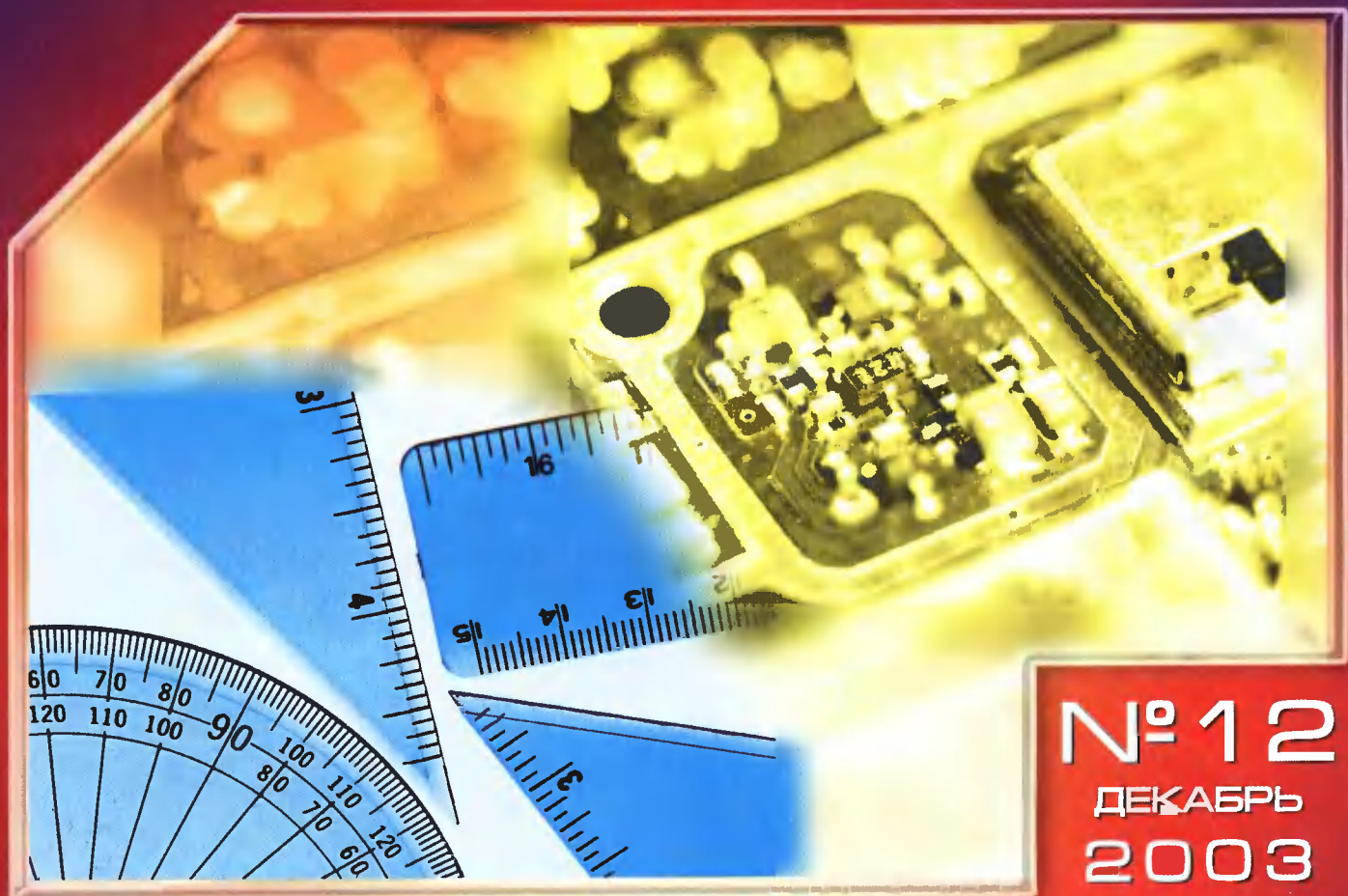


СХЕМОТЕХНИКА



№ 12
ДЕКАБРЬ
2003

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

ЦИФРОВАЯ ТЕХНИКА

ЭЛЕКТРОНИКА В БЫТУ

подписные индексы

80724, 82117

41733

Главный редактор:

Сергей Бирюков

Редакционная коллегия:

Павел Асташкевич
Александр Фрунзе
Виктор Йовчик
Юлия Герасимова

Дизайн и верстка:

Ирина Галкина
Ирина Чикина

Отдел распространения:

(095) 777-12-15
e-mail: sales@dian.ru
Марина Трофимова
Юрий Царев
Сергей Лукин

Отдел рекламы:

Юлия Суханова

Адрес редакции:

Москва, ул. Бутырская, д. 41/47
«ИД Скимен»
тел./факс: (095) 777-1215
Адрес для писем:
121351, Москва,
ул. Ивана Франко, д. 40, стр. 2
www.dian.ru
e-mail: editor@dian.ru

Издатель и учредитель
ООО «ИД Скимен»

Отпечатано в ГУП «Чеховский
полиграфический комбинат»

Тираж 5 200 экз.
Заказ № 3554.

Журнал зарегистрирован в
Министерстве РФ по делам печати,
телерадиовещания и средств
массовых коммуникаций
Рег. № ПИ77-5262

Редакция не несет ответственности
за информацию, приведенную
в рекламных материалах

За содержание статьи
и ее оригинальность несет
ответственность автор

Полное или частичное
воспроизведение материалов
допускается только с разрешения
ООО «ИД Скимен»

Информацию о подписке см. на
последней странице журнала

Цена свободная

Автоэлектроника

А. Бутов. Автоматическое включение «ночной» сигнализации 2

Измерительная техника

А. Шарыпов. Генератор испытательных телевизионных сигналов 4

Н. Заец. Частотомер на PIC-контроллере 6

КВ/УКВ

А. Титов. Широкополосный усилитель мощности 10

Источники питания

О. Николайчук. Подсистема батарейного питания носимых микроконтроллеров на микросхемах фирмы Maxim 12

С. Бирюков. Зарядное устройство на микросхеме LNK501 для сотового телефона 14

Просто и доступно

Г. Кардашев. Компьютерное схемотехническое моделирование электронных устройств 17

Основы схемотехники

О. Петраков. Циклостационарные шумы 20

С. Шишкин. Медицинский ультразвуковой датчик воздуха 22

Электроника в быту

А. Бутов. Светозвуковой информатор повреждений телефонной линии 25

А. Брякин. Терморегулятор для паяльника 26

Л. Королев. Простой терменвокс 28

А. Образцов, С. Образцов. Телефонный аппарат с тональным набором 31

А. Латайко. Фонарик будет светить дольше 33

Цифровая техника

А. Киселев, Ю. Мартышевский. Макетная плата для освоения PIC микроконтроллеров фирмы Microchip 35

О. Вальпа. Флэш-диски 38

М. Потапчук. Организация обмена информацией по ИК каналу 41

Д. Чекунов. P89LPC90x — расширяя границы 80C51 44

В. Зотов. CoolRunner-II — новое поколение высокопроизводительных ПЛИС CPLD фирмы Xilinx с микромощным потреблением 47

Мастер КИТ

Г. Ганичев. Устройство для беспроводной коммутации аудио-компонентов 50

Обмен опытом. Ю. Килиба. Кнопочный шифратор (с. 16). П. Алешин. Кварцевый генератор частоты сети (с. 19). Где можно приобрести журналы «Схемотехника» и «Компоненты и Технологии»? (с. 24). Наш анонс (с. 40). Вниманию читателей (с. 46). Содержание журнала «Схемотехника» за 2003 г. (с. 53). Подписка-2004 (с. 56).

Автоматическое включение «ночной» сигнализации

Во время длительной стоянки в темное время суток на обочинах автотрасс с малооживленным движением, проселочных дорогах, в лесопарковой зоне обычно в целях экономии энергии аккумуляторной батареи и из других соображений автомобиль стоит без внешних признаков своего существования, т. е. с выключенными габаритными огнями. Даже если вы остановились для отдыха на заброшенной дороге, ощущающей тяжесть колес не чаще одного раза в неделю или месяц, нет никакой гарантии, что именно в этот час по этой колее не захочет проехать машина с влюбленными, охотниками или рыбаками, да и наезд всадника-лесника на полутонном скакуне или припозднившегося веселого тракториста не обещает ничего хорошего для вашей малолитражки. Устройство для автоматического включения сигнальных огней в такой ситуации и предлагает автор статьи.

Если вы опасаетесь за здоровье аккумулятора и боитесь не завести двигатель после нескольких часов стоянки с мигающей аварийной сигнализацией, но не хотите стать жертвой случая, то можете изготовить устройство по схеме на рис. 1, которое будет автоматически ее включать при приближении другого транспортного средства. Это может предотвратить наезд из-за того, что укрытый ночным туманом ваш автомобиль будет замечен слишком поздно. Устройство оснащено двухканальным датчиком освещенности на четырех фототранзисторах, что позволяет контролировать приближение транспортных средств как с тыла, так и с фронта, и одновременно значительно снизить его чувствительность к изменению уров-

ня естественного освещения. Монолитные ультраяркие светодиодные сборки, непрерывно мигающие в дежурном режиме, потребляя небольшой ток, будут хорошо заметны за несколько десятков метров, что поможет избежать столкновения с подрастками — идейными почитателями двухколесной ночной езды с выключенной фарой.

Работает это устройство следующим образом. Если при включении питания обе группы фототранзисторов VT1, VT2 и VT3, VT4 освещены одинаково, разность напряжений на R1C1 и R2C2 будет менее 0,6 В. Соответственно, напряжения на выходах эмиттерных повторителей, собранных на VT5, VT6, будут примерно равны. Транзисторы VT7, VT8 включены таким образом, что

открыт может быть только один из них. Если напряжение будет больше на выходах резистора R3, то открывается каскад на транзисторах VT7, VT9, в противном случае открываются VT8, VT10. Если разность напряжений на R3 и R4 будет менее 0,5...0,6 В, то оба каскада на VT7, VT9 и VT8, VT10 будут закрыты. Одновременное их открывание исключено. Таким образом, обеспечивается сохранение работоспособности устройства при изменении уровня естественного освещения в вечерние сумеречные или утренние предрассветные часы.

Допустим, что фототранзисторы VT1, VT2 размещены за передним лобовым стеклом, а VT3, VT4 — за задним. При приближении сзади другого автомобиля VT3, VT4 освещаются издалека светом фар приближающегося автомобиля. Напряжение на R4 становится больше, чем на R3, транзисторы VT8, VT10 открываются. На выходе 2 элемента «Исключающее ИЛИ» DD1.1 появляется лог. 1, на выходе 1 остается лог. 0. На выходе DD1.1 высокий уровень будет только в том случае, когда логические уровни на входах DD1.1 не равны. При различии логических сигналов на входах DD1.1 через токоограничительный резистор R15 и кремниевый диод VD2 быстро заряжается конденсатор C6, входящий в реле времени, реализованное на элементах C6, R13, VT11, R19, R16, R17, DD1.2. На логическом элементе DD1.2, включенном как повторитель входного сигнала, построен триггер Шмитта. При указанных на принципиальной схеме номиналах R13, C6 выдержка времени, в течение которого после прекращения засветки фотодатчиков на выходе DD1.2 будет высокий уровень, составляет около 10 с.

На элементах DD1.3, DD1.4 построен генератор прямоугольных импульсов, который непрерывно работает, когда на устройство подано напряжение питания. Частота переключения задается элементами R14, C7. Если уровень освещенности фототранзисторов обоих каналов фотодатчика одинаков, т. е. фотодатчик не активирован, на транзистор VT13, включенный как эмиттерный повторитель, с выхода DD1.4 через диод VD3 поступают открывающие прямоугольные импульсы с амплитудой, равной напряжению питания DD1, что обеспечивает мигание светодиодных сборок HL1—HL4. При активации фотодатчика на выходе DD1.2 на время, не менее заданного цепью R13C6, устанавливается высокий уровень. Этот уровень через диод VD5 поступает на эмиттерный повторитель на VT13, что переводит HL1—HL4 в режим непрерывного свечения. Одновременно с этим разблокируется прохождение открывающих импульсов на ключевой каскад VT12, построенный на маломощном полевом n-канальном транзисторе обогащенного типа. Когда на затворе VT12 напряжение лог. 1, этот транзистор открыт, напряжение сток-исток близко к нулю, следовательно, напряжение затвор-исток транзисторов VT14, VT15 будет максимально. Ключ на

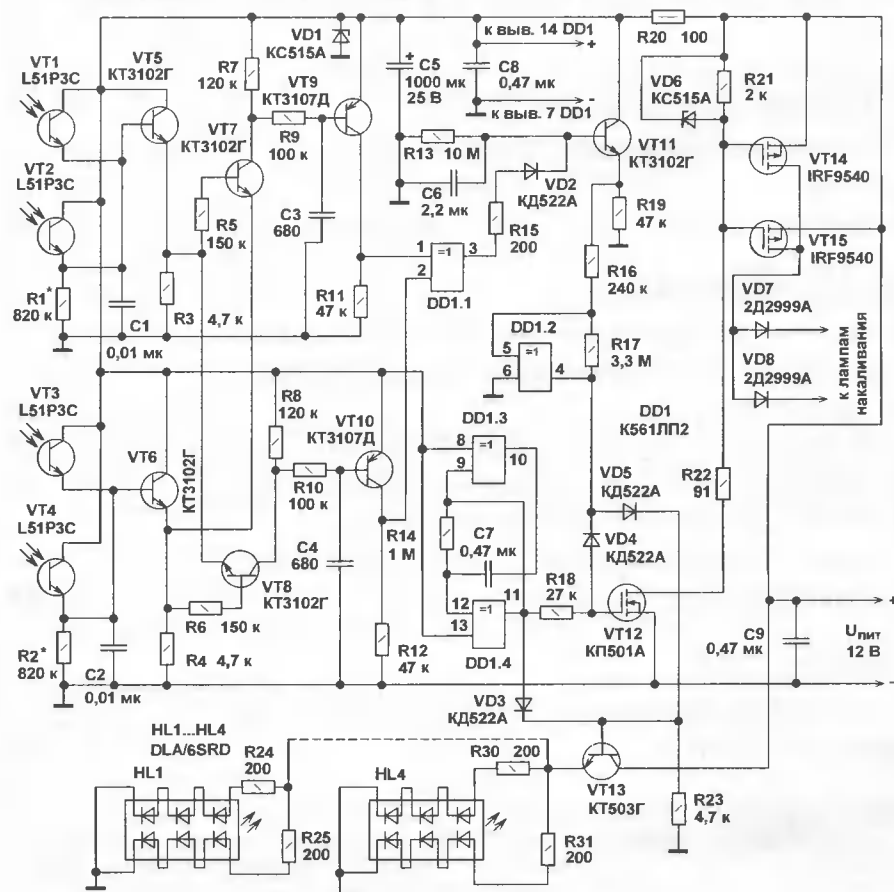


Рис. 1

мощных полевых р-канальных транзисторах открывается, на лампы накаливания, которые будут мигать с частотой переключения генератора на DD1.3, DD1.4, через силовые диоды VD7, VD8 подается напряжение питания.

Стабилитрон VD6 предотвращает пробой изоляции затвора транзисторов VT14, VT15 при всплесках напряжения питания. Повреждению других элементов от перенапряжения препятствует аналогичный стабилитрон VD1. Конденсаторы C1—C4 предотвращают ложные включения световой сигнализации. Подключение фототранзисторов VT1—VT4 напрямую к DD1.1 резко сужает диапазон освещенности, при котором устройство будет нормально функционировать, что делает его непригодным для практического применения.

При достаточно ярком освещении фототранзисторов, т. е. с наступлением рассвета, все фототранзисторы оказываются полностью открыты. Открытие транзисторов VT7, VT9 или VT8, VT10 становится невозможным, даже если одну из групп фототранзисторов освещают прямые солнечные лучи. Это предотвращает уже ненужное включение освещения в светлое время суток. Чувствительность фотодатчиков зависит от сопротивления резисторов R1, R2. Чем больше их сопротивление, тем она выше. Если заднее стекло тонированное, то их сопротивление будут заметно различаться. Иногда может оказаться желательным установить последовательно с одним из этих резисторов дополнительный высокоомный переменный, которым можно будет оптимизировать чувствительность фотодатчиков, например, при яркой луне. Если вы решите подключить выход устройства не к «поворотникам», а к основным или дополнительным достаточно ярким фарам, то, чтобы устройство не заклинивалось из-за приема собственного отраженного света, потребуется смонтировать узел временной блокировки фотодатчиков. Сделать это можно с помощью двух маломощных полевых транзисторов КП501А, которые будут замыкать выводы баз VT7, VT8 на общий провод. Выводы затворов этих полевых транзисторов подключают к выходу DD1.2, выводы истока — к общему проводу, а выводы стока — по одному к базам VT7, VT8.

В устройстве можно применить резисторы C1-4, C1-14, C2-23, МЛТ. Мощность

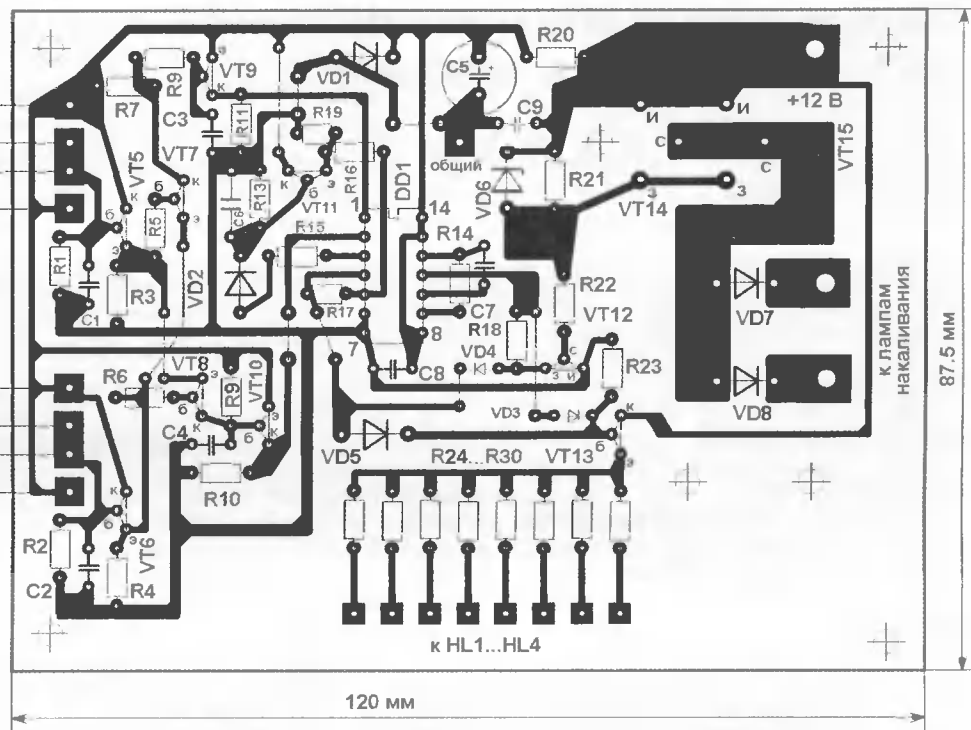


Рис. 3

резисторов R20. R24—R31 должна быть не менее указанной на схеме. Неполарные конденсаторы — типа К73-17, К73-24в, К73-39, К10-17. Оксидный C5 — К50-35 или импортный аналог. Маломощные кремниевые диоды КД522А можно заменить любыми из серий КД503, 2Д503, КД510, КД521, 1Н4148, ВА423А. Двадцатиамперные диоды 2Д2999А можно заменить аналогичными диодами из серий 2Д2997, 2Д2992, 2Д252 или КДШ2965А, 20ТQ060, 20ТQ045. Стабилитроны КС15А можно заменить на 1Н5352, Д815Е, 2С215Ж, КС508Б, КС515Г. Монолитные светодиодные сборки типа DLA/6SRD производства фирмы Kingbright с диаметром линзы 20 мм красного цвета свечения со светоотдачей 400 мКд можно заменить на DLA/6SRD или менее яркими DLC/6ID, DLA/6ID (рис. 2). Подойдут и прямоугольные сборки серии L895/8SR, состоящие из восьми светодиодов. При желании число светодиодных сборок и гасящих резисторов можно увеличить. Фототранзисторы L51P3C производства фирмы Kingbright, выполненные в прозрачном пятимиллиметровом «светодиодном» корпусе, имеющие темновой ток не более 100 нА, можно заменить на L51P3, L32P3C, L32P3 или «большие» фотодиоды с линзой, например, ФД320. Биполярные транзисторы КТ3102Г заменяются любыми из серий КТ3102, КТ6111, КТ6114, SS9014, SS9011, 2SC1222, 2SC900. Вместо транзисторов КТ3107Д подойдут любые из КТ3107, КТ6112, КТ6115, SS9012, SS9015, 2SA992, 2SA539. Транзистор КТ503Г можно заменить на любой из серий КТ503, КТ630, КТ698, КТ817, SS8050, 2SC2331. На месте маломощного полевого транзистора VT12 может работать любой из КП501, ZVN2120, ZN2120. Мощные р-канальные полевые транзисторы типа IRF9540 с изолированным затвором можно заменить на пару

однотипных IRF9532, IRF9Z34, 2SJ176, IRF4905, КП784А, КП785А. Исполнение силового ключа будет во многом зависеть от того, как именно будут коммутироваться лампы накаливания. Если выход устройства будет подключаться непосредственно к мощным лампам, то потребуется установка транзисторов VT14, VT15 и диодов VD7, VD8 на соответствующие теплоотводы. Если будут использованы штатные коммутационные реле автомобиля, например, РЭС527, то силовой ключ можно сделать менее мощным. Если будет применен автомобильный прерыватель тока, например, 231.3747, то вход каскада на транзисторе VT12 подключают к выходу DD1.2. Микросхему можно заменить на KP1561ЛП14, CD4030А, CD4070В.

Чертеж печатной платы приведен на рис. 3. Для защиты от влаги и вибраций элементы покрывают несколькими тонкими слоями эпоксидного клея или лака. Подключение устройства следует выполнить так, чтобы питание на него подавалось и при выключенном зажигании. Обязательные для эксплуатации этого устройства мощные выключатель питания и предохранитель на схеме не показаны. Фототранзисторы устанавливают внутри салона автомобиля попарно перед передним и задним стеклами по одному у каждой стойки. Направление оптической оси должно быть горизонтальным. Угол между осями фототранзисторов должен быть сходящимся (около трех градусов). Таким образом, создается перекрестный обзор фототранзисторами передней и задней зоны наблюдения.

Андрей Бутов,
butov@friends.ill.pp.ru

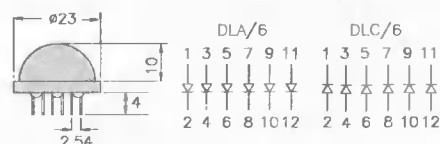


Рис. 2

Генератор испытательных телевизионных сигналов

Всем тем, кто занимается ремонтом и настройкой телевизоров, будет полезен описанный ниже генератор испытательных телевизионных сигналов (ГИТС). Прибор имеет небольшие размеры, малый вес и не займет много места в чемоданчике ТВ мастера.

С помощью данного ГИТС можно проверить и настроить канал цветности телевизора, качество сведения лучей, линейность строчной и кадровой разверток, оценить качество кинескопа, проверить прохождение ТВ сигнала по радиоканалу.

Схема предлагаемого устройства приведена на рис. 1.

ГИТС имеет возможность вывода на экран телевизора десяти тестовых изображений формата 4:5. Выбор изображения осуществляется с помощью кнопок SB1 и SB2 по кругу в одну и в другую стороны соответственно. Есть выход звуковой частоты (синусоидальный 1 кГц) для проверки аудиоканала. ГИТС имеет три выхода, с которых снимаются сигналы: XW1 (аудио НЧ), XW2 (видео НЧ) и XW3 (ВЧ-сигнал, промодулированный аудио- и видеосигналами). С помощью переключателя SA1 можно выбрать один из двух стандартов видеосигнала: PAL или NTSC 4.43. Питание осуществляется от внешнего источника напряжением 14...20 В. Потребляемый ток не превышает 120 мА.

Управляющим элементом служит микроконтроллер DD1. С его вывода 19 снимается комплексный синхросигнал, содержащий строчные и кадровые синхроимпульсы. На выходах 18, 17 и 16 формируются цветовые сигналы (RGB), на выводе 15 — прямоугольный сигнал скважностью 2 (меандр) частотой ~1 кГц (980 Гц), который затем посту-

пает на ФНЧ второго порядка, выполненный на ОУ DA3. ФНЧ служит для получения синусоидального сигнала.

Сигналы синхронизации и RGB поступают на микросхему DA4, представляющую собой кодер RGB в PAL/NTS 4.43, на выходе которого формируется композитный видеосигнал (содержащий синхросигналы, информацию о яркости и цвете) стандарта PAL/NTSC 4.43. Элементы R12 и C21 являются времязадающими и должны иметь допуск менее 5 % (можно подобрать из имеющихся радиоэлементов с помощью цифрового мультиметра). Композитный видеосигнал с вывода 9 DA4 через R17 поступает на выходной разъем XW2 и через делитель R18R19 — на вход ВЧ-модулятора DA5. Резистор R17 определяет выходное сопротивление по видеовыходу и по стандарту должен иметь сопротивление 75 Ом.

При настройке ГИТС после подачи питания убедитесь, что потребляемый ток не превышает 120 мА, в противном случае необходимо искать ошибку в монтаже. Далее измеряют напряжения на выходах стабилизаторов DA1 и DA2, они должны составлять +12 В и +5 В соответственно. На выводе 15 DD1 должен присутствовать меандр с размахом 5 В и частотой ~1 кГц, а на выводе 6 DA3 — синусоидальный сигнал с размахом 1 В. Затем нужно подключить выходы «Аудио» и «Видео» к соответствующим входам цветного телевизора и перевести его в режим работы от внешнего источника сигнала (обычно режим «VIDEO»), убедившись, что стандар-

ты видеосигнала генератора и телевизора совпадают (PAL/NTSC 4.43). При этом должен быть слышен тональный сигнал частотой ~1 кГц, а на экране должно быть изображение (см. рис. 2, а). Далее необходимо настроить генератор с кварцевым резонатором ZQ2 точно на частоту 4,433 МГц. Сделать это с помощью частотомера проблематично, т. к. он будет нагружать генератор своей входной емкостью. Настраивают генератор так. Вращают подстроечный конденсатор C16 в какую-либо сторону до того момента, когда черно-белое изображение становится цветным. Запоминают это первое положение. Далее вращают в ту же сторону до исчезновения цветного изображения. Запоминают второе положение. Затем вращают ротор C16 в противоположную сторону так, чтобы он находился посередине между первым и вторым положениями. Если с помощью C16 не удастся получить цветное изображение, можно попробовать подобрать C16—C18. После этого подают ВЧ сигнал с выхода XW3 на антенный вход и настраивая телевизор пытаются «поймать» картинку генератора. Частота ВЧ несущей задается контуром C36L4. При указанных номиналах осуществляется перестройка в пределах 6—12 каналов. Перестройка осуществляется вращением ротора C16 и растяжением-сжатием витков катушки L4. При уменьшении номиналов C36 и L4 можно получить ВЧ сигнал и в ДМВ диапазоне, но в этом случае для нормальной работы DA5 необходимо очень тщательно выполнить монтаж, поместить DA5 вместе со всеми контурами в металлический экран и разделить экраном катушки L1, L2 от L4. С помощью C31 добиваются наилучшего качества изображения на экране телевизора. Контур C32L3 должен быть настроен на частоту 6,5 МГц. Настройка осуществляется подстроечным сердечником из феррита. Здесь лучше воспользоваться частотомером. При его отсутствии контур можно настроить на слух по наилучшему качеству

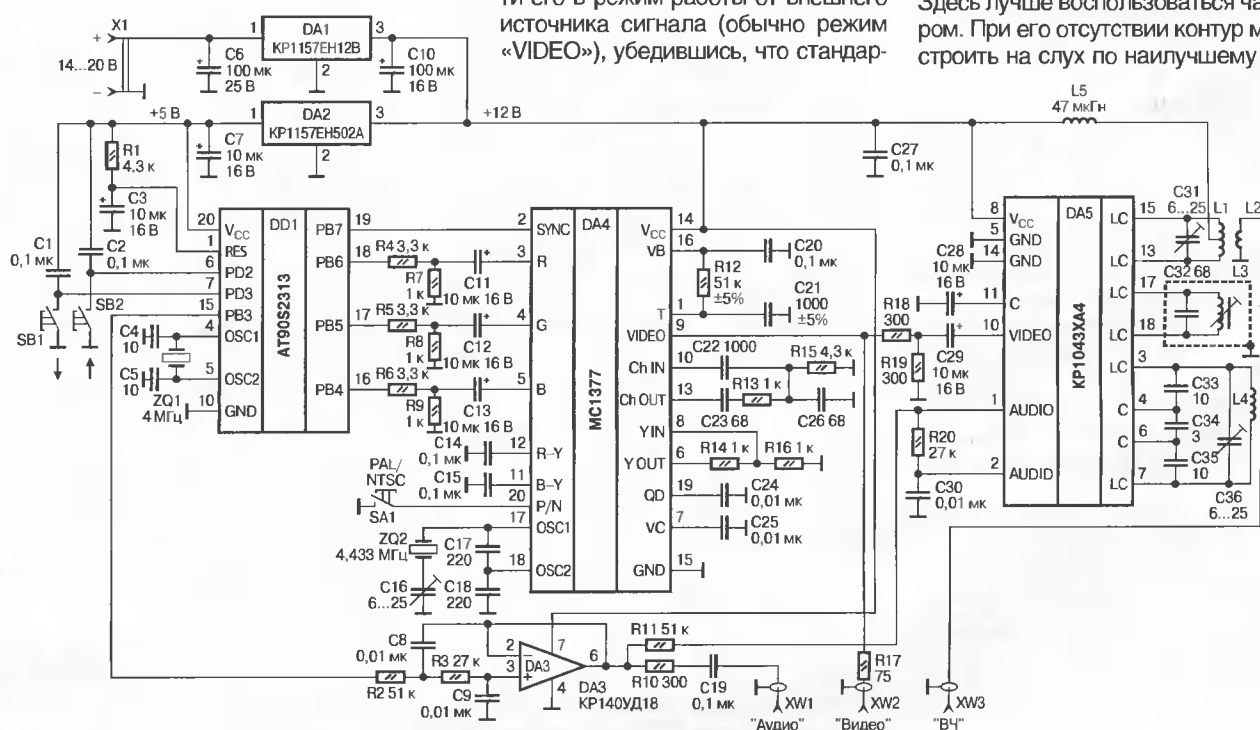


Рис. 1

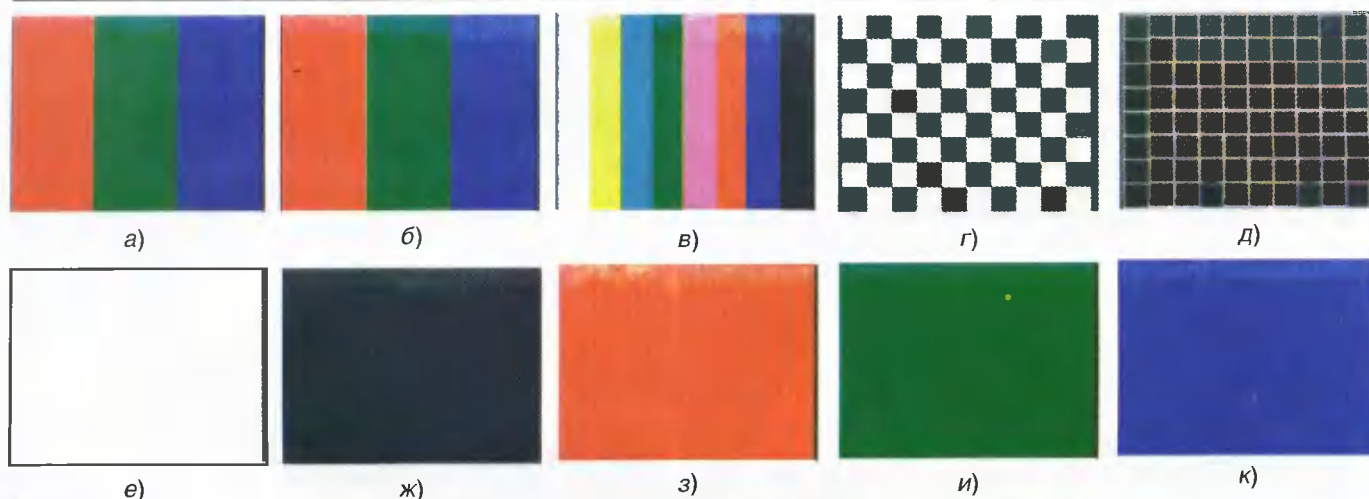


Рис. 2

тонального сигнала, однако при использовании мультисистемного телевизора есть вероятность настроиться не на 6,5 МГц (отечественный стандарт), а, например, на 5,5 МГц (зарубежный стандарт). В качестве С32L3 можно взять соответствующий режекторный контур из канала звука телевизора.

При монтаже ГИТС следует стремиться к минимальной длине печатных проводников между всеми радиоэлементами. При этом их ширина должна быть не менее 1 мм. Под микросхемой DA5 все свободное место необходимо «залить» общим проводником. Конденсатор С27 необходимо расположить рядом с выводами питания микросхемы DA5. Соединения от разъемов XW1—XW3 до платы необходимо выполнить экранированным проводом.

Катушки L1, L2, L4 выполняются на оправке диаметром 3 мм проводом диаметром 0,5 мм. L1 содержит две секции по 2 витка, L2 — 2 витка (располагается между секциями L1), L4 — 3 или 4 витка. L3 выполнена на каркасе диаметром 5 мм и содержит 35 витков провода диаметром 0,1 мм. Контур L3C32 необходимо поместить в экран.

Тестовые изображения, генерируемые прибором, показаны на рис. 2.

Вертикальные цветные полосы (рис. 2, а—в) позволяют проверить правильность цветопередачи, настроить контуры коррекции предискажений.

Шахматное поле (рис. 2, г) позволяет оценить и настроить линейность строчной и кадровой разверток, геометрические искажения раstra.

Сетчатое поле (рис. 2, д) предназначено для регулировки сведения лучей и фокусировки.

Равномерное белое поле (рис. 2, е) служит для проверки и регулировки чистоты цвета, статического баланса белого.

Равномерное черное, красное, зеленое, синее поля (рис. 2, ж, з, и, к) предназначены для проверки чистоты цвета и проверки качества маски кинескопа. Интенсивность цвета должна быть равномерной по всему экрану.

Файл прошивки контроллера представлен на сайте журнала по адресу <http://www.dian.ru/programs/index.html> в архиве 2003_12_Shar.

Александр Шарыпов,
vladpage@rambler.ru.

Electrontech expo

ЭлектронТехЭкспо

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

18-21 мая
2004

РОССИЯ, МОСКВА,
СК "ОЛИМПИЙСКИЙ"

www.primexpo.ru/electrontech

организаторы:

PRIMEXPO

Тел.: +7(812)380-6007
380-6003, 380-6000
Факс: +7(812)380-6001
e-mail: electron@primexpo.ru

совместно с:

АРДЭК

при официальной поддержке:

РАСУ

Министерство промышленности,
науки и технологий РФ
Министерство экономического
развития и торговли РФ
Федеральный фонд развития
электронной техники РФ

Частотомер на PIC-контроллере

Этот восьмиразрядный прибор может измерять частоту синусоидального и импульсного сигнала от 1 Гц до 50 МГц. Время измерения — 1 и 10 с. Дисплей частотомера выполнен на семисегментных светодиодных индикаторах с общим катодом. Особенностью данного частотомера является то, что в нем может быть использован любой кварцевый резонатор на частоту в диапазоне 10...20 МГц.

