. Стабилитрон VD1 обеспечивает четкое закрывание транзистора VT1, а диод VD2 — транзистора VT2. Резистор R3 не позволяет при подстройке уровня срабатывания автомата превысить максимально допустимое синфазное напряжение на входе ОУ, выше которого он уже не будет работать.

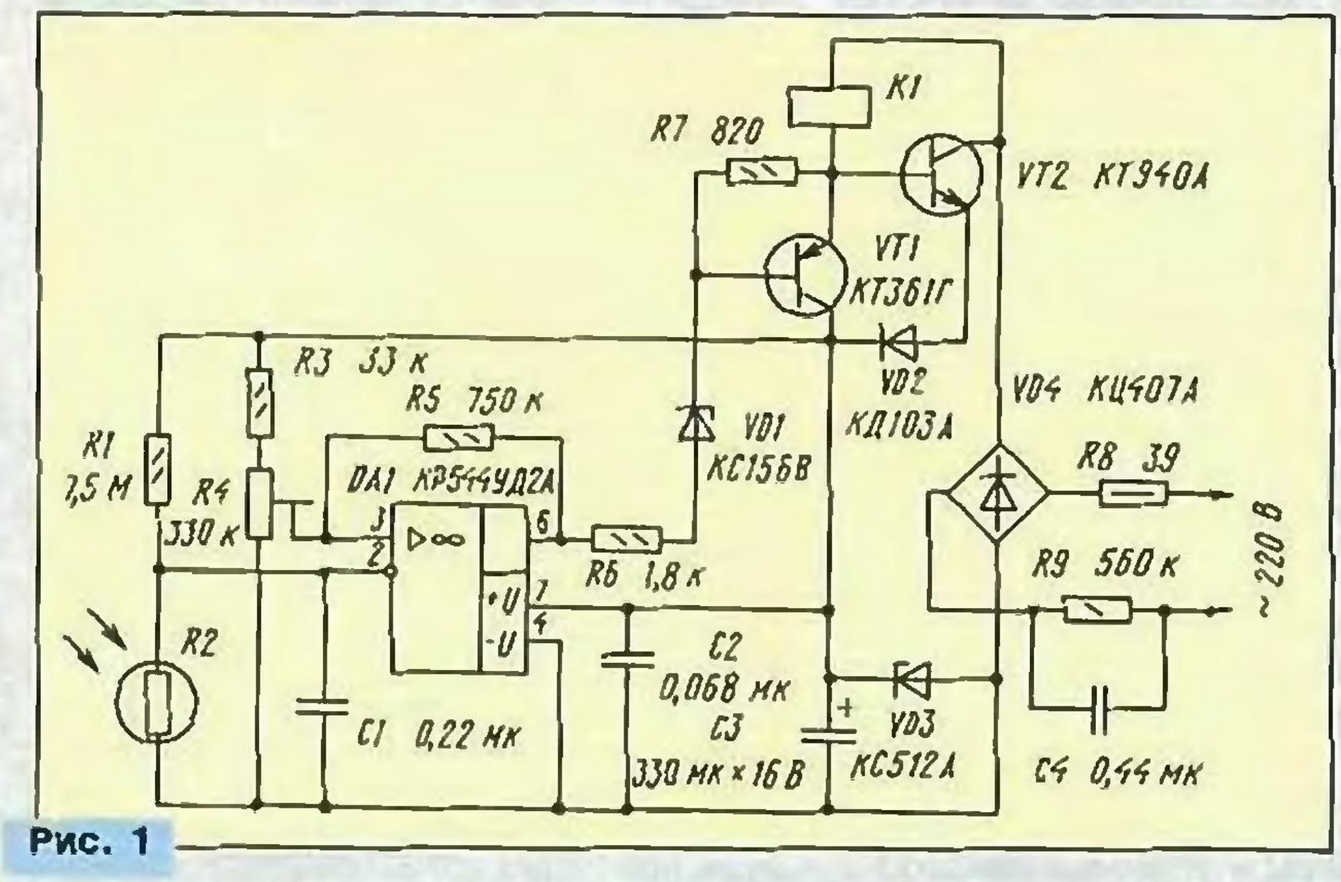


Рис. 1

Все элементы устройства размещены на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм и размерами 60x60 мм (рис. 2). Плата рассчитана на установку в качестве C4 двух конденсаторов K73-17 емкостью 0,22 мкФ и рабочим напряжением 630 В. Можно также использовать K73-16, но в любом случае рабочее напряжение конденсаторов должно быть не менее 400 В. Оксидный конденсатор C3 — импортный аналог K50-35, остальные — КМ. Постоянный резистор R1 — С1-4 или КИМ, остальные МЛТ указанной на схеме (рис. 1) мощности. Подстроечный резистор R4 — СП3-19а.

В качестве реле применено РПУ-2 с сопротивлением обмотки 4,5 кОм и рабочим напряжением 110 В, имеющее по две пары замыкающих и размыкающих контактов. Ток через каждую пару может, по оценке автора, достигать 10 А. Конденсатор C4 должен быть подобран таким образом, чтобы обеспечивалось при закрытом транзисторе VT2 номинальное напряжение на обмотке реле. Работоспособность устройства сохраняется при емкости C4 в пределах 0,22...0,47 мкФ.

В автомате использован фоторезистор ФСД-Г1. Этим объясняется необходимость применения резистора R1 с высоким сопротивлением. Если установить фоторезистор ФСК-Г1 или СФ2-5, сопротивление резистора R1 нужно будет уменьшить примерно до 1 МОм, а емкость конденсатора C1 увеличить до 2,2 мкФ. При такой же замене фоторезистора в качестве ОУ DA1 допустимо использовать К140УД6 или К140УД7. Транзистор VT1 — любой кремниевый маломощный структуры p-n-p (например, серий КТ361, КТ502 или КТ3107 с любыми буквенными индексами). Хотя при работе автомата напряжение на транзисторе VT2 не превышает 110 В, в момент включения питания оно может возрасти до полного амплитудного напряжения сети, что составляет около 300 В. По этой причине допустимое напряжение коллектор –эмиттер транзистора VT2 должно быть не менее указанной величины. Такое напряжение имеют транзисторы КТ506А(Б), КТ604А(Б, АМ, БМ), КТ605А(Б, АМ, БМ), КТ850Б, КТ854А(Б), КТ859А, а также БСИТ — транзисторы КП957А(Б, В), КП959А (см. «Радио», 1995, № 3, с. 42), включенные точно так же, как и КТ940А.

Стабилитрон VD1 — любой малогабаритный на напряжение 4,7...7,5 В, VD3 должен иметь напряжение стабилизации 11...15 В и ток не менее рабочего тока реле K1 с запасом 50 % (для РПУ-2 — 25...30 мА). Этим требованиям отвечают, например, стабилитроны Д814Г, КС512А, КС512Б, КС515Г. Диодный мост КЦ407А может быть заменен на четыре диода, выдерживающие напряжение не менее 300 В.

Плата помещена внутрь защитного кожуха реле (рис. 3). Отверстия в основании реле, предназначенные для крепления его механизма, следует расточить надфилем, а сам механизм, насколько это возможно, сместить в сторону. К основанию реле подклеен брусок из органического стекла и к нему привинчена плата.

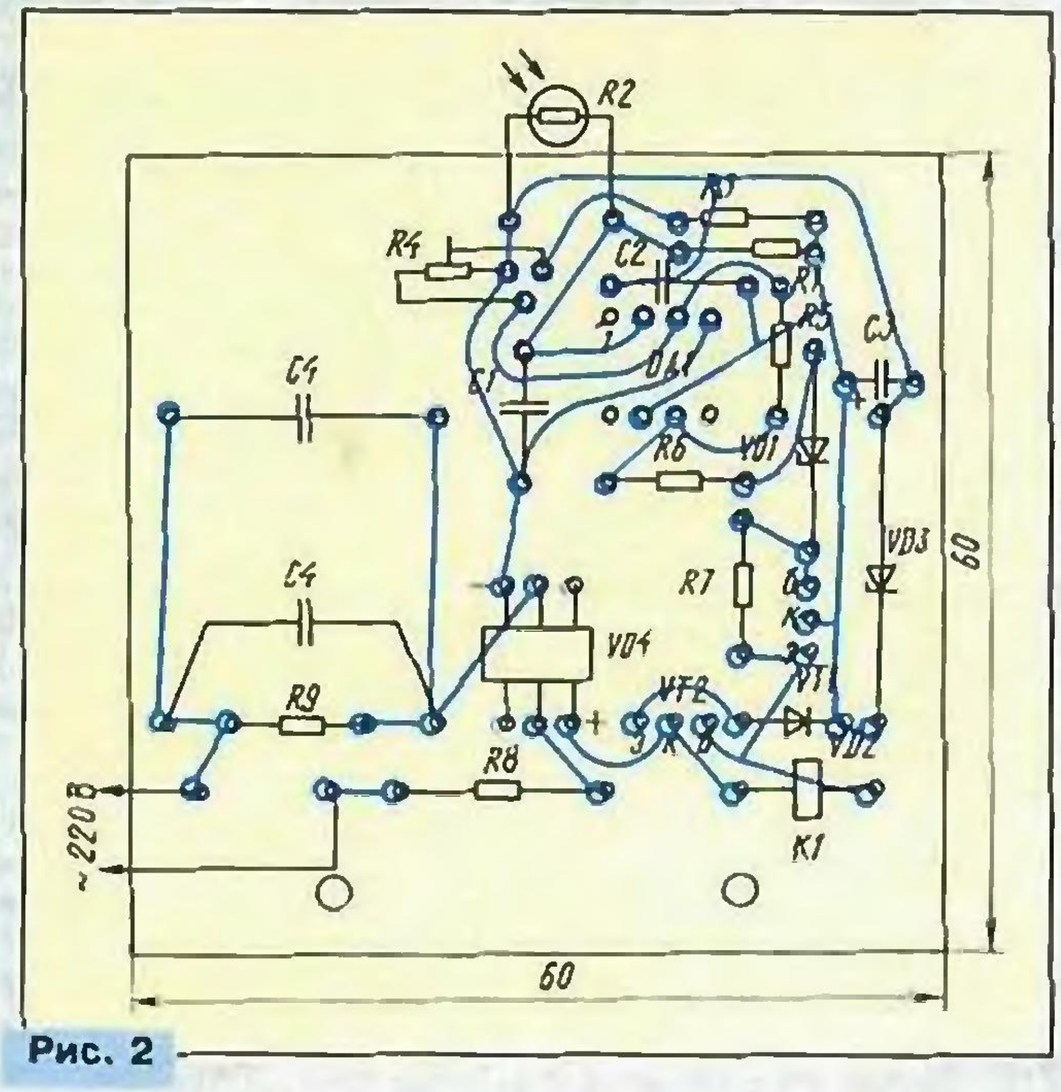


Рис. 2

Выводы обмотки реле отсоединены от контактных ламелей и подпаяны к соответствующим штырькам платы, в качестве которых использованы контакты диаметром 1 мм от разъема 2РМ. К освободившимся ламелям подключены проводники питания (220 В). Фоторезистор подключен двумя свитыми проводами непосредственно к контактам платы (рис. 3).

Предварительно устройство регулируют при питании от источника, напряжение которого несколько меньше напряжения стабилизации стабилитрона VD3, подключив его параллельно этому стабилитрону. Фоторезистор следует затенить так, чтобы его освещенность была близка к той, при которой включается уличное освещение. Теперь, подключив вольтметр к выходу ОУ DA1 и минусовому выводу конденсатора С3, вращая движок подстроечного резистора R4, необходимо убедиться в том, что напряжение на выходе ОУ изменяется скачком где-то в средней части диапазона регулировки. Если этого не происходит, вольтметром с входным сопротивлением не менее 10 МОм следует проверить напряжение на фоторезисторе — оно должно быть близко к половине от напряжения на конденсаторе С3. В противном случае его нужно установить такой величины подбором резистора R1. После этого при затемненном или отключенном фоторезисторе



Рис. 3

нужно подать на автомат сетевое напряжение. При этом должно сработать реле К1.

Соблюдая осторожность, можно проверить напряжение на его обмотке, и если оно сильно отличается от номинального для этого типа реле, подобрать емкость конденсатора С4.

Реле РПУ-2 имеет специальный виток, охватывающий часть сердечника и делающий реле нечувствительным к пульсациям напряжения питания. При применении реле другого типа, возможно, придется включить параллельно обмотке сглаживающий конденсатор емкостью около 1 мкФ.

Фоторезистор должен быть установлен в защищенном от осадков месте, и так, чтобы на него не падали солнечные лучи и свет включаемых ламп. Для выполнения первого из названных условий фоторезистор рекомендуется сориентировать на север, прикрыв с запада и востока небольшими экранами.

Окончательную подстройку уровня срабатывания автомата производят на месте установки резистором R4, добиваясь срабатывания реле при пороговой освещенности.

Если вместо фоторезистора R2 включить терморезистор, то, подобрав соответствующим образом сопротивление резистора R1, можно получить неплохой термостабилизатор. ■

ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЭЛЕКТРОБРИТВЫ

А. ШИТОВ, г. Иваново

На рынках и в магазинах, торгующих бытовой аппаратурой, нередко можно встретить малогабаритные электробритвы (марки IRION-SHAVE, SUNNY и др.) с питанием от аккумулятора. В прилагаемых к ним инструкциях страна-производитель не указана, но судя по встроенным в них китайским аккумуляторам XINHUIPAI, все они имеют азиатское происхождение. Свои прямые функции такие бритвы выполняют отлично, но их зарядные устройства не обеспечивают ток, достаточный для нормальной зарядки аккумуляторов. В инструкциях по эксплуатации бритв говорится, что время их зарядки — 16 ч, на корпусе указано 8 ч. На самом же деле зарядные устройства не способны полностью зарядить аккумулятор даже за 20 ч. В результате бритвой удается воспользоваться всего 2 – 4 раза, после чего ее снова приходится заряжать. О том, почему это происходит и как доработать зарядное устройство, рассказывается в публикуемой ниже статье.

Принципиальная схема электрической части бритвы IRION-SHAVE, составленная по ее печатной плате, показана на рис. 1. Бритва может питаться от сети напряжением 110 и 220 В. Во втором случае оно поступает на трансформатор Т1 через резистор R1, а в первом — через шунтирующие его замкнутые контакты выключателя SA1. О подключении бритвы к сети сигнализирует загорающийся светодиод HL1.

Никель-кадмиевый аккумулятор GB1 заряжается пульсирующим током частотой 50 Гц, выпрямляемым включенным по однополупериодной схеме диодом VD1. Среднее значение зарядного тока аккумулятора, измеренное в начале его зарядки, составляет 35 мА. Двигатель М1 потребляет ток 230 мА.

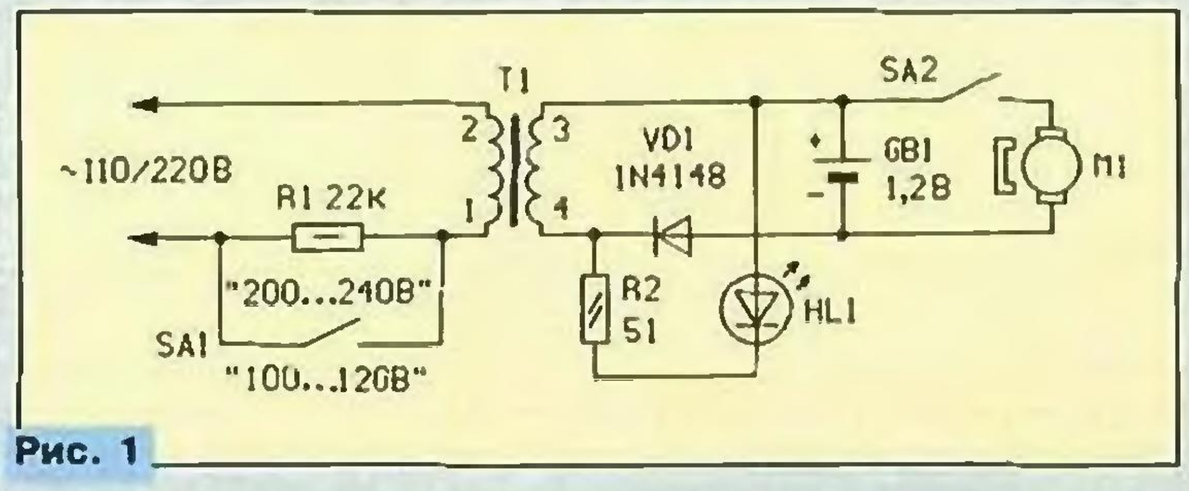


Рис. 1

Каковы же недостатки электробритвы с такой электрической схемой?

Проведенные в процессе зарядки аккумулятора измерения показали, что падение напряжения на резисторе R1 составляет 130 В, а это означает, что рассеиваемая им мощность — не менее 0,8 Вт. В бритве же установлен резистор мощностью 0,5 Вт. В результате он сильно нагревается. Повышается также температура трансформатора питания Т1, хотя и в значительно меньшей степени.

Не соблюдается и режим зарядки аккумулятора. Дело в том, что стандартный ток его зарядки должен составлять 10% от энергоемкости, а поскольку в бритве установлен аккумулятор емкостью 500 мА ·ч, его необходимо заряжать током 50 мА. Реальный ток зарядки, как указывалось выше, составляет всего 35 мА.

Устранить эти недостатки не составит труда даже начинающему радиолюбителю. Чтобы ограничительный резистор меньше перегревался, его мощность нужно увеличить до 1 Вт, а сопротивление уменьшить до 20 кОм.

Для повышения зарядного тока достаточно диод VD1 заменить мостовым выпрямителем (рис. 2).

После такой несложной доработки аккумулятор будет заряжаться током 50 мА, а время его полной зарядки составит 15... 16 ч. Диоды КД522Б можно заменить КД521, КД522, КД102, КД103 с любыми буквенными индексами.

По возможности, аккумулятор китайского производства рекомендуется заменить на более надежный.

К сожалению, описанная доработка не позволяет полностью избавиться от

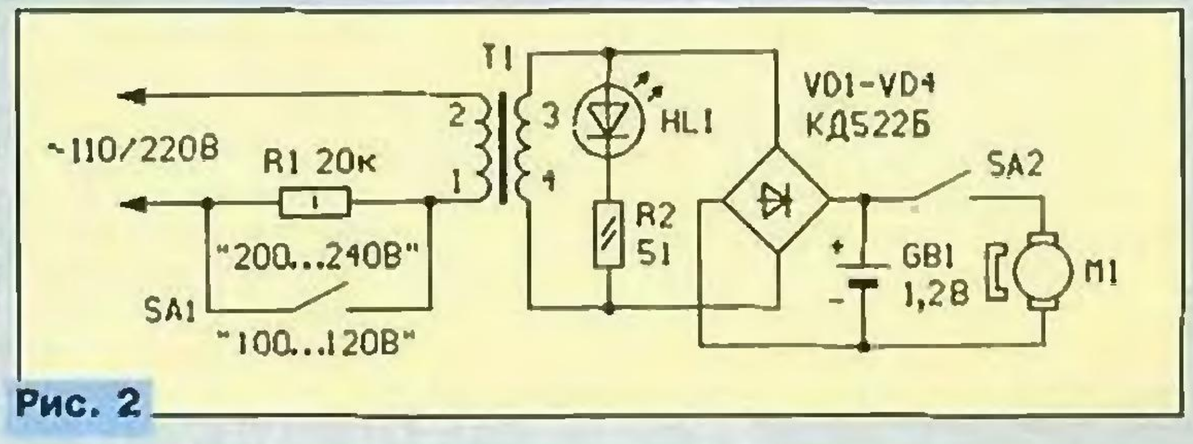


Рис. 2

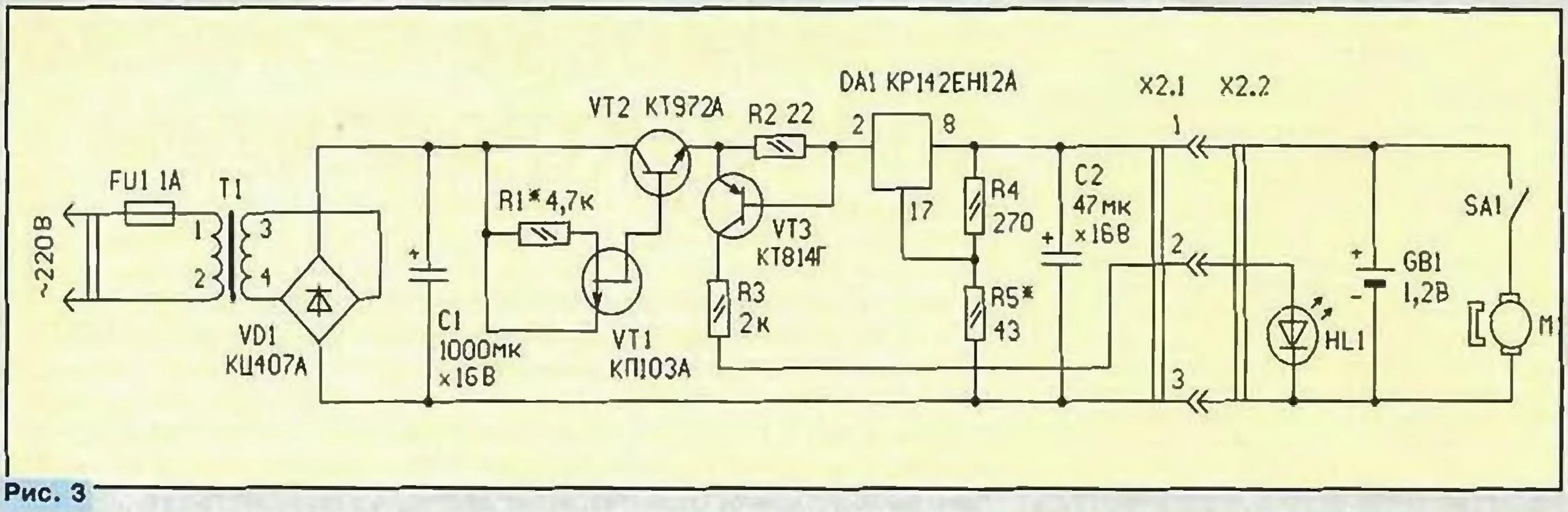


Рис. 3

перегрева резистора R1, который по-прежнему будет рассеивать сравнительно большую мощность, нагревая пластмассовый корпус бритвы. Исключить этот резистор не представляется возможным, поскольку трансформатор Т1 не рассчитан на напряжение 220 В. Можно, конечно, увеличить число витков его первичной обмотки, но дело это весьма хлопотное.

Избежать этих трудностей позволяет зарядное устройство, выполненное в виде отдельного блока, собранного, например, по схеме, описанной в [1]. Оно не только устраняет нагрев элементов бритвы, но и ускоряет процесс зарядки аккумулятора.

На рис. 3 показана схема еще одного варианта несложного зарядного устройства, обладающего перечисленными выше достоинствами. На транзисторах VT1 и VT2 построен ограничитель зарядного тока. Микросхема DA1 стабилизирует его выходное напряжение.

Транзистор VT3 и светодиод HL1 выполняют функции индикатора зарядки аккумулятора. Пока напряжение, создаваемое зарядным током на резисторе R2, достаточно для открывания транзистора VT3, светодиод HL1 ярко светится. Когда же ток зарядного устройства снизится до 10...15 мА и напряжение на резисторе R2 упадет до 0,6 В, транзистор VT3 закроется, а светодиод погаснет, сигнализируя о завершении процесса зарядки аккумулятора.

В своей электробритве автор заменил аккумулятор GB1 на более емкий (850 мА·ч) и вместе с двигателем М1, выключателем SA1 и светодиодом HL1 разместил его в корпусе бритвы на имевшейся там печатной плате. Остальные детали, за исключением предохранителя FU1, трансформатора Т1 и конденсатора С1, смонтировал на новой печатной плате (рис. 4), поместив ее в корпус выполненного в виде вилки сетевого блока питания БП4-1. Микросхему DA1 и транзистор VT2 необходимо снабдить небольшими П-образными теплоотводами из листовой латуни. Транзистор VT3 рассеивает мощность менее 0,3 Вт и в теплоотводе не нуждается. Бритву можно подключать к зарядному устройству с помощью миниатюрного разъема от стереоаппаратуры и трехпроводного кабеля.