Собираясь изготовить частотомер на PIC-контроллере, автор проверил схемы и программы, опубликованные в разных журналах. Оказалось, что только по одному из описаний удалось собрать действующий прибор [1]. Но этот частотомер имеет три разряда с указанием их порядка. Такой точности в повседневной практике радиолюбителям явно недостаточно.

В разработанном частотомере применен микроконтроллер PIC16F873, который имеет 28 выводов. Это позволило использовать 16 выходов для непосредственного управления сегментами и разрядами светодиодных индикаторов. Кроме того, этот микроконтроллер имеет три таймера с предделителями. Восмиразрядный таймер TMR0 и его восьмиразрядный предделитель вместе с двумя дополнительными регистрами используются для подсчета измеряемой частоты. Извлечение значения предделителя выполняется известным способом, заключающимся в досчитывании до нуля с одновременным подсчетом числа импульсов досчета. Таким образом, максимальная разрешающая способность счетчика составляет 32 двоичных разряда.

Таймер TMR1 имеет 16 разрядов и трехразрядный предделитель. Этот таймер используется для формирования интервалов времени 0,1 с, а два последующих регистра-делителя на 10 формируют время измерения в 1 и 10 с. При использовании кварцевых резонаторов на любую частоту достаточно сделать программную предварительную установку двух регистров таймера TMR1. При этом отпадает необходимость в точной подстройке частоты самого резонатора.

Поскольку эти два таймера могут работать одновременно без участия АЛУ микроконтроллера, появилась возможность обеспечить динамический запуск индикаторов. На время прерываний по переполнению таймеров программа прекращает индикацию. Время, за которое выполняется прерывание, незначительно, поэтому визуально не отслеживается (видно только при частотах резонатора ниже 5 МГц).

Алгоритм работы программы частотомера показан на рис. 1, а рас-

ширенный алгоритм работы блоков, обеспечивающих проверку кнопок, пуск измерения, досчитывание, показан на рис. 2—4 соответственно. После пуска и инициализации регистров микроконтроллера программа переходит к поразрядному выводу значений регистров индикации. После загрузки значения любого регистра индикации в порт выдерживается пауза в 2 мс. В каждом цик-

ле отработки паузы декрементируется регистр паузы и проверяется значение флага «1 с». Если флаг равен единице, т. е. прошла 1 с, выполняется проверка состояния кнопок (рис. 2). При этом сбрасывается флаг «1 с». Далее проверяется состояние кнопки «Пуск». Если кнопка нажата, то проверяется флаг пуска. Если флаг пуска установлен, т. е. пуск уже был, то он сбрасывается (счет запрещается). Если флаг пуска сброшен, то он устанавливается в единицу (счет разрешается). В этом цикле отработки паузы проверка кнопок прекращается. В следующих циклах, если кнопка «Пуск» не нажата, проверяется состояние кнопки времени измерения. Если кнопка времени измерения нажата, то флаг времени измерения изменяется на противоположный (1 или 10 с).

После проверки кнопок проверяется значение флага пуска. Если частотомер в состоянии пуска, то проверяется флаг измерения. Если флаг установлен, то начался отсчет времени измерения, и программа переходит к пуску измерения (рис. 3). Но если пуск уже был выполнен и установлен флаг счета, то включение нового счета не производится. Если же счет не начал, то устанавливается флаг счета, обнуляются регистры досчета, разрешаются прерывания по переполнению TMR0 и установкой единицы на выходе RA5 открывается счетный вход. От команды, открывающей счетный вход, и до команды, которая его закрывает, должно пройти время, равное времени измерения. Это время в зависимости от частоты выбранного кварцевого резонатора подбирается предварительной установкой регистров таймера TMR1.

В последующих циклах отработки паузы постоянно проверяется состояние флага счета. Как только флаг счета станет равным нулю, что говорит о прекращении времени измерения, начинается процесс

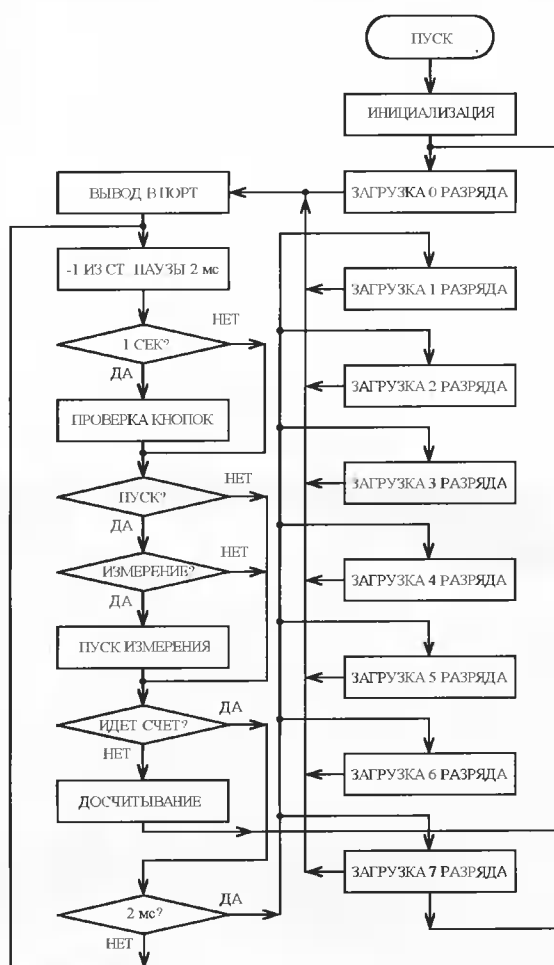


Рис. 1

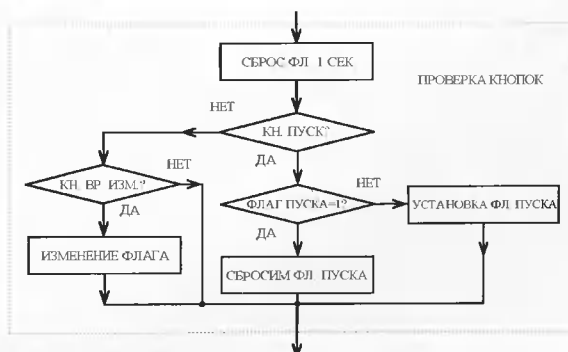


Рис. 2

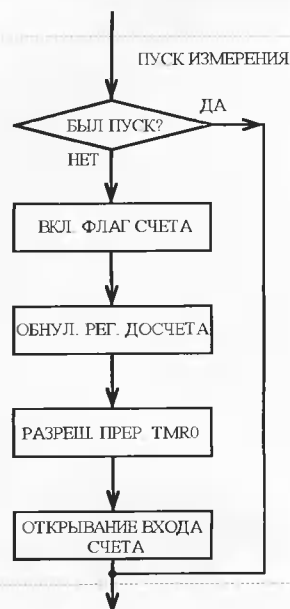


Рис. 3

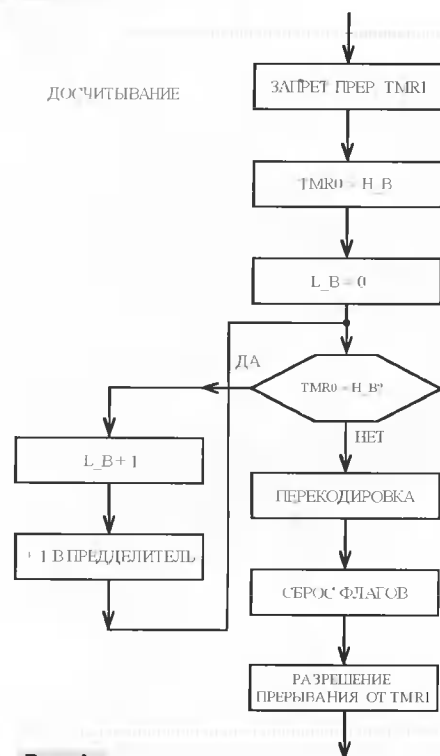


Рис. 4

извлечения значения предделителя таймера TMR0 (досчитывание, рис. 4). Дело в том, что непосредственная запись и считывание значения предделителя невозможно, но легко реализуется программно. Для этого на вход RA4 с выхода RA5 подаются импульсы, которые сформированы программно. При каждом импульсе значение предделителя увеличивается на единицу и одновременно с этим увеличивается значение младшего регистра счета L_B. Предварительно младший регистр счета обнуляется. Значение таймера TMR0 непосредственно переписывается в старший регистр счета H_B. После каждого сформированного программно импульса на предделитель проверяется изменение значения таймера. Если значение таймера изменилось, то досчитывание заканчивается. Таким образом осуществляется досчитывание значений предделителя до нуля, тем самым определяется значение предделителя, которое было после окончания прохождения измеряемых импульсов. Значение предделителя будет равно инвертированному значению младшего регистра счета L_B.

Программа переходит к перекодировке 32-х разрядов двоичного числа в девять разрядов двоично-десятичного числа. Девять разрядов для индикации не используются, но желательны для правильного отображения старшего разряда в режиме времени измерения «10 с». Например, если в режиме измерения «1 с» три старших разряда будут равны 278, то в режиме «10 с» двойка уйдет за пределы индикатора, а число 78 будет высвечиваться в старших разрядах индикатора. Таким образом можно точнее определить значение измеряемой частоты.

После окончания перекодировки сбрасываются все флаги. На время досчитывания запрещаются прерывания по

переполнению таймера TMR1, а после окончания досчитывания выполняется новая установка регистров таймера и разрешаются прерывания. После заполнения регистров индикации программа начинает новый цикл индикации с нулевого разряда.

Как было сказано выше, прерывания по переполнению таймера TMR1 происходят через 0,1 с и используются для формирования интервалов времени измерения. Алгоритм работы прерывания показан на рис. 5.

После сохранения значений регистров инкрементируется регистр секунд и включается флаг выполнения измерения. Если регистр секунд еще не равен десяти, то выполняется установка регистров таймера и завершается прерывание. Установка младшего и старшего регистров таймера выполняется так, чтобы время досчитывания таймера TMR1 до нуля машинными циклами равнялось 0,1 с.

Если значение регистра секунд равно десяти, то проверяется флаг «10 с». Если флаг установлен, значит, включен режим измерения «10 с», поэтому обнуляется регистр секунд и инкрементируется регистр «10 с». Далее проверяется значение регистра «10 с» на равенство десяти. Если значение регистра не равно десяти, то программа устанавливает регистры таймера и завершает прерывание. Если флаг «10 с» не установлен, закончилось время измерения, равное 1 с, или если закончилось время изме-

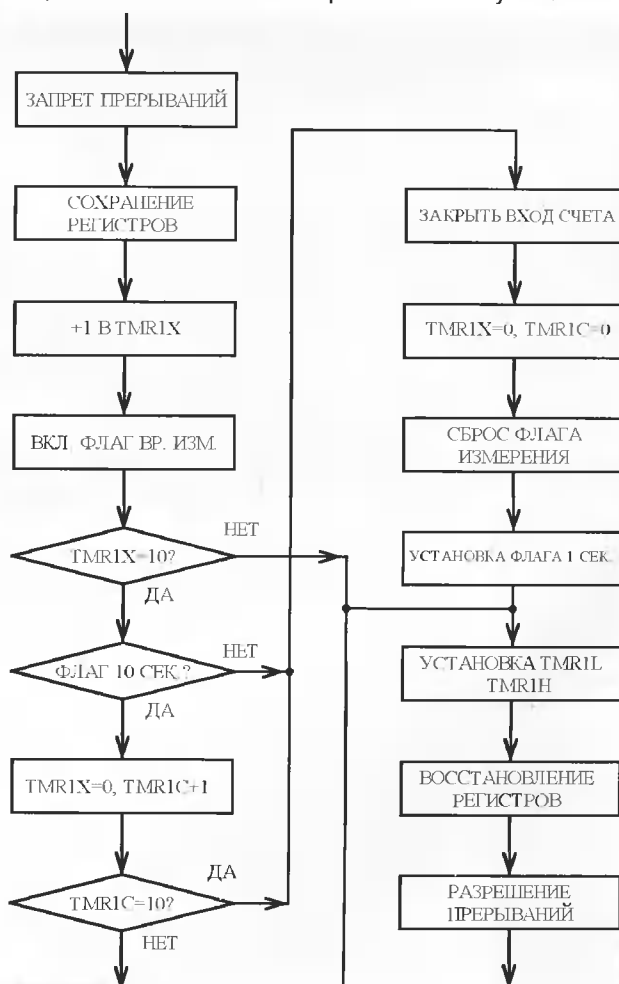


Рис. 5

рения, равное 10 с, программа переходит к закрытию счетного входа. Обнуляются регистры времени измерения, сбрасывается флаг измерения, устанавливаются регистры таймера и прерывание завершается.

Во время счета измеряемой частоты прерывания по переполнению таймера TMR0 (рис. 6) возможны с любой точки программы. Если во время прерывания от TMR0 произошло прерывание по переполнению TMR1, то будет выполнено прерывание от TMR1, а после этого будет продолжаться выполнение прерывания от TMR0. Это необходимо для того, чтобы не увеличивать длительность времени измерения, а следовательно, и погрешность счета.

Схема частотомера приведена на рис. 7. Выходы порта В микроконтроллера используются для управления сегментами индикаторов, а выходы порта С — для коммутации их катодов. Выводы порта A RA0 и RA1 управляют кнопками SB1 и SB2 (соответственно «Время измерения» и «Пуск»). Вывод RA5 соединен непосредственно со счетным входом RA4. С выхода RA5 на счетный вход подается лог. 0, закрывающий вход для прохождения счетных импульсов, и импульсы досчитывания.

Для превращения этого частотомера в полноценный измерительный прибор его необходимо снабдить широкополосным формирователем импульсов.

В частотомере применены две матрицы семисегментных индикаторов с общим катодом фирмы Kingbright CC56-12GMR. Каждая матрица содержит четыре индикатора, их одноименные сегменты соединены между собой внутри блока. Первый



Рис. 6

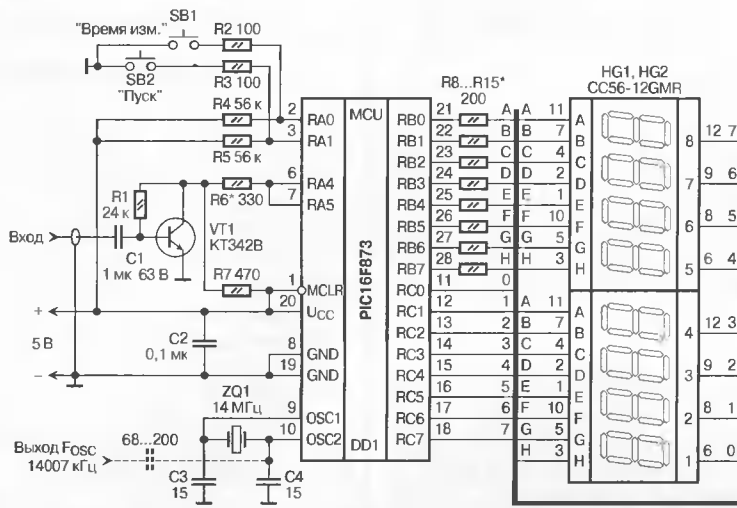


Рис. 7

вывод матрицы маркируется единицей, которую видно под слоем герметика. Эти индикаторы желто-зеленого цвета свечения имеют большие размеры цифр (высота цифры 15 мм) и малый ток потребления, что обеспечивает потребляемый частотомером ток менее 50 мА. Естественно, можно использовать любые цифровые индикаторы с общим катодом, но тогда, возможно, потребуется подстройка яркости свечения подбором резисторов R8—R15.

Если сделать небольшие изменения в программе, то можно использовать и светодиоды с общим анодом. Для этого в третьем блоке подпрограмм «Таблица сегментов для общего катода» необходимо заменить данные для «Катода» данными для «Анода», которые расположены как комментарии через точку с запятой. В следующей, четвертой подпрограмме индикации метка ZIKL должна выглядеть так:

```
CLRF    KATOD    ;ОБНУЛЯЕМ РЕГИСТР
КАТОДОВ.
BSF     KATOD,0  ;УСТАНОВЛИВАЕМ НУЛЕВОЙ БИТ.
В метке INDZIKL перед сдвигом регистра KATOD необходимо установить нулевой бит переноса/заема:
BCF     STATUS,0 ;УСТАНОВИМ В 0 БИТ ЗАЕМА.
RLF     KATOD,1
```

После этих замен разряды индикаторов будут переключаться высоким уровнем.

Микроконтроллер PIC16F873 можно заменить на PIC16F876, который также имеет 28 выводов и отличается увеличенной до 8 К памятью программ. При этом, если вы пользуетесь программатором PonyProg, необходимо правильно установить тип микроконтроллера. В программе никаких изменений делать не нужно. Следует заметить, что микроконтроллер PIC16F873 требует более аккуратного обращения, чем PIC16F84. Вставлять и вынимать микроконтроллер в программатор и плату частотомера необходимо при выключенном питании. При плохом контакте с микросхемной панелькой микроконтроллер тоже может выйти из строя. Для того, чтобы легче было вставлять и вынимать микросхему в программатор, необходимо удалить неиспользуемые контакты микросхемной панельки.

Печатная плата частотомера показана на рис. 8, а расположение элементов на ней — на рис. 9. Со стороны установки элементов на верхней части платы до выводов микросхемы фольга не удаляется. Она является экраном для усилителя и соединяется с минусом питания пайкой в местах, обозначенных черными точками. Все остальные отверстия над экраном раззенковываются. Поскольку четвертый вывод микроконтроллера не используется, то отверстие под него не сверлится, а четвертый контакт из микросхемной панельки удаляется. Размеры печатной платы индикаторов определены их габаритами, плата показана на рис. 10. Плата частотомера располагается за этой платой.

Частотомер задумывался для работы с резонатором частотой 20 МГц, но мне не удалось раскачать отечественные резонаторы, все они возбуждались на низких частотах. В фирменной документации при использовании высокочастотных резонаторов (HS) рекомендуется установка последовательно с резонатором от вывода OSC2 резистора номиналом до 10 кОм. Но отечественные резонаторы возбуждаются на собственной частоте не хотели. Аналогичный результат был получен и при подключении высокоомного (10...30 МОм) резистора параллельно входам OSC1 и OSC2. Естественно, при более высокой частоте резонатора частота будет измеряться точнее, но импортный резонатор мне достать не удалось. Для проведения подобного рода экспериментов по возбуждению резонатора на печатной плате имеются дополнительные отверстия.

После изготовления частотомера необходимо выполнить его калибровку. Для этого необходимо в шестом блоке подпрограмм установить значения младшего (TMR1L) и старшего (TMR1H) регистров таймера TMR1, величина которых будет зависеть от значения частоты используемого кварцевого резонатора. Увеличение значений регистров уменьшает время измерения, следовательно, уменьшает значение измеряемой частоты.

```
CEKO
MOVLW 0x54    ;ПРЕ-
ДУСТАНОВКА РЕГИСТРОВ
MOVWF TMR1H   ;ТАЙМЕ-
РА ДО ЗНАЧЕНИЯ 0,1 СЕК. (500 000 ПРИ 20
МГц).
MOVLW 0x07    ;(ПРИ
ТОЧНОМ РЕЗОНАТОРЕ 14 МГц
MOVWF TMR1L   ;УСТА-
НОВКА ДОЛЖНА БЫТЬ 55 45).
RETURN
```

Определим, для примера, какая должна быть установка регистров для резонатора с частотой $F = 14$ МГц. Период импульсов равен: $T = 1/F = 7,14 \times 10^{-8}$. Один машинный цикл равен $4T = 2,86 \times 10^{-7}$. Разделим интервал времени 0,1 с на машинный цикл и получим число 349650. Столько машинных циклов «поместится» в 0,1 с. С помощью компьютерного калькулятора переведем это число в двоичный код и получим число 10101010111010 010. Три млад-

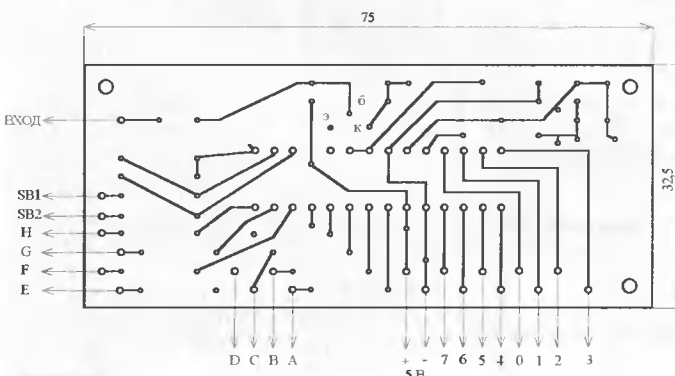


Рис. 8

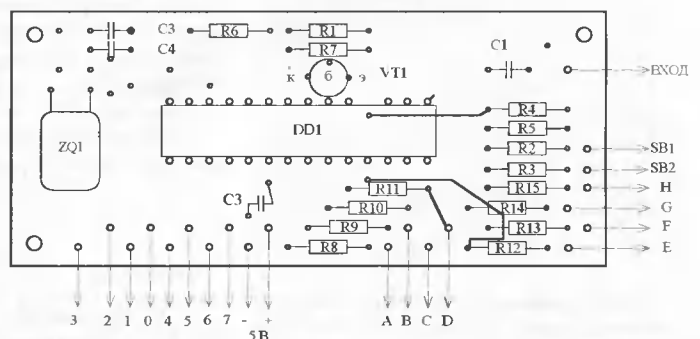


Рис. 9

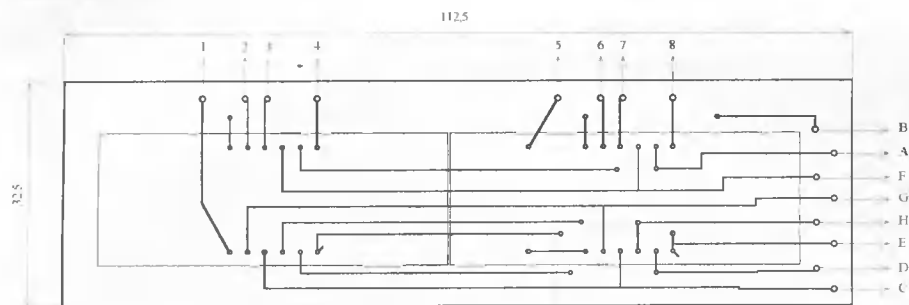


Рис. 10

ших выделенных бита отбросим, поскольку они попадают на трехразрядный предделитель, а его мы установить не можем. Полученное двоичное число переведем в восьмеричное и получим число AA BA. Таким числом импульсов должен быть досчитан таймер, чтобы произошло прерывание через 0,1 с. Следовательно, необходимо найти дополнение этого числа до нуля: FF FF – AA BA = 55 45. Именно это число должно быть установлено в регистрах таймера 1. Но если установить это число, то прерывания будут происходить ровно через 0,1 с, а нам необходимо, чтобы счетный вход RA4 открывался и закрывался через 1 или 10 с. А если учесть, что частота резонатора редко соответствует номинальной, то становится ясно, что это число нуждается в коррекции.

Для этого необходимо измерять частотомером образцовую частоту и производить изменение младшего регистра таймера до тех пор, пока показания индикатора не станут соответствовать значению образцовой частоты. Образцовую частоту можно взять с любого промышленного частотомера или собрать простейший кварцованный генератор и определить его частоту промышленным частотомером. Если у вас нет промышленного частотомера, то есть еще один способ получить более-менее точную частоту. Для этого необходимо иметь кварцевый резонатор с номиналом частоты, имеющим 4 или 5 цифр. Собрав генератор на таком резонаторе, можно получить номинальную частоту с точностью указанных цифр.

Установка регистров таймера 1 не дает абсолютной точности потому, что мы не учитываем влияние разрядов предделителя. Для учета этих разрядов перед закрытием счетного входа установлены команды коррекции. Для предела «1 с» коррекция выполняется в метке СЕКХ, а для предела «10 с» — СЕКС.

```

CEKX
; NOP
; MOVLW .1 ;ЗТИ 4
СТРОЧКИ НУЖНЫ ДЛЯ ТОЧНОЙ
; ADDLW -1 ;ПОДГОН-
КИ ВРЕМЕНИ ИЗМЕРЕНИЯ.
; BTFS STATUS.2 ;ДЛЯ «1
с».
; GOTO $-2

```

Изменением числа во второй строчке и подстановкой «пустых» команд NOP производят подгонку измеряемой частоты в пределах единиц герц. Увеличение

значения при коррекции увеличивает время индикации. Необходимо помнить, что значение коррекции секунд входит в коррекцию десятков секунд, умноженное на десять. Показания индикатора на обоих пределах должны совпадать. После окончания калибровки желательно проверить его работу по всему диапазону измерения от 1 Гц до 50 МГц.

Если измерить частоту собственного резонатора через конденсатор 68...200 пФ, как это показано на рис. 7 штриховой линией, то при любом резонаторе (в авторском варианте программы) получится частота 14007 кГц. Это связано с тем, что на вход пройдет столько импульсов, сколько поместится в сформированном интервале. При резонаторе на большую частоту время измерения будет меньше, значит и импульсов пройдет меньше. Вернее столько, сколько и при резонаторе с частотой в 14 МГц. Изменение частоты в любую сторону вызовет обратно пропорциональное изменение времени измерения, но показания не изменятся. Становится понятным, что измерять частоту собственного резонатора можно только после окончания калибровки, да и то с целью определения точной частоты вашего резонатора.

При подаче напряжения питания на частотомер на индикаторе высветятся нули и запятая в третьем разряде. Эта запятая говорит о том, что установлен режим «1 с», а индикация осуществляется в килогерцах. При нажатии кнопки «Время измерения» запятая переместится в четвертый разряд и частотомер перейдет в режим «10 с».

При нажатии кнопки «Пуск» частотомер начнет измерение. На время измерения в нулевом разряде высвечивается запятая. При замыкании входа на общий провод на индикаторе должны быть нули. Повторное нажатие кнопки «Пуск» остановит процесс измерения, но индикация измеряемой частоты сохранится. Переключение режима времени измерения можно выполнять без остановки измерения.

Файлы xamer73.asm и xamer73.hex можно найти на сайте журнала по адресу <http://www.dian.ru/programs/index> в архиве 2003_11_Zaes.

Николай Заец,
saes@mail.ru.

Литература:

1. Д. Яблоков, В. Ульрих. Частотомер на PIC-контроллере. — Радио, 2001, № 1, с. 21, 22.

Технические характеристики усилителя:

- полоса пропускания — 4...240 МГц;
- неравномерность амплитудно-частотной характеристики — $\pm 1,5$ дБ;
- максимальный уровень выходной мощности — не менее 12 Вт;
- коэффициент усиления — 34 дБ;
- сопротивление генератора и нагрузки — 50 Ом;
- потребляемый ток — 3,7 А;
- напряжение питания — 24 В;
- габаритные размеры — 135×100×35 мм.

Принципиальная схема усилителя приведена на рис. 1.

Усилитель содержит три каскада усиления на транзисторах VT2, VT5, VT7, трансформатор импедансов T1, стабилизатор напряжения на транзисторе VT3.

Все каскады усилителя работают в режиме с фиксированной рабочей точкой со следующими токами покоя: транзистор VT2 — 0,4 А; VT5 — 0,8 А; VT7 — 2,5 А. Установка тока покоя каскадов резисторами R4, R10, R16 достигается благодаря применению активной коллекторной термостабилизации [1]. Увеличение номиналов этих резисторов приводит к увеличению токов потребления, и наоборот.

Во всех каскадах усилителя, кроме оконечного, использованы реактивные межкаскадные корректирующие цепи пятого порядка [2], где в качестве одного из элементов корректирующей цепи используется реактивная составляющая входного импеданса транзистора [3]. В оконечном каскаде использована корректирующая цепь третьего порядка [2].

Оптимальное сопротивление нагрузки мощного транзистора, на которое он отдает максимальную мощность, составляет единицы ом [4]. Поэтому между выходным каскадом и нагрузкой усилителя включен трансформатор импедансов T1 с коэффициентом трансформации 1:4, выполненный на ферритовом сердечнике M2000HM 20×10×5 с использованием длинных линий с волновым сопротивлением 25 Ом и длиной 15 см. Длинные линии трансформатора изготовлены из четырех скрученных проводов марки ПЭЛ диаметром 0,25...0,35 мм. Методика изготовления длинных линий заключается в следующем. Берут два квадрата из стеклотекстолита со сторонами 3...4 см с просверленными отверстиями в каждом из углов квадрата. В отверстия вставляют и закрепляют четыре провода. Один из квадратов закрепляется неподвижно, а второй вращается с помощью дрели. Для этого в его середине просверливают отверстие, в которое вставляют винт, вращающий квадрат. На сантиметр длины линии должно приходиться около четырех скруток. Затем от полученной четырехпроводной линии отрезают кусок требуемой длины и концы соответствующих проводов спаивают между собой. На фотографии (рис. 2) видно, что ферритовое кольцо с намотанной на него длинной линией укреплено в кор-

Широкополосный усилитель мощности

При построении перестраиваемых высокочастотных генераторов, систем линейной и нелинейной радиолокации, для проверки и настройки мощных передатчиков может быть полезен широкополосный усилитель с выходной мощностью 10...12 Вт, предназначенный для работы от генератора стандартных сигналов с выходным напряжением 0,7 В. Такой усилитель и описывается в статье.

пусе усилителя с помощью двух стеклотекстолитовых квадратов, между которыми это кольцо установлено. Следует иметь в виду, что перед намоткой длинной линии на ферритовое кольцо его необходимо обмотать какой-либо изоляционной пленкой, например, фторопластовой.

обходима для устранения паразитных резонансов и соединения с общим проводом нужных участков печатной платы. После металлизации торцов с помощью напильника выравнивается нижняя сторона платы и винтами закрепляется в корпусе, как это видно на фотографии.

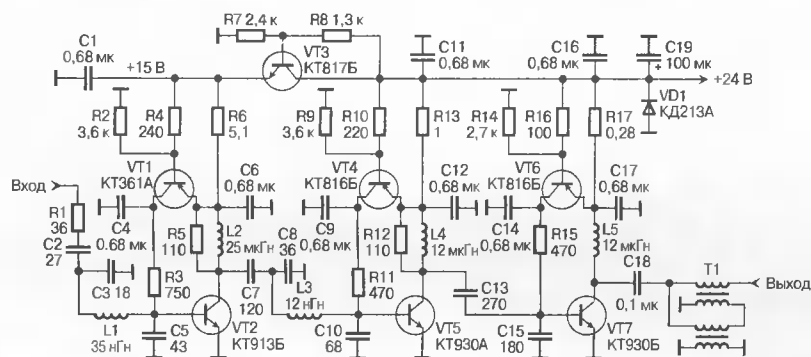


Рис. 1

Транзистор VT3 стабилизатора укрепляется на основании с использованием слюдяной прокладки и теплопроводящей пасты. Это необходимо для изоляции коллектора транзистора VT3 от общей шины при одновременном сохранении его хорошей теплоотдачи. Транзисторы VT2, VT5, VT7 крепятся к основанию также с использованием теплопроводящей пасты.

Печатная плата (рис. 3) размером 125×70 мм изготавливается из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 2...3 мм. Штриховой линией на рис. 2 обозначены места металлизации торцов, что может быть сделано с помощью металлической фольги, которая припаивается к нижней и верхней сторонам платы. Металлизация не-

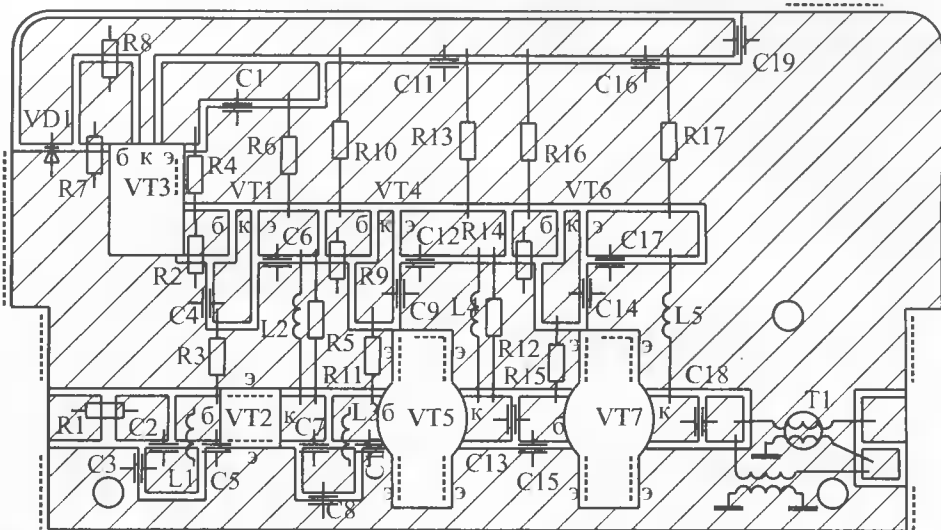


Рис. 3

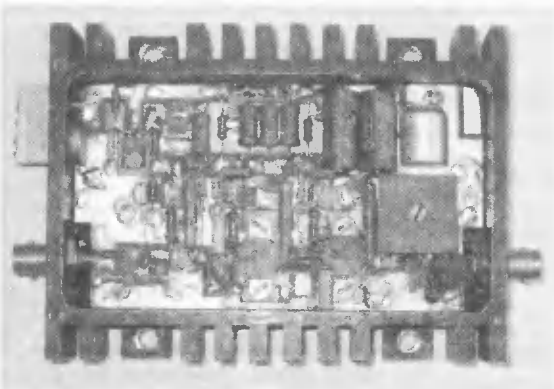


Рис. 2

Порядок настройки усилителя приведен ниже.

Вначале производится покаскадная подгонка амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) усилителя. Для этого с помощью резисторов R4, R10, R16 устанавливаются токи покоя транзисторов VT2, VT5, VT7. Затем в качестве нагрузки транзистора VT2 через разделительный конденсатор подключается резистор 50 Ом. Подбором емкости конденсатора C3 достигается равномерность

АЧХ каскада в области нижних и средних частот полосы пропускания. Подбором емкости конденсатора C5 выравнивают АЧХ в области верхних частот. Если этого не удастся достичь, следует уменьшить емкость конденсатора C2. Далее к первому каскаду подключают второй, и процесс настройки повторяется. В отличие от первых двух каскадов настройка выходного каскада производится при подключении нагрузки к выходу усилителя.

После формирования АЧХ усилителя в режиме малого сигнала минимизируют токи потребления его каскадов. Для этого в рабочей полосе частот находят точку, в которой выходная мощность усилителя минимальна. На этой частоте при выходной мощности 12 Вт уменьшают токи потребления каскадов до величины, при которой начинается заметное уменьшение выходной мощности.

Мощность, потребляемая усилителем от источника питания, составляет около 90 Вт. Поэтому при длительной работе усилителя его необходимо устанавливать на радиатор с использованием принудительной вентиляции.

Александр Титов,
titov_aa@rk.tusur.ru.

Литература:

1. А. А. Титов. Расчет схемы активной коллекторной термостабилизации и ее использование в усилителях с автоматической регулировкой потребляемо-

го тока. — Электронная техника. Сер. СВЧ-техника, 2001, вып. 2, с. 26—30.

2. А. А. Титов. Расчет межкаскадной корректирующей цепи многооктавного транзисторного усилителя мощности. — Радиотехника, 1987, № 1, с. 29—31.

3. А. А. Титов, Л. И. Бабак, М. В. Черкашин. Расчет межкаскадной согласующей цепи транзисторного полосового усилителя мощности. — Электронная техника. Сер. СВЧ-техника, 2000, вып. 1, с. 46—50.

4. Широкополосные радиопередающие устройства. Под ред. О. В. Алексеева. — М.: Связь, 1978.

Подсистема батарейного питания носимых микроконтроллеров на микросхемах фирмы Maxim

Целью настоящей статьи является ознакомление читателей с проблемами разработки подсистем батарейного питания малогабаритных носимых микроконтроллерных устройств, номенклатурой микросхем преобразователей батарейного питания, а также примерами схемной реализации этих подсистем.

При создании современных малогабаритных носимых микроконтроллерных изделий разработчикам практически всегда приходится решать проблему питания этих устройств. Современная элементная база, используемая при разработке микроконтроллерных изделий, позволяет создавать малогабаритные и легкие конструкции с низким энергопотреблением. Многие современные достаточно сложные микроконтроллерные системы легко размещаются в объеме стандартного спичечного коробка и весят всего несколько десятков граммов. Потребление современных сложных микроконтроллерных систем обычно составляет от 10 до 50 мА. Многие современные микроконтроллеры могут функционировать при напряжении питания от +2,7 до +3,6 В. Однако более 70 % современных датчиков требуют напряжения +5 В и выше. Таким образом, разработчикам, как правило, приходится создавать подсистемы питания с несколькими выходными напряжениями. Однако главная проблема заключается не в этом. Главная проблема заключается в значительной массе и объеме современных малогабаритных батарей и аккумуляторов, имеющих достаточную емкость и требуемый рабочий ток. Так, например, для обеспечения напряжения питания +3,6 В наиболее часто в обычных переносных приборах используются три пальчиковых элемента AA фирм Duracell или Vatra, т. е. они имеют значительный номинальный рабочий ток, большую емкость, наиболее доступны и надежны в эксплуатации. Однако такая батарея весит около 60 г (без батарейного отсека) и занимает объем больше спичечного коробка. Получается, что подсистема питания только для одного напряжения занимает объем, соизмеримый с объемом собственной микроконтроллерной системы, а вес комплекта питания даже превосходит вес системы. Очевидно, что если нужно, например, иметь питание +5 В, то придется использовать не три элемента, а четыре, соответственно, с еще большим увеличением объема и массы. Выход очевиден — необходимо оснастить систему преобразователем напряжения и попытаться использовать только один элемент или аккумулятор. Однако и здесь не все так просто. Дело в том, что создание преобразователя, работающего при таком низком напряжении (от 1 до 1,5 В) на дискретных элементах с приличными эксплуатационными характеристиками — задача не из простых. Кроме того, такой

преобразователь также может занять место до 2 см³. Поэтому в последнее время разработчики предпочитают использовать для таких целей промышленные интегральные преобразователи напряжения.

Более подробно ознакомимся с интегральными преобразователями напряжения и их параметрами на примере продукции фирмы Maxim, которая является несомненным лидером в этой области. Фирма Maxim выпускает 375 типов различных микросхем преобразователей напряжения питания [1].

Все микросхемы преобразователей напряжения фирмы Maxim по используемому принципу преобразования можно разделить на две группы: конденсаторные умножители напряжения (Capacitor Charge Pump) и индуктивные преобразователи (Inductor Based Converter). В свою очередь, индуктивные преобразователи можно разделить на преобразователи с внешним ключевым элементом и со встроенным ключевым элементом. Кроме того, все типы преобразователей подразделяются по выходному току на маломощные (менее 1 мА), маломощные (от 1 до 100 мА), средней мощности (от 100 мА до 2 А) и мощные (свыше 2 А).

С целью выбора оптимальных вариантов преобразователей для малогабаритных носимых микроконтроллерных изделий воспользуемся инженерной

Таблица 1

Тип	Минимальное входное напряжение, В	Максимальное входное напряжение, В	Выходное напряжение, В	Типовой выходной ток, А	Частота, кГц	Корпус	Цена, \$
MAX660	1,2	5,5	Удвоенное	0,1	80	8/PDIP.300 8/SO.150	2,95
MAX665	1,5	8	Удвоенное	0,1	10 45	16/SOIC.300	3,97
MAX861	1,5	5,5	Удвоенное	0,05	250	8/SO.150 8/μMAX (μSOP)	1,12
MAX860	1,5	5,5	Удвоенное	0,05	130	8/SO.150 8/μMAX (μSOP)	1,12
MAX865	1,75	6	Удвоенное	—	32,5	8/μMAX (μSOP)	1,30
MAX864	1,75	6	Удвоенное	—	260	16/QSOP	1,50
MAX619	2	3,6	5	0,05	500	8/PDIP.300 8/SO.150	1,63
MAX1680	2	5,5	Удвоенное	0,125	250	8/SO.150	2,05
MAX1570	2,7	5,5	5	0,12	1000	16/QFN-4x4	—
MAX5008	2,95	5,5	5	0,14	1000	10/μMAX	0,96
MAX1681	3	5,5	Удвоенное	0,125	1000	8/SO.150	2,05

тодической проектирования микроконтроллерных систем, неоднократно описанной на страницах журнала [2, 3].

Для начала разработаем критерии отбора.

Главным критерием отбора микросхем преобразователей напряжения для малогабаритных носимых микроконтроллерных изделий является работоспособность при пониженных входных напряжениях (ниже 3 В).

Как мы уже отмечали, наиболее критичными показателями для малогабаритных носимых микроконтроллерных изделий являются масса и объем, поэтому вторым критерием является исполнение микросхем в малогабаритных корпусах (μMAX, SSOP, QFP, TSSOP и т. п.) с числом выводов не более 16 (эта цифра умышленно взята завышенной для предварительного отбора).

Из требования к минимальному весу и габаритам разрабатываемых изделий следует также и третий критерий — отобранные микросхемы должны иметь встроенный коммутирующий (ключевой) элемент.

Четвертый критерий — способность микросхемы обеспечивать выходной ток более 50 мА.

Пятый критерий — способность микросхемы либо обеспечивать выходное напряжение +5 В (для систем с прямым преобразованием), либо удваивать напряжение питания (для систем с двухкаскадным преобразованием).

Шестой критерий также очевиден — микросхема должна иметь минимум внешних элементов минимальных размеров, которые, предпочтительно, должны существовать в исполнении для поверхностного монтажа.

Исходя из приведенных выше критериев из 375 типов микросхем, выпускаемых фирмой Maxim, нами был произведен предварительный отбор микросхем-кандидатов. Отобранные микросхемы были разделены на две группы по прин-

Таблица 2

Тип	Минимальное входное напряжение, В	Максимальное входное напряжение, В	Фиксированное Выходное напряжение, В	Минимальное выходное напряжение, В	Максимальное выходное напряжение, В	Типовой выходной ток, А	Частота, кГц	Корпус	Цена, \$
MAX1674	0,7	5,5	3,3/5	2	5,5	0,3	—	8/μMAX (μSOP)	1,85
MAX1675	0,7	5,5	3,3/5	2	5,5	0,3	—	8/μMAX (μSOP)	1,85
MAX1676	0,7	5,5	3,3/5	2	5,5	0,3	—	10/μMAX	1,99
MAX1678	0,7	5,5	3	2	5,5	0,09	—	8/μMAX (μSOP)	1,65
MAX1700	0,7	5,5	—	2,2	5,5	0,8	400	16/QSOP	2,75
MAX1701	0,7	5,5	—	2,2	5,5	0,8	400	16/QSOP	2,95
MAX1703	0,7	5,5	5	2,5	5,5	1,5	400	16/SO.150	3,29
MAX1705	0,7	5,5	—	2,5	5,5	0,8	400	16/QSOP	3,09
MAX1706	0,7	5,5	—	2,5	5,5	0,4	400	16/QSOP	2,95
MAX1708	0,7	3,3	3,3/5	2,5	5	2	350	16/QSOP	—
MAX1709	0,7	5	3,3/5	2,5	5,5	4	600	16/SO.150	3,57
MAX1760	0,7	5,5	3,3	2,5	5,5	0,8	1000	10/μMAX	2,55
MAX1763	0,7	5,5	3,3/5	2,5	5,5	1,5	1000	16/TSSOP-EP	2,95
MAX756	0,7	5,5	3,3/5	—	—	0,3	500	8/PDIP.300 8/SO.150	1,95
MAX757	0,7	5,5	—	2,7	5,5	0,3	500	8/PDIP.300 8/SO.150	1,95
MAX1722	0,8	5,5	—	2	5,5	0,15	—	5/SOT23-Thin	1,45
MAX1723	0,8	5,5	—	2	5,5	0,15	—	5/SOT23-Thin	1,45
MAX1724	0,8	5,5	2,7/3/3,3/5	—	—	0,15	—	5/SOT23-Thin	1,45
MAX856	0,8	6	3,3/5	—	—	0,15	500	8/SO.150 8/μMAX (μSOP)	1,60
MAX857	0,8	6	—	2,7	6	0,15	500	8/SO.150 8/μMAX (μSOP)	1,60
MAX858	0,8	6	3,3/5	—	—	0,06	500	8/SO.150 8/μMAX (μSOP)	1,60
MAX859	0,8	6	—	2,7	6	0,06	500	8/SO.150 8/μMAX (μSOP)	1,60
MAX717	0,9	5,5	—	—	—	—	—	16/SO.150	4,95
MAX718	0,9	5,5	—	—	—	—	—	16/SO.150	4,95
MAX719	0,9	5,5	—	—	—	—	—	16/SO.150	4,95
MAX720	0,9	5,5	—	—	—	—	—	16/SO.150	4,95
MAX721	0,9	5,5	—	—	—	—	—	16/SO.150	4,95
MAX1765	1	5,5	1,25/2,85	1,25	5	0,8	1000	16/QSOP 16/TSSOP	2,88
MAX1795	1	5,5	3,3/5	2	5,5	0,18	—	8/μMAX (μSOP)	1,95
MAX1796	1	5,5	3,3/5	2	5,5	0,3	—	8/μMAX (μSOP)	2,05
MAX1797	1	5,5	3,3/5	2	5,5	0,55	—	8/μMAX (μSOP)	2,18
MAX751	1,2	5,5	5	—	—	0,15	170	8/PDIP.300 8/SO.150	2,35
MAX1817	1,5	5,5	—	—	—	—	500	10/μMAX	1,93
MAX1832	1,5	5,5	—	2	5,5	0,15	500	6/SOT23	1,52
MAX1833	1,5	5,5	3,3	—	—	0,15	500	6/SOT23	1,52
MAX1834	1,5	5,5	—	2	5,5	0,15	500	6/SOT23	1,52
MAX1835	1,5	5,5	3,3	—	—	0,15	500	6/SOT23	1,52
MAX633	1,5	15,6	15	2	16,5	0,05	65	8/PDIP.300 8/SO.150	2,45
MAX641	1,5	16,5	5	1,5	16,5	1,5	50	8/PDIP.300 8/SO.150	2,77
MAX642	1,5	16,5	12	1,5	16,5	1,5	56	8/PDIP.300 8/SO.150	2,77
MAX643	1,5	16,5	15	1,5	16,5	1,5	56	8/PDIP.300 8/SO.150	2,77
MAX863	1,5	11	—	—	—	—	—	16/QSOP	2,80

ципу преобразования, основные их данные приведены в табличном виде.

В табл. 1 представлены удовлетворяющие названным критериям конденсаторные преобразователи напряжения. К сожалению, из 40 выпускаемых фирмой Maxim конденсаторных преобразователей удалось отобрать только 11 микросхем. К табл. 1 следует сделать два примечания. В графе «Выходное напряжение» указано только положительное выходное напряжение, хотя многие из отобранных микросхем могут формировать или удвоенное входное напряжение или его инвертиро-

вать. В графе «Цена» указана цена производителя при отгрузке партий более тысячи штук.

В табл. 2 представлена часть микросхем индуктивных преобразователей напряжения, удовлетворяющих вышеизложенным критериям.

Окончание следует

Олег Николаичук,
onic@ch.moldpac.md



Преобразователи напряжений фирмы MAXIM-DALLAS

Конденсаторные умножители напряжения и индуктивные преобразователи со встроенным и внешним ключевым элементом:

микромощные (менее 1 мА)
маломощные (от 1 мА до 100 мА)
средней мощности (от 100 мА до 2 А)
мощные (свыше 2 А)

RAINBOW
TECHNOLOGIES

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР
DALLAS MAXIM

- Москва: тел.: (095) 797-8993
e-mail: info@rainbow.msk.ru
- Санкт-Петербург: тел.: (812) 324-0902
e-mail: spb@rainbow.msk.ru
- Минск: тел.: (37517) 249-8273
e-mail: chip@rainbow.by
- Киев: тел.: (38044) 490-9228
e-mail: chip@rainbow.com.ua
- Екатеринбург: тел.: (3432) 69-4984
e-mail: ural@rainbow.msk.ru

 **www.ptcs.ru**

Зарядное устройство на микросхеме LNK501 для сотового телефона

В предыдущем номере журнала была описана микросхема LNK501, приведены ее параметры и рассказано о построении источников питания с ее использованием. В данной статье предлагается описание зарядного устройства для сотового телефона Alcatel 320 на этой микросхеме.

Штатное зарядное устройство аккумулятора сотового телефона Alcatel 320 состоит из двух частей — сетевого адаптера 12 В, 300 мА и встроенных в телефон цепей, обеспечивающих нормальную зарядку и индикацию степени заряженности аккумулятора. Сетевой адаптер выполнен на основе обычного низкочастотного трансформатора и весит примерно в два раза больше сотового телефона.

Использование микросхемы LNK501 позволило изготовить очень легкое и миниатюрное зарядное устройство, его схема приведена на рис. 1.

Эта схема является упрощенным вариантом схемы на рис. 8 статьи [1] из предыдущего номера журнала. Трансформатор Т1 выполнен на ферритовом кольце с зазором. Произведем его расчет и определение параметров других элементов устройства в соответствии с методикой, изложенной в [1]. Исходными данными для расчета будут напряжение и ток в точке перехода между режимами стабилизации тока и напряжения СС-СВ. Выберем их такими же, как и для использовавшегося в зарядном устройстве адаптера — 12 В и 300 мА, максимальная выходная мощность составляет 3,6 Вт.

Зададимся напряжением U_{OR} в середине рекомендуемого диапазона — 50 В. Рассчитаем сопротивление резистора R2:

$$R2 = (1,1U_{OR} - 5,8)/2,3 = 21 \text{ кОм.}$$

При выходном напряжении 12 В обратное напряжение, прикладываемое к выпрямительному диоду во вторичной цепи VD3, довольно велико и диод Шоттки не применим. При расчете коэффициента трансформации Т1 в соответствующую формулу в качестве падения напряжения на этом диоде подставим рекомендуемую разработчиком величину 1,1 В:

$$K = U_{OR}/(U_{ВЫХ} + 1,1) = 50/13,1 = 3,82.$$

Обратное напряжение, прикладываемое к выпрямительному диоду во вторичной цепи, составит:

$$U_{OБРVD3} = 360/3,82 + 12 = 106 \text{ В.}$$

Средний прямой ток через VD3 равен выходному, т. е. 300 мА, а его рабочий ток должен выбираться в четыре раза больше — 1,2 А. Подойдут быстродействующие диоды на ток и напряжение не менее 1,5 А и 150 В соответственно, например, HER203 (2 А, 200 В, время восстановления 50 нс), SF24 (2 А, 200 В, 35 нс) и другие аналогичные.

Рассчитаем индуктивность первичной обмотки трансформатора:

$$L1 = 0,92P_{ВЫХ} = 0,92 \times 3,6 = 3,312 \text{ мГн.}$$

Как указывалось в [1], ток, при котором трансформатор не должен насыщаться, составляет 267 мА. Для выбора сердечника трансформатора по методике, приведенной в статье [2], необходимо знать величину I^2L :

$$I^2L = 0,267^2 \times 3312 = 236 \text{ А}^2\text{мГн.}$$

В соответствии с табл. 1 статьи [2] при зазоре 0,25 мм подойдут ферритовые кольца с размерами 18×14×12, 20×12×6, 20×12×7,5 мм и другие большего диаметра. Некоторые кольца меньшего размера могут обеспечить указанную величину I^2L по насыщению, но не имеют необходимого запаса I^2L по заполнению для размещения вторичной обмотки. У автора в наличии было кольцо типоразмера 20×12×6 мм из феррита М1500, оно и использовалось для изготовления трансформатора.

Поскольку кольцо при зазоре 0,25 мм имеет запас по величине I^2L , было принято решение для уменьшения числа витков уменьшить зазор, точнее, сделать два зазора по 0,1 мм.

Как указано в [2], в этом случае табличное значение коэффициента индуктивности A_L для половинного зазора Δ следует уменьшить в два раза, а табличное значение I^2L — удвоить. В табл. 1 статьи [2] нет значений необходимых величин для зазора 0,1 мм, рассчитаем их. Периметр сечения выбранного кольца составляет

$$p = 20 - 12 + 2 \times 6 = 20 \text{ мм,}$$

откуда величина

$$\beta = \Delta/p = 0,1/20 = 0,005.$$

По графику на рис. 2 в [2] найдем величину α , характеризующую отношение эффективного зазора к его геометрической величине. Она составит около 0,87, а сам эффективный зазор будет равен

$$\Delta_{ЭФФ} = 0,87 \times 0,1 = 0,087 \text{ мм.}$$

Рассчитаем значение A_L для этого зазора:

$$A_L = \mu_0 S_{ЭФФ}/\Delta_{ЭФФ} = 1,257 \times 10^{-3} \times$$

$$\times 23,5/0,087 = 0,33 \text{ мГн,}$$

где значение $S_{ЭФФ} = 23,5 \text{ мм}^2$ взято для выбранного сердечника из табл. 1 статьи [2].

Половина этой величины (0,165 мГн) и должна использоваться при расчете числа витков первичной обмотки N1:

$$N1 = \sqrt{L1/A_L} = \sqrt{3312/0,165} = 142.$$

Максимально допустимый ток через обмотку с таким числом витков и с двумя эффективными зазорами по 0,087 мм составит:

$$I_{MAX} = 2 \times 240\Delta_{ЭФФ}/N1 = 2 \times 240 \times$$

$$\times 0,087/142 = 294 \text{ мА,}$$

что вполне достаточно.

Практически трудно выдержать точный зазор при столь малой его величине, поэтому полученные значения следует принять за отправные. Реально трансформатор изготовлялся так. Ферритовое кольцо было надпилено алмазным надфилем и разломлено на две половины. На него было одето резиновое кольцо подходящего диаметра, в зазоры вложены кусочки бумаги для принтера (толщина около 0,1 мм). Пробная обмотка из десяти витков, намотанная на кольцо, имела индуктивность 13,1 мГн, откуда

$$A_L = 13,1/10^2 = 0,131,$$

что несколько ниже рассчитанной выше величины. Это означает, что для получения нужной индуктивности нужно намотать несколько больше витков, а значение максимального тока будет получено с большим запасом.

Обмотка была снята, кольцо, стянутое резинкой, было склеено эпоксидным клеем. При склейке следует помнить, что бумажные прокладки должны входить в зазор не более чем на его половину, иначе прочность кольца будет недостаточной. Далее намотка происходила как обычно — закруглены кромки, кольцо обмотано фторопластовой пленкой, намотана первичная обмотка из

$$N1 = \sqrt{L1/A_L} = \sqrt{3312/0,131} = 159$$

витков с небольшим запасом по длине провода. Индуктивность получилась чуть меньше необходимой, потребовалось доматать три витка. Для намотки использовался провод ПЭШО диаметром 0,15 мм.

Первичная обмотка была изолирована фторопластовой пленкой и поверх нее намотана вторичная из

$$N2 = N1/K = 162/3,82 = 43$$

витков провода ПЭШО диаметром 0,45 мм.

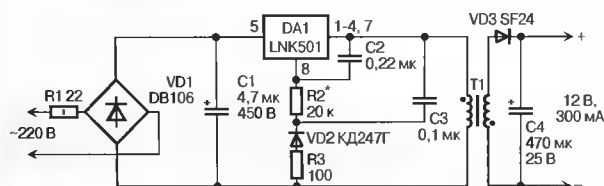


Рис. 1

Остальные элементы выбраны по рекомендациям статьи [1]. Диод VD2 должен иметь рабочее напряжение не менее 600 В и ток 1 А. Подойдут HER106 (600 В, 1 А, время восстановления 70 нс), SF18 (600 В, 1 А, 35 нс), рекомендуемый изготовителем диод 1N4937 и другие с близкими параметрами.

Все элементы зарядного устройства установлены на печатной плате размерами 41×60 мм, которая установлена в корпус неисправного адаптера. Высота крышки корпуса уменьшена, поскольку высота деталей, установленных на плате, не превышает 10 мм.

При первом включении выяснилось, что при резистивной нагрузке 40 Ом, соответствующей 12 В и 300 мА, зарядное устройство не запускается. Оно хорошо начинает работать на холостом ходу или когда последовательно с указанной нагрузкой включены три крем-

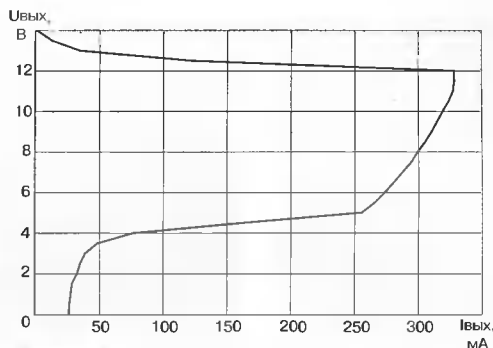


Рис. 2

ниевых диода в прямом направлении. Это свойство преобразователя совершенно не мешает его работе в составе зарядного устройства. Для обеспечения перехода между режимами CC-CU при напряжении 12 В был подобран резистор R2 несколько меньшего номинала — 19,9 кОм.

На рис. 2 приведена выходная характеристика собранного устройства, сня-

тая при напряжении сети 220 В. Нестабильность выходного тока при изменении выходного напряжения от 8 до 12 В не превышает 10 %, а нестабильность выходного напряжения при изменении выходного тока в пределах от 150 до 330 мА — менее 0,5 В.

Чертеж печатной платы зарядного устройства можно найти на сайте журнала по адресу <http://www.dian.ru/programs/index> в архиве 2003_12_Lnk501.

Сергей Бирюков,
editor@dian.ru

Литература:

1. С. Бирюков. Сетевые обратноходовые источники питания на микросхемах LinkSwitch. — Схемотехника, 2003, № 11, с. 6—9.

2. С. Бирюков. Дроссели для импульсных источников питания на ферритовых кольцах. Схемотехника, 2002, № 6, с. 4—7.

обмен опытом

Кнопочный шифратор

Наиболее распространенным устройством управления и ввода информации является клавиатура. Существует много вариантов реализации клавиатур. В данной статье предлагается 16-кнопочный шифратор на основе микросхемы KP1533ИДЗ. Приведен алгоритм работы программы опроса кнопок и текст программы на ассемблере (Microchip).

На рис. 1 приведена схема шифратора. Для его подключения требуется всего пять выводов контроллера, в то время как для матричной клавиатуры на 16 кнопок необходимо занять восемь выводов. Достоинства предлагаемого устройства — простота схемы, отсутствие дорогостоящих радиоэлементов и простой алгоритм опроса кнопок.

Алгоритм работы подпрограммы опроса кнопок приведен на рис. 2. Контроллер выставляет на входы дешифратора двоичный код 1111 и, декрементируя его до 0000, следит за прерыванием от RB0 по спаду. При нажатии кнопки происходит прерывание, и в подпрограмме его обработки запрещаются прерывания от RB0. После обработки прерывания происходит выход из подпрограммы сканирования клавиатуры, номер нажатой кнопки находится в ячейке NOMER. Если прерывание произошло, например, при входном коде 0010, это значит, что была нажата кнопка SA14. При смене двоичного кода на входе дешифратора или на входе мультиплексора прерывание от RB0 также запрещается во избежание ложных срабатываний. В том случае, если одновременно будут нажаты две кнопки, программа отреагирует на нажатие той кнопки, которая будет опрошена первой. Если эти обе кнопки не бу-

дут отпущены, то во время следующего сканирования клавиатуры произойдет автоповтор кнопки с большим номером.

Микросхема DD2 используется в стандартном включении [1]. Ее можно заменить на K555ИД3, K155ИД3. Контроллер DD1 на схеме (рис. 1) показан условно. Диоды VD1—VD16 — любые импульсные маломощные.

Диоды можно исключить, используя микросхемы дешифраторов, имеющие выходы с открытым коллектором — K555ИД5 (8 выходов), K155ИД10, K555ИД10 (10 выходов).

При необходимости можно использовать несколько шифраторов, при этом они включаются параллельно, а для опроса нужный шифратор выбирается подачей логического нуля на его вход Е.

Текст программы для опроса кнопок на ассемблере klw.asm можно найти на сайте журнала по адресу <http://www.dian.ru/programs/index> в архиве 2003_11_Kilib.

Юрий Килиба,
akyv@freemail.ru

Литература:

1. В. Л. Шило. Популярны цифровые микросхемы: Справочник. 2-е изд., испр. — Челябинск, Металлургия, 1989.

2. Микроконтроллеры. Выпуск 2: Однокристальные микроконтроллеры PIC12C5х, PIC12C6х, PIC16х8х, PIC14000, M16C/61/62. Перевод с англ. Б. Я. Прокопенко/Под ред. Б. Я. Прокопенко. — М.: Додэка, 2000.

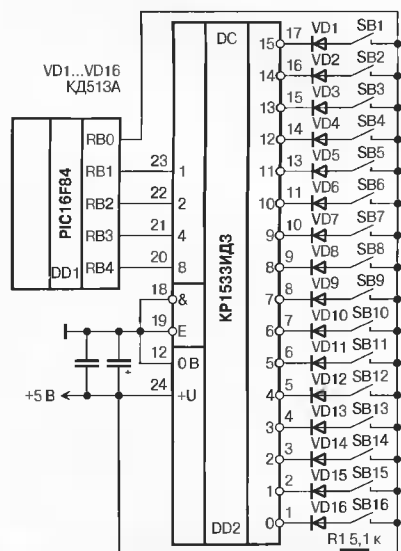


Рис. 1

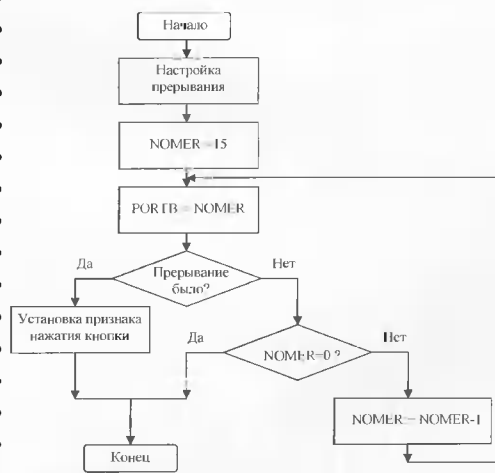


Рис. 2

(Окончание первого цикла. Начало — № 5/2003)

Компьютерное схемотехническое моделирование электронных устройств

Настоящая статья, посвященная спектральному анализу и синтезу периодических сигналов, заканчивает цикл, в котором было рассмотрено моделирование простейших пассивных цепей средствами программ Electronics Workbench (EWB) и Micro-Cap (MC). В следующем цикле будет рассмотрено моделирование полупроводниковых приборов и схемотехника аналоговых устройств на их основе.

Спектральное представление сигналов

Частотный «язык», о котором говорилось в статье цикла, опубликованной в журнале «Схемотехника» № 9 за этот год, применительно к характеристикам схем также широко используется и при описании свойств сигналов. Любой сложный сигнал может быть представлен в виде спектров амплитуд и фаз. Само же слово «спектр» происходит от латинского «spectrum», означающего «видимое», и подсознательно ассоциируется с картиной радуги. Оно пришло в радиоэлектронику из физической оптики, в которой спектральные представления составляют фундамент теории.

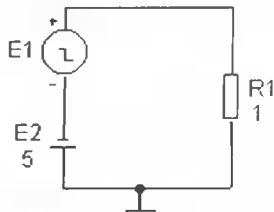


Рис. 79

Для иллюстрации использования спектрального описания рассмотрим анализ и синтез сигнала в виде периодической последовательности прямоугольных импульсов, напоминающей по форме меандр (греческий орнамент из прямоугольных завитков, названный так по историческому названию одноименной извилистой реки в Малой Азии).

В программе MC выберем генератор прямоугольных импульсов E1 (рис. 79).

Последовательно с ним включим источник постоянного напряжения E2 с полярностью, противоположной E1, и нагрузим эти источники на резистор R1.

Параметры источников зададим следующим образом. Для E1 примем амплитуду импульса VONE = 10 В, длительность 0,01 с и период повторения 0,02 с. Эти параметры вводятся текстовой директивой:

.MODEL 1 PUL (VONE=10 P1=0 ms
P2= 0ms P3=10ms P4=10ms P5=20ms)

или в окне задания параметров его свойств (рис. 80).

Для источника E2 принимаем ЭДС равной 5 В (половине максимального значения напряжения импульсов E1). В результате на общей нагрузке R1 сформируется знакопеременный сигнал формы меандр.

Проведем исследование переходных процессов для получения осциллограммы напряжения на нагрузке (рис. 81). В окне X Expression (выражение по оси X) поставим T, а в окне Y Expression — V(R1).

Для получения частотного спектра сигнала добавим (Add) еще один график, поставив в окошке X Expression F, а в Y Expression — HARM(V(R1)). Здесь символ F взят от слова Frequency (частота), оператор HARM — от слова HARMONIC (гармоника) и T — от Time (время). Далее проставляем соответствующие диапазоны наблюдения или выбираем режим Auto (рис. 81). Включив моделирование (Run), получаем зависимость напряжения на нагрузке от времени и спектр амплитуд напряжений гармоник этого сигнала (рис. 82).

Проведенный спектральный (гармонический) анализ показывает, что в этом сигнале наиболее выражены три гармоники: первая (основная) с частотой f_1 , равной частоте повторения импульсов $f_1 = 1/P_5 = 50$ Гц, третья с $f_3 = 3f_1 = 150$ Гц и пятая с $f_5 = 5f_1 = 250$ Гц. Их амплитуды уменьшаются с ростом номера и равны соответственно $U_{m1} = 6,4$ В, $U_{m3} = 2,6$ В и $U_{m5} = 1,3$ В. Все три гармоники в данном случае синфазны и их начальные фазы равны нулю. В природных оптических явлениях мы часто встречаемся с подобным «анализом», например, сложный белый свет, пройдя через мельчайшие водяные капельки, образует вследствие дисперсии картину спектра в виде многоцветной радуги.

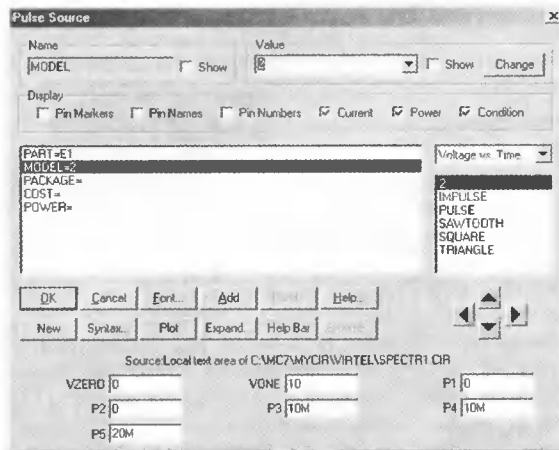


Рис. 80

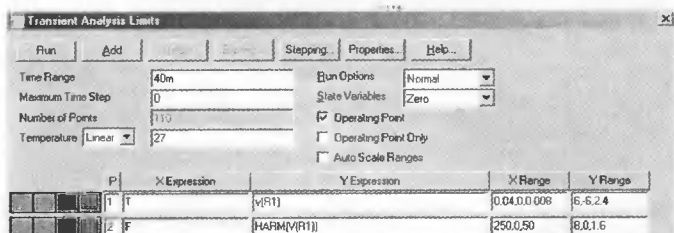
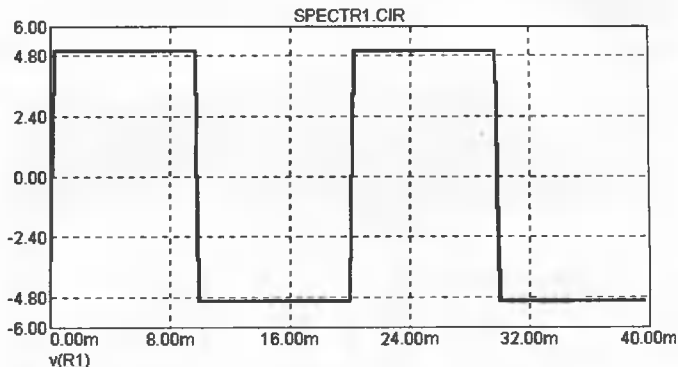


Рис. 81



T

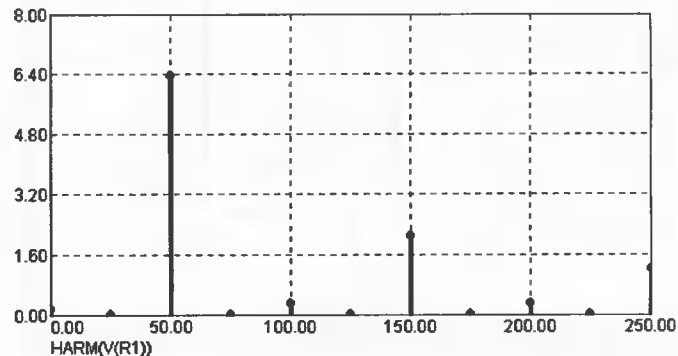


Рис. 82

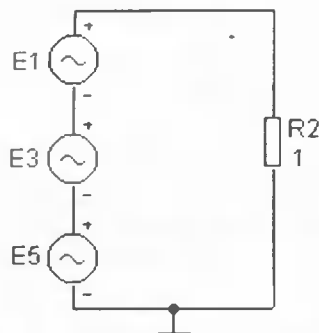


Рис. 83

Теперь просуммируем полученные гармоники, т. е. восстановим (синтезируем) исходный сигнал. Соберем схему из трех источников синусоидального напряжения, параметры которых выберем в соответствии с проведенным выше анализом, и включим их на общую нагрузку (рис. 83).

Текстовые директивы на задание параметров генераторов гармоник:

.MODEL 1 SIN (F=50 A=6.4),
.MODEL 3 SIN (F=150 A=2.6),
.MODEL 5 SIN (F=250 A=1.3).

Их можно также задать в трех окнах свойств соответствующих генераторов. Для примера на рис. 84 показано задание для генератора E1.

Повторим моделирование в режиме Transient, задав режим в соответствии с рис. 85, и получим осциллограммы трех складываемых гармоник и результат их сложения (рис. 86).

Видно, что синтез даже при такой грубой аппроксимации, при котором учитываются только три первые гармоники, дает форму сигнала, приближающуюся к прямоугольной.