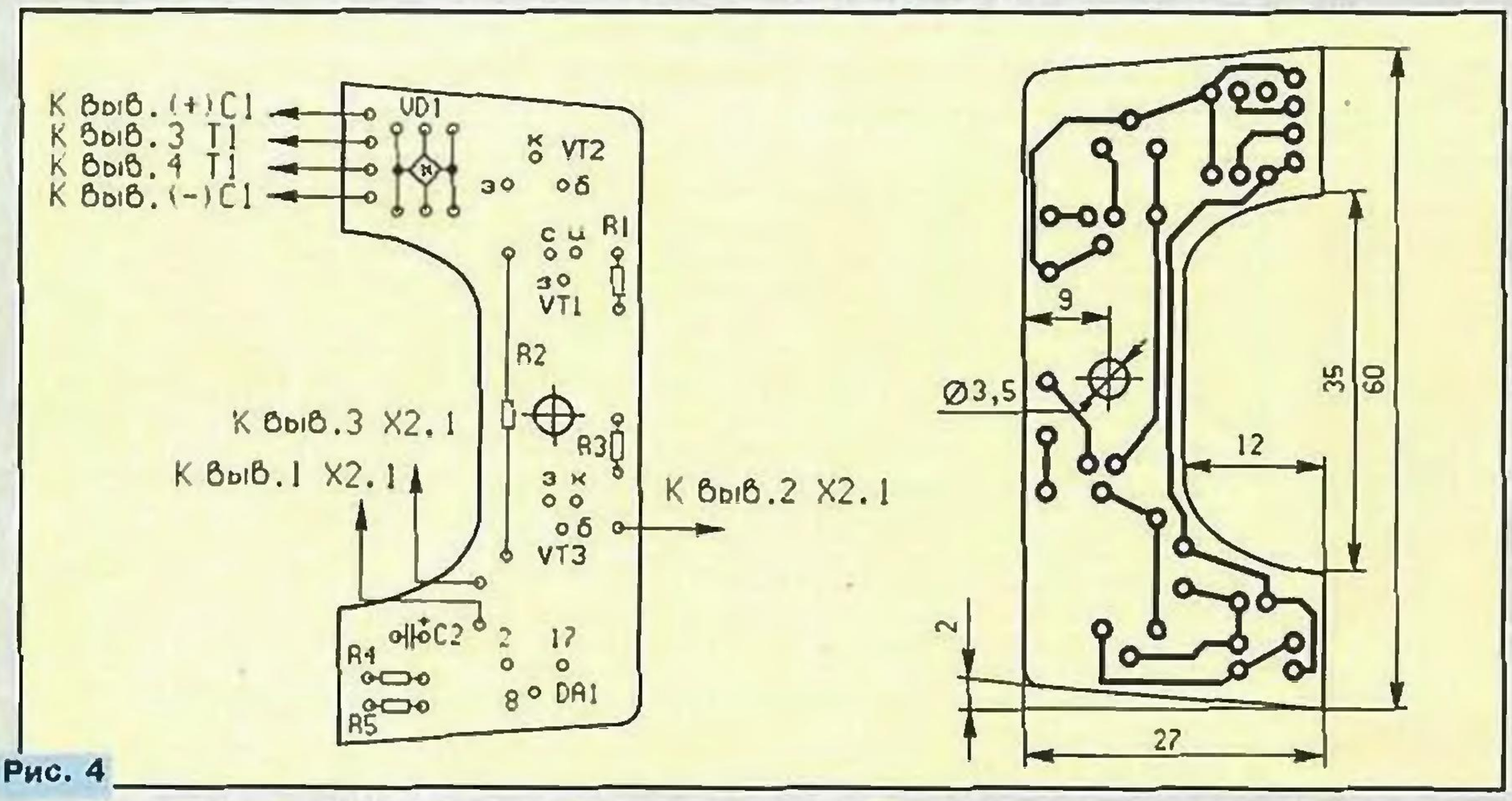


Рис. 4

Для монтажа использованы резисторы МЛТ-0,125, конденсаторы К50-40. Транзистор КП103 — с любым буквенным индексом. Вместо транзистора КТ972А подойдет КТ972Б или К829А, КТ829Б, КТ829В с коэффициентом передачи тока не менее 500...1000, а вместо КТ814Г — КТ814, КТ816 с любыми буквенными индексами. В выпрямителе могут работать диоды КД105Б, КД105В и КД105Г.

Трансформатор Т1 можно использовать от блока питания БП4-1 или любой другой, обеспечивающий напряжение на вторичной обмотке 5...7 В при токе нагрузки не менее 600 мА.

После монтажа подбором резистора R5 нужно установить на выходе зарядного устройства напряжение 1,35 В, а подбором резистора R1 —ток короткого замыкания порядка 400...450 мА. На время регулировки выходного тока следует замкнуть выводы базы и эмиттера транзистора КТ814Г.

На рис. 5 показано изменение зарядного тока в течение первых двух часов зарядки аккумулятора. Как видно из рисунка, его временная зависимость практически не отличается от теоретической [2].

Если зарядное устройство не включено в сеть, нельзя оставлять его соединенным с бритвой, иначе аккумулятор будет разряжаться через резисторы R4, R5 и микросхему DA1 током около 5 мА.

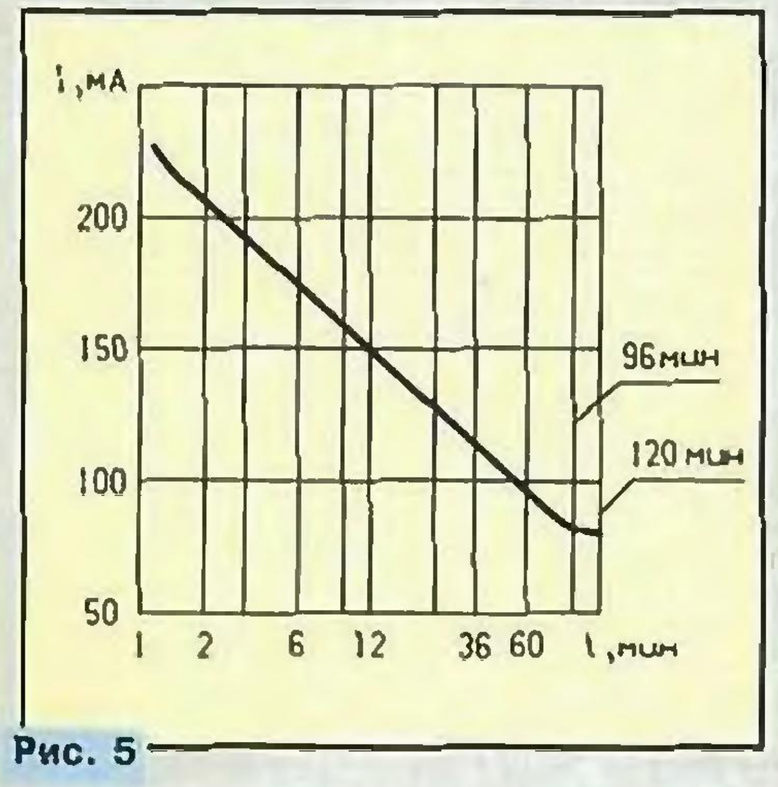


Рис. 5

ЛИТЕРАТУРА

1. **С. Алексеев.** Зарядные устройства для Ni-Cd аккумуляторов и батарей. — Радио, 1997, № 1, с. 44–46; № 2, с. 44–46.

2. **М. Дорофеев.** Вариант зарядного устройства. — Радио, 1993, № 2, с. 12,13.

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ПРИЕМНИК — СЛУХОВОЙ АППАРАТ

Ю.ПРОКОПЦЕВ, г. Москва

Чтобы послушать интересную радиопередачу, человеку с ослабленным слухом нужен приемник с выходом на головной телефон, а для свободного общения с окружающими не обойтись без слухового аппарата. Иметь же при себе сразу оба прибора, переключая головной телефон из одного в другой довольно неудобно. Для объединения обеих функций в одном устройстве некоторые радиолюбители (см., например, статью В. Петрова в «Радио», 1997, № 1, с. 21) собирают приемник прямого усиления с переключателем, позволяющим по выбору присоединять к УЗЧ узел приема радиосигналов либо микрофон.

Подобную задачу можно решить проще и быстрее, если использовать заводской двухдиапазонный супергетеродин прежних выпусков. В этом случае в одном положении переключателя диапазонов устройство будет работать в штатном режиме приема радиосигналов (средние волны), а в другом — усиливать сигналы звуковой частоты, поступающие от микрофона. При этом используются усилительные свойства не только УЗЧ, но и радиочастотных каскадов. Сущность последнего состоит в том, что гетеродин одного диапазона (например, длинноволнового) перестраивается на фиксированную частоту, равную промежуточной, а преселектор ДВ «отрывается» от преобразователя и заменяется цепями с включенным микрофоном.

Поступающие на вход преобразователя (см. рисунок) звуковые сигналы модулируют колебания промежуточной частоты, которые беспрепятственно проходят через фильтр сосредоточенной селекции (ФСС), настроенный на частоту 465 кГц, усиливаются в каскадах УПЧ и после обычного детектирования в УЗЧ. Такое построение звукового канала позволяет получить большее усиление, чем при работе одного УЗЧ, а также использовать действие АРУ.

На рисунке показан фрагмент типовой входной части и преобразователя для цепей диапазона ДВ (приемник «Гауя», заводская схема, при более ранних доработках приемника были использованы транзисторы со структурой п-р-п, изменены полярность включения оксидных конденсаторов и диодов, питание с заземленным минусом источника тока). В двух местах штриховой линией помечены разрывы в штатных цепях, которые выполняются прорезанием фольги печатных проводников. Вновь вводимые элементы схемы и их цепи выделены более толстыми линиями.

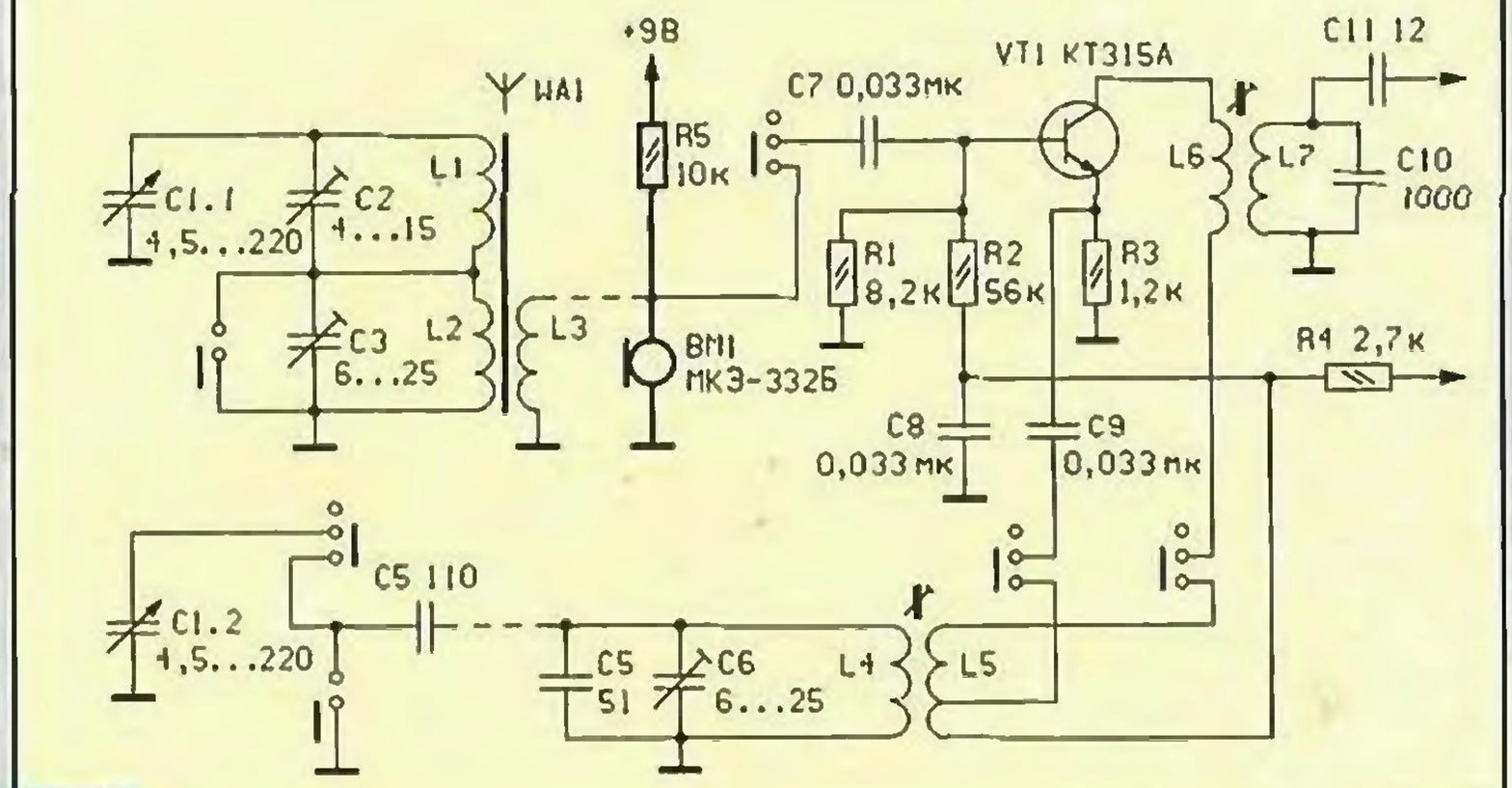


Рис. 1

Чем руководствоваться при перестройке частоты гетеродина? Известно, что на ДВ его нижняя частота составляет 615 кГц. Следовательно, требующийся коэффициент понижения частоты будет $K = 615/465 = 1{,}32$. Не трогая контурную катушку L4 (ее индуктивность 580 мкГн), потребуется в $K^2 = 1{,}75$ раз увеличить емкость конденсатора гетеродинного контура (с учетом емкости монтажа). Для этого заменим штатный конденсатор С5 на конденсатор с большей емкостью (вместо конденсатора емкостью 25 пФ следует применить аналогичный 51 пФ).

Затем, разорвав проводник, идущий от переключателя диапазонов к катушке связи L3 с антенным контуром ДВ, следует присоединить цепь микрофона BM1 и дополнительный резистор R5 для связи с цепью питания приемника. Последнее необходимо для работы микрофона электретного типа (МКЭ-332Б). Микрофон можно расположить рядом с динамической головкой.

Выполнив доработку, приступаем к регулировке работы дополнительных элементов. Для этого к приемнику подключают головной телефон и устанавливают переключатель диапазонов в положение «ДВ» и включают питание. Рядом с приемником разместить источник звука, например, радиотрансляционный громкоговоритель, работающий с невысоким уровнем звучания. Вращая ротор подстроечного конденсатора С6, в какой-то момент можно услышать работу программы проводного вещания. Правильность настройки контролируется по максимуму громкости воспроизведения в головном телефоне — в этом случае частота модернизированного гетеродина будет точно соответствовать имеющейся настройке контуров ФСС — трогать последние ни в коем случае нельзя, во избежание расстройки канала радиоприема. Если регулировка конденсатором С6 несколько груба, более точную подстройку можно произвести подстроечником катушки L4, вращая его не более чем на один оборот. Если подстроечник приходится вращать больше, то рекомендуем изменить емкость конденсатора С5 до ближайшего в ряду номинальных значений и повторить регулировку.

Схемы других приемников могут иметь некоторые отличия от приведенной, но принципы доработки остаются такими же. Приемники с одним диапазоном, как и модели с общей неперключаемой катушкой связи с антенными контурами двух диапазонов, удается переделать без введения дополнительных переключателей только в слуховой аппарат с потерей функции радиоприема. Однако потребность в усилении слышимости собеседника порой бывает важнее, и тут предложенный метод переделки будет полезен. ■

МЕЛОДИЧЕСКИЙ СИГНАЛИЗАТОР НА МИКРОСХЕМАХ УМС

(Окончание. Начало см. на с. 40.)

изменять подбором резистора R2 (или конденсатора С1), но она не должна быть мёньше 4...5 с. Далее в панельки микросхем DD6–DD13 устанавливают музыкальные синтезаторы и испытывают работу устройства в целом.

От редакции. Для деления частоты на два вместо D-триггера DD5.1 целесообразно использовать вторую половину микросхемы DD3.

Генератор на элементах DD2.1 и DD2.2 не обязательно должен выдавать короткие импульсы с частотой 1 Гц. Можно исключить диоды VD1, VD2, резисторы R5 и R7, а емкость конденсатора С5 уменьшить до 1000...5100 пФ.

Входы всех неиспользуемых элементов следует соединить с общим или плюсовым проводом источника питания.

Общее число микросхем можно еще сократить на одну, если сигнал с выхода элемента DD1.2 подать в качестве запрещающего на вход CP (вывод 2) микросхемы DD3. При этом импульсы на вход CN (вывод 1) можно подавать с выхода генератора на элементах DD2.1, DD2.2 без элементов DD2.3, DD2.4. ■

БАННИКОВ В. МЕЛОДИЧНЫЙ ЗВОНОК В ТЕЛЕФОННОМ АППАРАТЕ. — РАДИО, 1997, № 5, с. 41, 42.

Печатные платы двутональных звонков.

Чертеж печатной платы первого варианта двутонального сигнализатора (рис. 2 в статье) изображен на рис. 1, второго (рис. 3) — на рис. 2. На них размещены все детали, кроме излучателя BQ1. Платы рассчитаны на установку выпрямительного блока КЦ407А, резисторов МЛТ, конденсаторов К53-1 (С1 в первом варианте и С2, С4 — во втором), К50-35 (С4 и С5 соответственно) и КМ (остальные).

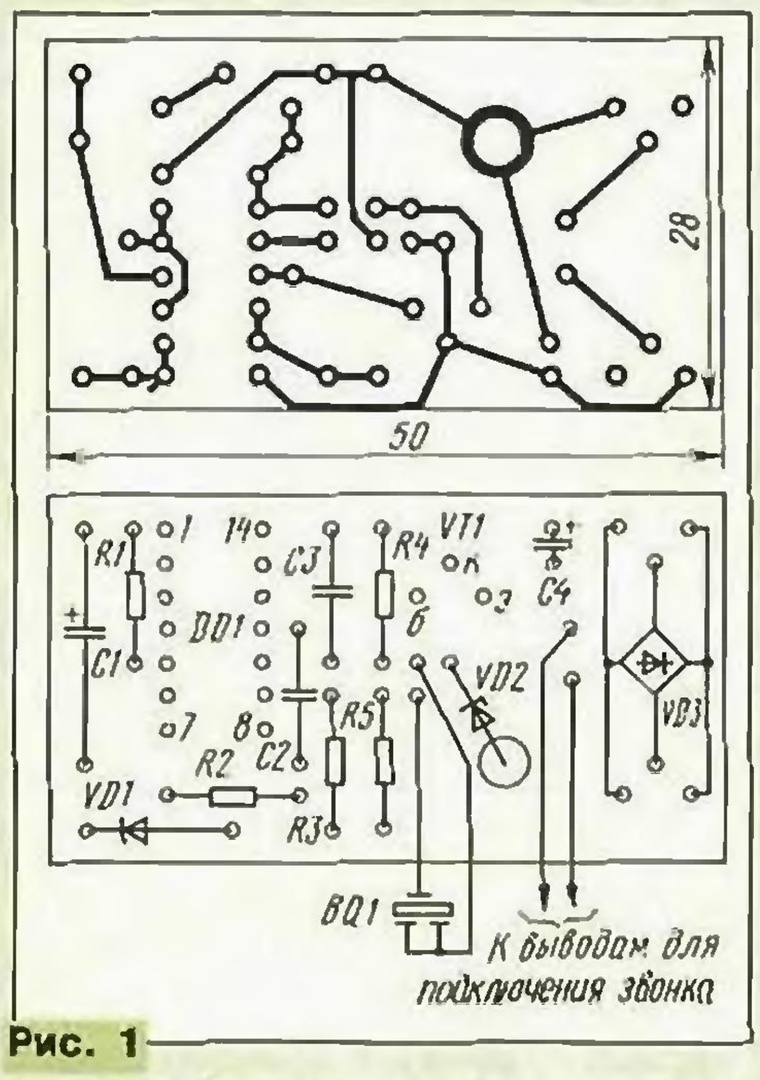


Рис. 1

БРЫЗГАЛИН А. ПРИЕМ ЧМ РАДИОВЕЩАНИЯ С РАЗЛИЧНЫМИ СИСТЕМАМИ СТЕРЕОДЕКОДИРОВАНИЯ. — РАДИО, 1996, № 12, с. 20—22.

О схеме декодера сигналов с полярной модуляцией.

На принципиальной схеме декодера с полярной модуляцией (рис. 6 в статье) точку соединения резистора R25 с конденсаторами С20, С21, С25, С26 необходимо подключить к цепи $+U_{пит}$. Линию электрической связи, соединяющую эту цепь с правыми (по схеме) выводами конденсаторов С25, С26, следует разорвать.

ГОРОДЕЦКИЙ И. ДИАЛОГОВЫЙ АВТОМАТ ВЫКЛЮЧЕНИЯ НАГРУЗКИ. — РАДИО, 1997, № 4, с. 9, 10.

Печатная плата.

Чертеж возможного варианта печатной платы автомата изображен на рис. 3. На ней размещены все детали, кроме трансформатора Т1, кнопок SB1—SB3, переключателей SA1, SA2, светодиода HL1 и динамической головки BA1. Плата рассчитана на установку микросхем ТТЛ в корпусах с перпендикулярным расположением выводов относительно основания (К155, КМ155, К555 и т. д.), диодов КД212А (VD1—VD4), резисторов МЛТ, конденсаторов К50-35 (С1, С2, С9), К52-1 или К52-1Б (С5) и КМ (остальные). Не показанные на принципиальной схеме конденсаторы С10—С12 (КМ емкостью 0,33...0,1 мкФ) — блокировочные в цепях питания микросхем, резистор R13 (МЛТ-0,125 сопротивлением 1...2 кОм) соединяет выводы входов неиспользуемого элемента DD2.4 с плюсовым проводом питания микросхем. Штриховыми линиями изображены проволочные перемычки, устанавливаемые при монтаже со стороны деталей, штрихпунктирными — Г-образный теплоотвод транзистора VT1, согнутый из полосы листового алюминиевого сплава размерами 20×60×2 мм. Римской цифрой I обозначена сетевая обмотка трансформатора Т1, цифрой II — понижающая.

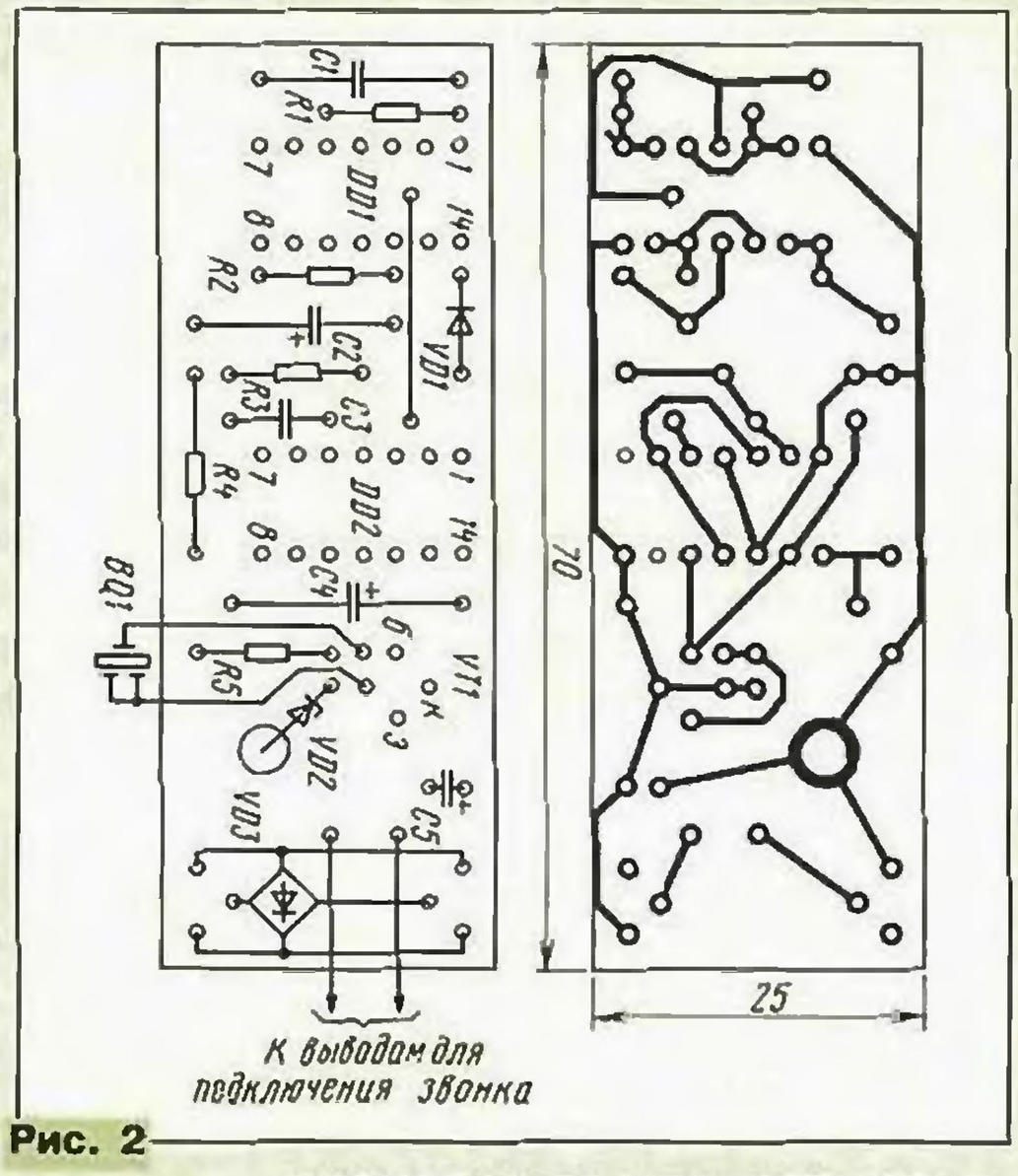


Рис. 2

ВОЛКОВ М. ГИТАРНАЯ ПРИСТАВКА «ДИСТОШН» С ПЕРЕМЕННЫМ ОГРАНИЧЕНИЕМ УРОВНЯ СИГНАЛА. — РАДИО, 1997, № 6, с. 40, 41.

О принципиальной схеме устройства.

Для правильной работы приставки полярность включения диодов VD3 и VD4 (см. схему на рис. 6 в статье) необходимо изменить на обратную.