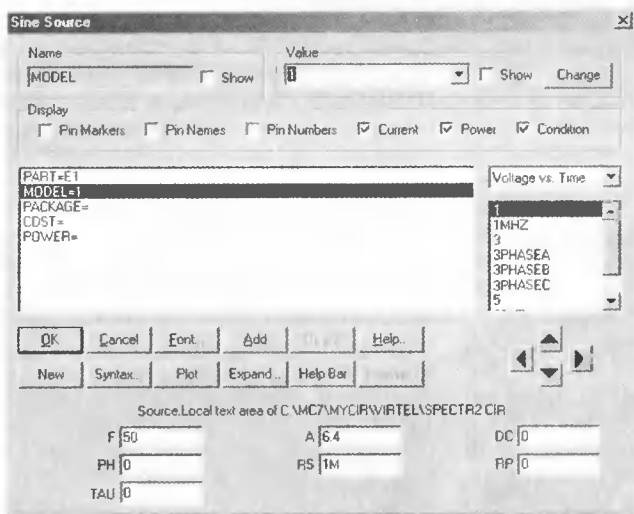


Рис. 84

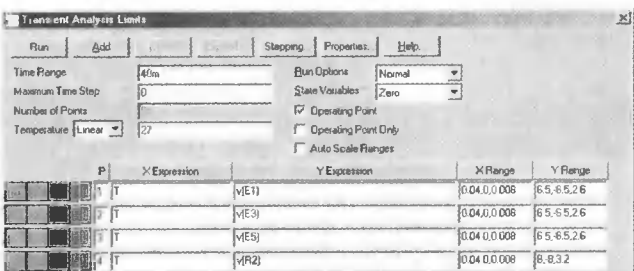


Рис. 85

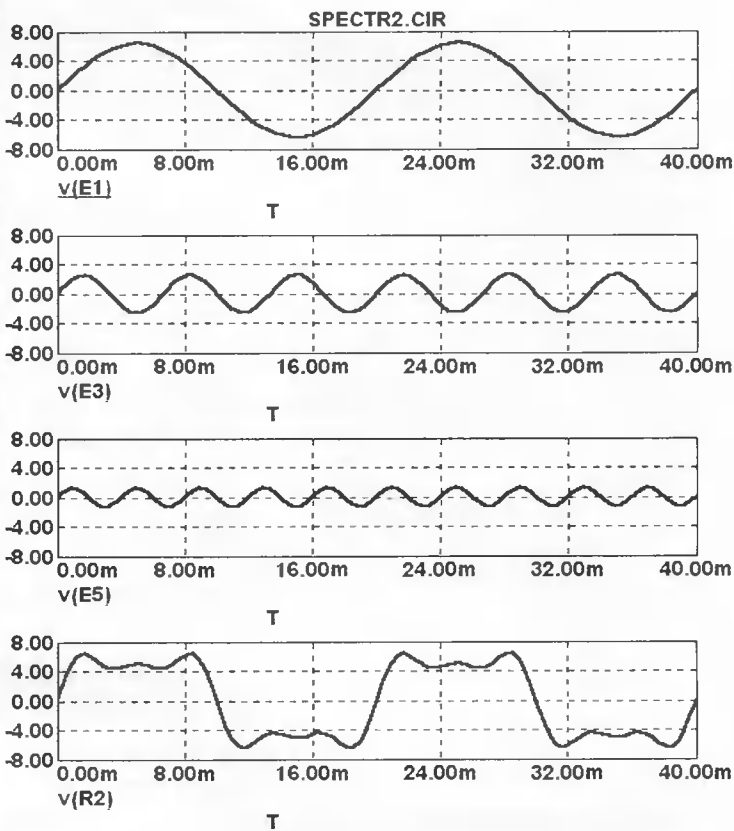


Рис. 86

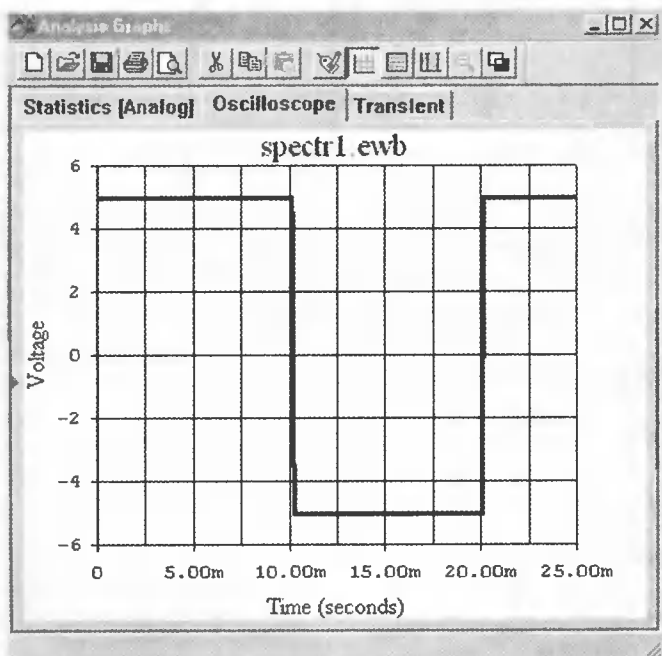


Рис. 88

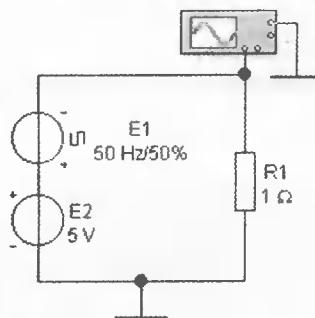


Рис. 87

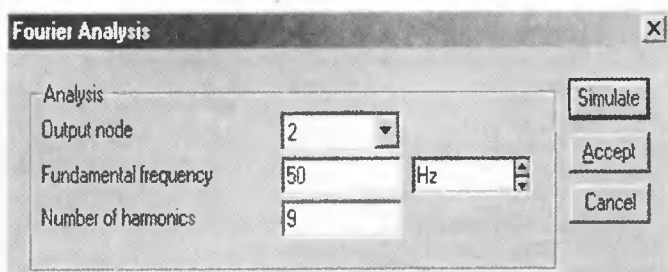


Рис. 89

В соответствии с теоремой Фурье теоретическое число гармоник в разложении бесконечно.

На практике пользуются тем, что амплитуды гармоник достаточно быстро убывают с ростом их номера, и исходный ряд обрывают в зависимости от требуемой точности.

Процедура синтеза также имеет наглядную оптическую аналогию при получении сложного цветного изображения в телевизионном кинескопе или на дисплее компьютера из трех составных: красного (Red), синего (Blue) и зеленого (Green). В полиграфии (в том числе и в цветных принтерах), поскольку белый цвет уже задан бумагой, используется смешение других цветов: голубого, пурпурного, желтого и черного.

В программе EWB также можно провести аналогичные спектральные исследования. Используя генератор пря-

моугольных импульсов Clock и источник постоянного напряжения Battery, соберем соответствующую схему (рис. 87).

Для удобства сравнения полярности источников по отношению к общему проводу поменяем на противоположные. Все установки выполним такими же, как и для рис. 79, 80.

Проведя моделирование как обычно, получим осциллограмму напряжения на резисторе (рис. 88).

Затем, войдя в опцию Analysis, выберем анализ Fourier (Фурье) и сделаем соответствующие установки (рис. 89).

Нажав в этом окне кноп-

ку Simulate (моделирование), получим спектр исследуемого сигнала (рис. 90).

Для проведения синтеза соберем схему, аналогичную рис. 83.

Нажав на кнопки Display Graphs и Activate simulation, получим осциллограмму синтезированного сигнала (рис. 91).

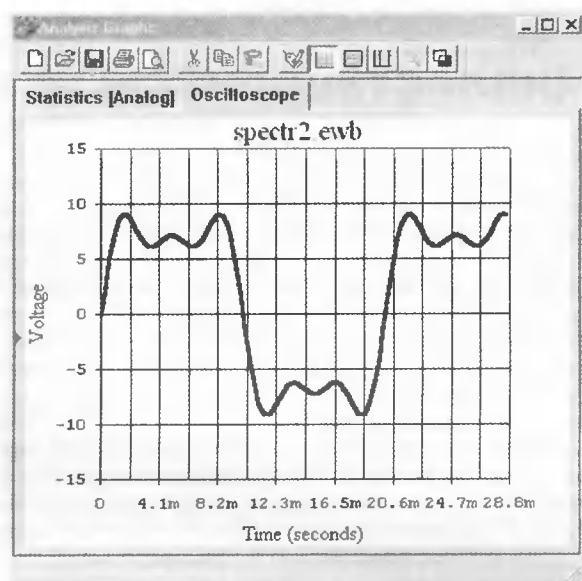


Рис. 91

Нетрудно видеть, что результаты анализа и синтеза в обеих программах совпадают, хотя техника их проведения и представления несколько отличаются между собой.

Рассмотренные методы моделирования будут использованы впоследствии для анализа работы разнообразных электронных устройств.

Генрих Кардашев,
Gkardashev@Yandex.ru

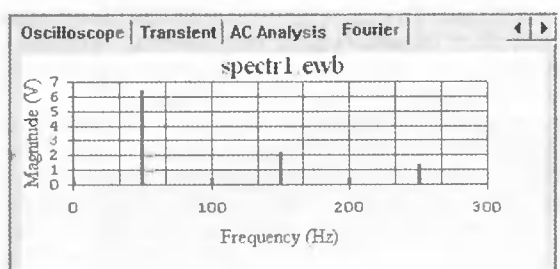


Рис. 90

Кварцевый генератор частоты сети

При необходимости добиться нормальной работы электронных часов, ход которых определяет частота сети, желательно иметь сигнал с точной частотой 50 Гц, а для некоторых — 60 Гц. Нередко точная частота сети необходима для функционирования аппаратуры, связанной с сетевыми измерениями, как, например, это потребовалось в [1]. Использование генераторов с кварцевыми резонаторами с последующим делением частоты обычно требует установки нескольких микросхем, в устройстве, описанном в [1], их пять. Применение микросхемы КР1005ПЦ2 резко упрощает решение такой задачи.

Схема генератора сетевой частоты на указанной микросхеме предельно проста (рис. 1). Для получения выходного сигнала с частотой 50 Гц кварцевый резонатор должен быть на 4,433619 МГц, при этом управляющий вход С микросхемы (вывод 6) должен быть подключен к выводу питания. Если необходима частота 60 Гц, резонатор должен быть на 3,579545 МГц,

а вход С следует подключить к общему проводу. Резонаторы на указанные частоты являются стандартными для цветных телевизоров, работающих в различных системах.

При частоте 50 Гц длительность выходных импульсов составляет 12,6 мс, т. е. коэффициент заполнения — 0,63. Для частоты 60 Гц длительность 9,02 мс, коэффициент заполнения — 0,54.

Номинальное напряжение питания микросхемы — 9 В. Микросхема имеет встроенный стабилизатор напряжения, который начинает работать примерно при 7,5 В и, по крайней мере, до 15 В. Амплитуда выходных импульсов при напряжении питания в указанном диапазоне составляет 5 В.

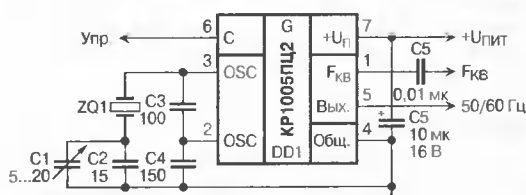


Рис. 1

Точная установка выходной частоты осуществляется подстроечным конденсатором C1, при необходимости возможен подбор емкости конденсаторов C2—C4. На выходе F_{кв} (вывод 1) присутствует сигнал, близкий по форме к синусоидальному. Его частота равна частоте кварцевого резонатора, двойная амплитуда (от пика до пика) — около 1 В. Точную установку выходной частоты можно производить по этому сигналу или измеряя период выходных импульсов при максимальной частоте заполняющих импульсов цифрового частотомера.

Микросхема оформлена в пластмассовом корпусе размерами 18,5×5,5×3,5 мм с однорядным расположением выводов, имеющих шаг 2,5 мм. Диапазон ее рабочих температур составляет -10...+70 °С.

Потребляемый таким генератором ток — 13...14 мА, хотя максимальное паспортное значение тока потребления микросхемы — 21 мА.

Импортный аналог микросхемы КР1005ПЦ2 — AN6342 фирмы Panasonic.

Петр Алешин,
editor@diar.ru.

Литература

1. Б. Гуденко, С. Зайцев, И. Нургалиев, Е. Плосс. Источник питания для проверки бытовых однофазных электросчетчиков. — Схемотехника, 2003, № 10, с. 2, 3.

Циклостационарные шумы

Фазовый шум генератора

Все автономные системы, например генераторы, производят относительно высокие уровни шумов на частотах, близких к частоте собственных колебаний. Поскольку помехи расположены близко к частоте колебаний, их невозможно удалить фильтрацией, не повлияв на выходной сигнал. Также в природе нелинейных генераторов и то, что преобладающие шумы находятся в фазе колебания. Таким образом, эти шумы не могут быть удалены при обработке сигнала амплитудным ограничителем. Этот эффект называется фазовым шумом генератора.

В приемнике фазовый шум гетеродина может смешаться с сильным сигналом от соседнего канала и забить сигнал от нужного (ПЧ) даже притом, что большинство побочных гармоник ПЧ удалено фильтром ПЧ. Этот процесс называется обратным смешиванием, что и показано на рис. 5.

Аналогично фазовый шум сигнала, произведенного соседним передатчиком, может создать помехи приему желаемого сигнала на другой частоте.

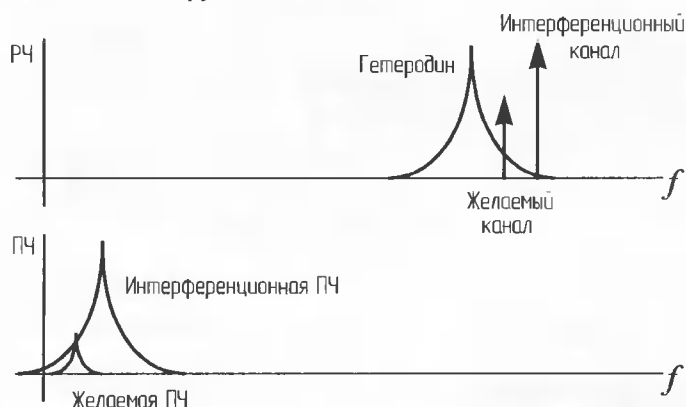


Рис. 5. В приемнике фазовый шум гетеродина может смешаться и интерферировать с большим сигналом от соседнего канала.

Генераторы с обратной связью

Рассмотрим генератор с обратной связью с усилением контура $H(f)$. При этом $X(f)$ представляет некоторый источник возмущения, а $Y(f)$ — реакцию генератора на источник возмущения $X(f)$. Для того, чтобы колебания были устойчивы, необходимо соблюсти условие синхронизма, т. е. чтобы усиление контура было равно единице, а фазовый сдвиг контура был равен 360° на частоте колебаний f_0 . Усиление от источника возмущения до выхода определится так

$$\frac{Y(f)}{X(f)} = \frac{H(f)}{H(f) - 1}$$

и стремится к бесконечности на частоте колебаний f_0 .

Усиление вблизи частоты колебаний определим, предполагая, что усиление контура как функция частоты изменяется гладко в этой области. Если $f = f_0 + \Delta f$, то

$$H(f_0) = H(f_0) + \frac{dH}{df} \Delta f$$

и передаточная функция имеет вид

$$\frac{Y(f + \Delta f)}{X(f + \Delta f)} = \frac{H(f) + \frac{dH}{df} \Delta f}{H(f) + \frac{dH}{df} \Delta f - 1} \quad (2)$$

Если $H(f_0) = 1$ и $\frac{dH}{df} \Delta f \ll 1$, то в большинстве практических случаев передаточная функция упрощается

$$\frac{Y(f + \Delta f)}{X(f + \Delta f)} \approx \frac{1}{\frac{dH}{df} \Delta f} \quad (3)$$

Таким образом, для цепей, которые содержат только источники белого шума, напряжение шума (или тока) пропорционально $1/f$, тогда как спектральная плотность мощности шума пропорциональна $1/f^2$ вблизи частоты генерации.

Мы пока предполагали, что наш генератор линеен и стабилен во времени (ЛСВ). Это позволило нам видеть, что усиление шума около несущей частоты создано явлением ЛСВ, которое является естественным следствием комплексной пары полюса генератора на мнимой оси S -плоскости в f_0 . Однако модель ЛСВ не объясняет, почему шум преобладает именно в фазе колебания, поэтому модель ЛСВ не очень хорошая основа для дальнейшего анализа. Она вводит нас в заблуждение, поскольку не включает в себя эффекты, которые являются существенно важными в поведении генератора. Для того, чтобы учесть эти эффекты, необходимо произвести моделирование периодически изменяющейся во времени передаточной функции [1], что выходит за рамки этой статьи. Вместо этого модель будет с насыщением, поскольку позволяет объяснить фазовый шум на качественном уровне. Далее в статье мы опишем эту модель.

Для существования устойчивых колебаний в генераторе с обратной связью необходимо соблюдение условий синхронизма, т. е. чтобы коэффициент усиления электрического контура был единицей, а сдвиг фаз контура — 360° . Для уверенного запуска генератора начальное усиление контура должно быть больше единицы. В результате амплитуда колебаний растет, пока усилитель не входит в насыщение настолько, что эффективное усиление контура станет равным единице. Если по некоторым причинам амплитуда колебаний уменьшается, глубина насыщения тоже уменьшается. Усиление возрастает, что заставляет амплитуду колебаний расти. Точно так же, если происходит увеличение амплитуды колебаний, глубина насыщения увеличивается, заставляя усиление электрического контура снизиться до единицы, а амплитуда уменьшается. Таким образом, нелинейность усилителя фундаментальна для обеспечения стабильной амплитуды колебаний генератора и подавления амплитудных флюктуаций. Как показано на рис. 6, любые амплитудные флюктуации, которые производятся шумом, подавляются, практически остаются только фазовые. В результате шум на выходе генератора является в основном фазовым шумом.

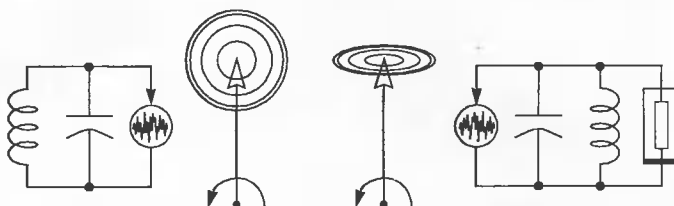


Рис. 6. Линейный генератор наряду с его откликом на шум (на рисунке слева) и нелинейный генератор с его откликом (справа). Для нелинейного генератора, чтобы иметь стабильную амплитуду, средняя проводимость, показанная нелинейным резистором, должна меняться в отрицательную и положительную сторону и обращаться в нуль при требуемой амплитуде. Стрелки-векторы показывают сигнал на выходе невозмущенного генератора (несущую), а круги и эллипсы — реакцию на возмущения в виде шумов. В линейном генераторе помехи просто добавляются к несущей. В нелинейном генераторе нелинейности действуют так, чтобы стабилизировать амплитуду генератора, и таким образом гасят амплитудные флюктуации. При этом круги шумов радиально сжимаются, что и приводит к преобладанию фазовых флюктуаций.

Предельный цикл генератора

Предыдущие пояснения распространялось только на генераторы с обратной связью. В этом разделе принят альтернативный подход, но только в предположении, что гене-

ратор имеет устойчивый предельный цикл. Этот подход можно использовать в отношении генераторов всех видов.

Рассмотрим два параметра состояния генератора (рис. 7) относительно друг друга. В установившемся режиме траектория — устойчивый предельный цикл v . Теперь рассмотрим генератор, возмущенный импульсом. Предположим, что реакция на это возмущение — Δv . Далее разделим Δv на амплитудные и фазовые вариации:

$$\Delta v(t) = (1 + \alpha(t))v(t + \varphi(t)/2\pi f_0)v(t). \quad (4)$$

где $v(t)$ — невозмущенное выходное напряжение генератора, $\alpha(t)$ — вариация по амплитуде, $\varphi(t)$ — вариация по фазе, f_0 — частота колебаний.

Так как колебание устойчиво, а продолжительность возмущения конечна, вариация амплитуды, в конечном счете, сильно затухает, и генератор возвращается на свою устойчивую траекторию ($\alpha(t) \rightarrow 0$ при $t \rightarrow \infty$). Таким образом, есть стабилизирующая сила, которая имеет тенденцию противодействовать амплитудному шуму.

Эта стабилизирующая сила является естественным следствием нелинейной природы генератора и, по крайней мере,

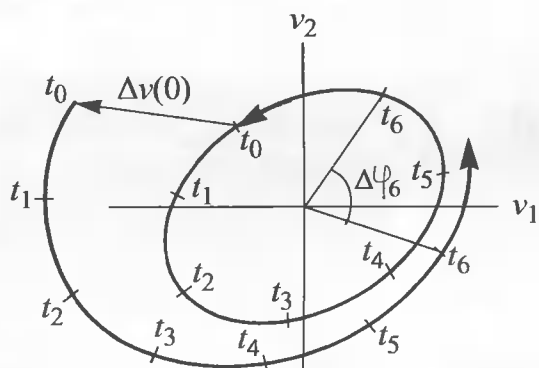


Рис. 7. Фазовая траектория генератора, показанного в пространстве состояний с возмущением и без возмущения v . Наблюдая временные метки t_0 – t_6 можно видеть, что девиация в амплитуде подавляется, в то время как девиация по фазе — нет.

частично подавляет флуктуации амплитуды. Если генератор автономный, то любая смещенная во времени версия решения его дифференциальных уравнений также является решением. Поэтому, если из-за воздействия возмущения фаза сместилась, генератор продолжает работать так, как будто никогда не испытывал возмущения. Другими словами, стабилизации фазы нет, а раз так, то ее девиация будет накапливаться. Единичное возмущение смещает фазу на постоянную величину ($\varphi(t) \rightarrow \Delta\varphi$ при $t \rightarrow \infty$). Если мы пренебрегаем всеми малыми постоянными времени, то можно доказать, что импульсная характеристика девиации фазы $\varphi(t)$ может быть аппроксимирована функцией единичного скачка $s(t)$. Фазовый сдвиг через какое-то время для произвольного входного возмущения и составит

$$\varphi(t) \approx \int_{-\infty}^{\infty} s(t - \tau)u(\tau)d\tau = \int_{-\infty}^t u(\tau)d\tau, \quad (5)$$

а спектральная плотность мощности

$$S_{\varphi}(\Delta f) \approx \frac{S_u(\Delta f)}{(2\pi\Delta f)^2}. \quad (6)$$

Это показывает, что во всех генераторах реакция на любую форму возмущения, включая шум, усилена и проявляется главным образом в фазе. Усиление реакции на возмущение возрастает по мере того, как частота возмущения приближается к частоте колебания. Возможны различные подходы, чтобы улучшить относительную шумовую характеристику генератора: использование резонатора с более высокой добротностью (например, кварцевые резонаторы), увеличение уровня мощности выходного сигнала относительно шума, использование стабилизирующих устройств. Однако усиление шума, пропорциональное $1/f^2$, которое происходит в генераторах, может быть исключено только ограничением

фазы генератора. Это достигается синхронизацией генератора внешним более чистым сигналом или вставкой его в кольцо фазовой автоподстройки.

Шум генератора и спектр фазового шума

Есть две обычно используемые характеристики шума в генераторе: S_{φ} — спектральная плотность фазы и S_v — спектральная плотность напряжения. S_v содержит компоненты амплитудного и фазового шума, но в генераторах фазовый шум доминирует, кроме частот, далеких от несущей и ее гармоник. S_v непосредственно наблюдаем на анализаторе спектра, тогда как S_{φ} наблюдаем, если сигнал сначала пропускается через фазовый детектор. Другая мера шума генератора — L , которая является просто спектральной плотностью мощности напряжения S_v , нормализованной к полной величине.

При $t \rightarrow \infty$ дрейф фазы не ограничен и $S_{\varphi}(f) \rightarrow \infty$ при $\Delta f \rightarrow 0$. Однако даже при неограниченном фазовом дрейфе флуктуации напряжения ограничены диаметром предельного цикла генератора. Поэтому при $\Delta f \rightarrow 0$ спектральная плотность мощности S_v выглядит так, как показано на рис. 8. Чем сильнее фазовый шум, тем шире ширина спектральной линии и ниже амплитуда сигнала в пределах ширины спектральной линии. Так получается потому, что фазовый шум не влияет на общую мощность сигнала. Если шум отсутствует, $S_v(f)$ — последовательность импульсных функций на гармониках частоты колебаний. При наличии шума импульсные функции размываются по оси частот, сохраняя, однако, ту же самую полную мощность.

Считается, что напряжение шума S_v является малым сигналом вне ширины спектральной линии и, таким образом,

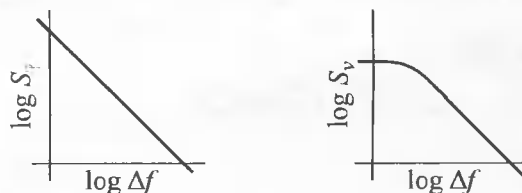


Рис. 8. Два различных способа характеризовать шум в том же самом генераторе. S_{φ} — спектральная плотность фазы, S_v — спектральная плотность мощности напряжения.

может быть точно рассчитано методами малосигнального анализа. И наоборот, напряжение шума в пределах ширины спектральной линии — большой сигнал (достаточно большой чтобы заставить цепь вести себя нелинейно) и не может быть рассчитан малосигнальными методами.

Генераторы и частотная корреляция

В управляемых циклостационарных системах, которые имеют стабильную привязку по времени, корреляция по частоте имеет вид последовательности импульсных функций, отделенных $f_0 = 1/T$. Таким образом, шум на f_1 является коррелированными с шумом на f_2 , если $f_2 = f_1 + kf_0$, где k — целое число, и не иначе. Однако фаза колебаний, произведенных генераторами, в которых есть фазовый шум, нестабильна. Корреляционная функция в этом случае не является набором равноудаленных отдельных импульсов — они размываются. То есть шум на частоте f_1 будет коррелированным с f_2 , если $f_2 = f_1 + kf_0$, где k близко к целому числу.

Реально шум, произведенный генераторами, не циклостационарен [1]. Такое различие становится существенным только тогда, когда выходной сигнал генератора сравнивается с его задержанным сигналом. Это может происходить, например, в радарной системе, где выходной сигнал генератора смешивается с предыдущим выходным сигналом после того, как он был задержан, перемещаясь к удаленному объекту и обратно. Это происходит потому, что фаза генератора в течение времени прохождения сигнала дрейфует беспорядочно. Если время прохождения достаточно велико, разность фаз между этими двумя сигналами становится полностью случайной, и с этими двумя сигналами можно обращаться так, как будто они асинхронны (см. раздел «Средняя по времени спектральная плотность мощности шума»). Таким образом, шум в экосигнале может считаться

стационарным, поскольку он асинхронен с задающим генератором, даже при том, что эхосигнал и сигнал задающего генератора получены от того же самого генератора. Если время прохождения очень мало, то и не будет существенной разности фаз между двумя сигналами, чтобы они стали заметно независимыми, и с шумом можно обращаться так, как будто он циклостационарен. Наконец, если время прохождения существенно меньше, чем время, которое требуется фазе генератора, чтобы стать полностью независимой, то фаза только частично независима. В этом случае нужно быть внимательным и следует принять во внимание расширение спектра корреляции, которое происходит с генераторами. Из-за этих трудностей в интерпретации спектра частот генератора, разумно обратиться к модели во временной области, подразумеваемой в (4) при интерпретации шума от автономных генераторов.

Расчет фазового шума

Чтобы показать, как может быть рассчитан фазовый шум генератора, рассмотрим действие малого фазового возмущения на сигнал генератора. При достаточно коротком времени наблюдения (другими словами, если мы не пытаемся

вычислять частоты в пределах ширины спектральной линии генератора), мы можем линеаризовать (4), и тогда получим следующее.

$$\Delta v(t) = \frac{dv(t)}{dt} \frac{\Delta \varphi(t)}{2\pi f_0} \quad (7)$$

Это простая формула говорит о том, что фазовые возмущения вносят те компоненты, которые совпадают по направлению с касательными к предельному циклу генератора. Чтобы анализировать фазовый шум, мы должны определить, насколько каждый источник шума способствует возмущениям на режим генератора по направлению касательной предельного цикла. Поскольку возмущения от шумов, которые способствуют касательным перемещениям, в общем случае не строго касательные, точный анализ шумов генератора требует довольно громоздких алгебраических вычислений.

Окончание следует

Олег Петраков,
http://pspicelib.narod.ru

(Окончание. Начало — № 11/2003)

Медицинский ультразвуковой датчик воздуха

Как уже упоминалось в первой части статьи, конструктивно приемник и излучатель одинаковы (рис. 3), поэтому передатчик (пьезоэлемент BQ2) и приемник (пьезоэлемент BQ3) взаимозаменяемы. Пьезоэлементы (поз. 2, рис. 3) приклеиваются к резонансным стаканам (поз. 1). Тип пьезоэлементов — ЭПЧД-010. Пьезоэлемент с обеих сторон имеет металлизированное напыление. При склейке необходимо выдерживать особый технологический режим, так как от этого зависит получение идентичных акустических параметров как приемника, так и излучателя. В [1] приведены конструкции сигнализаторов, в которых крепление пьезопластины (пьезоэлементов) осуществляется с помощью цилиндрических и тарельчатых пружин, пружины поджимаются гайкой, либо стопорным кольцом. Независимо от способа крепления необходимо обеспечить хороший акустический контакт между пьезоэлементом и внутренней поверхностью доньшка стакана (поз. 1, рис. 3). В передатчике центральная жила экранированного провода (поз. 4, рис. 3) припаивается к пьезоэлементу (поз. 2, рис. 3) и к контакту 1 на плате усилителя (рис. 1), а наружная оплетка провода (экран) припаивается к корпусу (поз. 3, рис. 3) и к контакту 2. В приемнике распайка экранированного провода производится аналогично. Тип провода — МГТФЭ-1 0,12.

При пайке центральной жилы экранированного провода к пьезоэлементу необходимо выдерживать особый температурный режим, чтобы металлизированное напыление не отслоило от корпуса пьезоэлемента. После охлаждения место пайки заливается клеем. Конструкция датчика в сборе и его разрез показаны на рис. 4.

Ловушка воздуха кровопроводящей или инфузионной магистрали устанавливается вертикально в держатель (поз. 4, рис. 4). Следует отметить, что поскольку корпус ловушки воздуха перфузионной или инфузионной магистрали имеет вид усеченного конуса, отверстие в держателе ловушки воздуха выполнено той же формы. Метка положения (рис. 4) располагается на плоскости держателя ловушки воздуха, где диаметр конуса меньше. Датчик всегда располагается горизонтально, при этом метка положения должна быть снизу. Пластины излучателя и приемника (поз. 2, рис. 3) плотно прижимают стакан (поз. 1 на рис. 3) к корпусу ловушки воздуха, тем самым обеспечивая хороший акустический контакт. Излучатель и приемник крепятся к корпусу (поз. 1, рис. 4), материал корпуса — УПМ-0612Л белый, сорт высший ОСТ6-05-406-80. Как видно из рис. 4, путь распространения сигнала помехи по корпусу гораздо больше базы прозвучивания. Плата усилителя сигнала датчика (плата управления) (поз. 7) крепится к пластине (поз. 5) датчика воздуха через стойки (поз. 6) винтовым соединением. В свою очередь пластина винтовым соединением крепится к держателю ловушки воздуха (поз. 4). Держатель ловушки воздуха сделан из такого же материала, что и корпус (поз. 1).

Правильно собранный датчик начинает работать сразу. В датчике нет никаких настроек и регулировок. Проверку работоспособности датчика нужно проводить в следующей последовательности:

- подать с источника питания питающее напряжение на соединитель X1;
- проконтролировать на контакте 5 соединителя X1 наличие лог. 0, индикатор HL1 должен быть выключен;

- установить вертикально ловушку воздуха перфузионной магистрали в держатель ловушки воздуха датчика (метка на корпусе держателя ловушки воздуха должна быть на нижней поверхности), проконтролировать на контакте 5 соединителя X1 наличие лог. 0, индикатор HL1 должен быть выключен;
- заполнить ловушку воздуха водой до уровня риски на корпусе держателя, проконтролировать включение индикатора HL1, проконтролировать наличие на контакте 5 соединителя X1 лог. 1;
- слить воду из ловушки так, чтобы уровень воды был на 10 мм ниже уровня риски, проконтролировать выключение индикатора HL1 и наличие лог. 0 на контакте 5 соединителя X1.

Необходимо проверить работу датчика на пену (мыльный раствор), для этого необходимо заполнить магистраль и ловушку воздуха пеной, индикатор HL1 должен быть выключен, на контакте 5 соединителя X1 должен быть лог. 0.

Коды программы в формате Intel HEX для микроконтроллера D1 представлены в табл. 2.

Программа состоит из четырех основных частей: процедуры инициализации, основной программы, работающей в замкнутом цикле, подпрограммы обработки прерывания от таймера T/C0, подпрограммы обработки прерывания по входу INTO микроконтроллера D1 (вывод 6), а также подпрограмм, реализующих временные задержки. Запрос прерывания по входу INTO имеет приоритет по отношению к прерыванию от таймера T/C0. Плата 2

```
020000000800B73
02000300805328
10000B008024C2B4C2B500C296C297D2B2D2B3D2C8
10001B00B8C2B9D288758901758A78758CECD28C87
10002B00D2A9D2AF80FEC28C758A78758CECD28C3B
10003B00D230D2B4C2B41161C289D296D2A81166A1
10004B00C2A8C296303004D2B0C2B70032C2A8C226
10005B00B0C230D2B7327B07DBFE227C12DCFE2231
000000001FF
```

риод следования запускающих импульсов с вывода 8 микроконтроллера обеспечивается таймером T/C0. Временная задержка 20 мкс (время t_2 на рис. 2, в) реализована в регистре R3, а временные ворота длительностью 15 мкс — в регистре R4. В этот промежуток времени разрешается прерывание по входу INT0 микроконтроллера, и при наличии лог. 0 на данном входе микроконтроллер выставляет на выводах 2 и 9 (включение индикатора HL1) лог. 1, что говорит о наличии жидкости (раствора) между излучателем и приемником датчика.

Следует отметить, что все временные интервалы и задержки, реализованные в программе, выдерживаются для кварцевого резонатора с частотой 11,052 МГц (ZQ1 на рис. 1). Допускается подключение к микроконтроллеру кварцевых резонаторов с частотой до 24 МГц. При использовании кварцевых резонаторов с другими частотами необходимо программно выдержать все временные интервалы и задержки, указанные в алгоритме работы датчика. Внешний вид датчика представлен на фотографии (рис. 5).

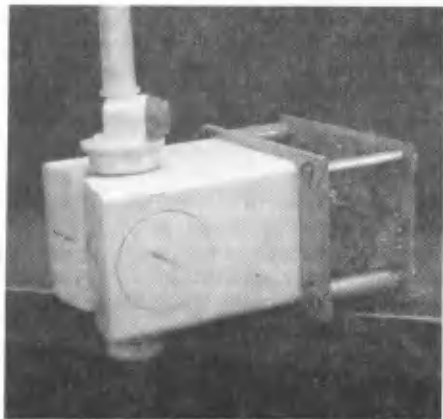


Рис. 5

Рассмотрим пример с минимальной базой прозвучивания. В некоторых случаях необходимо контролировать наличие жидкости не только в ловушке воздуха, но и в самой магистрали. Магистраль представляет собой прозрачный трубопровод, изготовленный из силикона или поливинилхлорида. Рассмотрим работу датчика на магистраль с внешним диаметром 4 мм. Конструкция такого датчика показана на рис. 6.

Излучатель и приемник (поз. 1, рис. 6) такие же, как и в предыдущем примере (рис. 3). Чтобы обеспечить центровку магистрали представляет собой прозрачный трубопровод, изготовленный из силикона или поливинилхлорида. Рассмотрим работу датчика на магистраль с внешним диаметром 4 мм. Конструкция такого датчика показана на рис. 6.

$$t_2 = b/c = 0,004/1500 \approx 2,6 \text{ мкс.}$$

Реально при комнатной температуре время распространения сигнала в воде

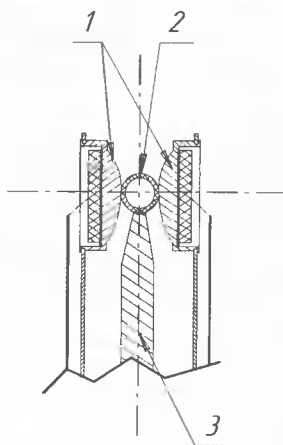


Рис. 6

порядка 4...5 мкс. Целесообразно время задержки (время t_2 на рис. 2, д) сделать равным 7...8 мкс (отсчет времени идет по фронту запускающего импульса, см. рис. 2, а). Длительность временных ворот остается такой же, как и в датчике для ловушки воздуха — 15 мкс (рис. 2, д). Принципиальная схема датчика, работающего на силиконовую или поливинилхлоридную трубку с внешним диаметром 4 мм, отличается от схемы на рис. 1 только тем, что на входной усилитель подается однополярное напряжение (вместо -12 В подается 0) и изменен номинал резистора R16. Чтобы исключить влияние наводок и помех с излучателя датчика на входной усилитель A1, его нужно развести на отдельной плате и поместить в экран. Алгоритм работы датчика, работающего на магистраль, такой же, как и у датчи-

Таблица 3

```

:02000000800B73
:02000300805328
:10000B008024C2B4C2B500C296C297D2B2D2B3D2C8
:10001B00B8C2B9D288758901758A78758CECD28C87
:10002B00D2A9D2AF80FEC28C758A78758CECD28C3B
:10003B00D230D2B4C2B41161C289D296D2A81166A1
:10004B00C2A8C296303004D2B0C2B70032C2A8C226
:10005B00B0C230D2B7327B03DBFE227C12DCFE2235
:00000001FF

```

ка работающего на ловушку воздуха, только нужно программно изменить время задержки для временных ворот (рис. 2, д). Коды программы в формате Intel HEX представлены в табл. 3.

Аппаратные и программные ресурсы микроконтроллера AT89C2051PI позволяют организовать работу двух датчиков (на ловушку и на магистраль) одновременно. Принципиальная схема такого устройства приведена на рис. 7.

Коды программы в формате Intel HEX микроконтроллера D1 для устройства представлены в табл. 4.

Программа состоит из основной программы, работающей в замкнутом цикле и трех подпрограмм обработки прерываний: по входу INT0, по входу INT1 и от таймера T/C0. Приоритет обработки прерываний следующий: сначала обрабатывается прерывание по входу INT0, потом по входу INT1, а затем обрабатывается прерывание от таймера T/C0. В описанных выше устройствах микроконтроллеры запрограммированы на программаторе LEAPER-10. Программное обеспечение разрабатывалось в среде Keil uVision2.

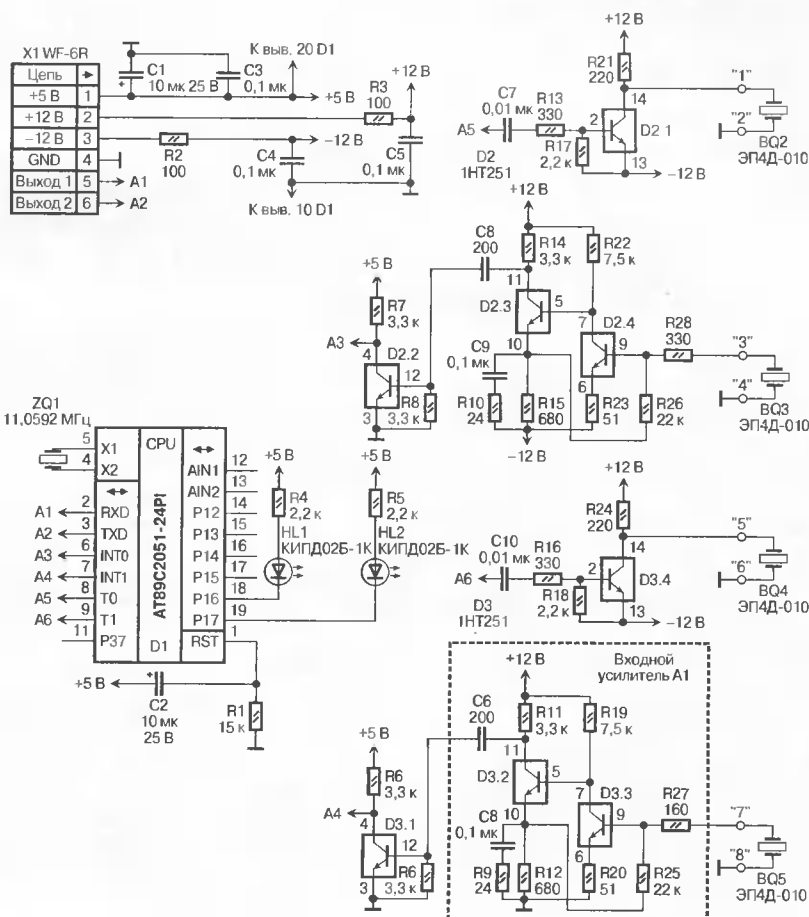


Рис. 7

Таблица 4

```

:0200000080136B
:02000300807506
:02000B00803043
:10001300806EC2B4C2B500C296C297D2B2D2B3D276
:1000230080B2BAC2B9D288D28A758901758A78756D
:1000330080CED28CD2A9D2AF80FEC28C758A787533
:1000430080CED28CD230D2B4C2B4118CC289D29689
:10005300D2A81191C2A8D29630300D2B0D230D2F7
:10006300B5C2B51196C28BD297D2AA1191C2AAC2B8
:100073009730300D2B132C2A8C2B0C230C2963277
:10008300C2AAC2B1C230C297327B07DBFE227C1206
:08009300DCFE227D02D0FE22ED
:00000001FF

```

Рассмотренные датчики могут применяться не только в медицинской технике, но и в других областях. Датчик для ловушки воздуха может работать на трубопроводах или магистралях, изготовленных из эластичных полимерных материалов, например из силикона или поливинилхлорида, с внешним диаметром от 18 до 20 мм и толщиной стенки до 1,5 мм. Датчик воздуха для магистрали может работать на эластичные полимерные трубопроводы или магистрали с внешним диаметром 6 мм и толщиной стенки до 1,5 мм. Датчики могут работать на трубопро-

воды с более толстыми стенками, но для этого нужно обеспечить хороший акустический контакт между стаканами излучателя и приемника (поз. 1, рис. 3) и стенками трубопровода более жестким прижимом (трубопроводы с толстыми стенками менее эластичны). Датчик может работать на трубопроводы с внешним диаметром и более 20 мм, но для этого необходимо увеличивать коэффициент усиления входного усилителя в приемной части датчика.

Сергей Шишкин,
avangard@rol.ru

Журналы «Схемотехника» и «Компоненты и Технологии» можно приобрести в городах

Россия

Москва

Редакция журнала — ул. Бутырская, д. 41/47, вход с торца напротив ДПС (ул. Вятская, д. 35), (м. Савеловская), тел/факс (7+095) 777-1215;

Митинский радиорынок;

«Аргуссофт Компани» — Пр. Мира, 95 (м. Алексеевская);

магазин «Мир Печати» — ул. 2-я Тверская-Ямская, д. 54, (м. Белорусская);

магазин «Чип и Дип» — ул. Беговая, д. 2 (м. Беговая);

магазин «Чип и Дип» — ул. Гиляровского, д. 39 (м. Проспект Мира);

магазин «Чип и Дип—Платан» — ул. Ивана Франко, д. 40, стр. 2 (м. Молодежная);

магазин «Чип и Дип» — ул. Земляной вал, д. 34 (м. Курская);

Фирма «Фитон» — Дмитровское ш., 62, корп. 2 (м. Дмитровская);

КТЦ-МК — 1-й Щемилковский пер., д. 19;

магазин «Кварц» — ул. Буженинова, д. 16 (м. Преображенская площадь).

Для оптовиков в Москве

«ИД Скимен» — ул. Бутырская, д. 41/47, вход с торца напротив ДПС (ул. Вятская, д. 35), (м. Савеловская), тел/факс (7+095) 777-1215; e-mail: sales@dian.ru.

Санкт-Петербург

«Наука и Техника» — nit@mail.wplus.net;

магазин «Чип и Дип» — Кронверкский пр., д. 73.

Воронеж — магазин «Дип и Чип» — Кольцовская ул., 38; Рынок «Труд».

Екатеринбург — «Аверон Мед» — ул. Чкалова, д. 3.

Ижевск — «Радио-офис» — ул. С. Ковалевской, д. 16; магазин «Радио-1» — ул. Коммунаров, д. 230; магазин «Радио-2» — Широкий пер., д. 16; магазин «Радио-3» — ул. 40 лет Победы, д. 52А.

Иошкар-Ола — инфоцентр «Моби-Эл» — ул. К. Маркса, д. 110, оф. 307.

Липецк — радиорынок;

«Бизнес-Книга» — пр. Победы, д. 29.

Нижний Новгород — радиорынок;

Новосибирск — «DSP — Технология» — пр. Карла Маркса, д. 30, офис 835; «Планар» — ул. Восход, д. 9;

«АРПИ-Сибирь» — отдел распространения; магазин «ТОП-Книга».

Орел — магазин «На Бульваре» — бул. Победы, д. 1.

Омск — магазины «Голубой Огонек», «Сокол», «Версаль», «Музыкальные товары», «Заозерный».

Пенза — магазин «Электроника» — ул. Мира, д. 11;

«ТехСервис» — ул. Б. Коммунистическая, д. 28.

Ростов-на-Дону — радиорынок, «Электронный мир» — Буденновский пр-т, д. 68, оф. 127.

Самара — «Мир Электроники» — ул. Ерошевского, д. 3А, оф. 436; магазин «Техническая книга» — ул. Советской Армии, д. 124.

Ставрополь — магазин «Телезапчасти».

Тюмень — магазин «Саша» — ул. Тульская, д. 11.

Томск — ООО «Системкомплект» — пр. Ленина, д. 30А, оф. 111.

Челябинск — «Техлит» — ул. Цвиллинга, д. 64, корп.1;

«Паллада-Микро» — Ленина пр., д. 89, ком. 116.

Ярославль — магазин «Чип и Дип» — пр. Ленина, д. 8а.

Украина

Для оптовиков на Украине — k-k@scana.com.ua (Харьков).

Киев — радиорынок.

магазин «Микроника» — ул. М. Расковой, 13;

Донецк — радиорынок; «Дискон» — ул. Воровского, д. 1/2.

Одесса — Магазин «K206 Электронные компоненты» — 2-й Водопроводный пер, д. 5; радиорынок.

Харьков — k-k@scana.com.ua.; радиорынок на «Героев Труда», книжный рынок «Райский уголок» — ряды 2 и 6.

Молдова

Кишинев — книжный магазин «Центр книги и прессы» — Привокзальная пл., д. 2, тел: 276922, 541122 (оформление подписки по Молдове);

Кишинев — e-mail: alex@hit.mldnet.com, Fido Net 2:469/15.30 Alex Vorobievast.

Беларусь

Минск — представительство в Белоруссии — «Премьер Электрик» — пр-т Ф. Скорины, д. 58, оф. 120, e-mail: murom@premier-electric.com

Интернет-магазины

BOLERO — www.bolero.ru,

DESSY — www.dessy.ru

Светозвуковой информатор повреждения телефонной линии

Современные телефонные аппараты, работающие на проводных линиях связи, при большом наборе сервисных функций, как правило, не имеют возможности оперативно информировать о повреждениях телефонной линии. В этой статье предлагается несложное устройство, встраиваемое в любой телефонный аппарат с питанием от сети переменного тока 220 В, которое подает световой и кратковременный звуковой сигналы при обрыве или коротком замыкании на абонентской телефонной линии связи.

За последние 10...15 лет радиолюбителями создано достаточно много конструкций для защиты проводных телефонных сетей от несанкционированного использования, которые блокируют импульсный набор номера при пиратском подключении. К сожалению, в настоящее время эффективность подобных устройств близка к нулю, так как, во-первых, на многих АТС все активнее внедряется поддержка тонального набора номера, а во-вторых, все они оказываются абсолютно бессильными при умышленном разрыве проводной линии связи. Так как при обрыве или коротком замыкании проводов соединительной линии приставки, получающие питание от телефонной сети, оказываются обесточенными, то для их питания целесообразно использовать другой источник энергии. Предлагаемое устройство, собранное по схеме на рис. 1, может быть встроено в любой телефонный аппарат, факс, радиоудлинитель, автоответчик, автоматический определитель номера, имеющий встроенный или выносной сетевой блок питания.

Сигнальный вход подключается к выходу выпрямителя напряжения телефонной линии, которым оснащены все электронные телефонные аппараты. Обычно это напряжение при свободной телефонной линии составляет около 60 В, а на некоторых офисных АТС — 30...40 В. При исправной телефонной линии напряжения на входе устройства достаточно для удержания полевого транзистора VT2 в открытом состоянии, который малым сопротивлением канала исток шунтирует на общий провод цепь

управляющего электрода тринистора VS1. Тринистор закрыт, также закрыты и все следующие за ним по схеме транзисторы. Мигающий светодиод HL3 не светится, пьезокерамический излучатель со встроенным генератором BF1 молчит.

В случае, если напряжение на выходе выпрямителя становится меньше 4 В, после разряда конденсатора C1 примерно через одну секунду транзистор VT2 закрывается, на управляющий электрод тринистора через резисторы R3, R5 подступает открывающее напряжение, тринистор открывается, что приводит к открыванию транзисторов VT3, VT4, VT6 и включению прерывистой звуковой и световой сигнализации. Наличие конденсаторов C1, C2 предотвращает ложные включения сигнального устройства, например, при импульсных помехах в телефонной линии или питающей цепи и при наборе номера. Тринистор типа КУ112А при малом анодном токе может работать в триггерном режиме, т. е. является управляемым. Чтобы отслеживать относительно кратковременные повреждения телефонной линии, цепь затвора полевого транзистора VT2 шунтируется на общий провод через диод VD2 и открытый тринистор, что препятствует открыванию VT2 и закрыванию VS1 при появлении напряжения в телефонной линии. Чтобы не привлекать постороннего внимания, например, при длительном отсутствии хозяев, длительность звукового сигнала ограничена 20 с. Происходит это таким образом. При открывании тринистора, т. е. срабатывании сигнального устройства, полевой транзистор VT3 и эмиттерный повторитель на VT4 оказываются открытыми. Через резистор R8 заряжается оксидный конденсатор C3. Как только на-

пряжение затвор-исток транзистора VT5 превысит порог его открывания, этот транзистор откроется и зашунтирует затвор VT6, что приведет к закрыванию этого транзистора и прекращению работы звукового сигнализатора BF1. При этом мигающий светодиод HL3 будет продолжать вспыхивать до кратковременного замыкания контактов кнопки сброса SB1, которое вернет устройство в дежурный режим.

Светодиоды HL1, HL2 работают как микромощный стабилитрон с напряжением открывания около 3 В, в полной темноте можно заметить их слабое свечение. Биполярный транзистор VT1 и диод VD1 защищают полевые транзисторы VT2, VT3 от повреждений в различных ситуациях. В дополнение к основному назначению функцию защиты выполняет и диод VD2.

Применение полевых транзисторов обогащенного типа позволяет значительно упростить конструкцию при сохранении ее функций. Полевые n-канальные МОП-транзисторы можно заменить на КП501А, КП501Б, К1014КТ1А—Г, КР1014КТ1А—Г, МС-КН1А—В, КР1064КТ1А, В, ZVN2120. При заменах следует учитывать различия в типах корпусов и цоколевке. Чтобы минимизировать последующую настройку, транзистор VT2 желательно установить с пороговым открывающим напряжением около 2 В, а VT5 — с 2...2,6 В. Полевой р-канальный транзистор VT3 можно установить любой из серий КП301, 2П301 или КП304А, 2П304А. Биполярные транзисторы заменяются любыми из серий КТ315, КТ342, КТ3102, SS9014, 2SC1222, BC548. Диоды — КД503, КД510, КД521 с любым буквенным индексом или импортные 1N4148. Светодиоды HL1, HL2 — АЛ307А—П, АЛ336А—Н, L1503IT, L1503ID, L1503EC. Мигающий светодиод HL3 можно заменить любым аналогичным, например, L36BHD, L56BHD, L796BCRC/B, L816BID — все красного цвета свечения диаметром 3...10 мм производства фирмы Kingbright. Пьезокерамический излучатель звука BF1 со встроенным генератором можно использовать любой с током потребления до 40 мА при напряжении питания 5 В, в том числе и электродинамической системы — EFM-230, EFM-320BL, EFM-472AL [5]. Оксидный конденсатор C3 должен быть хорошего качества с малым током утечки. Конденсаторы C1, C2 — К10-17, КМ-5, К73-17, К73-39.

Устройство собрано на печатной плате размерами 84×60 мм (рис. 2). Для питания конструкции необходимо стабилизированное напряжение 5 В. Если в модернизируемом телефонном аппарате его нет, можно построить нужный стабилизатор, например, на микросхеме КР142ЕН5А, 7805 в типовом включении. Теплоотвод для микросхемы не требуется. Подключение питания желательно организовать так, чтобы исключить питание этого устройства от резервно-

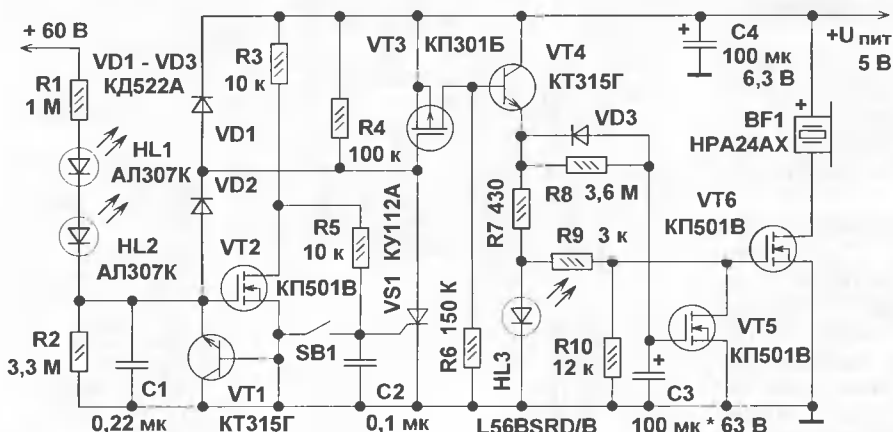


Рис. 1

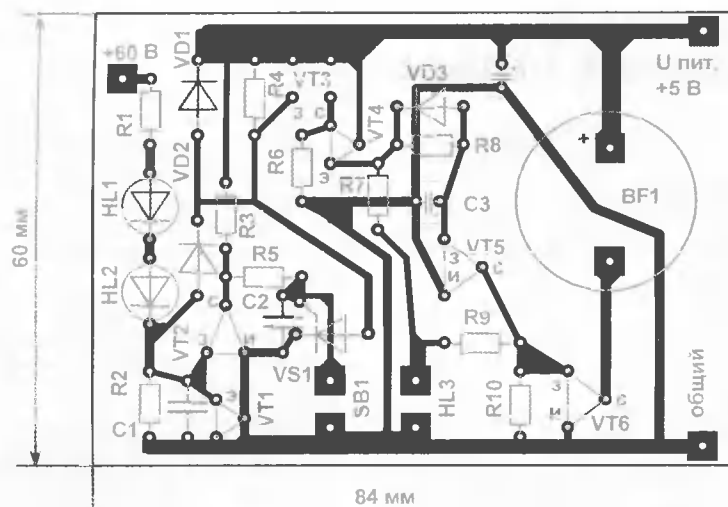


Рис. 2

го источника энергии — гальванических элементов.

Андрей Бутов,
butov@friends.lll.pp.ru

1. А. Бутов. Сигнализатор повреждений телефонной линии. — Радиолюбитель, 2002, № 1, с. 64.
2. А. Бутов. АОН для блокировки выхода на межгород. — Радиомир, 2003, № 4, с. 15.
3. А. Бутов. Светозвуковой информатор состояния телефонной линии. — Схемотехника, 2002, № 10, с. 38, 39.
4. А. Бутов. Индикатор состояния телефонной линии с функцией «Line Hold». — Схемотехника, 2003, № 4, с. 10, 11.
5. П. Алешин. Звукоизлучатели фирмы Ningbo East Electronics Ltd. — Схемотехника, 2002, № 6, с. 57, 58.

Терморегулятор для паяльника

В настоящее время очень велика разница стоимости хорошего паяльника без терморегулятора и паяльной станции, что заставляет, в основном, ориентироваться на обычные паяльники. Однако использование паяльника без регулятора мощности приводит к необходимости защищать жало, так как оно чаще всего перегревается. Для устранения данного недостатка используют различные паяльные регуляторы мощности, не связанные с температурой паяльника. Такой способ требует подстройки элементов при изменении температуры жала, либо при изменении условий пайки. Следующим шагом в повышении комфортности является регулировка не мощности, а температуру паяльника, что реализуется в паяльных станциях. Существует ряд способов определения температуры нагревательного элемента, однако единственный приемлемый при доработке имеющегося обычного паяльника — использование эффекта изменения сопротивления нагревательного элемента в зависимости от его температуры.

Данный способ имеет очевидное преимущество — нет необходимости использовать дополнительный термодатчик. Недостатком является необходимость настраивать регулятор под конкретный паяльник.

Схемотехнически измерение сопротивления производится путем включения последовательно с нагревательным элементом эталонного резистора и сравнения напряжения на нем с напряжением, получаемым с движка переменного резистора задающего делителя, установленного параллельно цепочке нагревательный элемент—эталонный резистор.

Сложность реализации заключается в необходимости периодически подавать напряжение на паяльник для измерения, даже если паяльник перегрет и должен быть отключен. Для увеличения точности желательно производить измерения в такой момент, когда на делитель подано максимальное напряжение.

Устройство по схеме на рис. 1 реализует данный способ измерения температуры паяльника.

К контактам XS1, XS2 подводится сетевое напряжение, к XS3, XS4 подключен паяльник, разъем XS6 используется для подключения переменного резистора R15, которым регулируется температура. Так как устройство соединено с сетью, необходимо использовать резистор мощностью 0,5 Вт с хорошо изолированной ручкой. Все диоды 1N4007 могут быть заменены любыми другими выпрямительными диодами, стабилитроны VD1, VD2 заменимы на KC147A.

Устройство рассчитано на паяльник с керамическим нагревательным элементом, сопротивление которого при комнатной температуре близко к 350 Ом. Для его использования с другим паяльником необходимо изменить номиналов резисторов R5, R6, R7, R12, R14 и подключенного к XS6 переменного резистора R15. Вариант расчета этих резисторов приведен ниже.

Коммутация паяльника осуществляется симистором VS1 (MAC99M). Симистор открывается отрицательными импульсами через цепочку R1C1. Для его включения необходимо в начале каждого полупериода генерировать на выводе RA2

контроллера DD1 короткий импульс отрицательной (относительно плюса питания) полярности.

Такая схема включения симистора вызывает необходимость использовать как общий один из сетевых проводов, поэтому питание устройства организовано с помощью конденсатора C2, резисторов R2, R3 и однополупериодного выпрямителя VD1VD3VD8 вместо диодного моста. Раздельные цепи питания микроконтроллера и операционного усилителя выполнены для уменьшения помех на ОУ при коммутации симистора.

Выход моста, состоящего из паяльника, резисторов R5, R6, R7, R12, R14, R15, подключен к компаратору на ОУ K140УД1208 через резисторы R8, R9. Напряжение на входах ОУ ограничивается диодами VD4—VD7, так как при от-

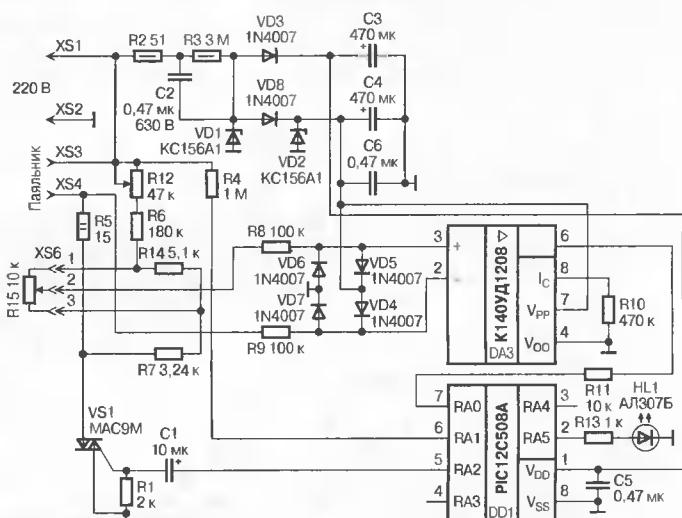


Рис. 1

ключенном паяльнике на левых (по схеме) выводах резисторов R8, R9 присутствует переменное напряжение 220 В. Дополнительный стабилитрон VD2 предохраняет ОУ от повышения питания выше требуемого. Выход операционного усилителя подключен к входу микроконтроллера.

Управление всем устройством осуществляет микроконтроллер PIC12C508A, что позволяет точно задать алгоритм действия и момент измерения температуры. Алгоритм работы заключается в следующем:

- ожидается синхронизация от очередного полупериода;
- если полупериод отрицательный и паяльник должен быть включен, через 500 мкс генерируется импульс открывания симистора длительностью 500 мкс, иначе полупериод пропускается;
- если полупериод положительный и паяльник должен быть включен, через 500 мкс генерируется импульс открывания симистора длительностью 500 мкс, затем через 2/3 полупериода производится измерение температуры паяльника и при необходимости запоминается, что паяльник должен быть выключен;
- если полупериод положительный и паяльник выключен, идет счет положительных полупериодов; каждый четвертый полупериод через 1/3 полупериода генерируется импульс открывания симистора длительностью 500 мкс, а также производится измерение температуры через 2/3 полупериода, при необходимости запоминается, что паяльник должен быть включен;
- включенное состояние и состояние измерения индицируется включением светодиода HL1, что дает короткие вспышки при выключенном нагревателе и свечение во время нагрева. Ниже приведен листинг программы.

```
; Входы-выходы
#define SYNCIN GPIO,1
#define ANAIN GPIO,0
#define OUTPUT GPIO,2
#define LEDOUT GPIO,5
list p=12c508a ; list directive to define processor
#include <p12c508a.inc> ; processor specific variable definitions
; Для 12c508A
__CONFIG _CP_OFF & _WDT_ON & _INTRC_OSC & _MCLR_OFF

; Маленькая пауза – один цикл равен 5 мкс (плюс 2 мкс на установку)
LOPAUSE MACRO A
LOCAL label1
movlw A
movwf temp
label1
nop
nop
decfsz temp,1
goto label1
ENDM

; Переменные
ALL_VAR UDATA
temp RES 1
temp2 RES 1
lastgpio RES 1 ; Предыдущее состояние входов
#define ALLOWCHECK mystate,1
#define POWERON mystate,0
mystate RES 1 ; Состояние
frcnt RES 1 ; Счетчик фронтов

MAIN CODE 0x00
movwf OSCCAL
; Таймер должен переполняться за время, большее 10 мс.
; То есть, берем делитель, равный 64. Таймер будет переполняться 61 раз в секунду
; Конфигурация регистра OPTION_REG
movlw b'11000101'
option
; Конфигурация порта ввода-вывода
movlw b'00000011'
tris 6
movlw b'00011100'
movwf GPIO
```

```
bcf POWERON
bcf ALLOWCHECK

maincycle
clrwdt
; Проверяем запуск от сети
movf GPIO,0
movwf temp2
xorwf lastgpio,0
movwf temp
movf temp2,0
movwf lastgpio
btfss temp,1
goto notfront
; Да, пришел фронт сетевого напряжения. Сбрасываем таймер
clrf TMRO
bcf ALLOWCHECK
; Пауза в 500 мкс
LOPAUSE .100
; Проверяем, надо ли включать симистор, если надо – включаем
btfsc POWERON
goto poweron
; Выключен – проверяем счетчик фронтов
btfss lastgpio,1
goto notpoweron
incf frcnt,1
btfss frcnt,2
goto notpoweron
; Если питание выключено – пауза в 1/3 периода
LOPAUSE .250
LOPAUSE .250
LOPAUSE .250
bsf LEDOUT ; Подсвечиваем светодиод
clrf frcnt
poweron
bsf ALLOWCHECK
movlw b'11100011'
andwf GPIO,1
notpoweron
; Пауза в 500 мкс
LOPAUSE .200
; Сбрасываем схему запуска
movlw b'00011100'
iorwf GPIO,1
; Продолжение цикла – проверка таймера, если фронт положительный
notfront
btfss lastgpio,1 ; Проверка положительности фронта
goto notchecktimer
; Проверка таймера
; Если нужно проверять при максимальном напряжении, то это через
; 5 мс после фронта. В единицах таймера – 79
movlw .110
subwf TMRO,0
btfss STATUS,C
goto notcheck
; Проверка (если проверка возможна)
btfss ALLOWCHECK
goto notcheck
bcf ALLOWCHECK

bcf LEDOUT ; Подсвечиваем светодиод

btfsc ANAIN ; ЗДЕСЬ – ПРОВЕРКА!!!
goto offpower
bsf POWERON
bsf LEDOUT
goto notcheck
offpower
bcf POWERON
bcf LEDOUT
clrf frcnt
notcheck
notchecktimer
goto maincycle

END ; directive "end of program"
```

Простой терменвокс

В статье приведено описание терменвокса, предназначенного для исполнения музыкальных программ в профессиональной и самодеятельной музыкальной практике, а также для получения различных эффектов. Предлагаемая конструкция доступна для повторения радиолюбителями средней квалификации.

Первый электромузыкальный инструмент (ЭМИ), пригодный для практического применения, был построен в России в 1921 г. и получил название «терменвокс» по имени его изобретателя Л. С. Термена. Это был инструмент с бесконтактным (пространственным) управлением высотой звука, он не имел ни клавиатуры, ни грифа в их привычном виде.

Терменвокс представлен двумя исполнительскими школами. Первая школа игры — «неприкасаемым способом» в положении стоя — предложена Л. С. Терменом. Правая рука здесь управляет высотой звука: при приближении руки к антенне высота звука повышается. Левая рука определяет громкость звука — при удалении левой руки от второй антенны громкость звука увеличивается. Слова «неприкасаемым способом» взяты в кавычки, т. к. в физическом плане имеет место полный контакт исполнителя с инструментом через невидимое и неосознаваемое электрическое поле. Эта школа из-за инерционности движения левой руки позволяет исполнять только мелодии кантиленного (плавного, певучего) характера, значительно обедняя терменвокс как ЭМИ. Здесь же следует отметить еще один недостаток данной школы — взаимную зависимость высоты и громкости звука при исполнении музыки, дополнительно затрудняющую работу исполнителя при этом способе игры. Высота и громкость звука здесь в равной степени взаимосвязаны, но, поскольку разрешающая способность человеческого слуха по громкости значительно меньше, чем по частоте, изменения громкости при управлении высотой звука мы не замечаем. Совершенно иначе обстоит дело с высотой. Паразитные изменения высоты звука не постоянны в музыкальном диапазоне — в верхнем регистре они незаметны, а в басовом могут составлять малую терцию (около 20 % по частоте)! Это следует из анализа структуры управляющего контура терменвокса [1] и полностью подтверждается практически.

Вторая школа игры — в положении сидя с кнопочной манипуляцией звуком и педальным регулятором громкости — предложена в начале 20-х годов первым солистом и мастером выразительной игры на терменвоксе К. И. Ковальским (1890—1976 г.). Он отдал терменвоксу около 50 лет своей жизни. За это время в СССР им было дано более 3000 концертов как в сольном исполнении на терменвоксе, так и совместно с выдающимися мастерами советской сцены, такими как В. В. Барсова, Н. А. Обухова, В. Р. Петров и многими другими. Правая рука исполнителя, как и первом

случае, определяет высоту звука, громкость управляется с помощью ножной педали, а левая рука лежит на пульте управления инструментом и манипулирует кнопками, формирующими начальную (атака) и конечную (затухание) фазы звукового процесса. Все это позволяет исполнителю оперативно переключать режимы работы, исполнять такие важные музыкальные приемы, как, например, стакатто, трель, пиццикато, что, конечно, невозможно сделать, пользуясь школой игры «неприкасаемым» способом. Эта исполнительская школа полностью свободна от взаимной зависимости высоты и громкости звука при исполнении музыки и наряду с кантиленной позволяет исполнять музыку головокружительной виртуозности, а также различные музыкальные эффекты — свисты, вой ветра, пение птиц и многие другие, могущие найти применение при озвучивании фильмов, театральных постановок и в других случаях.

На протяжении своей творческой деятельности К. И. Ковальский всегда пользовался только своей школой игры, исполняя такие виртуозные произведения, как «Полет шмеля» Н. Римского-Корсакова, «Неаполитанская песенка» П. Чайковского, «Ария Розины» Дж. Россини. Конструктивное оформление и схемотехнические решения инструментов этих двух исполнительских школ отличаются.

Предлагаемый терменвокс принадлежит к группе инструментов второй школы игры исполнителя. Он предназначен для исполнения музыкальных программ в профессиональной и самодеятельной музыкальной практике, а также для получения различных музыкальных эффектов. Возможность работы от встроенного автономного источника питания, наличие простого ручного пульта управления и внутреннего громкоговорителя, а также небольшие габариты и вес позволяют использовать инструмент наряду, например, с гитарой как хороший аксессуар в культурно-массовой работе.

Звуковысотный диапазон терменвокса охватывает все октавы основных тонов, практически всю обертоновую шкалу и составляет 15 кГц. Имеется возможность исполнения различной глубины трели.

Тембр принадлежит к классу голосовых; желаемая нюансировка («жесткость» тембра) устанавливается соответствующей регулировкой.

Устройство формирования атаки и затухания звука обеспечивает фиксированные (усредненные для кантилены и колоратуры) значения начальных и конечных фаз звука и регулируются в широких пределах

атаку и затухание. Имеется режим длительного затухания, имитирующего звучание струны, возбужденной щипком, или звучание гавайской гитары с оперативным переходом на обычное звучание и обратно.

Громкость звука управляется ножной педалью.

Инструмент питается от сети переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 220 В или от двух батарей типа 3336. Ток покоя при питании от батарей — не более 20 мА.

Масса основного блока с двумя пультами управления (без педали) — 1,6 кг.

Блочно-структурная схема инструмента показана на рис. 1. В основной блок входят: генераторно-манипуляторный блок (ГМБ), антенна (штырь) управления высотой звука, индикатор длины пространственного грифа (ИДГ), усилитель мощности звуковой частоты с электродинамической головкой (УМЗЧ), а также устройство питания с сетевым фильтром (на схеме не показано). Готовый для звуковоспроизведения электрический сигнал формирует ГМБ, состоящий из двух генераторов ультравысокой частоты, суммирующей цепи, детектора биений, манипулятора и выходного эмиттерного повторителя. Сформированный сигнал через педаль (П) управления громкостью поступает на встроенный и внешние усилители мощности. ИДГ, информацией для которого является сигнал с выхода детектора биений, по факту начала биений (момент начала мигания светодиода), позволяет оценить длину полного пространственного грифа. Это помогает производить необходимую установку длины грифа перед игрой, не воспроизводя звук через громкоговорители.