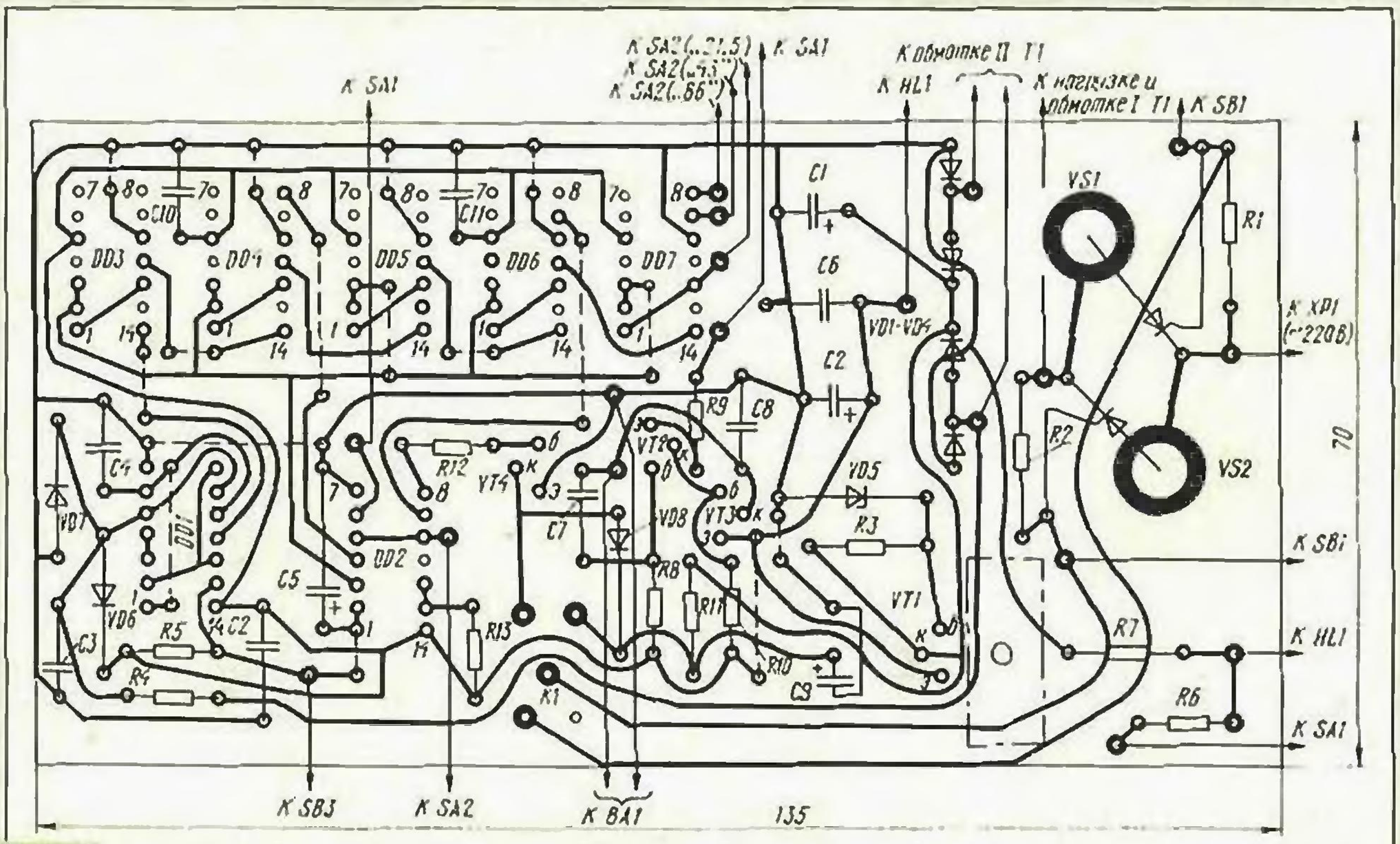


Рис. 3

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ

Редакция консультирует только по статьям, опубликованным в журнале «Радио». Вопросы по разным статьям просим писать разборчиво на отдельных листах. Обязательно укажите название статьи, ее авторы, год, номер и страницу в журнале, где она опубликована. Если вы хотите, чтобы вам ответили в индивидуальном порядке, вложите, пожалуйста, маркированный конверт с написанным вашим адресом. Консультации даются бесплатно.

Адресов авторов без их согласия редакция не сообщает. Если возникли вопросы, на которые, по вашему мнению, может ответить только автор статьи, пришлите письмо нам, а мы перешлем его автору. Не забудьте в этом случае вложить два маркированных конверта: один — чистый, другой — с написанным вашим адресом.

ЛИНЕЙНЫЕ СВЧ ТРАНЗИСТОРЫ ДЛЯ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ

Современный уровень развития РЭА и ее элементной базы позволяет в настоящее время создавать полностью твердотельные УКВ ЧМ и телевизионные передатчики с выходной мощностью до 5 кВт [1, 2]. Усилительные тракты на основе широкополосных транзисторных усилителей имеют ряд преимуществ по сравнению с ламповыми. Твердотельные передатчики более надежны, электробезопасны, удобны в эксплуатации и легче в производстве.

При блочно-модульной конструкции передатчика отказ одного из блоков оконечного усилителя не приводит к срыву эфирного вещания, поскольку передача будет продолжаться до замены блока, только с пониженной мощностью. Кроме того, широкополосный тракт транзисторного усилителя не требует дополнительной настройки на конкретный канал в пределах рабочей полосы частот [3].

Принято считать, что надежность передатчика зависит, прежде всего, от надежности применяемых активных компонентов. Благодаря применению современных мощных линейных СВЧ транзисторов, конструктивные особенности и технология изготовления которых обеспечивают существенное увеличение их времени наработки на отказ, вопрос повышения надежности твердотельных передатчиков получил принципиальное решение [4].

Растущие требования к технико-экономическим показателям УКВ ЧМ и телевизионных мощных передатчиков, а также достигнутый уровень отечественной технологии в области создания мощных кремниевых биполярных транзисторов стимулировали развитие нового класса приборов – мощных линейных СВЧ транзисторов. НИИ электронной техники (г. Воронеж) разработал и выпускает их широкую номенклатуру для применения в метровом и дециметровом диапазонах волн.

Транзисторы специально рассчитаны на использование в мощных телевизионных и радиовещательных передатчиках, ретрансляторах, в частности, в телевизионных ретрансляторах с совместным усилением сигналов звука и изображения, а также в усилителях многоканального сигнала базовых станций сотовой системы связи [5]. Эти транзисторы отвечают чрезвычайно жестким требованиям к линейности передаточной характеристики, имеют запас по рассеиваемой мощности и, как следствие, повышенную надежность.

Конструктивно такие транзисторы выполнены в металло-керамических корпусах. Их внешний вид изображен на рис. 1 (показаны корпусы не всех упоминаемых в статье транзисторов; недостающие можно увидеть в статье [6]). Высокие линейные и частотные свойства транзисторных структур реализованы благодаря применению прецизионной изопланарной технологии. Диффузионные слои имеют субмикронную проектную норму. Ширина эмиттерных элементов топологии — около 1,5 мкм при чрезвычайно развитом их периметре.

В целях устранения отказов, вызванных вторичным электрическим и тепловым пробоем, транзисторную структуру формируют на кремниевом кристалле с двуслойным эпитаксиальным коллектором и использованием эмиттерных стабилизирующих резисторов. Долговременной надежностью транзисторы обязаны также применению многослойной металлизации на основе золота.

Линейные транзисторы с рассеиваемой мощностью более 50 Вт (за исключением КТ9116А, КТ9116Б, КТ9133А), как правило, имеют конструктивно встроенную LC-цепь согласования по входу, выполненную в виде микросборки на основе встроенного МДП-конденсатора и системы проволочных выводов. Внутренние цепи согласования позволяют расширить рабочую частотную полосу, упростить согласование по входу и выходу, а также повысить коэффициент усиления по мощности K_{yp} в частотной полосе.

Вместе с тем эти транзисторы являются "балансными", что означает наличие на одном фланце двух идентичных транзисторных структур, объединенных общим эмиттером. Такое конструктивно-техническое решение позволяет уменьшить индуктивность вывода общего электрода и также способствует расширению частотной полосы и упрощению согласования.

При двухтактном включении балансных транзисторов потенциал их средней точки теоретически равен нулю, что соответствует условию искусственной "земли". Такое включение реально обеспечивает примерно четырехкратное увеличение выходного комплексного сопротивления по сравнению с однотактным при одинаковом уровне выходного сигнала и эффективное подавление четных гармонических составляющих в спектре полезного сигнала.

Хорошо известно, что качество телевизионного вещания, прежде всего, зависит от того, насколько линейна передаточная характеристика электронного тракта. Особенно остро вопрос линейности стоит при проектировании узлов совместного усиления сигналов изображения и звука ввиду появления в частотном спектре комбинационных составляющих. Поэтому был принят предложенный зарубежными специалистами трехтоновый метод оценки линейности передаточной характеристики отечественных транзисторов по уровню подавления комбинационной составляющей третьего порядка.

Метод основан на анализе реального телевизионного сигнала при соотношении уровней сигналов несущей частоты изображения –8 дБ, боковой частоты –16 дБ и несущей частоты звукового сопровождения –7 дБ относительно отдаваемой мощности в пике огибающей. Транзисторы для совместного усиления в зависимости от частотного и мощностного ряда должны обеспечивать значение коэффициента комбинационных составляющих М3, как правило, не более –53...–60 дБ.

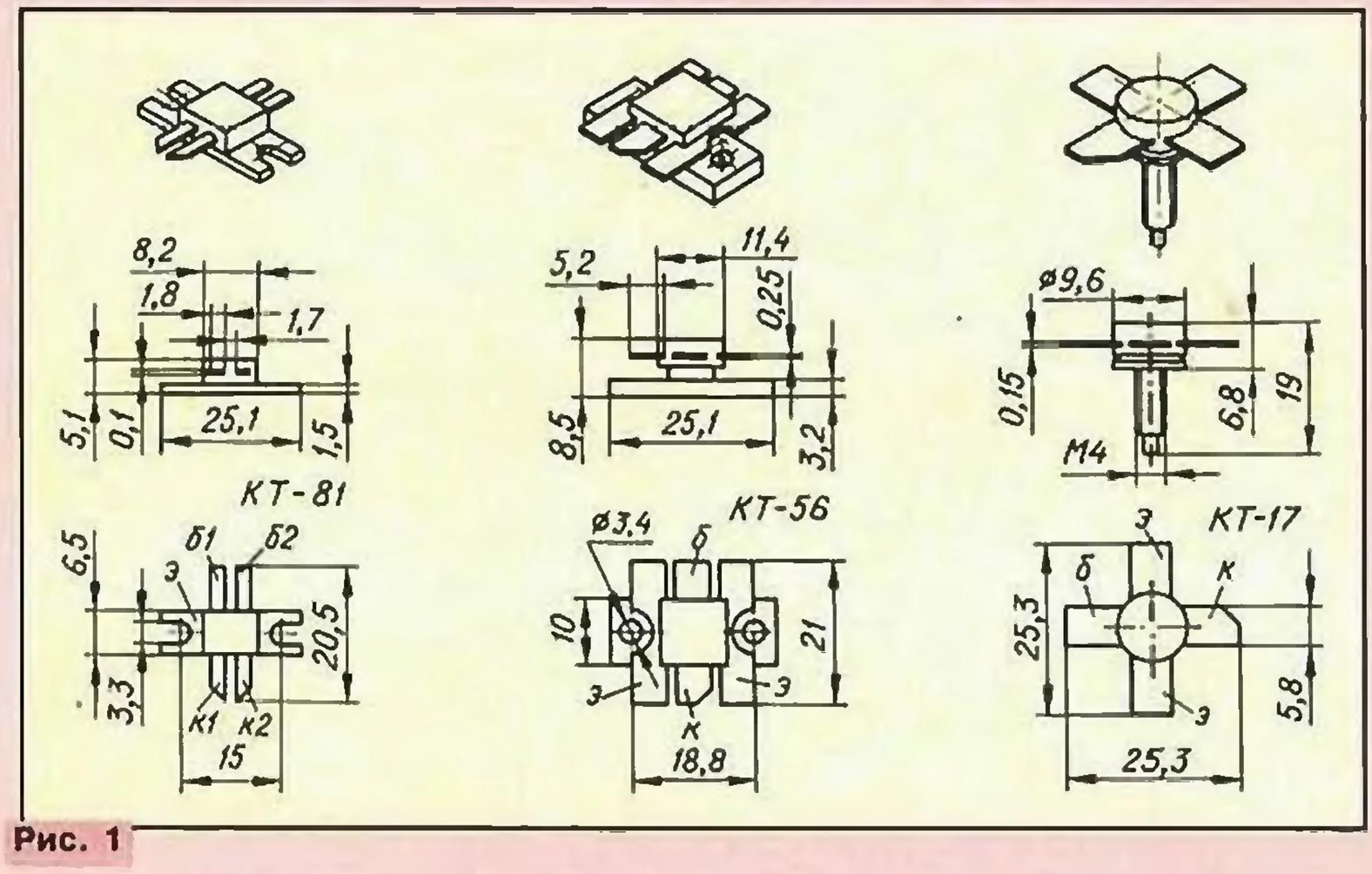


Рис. 1

Рассматриваемый класс СВЧ транзисторов с жесткой регламентацией подавления комбинационных составляющих за рубежом получил название суперлинейных транзисторов [7]. Следует отметить, что столь высокий уровень линейности обычно реализуем только в режиме класса А, где можно максимально провести режимную линеаризацию передаточной характеристики.

В метровом диапазоне, как видно из таблицы, имеется ряд транзисторов, представленный приборами КТ9116А, КТ9116Б, КТ9133А и КТ9173А с выходной пиковой мощностью $P_{вых.пик}$ соответственно 5, 15, 30 и 50 Вт. В дециметровом диапазоне волн такой ряд представлен приборами КТ983А, КТ983Б, КТ983В, КТ9150А и Г103 с $P_{вых.пик}$, равной 0,5, 1, 3,5, 8 и 25 Вт.

Суперлинейные транзисторы обычно применяют в совместных усилителях (в режиме класса А) телевизионных ретрансляторов и модулях усилителей мощности передатчиков мощностью до 100 Вт.

Однако для выходных ступеней мощных передатчиков нужны более мощные транзисторы, обеспечивающие необходимый уровень верхней границы линейного динамического диапазона при работе в выгодном энергетическом режиме. Приемлемые нелинейные искажения на большом уровне сигнала могут быть получены применением раздельного усиления в режиме класса АВ.

Исходя из анализа теплофизических условий работы транзистора и особенностей формирования линейности однотонового сигнала, была специально разработана серия СВЧ транзисторов для режима работы в классе АВ. Линейность характеристики этих приборов по зарубежной методике оценивают по уровню компрессии (сжатия) коэффициента усиления по мощности однотонового сигнала — коэффициенту сжатия $K_{сж}$ или иначе — определяют выходную мощность при некотором нормированном $K_{сж}$.

Для применения в метровом диапазоне волн в режиме класса АВ теперь есть транзисторы КТ9151А с выходной мощностью 200 Вт и транзисторы КТ9174А — 300 Вт. Для дециметрового диапазона разработаны транзисторы 2Т9155А, КТ9142А, 2Т9155Б, КТ9152А, 2Т9155В, КТ9182А с выходной мощностью от 15 до 150 Вт.

Впервые возможность создания модульных твердотельных передатчиков в дециметровом диапазоне с совместным усилением сигналов изображения и звукового сопровождения мощностью 100 Вт была продемонстрирована специалистами фирмы NEC [8]. Позднее и на отечественных мощных СВЧ транзисторах были созданы аналогичные передатчики [2, 9]. В частности, в [9] рассказано об оригинальных исследованиях по расширению области использования мощных транзисторов КТ9151А и КТ9152А при создании стоваттных модулей совместного усиления в режиме класса А. Показано, что в этом режиме возможно обеспечивать подавление комбинационных составляющих при недоиспользовании их мощности в 3...4 раза от номинальной в режиме класса АВ.

Специалистами Новосибирского государственного технического университета проведены исследования по применению отечественных мощных СВЧ транзисторов в модулях телевизионных усилителей мощности с раздельным усилением.

На рис. 2 представлена структурная схема усилителя мощности сигнала изображения для телевизионных каналов 1—5 с выходной пиковой мощностью 250 Вт. Усилитель выполнен по схеме раздельного усиления сигналов изображения и звука. Для каналов 6—12 усилитель выполняют по аналогичной схеме с добавлением промежуточной ступени на транзисторе КТ9116А, работающем в режиме класса А, для получения требуемого коэффициента усиления.

В выходной ступени транзисторы КТ9151А работают в классе АВ. Она собрана по балансно-двухтактной схеме. Это позволяет получить номинальную выходную мощность с довольно простыми согласующими цепями при полном отсутствии "фидерного эха" и уровне четных гармонических составляющих не более –35 дБ. Нелинейность амплитудной характеристики усилителя устанавливают при малом сигнале подборкой смещения рабочей точки в каждой ступени, а также корректировкой нелинейности в видеомодуляторе возбудителя.

Структурная схема усилителя мощности для телевизионных каналов 21—60 изображена на рис. 3. Выходная ступень усилителя выполнена также по балансно-двухтактной схеме.

Транзистор	Рабочая частотная полоса, МГц	Режим работы (класс)	Выходная пиковая мощность, Вт	Выходная мощность при коэфф. сжатия менее 1 дБ, Вт	Коэфф. усиления мощности, раз	Коэфф. комбинационных составляющих, дБ	Тепловое сопротивление переход–корпус, °С/Вт	Напряжение питания, В	Корпус
Для телевизионных каналов с 1-го по 12-й									
КТ9116А	170...230	А	5	—	25	–58	2,5	28	КТ-56
КТ9116Б			15		10	–55	1,5		
КТ9133А			30		5,6	–53	1		КТ-45
КТ9173А			50		10	–45			
КТ9151А	48...230	АВ	—	200	5	—	0,5		КТ-82
КТ9174А				300	4				
Для телевизионных каналов с 21-го по 60-й									
КТ983А	470...860	А	0,5	—	4	–60	13,8	25	КТ-17
КТ983Б			1		3,6		9,2		
КТ983В			3,5		3,2		5,3		
КТ9150А			8		7,1	–58	2,5		КТ-81
Г103*			25		6	–45	1,2		КТ-44
КТ9142А		АВ	—	50	4,2	—	1,4	28	КТ-44
КТ9152А				100	4		0,65		КТ-82
КТ9182А				150			0,55		
2Т9155А	150...860			15	4,5		3,2		КТ-44
2Т9155Б				50	4,2		1,4		
2Т9155В				100	3,5		0,77		КТ-82

* Внутрифирменный шифр.

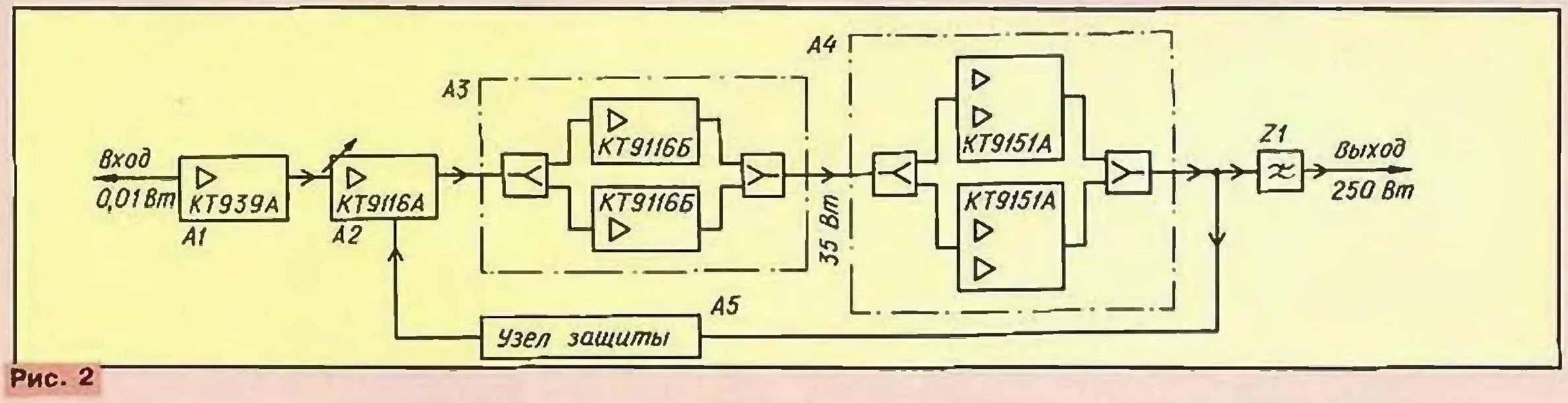


Рис. 2

Для обеспечения широкополосного согласования и перехода от несимметричной к симметричной нагрузке в выходных ступенях усилителей каналов 6—12, 21—60 применен в качестве корректирующей цепи двухзвенный ФНЧ. Индуктивность первого звена согласующей цепи реализована в виде участков полосковых микролиний на элементах общей топологии печатной платы. Катушками второго звена служат выводы базы транзисторов.

Структура этих усилителей соответствует рис. 2 и 3. Разделение мощности на входе усилительных ступеней и ее сложение на их выходе, а также согласование входов и выходов со стандартной нагрузкой выполнено с помощью трехдецибельных направленных ответвителей. Конструктивно каждый ответвитель выполнен в виде бифилярных обмоток (четвертьволновых линий) на каркасе, помещенном в экранирующий кожух.

Таким образом, современные отечественные линейные СВЧ транзисторы позволяют создавать мощные – до 250 Вт — модули телевизионных усилителей. Используя батареи таких модулей, можно доводить выходную мощность, отдаваемую в антенно-фидерный тракт, до 2 кВт. В составе передатчиков разработанные усилители отвечают всем современным требованиям на электрические характеристики и надежность.

Мощные линейные СВЧ транзисторы в последнее время начинают широко применять также и при построении усилителей мощности базовых станций сотовой системы связи.

По своему техническому уровню разработанные НИИЭТ мощные СВЧ линейные транзисторы могут быть использованы в качестве элементной базы для создания современной радиовещательной, телевизионной и другой народнохозяйственной и радиолюбительской аппаратуры.

Материал подготовили
А. Асессоров, В. Асессоров,
В. Кожевников, С. Матвеев
г. Воронеж

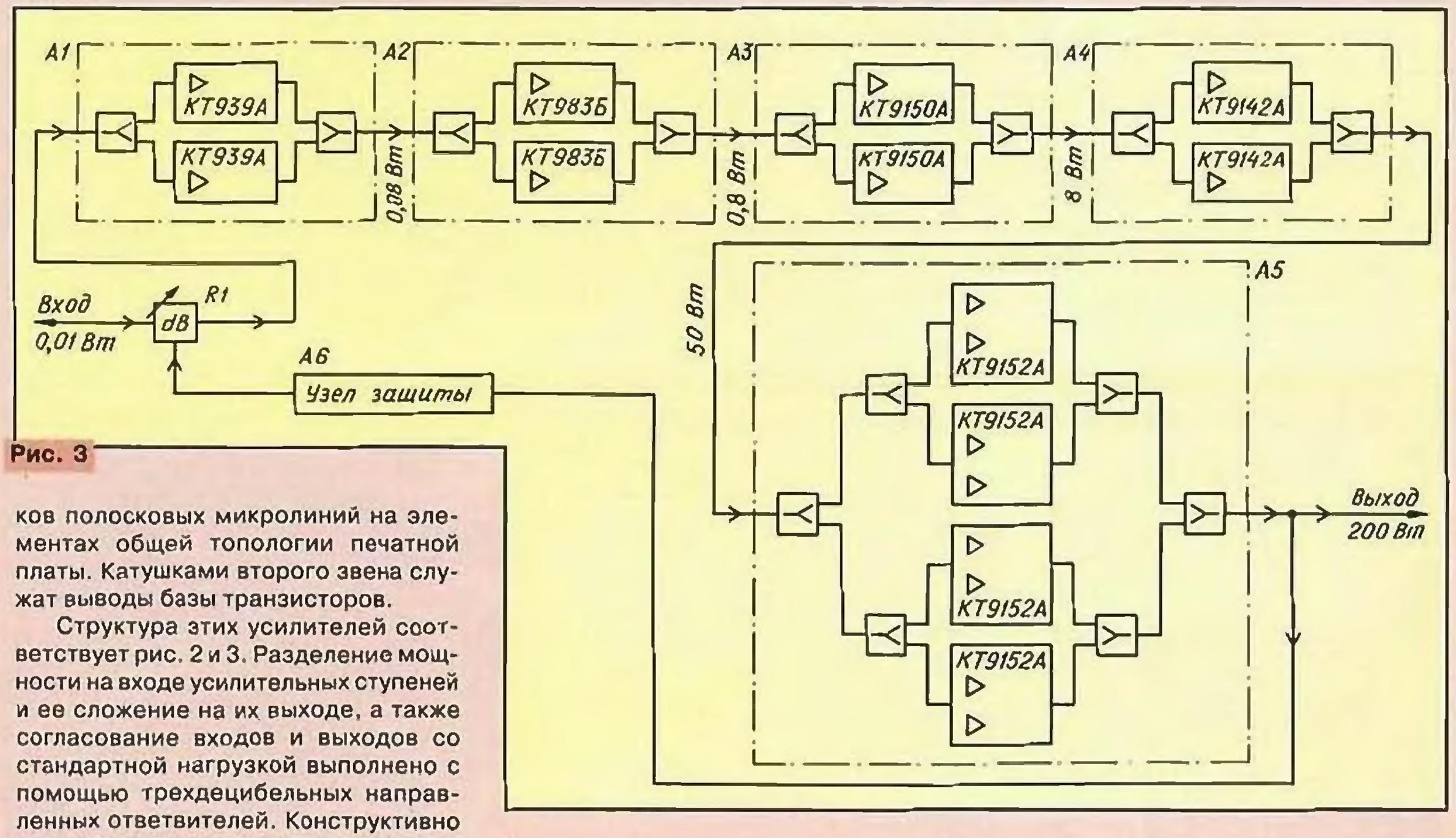


Рис. 3

ЛИТЕРАТУРА

1. Hiraoka K., Fujiwara S., Ikegami T. etc. Hig power all solid-state UHF transmitters. — NEC Res. & Develop. 1985, № 79, p. 61–69.