Основной пульт управления (ОПУ) обеспечивает выбор необходимого режима работы и формирует напряжение, управляющее манипулятором ГМБ для получения требуемых атаки и затухания звука. Предусмотрен также ручной пульт управления (РПУ) с несколькими ограниченными функциями, подключаемый вместо ОПУ при размещении основного блока на вертикальной штанге для игры в положении стоя, либо в других случаях применения терменвокса, например, в цирковом искусстве.

Принципиальная схема генераторно-манипуляторного блока показана на рис. 2. Генераторы переменной частоты (VT1) и постоянной частоты (VT2) собраны по схеме индуктивной трехточки. Для получения высокой стабильно-

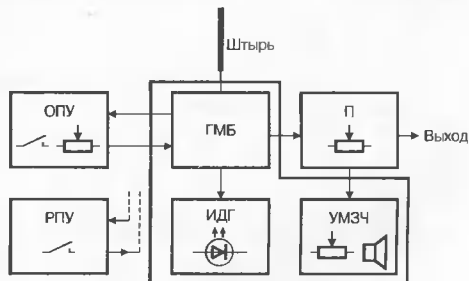


Рис. 1

сти разностной частоты (следовательно, и музыкального строя) схемотехническое построение, контурные системы и однофункциональные детали выбраны попарно-идентичными. Конденсатор C2 служит эквивалентом суммарной емкости штыря, его клеммы крепления и соединительного провода клемма — контур генератора. Полная структура всего контура управления (штырь — катушка L1) достаточно сложна, например, его эквивалентная схема содержит для школы игры при сидячей посадке исполнителя 16 (!) хорошо расчлененных и имеющих количественную оценку естественно необходимых, паразитных и рабочих компонент [1].

Конденсатор C3 является элементом взаимной связи генераторов, точнее дополнением к естественной взаимной связи, которая возникает через электрическое и магнитное поля между катушками. Устранение излишней связи в описываемом варианте осуществляется частичной экранировкой генераторов — конструктивным размещением платы ГМБ между двумя параллельными токопроводящими поверхностями (см. ниже). Наличие взаимной связи приводит к частичному захватыванию частот, что исключительно важно для выравнивания мензуры низкочастотного участка пространственного грифа. В качественном аспекте частоты генераторов при этом приближаются друг к другу тем быстрее, чем меньше расстройка (чем ниже частота звука). Это и компенсирует естественный разбег октав инструмента по мере понижения высоты тона — гриф на определенном участке становится равномерным, а на самых низких малопотребительных звуках гриф снова суживается [2]. Все это дает исполнителю полноценно использовать весь гриф.

Однако этим положительная роль взаимной связи генераторов не ограничивается. По мере сближения частот генераторов относительный спектральный состав биений, т. е. сигнал звуковой частоты расширяется. Это сообщает звуку естественность, живость тембра в музыкальном диапазоне — те характеристики, к которым привык слух с незапамятных времен человеческого существования (расширение относи-

тельного спектрального состава звуковых колебаний свойственно практически всем обычным инструментам и человеческому голосу). Таким образом, взаимная связь генераторов, являющаяся большим злом в радиотехнических устройствах, применительно к терменвоксу играет исключительно важную и принципиальную роль. Однако рассмотрение этого интересного явления выходит за рамки статьи.

Суммирующая цепь выполнена на резисторах R5, R6, R7. С выхода усилителя (VT3) сигнал поступает на детектор биений (VT4), являющийся одновременно и усилителем. Нелинейным элементом является базово-эмиттерный переход VT4. Особенностью узла является детектирование биений на разных участках транзисторной характеристики. Для этого на базу транзистора VT4 с делителя напряжения R13—R15 подается смещение, которое может регулироваться резистором R14. Это приводит к видоизменению формы кривой биений, что и определяет различные тембровые оттенки. Такой простой способ тембробразования в практике терменвокса применяется впервые. Ручка регулировки резистора R14 повышенной оперативности и выведена на заднюю стенку инструмента.

Цепь R17C9 подавляет сигналы генераторов. Резистор R18 не принципиален для работы устройства — он снимает возможные случайные заряды, например, от статического электричества, которые могут появиться на обкладках конденсаторов C8—C10.

Манипулятор выполнен на самодельном оптроне R24HL1. Сопротивление фоторезистора и входное сопротивление эмиттерного повторителя (VT5) составляют управляемый делитель напряжения. Достоинством оптрона является возможность амплитудной обработки сигналов больших уровней при полном отсутствии щелчков во время манипуляции и простота схемотехнического выполнения. Светодиод HL1 включен в цепь эмиттерного повторителя (VT6), на вход которого с выхода пульта

управления поступает управляющее напряжение. Резистор RK1 служит для термкомпенсации оптрона.

Принципиальные схемы основного и ручного пультов управления показаны на рис. 3, а и б соответственно. Манипуляция осуществляется магнитоуправляемыми контактами-кнопками SB1—SB3 (рис. 3, а) с самовозвратом, включенными для расширения исполнительских возможностей параллельно. Инвертор выполнен на транзисторе VT1, резистор R5 — токоограничивающий. Тумблер SA1 служит для установки режимов «готовые атака-затухание» и «регулируемые атака-затухание». С помощью кнопки SB4 с самовозвратом производится оперативный переход на режим длительного затухания звука (струнное звучание) и обратно, а кнопка SB5 с самовозвратом служит для окончания длительного затухания (глушение струны). Тумблер SA2 дублирует кнопку SB1 при длительной репетиционной работе. Все коммутационные элементы на схеме (рис. 2) показаны в режиме «готовые атака-затухание» звука. Конденсатор C1 здесь подключен к делителю напряжения R9R6. При нажатии на одну из кнопок SB1—SB3 на коллекторе VT1 появляется напряжение источника питания и происходит зарядка конденсатора C1 до напряжения делителя, которое определяет атаку (в основном это сопротивление резистора R9, а сопротивлением резистора R5 можно пренебречь). При отпускании манипуляционной кнопки

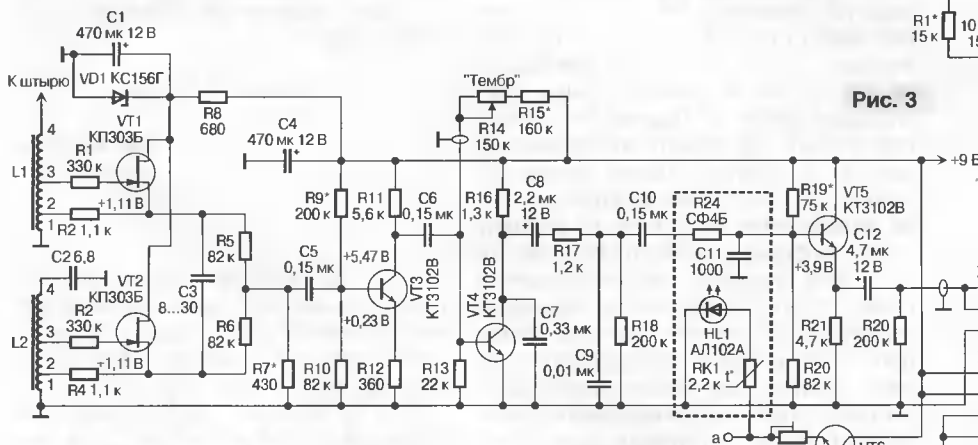


Рис. 2

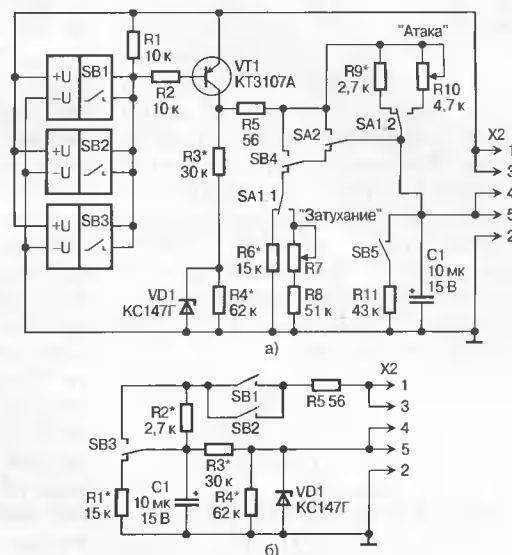


Рис. 3

конденсатор C1 разряжается через резистор R6, номинал которого и определяет затухание. Вручную атаку (R10) и затухание (R7) устанавливают в другом положении тумблера SA1.

Для имитации звучания струнных инструментов и гавайской гитары нажимают и удерживают во время исполнения кнопку SB1. Манипулируют звук очень коротким легким ударом по одной из кнопок SB1—SB3. Жесткую атаку в этом случае определяет ма-

лая постоянная времени зарядки конденсатора через внутреннее сопротивление транзистора VT1 и резистор R5. Следует отметить, что в описываемом варианте атака определяется, в основном, постоянной времени включения оптрона манипулятора, которая заметно превышает только что указанную. Длительное затухание (примерно 3 с) определяется большим сопротивлением разрядной цепи, состоящей из резисторов R3, R4 и стабилитрона VD1. Скорость разрядки конденсатора C1 зависит от напряжения на нем — при его уменьшении скорость разрядки уменьшается, что улучшает акустические характеристики звука. Кнопка SB5 служит для более быстрой разрядки — имитации глушения звучащей струны пальцем. Исполнение трели производится легким касанием указательным пальцем (или мизинцем) одного из металлических язычков, имеющих электрические контакты с общим проводом.

Принципиальная схема ручного пульта управления (рис. 3, б) повторяет в упрощенном варианте схему основного пульта. Манипуляция осуществляется здесь двумя обычными контактными кнопками SB1, SB2 с самовозвратом в режиме «готовые атака-затухание». Для имитации гавайской гитары нажимается (мизинцем) кнопка SB3, а имитация глушения струны осуществляется коротким отпусканием с повторным нажатием этой кнопки. Остальные режимы отсутствуют.

На рис. 4 и 5 показаны принципиальные схемы соответственно индикатора длины полного грифа и внутреннего УМЗЧ. Светодиод HL1 реагирует на положительные полуволны напряжения детектора биений. Ток покоя оконечных каскадов микросхемы УМЗЧ (5...6 мА) устанавливается резистором R5 (рис. 5).

На рис. 6 приведена принципиальная схема блока питания. Он включает в себя сетевой выпрямитель-стабилизатор (в корпусе адаптера), сетевой фильтр L1L2C1C2 и элементы включения. При автономном питании вместо выпрямителя-стабилизатора устанавливаются две батареи 3336.

Конструктивно основной блок инструмента выполнен в пластмассовом корпусе от бытового громкоговорителя с габаритными размерами 220×155×80 мм. В левой верхней части корпуса размещен генераторно-манипуляторный блок, в правой — динамическая головка, на вертикальных стойках — плата УМЗЧ. В правой нижней части корпуса расположено устройство питания. Левая нижняя сторона корпуса свободна для возможных (см. ниже) усовершенствований ЭМИ. Все указанные узлы установлены на основание из фанеры (5...6 мм), которое вплотную вдвигается в корпус. В середине корпуса для крепления штыря установлена клемма с резьбой М5. Штырь — двухсекционная телескопическая антенна из хромированной латунной трубки диаметром 7 мм. В секцию малого диаметра впаивается латунная вставка с резьбой М5 и фланцем 9 мм для надежной (без боковых покачиваний) посадки в клемму штыря. Внизу штыря имеется круглый порононовый венчик (диаметр 40...45 мм, толщина 10...12 мм), служащий для исполнителя постоянной ориентацией положения штыря, а также играющий важную роль при исполнении некоторых музыкальных эффектов.

Снаружи передняя часть основного блока (сторона, обращенная к публике) закрыта декоративной решеткой из пластмассы. Задняя стенка обращена к исполнителю и изготовлена из двухсторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм, она является также электростатическим экраном. Слева внизу на ней расположены разъем подключения сетевого питания X1, разъем для подключения пульта управления X2, разъем для подключения педали X3, резистор регулировки тембра, резистор регулировки громкости УМЗЧ, плата индикатора длины грифа. В правом нижнем углу установлены выключатель питания и предохранитель сети. На дне корпуса располагается план-шайба с резьбой М10 для установки основного блока на вертикальный штанге. В дне корпуса и в верхней части задней стенки имеются отверстия для вентиляции (по 20—30 отверстий диаметром 5,5 мм). К внутренней левой стороне корпуса, не доходящей на 20...25 мм до клеммы штыря, приклеивают экран из медной или латунной фольги (применять алюминиевую фольгу не следует). Плата генераторного блока со стороны проводящих слоев экранируется пластиной (по размеру платы) из фольгированного стеклотекстолита. Все крепящие детали основного блока должны либо иметь надежный электрический контакт с общим проводом, либо надежно изолироваться от него. Наличие случайного плавающего контакта любой крепежной детали неизбежно приведет к скачкам высоты звука, что сделает невозможным использование устройства в качестве ЭМИ.

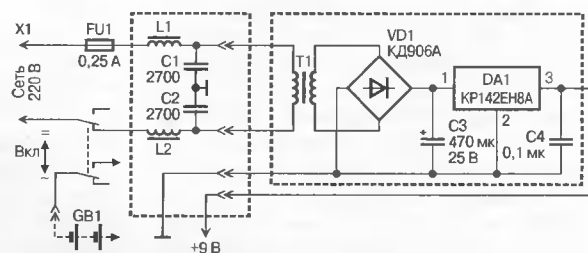


Рис. 6

Основной пульт управления собран в диэлектрическом пластмассовом корпусе размерами 95×140×30 мм. Точное размещение органов управления лучше всего произвести для конкретного исполнителя. При этом следует исходить из следующих предпосылок. Кнопки манипулятора возможно точнее должны лежать под подушечками указательного, среднего и безымянного пальцев левой руки, лежащей на подставке и расположенной под третьей флангой большого пальца. Кнопка струнного звучания нажимается мизинцем (и держится во время исполнения), а глушения звучания — кратковременным нажатием кнопки SB2 большим пальцем. Глушение звучания может производиться также и кратковременным отпусканием (с последующим нажатием) кнопки SB1. Трель исполняется легким касанием указательным пальцем или мизинцем одного из язычков, расположенных по обе стороны кнопок DA1—DA3. Все вышеуказанные операции осуществляются во время исполнения музыки без снятия левой руки с подставки. Подставка (диаметр 30...35 мм, высота 15...25 мм) может быть изготовлена из любого изоляционного материала. Сверху на подставку наклеивают фетровый кружок, на который перед работой музыканта накладывают сменный кружок большего диаметра из байки или фланели. Кнопки манипулятора выступают над поверхностью пульта приблизительно на 5 мм. Соединительные провода уложены в гибкую хлорвиниловую трубку. Ручной пульт управления также собран в пластмассовом корпусе размерами 90×42×20 мм. Кнопки манипулятора и перехода на струнное звучание расположены на боковой стенке корпуса и обслуживаются указательным, средним пальцем и мизинцем левой руки.

Окончание следует

Лев Королёв,
editor@dian.ru.

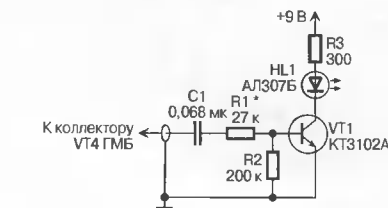


Рис. 4

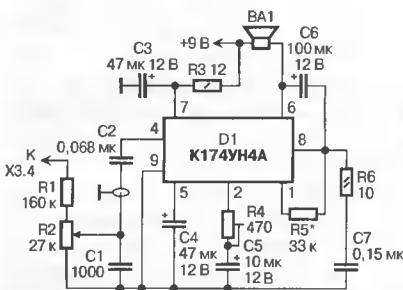


Рис. 5

1. Л. Д. Королёв. Звуковысотный орган терменвокса как емкостный датчик охранного устройства, Сб. докл. научно-техн. юбил. конф. ЦНИИРЭС. — Москва, 1997, ч. 1, с. 175—181.

2. Л. С. Термен, Л. Д. Королёв. Электромusыкальный инструмент типа терменвокс. — Авт. свид. СССР, № 1048503, 1983.

Телефонный аппарат с тональным набором

Принцип двухпроводной электрической связи был открыт уже более 100 лет назад, однако он практически не изменился со времени своего изобретения. В настоящее время развитие средств телефонной связи идет, в основном, по пути совершенствования телефонных станций. Старые электромеханические АТС заменяются современными цифровыми, которые предоставляют абонентам массу преимуществ — надежная стабильная связь, низкий уровень шумов, широкий диапазон частотности. Телефонный аппарат, позволяющий коммутировать частотный набор возможностей современных АТС, предлагается в данной статье.

В настоящее время операторы цифровых АТС, помимо телефонной связи, предоставляют ряд дополнительных услуг: переадресация, конференц-связь, перенаправление вызова и прочее. Но для использования этих видов обслуживания абоненту необходим телефонный аппарат (ТА) с тональным набором номера (DTMF).

Стандарт DTMF (Dual Tone Multi Frequency) был впервые предложен Bell Labs для передачи данных по радиоканалу, а позже стал использоваться и в других целях. В стандарте каждому коду соответствует комбинация двух определенных частот (табл. 1). Всего имеется 16 кодовых комбинаций, 10 из которых используются для набора номера (цифры 0...9), остальные — для дополнительных видов обслуживания (*, #), а также специальные буквенные коды А, В, С, D. Длительность двухчастотной посылки должна быть не менее 40 мс, паузы — не менее 25 мс. Стабильность частот — не хуже $\pm 1,5\%$. Преимуществами DTMF набора по сравнению с традиционным импульсным являются повышенная помехозащищенность и высокая скорость.

Согласно ГОСТ 7153-85 в зависимости от конструктивного исполнения и выполняемых функций ТА подразделяются на четыре класса сложности (табл. 2).

Для построения недорогих телефонных аппаратов второго класса сложности с тональным набором используются специализированные микросхемы-номеронабиратели, например, серии W931xx компании Winbond, KS58006 компании Samsung и др. В предлагаемом варианте построения ТА используется недоро-

Частота, Гц	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

Таблица 1

Конструктивное исполнение и функции ТА	Класс сложности
Многофункциональный ТА	Высший
ТА с дополнительными функциями и возможностями	Первый
ТА с кнопочным номеронабирателем, тональным приемником вызова, угольным микрофоном	Второй
ТА с дисковым номеронабирателем, электромеханическим приемником вызова, угольным микрофоном	Третий

Таблица 2

гая отечественная специализированная микросхема КР1008ВЖ16 (FT93210С).

Функциональная схема (рис. 1) позволяет объяснить основные принципы взаимодействия ТА с АТС.

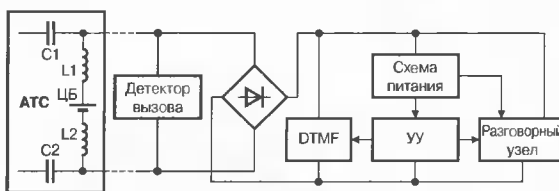


Рис. 1

ТА и станционное оборудование АТС условно показаны состоящими из следующих узлов:

- устройство управления (УУ) — ядро ТА, управляющее всеми процессами;
 - разговорный узел, который служит для развязки цепей микрофона и телефона и устранения местного эффекта;
 - детектор вызова, который служит для выдачи звукового сигнала при вызове абонента;
 - DTMF, который формирует и выдает в линию двухчастотные посылки;
 - линейный выпрямитель позволяет ТА работать независимо от полярности подключения к телефонной линии;
 - центральная батарея АТС (ЦБ), которая предназначена для питания узлов телефонного аппарата;
 - дроссели L1 и L2 — обмотки реле (на цифровых АТС заменены аналогичными узлами), обеспечивающие определение положения телефонной трубки аппарата абонента;
 - конденсаторы C1 и C2 служат для разделения разговорных токов и постоянного тока центральной батареи.
- При наборе номера тональным способом ТА отключает разговорный узел и выдает в линию двухчастотные DTMF-посылки. Так как они представляют собой сумму двух гармонических сигналов, образуются биения с частотой

той огибающей, равной разности частот сигналов (рис. 2).

В ждущем режиме с уложенной телефонной трубкой ТА потребляет от АТС не более 0,3 мА, напряжение на линии составляет около 60 В. Когда абонент снимает трубку, устройство управления подключает разговорный узел к линии. Сопротивление разговорного узла по постоянному току невелико. В результате подключения такой нагрузки к линии напряжение в телефонной сети абонента падает до 10...20 В. При этом величина тока возрастает до 25...35 мА, что вызывает срабатывание реле на АТС. Через некоторое время абонент слышит ответ станции — непрерывный гудок частотой 425 Гц.

Телефонная линия является двухпроводной, поэтому при ведении разговора может возникать так называемый местный эффект — прослушивание собственного голоса в телефонной трубке. Разговорный узел должен строиться таким образом, чтобы происходила компенсация этого эффекта.

По окончании разговора телефонная трубка укладывается на место, устройство



Рис. 2

управления отключает разговорный узел от линии. Потребляемый ТА ток становится меньше 0,3 мА, напряжение на линии возвращается к прежнему значению 60 В. Происходит отбой (рис. 3).

При вызове абонента к телефонной линии станционным оборудованием АТС подключается вызывной индуктор для подачи вызывного сигнала частотой 25 Гц и амплитудой 50...110 В (рис. 4). Сопротивление ТА вызывному сигналу должно составлять не менее 2,5 кОм.

Принципиальная схема предлагаемого ТА изображена на рис. 5.

Цепи управления и выдачи DTMF-посылок построены на специализированной микросхеме КР1008ВЖ16 (DD2). В ждущем режиме она имеет малое энергопотребление (менее 1 мкА), что позволяет подавать питание на микросхему от телефонной сети без использования дополнительных источников по цепи R2VD3R8VD4R9.

Микросхема имеет встроенную защиту от дребезга контактов клавиатуры — минимальная длительность воспринимаемого импульса с клавиатуры составляет 21 мс. Клавиши 0...9, * и # используются для набора номера и кодов дополнительных видов обслуживания. При одновременном нажатии клавиш одной строки или одного столбца в линию выдается одночастотный сигнал, соответствующий строке или столбцу. При нажатии клавиш разных строк или столбцов сигнал на выходе DTMF подавляется. Клавиша RD служит для

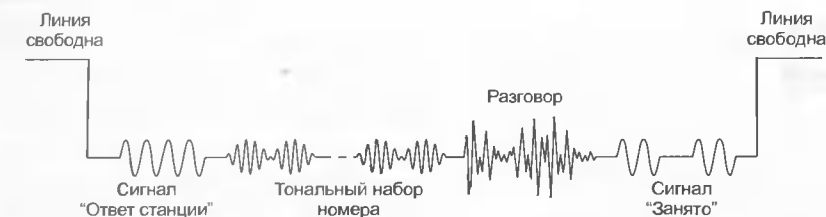


Рис. 3

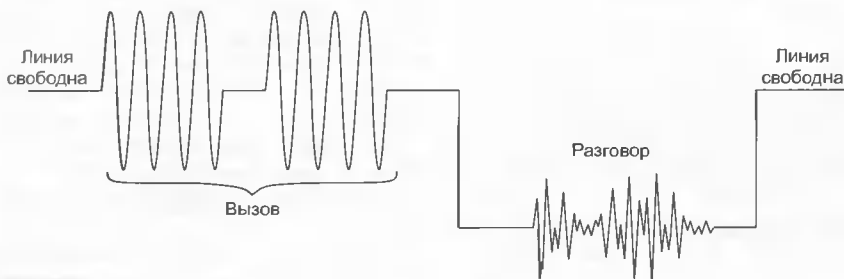


Рис. 4

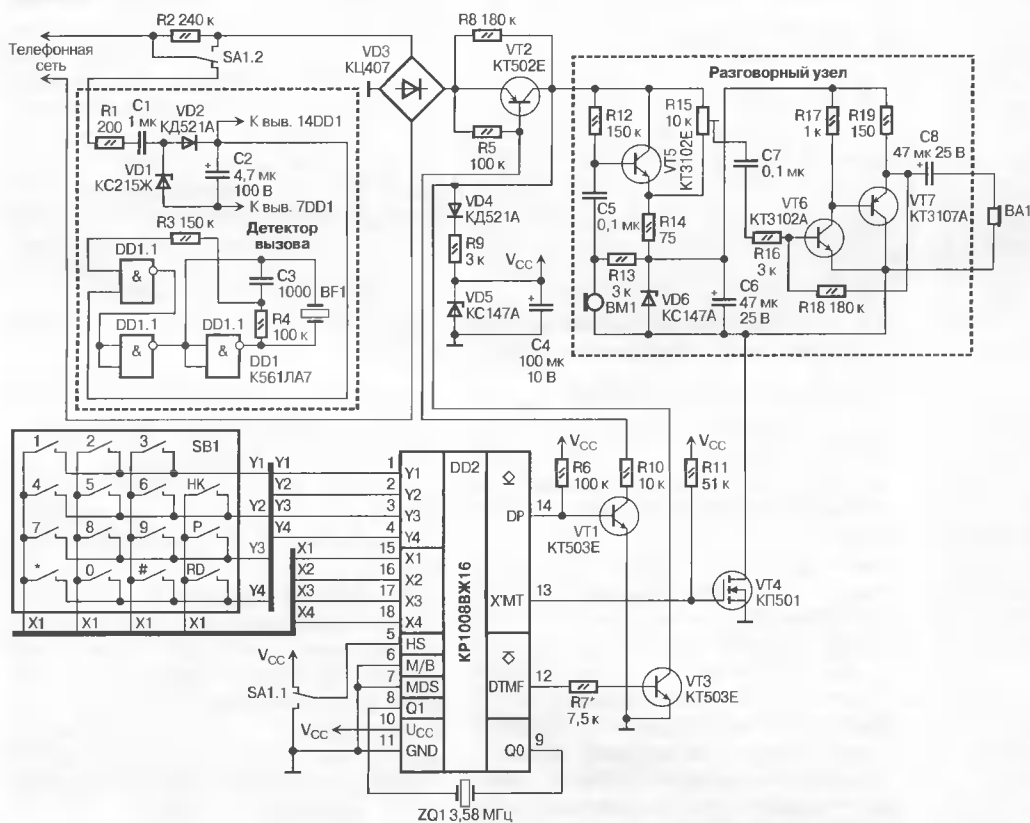


Рис. 5

повтора последнего набранного номера, причем если длина набранного номера превышает 32 знака, повтор блокируется. Номер, набранный дополнительно после повтора, добавляется к хранимому для последующего набора (если суммарная длина не превышает 32 знаков). При нажатии клавиши НК происходит отбой длительностью 604 мс. Клавиша Р служит для формирования межцифровой паузы 3,5 с при наборе номера. Отмена паузы при повторе производится нажатием клавиши Р или клавиши RD во время паузы.

Ключ на транзисторах VT1 и VT2 служит для формирования импульса отбоя (клавиша НК). Транзистор VT3 используется для выдачи DTMF-сигналов в линию. Транзистор VT4 подключает разговорный узел к линии.

Временные диаграммы, поясняющие работу системы управления, приведены на рис. 6.

Детектор вызова построен на базе автогенератора на микросхеме DD1, генератор нагружен на пьезоэлектри-

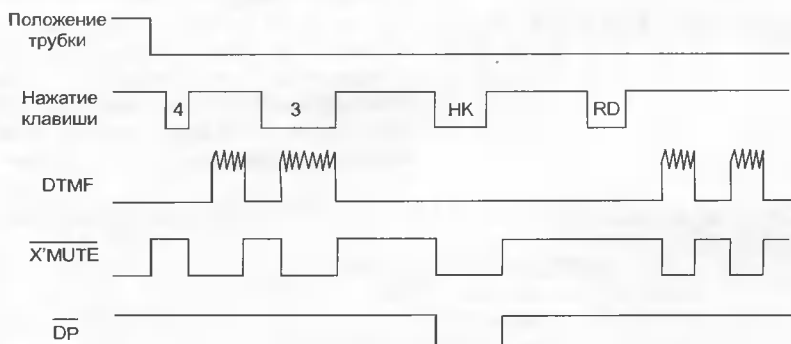


Рис. 6

ческий звукоизлучатель BF1. Питание детектора вызова происходит по цепи R1C1VD2 при поступлении сигнала вызова. Конденсатор C1 отсекает постоянную составляющую, в результате чего работа детектора вызова возможна только при появлении переменной составляющей в сигнале телефонной линии абонента. Стабилитрон VD1 ограничивает напряжение питания микросхемы DD1. При снятии трубки детектор вызова отключается от телефонной линии.

Разговорный узел является согласующим звеном между телефонной трубкой и телефонной линией, служит для обеспечения хорошей слышимости при ведении разговора и устранения местного эффекта. Он включает в свой состав микрофонный усилитель, противоместную цепь и телефонный усилитель.

Микрофонный усилитель построен на транзисторе VT5. Рабочий режим по постоянному току транзисторного каскада задается резистором R12. Электрический сигнал с микрофона BM1 через разделительный конденсатор C5 поступает на вход микрофонного усилителя. В качестве коллекторной нагрузки усилителя выступает входное сопротивление АТС, и усиленный по напряжению до требуемой величины сигнал с коллектора VT5 передается в телефонную линию ко второму абоненту. В качестве VT5 используется транзистор КТ3102Е, обладающий большим коэффициентом передачи тока базы.

Устранение местного эффекта происходит за счет подачи с микрофонного усилителя части сигнала на вход телефонного усилителя. На эмиттере VT5 сигнал повторяет сигнал с микрофона по уровню и напряжению, а с коллектора усиленный по напряжению, но противофазный входному сигнал передается в телефонную линию. Противофазные сигналы с эмиттера и коллектора складываются и поступают на вход телефонного усилителя. Изменением положения движка подстроечного резистора R15 можно добиться взаимной компенсации этих сигналов. Таким образом, неослаблен-

ным на входе телефонного усилителя может быть только сигнал от другого абонента.

Телефонный усилитель выполнен по классической схеме и состоит из двух каскадов на транзисторах VT6 и VT7, охваченных обратной связью.

Постоянные резисторы можно взять С2-23, МЛТ или другие общего назначения соответствующей мощности. В качестве микросхемы DD1 можно использовать любую логическую микросхему КМОП, содержащую необходимое число логических элементов «И-НЕ», например, К1561ЛА7, CD4011А, В. Микросхема КР1008ВЖ16 (экспортный вариант маркировки FT93210С) может быть заменена аналогичной микросхемой KS58006. Транзисторы VT1—VT3 можно использовать с буквенным индексом Г. Диоды VD2, VD4 — любые маломощные кремниевые. Конденсатор С1 должен быть рассчитан на напряжение не менее 150 В, например, можно использовать конденсатор К73-11 на напряжение

160 В. В качестве BF1 можно использовать любой пьезоэлектрический звукоизлучатель, обеспечивающий необходимый уровень громкости вызывного сигнала, например, ЗП-3. Микрофон BM1 — электретный МКЭ-841. Телефон ВА1 — ПДК-1, сопротивление обмоток которого составляет 300 Ом. Резонатор ZQ1 — кварцевый или керамический на частоту 3,579545 МГц.

Наладивание устройства заключается в настройке противоместной цепи и узла выдачи DTMF-посылок. Для этого устройство подключается к источнику питания 60 В через резистор 1,5 кОм — эквивалент линии. Через разделительный конденсатор 0,1 мкФ на базу VT5 подают сигнал генератора частотой 1...2 кГц и амплитудой 2 В. Поворотом движка резистора R15 необходимо добиться максимального подавления сигнала на базе транзистора VT6, наблюдаемого при помощи осциллографа. Для правильной работы DTMF необходимо подобрать резистор R7, исходя из

условия, что при нажатии цифровой клавиши уровень напряжения в линии не должен изменяться. В авторском варианте конструкции для транзистора VT3 с коэффициентом передачи тока базы, равным 50, был выбран резистор 7,5 кОм.

После настройки ТА можно подключить к телефонной линии. Правильно собранное устройство дальнейшей настройки не требует.

Сергей Образцов,
mingon@pochtamt.ru
Андрей Образцов,
anobr@pisem.net

Литература:

1. К. А. Касьянов. Руководство по наладке и ремонту АОНа. — М.: Центр «СКС», 1995.

2. КР1008ВЖ16. Двухрежимный телефонный номеронабиратель. — Зеленоград: ОАО «Ангстрем», 2000.

Фонарик будет светить дольше!

В связи с увеличением количества и повышением качества предлагаемых на рынке светодиодов и совершенствованием их характеристик появилась реальная возможность использования их вместо лампочек накаливания.

Малые размеры и значительная емкость современных элементов питания сделали у населения популярными миниатюрные фонарики в виде брелоков, авторучек и т. д. Они, несомненно, полезны в быту. Чаше всего они питаются от батареи из двух элементов с номинальным напряжением 3 В. Ток, потребляемый лампочкой, составляет 150...300 мА. При таких «аппетитах» лампочки батареи хватит ненадолго. Наиболее простой способ продлить время работы фонарика — использовать дорогие щелочные элементы. Но и они не выручат, если фонарь нечаянно включится в кармане или в сумке. (Некоторые варианты конструкции выключателей имеют склонность к «самопроизвольному» включению).

В последнее время в продаже появились светодиоды (импортные) с большой яркостью свечения и подходящим для освещения спектром излучения — «белые» и «желтые». Стоимость их на рынках СНГ пока относительно велика: «белый» — порядка \$1,5, «желтый» — раз в пять дешевле. Кстати, качественные лампочки стоят тоже недешево.

В табл. 1 приведены результаты испытаний некоторых светодиодов (их тип и фирма-изготовитель не выяснялись). «Белые» — диаметром 3 и 5 мм. «Желтый» — диаметром 5 мм (корпус из прозрачной бесцветной пластмассы; насыщенное желтое свечение). Допустимый ток был выбран по аналогии с отечественными светодиодами. Перегрев контролировался наощупь. При-

чем предполагалось, что светодиод больших габаритов (диаметром 5 мм) способен рассеять большую долговременную мощность. А на светодиоде с меньшим падением напряжения («желтом») та же мощность достигается при большем токе. Яркость оценивалась визуально.

Анализ полученных результатов впечатляет. Для эксплуатации в режиме «индикатора» достаточная яркость достигается при токе 1...2 мА. В режиме «фонарика» при токе 20...25 мА «белые» можно подключать напрямую без ограничивающего резистора, т. к. «свежие» батареи из двух гальванических элементов (или трех Ni-Cd аккумуляторов) при такой нагрузке имеют напряжение 3,3...3,4 В. Возможно эти светодиоды и были разработаны для такого применения. Для «желтых» потребует-

ся ограничивающий резистор небольшого сопротивления.

При большем напряжении питания фонарика все не так привлекательно. При этом потребуется резистор большего сопротивления, на котором бесполезно будет рассеиваться существенная часть энергии батареи. Напрашивается последовательное включение светодиодов. Но для существующих конструкций фонариков это проблематично.

Ниже описаны доработки, необходимые для использования светодиодов вместо лампочек.

В фонарике (см. фото на рис. 1) используется миниатюрная лампочка 1 без цоколя со штыревыми выводами. Если у светодиода 2 диаметром 3 мм укоротить выводы до нужного размера, то его можно установить вместо лампочки один к одному — поз. 3.