2. Асессоров В., Кожевников В., Косой А. Научный поиск российских инженеров. Тенденция развития мощных СВЧ транзисторов. — Радио, 1994, № 6, с. 2, 3.

3. Широкополосные радиопередающие устройства. Под ред. Алексеева О. А. — М.: Связь, 1978, с. 304.

4. Fujiwara S., Ikegami T., Maklagama I. etc. SS series solid-state television transmitter. — NEC Res. & Develop. 1989, № 94, p. 78—89.

5. Асессоров В., Кожевников В., Косой А. Тенденция развития мощных СВЧ транзисторов для применения в радиовещании, телевидении и средствах связи. — Электронная промышленность, 1994, № 4, с. 78—80.

6. Асессоров В., Кожевников В., Косой А. Новые транзисторы СВЧ. — Радио, 1996, № 5, с. 57, 58.

7. Миллер О. Суперлинейные мощные транзисторы дециметрового диапазона для проводного телевидения. — ТИИЭР, 1970, т. 58, № 7, с. 138—147.

8. Kajiwara Y., Hirakawa K., Sasaki K. etc. UHF high power transistor amplifier with high-dielectric substrate. — NEC Res. & Develop. 1977, № 45, p. 50—57.

9. Гребенников А., Никифоров В., Рыжиков А. Мощные транзисторные усилительные модули для УКВ ЧМ и ТВ вещания. — Электросвязь, 1996, № 3, с. 28—31.

ВАШ НАДЁЖНЫЙ КАНАЛ СВЯЗИ

PACIFIC CREST CORPORATION

Радиомодемы семейства RFM96 фирмы Pacific Crest Corporation способны удовлетворить вашим самым взыскательным требованиям по передаче данных для мобильных приложений в полевых условиях и для распределенных АСУ ТП в промышленности.

Фирма предлагает также комплекты связного оборудования на базе модемов RFM-96 для дифференциальных систем GPS.

Основные характеристики:
- рабочие частоты: 150-174 МГц и 406-512 МГц;
- выходная мощность: 2, 15, 35 Вт;
- температурный диапазон: от -30° до +60°С;
- водонепроницаемый корпус.



Москва: Телефон: (095) 234-0637
Факс: (095) 234-0640
BBS: (095) 336-2900
Web: http://www.prosoft.ru
E-mail: root@prosoftmpc.ru
Для писем: 117313, Москва, а/я 81

ProSoft

С.-Петербург: (812) 325-3790
Екатеринбург: (3432) 49-3459

Дилеры фирмы ПРОСОФТ: **Казань:** Шатл (8432) 38-1600; **Киев:** Логикон (044) 261-1803; **Днепропетровск:** RTS (0562) 70-0400, 50-3955; **Миасс:** ИНТЕХ (35135) 2-79-05, 2-39-33; **Минск:** Элтикон (017) 263-3560/5191; **Нижний Новгород:** КНПЦ ИПФ РАН (8312) 36-6644; **Пермь:** RAID «квадрат (3422) 66-0000/0255; **Ереван:** МИАК (8852) 27-4070/1928; **Рига:** MERS (013) 924-3271; **Рязань:** Системы и комплексы (0912) 77-3488; **Саратов:** Tritec Microsystems (8452) 50-8476/4309



ДОСКА ОБЪЯВЛЕНИЙ

СВЯЗЬ

№3/МАРТ/1998

СРЕДСТВА И СПОСОБЫ

В НОМЕРЕ

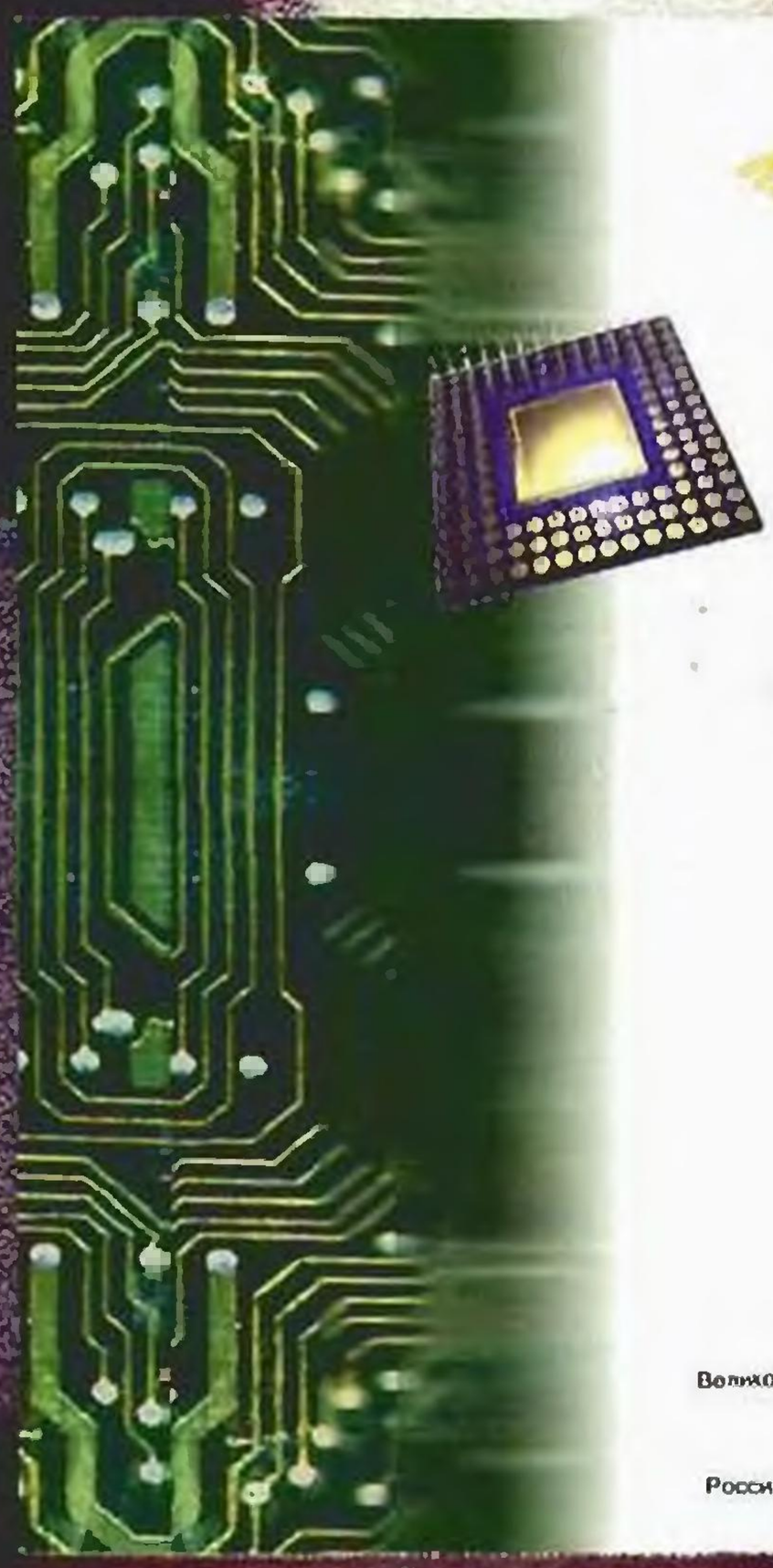
ШПС – эволюция или революция?

«РОСПАК» – федеральная сеть передачи данных

Что такое ретрансляция кадров?

Сохранение данных в памяти радиостанций

Чудаки и скептики



Make sure you are seen at Expo-Electronica 98 !

ЛУЧШЕ ОДИН РАЗ УВИДЕТЬ, ЧЕМ СЕМЬ РАЗ УСЛЫШАТЬ!

E•X•P•O

ELECTRONICA'98

МЕЖДУНАРОДНАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА
ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

МОСКВА, СОВИНЦЕНТР 20-22 АПРЕЛЯ 1998

VI ЕЖЕГОДНЫЙ ФОРУМ РУКОВОДИТЕЛЕЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ИНДУСТРИИ

ОРГАНИЗАТОР:

ITE KING'S HOUSE

Великобритания: тел. +44 (0) 1787 372345
Факс. +44 (0) 1787 372275
E-mail: info@king.co.uk
www.ite-king.co.uk

России: тел. (812) 119-5120,
(812) 119-5116,
факс (812) 119-5135

СОВМЕСТНО С:

Future Horizons
Факс +44 1732 763914

Электроинторг
Факс (095) 151-5441

АРДЭК

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА

Электроника

ШПС
ЭВОЛЮЦИЯ ИЛИ РЕВОЛЮЦИЯ ?

А. РЕЗНИКОВ, В. КОПЕЙКИН,
Б. ЛЮБИМОВ, В. КУЛИКОВ

Новое перспективное направление в гражданской электросвязи — применение шумоподобных сигналов (ШПС) по сравнению с обычными узкополосными телекоммуникационными системами — обладает рядом преимуществ.

Уже сегодня область применения техники ШПС распространяется на беспроводные локальные компьютерные сети, сотовую связь (вплоть до глобальных информационных систем), персональные системы телекоммуникаций. Эта техника приобретает все более заметный вес на пути к информационному обществу. Именно техника ШПС во многом поможет сделать доступным каждому в любом месте в любое время обмениваться речевыми сообщениями, видеоинформацией, передавать данные и т. д.

В чем же суть, значение, в чем новые качества шумоподобных сигналов? Является ли использование ШПС эволюцией или революцией в современной связи?

Основная задача любой системы связи — передача сообщений от источника информации к потребителю наиболее экономичным образом. Обычно в системах радиосвязи для эффективной передачи информации используется относительно узкая полоса частот. Как известно, перенос информации в радиочастотный диапазон осуществляется изменением (модуляцией) одного или нескольких параметров несущего ВЧ колебания. На приемной стороне осуществляется обратная операция — демодуляция.

Метод модуляции выбирают так, чтобы свести к минимуму действие помех и искажений. Традиционные методы модуляции позволяют максимально увеличить мощность на основной частоте и предельно сузить занимаемую полосу частот. Общепринятым критерием эффективности метода модуляции обычно является оценка концентрации мощности сигнала по спектру для заданной скорости передачи информации. Такой подход представляется интуитивно правильным и соответствующим здравому смыслу. Это стремление нашло, например, свою реализацию при переходе от амплитудной модуляции (АМ) к однополосной (SSB). Подавление несущей и одной из боковых полос позволяет вдвое сократить занимаемую полосу частот в эфире и сконцентрировать всю мощность передатчика в одной боковой полосе. Похожим образом формируется и телевизионный сигнал. Если внимательно проанализировать любую традиционную систему передачи, можно увидеть, что все они содержат один модуляционный процесс — несущее колебание модулируется передаваемой информацией.

В системах связи с шумоподобными сигналами в свете традиционного подхода может показаться неожиданным движение в строго противоположном направлении — от узкополосных систем связи к широкополосным. В аппаратуре ШПС всегда осуществляются два модуляционных процесса, один из которых предназначен специально для значительного расширения спектра. Однако при этом системы связи не только ничего не теряют, а приобретают новые качества.

В чем же заключается смысл дополнительной модуляции?

Расширение спектра частот передаваемого сообщения осуществляется либо прямым расширением спектра, либо скачкообразным изменением частоты несущей. При реализации первого метода на один вход балансного смесителя модулятора передатчика подается информационный сигнал, на другой — периодически повторяющаяся двоичная псевдослучайная последовательность (ПСП) сигналов с определенным числом бит. Почему псевдослучайная? Это связано с тем, что внешне она выглядит как случайная последовательность знаков «+1» и «–1». Но это только на первый взгляд. В действительности эта последовательность генерируется вполне регулярными методами с помощью цифровых автоматов и обладает определенными свойствами.

После операции расширения спектра сигнал с выхода первого модулятора подается на второй модулятор для переноса в радиочастотный диапазон. Такой дважды промодулированный сигнал приобретает новые необычные свойства.

Его мощность распределяется в очень широкой полосе частот, и сигнал становится незаметным на фоне помех. Прием такого сигнала возможен в том случае, если известны параметры используемой в передатчике псевдослучайной последовательности.

На приемной стороне возрастает помехоустойчивость по отношению к узкополосным помехам большой мощности. Это связано с тем, что узкополосные помехи поражают небольшую часть спектра сигнала и не нарушают его целостности. Для обычных узкополосных систем такая помеха в полосе рабочих частот может полностью вывести ее из строя. Шумоподобный же сигнал, лишенный помехой части спектра, можно реконструировать на приемной стороне без существенных потерь информации. Это объясняется тем, что мешающие сигналы в приемнике ШПС проявляют себя не более чем слабым повышением уровня шумового фона, а не срывом сеанса связи.

Именно эта эффективность подавления помех и объясняет то, что ШПС широко применялись и применяются в военных системах связи, и работы в этой области длительное время были закрытыми. Однако первые публикации по их использованию в многоадресных системах с кодовым разделением появились в открытой печати еще в середине 60-х годов, и среди этих публикаций необходимо отметить статьи Л. Е. Варакина.

А уже в 80-е годы методы использования ШПС заняли свое место в гражданской связи. Федеральная комиссия связи США к этому времени официально разрешила коммерческое применение ШПС в целой группе диапазонов, что определило начало выпуска большого количества оборудования. В 1993 г. Ассоциацией промышленности связи США использование кодового разделения в мобильной телефонной сотовой связи было узаконено как стандарт IS-95, что открыло путь к развертыванию соответствующих систем.

Именно поэтому технику связи с использованием таких сигналов нельзя отнести к открытиям последних лет. Она уже давно используется в радиолокации, где, кстати, впервые проявились основные преимущества подобных сигналов. В радиолокации дальность обнаружения цели определяется энергией импульса, т. е. произведением мощности на его длительность. Увеличение дальности обнаружения путем наращивания мощности имеет свои технические пределы, увеличение длительности импульса ухудшает другой параметр — разрешающую способность, которая определяет возможность обнаруживать цели. Возникающее противоречие оказалось возможным разрешить, применяя сложные сигналы, представляющие длинный высокочастотный имлульс, манипулированный по фазе по закону ПСП.

В приемнике с помощью коррелятора длинный импульс сжимается до длительности элемента ПСП, энергия же существенно возрастает за счет увеличения числа элементов ПСП, благодаря чему улучшается разрешающая способность и увеличивается дальность обнаружения.

В результате дополнительной модуляции, о которой уже говорилось, получаем скрытый, помехоустойчивый канал связи, прием информации в котором возможен только в том случае, если известен метод и алгоритм расширения спектра, применяемый на передающей стороне.

Применение различных ПСП дает возможность большому числу пользователей одновременно работать в одной широкой полосе частот. Такой метод уплотнения канала и называется кодовым разделением. Подчеркнем еще раз: особенность кодового разделения состоит в том, что все сигналы передаются в одной общей широкой полосе частот одновременно. Спектр каждого сигнала сформирован с помощью индивидуального кода, что и обеспечивает одновременный доступ к каналу большого числа пользователей. В приемнике базовой станции по индивидуальному коду из ШПС выделяется нужная данному пользователю информация.

По этому принципу работает система CDMA (Code Division Multiplex Access), которая стала основой увеличения емкости сотовых сетей, степени покрытия обслуживаемой территории, качества передачи речи. Она фактически уже стала техникой следующего поколения средств связи.

Высокая степень интеграции элементной базы, удешевление технологии при массовом применении систем связи с кодовым разделением привели к тому, что CDMA — новая коммерческая реальность на рынке средств связи благодаря тому, что техноло-

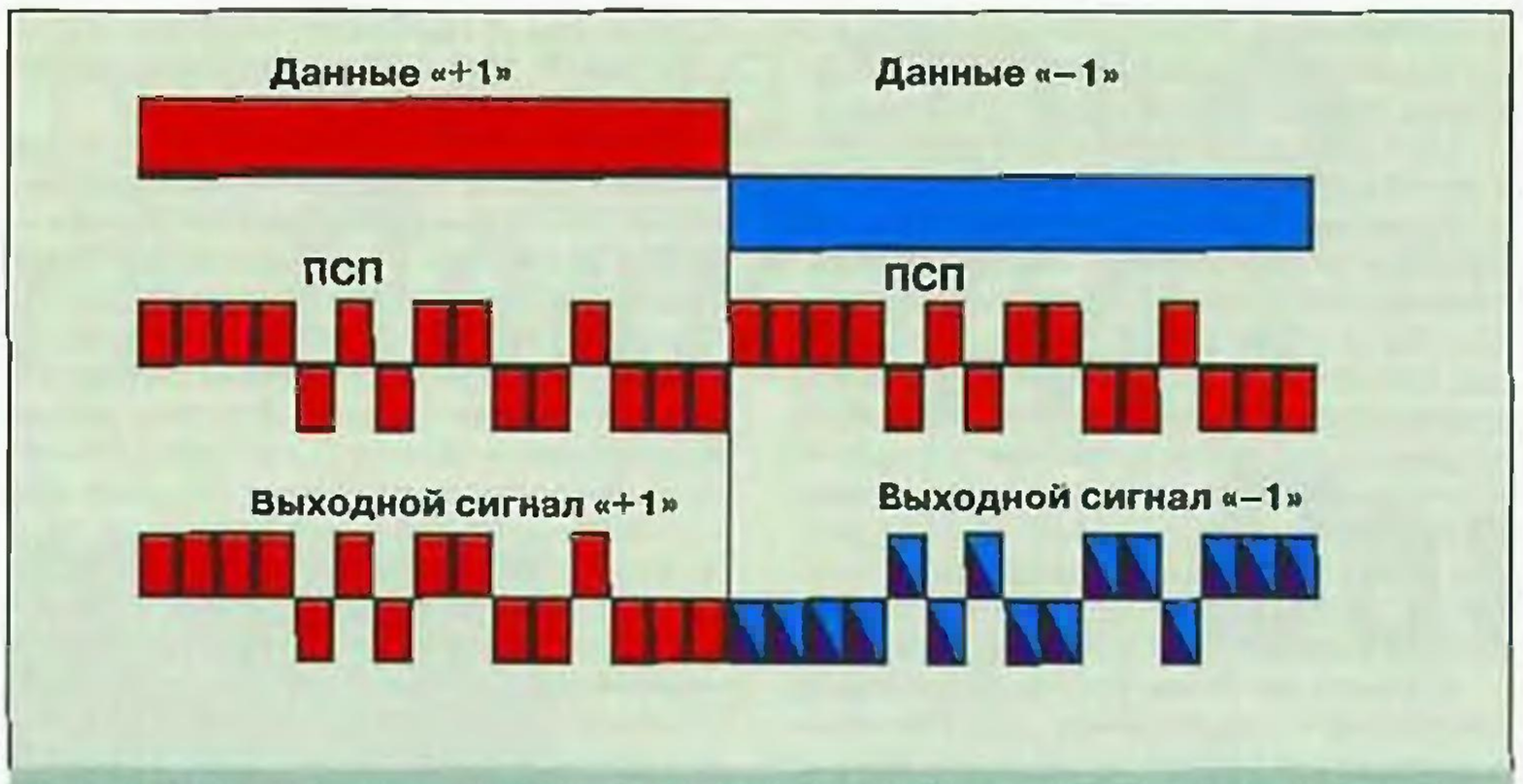


Рис. 1. Схема модуляции данных псевдослучайной последовательностью длиной в 15 элементов

гия CDMA заявила о себе с самого начала возможностью резкого увеличения емкости сотовых систем по сравнению не только с аналоговыми, но и цифровыми системами. Простые расчеты показывают, что с помощью аппаратуры CDMA емкость сети можно увеличить примерно в 10 раз по сравнению, например, с узкополосными стандартами на основе частотного разделения.

Основная трудность построения систем временного (TDMA) и частотного (FDMA) методов разделения, как известно, лежит в необходимости частотного планирования, которое должно каждый раз пересматриваться при изменении конфигурации сети и добавлении новых сот. Новая технология вообще не требует какого-либо частотного планирования, все пользователи канала в полосе 1,25 МГц могут одновременно вести обмен в общей полосе частот, поскольку каждый применяет уникальный цифровой код. И та же полоса частот может повторно использоваться во всех других сотах сети. Это один из основных факторов значительного увеличения емкости сети.

Здесь следует упомянуть и об эффективном кодировании с использованием корректирующих кодов, что еще более увеличивает емкость системы и улучшает качество связи.

Кодовое разделение оказалось первой технологией, в которой стало возможным организовать «мягкую передачу» абонента из соты в соту. Это связано с тем, что кадр содержит данные лишь одного абонента, и центральная станция может выбирать лучший сигнал и «склеивать» его из кадров разных базовых станций по мере перехода абонента из соты в соту.

Системы с ШПС обладают превосходной электромагнитной совместимостью с обычными узкополосными системами. Последним не мешают ШПС с малой спектральной плотностью в полосе пропускания. Узкополосные сигналы в приемнике ШПС превращаются в широкополосные и эффективно подавляются, поскольку они не согласованы с кодом приемника.

Кроме помехоустойчивости, сложная кодовая структура ШПС обладает высокой степенью защищенности от несанкционированного доступа в сеть и обеспечивает любой требуемый уровень конфиденциальности в потоке данных.

Как же формируется спектр ШПС и какие методы объясняют масштабы его расширения?

В цифровых системах связи дополнительная модуляция сводится к тому, что передаваемая двоичная информация накладывается на поток из N расширяющих битов ПСП, следующих с гораздо большей скоростью, чем передаваемая информация. При этом при передаче информационного нуля знак ПСП не меняется, при передаче информационной единицы («–1») используется инверсная ПСП (рис. 1). Число битов ПСП, приходящихся на один бит информации и являющихся мерой расширения спектра, может достигать очень больших значений (от десятка до нескольких тысяч). Этот модулированный ПСП псевдослучайный поток данных манипулирует фазу несущего ВЧ колебания во втором модуляторе, которое после усиления излучается в эфир.

Спектр шумоподобного сигнала определяется разными факторами — такими, как длина ПСП, скорость передачи информации и метод модуляции ВЧ сигнала.

Как выглядит на спектроанализаторе спектр ШПС? Спектр мощности (рис. 2) симметричен относительно центральной частоты (несущей) и содержит большое число резких пиков. Центральная часть ограничивается двумя нулями, за которыми располагаются боковые максимумы, и содержит около 90 % всей энергии сигнала. Остальные 10 % приходятся на побочные излучения и обычно отфильтровываются при передаче. Ширина центрального максимума равна удвоенной частоте следования битов ПСП. Спектр содержит ярко выраженную мелкомасштабную структуру, детали этой структуры имеют ширину порядка скорости передачи информации и обычно гораздо меньше общей ширины спектра. Эффективная ширина спектра по уровню –3 дБ близка к скорости следования ПСП и составляет половину общей ширины спектра.

Наверное уже понятно, что подобный дважды промодулированный сигнал должен и приниматься как-то по-другому. Приемник ШПС (рис. 3) осуществляет дополнительную демодуляцию от расширяющего кода (ПСП) для того, чтобы выделить передаваемую информацию. Здесь и проявляются основные отличия приемника, предназначенного для приема ШПС. В обычной схеме, например, для приема дискретной информации типа телеграфного сигнала производится усиление в УВЧ и преобразование частоты в См1 (преобразований может быть несколько, это не меняет существа дела). После демодулятора передаваемая информация становится доступной для дальнейшей обработки — прием на слух или передача на печатающее устройство.

Теоретической основой метода приема сигналов с распределенным спектром является корреляция. Процесс корреляции осуществляется в главном узле приемника ШПС, называемом коррелятором. Принципиальная схема коррелятора состоит из балансного смесителя См2 и следующего за ним интегратора или узкополосного фильтра ФНЧ

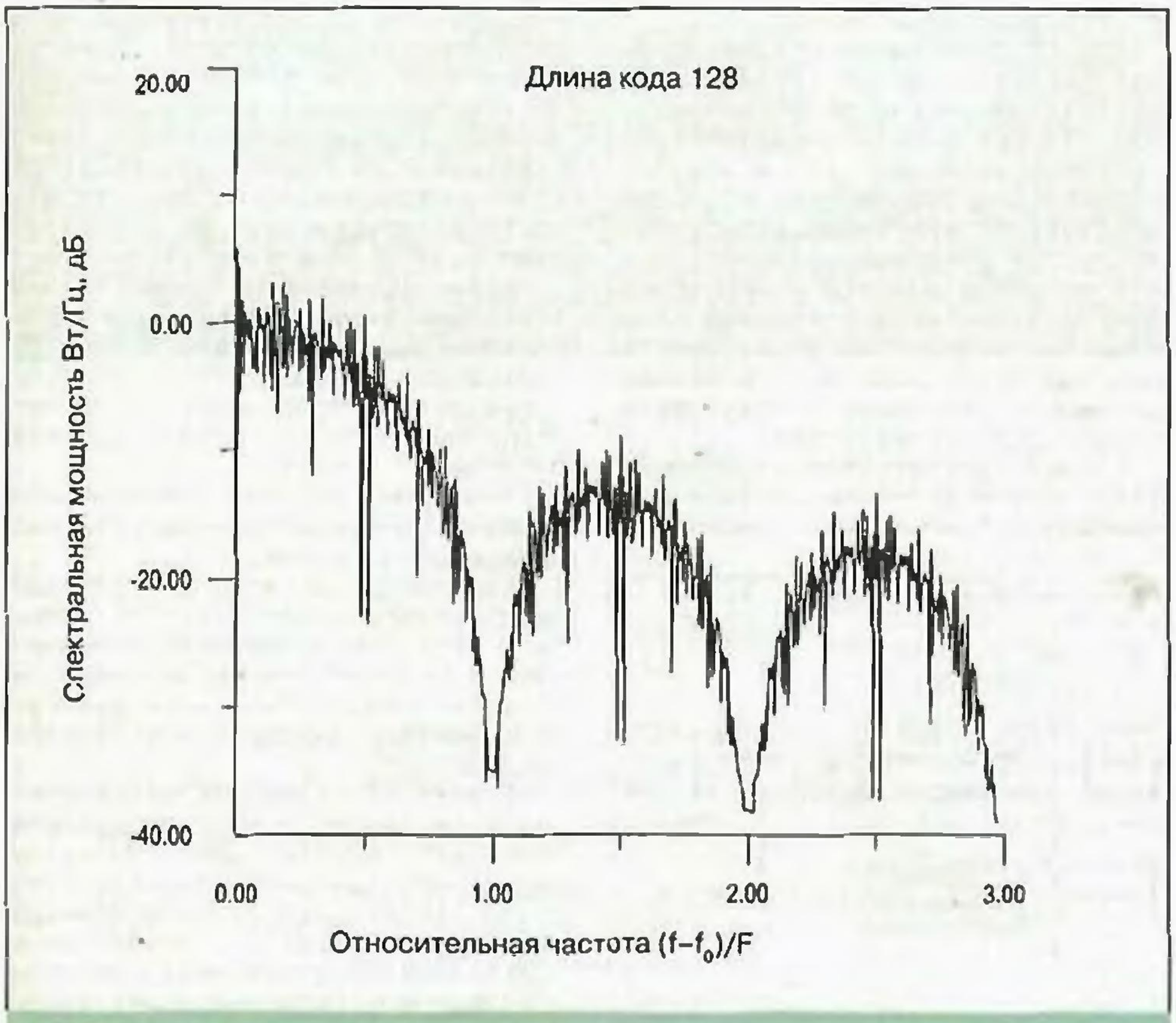


Рис. 2. Распределение мощности ШПС по частоте для длины кода 128. Спектр широкий и неравномерный, частота отсчитывается от несущей и отнесена к полосе частот 1,25 МГц

для усреднения. В смесителе принимаемый сигнал умножается на копию ПСП, используемую в передатчике. Настройка заключается в согласовании параметров расширяющей спектр ПСП в передатчике с копией ПСП в приемнике. Главное условие нормальной работы аппаратуры ШПС — строгое согласование частотных и временных параметров, типов модуляции принимаемых и опорных сигналов. Только при этом условии в корреляторе широкополосная модуляция устраняется в полезном сигнале и сохраняется в других. Такое согласование обеспечивает система синхронизации и обнаружения. В нее могут входить несколько следящих систем фазовой и частотной автоподстройки и система слежения за задержкой.

Корреляцию очень удобно представить как процесс перемножения двух двоичных последовательностей. Если значительное число нулей и единиц и порядок их следования в сравниваемых последовательностях совпадают, то на выходе перемножителя образуется длинная последовательность нулей или единиц, отражающая переданную информацию. Эта последовательность пропускается через узкополосный фильтр. При этом происходит улучшение отношения сигнал/шум на выходе коррелятора по отношению ко входу в N раз. В идеальном случае, в условиях полной синхронизации, расширение спектра полностью снимается как есть и после коррелятора можно наблюдать обычную последовательность длинных информационных посылок, как в любой узкополосной системе связи после синхронного детектора.

Такой метод приема определяет основные достоинства применения ШПС. При умножении на опорную копию кода остальные сигналы, модулированные другим кодом, не совпадающим хотя бы по одному параметру (частоте следования битов ПСП, их взаимному расположению, сдвигу начала кодовой последовательности), превращаются в хаотическую последовательность коротких импульсов с широким спектром. В результате через узкополосный фильтр проходит лишь малая часть энергии несогласованных сигналов. Так реализуется механизм кодового разделения. Аналогично узкополосная помеха при таком методе приема также дробится на беспорядочную последовательность коротких импульсов и ослабляется фильтром.

Таким образом, в одном узле обеспечивается как кодовое разделение, так и запас помехоустойчивости по отношению к большому числу помех разного типа. Однако при этом возникает несколько серьезных проблем. Одна из них — точность синхронизации принимаемого сигнала и сигнала генератора кода в приемнике, а кроме того, необходимо решение ряда других задач, связанных с обнаружением ШПС и вхождением в связь. Тем не менее все эти проблемы решаются, что обеспечивает реализацию преимуществ применения ШПС.

Пригодны ли все диапазоны частот для техники ШПС? В течение нескольких десятилетий ШПС применялись на всех частотах — от самых низких до очень высоких. В КВ диапазоне, где в распространении сигналов решающую роль играет ионосфера, преимущество отдавалось узкополосным сигналам в обычном смысле (ширина спектра с учетом расширения не должна была превышать нескольких десятков килогерц). Это означает, что скорость передачи информации по такому каналу не могла быть более чем килобит/сек. В противном случае начинались искажения сигнала, связанные с неодинаковыми условиями распространения спектральных составляющих сигнала. Это объясняется тем, что прием ШПС представляет собой собирание сигнала в широкой полосе частот, а разбалансирование спектральных составляющих сигнала, особенно по фазе, приводит к селективным искажениям.

В полной мере преимущества ШПС реализуются в УКВ диапазонах и на более высоких частотах. При этом скорость передачи информации и степень расширения спектра ничем не ограничиваются, кроме трудностей технической реализации. В настоящее время шумоподобные сигналы используются на частотах 900, 2400 и 5600 МГц.

В ближайшее время планируется принятие международного стандарта (802.11), который определит технические требования к беспроводным сетям передачи данных с использованием ШПС. Это результат многолетних исследований по регламентации диапазонов частот, скоростей передачи, методов расширения спектра и других характеристик сетей. Суть стандарта сводится к следующему: он должен определить организацию беспроводной связи на ограниченной территории (в форме локальной сети). При этом несколько абонентов будут пользоваться равноправным доступом к общему каналу передачи данных.

Стандарт предполагает два диапазона: 902...928 МГц и 2400...2483,5 МГц. Основной акцент делается именно на последний, поскольку в России и Европе диапазон 900 МГц сильно перегружен и его можно рекомендовать к применению лишь внутри зданий. Гигагерцевый диапазон можно использовать как внутри зданий, так и снаружи.

Простейшим вариантом применения систем с ШПС может служить соединение «точка – точка» — это связь между двумя локальными сетями с внешней направленной антенной на расстояние от одного до нескольких десятков километров.

Очень велики перспективы применения ШПС в России. В Российской федерации применение техники ШПС определено в приказе № 18 Министерства связи РФ от 24.02.1996 г. Для нее выделены частоты 828...821 и 873...876 МГц. Особое место методы ШПС могут занять при развитии местной сети. Приемлемым уровнем телефонизации принято считать не менее 50 телефонов на 100 жителей, что в масштабах нашей страны означает не менее 75 млн номеров. При дальнейшем развитии телефонизации основные трудности обусловлены созданием местных сетей, что и определяет стоимость номера. Назревает крайняя необходимость внедрения технологий ШПС — на местных сетях, сотовой, в системах мобильной связи. В фиксированной связи требуется меньшая мощность сигнала при том же качестве связи, а это позволяет увеличивать число пользователей в канале. Все сказанное, с учетом эффективного использования частоты, позволит снизить себестоимость и время развертывания таких сетей.

Кодовая структура ШПС делает их незаменимыми и для использования в навигационных системах при измерении расстояний. В этом отношении ШПС можно представить как линейку с делениями в единицах расстояния для измерения дистанции. Отраженный сигнал сравнивается с переданным и по сдвигу кодовой структуры находится задержка, что дает возможность определить расстояния до объекта. Примером спутниковой навигационной системы с ШПС является GPS. Ее применение иногда выходит за рамки навигации, и она используется для нивелировки сельскохозяйственных угодий, мониторинга линий разлома земной коры и других целей.

Приемники GPS могут входить составной частью в сложные устройства обеспечения временных отсчетов высокой точности, например, включаться в базовые станции сотовых телефонных систем с ШПС.

Каковы же дальнейшие перспективы внедрения техники ШПС?

Кодовое разделение начало свой путь в Северной Америке, крупнейшем рынке мобильной связи, где насчитывается более 34 млн пользователей. В специальных изданиях сообщается, что до 70 % сотовых сетей США готовы к внедрению систем CDMA. В Южной Корее подобные сети будут способны в ближайшем будущем охватить до 75 % потенциальных пользователей. Ряд японских компаний объявил о намерении модернизировать свои сотовые сети в 1998 г.

Несмотря на появление новых методов уплотнения, старые аналоговые системы с временным разделением, по-видимому, будут существовать еще достаточно долго, поэтому стратегия применения ШПС предусматривает совместную работу с сотовыми системами разных типов.

Необходимость такой совместимости учитывается при развертывании спутниковой системы Globalstar.

Как отмечалось выше, ШПС обладает многими необычными свойствами, особенно в отношении скрытности передачи в силу сложности процесса демодуляции. При использовании ШПС вне военных рамок требуется строгая регламентация применения ШПС.

Однако это, в принципе, не исключает участие и радиолюбителей в освоении методов ШПС. Например, специальным разделом инструкции Федеральной комиссии связи США официально легализована работа радиолюбителей с применением ШПС в ряде диапазонов, вплоть до миллиметровых волн. Разрешается работа мощностью до 100 Вт — и это при том, что типичные мощности коммерческих применений не должны превышать 1 Вт, а в ряде случаев — и 10 мВт. ■

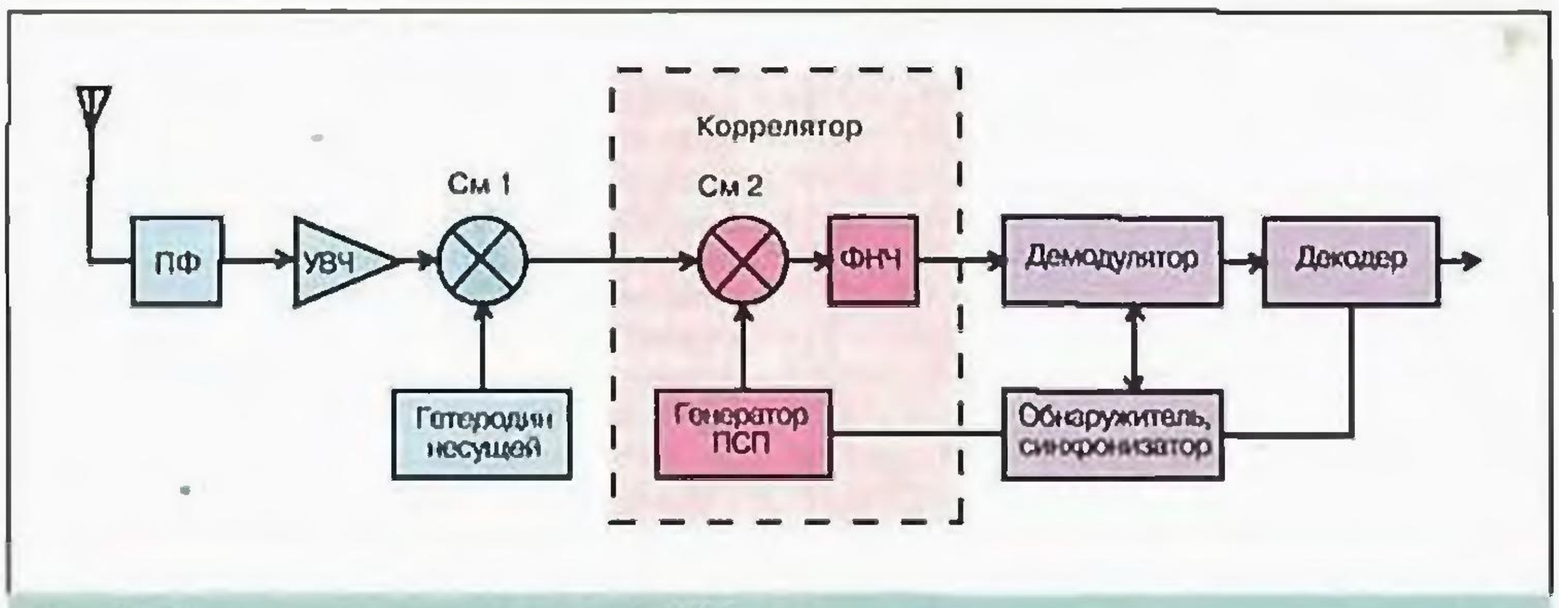


Рис. 3. Блок-схема приемника ШПС:
ПФ — входной полосовой фильтр; УВЧ — усилитель высокой частоты; См1 — смеситель первого преобразования частоты; См2 — смеситель коррелятора; ФНЧ — фильтр нижних частот коррелятора

Кому доступно качество *Хьюлетт-Паккард*? Вам.



Позвоните в московское представительство Хьюлетт-Паккард и закажите бесплатный Каталог приборов общего назначения



или ознакомьтесь с ним в режиме "он-лайн" на World Wide Web:

http://www.hp.com/info/bi45

Вы сомневаетесь в том, что такая компания, как Хьюлетт-Паккард, может удовлетворить Ваши потребности в недорогих, высокопроизводительных приборах? Ваши сомнения можно понять. *Однако,* именно благодаря использованию последних технологий в производстве нашего оборудования, мы можем предоставить Вам ряд измерительных приборов по доступной цене.

Кому нужны приборы по доступной цене, отличного качества и высокой производительности?

Вам! А также тысячам других инженеров и техников, которым нужны приборы без дорогостоящих излишеств. Поэтому наши приборы общего назначения обладают всем необходимым для того, чтобы решить Ваши проблемы.

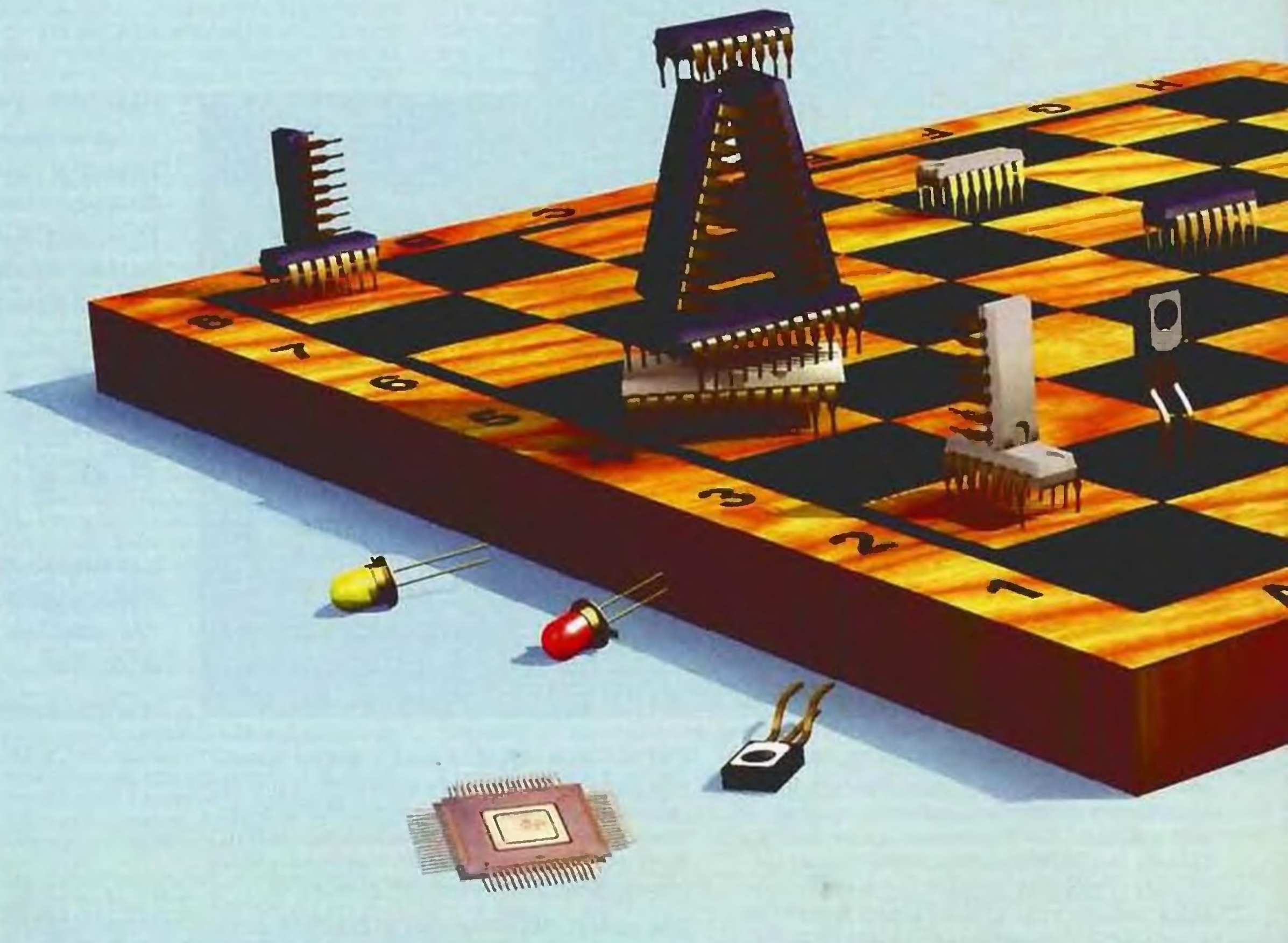
Это ни в коей мере не означает, что мы экономим на качестве. Нет! Мы используем наши традиционно сильные стороны в разработке и производстве, чтобы предложить Вам ряд наших приборов общего назначения, в которых использованы последние достижения технологии.

Эти приборы Вы можете легко приобрести через московское представительство Хьюлетт-Паккард. Позвоните нам по телефону (095) 797-3500, 797-3865, и Вы получите полную информацию по приборам общего назначения компании Хьюлетт-Паккард, а также сможете разместить Ваш заказ.

HEWLETT® PACKARD

САМЫЕ СЛОЖНЫЕ КОМБИНАЦИИ

Комплектные поставки электронных компонентов

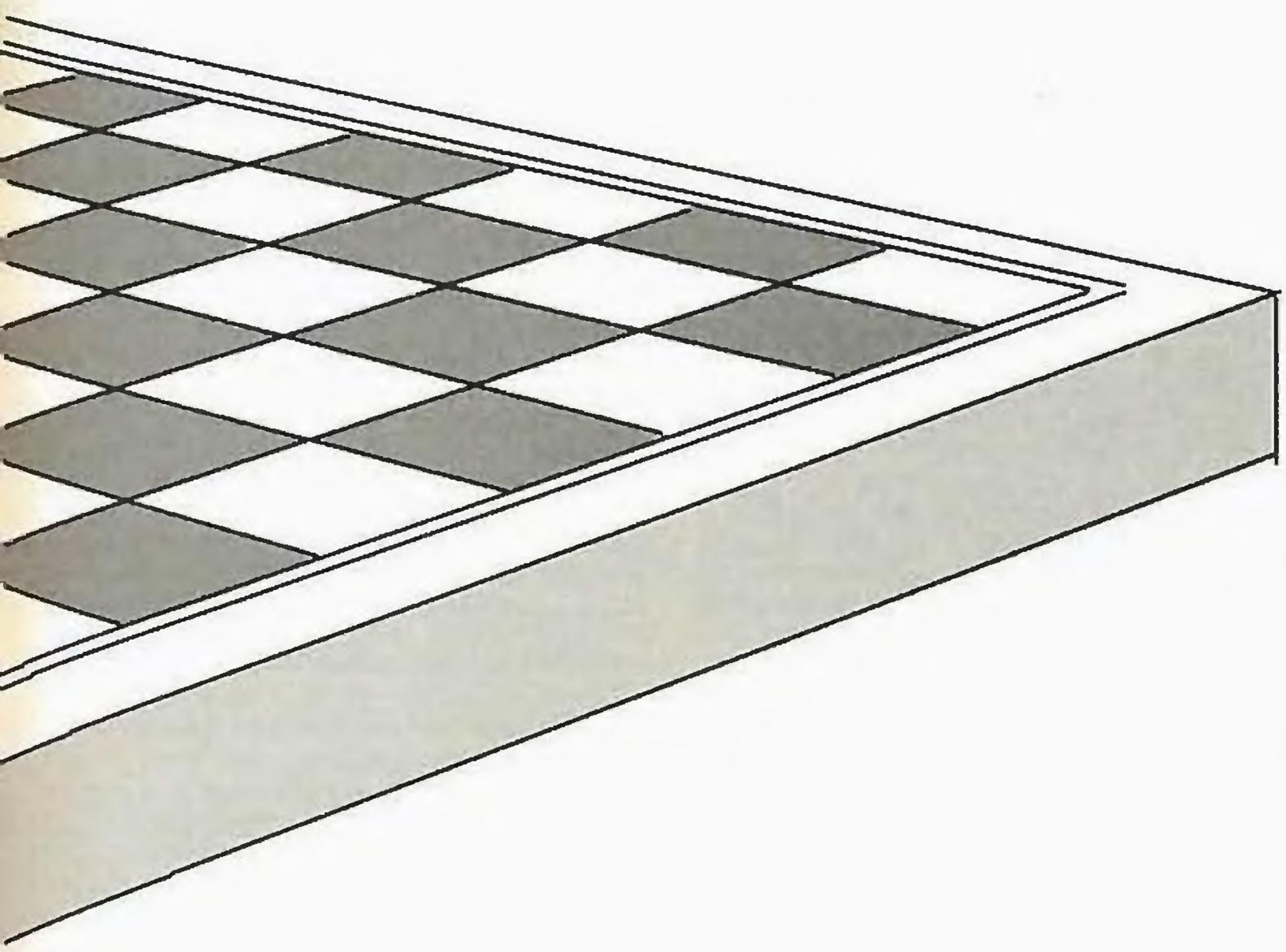


Золотой шар

ЗОЛОТОЙ ШАР —

электронные компоненты:

производства СНГ – поставки за *3 дня;*
импортные – за *2 недели*.



ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Москва, ул. Тверская 10/1,
тел.: (095) 234-0110 (многоканальный)
факс: (095) 956-3346

РОСПАК

Федеральная сеть передачи данных: проблемы развития и перспективы

О. МАКАРОВА, А. СОКОЛОВ, г. Москва

Что такое «РОСПАК»?

ЗАО «РОСПАК» основано в июне 1992 г. Его учредители — АО «РОСТЕЛЕКОМ» и Институт автоматизированных систем. Сегодня ЗАО «РОСПАК» — оператор сети общего пользования, имеющий узлы в 280 городах России.

Изначально сеть «РОСПАК» развивалась как сеть X.25. Выбор технологии X.25, в первую очередь, определялся тем, что сети с коммутацией пакетов обеспечивают надежную передачу информации даже при невысоком качестве каналов связи. Следует отметить, что до недавнего времени большинство банков при создании своих корпоративных сетей передачи данных использовали только технологию X.25, так как она соответствовала требованиям Центрального банка по надежности.

В настоящее время сеть «РОСПАК» обеспечивает своим пользователям:

— передачу данных с использованием широкого спектра транспортных протоколов, в том числе X.25, TCP/IP, FRAME RELAY, TDM, ATM;

— доступ к удаленным информационным и вычислительным ресурсам, в том числе к системе заказа авиабилетов «СИРЕНА-2», к системам анализа торгов ГКО, ОФЗ в реальном режиме времени, к системе «РЕЙТЕР» и многим другим;

— доступ к различным системам электронной почты;

— доступ к Интернет из различных регионов РФ;

— подключение провайдеров Интернет услуг, с организацией канала связи до центра управления сетью «РОСПАК» из любой точки РФ;

— передачу информации на факсимильный аппарат, телекс, телетайп с выходом на зарубежные каналы связи;

— криптографическую защиту конфиденциальной информации.

Каких услуг ждет современный пользователь от оператора сети передачи данных?

Сегодня многие компании столкнулись с тем фактом, что арендуемые ими каналы связи для передачи данных загружены в лучшем случае лишь наполовину, в то время как расходы на оплату междугородних переговоров весьма высоки. Иными словами, назрела потребность в передаче разнородной информации по одним и тем же каналам связи.

В качестве примера, демонстрирующего необходимость организации системы передачи разнородной информации по одним и тем же каналам связи, можно привести задачу построения системы видеонаблюдения, охватывающей не только центральный офис, но и позволяющей следить за тем, что происходит в региональных филиалах.

Здесь следует отметить, что технология пакетной коммутации непригодна для передачи голосовой и видеоинформации, так как в сетях X.25 возникают неравномерные по величине задержки.

Кратко поясним последнее утверждение. Передача информации в сетях с коммутацией пакетов осуществляется последовательно от узла[1] к узлу, пока данные не будут доставлены в пункт назначения. При этом, если на одном из участков маршрута, по которому следуют данные, происходит искажение информации, то на нем осуществляется повторная передача. Так как возникновение ошибки или удачная передача — процесс в общем случае случайный и зависит от многих условий[2], то точно определить время прохождения информации по маршруту невозможно. Вот почему сегодня наибольшей популярностью у корпоративных клиентов пользуются такие услуги, как режим «Прозрачного соединения»[3] и услуга «Ретрансляция кадров» (Frame Relay)[4]. Стремительное развитие Интернет технологий только усиливает интерес к вышеперечисленным услугам.