Другой вариант — фонарик-авторучка (фото на рис. 2). Здесь используется лампочка 1 со стандартным резьбовым цоколем и стеклянным баллоном в виде линзы. Ее можно заменить светодиодом 2 диаметром 5 мм, смонтировав его на цоколе от перегоревшей лампочки.

Таблица 1

I _д , мА	Свечение светодиодов					
	Белый Ø3 мм		Белый Ø5 мм		Желтый Ø5 мм	
	U _д , В	Свечение	U _д , В	Свечение	U _д , В	Свечение
1	2,82	"обычное"	—	—	—	—
2	2,9	"яркое"	2,74	"обычное"	—	—
5	3,09	"очень яркое"	3,04	"яркое"	1,85	"яркое"
10	3,2	"ультраяркое"	3,28	"очень яркое"	1,9	"очень яркое"
15	3,22	"прожектор"	3,41	"ультраяркое"	1,9	"ультраяркое"
20	3,24	"прожектор"	3,54	"прожектор"	1,9	"ультраяркое"
25	—	—	3,6	"прожектор"	1,91	"прожектор"
30	—	—	—	—	1,92	"прожектор"
40	—	—	—	—	1,95	"прожектор"

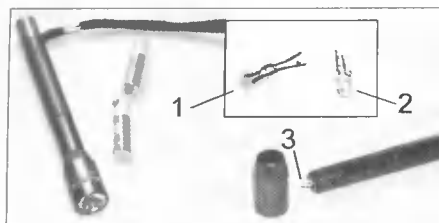


Рис. 1

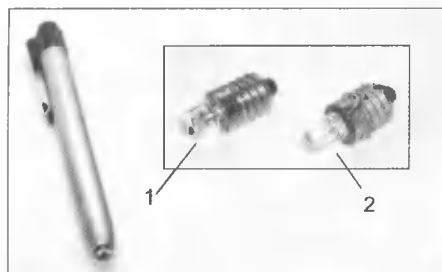


Рис. 2

Последовательность необходимых доработок приведена на рис. 3. Сначала удаляют баллон и «начинку». Для этого пассатижами аккуратно раздавливают стекло, а затем слегка обжимают сам цоколь, чтобы раздробить внутренности и извлечь их отверткой. Нельзя переусердствовать, т. к. можно уничтожить и хвостовик цоколя. Далее по оси цоколя необходимо просверлить отверстие для одного вывода светодиода, пропустить вывод через него и подпаять к «пятячку». Другой вывод необходимо изогнуть по образующей цоколя и подпаять в торце или снаружи. Габариты получившейся конструкции необходимо все время контролировать по лампочке-прототипу. Выводы, по возможности, оставить подлиннее и паять минимальное время, подальше от кристалла.

В отличие от лампочки светодиод — полярный прибор. Поэтому при доработках необходимо определиться с его выводами и соблюсти нужную полярность. В некоторых случаях конструкция фонаря позволяет менять полярность напряжения на светодиоде разворотом элементов питания на 180 град.

Несколько дольше придется повозиться с желтым светодиодом, т. к. в цепь необходимо добавить еще и ограничивающий резистор. Автор использовал резистор 0,05 Вт 47 Ом. На рис. 4 показаны последовательные фазы доработки. В поз. 1 светодиод и резистор — в «исходном положении». Выверив габариты по лампочке-прототипу, выводы припаивают друг к другу в точке А и лишнее откусывают. Более тонкий вывод резистора можно обмотать вокруг вывода светодиода. Свободный вывод резистора изгибают по образу-



Рис. 3

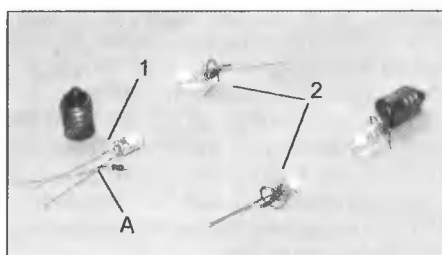


Рис. 4

ющей цоколя. Результат показан на рис. 4 поз. 2 в двух ракурсах. Далее действуют аналогично предыдущему случаю.

Длинные выводы обеспечивают упругую посадку светодиода в цоколе. Это пригодится в дальнейшем.

Диаметр лампочки — 6 мм. Соответственно в корпусе фонарика отверстие такого же диаметра. В лампочке стык стекла с цоколем выполнен «на конус». Это обеспечивает ее автоматическую центровку в собранном фонарике. В нашем же случае при диаметре светодиода 5 мм желательно применить дополнительную центрирующую втулку (рис. 5 поз. 1) шириной 2...4 мм из резиновой или ПВХ трубки подходящей толщины и диаметра. Примерив предварительно втулку (поз. 2), вначале фонарик собирают без нее. При этом светодиод выглядит в отверстие с некоторым перекосом. Втулку заправляют в образовавшуюся щель снаружи, как показано на рис. 5 (поз. 3), и тем самым центрируют светодиод относительно отверстия. Благодаря нежной конструкции излучателя и эластичности материала втулки это легко сделать.

Конечно, фонарики со светодиодами светят слабее своих собратьев с лампочками. Но и этого свечения вполне достаточно для тех целей, для которых их обычно используют (подняться в подъезде по неосвещенной лестнице, осветить замочную скважину и т. п.). Учитывая на порядок меньший потребляемый ток и, следовательно, больший срок службы батарей, такая модернизация целесообразна.

Необходимо отметить некоторые особенности эксплуатации фонариков со светодиодами.

Некоторое снижение напряжения при разряде батареек приведет к непропорционально большому снижению потребляемого тока из-за большой крутизны ВАХ светодиода. Благодаря этому светодиодом разрядить элементы питания до конца не удастся. После работы в фонарике они еще способны работать

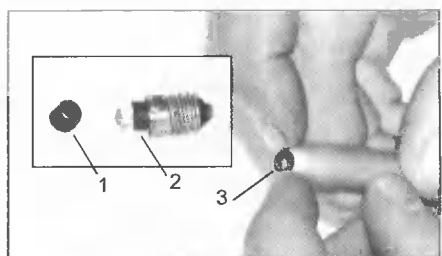


Рис. 5

в других устройствах, например в фотоаппарате или радиоприемнике. В простейшем случае их можно «дожечь» в том же фонарике, снова установив лампочку.

Случай из жизни. Полгода назад ребенок, играя, заткнул такой включенный фонарик под диван. Взрослые об этом не знали. Через месяц (!) автор спохватился и разыскал фонарь по его свечению. Яркость снизилась, но была достаточной, чтобы его увидеть. Они, правда, были качественные, щелочные PHILIPS XXL. После этого элементы питания были переставлены в фонарик с лампочкой, где и служат при эпизодическом использовании до сих пор.

Следует учитывать, что пластмасса светодиодов значительно уступает по твердости стеклу. Поэтому там, где незащищенный светодиод трется о карман, сумку и т. п. поверхность царапается, мутнеет. В результате светоотдача падает. Желательно светодиод защитить колпачком. На конец авторучки-фонаря можно надеть обрезок ПВХ трубки подходящего диаметра (рис. 6).

Фонарик-авторучка часто бывает полезен при обслуживании радиоэлектронной и компьютерной техники. Как правило, в труднодоступном месте не хватает еще и освещения. В данном случае лучше использовать «желтый» светодиод. При рассмотрении стеклотекстолитовых печатных плат желтый свет гораздо лучше белого просвечивает их насквозь, см. рис. 7 (Вспомним противотуманные фары на автомобилях).



Рис. 6

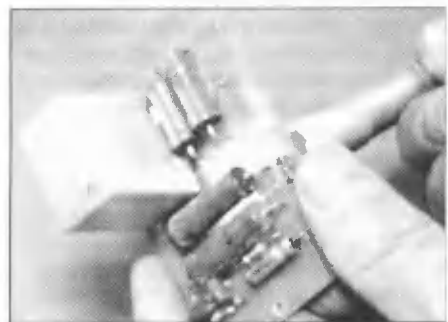


Рис. 7

В заключение можно рекомендовать использовать такие светодиоды вместо стабилитронов и стабилиторов на соответствующие напряжения. По своим «стабилизирующим» свойствам они превосходят известные КС119А, КС133А.

Александр Латайко,
landr@ua.fm

Макетная плата для освоения PIC-микроконтроллеров фирмы Microchip

В статье описывается макетная плата, ориентированная на изучение и приобретение опыта разработки устройств, программирования и отладки программ на микроконтроллерах фирмы Microchip. Плата может использоваться и как универсальная для разработки различных устройств радиоэлектроники, в частности приводится пример разработки счетчика внешних событий с семисегментными индикаторами.

В настоящее время PIC-микроконтроллеры фирмы Microchip широко применяются не только профессиональными конструкторами радиоэлектроники, но и радиолюбителями для разработки бытовых устройств и технического творчества. Однако сложность применения микроконтроллеров в любительской практике определяется необходимостью изготовления печатной платы, начальным этапом программирования и освоения методов и средств поддержки разработок MPLAB. Средства отладки — ICD модули, поставляемые фирмой Microchip, достаточно дороги и недоступны для большинства любителей.

В статье приводится описание макета, позволяющего решить эту проблему. Структурная схема макетной платы приведена на рис. 1, а принципиальная схема — на рис. 2.

Устройство содержит входной разъем аналогового сигнала X1, выходной разъем сигнала с широтно-импульсной мо-

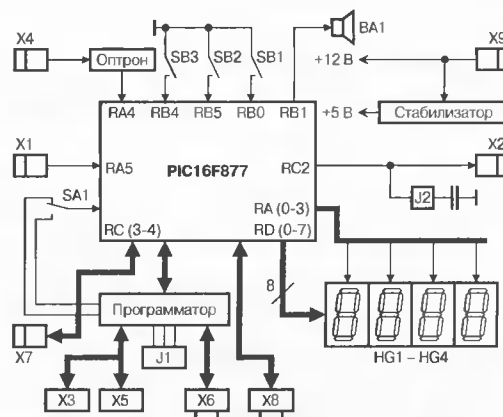


Рис. 1

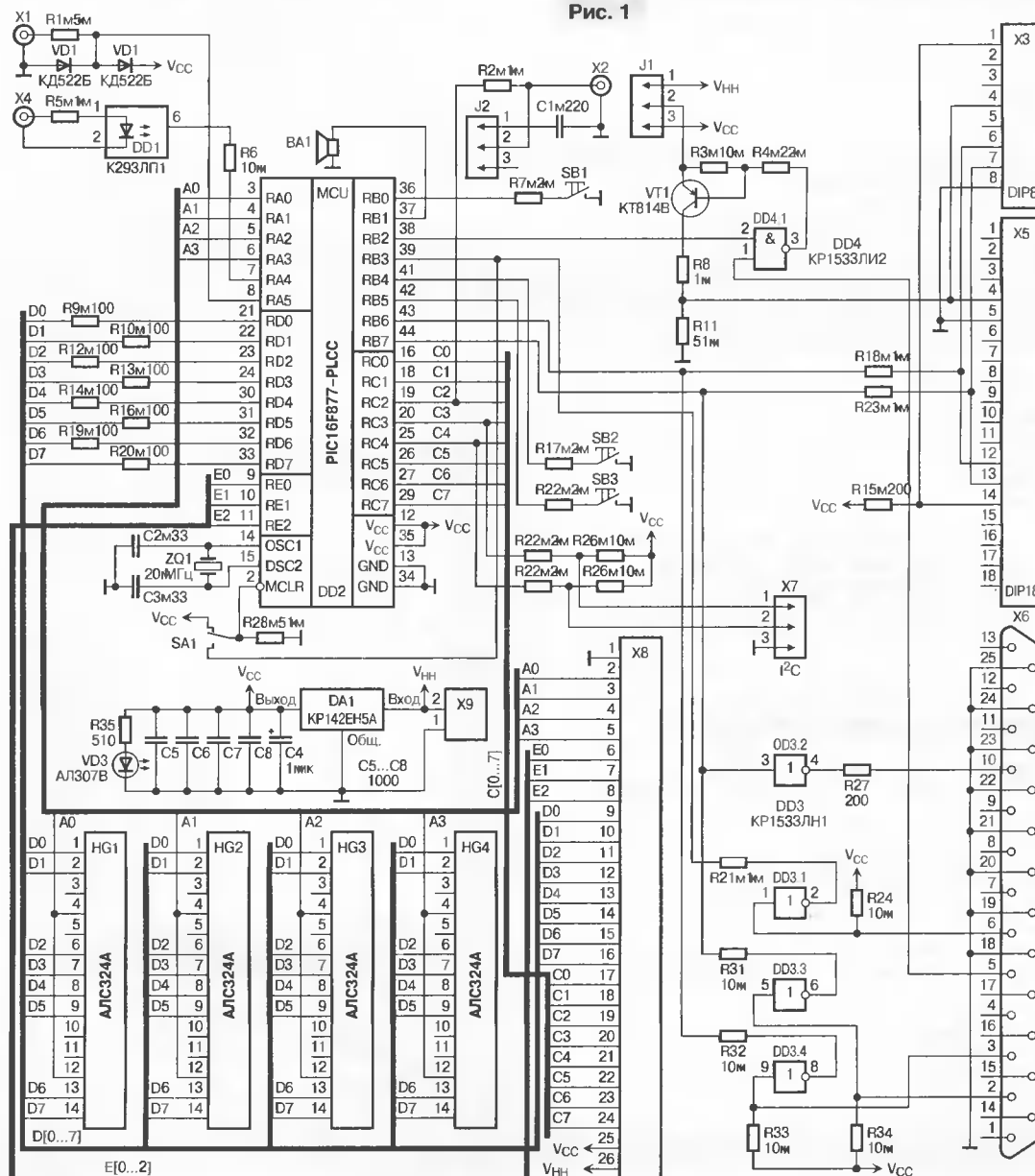


Рис. 2

дуляцией (ШИМ) X2, разъем X4 для ввода цифрового сигнала (для развязки используется оптрон), пьезоэлектрический излучатель BA1 для формирования звуковых сигналов, семисегментные индикаторы HG1—HG4, подключенные к выводам портов RA(0—3) и RD(0—7). Управление макетом осуществляется кнопками SB1, SB2, SB3, которые могут использоваться по усмотрению разработчика и устанавливаются программно, и тумблером SA1, предназначенным для остановки и сброса микроконтроллера. Через разъем X7 осуществляется передача по интерфейсу I²C. Перемычка J2 предназначена для подключения фильтра на выходе ШИМ, а J1 — для установки напряжения, необходимого для программирования PIC на слотах X3, X5.

Программирование макета осуществляется с помощью программатора P16PRO через разъем X6, подключаемый к LPT-порту инструментального PC-совместимого компьютера. Питание устройства осуществляется через разъем X9 от внешнего источника напряжением +12 В и током 250 мА. В макете предусмотрена возможность расширения функций для подключения внешних устройств непосредственно к его шинам через разъем расширения X8, а также слоты X3 и X5 для программирования микроконтроллеров серий 12XX и 16XX.

В макете применен контроллер PIC16F877, имеющий встроенные модули АЦП, сигнала с ШИМ модуляцией, внутреннего таймера, FLASH-память данных и т. д.

Кроме образовательной функции макет может использоваться в качестве универсального программируемого модуля для разработки различных РЭУ, а также в качестве измерительного контроллера часов, датчиков температуры и других подобных приложений бытовой техники и автоматики.

Макетная плата ориентирована на применения в среде поддержки разработок PIC MPLAB 4.0.

Внешний вид макета приведен на рис. 3. Вид экрана при отладке программы частотомера, реализованного на макете в среде MPLAB 4.0, приведен на рис. 4.

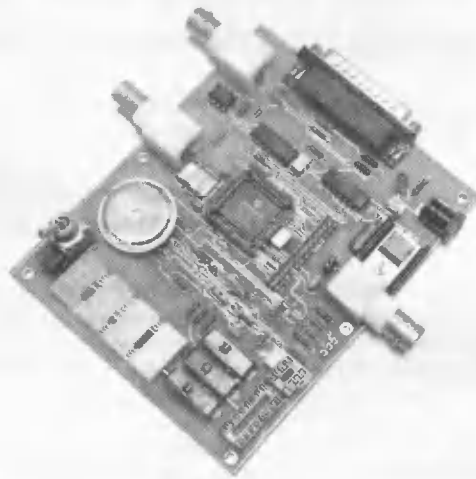


Рис. 3

Частотомер измеряет частоту сигнала, поданного на вход X4 (вход PIC — RA4), в пределах 0—99 Гц. Далее приведена программа частотомера.

```
;example.asm
;Демонстрационная программа «частотомер»

#include <p16f877.inc>

;Определение переменных
wint equ 0x70
sint equ 0x71
fint equ 0x72
hbyte equ 0x74 ;Старший разряд (функция hex2dec)
aind equ 0x20 ;Состояние анодов индикатора
```

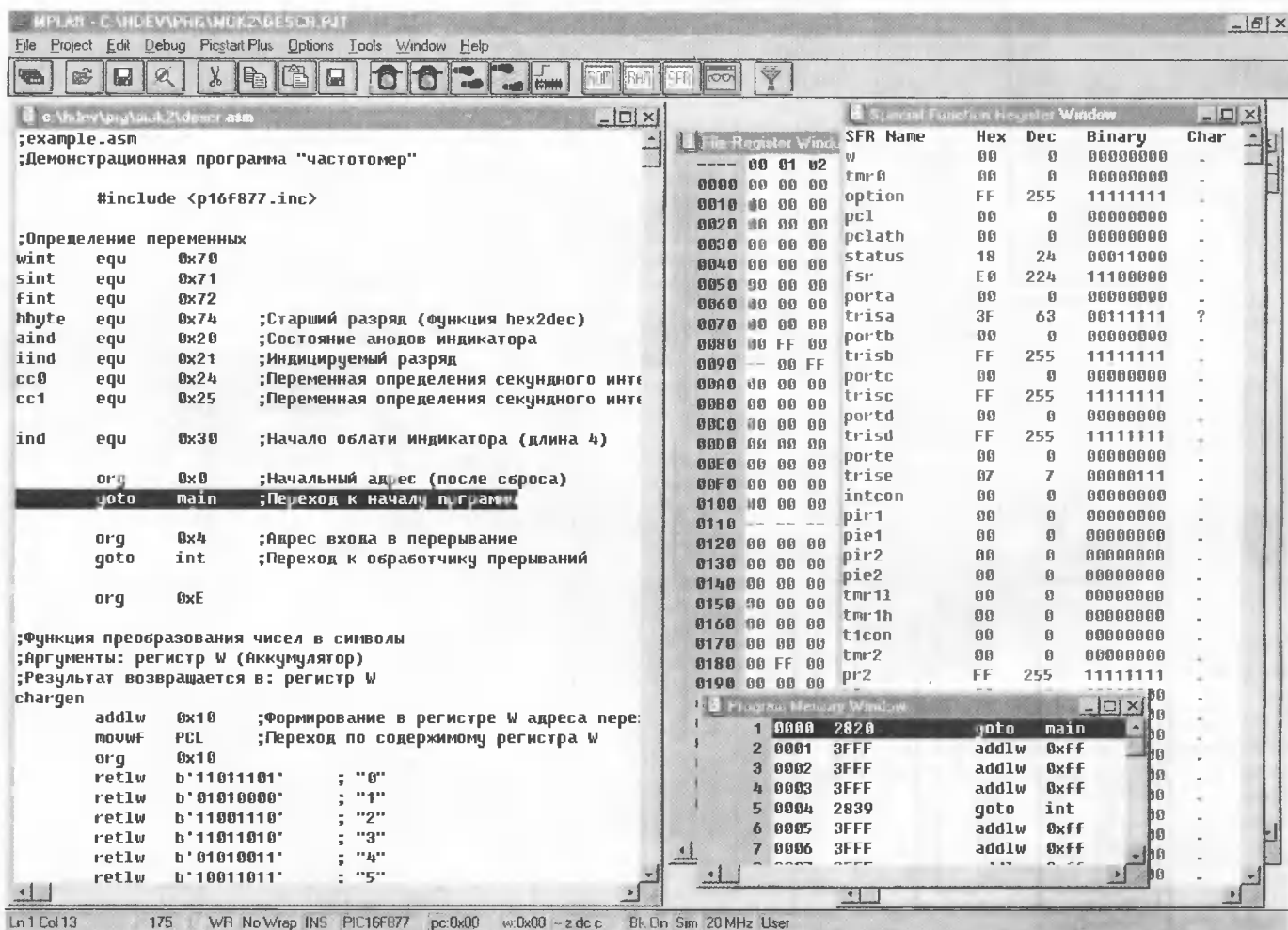


Рис. 4.

```

iind equ 0x21 ;Индицируемый разряд
cc0 equ 0x24 ;Переменная определения секундного ин-
тервала
cc1 equ 0x25 ;Переменная определения секундного
интервала

ind equ 0x30 ;Начало области индикатора (длина 4)

org 0x0 ;Начальный адрес (после сброса)
goto main ;Переход к началу прграммы

org 0x4 ;Адрес входа в прерывание
goto int ;Переход к обработчику прерываний

org 0xE

;Функция преобразования чисел в символы
;Аргументы: регистр W (Аккумулятор)
;Результат возвращается в: регистр W
chargen
    addlw 0x10 ;Формирование в регистре W адреса
перехода
    movwf PCL ;Переход по содержимому регистра W
    org 0x10
    retlw b'11011101' ; «0»
    retlw b'01010000' ; «1»
    retlw b'11001110' ; «2»
    retlw b'11011010' ; «3»
    retlw b'01010011' ; «4»
    retlw b'10011011' ; «5»
    retlw b'10011111' ; «6»
    retlw b'11010000' ; «7»
    retlw b'11011111' ; «8»
    retlw b'11011011' ; «9»

    org 0x20
main ;Начало программы
;Установка направления портов
    bsf STATUS,RP0
    movlw b'11110000'
    movwf TRISA ;RA[0-3] - выходы
    clrf TRISD ;RD[0-7] - выходы
    bcf STATUS,RP0

;Начальная установка переменных
    movlw 0xFE
    movwf aind
    clrf iind
    clrf cc0
    clrf cc1

;Установка таймера TMR2 20MHz->625Hz
    movlw b'00011011'
    movwf T2CON ;Пределитель=1:16, постделитель=1:4
    bsf STATUS,RP0
    movlw 0x7D
    movwf PR2 ;Регистр интервала=0x7D
    bsf PIE1,TMR2IE ;Разрешение прерывания

TMR2
    bcf STATUS,RP0
    bsf INTCON,PEIE ;Разрешение прерываний от
периферии
    bsf INTCON,GIE ;Включение прерываний
    bsf T2CON,TMR2ON ;Включение TMR2

;TMR0, используемый для подсчета
;передних фронтов входного сигнала,
;используется с настройками
;устанавливаемыми при сбросе.

;Вывод «Hz» на индикатор
    movlw b'01010111'
    movwf ind+2
    movlw b'00001010'
    movwf ind+3

loop ;Основной цикл
    goto loop

int ;Обработчик прерываний
;Вход в прерывание
    movwf wint ;Сохранение регистра W
    movf STATUS,0
    clrf STATUS
    movwf sint ;Сохранение регистра STATUS
    movf FSR,0
    movwf fint ;Сохранение регистра FSR

;Индикация
    movlw ind+3 ;Конец области индикатора -> W
    addwf iind,0 ;Учет текущего разряда
    movwf FSR ;Установка адреса косвенной адре-
саци
    movlw 0xFF
    movwf PORTA ;Гашение индикатора
    movf INDF,0 ;Регистр косвенной адресации -> W
    movwf PORTD ;W -> катоды индикатора
    movf aind,0 ;Состояние анодов индикатора -> W
    movwf PORTA ;Включение нужного анода
    bsf STATUS,C
    rlf aind,1 ;Сдвиг на следующий анод
    decf iind,1 ;Следующий разряд индикатора
    btfsc aind,4 ;Если прошли все четыре, то в на-
чало
    goto endind
    movlw 0xFE
    movwf aind
    clrf iind
    endind

;Увеличение переменных cc0, cc1
    incf cc0,1
    btfsc STATUS,Z
    incf cc1,1

;Проверка на соответствие пары cc0, cc1 271h (одна секунда)
    movf cc1,0
    sublw 0x2
    btfss STATUS,Z
    goto endsec
    movf cc0,0
    sublw 0x71
    btfss STATUS,Z
    goto endsec
    clrf cc0
    clrf cc1

;Измерение частоты
    movf TMR0,0 ;Считывание таймера TMR0
    clrf TMR0 ;Очистка таймера TMR0

;Отображение младшего разряда
    call byte2dec ;Преобразование байта в дес. число
    call chargen ;Преобразование младшего разряда в
символ
    movwf ind+1 ;Вывод младшего разряда на индика-
тор
;Отображение старшего разряда
    movf hbyte,0 ;Загрузка старшего разряда в W
    call chargen ;Преобразование старшего разряда в
символ
    movwf ind ;Вывод старшего разряда на индика-
тор
    endsec

endint
;Выход из прерывания
    clrf STATUS
    bcf PIR1,TMR2IF
    ;Установка флага конца обработки прерывания таймера
TMR2
    movf fint,0
    movwf FSR ;Восстановление регистра FSR
    movf sint,0
    movwf STATUS ;Восстановление регистра STATUS
    movf wint,0 ;Восстановление регистра W
    bcf STATUS,Z
    btfsc sint,Z
    bsf STATUS,Z ;Восстановление бита Z регистра
STATUS
    retfie

```

```

;Функция преобразования байта в десятичное число
;Аргументы: регистр W (Аккумулятор)
;Результат возвращается в: регистр W, переменную hbyte
byte2dec
    clrf    hbyte
byte2dec_1
    incf    hbyte,1 ;Подсчитываем десятки
    addlw   -0xa
    btfsc   STATUS,C ;Если результат отрицательный. пре-
кращаем
    goto    byte2dec_1
    decf    hbyte,1 ;Минус последний десяток
    addlw   0xa      ;W=W+10
    return
end

```

Юрий Мартышевский,
soanvsh@tusur.ru
Александр Киселев,
shurik@tomica.ru.

Литература

1. В. С. Яценков. Микроконтроллеры Microchip. Практическое руководство. — М.: Горячая линия-Телеком, 2002.
2. PIC16F87X <http://www.microchip.com/download/lit/pline/picmicro/families/16f87x/30292c.pdf>.
3. In-Circuit Serial Programming Guide <http://www.microchip.com/download/tools/picmicro/program/icspl/30277c.pdf>.

Флэш-диски

В настоящее время в качестве внешних электронных накопителей информации особую популярность приобретают твердотельные флэш-диски, которые в ряде случаев вытесняют привычные всем жесткие диски HDD (в обиходе — винчестеры). С некоторыми моделями этого типа устройств и с тем, как их использовать в готовых системах и разработках, автор и хочет ознакомить читателей.

Флэш-диски применяют вместо стандартных жестких дисков в составе компьютерных систем управления там, где требуется высокая надежность работы, скорость загрузки, малые габариты, экономичность и долговечность. Кроме того, эти диски становятся незаменимыми, например, в цифровых фотоаппаратах.

Популярность и применение твердотельных дисков обусловлены, в основном, их высокой надежностью и нечувствительностью к вибрациям, однополярным питанием, отсутствием механических движущихся узлов, малыми габаритами и весом, низким потреблением, быстрым доступом и другими преимуществами.

Существуют различные варианты исполнения таких дисков, которые отличаются друг от друга, в основном, конструкцией, размерами и типом интерфейса. К их числу относятся флэш-диски с интерфейсами SCSI, ISA, PC-104, ATA IDE, USB и др.

Рассмотрим из всего многообразия данных устройств флэш-диск DiscOnChip (диск-микросхему) фирмы M-Systems и разработанный автором адаптер флэш-диска ISA-D0C2000 с интерфейсом ISA.

Флэш-диск DiscOnChip (второе название — D0C2000) разработан и производится израильской фирмой M-Systems [1]. Он представляет собой 32-выводную микросхему с назначением контактов, совпадающим с микросхемами постоянных запоминающих устройств (ПЗУ) 27C010.

Ниже приведены краткие технические характеристики DiscOnChip:

- время доступа — 150 нс;
- скорость чтения — 1,1 Мбайт/с;
- скорость записи — 250 кбайт/с;
- число циклов стирания — не менее 10^6 ;
- напряжение питания — 5 В $\pm 10\%$;
- потребляемый ток в режимах:

- чтение — 25...40 мА;
- запись — 30...40 мА;
- ожидание — 0,06...0,1 мА;
- габариты — 44×18×6 мм;
- рабочий диапазон температур — 0...70 °C;
- индустриальный вариант — -40...+85 °C.

Внешний вид и соответствие имен цепей выводам DiscOnChip приведены на рис. 1 и 2. В табл. 1 указано назначение контактов DiscOnChip и их описание.

Первоначально эти диски-микросхемы имели емкость 1 Мбайт, но в последнее время размер их памяти увеличился до сотен мегабайт. Для адреса-



Рис. 1

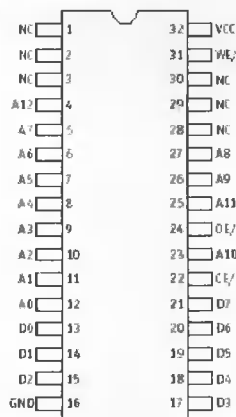


Рис. 2

ции такого объема памяти требуется достаточно большое число адресных выводов. С целью сокращения числа адресных выводов доступ к этой памяти организован через окно размером 8 кбайт, для чего достаточно всего 13-ти адресных линий. DiscOnChip содержит несколько функциональных блоков, в том числе и блок постоянного запоминающего устройства, в котором хранится расширение BIOS с программой TrueFFS. Данная программа позволяет полностью эмулировать работу жесткого диска и, кроме того, равномерно использует ресурсы внутренней флэш-памяти DiscOnChip, предотвращая тем самым быструю выработку ресурса записи-стирания одних и тех же ячеек памяти. На рис. 3 приведена функциональная схема DiscOnChip.

Из схемы видно, что в DiscOnChip присутствует встроенный интерфейс **System Interface** для связи с внешней системой, блок интерфейса с флэш-памятью **Flash Interface** и собственно флэш-память **Flash**. Программа TrueFFS расширения BIOS хранится в блоке памяти **IPL**. После включения компьютера программа BIOS выполняет подпрограмму тестирования и инициализации POST и производит поиск программ расширения BIOS по определенным областям памяти. При обращении к адресному пространству памяти, в которое включен DiscOnChip, происходит загрузка программы TrueFFS из блока памяти **IPL**. Эта программа производит инициализацию блока конечного автомата **State Machine** и загрузку драйвера в оперативную память компьютера. Дальнейшая работа с DiscOnChip происходит под управлением этого драйвера с участием блока управления флэш-памятью **Flash Control** и блока обнаружения и коррекции ошибок **EDC/ECC**, существенно повышающего достоверность хранимых во флэш-диске данных.

Множество современных одноплатных компьютеров имеют в своем составе панельку DIP-32 для установки DiscOnChip. При установке DiscOnChip в такой компьютер он приобретает возможность полноценной работы со встроенным флэш-диск, который форматируется и инициализируется операционной системой как обычный жесткий диск и с которого можно производить загрузку операционной системы компьютера.

Таблица 1

Выходы	Назначение	Номера выводов	Направление
A0—A12	Шина адреса	4—12, 23, 25—27	Входы
D0-D7	Шина данных	13—15, 17—21	Входы/выходы
—CE	Выбор микросхемы	22	Вход
—OE	Разрешение выхода	24	Вход
—WE	Разрешение записи	31	Вход
NC	Не подключен	1—3, 28—30	Не используется
Vcc	Питание +5 В	32	Вход
GND	Общий	16	Выход

Для установки DiscOnChip на обычный персональный компьютер необходимо использовать адаптер, в качестве которого автор предлагает использовать разработанный им адаптер флэш-диска ISA-D0C2000 с шиной ISA. Данный адаптер состоит всего из трех легкодоступных микросхем, нескольких конденсаторов, перемычек и 32-контактной панельки, в которую вставляется DiscOnChip. Принципиальная схема адаптера приведена на рис. 4.

Как видно из схемы, элементы D1—D3 осуществляют дешифрацию адресного пространства памяти размером 8 кбайт. Конденсаторы CP1 и C1—C3 обеспечивают фильтрацию низкочас-

тотных и высокочастотных помех. Сигналы управления, адресной шины и шины данных ISA поступают непосредственно на выводы микросхемы DiscOnChip D4. В зависимости от типа установленной микросхемы D4 изменяется объем памяти флэш-диска. При этом не требуется делать никаких дополнительных операций с адаптером. Список возможных для установки типов DiscOnChip и соответствующий этому размер флэш-памяти приведен в табл. 2.

Адаптер можно изготовить на небольшой макетной плате, к которой приклеивается фрагмент с печатным разъемом ISA (например, отрезанный от

неисправного адаптера). Можно разработать и изготовить для него двухстороннюю печатную плату.

Так, например, при установке перемычек JP1:1-2 и JP2:3-4 (выделенная строка таблицы), обращение к адаптеру будет возможно по адресам CC00:0000—CDFF:000F. Поскольку при вычислении полного физического адреса процессор компьютера складывает сегмент и смещение со сдвигом на 12 бит, полный адрес доступа будет иметь диапазон CC00—CDFF.

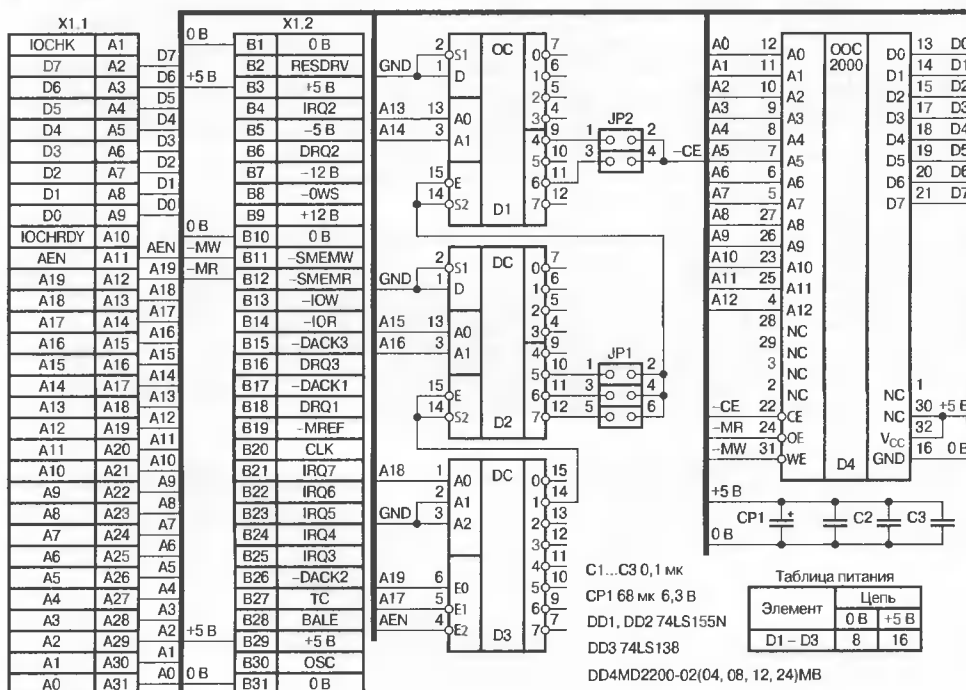
Перед установкой перемычек и самого адаптера в компьютер необходимо проверить правильность монтажа всех соединений и отсутствие коротких замыканий между разноименными цепями. Предварительно работоспособность адаптера можно проверить в статическом режиме с помощью эмулятора шины ISA [2]. Для этого адаптер вставляется в эмулятор шины без DiscOnChip в панельку. На эмуляторе устанавливается адрес окна обращения и формируются сигналы записи и чтения. Если адаптер исправен, сигналы выборки и управления будут формироваться на соответствующих выводах панельки DiscOnChip.