Но если в пределах Москвы, как минимум, пять компаний-операторов связи предложат вам режим «Прозрачного соединения» или услугу «Ретрансляция кадров» через волоконно-оптические каналы связи, то связь между регионами, в лучшем случае, возможна только через спутник. Стоимость спутниковых каналов достаточно высока, пропускная способность и качество ниже, чем у волоконно-оптических линий связи. Так, например, если спутник недостаточно точно выведен на геостационарную орбиту, происходят так называемые доплеровские скачки частоты[5], что вносит искажения в передаваемый сигнал. Кроме того, работа по спутниковому каналу требует установки дорогостоящего оборудования. Но, к сожалению, сегодня в ряде случаев работа по спутниковому каналу является единственно возможным способом предоставления режима «Прозрачного соединения» или услуги «Ретрансляция кадров» между различными регионами.

А только ли спутник?

Такая расстановка сил определяется тем, что сегодня в крупных городах России уже построены мощные опорные цифровые сети на волоконно-оптических линиях связи. Суммарная пропускная способность некоторых из них достигает нескольких гигабит в секунду. Но межрегиональные опорные высокоскоростные цифровые сети находятся пока еще на стадии развития.

Одним из первых условий построения опорной сети — существование физической среды передачи данных, т. е. наличие, например, волоконно-оптических или радиорелейных линий связи. Прокладка линии связи между регионами — процедура достаточно сложная. Как правило, при прокладке межрегиональных цифровых линий связи требуется оформить множество разрешений и согласований. Кроме того, на пути прохождения линии связи встречаются скальные участки или водные преграды, что в значительной степени усложняет осуществление прокладки. Сегодня единственной организацией, развивающей опорную цифровую сеть России, является АО «РОСТЕЛЕКОМ» — междугородный и международный оператор связи.

Что представляют собой цифровые опорные сети?

Передача информации на первом уровне цифровой опорной сети обычно осуществляется по технологии синхронной цифровой иерархии — SDH[6], позволяющей работать в диапазоне скоростей до 40 Гбит/с. Технология SDH — это технология временного мультиплексирования, основная идея которой заключается в делении всего диапазона пропускной способности сети на фиксированные временные интервалы, называемые также тайм-слотами. Каждый потребитель ресурсов получает свой квант времени или, условно говоря, часть от общей пропускной способности цифровой сети.

---

[1] Под узлом сети понимается место установки аппаратуры передачи данных.

[2] Так, например, на качество передачи информации в значительной степени влияют параметры канала связи, которые в ряде случаев могут зависеть в том числе и от погодных условий.

[3] В режиме «Прозрачного соединения» пользователю для связи двух удаленных устройств предоставляется в аренду канал передачи данных, на абонентских окончаниях которого устанавливаются специальные терминальные устройства DTU (Data Termination Unit). Режим «Прозрачного соединения» наиболее часто используется при организации выделенного канала от места установки оборудования клиента до места установки оборудования компании — оператора связи. Так, например, режим «Прозрачного соединения» используют для подключения к сетям X.25 или выхода в Интернет по выделенному каналу. Многие компании, предоставляющие в Москве режим «Прозрачного соединения», обеспечивают подключение со скоростями до 2 Мбит/с.

[4] При передаче информации по технологии «Ретрансляции кадров» восстановление искаженной информации происходит только в пункте назначения. Услуга «Ретрансляция кадров» включает в себя аренду портов доступа и организацию виртуальных каналов для передачи информации. Виртуальные каналы могут прокладываться между любыми портами доступа сети Так, например, возможна организация виртуального канала между пользователем и поставщиком информационных услуг. Пользователь выбирает гарантированную скорость передачи информации по виртуальному каналу (CIR) и пропускную способность портов доступа. Пропускная способность портов доступа может быть больше величины гарантированной скорости. Поэтому, в зависимости от загрузки канала связи, пользователь в некоторые моменты времени получает возможность работать со скоростью выше гарантированной.

Предшественником технологии синхронной цифровой иерархии являются технологии плезиохронной цифровой иерархии, которые и по настоящее время широко используются как в цифровой телефонии, так и для передачи данных. Первой системой передачи голоса, использующей методы мультиплексирования с временным разделением каналов, считают систему компании Bell System, которая предоставляла возможность передавать одновременно 24 телефонных разговора по одному медному проводу. Каждый голосовой канал использовал скорость передачи 64 кбит/с, а все каналы объединялись с помощью мультиплексора в единый поток двоичных данных. Так как один канал, имеющий скорость передачи 8 кбит/с, использовался для управления, то суммарный поток имел скорость 1544 кбит/с. Благодаря последующей стандартизации, он стал известен как канал T1. Европейским аналогом этого канала является канал E1 (скорость передачи 2048 кбит/с). Дальнейшее развитие схем мультиплексирования привело к появлению каналов T2/E2, T3/E3, T4/E4.

Технология временного мультиплексирования дает очень малую задержку. Ее применение оправдано при передаче, например, голосовой информации.

Основным достоинством технологии с временным разделением ресурсов является то, что оператор четко знает, какую часть пропускной способности сети занимает каждый потребитель. Но с другой стороны, такая жесткая архитектура является основным недостатком временного мультиплексирования, так как ресурсы каналов связи используются неэффективно: если один из потребителей в какой-то момент времени не занял свой тайм-слот, то осуществляется передача пустого блока.

Поэтому для уплотнения цифровых потоков часто используется режим асинхронной передачи (ATM).

Основная идея ATM заключается в следующем. Вся информация, поступающая на вход ATM коммутатора, преобразуется в ячейки фиксированной длины (ниже будет дано пояснение, почему длина ATM ячейки — фиксированная). Каждая ячейка имеет свой приоритет. Определяется он тем, какую услугу заказал пользователь и какую информацию планирует передавать. Так, например, если пользователь работает в Интернете, то его информация рассматривается как некритичная к задержкам. В свою очередь, голос и видеоинформация должны быть переданы как можно быстрее. ATM коммутатор умеет определять, какие ячейки должны быть переданы в первую очередь, а с отправкой каких можно повременить. Если в какой-то момент ресурсы сети не занимают ячейки, содержащие голосовую и видеоинформацию, то передаются ячейки тех пользователей, для которых задержка не играет большой роли, например IP трафик. Но если во время передачи некритичной к задержкам информации на входе ATM коммутатора появились ячейки, содержащие голосовые сообщения, то ресурсы канала связи должны быть освобождены, а передача IP трафика ,следовательно, должна быть на время передачи голоса прекращена.

Здесь остановимся на вопросе, почему был выбран малый размер ячейки — 53 байта.

Процесс передачи отдельной ячейки прервать невозможно — на его завершение потребуется некоторое время. Если ячейка имеет фиксированный размер, то это время будет фиксированным и его максимальная величина фактически будет определяться временем прохождения ячейки по каналу связи. Если же размер ячейки переменный, время ожидания завершения процесса ее передачи будет зависеть от размера передаваемой в конкретный момент времени ячейки, что не слишком хорошо отразится на передаче голосового трафика.

Развиваемая АО «РОСТЕЛЕКОМ» опорная цифровая сеть на первом уровне использует технологию синхронной цифровой иерархии, а на втором — для уплотнения цифровых потоков устанавливают ATM коммутаторы.

Однако построение опорной цифровой сети является необходимым, но отнюдь не единственным условием решения тех задач по организации связи, которые стоят сегодня перед компаниями и корпорациями.

Сегодня вряд ли можно найти корпорацию, которая для передачи служебной информации арендовала бы канал пропускной способностью свыше 2 Мбит/с, выложив при этом весьма круглую сумму на оборудование. Для большинства клиентов величина гарантированной скорости (если речь идет об услуге «Ретрансляция кадров») или скорости передачи данных (если речь идет о режиме «Прозрачного соединения») 64 кбит/с является более чем достаточной.

Какова роль оператора сети общего пользования?

С развитием опорной волоконно-оптической цифровой сети активно начинают работать операторы сетей общего пользования. Подключив свою аппаратуру к опорной сети АО «РОСТЕЛЕКОМ» и арендовав часть пропускной способности магистральных каналов связи[7], операторы сетей общего пользования смогут развивать высокоскоростные цифровые сети общего пользования. Цель создания высокоскоростных цифровых сетей общего пользования — предоставить пользователям телекоммуникационные услуги: режим «Прозрачного соединения», услугу «Ретрансляция кадров», организацию прямых московских телефонных номеров, создание систем видеонаблюдения, высокоскоростной доступ в Интернет и т. п. в различных географических регионах.

Естественно, что оборудование, устанавливаемое оператором, должно выполнять задачу дальнейшего мультиплексирования арендованной им части пропускной способности магистрального канала связи, так как ЗАО «РОСПАК», являясь дочерней компанией АО «РОСТЕЛЕКОМ», одной из первых начала построение высокоскоростной межрегиональной цифровой сети общего пользования.

В структуре разворачиваемой ЗАО «РОСПАК» цифровой сети предусматривается создание нескольких уровней. На первом уровне передача информации будет осуществляться по протоколу ATM. Планируется, что ATM коммутаторы будут обеспечивать связь между различными регионами. Для построения ATM уровня цифровой сети «РОСПАК» была выбрана аппаратура производства компании Northern Telecom. Для развития цифровой инфраструктуры в регионах и предоставления пользователям режима «Прозрачного соединения» и услуги «Ретрансляция кадров» ЗАО «РОСПАК» планирует использовать оборудование производства компании Newbridge Networks Corporation. Аппаратура этой компании позволит осуществлять передачу информации в режиме TDM[8] и по технологии Frame Relay.

В своей работе ЗАО «РОСПАК» всегда опирается на партнеров, большинство из которых является подразделениями АО «РОСТЕЛЕКОМ» и региональными отделениями АО «Электросвязь». Кроме того, в настоящее время ЗАО «РОСПАК» ведет активный поиск новых партнеров, привлекая к сотрудничеству компании, желающие вложить деньги в развитие связи в России. Следует отметить, что для предоставления услуг по передаче данных, телематических служб[9] и сдачи в аренду каналов связи и на предоставление услуг местной и междугородной связи компания должна оформить необходимые разрешения — лицензии. В этой связи достаточно интересным является тот факт, что партнеры ЗАО «РОСПАК» получают доверенность на предоставление услуг в любом регионе России от имени ЗАО «РОСПАК», что освобождает их от необходимости оформлять собственные лицензии.

Тогда нижний предел реальной скорости передачи информации пользователя будет равен величине гарантированной скорости, а верхний будет определяться пропускной способностью порта доступа. Стоимость услуги «Ретрансляция кадров» складывается из ежемесячной абонентской платы за каждый порт доступа и ежемесячной платы за каждый виртуальный канал пользователя, проложенный в сети. Величина ежемесячной абонентской платы за порт доступа зависит от пропускной способности порта, а размер ежемесячной абонентской платы за виртуальный канал определяется величиной гарантированной скорости. Некоторые компании предлагают услугу «Ретрансляция кадров» без гарантированной скорости, что позволяет пользователю сэкономить деньги на оплате виртуальных каналов (см. статью «Ретрансляция кадров» на с. 64).

[5] Если спутник точно выведен на геостационарную орбиту, то с Земли кажется, что в любой момент он неподвижно висит над одной и той же точкой. В противном случае спутник колеблется в пределах некоторой величины, что и является причиной искажения сигнала.

[6] Технология синхронной цифровой иерархии разрабатывалась специально для работы с волоконно-оптическими кабелями, поэтому аппаратура SDH не требует установки специальных оптических модемов.

[7] Магистральные каналы связи осуществляют соединения на уровне регионов.

[8] Режим TDM (Time Division Multyplexing) также работает по технологии с временным разделением ресурсов каналов связи. Режим TDM дает возможность разбить ресурсы канала связи на более мелкие порции, чем режим SDH, и предоставить пользователю возможность работы со скоростями от 64 кбит/с.

[9] Под телематическими службами понимаются услуги электронной почты, доступ в Интернет, рассылка телеграфных, телексных и факсимильных сообщений через сеть передачи данных (услуги факсимильного и телексно-телеграфного шлюза).

Для того чтобы повысить заинтересованность партнеров в совместной работе по созданию ATM узлов в регионах России, ЗАО «РОСПАК» заключило дистрибьюторские договора с компаниями Newbridge Networks Corporations и Northern Telecom, что позволит поставлять оборудование со значительной скидкой.

В настоящее время заключено соглашение о совместном использовании цифрового канала связи между ЗАО «РОСПАК» и Вычислительным центром филиала ОАО «Электрическая связь» Омской области. Уже сегодня пользователи в Омске могут заказать режим «Прозрачное соединение», услугу «Ретрансляция кадров» между портами доступа, один (или несколько) из которых находится в Москве, а другой (другие) — в Омске. Кроме того, пользователи Омска получат возможность высокоскоростного доступа в Интернет.

В ближайшее время узел связи сети «РОСПАК», оборудованный аппаратурой производства компании Newbridge Networks Corporation, появится в Рязани, а узел, оборудованный аппаратурой производства компании Northern Telecom, будет развернут в Самаре.

В чем суть проблемы «последней мили»?

Установкой ATM или TDM оборудования, к сожалению, не исчерпывается тот круг задач, который должен решить оператор сети общего пользования. Здесь весьма важным является вопрос «последней мили»[10].

В крупных городах проблема организации внутригородских высокоскоростных каналов связи в какой-то степени решена. Архитектура опорной внутригородской высокоскоростной цифровой сети аналогична архитектуре высокоскоростной опорной цифровой сети, объединяющей различные регионы. На первом уровне используется технология SDH, а на втором — режим асинхронной передачи.

Операторы сетей общего пользования в России, как правило, самостоятельно не ведут прокладку волоконно-оптических кабелей внутри города. Для решения проблемы «последней мили» они обычно пользуются услугами компаний–операторов опорных высокоскоростных цифровых сетей в городе. В свою очередь, операторы городской опорной сети, как правило, не предоставляют свои услуги в других географических регионах. Вот почему и те и другие активно ищут различные формы сотрудничества.

Другой метод решения этой проблемы — применение специальных устройств (модемов), использующих специальные протоколы, позволяющие передавать по обычному медному проводу данные с достаточно высокой скоростью. Одним из них является протокол ADSL. Используя ADSL модемы, клиент может получить скорость доступа до 1,5 Мбит/с в одном направлении и до 4 Мбит/с — в другом. Такие устройства могут передавать данные на расстоянии до 7 км. Один из ведущих производителей оборудования такого класса — компания 3COM, с которой ЗАО «РОСПАК» связывают партнерские взаимоотношения.

Радиодоступ — панацея или нет?

В некоторых случаях наиболее интересным и экономичным решением представляется подключение по радиоканалу. В настоящее время широкое распространение получили устройства, использующие в качестве среды передачи шумоподобные радиосигналы. Такой метод передачи сигнала получил название Spread Spectrum Technology.

В отличие от традиционных узкополосных методов, когда физический провод фактически заменяется оборудованием, использующим шумоподобные сигналы, занимающие более широкую полосу частот. В настоящее время при проектировании устройств такого класса наиболее широкое распространение получили два алгоритма преобразования сигналов: метод прыгающих частот (Frequency hopping) и метод непосредственного согласования (Direct Sequence). В первом случае приемное и передающее устройства при обмене информацией синхронно переключаются с одной частоты на другую в пределах некоторого диапазона. К сожалению, этот метод не получил у нас широкого распространения в связи с организационными сложностями его реализации (ниже об этом будет рассказано более подробно).

При реализации метода непосредственного согласования передаваемый сигнал распределяется («размазывается») в определенной полосе частот согласно некоторому псевдослучайному алгоритму[11]. В принимающем устройстве происходит восстановление сигнала в специальном блоке по тому же самому алгоритму. Таким образом, обеспечивается возможность одновременной работы большого числа шумоподобных устройств в одном диапазоне частот. Метод непосредственного согласования вносит некоторую избыточность в структуру передаваемого сигнала, из-за чего несколько снижается скорость передачи информации. Правда, он обладает более высокой помехоустойчивостью.

Однако при подключении клиента по радиоканалу возникает много проблем организационного характера.

Оператор беспроводной сети передачи данных обязательно должен иметь разрешение Главгоссвязьнадзора на использование соответствующих частот. Необходимостью оформления такого разрешения и сложностью его получения объясняется тот факт, что метод прыгающих частот не получил у нас широкого применения. Количество частот, на использование которых надо получить разрешение, для метода прыгающих частот превышает 72.

Кроме того, даже если Главгоссвязьнадзор эти частоты выделил, то оператор, разворачивающий беспроводную сеть, должен согласовать на электромагнитную совместимость, утвердить в Главгоссвязьнадзоре проектную документацию на разворачиваемую беспроводную сеть и получить частотное присвоение. Пользователю, подключаемому к такой сети, ее оператор должен выдать соответствующее разрешение на использование беспроводного устройства доступа к сети. Если же пользователю услуги беспроводного доступа к сети передачи данных предлагает компания, не имеющая указанного комплекта документов, то действие заключенного с такой компанией договора может быть прекращено в любой момент, причем вне зависимости от желания пользователя, а «беспроводной доступ» будет рассматриваться, как незаконное использование радиопередающих устройств.

Для работы с беспроводными устройствами на территории Российской Федерации Главгоссвязьнадзор выделил ЗАО «РОСПАК» частоты в диапазоне 2,4 ГГц.

Весьма интересным фактом является то, что для решения проблемы «последней мили» в Самаре планируется использовать радиодоступ. Система радиодоступа здесь будет оборудована аппаратурой производства компании Aironet Wireless Communication. В настоящее время ОАО «ИнтерИнформ», которое представляет интересы ЗАО «РОСПАК» в Самаре, получены все необходимые разрешения для построения такой сети. Стоит отметить, что ОАО «ИнтерИнформ» будет одной из немногих компаний, предоставляющей доступ по радиоканалу на законных основаниях.

Аппаратура производства компании Aironet Wireless Communication позволяет сравнительно недорого решить проблему «последней мили». Стоимость одного узла беспроводной сети составляет порядка 3–5 тыс. долл. США. Для охвата всей территории Самары потребовалось установить четыре беспроводных узла.

Однако не стоит думать, что на оборудовании такого класса можно создать мощную опорную внутригородскую цифровую сеть. Аппаратура Aironet Wireless Communication и аналогичная ей предоставляет хорошую возможность для решения «последней» IP мили. Она неплохо подходит под концепцию «беспроводной» IP телефонии[12]. Но с задачей обеспечения режима «Прозрачного соединения» или предоставления услуги «Ретрансляция кадров» для большого числа пользователей это оборудование не справится. Поэтому для построения мощных беспроводных опорных сетей используются более серьезные устройства. Так, например, корпорация Newbridge Networks Corporation разработала специальные беспроводные ATM коммутаторы, правда, цена их во много раз превышает 5 тыс. долл. ■

---

[10] Обычно компании-операторы связи стараются установить свое оборудование в том месте, куда приходит магистральный канал связи. Но офис клиента может находиться совершенно в противоположном конце города. Проблема «последней мили» сводится к тому, каким образом можно подключить оборудование клиента к оборудованию компании-оператора.

[11] Способ распределения сигнала выбирается аппаратурой передачи данных из некоторого достаточно большого списка. Так как размер списка все же ограничен, то речь идет только о псевдослучайном распределении.

[12] Под IP телефонией понимается возможность передачи голосовых сообщений через Интернет. Основной проблемой здесь являются достаточно большие и неравномерные задержки при передаче голосовой информации: в отличии от технологии ATM и «Ретрансляции кадров» в IP сетях не предусмотрена возможность передачи более приоритетных сообщений в первую очередь. Однако возможно в недалеком будущем ситуация с IP телефонией изменится в лучшую сторону, так как в настоящее время производителями мостов и маршрутизаторов разработаны специальные протоколы, позволяющие выделять из IP трафика более приоритетную и критичную к задержкам информацию. Правда, достаточно сложным в этой области является вопрос совместимости оборудования различных производителей.

SR STANDARD®

C510 - $390

*Миниатюрная двухдиапазонная радиостанция **Standard C510** - новейшая разработка концерна **Marantz Japan, Inc.** Всего от трех пальчиковых батареек эта модель развивает мощность 1 Вт. Максимальная выходная мощность - 3 Вт достигается при питании от внешнего источника питания напряжением 8,4 В. Станция оснащена полной DTMF клавиатурой с подсветкой, встроенным CTCSS кодером/декодером, имеет большой жидкокристаллический дисплей с подсветкой. Предусмотрена возможность прослушивания диапазонов 350 и 700-900 МГц.*

- *Электронное шумоподавление с несколькими градациями,*
- *режим экономии батарей,*
- *автовыключение,*
- *несколько типов сканирования,*
- *прием AM сигнала,*
- *варьируемый шаг сигнала,*
- *память для автонабора DTMF последовательностей.*



***C510** легко подключается к внешнему усилителю с помощью специального разъема, через который также осуществляется питание радиостанции и соединение с автомобильной двухдиапазонной антенной.*

Выпускаются два вида компактных усилителей:

***CPB510D** - 40Вт с собственной системой охлаждения и **CPB510** - 20Вт.*

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ C510

Диапазон частот: .....130-160 и 430-460 МГц.
Количество каналов: .....200.
Диапазон напряжения питания: .....3,3 - 8,4 В.
Мощность передатчика: .....1/3 Вт.
Чувствительность: .....0,16 мкВ (12 dB Sinad).
Вых. мощность аудио: .....100 мВт.
Диапазон температур: .....-10 +60 °C.
Размеры: .....58x104x27 мм.
Вес: .....210 г. с батареями и антенной.



CPB510 - $299
CPB510D - $429

КОМПАС-Р®

АВТОРИЗОВАННЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

Marantz Japan Inc., Zetron Inc., Cushcraft Corporation, CES Wireless Technologies, OI Electric, Astron Corporation, Wacom Products Inc., Sinclair Technologies Inc.

Москва, 111539, а/я 9. Тел: (095) 362-0582, 361-9533, 361-9839. Факс: (095) 956-1521.
E-mail: Compas.R@relcom.ru URL:http://www.Compas-R.ru

РАДИОЛЮБИТЕЛЯМ
5% СКИДКА НА ВСЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ПРИ ПРЕДЪЯВЛЕНИИ ЛИЦЕНЗИИ
КОМПАС-Р (095)362-0582,361-9533,361-9839 КОМПАС-Р

ЧТО ТАКОЕ РЕТРАНСЛЯЦИЯ КАДРОВ?

В. НЕЙМАН,
г. Москва

В последние годы получает широкое распространение метод передачи данных, называемый ретрансляцией кадров, причем нередко в нашей литературе можно встретить также его английское название — Frame Relay. Главным стимулом развития этого метода является рост потребностей в быстродействующих средствах связи для информационно-вычислительных систем. Появление ретрансляции кадров обусловлено развитием оконечных устройств передачи данных (ОУПД) с искусственным интеллектом, надежных средств цифровой передачи и быстродействующих цифровых систем связи. Чтобы понять, как и почему появился этот метод и подробнее разобраться в его особенностях, удобнее начать с краткой истории развития техники передачи данных и даже предшествовавшей ей телеграфии.

Первые системы передачи данных

Развитие систем передачи данных опирается на использование более чем векового опыта документальной связи, накопленного в телеграфии. Скорости телеграфной передачи не могут удовлетворить современным требованиям, однако многие идеи, лежащие в основе техники быстродействующей передачи данных, зародились еще в эпоху телеграфа. Прежде всего это относится к методам кодирования передаваемых сообщений. В ходе развития техники передачи документальной информации стало очевидным неудобство пятиэлементного телеграфного кода № 2, в свое время рекомендованного Международным консультативным комитетом по телефонно-телеграфной связи (МККТТ), входящим в Международный союз электросвязи (МСЭ). Код № 2 позволяет передавать буквенно-цифровой текст, который печатается на ленте и достаточен для передачи простых сообщений, но он не удовлетворяет современным требованиям оформления этих сообщений в виде печатного текста. Поэтому важным этапом в развитии телеграфа было создание телетайпа, т. е. телеграфного аппарата с клавиатурой пишущей машинки, для которого Рекомендацией МККТТ V.3 был установлен семиэлементный телеграфный код № 5. Среди $2^7=128$ комбинаций этого кода предусматриваются не только заглавные и строчные буквы алфавита, цифры и другие типографские знаки, но и кодовые комбинации для управления приборами и механизмами в процессе передачи (например, возврат каретки в конце строки, переход на новую страницу и многое другое). Этот же набор кодовых комбинаций был рекомендован Международной организацией по стандартизации (МОС) в качестве стандартного международного кода обмена при обработке информации. Его называют также кодом ASCII (от первых букв английских слов, означающих «Американский стандартный код информационного обмена»).

Одновременно с задачами непосредственного кодирования передаваемой информации решались и задачи кодовой защиты от ошибок. Различают два класса помехоустойчивых кодов: коды, исправляющие ошибки, и коды, обнаруживающие ошибки. Первые характеризуются большой избыточностью передаваемых сообщений. Она позволяет при возникновении отдельных ошибок все же правильно интерпретировать переданное сообщение. Такие коды применяются лишь в очень ответственных каналах, например, в каналах дальней космической связи, где важность правильного приема оправдывает снижение полезной скорости передачи. Другой класс — коды, обнаруживающие ошибки. Такие коды позволяют обнаружить лишь факт появления ошибки в некоторой группе символов без конкретного указания ошибочного символа. Поэтому при таком обнаружении обычно вся группа символов с зарегистрированной ошибкой сбрасывается, а передающей стороне направляется автоматический запрос повторения передачи. Именно такой способ нашел широкое применение в коммерческих системах передачи данных, где важно поддерживать высокую производительность каналов.

Простейшие методы обнаружения ошибок начали применять еще в эпоху реперфораторного переприема телеграмм, когда транзитные телеграммы регистрировались на перфоленте, эта лента отрывалась и переносилась оператором в трансмиттер нужного исходящего направления для дальнейшей передачи. Перфолента представляла собой бумажную ленту, по ширине которой предусматривалось восемь позиций в каждом ряду для пробивания отверстий, несущих информацию о двоичных разрядах кодовых комбинаций. Семь из этих позиций отводились для регистрации разрядов семиэлементного кода, а восьмая — для обнаружения ошибки путем проверки на четность. Это означало, что значение восьмого двоичного разряда выбиралось таким образом, чтобы сумма элементов в ряду оказалась четной. Если приемник обнаруживал в каком-нибудь ряду нечетную сумму, это означало, что произошла ошибка. Нетрудно заметить, что такой метод контроля ошибок позволяет обнаружить одну ошибку, но оставляет незамеченными две ошибки подряд. Как в случае одинакового знака двух ошибок, так и при их разных знаках одновременное появление двух ошибок не может изменить результат проверки на четность, и поэтому такие ошибки остаются необнаруженными.

Для дальнейшего повышения возможностей обнаружения ошибок можно дополнительно применить продольную проверку. Если к описанной проверке на четность, которую называют поперечной проверкой, добавить проверку суммы одинаковых разрядов в фиксированной серии знаков, следующих на ленте друг за другом, возможность обнаружения ошибок повысится. Для такой проверки в конце каждой серии приходится вставлять дополнительные разряды продольной проверки, которые выглядят как очередной знак, хотя таковым не являются.

Появление электронных средств передачи и коммутации сообщений позволило отказаться от перфоленты и применить более совершенные коды для обнаружения ошибок. Это дало возможность не применять восьмой разряд для проверки на четность и включить его в состав кодовой комбинации. В результате код ASCII оказался расширенным до $2^8=256$ кодовых комбинаций. Из них первые 128 знаков (кодируемые числами от 10 до 127) являются общими, а вторые 128 знаков (кодируемые числами 128–255) являются дополнительными и применяются, в частности, для кодирования национальных алфавитов разных стран.

Применение кода ASCII позволяет работать с текстами, содержащими как латинский, так и любой национальный алфавит, что создает большое удобство для пользователей. Однако с кодированием букв русского алфавита обстоятельства сложились не самым благополучным образом. Корень неувязок уходит в неудачную конструкцию телеграфного аппарата СТ-35, который в первый период развития вычислительной техники в нашей стране служил в качестве вводно/выводного устройства ЭВМ. По определению, телетайп — это телеграфный аппарат с клавиатурой пишущей машинки. Стандартное расположение букв на клавишах пишущих машинок в разных странах определяется статистикой соответствующего языка. Иначе говоря, чем чаще встречается буква, тем ее клавиша располагается ближе к середине клавиатуры, где работают указательные пальцы. Например, расположение букв в первом ряду буквенных клавиш русской пишущей машинки начинается буквами ЙЦУКЕН, тогда как на англоязычной латинской пишущей машинке этот ряд начинается с букв QWERTY.

На клавиатуре СТ-35 стандартное положение латинских букв нарушено, они располагаются по признаку фонетической близости к соответствующей русской букве (т. е. в первом ряду вместо QWERTY располагаются буквы YCUKEN). Присвоение кодовых комбинаций каждому знаку на клавише (или, как говорят, кодирование символов) не может быть произвольным, так как обработка текстов на ЭВМ требует, чтобы двоичные числа, приписываемые каждой букве, возрастали в соответствии с алфавитным порядком следования этих букв. Именно отсюда и пошел разнобой. Под аппарат СТ-35, работавший с ЭВМ, был разработан код КОИ-8. Впоследствии, когда появились клавиатуры со стандартным расположением латинских букв, был принят альтернативный код ГОСТ. Позднее этот код был модифицирован, а затем принят в качестве основного.

Таким образом, в СССР действовали четыре стандарта на коды обработки информации. В условиях такой чехарды наша страна не смогла выступить на международной арене законодателем кодирования букв русского алфавита, в результате чего появились также болгарский код MIC, «американский» русский код (PC-866), а также американская кириллица (PC-855). Это означает, что в мире существуют, по меньшей мере, семь различных кодовых комбинаций для русских букв, что создает большие неудобства для русскоязычных пользователей, затрудняя обмен документами на русском языке и препятствуя внедрению материалов на русском языке в сеть Интернет.

По-видимому, пора подумать о создании программы, автоматически распознающей применяемое кодирование русских букв и транслирующей их в код, необходимый для расшифровки. В перспективе ожидается переход кодирования типографских знаков от однобайтового кода к двухбайтовому (Unicode), в котором каждой букве алфавитов разных языков, математическим знакам, декоративным и другим символам присваивается своя шестнадцатиразрядная комбинация. Однако это не снимет проблему кодирования русских букв, так как все равно потребуются

трансляторы между разными однобайтовыми и единым двухбайтовым кодом.

Описанная история с кодированием букв русского алфавита имеет не только частное значение как пример пагубных последствий конкретного недальновидного решения. Важнее общеметодическое значение этого примера, который показывает необходимость более глубокого подхода к проблемам стандартизации с учетом того, что передача информации не ограничивается только посылкой сигналов, а должна сопровождаться необходимой обработкой и интерпретацией принятой информации. Поэтому далее остановимся на краткой характеристике подходов к стандартизации.

Эталонная модель взаимодействия открытых систем МОС и протокол X.25

Разнообразие функций, которые выполняются современными средствами передачи и обработки информации, разнообразные возможности технической реализации таких средств, а также тенденции непрерывного совершенствования этих функций и средств приводят к необходимости использования в стандартизации принципа многоуровневых (многослойных) архитектур. Сущность этого принципа состоит в выделении важнейших функций в самостоятельные уровни (слои) обработки и описании взаимодействий между уровнями вне зависимости от их реализации. При таком подходе отдельные уровни в сложной системе можно заменять на новые, если не нарушать принятых стандартных правил их взаимодействия с соседними уровнями.

Хорошо известным примером такой многоуровневой архитектуры является Эталонная модель взаимодействия открытых систем (ВОС) МОС, представленная на рис. 1. Здесь показана схема связи двух оконечных пользователей А и Б, которые включены в узлы связи, являющиеся для данных пользователей оконечными. Модель содержит семь уровней, для которых приняты следующие сокращения: Ф — физический уровень, К — уровень канала, С — сетевой уровень, Т — уровень транспортировки информации (или транспортный уровень), СУ — сессионный уровень, УП — уровень представления, П — прикладной уровень.

Каждый из перечисленных уровней передающей стороны взаимодействует только с таким же уровнем принимающей стороны с помощью процедур, получивших название протоколов связи. Однако связь между двумя равноправными уровнями происходит не непосредственно, а только через физический уровень. Для этого каждый вышестоящий уровень обращается к своему непосредственному нижестоящему уровню как к поставщику услуги. Например, самый верхний прикладной уровень II, взаимодействующий с реальным пользователем, должен, с одной стороны, воспринимать реальный мир, а с другой — давать этому миру возможность обращения к техническим средствам передачи и обработки информации через уровень представления. Иначе говоря, на прикладном уровне описывается семантика (т. е. значение, или смысл) передаваемой информации. Эта информация снабжается необходимым заголовком и в виде блока прикладного уровня передается для дальнейшей обработки уровню представления УП. На этом уровне описывается «синтаксис» передаваемой информации и ведутся автоматические переговоры с взаимодействующей стороной о правилах интерпретации данных с учетом, при необходимости, системы их сжатия или шифрования. Снабженный новым заголовком блок данных уровня представления передается на сессионный уровень СУ. Последний служит для управления процедурами диалога, включающими установление связи, механизм обнаружения и установления направления передачи, отслеживание контрольных точек передачи во времени. Снабженный еще одним заголовком блок данных сессионного уровня передается на транспортный уровень Т, который задает независимые от сети нормативы передачи сообщений от пользователя к пользователю, включая общие требования по контролю за ошибками, автоматическому восстановлению прерываний связи, автоматическому контролю за правильностью последовательности принимаемых данных и др. Перечисленные сведения отражаются в очередном заголовке, и в таком виде блок данных транспортного уровня направляется для передачи в сеть.

Протоколы перечисленных четырех уровней называются протоколами высокого уровня, а выполняемые ими функции относятся к функциям оконечного пользователя. Обычно они выполняются главной ЭВМ. К техническим же средствам сети связи относятся три нижних уровня, которые предоставляют сетевые услуги. Поступающий на уровень сети С блок данных транспортного уровня снабжается новым заголовком, который содержит сведения об адресах отправителя и получателя, порядковую нумерацию блока и некоторую другую служебную информацию. Сформированный таким образом блок данных сетевого уровня называется пакетом. Для того чтобы передать пакет по сети, сетевой уровень обращается к услугам уровня канала К, который гарантирует доставку пакета только до ближайшего узла. Для этого пакет снабжается еще одним заголовком — заголовком уровня канала, который несет собственную порядковую нумерацию блоков, передаваемых по данному участку, адрес узла назначения и другую служебную информацию. Блок данных, сформированный на уровне канала, называется кадром. Для передачи кадра до соседнего узла уровень канала обращается к услуге физического уровня Ф. На этом уровне устанавливаются стандарты на механические разъемы и электрические характеристики канала связи, а также передаваемых по нему цифровых сигналов, включая сигналы занятия линии и ее освобождения.

Для поддержания характеристик передаваемых сигналов на физическом уровне могут устанавливаться регенераторы. Кадр, принятый соседним узлом, освобождается от заголовка уровня канала, т. е. превращается в пакет. Полученный пакет передается на сетевой уровень, где анализируется его заголовок и определяется направление дальнейшей передачи. Далее из этого пакета формируется новый кадр, который и передается по следующему участку.

Описанный способ передачи пакетов принято называть протоколом X.25. Он входит в Рекомендации МККТТ X25, впервые утвержденные в 1976 г. (в 1980 и 1984 гг. публиковались переработанные версии). Рекомендации X.25 дают спецификацию сопряжения, охватывающего три нижних уровня рассмотренной Эталонной модели МОС ВОС. Из приведенных выше сведений можно заметить, что идея протокола X.25 напоминает традиционную реперфораторную передачу телеграмм. Разница состоит в том, что по участку передается не последовательность знаков, проверяемых на четность, а стандартный кадр с более совершенным контролем ошибок (об этом говорится ниже). В узле же работает не оператор, переносящий бумажную ленту в аппарат нужного направления передачи, а электронное устройство коммутации, которое записывает пакет, анализирует его заголовок и затем считывает его для передачи в требуемом направлении.

На этом, однако, сходство между протоколом X.25 и традиционной телеграфной техникой заканчивается, и при дальнейшем рассмотрении открываются принципиальные различия. Главное из них состоит в том, что через сопряжение, соединяющее оконечное устройство передачи данных (ОУПД) и линейное устройство передачи данных (ЛУПД), может быть организовано большое количество одновременно действующих каналов. Все эти каналы проходят через одну и ту же выходную клемму ОУПД и по одной и той же проводной линии, но несут разные сообщения, которые могут направляться разным получателям (другим ОУПД, связанным с сетью через свои ЛУПД). Такие каналы называются логическими или виртуальными. При организации многоканальной системы передачи по одной линии с помощью аппаратуры частотного или временного разделения каналов каждый канал загружается собственной системой передачи или может простаивать независимо от нагрузки других каналов. Виртуальные же каналы, формируемые на основе статистического уплотнения, обеспечивают возможность более гибкого использования пропускной способности линии, поддерживая при наличии нагрузки непрерывность передачи.

(Окончание следует)

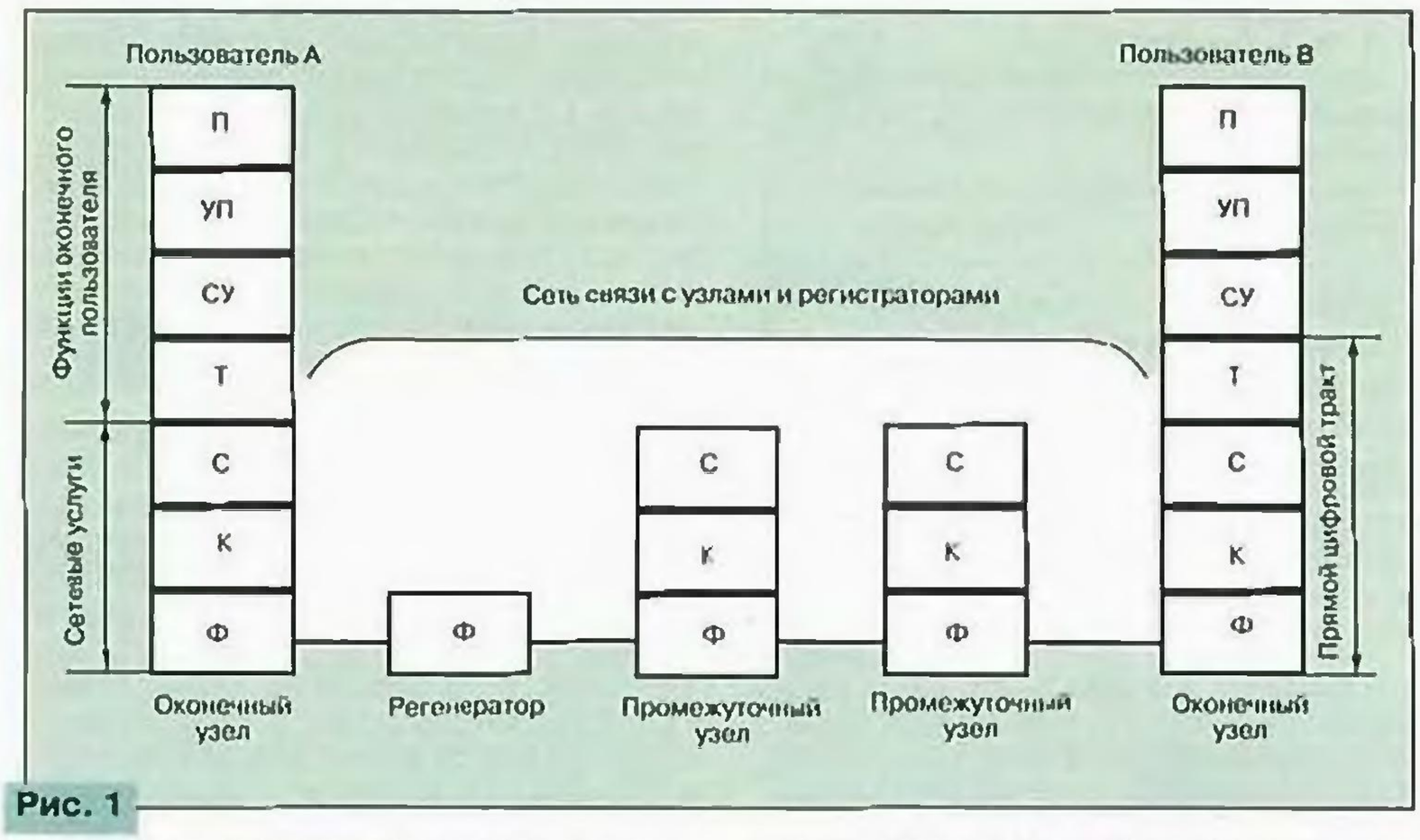


Рис. 1

СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАДИОСВЯЗИ

Эта статья рассчитана главным образом не на профессионалов в области радиосвязи, а на руководителей и тех сотрудников фирм, предприятий и структур, которые занимаются организацией собственной служебной или коммерческой системы радиосвязи и стоят перед проблемой выбора оборудования и типа системы. В планируемом цикле статей будут рассматриваться системы, начиная от простейших симплексных радиосетей до транкинговых многозоновых систем. (Вопросы Си-Би гражданской радиосвязи в диапазоне 27 МГц здесь рассматриваться не будут). Надеемся, что приводимая в этих статьях информация поможет потенциальным покупателям и пользователям расширить свои познания в радиосвязи и выбрать такую схему построения системы связи и оборудование, которые в наибольшей степени соответствуют специфике их деятельности.

1. Частотные диапазоны.

Для организации сетей профессиональной радиосвязи в России выделены следующие частотные диапазоны:

Диапазон, МГц	Обозначение
30-50	LB (OW BAND)
136-174	VHF
400-512	UHF
300-345	300 МГц

Для организации систем радиосвязи должны быть выделены номиналы частот. Как правило, разрешения на использование радиочастоты выдает Госсвязьнадзор. Исключения составляют ряд ведомственных систем связи, например, силовых структур, за которыми закреплены выделенные поддиапазоны частот. **Но в любом случае для создания системы связи в указанных диапазонах обязательно требуется выделение номиналов частот.**

2. Типы радиооборудования.

Представляемые на российском рынке радиосредства можно разделить на группы по следующим категориям:

Профессиональные, коммерческие и любительские станции, как правило, не отличаются по основным радиотехническим параметрам (частотные диапазоны, выходная мощность, чувствительность). Выбор того или иного типа оборудования определяется условиями эксплуатации, необходимым набором функций и, естественно, доступными денежными средствами (профессиональные радиостанции, например, могут стоить вдвое дороже коммерческих).

3. Дальность радиосвязи.

Дальность связи зависит от большого числа параметров (открытая местность или город, рельеф местности, высота установки антенн, уровень помех и т. д.) и может быть точно определена только экспериментальным путем. Ориентировочные значения дальности радиосвязи приведены на рис. 1.

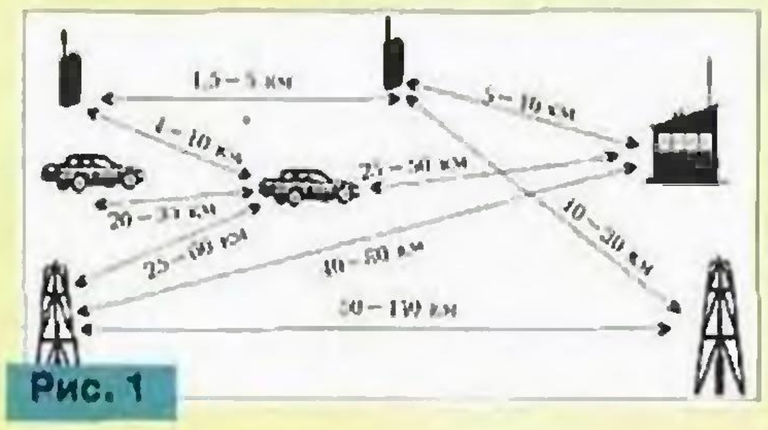


Рис. 1

4. Частотные каналы и режимы работы радиостанций.

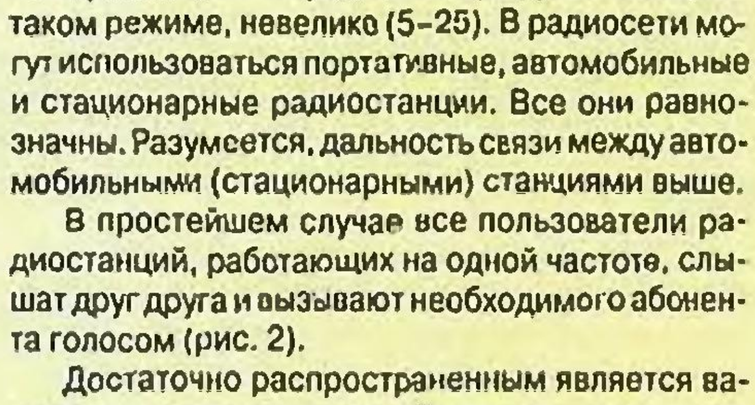
Подавляющее большинство современных радиостанций работает **в симплексном или полудуплексном режиме.** При этом прием и передача одновременно невозможны. Включение станции на передачу осуществляется нажатием тангенты. При отпускании тангенты станция переходит в режим приема. Частоты передачи и приема образуют частотный канал и в общем случае могут быть различными. Если частоты передачи и приема совпадают, то канал называется **симплексным.** Если частоты передачи и приема различны, то канал является **дуплексным,** а режим работы радиостанций **полудуплексным.** В режиме полного дуплекса (то есть когда передача и прием осуществляются одновременно и тангенту нажимать не нужно) на дуплексном канале могут работать только **полнодуплексные радиостанции.** Необходимо отметить, что практически все радиостанции, независимо от типа частотного канала, работают в симплексном (или полудуплексном) режиме (дуплексные радиостанции мало распространены из-за высокой стоимости). В радиостанцию могут быть запрограммированы параметры различных каналов. В зависимости от модели радиостанции число каналов может варьироваться от 1 до 100 и более.

5. Симплексные радиосети.

Выбор типа радиосети определяется имеющимся частотным ресурсом, количеством пользователей и спецификой их работы. Рассмотрим простейший вариант, когда используется **один номинал** частоты (одна симплексная частота). Как правило, число радиостанций, работающих в таком режиме, невелико (5–25). В радиосети могут использоваться портативные, автомобильные и стационарные радиостанции. Все они равнозначны. Разумеется, дальность связи между автомобильными (стационарными) станциями выше.

В простейшем случае все пользователи радиостанций, работающих на одной частоте, слышат друг друга и вызывают необходимого абонента голосом (рис. 2).

Достаточно распространенным является вариант, когда одна из станций является диспетчерской (рис. 3). Это, как правило, стационарная станция, располагающая антенной с высоким коэффициентом усиления и размещенная достаточно высоко. При этом, благодаря правильному выбору типа антенны и ее размещению, дальность связи с диспетчерской станцией увеличивается и абоненты, не имеющие возможности связаться между собой напрямую, могут передать сообщение через диспетчера.(При наличии дуплексной пары частот более рационально использовать ретранслятор). Диспетчерские радиосети чаще


Рис. 2

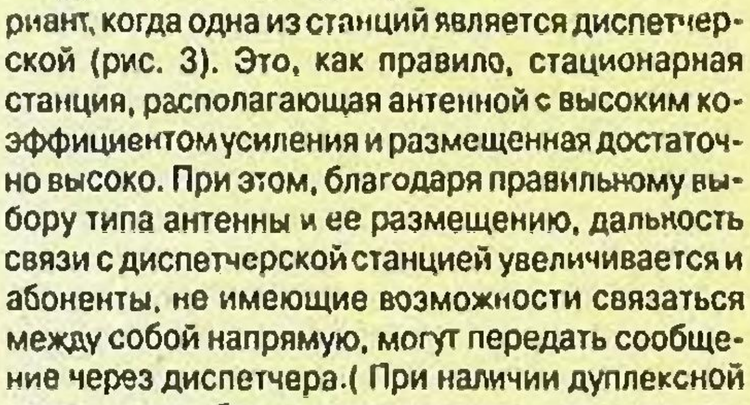


Рис. 3

всего применяются для организации технологической или служебной радиосвязи.

6. Группы абонентов в симплексной радиосети.

Достаточно часто в системе радиосвязи требуется разделить абонентов на группы. Самый простой вариант решения этой задачи — выделить каждой группе свой номинал частоты, что однако в большинстве случаев невозможно из-за ограниченного частотного ресурса. Наиболее приемлемым решением в этом случае является разделение групп **по тональным или цифровым пилот-сигналам** (рис. 4).



Рис. 4

Каждая радиостанция имеет шумоподавитель (squelch), препятствующий попаданию эфирного шума в громкоговоритель (или наушники) в отсутствие сигнала. В простейшем случае шумоподавитель радиостанции отключается при появлении в эфире несущей соответствующей частоты (carrier squelch). Кроме того, практически все современные радиостанции имеют функции тонального (**TONE SQUELCH, CTCSS, PL**) и/или **цифрового (DIGITAL SQUELCH, DCS, DPL)** управления шумоподавителем.

Что такое ТОНАЛЬНОЕ ШУМОПОДАВЛЕНИЕ (**синонимы TONE SQUELCH, CTCSS, PL**)?

Полоса звуковых (голосовых) частот в радиостанции выделяется специальным фильтром и имеет ширину от 300 до 3000 Гц, что вполне достаточно для разборчивой передачи речи. Имеется также полоса субтональных частот от 67 Гц до 250 Гц. Сигналы в этой полосе не пропускаются фильтром звуковых частот и в динамике не слышны. Пилот-сигнал представляет собой тоновый сигнал субтональной частоты, который передается одновременно с голосовым сигналом. В субтональной полосе выделены 49 стандартных для большинства типов радиооборудования тонов. В радиостанции, кроме частоты приема и передачи, устанавливается (программируется) частота или табличный номер тонового сигнала, который будет передаваться вместе со звуковым в режиме передачи, и частота или номер тонового сигнала, при опознавании которого в режиме приема шумоподавитель должен быть открыт и звуковой сигнал подан в громкоговоритель. Пилот-сигналы приема и передачи в большинстве случаев выбираются одинаковыми.

Что такое ЦИФРОВОЕ ШУМОПОДАВЛЕНИЕ (синонимы DIGITAL SQUELCH, DCS, DPL, цифровой пилот-сигнал).

Принцип работы систем цифрового управления шумоподавителем аналогичен тональным. В субтональной полосе передается цифровой сигнал (повторяющаяся последовательность 8 бит с несущей частотой 133 Гц). Цифровые пилот-сигналы также стандартизированы. Их количество более 100.

Необходимо отметить, что системы тонального шумоподавления более распространены и имеются практически во всех типах современных радиостанций. Многие типы радиостанций имеют и тональное и цифровое шумоподавление (на выбор). Таблицы пилот-сигналов в различных типах радиостанций могут не совпадать полностью. Тем не менее даже

при использовании различных типов оборудования можно выделить группу пилот-сигналов, одинаковую для всех станций.

Итак, используя систему тонального или цифрового шумоподавления можно разделить на группы пользователей, работающих на одной частоте. Каждой группе присваивается свой пилот-сигнал, и пользователи радиостанций будут слышать только членов своей группы. Это, однако, не означает, что все группы пользователей смогут вести переговоры одновременно. Как правило при подобном разделении на группы в радиостанциях программируется запрет включения передачи при наличии в эфире «чужого» пилот-сигнала. Одна и та же радиостанция может быть членом различных групп. При этом на различных каналах устанавливаются соответствующие пилот-сигналы. Номинал частоты при этом на всех каналах может быть одним и тем же.

Примечание. *К сожалению, не существует единой устоявшейся терминологии для определения систем управления шумоподавителем. Термин «ПИЛОТ-СИГНАЛ» введен в обиход как наиболее простой и понятный. Терминология фирмы MOTOROLA: PL (Private Line)< DPL (Digital Private Line). PL и DPL являются зарегистрированными торговыми марками фирмы MOTOROLA. Международная терминология: CTCSS (Continuous Tone Coded Squelch), DCS (Digital Coded Squelch).*

7. Дистанционное управление стационарной станцией.

В некоторых случаях для наилучшего радиопокрытия зоны обслуживания радиосети требуется дистанционная установка диспетчерской станции. Наиболее распространенным решением является использование комплектов дистанционного управления серии С100 (MOTOROLA). Существует два варианта организации дистанционного управления стационарными радиостанциями MOTOROLA GM300/GM350:

Вариант 1. Локальное дистанционное управление (рис. 5).

Применяется, когда управляемая станция удалена от диспетчерского пульта С100 LOCAL (EN1000) на расстояние до 300 м. Пульт дистанционного управления серии С100 по дизайну схож со стандартным телефонным аппаратом, на телефонной трубке которого расположена тангента. Кроме того, имеется возможность «громкой связи» — пульт имеет встроенный громкоговоритель, микрофон и кнопку «ПЕРЕДАЧА».



Рис. 5

Пульт С100 LOCAL подключается непосредственно к аксессуарному разъему радиостанции GM300/GM350. Управление осуществляется по шестипроводному кабелю. Питание пульта осуществляется напряжением 12 В.

К одной радиостанции может быть подключено несколько пультов, но при этом суммарная длина соединительных кабелей не должна превышать 300 м.

Достоинства этого варианта — невысокая стоимость.

Недостатки — необходимость прокладывания шестипроводного кабеля; ограниченная дальность дистанционного управления.

Вариант 2. Тональное дистанционное управление (рис. 6).



Рис. 6

Применяется в тех случаях, когда управляемая станция удалена от диспетчерского пульта С100 TONE (EN1001) на расстояние боле 300 м (до нескольких километров). Управление радиостанцией осуществляется тональными сигналами по выделенной двухпроводной линии. Для декодирования тональных сигналов управления и преобразования их в сигналы управления радиостанцией используется **тональный адаптер дистанционного управления.** Это устройство подключается непосредственно к аксессуарному разъему стационарной радиостанции GM300/GM350. Питание адаптера осуществляется от станции. Линия, по которой осуществляется управление, подключается к адаптеру — с одной стороны и к пульту С100 TONE — с другой. С тонального пульта возможно производить переключение до двух каналов на станции (на пульте имеются кнопки F1/F2). В остальном дизайн тонального пульта аналогичен дизайну локального.

Достоинства — большая дальность дистанционного управления; возможность переключения каналов.

Недостатки — необходимость использования адаптера; высокая стоимость по сравнению с локальным вариантом.

Примечание. *Переключение каналов возможно только при работе с 16-канальными моделями GM300 и 128-канальными моделями GM350.*

8. Выход в телефонную сеть (рис. 7).

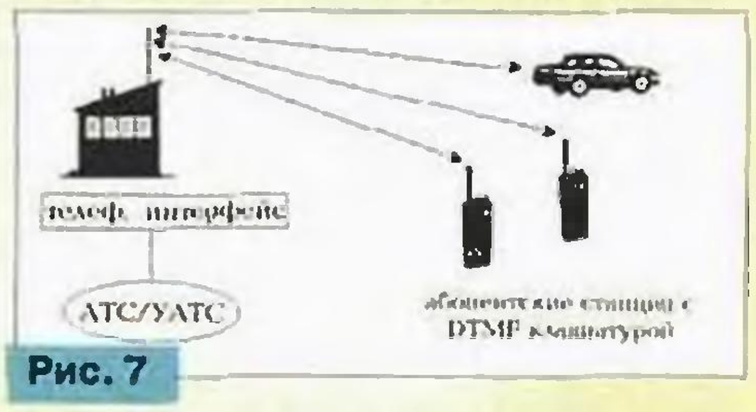


Рис. 7

Даже при использовании одной симплексной частоты в радиосети может быть организован выход в телефонную сеть (как правило, ведомственную). Для этого необходимо установить стационарную радиостанцию с **телефонным интерфейсом**, а портативные и автомобильные станции должны иметь телефонную (**DTMF**) **клавиатуру. Что такое DTMF?**

DTMF (Dual Tone Multi Frequency) — это система селективного вызова, применяемая в телефонии. В России, как известно, в наибольшей степени распространен импульсный набор телефонных номеров, т. е. каждая цифра передается соответствующим числом импульсов. В большинстве стран с развитой инфраструктурой телефонных сетей применяется тональный набор, т. е. каждая цифра передается парой сигналов тональной частоты. Это и есть сигнальная система DTMF. Стандартный набор сигналов DTMF включает в себя цифры от 0 до 9, а также символы «#» и «*». Радиостанции, имеющие клавиатуру DTMF (аналогичную телефонной), могут передавать сигналы DTMF в эфир и выходить в телефонную сеть через телефонный интерфейс. Стационарная станция, оборудованная телефонным интерфейсом, принимает телефонный номер в системе DTMF, набираемый с абонентской станции, и передает его в телефонную сеть. Если в телефонной сети используется импульсный набор, то телефонный интерфейс преобразует DTMF в соответствующий сигнал-номер в импульсном виде. Как правило, при использовании простейших телефонных интерфейсов без селективного вызова абоненты всех станций радиосети будут слышать телефонные переговоры (если они не разделены на группы по пилот-сигналам). На канале, где используется телефонный интерфейс, может быть установлен определенный пилот-сигнал. Абонент телефонной сети, набравший номер телефонного интерфейса, также вызовет одновременно всех радиоабонентов или радиостанции группы с соответствующим пилот-сигналом.

В следующем номере планируется рассмотреть построение радиосетей с использованием ретрансляторов и популярные системы с индивидуальным вызовом и выходом в телефонную сеть.

«Электроника-Дизайн», Москва.
Телефоны: (095) 165-1892, 165-0874
E-mail: eldiz @ dol.ru

■

Класс станций и условия эксплуатации	
Профессиональные радиостанции (MOTOROLA, VERTEX, ICOM)	Как правило, соответствуют требованиям военного стандарта по ударопрочности, воздействию вибрации, пылевлагозащищенности. Имеют минимум органов управления, параметры жестко программируются и не могут быть изменены пользователем. Рассчитаны на длительный срок службы в жестких условиях
Коммерческие и любительские радиостанции (YAESU, ALINCO)	Не рассчитаны на работу в экстремальных условиях. Параметры могут устанавливаться пользователем. Радиолюбительские станции имеют расширенный набор пользовательских функций. Имеют "дружественный дизайн"
Отметим, что некоторые модели занимают промежуточное положение и не могут быть однозначно отнесены к определенному классу	
Назначение станции и ориентировочные характеристики	
Портативные (носимые) радиостанции	Выходная мощность 0,5...6 Вт, емкость аккумулятора 600–1500 мА•ч. Типичный комплект поставки: приемопередатчик (собственно станция), антенна, аккумулятор, зарядное устройство
Автомобильные радиостанции	Выходная мощность 10...60 Вт, питание от бортовой сети (13.8 В). Типичный комплект поставки: приемопередатчик (собственно станция), монтажный комплект, кабель питания, автомобильный микрофон с креплением. Автомобильная антенна, как правило, поставляется отдельно
Стационарные радиостанции	Как правило, автомобильные станции имеют возможность стационарной установки. Дополнительное оборудование: блок питания от сети 220 В, стационарная антенна, антенный кабель. Для удобства работы может использоваться настольный диспетчерский телефон

СОХРАНЕНИЕ ДАННЫХ В ПАМЯТИ РАДИОСТАНЦИЙ

И. НЕЧАЕВ, И. БЕРЕЗУЦКИЙ, г. Курск

Некоторые автомобильные радиостанции Си-Би диапазона, например, ALAN-48 PLUS, HYGEN 717, имеют режим памяти, который позволяет запомнить частоты нескольких каналов и другие параметры при выключении радиостанции выключателем питания. Однако информация в памяти сохраняется только до тех пор, пока не будет отключено и питающее напряжение. В предлагаемой статье рассказано о том, как добиться сохранения информации и в этом режиме.

В автомобильных радиостанциях, даже в выключенном состоянии, на блок памяти процессора все равно поступает напряжение от бортовой сети. При этом все данные, находящиеся в блоке оперативной памяти, сохраняются. Сделано это в расчете на то, что аккумуляторную батарею владельцы машины, как правило, никогда не отсоединяют. Однако большинство автолюбителей на ночь, на время стоянки и т. д., все же отключают минусовый вывод батареи от кузова автомобиля («массы») специальным выключателем, что приводит к полному обесточиванию процессора, т. е. потере данных.

Если автомобильные радиостанции используются в домашних условиях и питают их от сетевого блока питания, то для сохранения данных в памяти процессора блок питания приходится оставлять включенным постоянно, что неэкономично. Правда, с этим можно смирится, но следует учитывать, что при переносе радиостанции из автомобиля домой или обратно, когда питающее напряжение исчезает совсем, данные из блока памяти теряются.

Когда же радиостанция эксплуатируется только в автомобиле, решить эту проблему довольно просто: надо установить резистор между минусовым выводом аккумуляторной батареи и кузовом параллельно выключателю «массы». Сопротивление резистора может быть от нескольких сотен ом до единиц килоом. Такой резистор никак не повлияет на работоспособность электрооборудования автомобиля и в то же время не позволит запустить двигатель при отключенной от «массы» аккумуляторной батарее. Этот резистор не сгорит, так как ток через него ограничен.

При отключенном выключателе «массы» вся бортовая сеть оказывается запитанной через резистор. Для нормальной работы приборов протекающего через него тока недостаточно, однако для подпитки блока памяти процессора хватает.

Такой простой способ можно с успехом использовать и для сохранения данных в автомобильных магнитолах с процессорным управлением.

В случае, если надо переносить аппаратуру с места на место, решением проблемы будет установка в корпусе радиостанции малогабаритного автономного источника питания.

В радиостанции ALAN-48 PLUS для цели «подпитки» служит делитель напряжения R422R423C434 (по схеме радиостанции), через который на вывод питания блока памяти процессора непосредственно от бортсети (до выключателя питания) поступает напряжение 4...5 В. При включенной радиостанции на этот вывод через диод D406 поступает питание от стабилизатора напряжения на транзисторе Q415.

В качестве дополнительного источника можно использовать, например, несколько включенных последовательно малогабаритных аккумуляторов или гальванических элементов. Тогда в дежурном режиме они питали бы блок памяти процессора, а при работе подзаряжались. Так как в дежурном режиме ток, потребляемый блоком памяти процессора, составляет около 10 мкА, то пригодны элементы или аккумуляторы небольшой емкости. Из аккумуляторов подойдут малогабаритные Д-0,03, но лучше применить гальванические элементы от ручных часов — они надежнее и имеют меньшие габариты.

Элементы или аккумуляторы (всего 4 шт.) надо собрать в одну батарею и заизолировать, например, поместить в корпус из изоляционного материала. В качестве такого корпуса можно использовать отрезок старого фломастера, авторучки и т. д. Батарею через резистор R1' и диод VD1' подключают к процессору в соответствии со схемой на рис. 1. Для этого с платы радиостанции надо удалить резисторы R422, R423, а батарею разместить в любом удобном месте, надежно ее закрепив.

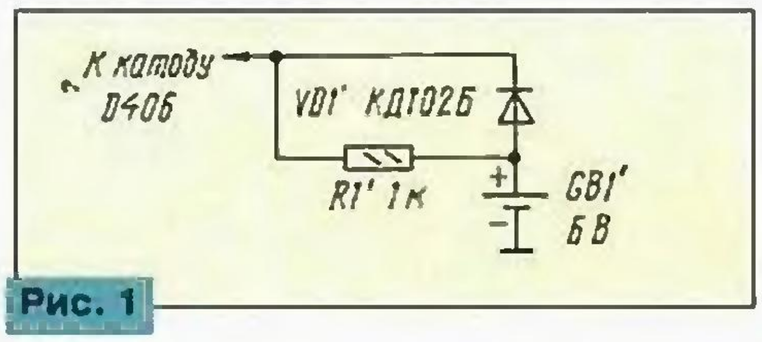


Рис. 1

В дежурном режиме батарея через диод VD1' будет питать блок памяти процессора, а при работе она будет подзаряжаться через резистор R1'. Кроме того, резистор необходим для защиты стабилизатора напряжения на транзисторе Q415 от выхода из строя при возможных неисправностях в батарее.

Недостатком такого решения является то, что батарея элементов или аккумуляторов требует периодического контроля и замены. И хотя это придется делать не часто, тем не менее — лишние хлопоты. Чтобы этого избежать, можно использовать конденсаторы большой емкости. Подойдут, например, К58-9Б, так называемые ионисторы. Они обладают большой емкостью при сравнительно малых габаритах, имеют небольшой ток утечки и хорошо работают в основном на высокоомную нагрузку, какой и является блок памяти процессора.

Установка конденсатора К58-9Б емкостью 1 Ф на напряжение 5 В вместо батареи GB1' не вызывает особых трудностей. Его удобно разместить рядом с процессором, просверлив дополнительные отверстия, или взамен конденсатора C434. Резисторы R422 и R423 с платы удаляют. Практика показала, что для питания блока памяти процессора достаточно 2...3 В. Емкости указанного конденсатора хватает для сохранения данных на несколько дней (до недели). Поэтому, если радиостанцией пользоваться часто, даже кратковременно (например, в течение минуты), то за это время конденсатор зарядится и будет готов для нового цикла хранения.

Несмотря на большую емкость, зарядный ток этого конденсатора будет небольшой — несколько десятков миллиампер, поэтому заметной перегрузки стабилизатора не будет и какого-либо вредного влияния на работу радиостанции он не окажет. Для увеличения времени хранения данных желательно уменьшить ток разряда конденсатора. С этой целью диод D406 можно заменить на отечественный типов КД102А, КД102Б или КД104А, обратный ток которых не превышает 0,1 мкА. Установка конденсаторов меньшей емкости приведет к пропорциональному сокращению продолжительности хранения данных в памяти процессора.

Можно совместить подпитку блока памяти от конденсатора и от внешнего источника. В этом случае данные будут сохранены неограниченно долго за счет питания от внешнего источника и в течение нескольких дней после его отключения. Такая доработка показана на рис. 2.

Резисторы R422 и R423 удаляют, и на их место устанавливают резисторы R1', R2, диод VD1' и конденсатор C1'. При использовании внешнего источника питания (аккумуляторная батарея, сетевой блок) напряжение на блок памяти начнет поступать через делитель напряжения R1'R2' и диод VD1', одновременно будет подзаряжаться конденсатор C1'. При отсутствии внешнего напряжения блок памяти получит питание от конденсатора C1'.

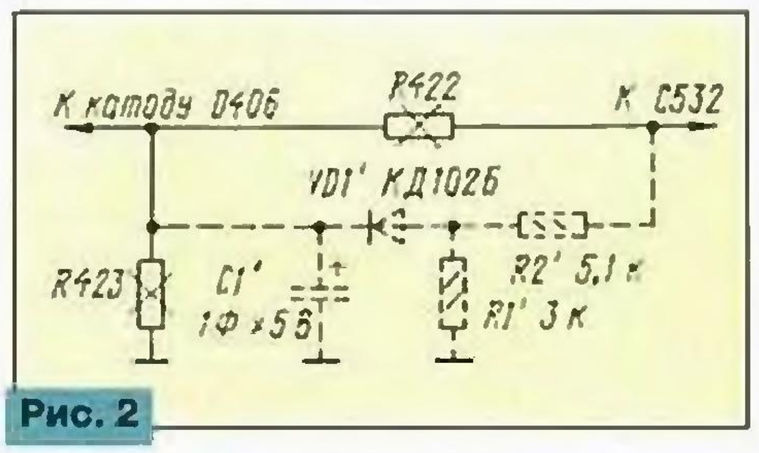


Рис. 2

В некоторых портативных радиостанциях также имеется функция памяти. Для сохранения данных питание на блок памяти поступает непосредственно с батареи аккумуляторов. При замене питающих элементов информация теряется. В этом случае достаточно сохранить ее на короткое время, необходимое для замены элементов. Поэтому можно установить конденсатор типа К58 значительно меньшей емкости, который занимает меньше места и помещается в портативной радиостанции.

ПРИМЕЧАНИЕ РЕДАКЦИИ.

Подключение резистора параллельно выключателю «массы» может помочь не во всех случаях. Например, если открыть дверь при выключенной «массе», лампа освещения салона зашунтирует питание радиостанции и информация пропадет.

Эпизоды, курьезы, парадоксы истории электротехники и электросвязи

ЧУДАКИ И СКЕПТИКИ

Принято считать, что все новое, необычное, остроумное, способствующее техническому прогрессу, создают в основном «чудаки». Чудаки, головы которых свободны от догм, глаза которых всегда открыты удивлению, смотрят шире вокруг и зорче вперед по сравнению с большинством окружающих, а их душа и ум жаждут творчества, самостоятельности, оригинальности. Однако на каждого чудака находится, по крайней мере, один скептик, который точно знает, что это нельзя осуществить, что так не получится, что подобное вообще невозможно. Быть может, скепсис одних по-своему стимулирует упорство и целеустремленность других.

Идеи о возможности передачи электрических зарядов на расстояния и об осуществлении таким путем телеграфной связи высказывались с середины XVIII века. Профессор Лейпцигского университета Иоган Винклер — именно он усовершенствовал электростатическую машину, предложив натирать стеклянный диск не руками, а подушечками из шелка и кожи, — в 1744 г. писал: «С помощью изолированного подвешенного проводника возможна передача электричества на край света со скоростью, которая превосходит даже скорость полета пули». В шотландском журнале «The Scot's Magazine» 1 февраля 1753 г. появилась статья, подписанная только инициалами Ч. М. (впоследствии выяснилось, что ее автор Чарльз Морисон — ученый из г. Ренфрю), в которой впервые была описана возможная система электросвязи. Предлагалось подвесить между двумя пунктами столько неизолированных проволок, сколько букв в алфавите. Проволоки в обоих пунктах прикрепить к стеклянным стойкам, чтобы концы их свисали и заканчивались бузиновыми шариками, под которыми на расстоянии 3–4 мм расположить буквы, написанные на бумажках. При касании в пункте передачи кондуктором электростатической машины конца проволоки, соответствующей требуемой букве, в пункте приема наэлектризованный бузиновый шарик притягивал бы бумажку с этой буквой.

В 1792 г. женевский физик Жорж Луи Лесаж описал свой проект линии электрической связи, основанный на прокладке 24 медных неизолированных проволок в глиняной трубе, внутри которой через каждые 1,5...2 м устанавливались бы перегородки-шайбы из глазурованной глины или стекла с отверстиями для проволок. Последние, таким образом, сохраняли бы параллельное расположение, не соприкасаясь между собой. По одной неподтвержденной, но весьма вероятной версии Лесаж в 1774 г. в домашних условиях провел несколько удачных опытов телеграфирования по схеме Морисона — с электризацией бузиновых шариков, притягивающих буквы. Передача одного слова занимала 10...15 мин, а фразы — 2...3 ч.

Но вскоре появился и скептик. Профессор И. Бекман из Карлсруэ в 1794 г. писал: «Чудовищная стоимость и другие препятствия никогда не позволят серьезно рекомендовать применение электрического телеграфа».

А всего лишь через два года после этого пресловутого «никогда» по проекту испанского медика Франсиско Сальвы военным инженером Августином Бетанкуром была сооружена первая в мире линия электростатического телеграфа длиной 42 км между Мадридом и Аранхуэсом.

Ситуация повторилась четверть века спустя. С 1794 г. сначала в Европе, а затем в Америке широкое распространение получил так называемый семафорный телеграф, изобретенный французским инженером Клодом Шаппом и даже описанный Александром Дюма в романе «Граф Монте-Кристо». На трассе линии строились на расстоянии прямой видимости (8...10 км) высокие башни с шестами типа современных антенн с подвижными перекладинами, взаимное расположение которых обозначало букву, слог или даже целое слово. На передающей станции сообщение кодировалось и перекладины поочередно устанавливались в нужные положения. Телеграфисты последующих станций дублировали эти положения. На каждой башне посменно дежурили двое: один — принимал сигнал от предыдущей станции, другой — передавал его на следующую.

Хотя этот телеграф и прослужил человечеству более полувека, он не удовлетворял потребности общества в быстрой связи. На передачу одной депеши затрачивалось в среднем 30 мин. Неизбежно были перерывы связи при дождях, туманах, вьюгах.

Естественно, что «чудаки» изыскивали более совершенные средства связи. Лондонский физик и астроном Фрэнсис Рональдс в 1816 г. начал проводить опыты с электростатическим телеграфом. В своем саду, в пригороде Лондона, он соорудил 13-километровую линию из 39 неизолированных проводов, которые подвешивались посредством шелковых нитей на деревянных рамах, установленных через 20 м. Часть линии была подземной — в траншею глубиной 1,2 м и длиной 150 м был уложен деревянный просмоленный желоб, на дне которого были расположены стеклянные трубки с пропущенными в них медными проволоками.

В 1823 г. Рональдс опубликовал брошюру с изложением полученных результатов. Кстати, это был первый в мире печатный труд в области электрической связи. Но когда он предложил свою систему телеграфа властям, Британское Адмиралтейство заявило: «Их светлости вполне удовлетворены существующей системой телеграфа (вышеописанного семафорного — Д. Ш.) и не намерены заменять ее другой».

Буквально через несколько месяцев после открытия Эрстедом эффекта воздействия электрического тока на магнитную стрелку эстафету дальнейшего развития электромагнетизма подхватил знаменитый французский физик, теоретик, Андре Ампер — основоположник электродинамики. В одном из своих сообщений в Академии наук в октябре 1820 г. он первым выдвинул идею электромагнитного телеграфа. «Подтвердилась возможность, — писал он, — заставить перемещаться намагниченную стрелку, находящуюся на большом расстоянии от батареи, с помощью очень длинного провода». И далее: «Можно было бы... передавать сообщения, посылая телеграфные сигналы по очереди по соответствующим проводам. При этом количество проводов и стрелок должно быть взято равным числу букв в алфавите. На приемном конце должен находиться оператор, который записывал бы переданные буквы, наблюдая отклоняющиеся стрелки. Если провода от батареи соединить с клавиатурой, клавиши которой были бы помечены буквами, то телеграфирование можно будет осуществлять нажатием клавиш. Передача каждой буквы занимала бы лишь время, необходимое для нажатия клавиш, с одной стороны, и прочтения буквы — с другой стороны».

Не принимая новаторскую идею, английский физик П. Барлоу в 1824 г. писал: «В самой ранней стадии экспериментов с элекромагнетизмом Ампер предложил создать телеграф мгновенного действия при помощи проводов и компасов. Однако сомнительным было утверждение,... что окажется возможным осуществить указанный проект с проводом длиной до четырех миль (6,5 км — Д. Ш.). Произведенные мною опыты обнаружили, что заметное ослабление действия происходит уже при длине провода 200 футов (61 м), и это меня убедило в неосуществимости подобного проекта».

А всего лишь еще через восемь лет член-корреспондент Российской академии наук Павел Львович Шиллинг воплотил идею Ампера в реальную конструкцию.

Изобретатель электромагнитного телеграфа П. Л. Шиллинг первым понял сложность изготовления на заре электротехники надежных подземных кабелей и предложил наземную часть проектируемой в 1835–1836 гг. телеграфной линии сделать воздушной, подвесив неизолированный голый провод на столбах вдоль Петергофской дороги. Это был первый в мире проект воздушной линии связи. Но члены правительственного «Комитета для рассмотрения электромагнетического телеграфа» отвергли показавшийся им фантастическим проект Шиллинга. Его предложение было встречено недоброжелательными и насмешливыми возгласами, а один из присутствующих сказал Шиллингу: «Любезный друг мой, ваше предложение — безумие, ваши воздушные проволоки поистине смешны».

А через 30 лет, в 1865 г., когда протяженность телеграфных линий в странах Европы составила 150 000 км, 97 % из них приходилось на долю линий воздушной подвески.

Д.Л. ШАРЛЕ, г. Москва

более 2000 наименований

Строчные трансформаторы для импортных телевизоров и мониторов



☎ (095)281-0429
281-4025
281-6147
281-8786
✉ 111397 Москва, а/я 46
e-mai: meta@elcomp.msk.ru
home-page: www.elcomp.ru

фирма
ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Импортные радиоэлектронные компоненты, принадлежности и материалы. Более 20000 наименований со склада в Москве.

Запчасти для принтеров



Star micronics



☎ (095)281-0429
281-4025
281-6147
281-8786
✉ 111397 Москва, а/я 46
e-mai: meta@elcomp.msk.ru
home-page: www.elcomp.ru



EPSON

фирма
ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Импортные радиоэлектронные компоненты, принадлежности и материалы. Более 20000 наименований со склада в Москве.

ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ПРИГЛАШАЕМ РЕГИОНАЛЬНЫХ ДИЛЕРОВ

от фирм MASTECH METEX HC LG

- мультиметры
- осциллографы
- генераторы
- частотомеры
- анализаторы спектра
- автотестеры
и др.



technica m тел./факс 174-8654, 371-3589 e-mail: technica@arstel.ru