При выборе и установке рабочего адресного окна адаптера необходимо убедиться в том, что это окно не занято другими устройствами компьютера, или зарезервировать нужную область, воспользовавшись свойствами компьютера (рис. 5).

Таблица 2

Тип	Форматированная емкость, Мбайт	Число секторов
MD2200-02MB	2	3904
MD2200-04MB	4	7888
MD2200-08MB	8	15920
MD2200-12MB	12	23952
MD2200-24MB	24	48032

Рис. 3



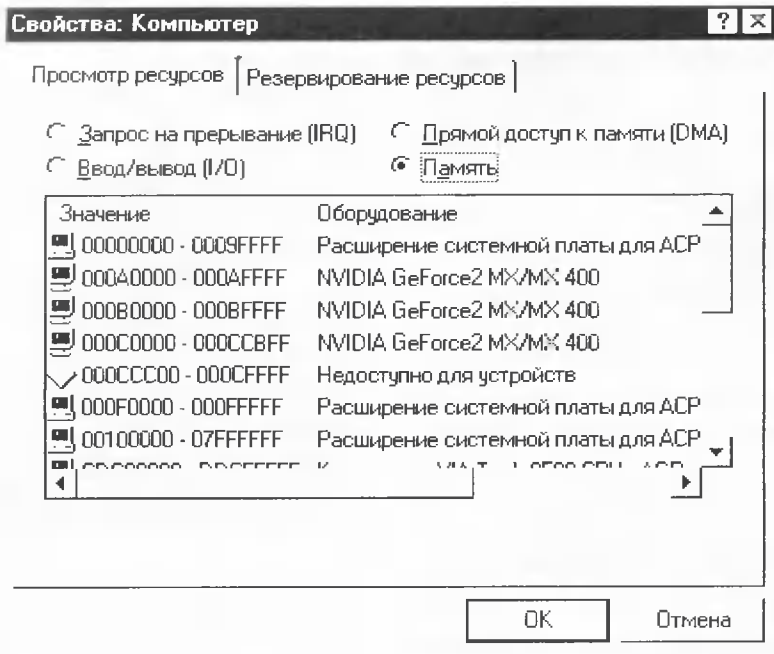


Рис. 5

изводителем и доступными на сайте компании [1]. Эти утилиты позволяют посмотреть характеристики диска, сделать флэш-диск первым загружаемым диском при старте компьютера, выполнять на нем низкоуровневое форматирование и т. п. Перечень названия некоторых утилит и их назначения приведен ниже:

DINFO.EXE — утилита информации;
DFORMAT.EXE — утилита форматирования;
UPDATE.EXE — обновление программного обеспечения bootimage;
DOC2000.EXB — файл загрузки bootimage;

DOCPMAP.EXE — утилита низкоуровневого доступа к диску.

Например, выполнив программную утилиту DOCPMAP.EXE с ключом I

```
>docmpmap.exe /i
```

получим на экране монитора сообщение типа:

```
DOCPMAP Version 3.3.7 for DiskOnChip
2000 (V4.2)
Copyright (C) M-Systems, 1992-1999
DiskOnChip MD2200-T16(16) detected on
address: dc00
```

Таблица 3

JP1	JP2	Адрес сегмента окна
1-2	1-2	C800h-C9FFh
1-2	3-4	CC00h-CDFFh
3-4	1-2	D000h-D1FFh
3-4	3-4	D400h-D5FFh
5-6	1-2	D800h-D9FFh
5-6	3-4	DC00h-DDFFh

Оно означает, что программа обнаружила в компьютере флэш-диск по адресу DC00:0h.

Если необходимо, чтобы флэш-диск обнаруживался компьютером как диск C, следует отключить имеющиеся жесткие диски компьютера или запретить их обнаружение в SETUP.

При необходимости использования флэш-диска как диска C без отключения жестких дисков нужно включить флэш-диск как D и выполнить программную утилиту >dformat.exe d:/first /s:doc2000.exb.

После перезагрузки компьютера флэш-диск появится на компьютере как диск C, а жесткий диск — как D.

В заключение хочется сказать, что рассмотренный выше DiskOnChip полностью совместим с операционными системами DOS, Windows, QNX и др., благодаря чему он имеет большое будущее.

Олег Вальпа,
sandh@narod.ru

Литература

1. <http://www.m-sys.com>.
2. О. Вальпа. Эмулятор интерфейса ISA. — Схемотехника. 2002, № 1, с. 54, 55.

Уважаемые читатели журнала «Схемотехника»!

Издательский дом «Скимен» выпустил первые три тома книги Александра Фрунзе «Микроконтроллеры? Это же просто!». Данное издание, в первую очередь, ориентировано на тех, кто только начинает знакомство с микроконтроллерной техникой, тех, кому еще предстоит стать потребителем чипов, КИТов, программаторов и иных средств поддержки разработки. Для них — первый том, в котором последовательно и доступно для начинающих рассказано о внутреннем устройстве микроконтроллера, принципиальных схемах сопряжения его с внешними микросхемами, АЦП, ЦАП, с устройствами индикации и кнопками управления, о системе команд и о технике программирования на ассемблере.

Во втором томе приводится большое количество обзорной информации по абсолютному большинству x51-совместимых микроконтроллеров, о модернизации систем на их основе, о том, как связать микроконтроллерные системы друг с другом и с компьютером, о технике использования программных симуляторов и внутрисхемных эмуляторов, а также о некоторых практических аспектах использования новейших микроконтроллеров семейств AduC, Cugnal и др. Дополнительно приведена подробная информация о таких сложных для программирования контроллерно-ориентированных микросхемах, как сигма-дельта АЦП семейства AD77xx от Analog Devices.

Третий том посвящен арифметическим операциям со знаковыми и беззнаковыми целыми числами длиной от 2 до 32 байт, а также некоторым простым приемам оптимизации программ по быстрдействию.

Четвертый том (его выпуск только намечается) посвящен работе с плавающей запятой, специальным быстрым алгоритмам расчета и общим методам аппроксимации с заданной точностью любых разумных функциональных зависимостей, что позволяет вести быстрые расчеты даже на микроконтроллерах с производительностью в единицы MIPS.

Отдельно отметим, что приведенные в книге практические примеры используют, помимо микроконтроллеров, большое количество аналоговых и цифровых микросхем таких известных производителей, как Analog Devices (AD77xx, AD7894, AD855x, REF19x и ряд других), Maxim (MAX202/232, MAX680, MAX619, MAX187/189/1241, 1243 и им подобные), Burr-Brown (ADS7816 и им подобные, DDC112 и т. д.).

У вас есть возможность подписаться на книгу А. Фрунзе «Микроконтроллеры? Это же просто!». Стоимость первых трех томов книги, включая доставку, составляет 277 руб. 20 коп. (в т. ч. НДС). Доставка книг осуществляется через почтовое отделение.

Вы можете подписаться на каждый том книги А. Фрунзе «Микроконтроллеры? Это же просто!» отдельно. В этом случае стоимость одного тома, включая НДС и доставку, составит 99 рублей. Схема оплаты та же, что и за весь комплект книги.

Для того чтобы подписаться через редакцию, необходимо:

перевести сумму на наш расчетный счет по указанным реквизитам или связаться с редакцией по телефону (095) 777-1215

для выставления счета;

копию платежного поручения с вашим почтовым адресом или квитанцию выслать по факсу (095) 777-1215, e-mail: podpiska@dian.ru,

почтовый адрес: 121351, г. Москва, ул. Ивана Франко, 40, стр. 2, редакция.

Наши реквизиты:

ООО «ИД СКИМЕН»

ИНН 7731195492 КПП 773101001

Р/с 40702810100000000456 в ОАО КБ «Промбанк» в г. Москва

К/с 30101810100000000554

БИК 044525554

ОКОНХ 84500 ОКПО 52744508

Юридический адрес: 121351, г. Москва, ул. Ивана Франко, 40, стр. 2, отдел распространения.

Организация обмена информацией по ИК каналу

В наше время нельзя недооценивать значение обмена информацией, особенно для микроконтроллерных систем. Это передача команд от ведущего устройства к ведомому (проще говоря, управление), а также обмен различного рода данными.

Обычно обмен данными между микроконтроллерами осуществляется при помощи проводной связи. В качестве буферного устройства при обмене информацией удобно использовать UART (универсальный асинхронный приемопередатчик), поскольку он входит в состав почти каждого AVR-микроконтроллера. UART может осуществлять как прием, так и передачу восьмибитных (а если необходимо, то и девятибитных) посылок с довольно высокой скоростью. Более подробно рассказывать о работе и организации этого устройства вряд ли имеет смысл, поскольку UART посвящено большое количество статей.

А что делать, если два микроконтроллера невозможно связать при помощи проводов? Такая задача может возникнуть, например, когда одно из устройств часто перемещается в помещении. Ее решением может быть применение беспроводной связи. Самым выгодным вариантом является использование инфракрасного (ИК) канала, так как современная элементная база позволяет с минимальными трудностями организовать как прием, так и передачу данного вида излучения.

На рис. 1 приведена схема ИК передатчика с использованием UART, входящего в состав AVR микроконтроллера. Особенностью его является то, что каждый передаваемый бит, поступающий на вывод TXD (выход передатчика UART), программным способом модулируется частотой 36 кГц, необходимой для работы ИК приемника стандарта RC-5. Промодулированный сигнал может выводиться на любой вывод микроконтроллера (в данном случае вывод PD4), к которому подключен ИК-светодиод. Вывод TXD следует оставить неиспользуемым, так как подпрограмма передатчика во время своей работы читает логическое состояние именно с этого вывода.

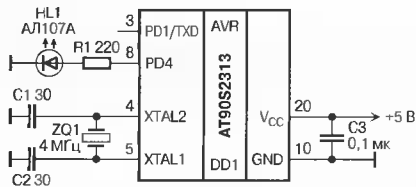


Рис. 1

Ниже приведена программа ИК-передатчика, написанная на Ассемблере для микроконтроллера AT90S2313. В ее состав входят несколько подпрограмм. Первая из них — подпрограмма обслуживающая прерывания таймера/счетчика 0, она используется для организации широто-импульсного модулятора (ШИМ) с частотой 36 кГц. Вторая собственно и является передатчиком (точнее модулятором) сигнала UART. Следует также сказать, что в данной подпрограмме происходит инвертирование передаваемого байта (это необходимо для верной декодировки байта, полученного с ИК приемника).

```

;=====
; ИК передатчик
;=====
.org 000
    rjmp reset          ;Вектор сброса
.org 006
    rjmp tim_ovf0       ;Вектор прерываний от таймера/счет-
чика 0

;=====
;Подпрограмма обработки прерываний от таймера/счетчика 0.
;=====
tim_ovf0:
    out tcnt0,r18       ;Загружаем таймер длительностью
полупериода частоты модуляции

```

```

    inc r19              ;Увеличиваем значение регистра на
единицу
    sbrc r19,0           ;Проверяем на четность младший бит
r19
    cbi portd,4          ;Устанавливаем на выводе PD4 лог.
0
    sbrc r19,0           ;Проверяем на четность младший бит
r19
    sbi portd,4          ;Устанавливаем на выводе PD4 лог.
1
    reti                 ;Выход из подпрограммы обработки
прерывания
;=====
; С этого места начинается основная программа.
;=====
reset:
    ldi r16,0b01010010
    out ddrd,r16         ;Устанавливаем направление работы
порта D
    ldi r16,0b01101100
    out portd,r16        ;Устанавливаем соответствующие ло-
гические уровни на выходах порта D
    ldi r16,$80
    out spl,r16          ;Организуем стек
    ldi r16,0b00001000
    out ucr,r16          ;Разрешаем роботу передатчика UART
    ldi r16,$ff
    out ubrr,r16         ;Задаем скорость работы UART
    ldi r16,$1
    out tccr0,r16        ;Синхронизируем работу таймера/
счетчика 0
    ldi r18,$cb          ;Задаем полупериод частоты модуля-
ции
    sei                  ;Разрешаем прерывания
start:
    ...
    mov r1,r31           ;Перепишем в r1 байт, который
нужно передать
    rcall uart           ;Вызываем подпрограмму модуляции
сигнала
    ...
    rjmp start           ;Возвращаемся в начало программы

;=====
; Подпрограмма модуляции и передачи байта UART.
;=====
uart:
    out udr,r1           ;Загружаем байт в регистр передат-
чика UART
up:
    out tcnt0,r18        ;Загружаем таймер длительностью
полупериода частоты модуляции
    ldi r16,0b00000010
    out tmsk,r16         ;Разрешаем прерывания по перепол-
нению таймера/счетчика 0
up_1:
    sbis pind,1          ;Проверяем логический уровень на
выводе PD1
    rjmp up_1
    ldi r16,0b00000000
    out tmsk,r16         ;Запрещаем прерывания от таймера/
счетчика 0
    cbi portd,4          ;Устанавливаем логический 0 на вы-
воде PD4
down:
    sbis pind,1          ;Проверяем логический уровень на
выводе PD1
    rjmp up
    sbic usr,txc         ;Проверяем, не установлен ли флаг

```

```

окончания передачи
    rjmp exit
    rjmp down
exit:
    sbi usr,txc          ;Сбрасываем флаг окончания пере-
дачи
    ret

```

На рис. 2 изображена схема подключения ИК приемника DA1 к AVR микроконтроллеру. ИК сигнал, принятый, усиленный и инвертированный стандартным RC-5 приемником DA1, поступает на вывод RXD микроконтроллера, который является входом UART. Ввиду того, что ИК приемник инвертирует принятый сигнал, необходимо программным способом произвести обратную его инверсию, т. е. просто инвертировать байт. Инвертирование байта можно произвести либо при его передаче, либо при его приеме (в данном случае байт инвертируется при передаче ИК сигнала).

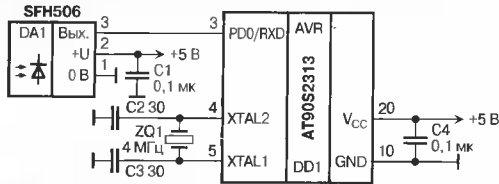


Рис. 2

Программы, обслуживающие прием байта UART, можно построить двумя способами. Первый способ заключается в использовании прерывания по окончании приема байта UART. Он выгоден в тех случаях, когда устройство во время работы находится в режиме пониженного энергопотребления (Idle mode), а при приеме байта входит в активный режим работы и обрабатывает принятый байт. Пример такой программы показан ниже.

```

;=====
; ИК приемник.
;=====
.org 000
    rjmp reset          ;Вектор сброса
.org 007
    rjmp uart_rx        ;Вектор прерываний по
окончанию приема байта UART
;=====
;Подпрограмма обработки прерываний от UART.
;=====
uart_rx:
    in r31,udr          ;Переписываем значение из
UART в регистр
    sbic usr,fe         ;Проверяем, не было ли
ошибки кадра
    rjmp error
    rjmp exit
error:
    clr r31             ;Очищаем регистр
exit:
    reti               ;Выходим из процедуры об-
работки прерывания
;=====
; С этого места начинается основная программа.
;=====
reset:
    ldi r16,$80
    out spl,r16         ;Организуем стек
    ldi r16,0b10010000
    out ucr,r16         ;Разпускаем работу приемника UART,
а также прерывание
    ldi r16,$ff
    out ubrr,r16        ;Задаем скорость работы UART
    ldi r16,0b00100000
    out mcscr,r16       ;Разпускаем работу микро-
контроллера в режиме пониженного энергопотребления
    sei                ;Разпускаем прерывания
start:
    ...

```

```

sleep          ;Переводим процессор в режим сна
               ;Обрабатываем принятый байт (r31)
...
rjmp start     ;Возвращаемся в начало программы

```

Второй способ построения программы приема байта основан на периодическом опросе флага RXC в регистре UART USR, который устанавливается по окончании приема. Программа имеет следующий вид.

```

;=====
; ИК приемник.
;=====
.org 000
    rjmp reset          ;Вектор сброса
;=====
; С этого места начинается основная программа.
;=====
reset:
    ldi r16,$80
    out spl,r16         ;Организуем стек
    ldi r16,0b00010000
    out ucr,r16         ;Разпускаем работу приемника UART
    ldi r16,$ff
    out ubrr,r16        ;Задаем скорость работы UART
start:
    ...                ;Основная часть программы
    ...
    rcall uart_rx      ;Вызываем подпрограмму опроса UART
    ...                ;Обрабатываем принятый байт (r31)
    ...                ;Продолжение основной программы
    rjmp start         ;Возвращаемся в начало программы
;=====
;Подпрограмма опроса приемника UART.
;=====
uart_rx:
    sbis usr,rxс       ;Проверяем, не установлен ли флаг
окончания приема
    rjmp start         ;Если нет, то возвращаемся в нача-
ло программы
    in r31,udr         ;Переписываем значение из приемни-
ка UART в регистр
    sbic usr,fe        ;Проверяем, не установлен ли флаг
ошибки кадра
    clr r31            ;Если установлен, то очищаем ре-
гистр
    ret               ;Выходим из подпрограммы

```

Следует особо отметить, что флаг RXC сбрасывается аппаратно после того, как будет переписан байт из регистра UDR. Поэтому даже в случае ошибки кадра байт нужно переписать, иначе это грозит неверной работой программы. Так, например, если не соблюдать данное условие в первой программе ИК приемника, то это чревато зависанием процессора (программа просто не сможет выйти из обработчика прерываний от UART).

Без особых проблем можно совместить в одном микроконтроллере как приемник, так и передатчик ИК-сигнала. Программу нужно организовать таким образом, чтобы во время передачи сигнала запрещалась работа приемника. В противном случае приемник UART может принять свой же сигнал.

Дальность приема ИК-сигнала, конечно, зависит от характеристик приемника и светодиода. При построении устройств по приведенным схемам этот параметр составляет как минимум 2...4 м. Для увеличения дальности связи можно увеличить ток через излучающий светодиод, как это показано на рис. 3.

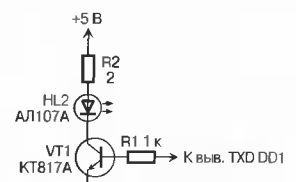


Рис. 3

Марис Потапчук,
mapic@online.com.ua.

P89LPC90x — расширяя границы 80C51

В статье рассмотрено новое семейство микроконтроллеров фирмы Philips P89LPC90x. Его отличительными особенностями являются широкие функциональные возможности при оформлении в корпусе с восемью выводами. Выпускаемые в аналогичном корпусе микроконтроллеры PIC и AVR заметно проигрывают этому семейству.

Фирма Philips начинает выпуск нового семейства микроконтроллеров P89LPC90x на базе ядра 80C51, не имеющего аналогов по плотности функциональных возможностей на один вывод. Микроконтроллеры семейства поддерживают классические (UART, WDT, IDLE, PDM, ...), современные (POR, RTC, CMP, ISP, ...) и новейшие (IAP, KBI, ...) решения, используемые ведущими производителями контроллеров, и при этом оформлены в корпусе с восемью выводами. Часто разработчики сталкиваются с ситуацией, когда надо спроектировать, казалось бы, несложное устройство, а после анализа задачи приходится брать «сороконожку» (в лучшем случае микросхему с 20-ю выводами). Микроконтроллеры семейства P89LPC90x удовлетворяют самым изысканным запросам и обеспечивают элегантное решение любой задачи.

Быстродействие микроконтроллеров повышено почти в шесть раз относительно стандартного, расширены возможности режимов пониженного потребления и способы выхода из них. Диапазон питающего напряжения (2,4...3,6 В) позволяет применять микроконтроллеры в системах с батарейным питанием. Оригинальная система сигналов «сброс» дает возможность не только идентифицировать источник сигнала и выполнить соответствующую ветвь программы, но и произвести удаленную перезагрузку контроллера. Поддержка ICP избавляет от необходимости применения программатора, а для работы достаточно использовать два вывода питания (Vcc и GND). В семейство входят шесть микроконтроллеров (табл. 1).

Особенности ядра и его тактовые сигналы

Микроконтроллеры семейства P89LPC90x используют усовершенство-

ванное ядро 80C51, которое работает в шесть раз быстрее, поскольку машинный цикл нового ядра состоит из двух тактов вместо двенадцати.

Тактовым сигналом для CPU является сигнал CCLK, именно два его такта составляют машинный цикл. Частота сигнала CCLK меняется программно и вычисляется по формуле:

$$CCLK = OSCCLK / (DIVM + 1).$$

Регистр DIVM является делителем частоты OSCCLK и позволяет уменьшить ее до 256 раз. Источником сигнала OSCCLK в зависимости от выбора пользователя является:

- внутренний RC-генератор с частотой 7,3728 МГц;
- внутренний WDG с частотой 400 кГц;
- внешний тактовый сигнал (0...12 МГц), подаваемый на вход XTAL1 микроконтроллеров P89LPC901/906;
- внешний резонатор 20 кГц...12 МГц (поддерживается микроконтроллерами P89LPC901/906).

Источник тактового сигнала задается при программировании конфигурационного байта UCFG1, программная смена источника невозможна.

Для работы периферийных устройств используется частота PCLK, изменяющаяся прямо пропорционально тактовой частоте CPU ($PCLK = CCLK/2$). Микроконтроллеры P89LPC901/906 позволяют коммутировать PCLK на линию P3.0 для синхронизации внешних устройств. Данный режим возможен, если используются три первых источника из перечисленных выше. Для экономии энергии при переходе в режим IDLE допускается программное выключение сигнала.

При включении питания подача тактового сигнала на CPU блокируется до его стабилизации. Время зависит от типа источника сигнала.

Организация памяти

На кристалле микроконтроллера расположены следующие области памяти: внутренняя память данных, область регистров SFR и память программ.

Объем внутренней памяти данных составляет 128 байт и занимает адресное пространство 0—7Fh. Доступ аналогичен 80C51. Область данных хранит информацию при понижении напряжения питания до 1,5 В.

Область регистров SFR занимает адресное пространство 80h—0FFh и помимо стандартных регистров допол-

нена новыми. Достоверность данных в области SFR гарантируется при напряжении питания не ниже 2,4 В.

Память программ ограничена объемом 1 кбайт и занимает пространство 0—3FFh. Чтение содержимого памяти осуществляется инструкцией MOVC. Аппаратные средства, обслуживающие память программ, поддерживают функции ICP (In-Circuit Programming) и IAP (In-Application Programming). Функция ICP позволяет программировать память микроконтроллера, когда он находится в устройстве. Функция IAP дает возможность перепрограммировать память программ из приложения и использовать ее для энергонезависимого хранения данных. Пользователь установкой битов секретности ограничивает доступ к памяти программ (в том числе и для инструкции MOVC).

Поддержка внешней памяти данных и программ отсутствует.

Сигнал «сброс» и его источники

Источниками сигнала «сброс» для микроконтроллера могут быть как внешние, так и внутренние события. Пользователь сам определяет разрешенные события и идентифицирует источник сигнала по битам, установленным в регистре RSTSRC. Далее рассмотрены биты и события, влияющие на их установку:

R_EX(Reset External) — сброс вызван внешним сигналом, поданным на линию P1.5/RST;

R_SF(Reset SoFtware) — сброс инициирован программным способом;

R_WD(Reset WatchDog timer) — встроенный сторожевой таймер сгенерировал сброс при достижении счетным регистром значения 0;

R_BK(Reset Break) — приемная часть функции UART сгенерировала сигнал «сброс», после получения команды BREAK;

POF(Power On Flag) — внутренний сброс при включении питания;

BOF(BrownOut Flag) — внутренний сброс при снижении питающего напряжения до значения, меньшего 2,7 В, и его последующем восстановлении.

После анализа биты регистра необходимо очищать программно. При включении питания устанавливаются биты POF и BOF, все остальные очищаются аппаратно. Только это событие производит аппаратную очистку, во всех остальных случаях биты, не сброшенные программно, останутся без изменений.

Режим работы линии P1.5/RST задается пользователем при программировании конфигурационного байта UCFG1. Когда бит RPE установлен в 1, генерация сброса разрешена, иначе линия работает в режиме «только вход». В момент включения питания бит RPE игнорируется и линия работает как вход сигнала «сброс». В связи с этим схемное включение должно обеспечивать отсутствие лог. 0 на входе в упомянутый отрезок времени. После вклю-

Таблица 1

Функция МК	P89LPC901	P89LPC902	P89LPC903	P89LPC906	P89LPC907	P89LPC908
Внешний кварцевый резонатор	+	—	—	+	—	—
Выход CLKOUT	+	—	—	+	—	—
PWM выход T0	+	—	—	—	+	—
Компаратор CMP	1	2	2	1	1	1
Вход CMP2	—	+	+	—	—	—
Выход CMP1	—	+	—	+	+	+
Выход CMP2	—	+	—	—	—	—
TxD	—	—	+	—	+	+
RxD	—	—	+	—	—	+

чения питания режим работы выбирается в соответствии с состоянием бита RPE.

Прерывания

Стремясь освободить CPU для выполнения основной программы и снизить потребляемую мощность, разработчики фирмы Philips увеличили число источников прерывания и наделили их способностью пробуждать микроконтроллер из режимов пониженного потребления. Система приоритетов прерываний расширена до четырех уровней, что позволяет пользователю назначать очередность обслуживания запросов с большей гибкостью. Все источники прерываний поддерживают стандарт 80C51 и имеют индивидуальный флаг разрешения/запрещения. Сброс флага EA в 0 запрещает все прерывания. В табл. 2 приве-

Таблица 2

Источник	P89LPC901	P89LPC902	P89LPC903	P89LPC906	P89LPC907	P89LPC908
T0(1)	+	+	+	+	+	+
T1(1)	+	+	+	+	+	+
TxD(1)	—	—	+	—	+	+
RxD(1)	—	—	+	—	—	+
CMP(2)	+	+	+	+	+	+
BOD(2)	+	+	+	+	+	+
KBI(3)	+	+	+	+	+	+
WDT/RTC(3)	+	+	+	+	+	+

Примечание:

- 1 — пробуждает из режима IDLE;
2 — пробуждает из режимов IDLE, PDM;
3 — пробуждает из режимов IDLE, PDM, TPDM.

дены источники прерываний с отметкой о способности к пробуждению микроконтроллера из режимов пониженного потребления.

Порты ввода/вывода

Микроконтроллеры имеют от трех до шести линий ввода/вывода (зависит от использования линии для внешнего сигнала «сброс» и выбора генератора). Каждая линия, за исключением P1.5, индивидуально конфигурируется на один из четырех режимов работы:

- квази-двунаправленный выход. Линия работает, как вход и выход одновременно. Режим совместим с 80C51;
- выход с открытым коллектором. Линию необходимо подключить через внешний резистор к источнику питания;
- «push-pull» — выход с поддержкой мощной лог. 1. Нагрузочная способность линии достаточна для управления светодиодом;
- только вход.

Линия P1.5 работает в режиме «только вход» и другие режимы не поддерживает. Несмотря на то, что нормальное напряжение питания микроконтроллера составляет 3 В, все линии, кроме XTAL1 и XTAL2, в режиме «только вход» допускают подачу 5 В. В квази-двунаправлен-

ном режиме подключение 5 В нежелательно.

При включении питания все линии сконфигурированы для работы в режиме «только вход».

Таймеры/счетчики

Таймеры общего назначения T0 и T1 по режимам работы совместимы с 80C51. Отличие заключается в отсутствии входов для внешних сигналов. В качестве внутренних счетных импульсов используется частота PCLK.

Возможности таймеров расширены в микроконтроллерах P89LPC901/907. В новом режиме работы Mode 6 (поддерживают оба таймера) таймер генерирует импульсы разной длительности с периодом до 256 счетных сигналов. Линия P1.2, выполняя альтернативную функцию для таймера T0, работает не только как вход внешних сигналов, но и как выход, коммутируя переполнение таймера или импульсы режима Mode 6.

Часы реального времени RTC

Микроконтроллеры семейства имеют простые часы реального времени. RTC продолжает работу, даже когда микроконтроллер находится в режиме TPDM, и способен пробудить микроконтроллер или генерировать прерывание.

RTC состоит из семибитного предделителя и 16-битного вычитающего счетчика. При достижении счетчиком значения 0 происходит его автоперезагрузка и установка флага RTCF.

Источником сигнала для RTC является тактовый сигнал CCLK. Для микроконтроллеров P89LPC901/906 альтернативным источником является кварцевый генератор или внешний сигнал при условии, что они не используются для работы CPU.

Регистры RTC принимают исходное значение только при включении питания.

Сторожевой таймер (WDT)

Сторожевой таймер используется для выхода из аварийных ситуаций, например, при сбое выполнения программы. При отсутствии периодического обслуживания происходит срабатывание таймера и генерируется внутренний сигнал сброса. Обслуживание заключается в выполнении последовательности команд:

```
clr ea
mov WFEED1, #0A5h
mov WFEED2, #5Ah
setb ea
```

по ходу выполнения программы. Период срабатывания таймера варьируется в широких пределах: от нескольких микросекунд до нескольких секунд.

WDT состоит из 12-битного предделителя, на который поступает тактовый сигнал, и восьмидесятибитного вычитающего счетчика. Источник тактового сигнала определяется битом WDCLK в регистре WDCON. Когда бит установлен в 1,

источником является встроенный генератор WDG с частотой 400 кГц, при сброшенном бите в качестве источника используется тактовая частота PCLK. Если WDT работает от сигнала PCLK, таймер прекращает работу, когда микроконтроллер входит в режим пониженного потребления PDM или TPDM.

Пользователь может отключить сторожевой таймер в процессе программирования конфигурационного байта UCFG1. В этом случае допускается WDT использовать как интервальный таймер, генерирующий прерывание.

Пользователь, использующий WDT в работе микроконтроллера, должен хорошо представлять процесс его обслуживания, иначе сам WDT станет источником внештатных ситуаций.

Последовательный интерфейс UART

Последовательный интерфейс совместим с 80C51 и поддерживается тремя представителями семейства: P89LPC903/908 и P89LPC907 (только передающая часть). Для увеличения производительности микроконтроллера фирма Philips расширила возможности UART, добавив:

- функцию идентификации команды BREAK;
- аппаратную идентификацию адреса подчиненного микроконтроллера;
- встроенный генератор BRG, задающий скорость обмена UART;
- буферизацию данных при передаче;
- контроль целостности пакета.

Последовательность из 11 бит, сброшенных в 0, считается командой BREAK. UART при получении данной команды по выбору пользователя способен генерировать прерывание или сигнал «сброс».

Аппаратная идентификация адреса освобождает микроконтроллер от постоянного анализа данных, поступающих извне, и разрешает прием установкой бита RI при совпадении полученного адреса и заданного.

Аналоговый компаратор

Микроконтроллеры P89LPC902/903 имеют по два компаратора, остальные представители семейства — по одному.

Аналоговый компаратор — дополнительная функция порта P0. Для работы компаратору необходима всего одна линия P0.4 (P0.2), подключенная к его неинвертирующему входу. Инвертирующий вход подключается к внутреннему источнику опорного напряжения 1,23 В или к P0.5. Линии порта, используемые как входы компаратора, необходимо отключить от цифровой части установкой соответствующих битов в регистре PTOAD.

Выход компаратора доступен по чтению в регистре, при необходимости выход подключается к линии P0.6 (P0.0), которая сконфигурирована для работы в режиме push-pull.

Установка разрешающего бита EC в регистре IEN1 дает возможность любому изменению на выходе компаратора генерировать прерывание и пробуждать

микроконтроллер из режимов IDLE и PDM.

Для уменьшения потребляемой энергии допускается выключение компаратора в любой момент времени, при входе в режим TPDM выключение происходит автоматически.

Минимальное напряжение, при котором гарантирована стабильная работа компаратора, составляет 2,4 В.

При включении питания работа аналогового компаратора разрешена, а значение на его выходе не определено в течение 10 мкс. В этот промежуток времени не рекомендуется использовать прерывание. Перед разрешением необходимо очистить флаг прерывания CMF.

Функция KBI, внешние прерывания

Функция KBI введена для упрощения решения задач обслуживания клавиатуры и идентификации шинного адреса. Работа KBI заключается в сравнении входов порта P0 с заданным образцом и при удовлетворении условия (совпадении и/или различии) генерации одиночного прерывания. Данная функция заменяет входы внешнего прерывания, расширяя их число по сравнению с 80C51.

Прерывание способно пробудить микроконтроллер из любого режима пониженного потребления.

Указатели на данные

В микроконтроллере имеются два указателя на данные (dptr), и только один из них является активным. Пользователь изменением значения бита DPS в регистре AUXR1 выбирает активный указатель, а все последующие команды, использующие в качестве операндов dptr, dph, dpl, обращаются к этому указателю. Хочется обратить внимание, что указатели занимают одно адресное пространство и доступ к неактивному указателю невозможен.

Функции контроля питания

Корректную работу микроконтроллера при изменениях питающего напряжения обеспечивают две встроенные функции — POD и BOD.

Функция POD предотвращает начало работы микроконтроллера во время нарастания напряжения при включении питания. Она удерживает внутренний сигнал «сброс» активным до тех пор, пока напряжение не достигнет значения, обеспечивающего стабильную работу микроконтроллера. О работе POD говорит установленный бит в регистре RSTSRC.

Функция BOD контролирует напряжение питания во время работы. В случае падения напряжения ниже уровня 2,7 В, она генерирует внутренний сигнал «сброс» до восстановления питания. Пользователь имеет возможность заменить сигнал «сброс» прерыванием. В любой момент функцию можно выключить/включить программным путем.

Если предполагается, что система будет работать при напряжении ниже

уровня срабатывания BOD, то бит BOE в байте конфигурации UCFG1 рекомендуется оставлять незапрограммированным.

После срабатывания функции BOD в регистре RSTSRC устанавливается бит BOF.

Управление потребляемой мощностью

Управление потребляемой мощностью осуществляется двумя способами — делением тактовой частоты и переходом в режим пониженного потребления.

Деление тактовой частоты OSCCLK осуществляется с помощью регистра DIVM. Пределы варьирования выходной частоты внушительны: максимальное значение делителя составляет 256. Результирующая частота вычисляется по формуле, приведенной в начале статьи. Недостатком данного способа является зависимость тактовой частоты периферийных устройств от CCLK.

Более эффективным способом снижения расхода энергии является переход в режим пониженного потребления. Микроконтроллеры поддерживают три режима: IDLE, Power Down Mode (PDM) и Total Power Down Mode (TPDM).

В режиме IDLE периферия микроконтроллера продолжает работать. Любое разрешенное прерывание или сигнал сброса пробуждают его из режима. Потребление уменьшается примерно на порядок.

При переходе в режим PDM останавливается тактовый генератор, если он не используется часами реального времени. Продолжают работу следующие функции: BOD, WDT (при работе от собственного генератора WDG), аналоговый компаратор и RTC. Допускается программное выключение любой функции до входа в режим с целью снижения потребляемой мощности. Выход из режима возможен по любому сигналу «сброс» или по разрешенному прерыванию: BOD, KBI, RTC, WDT, CMP. После пробуждения микроконтроллера и стабилизации тактовой частоты работа будет продолжена. В режимах PDM и TPDM допускается снижение питающего напряжения. Величины минимального допустимого напряжения для разных областей внутреннего ОЗУ отличаются.

Режим TPDM похож на PDM, отличие заключается в автоматическом выключении функции BOD и компаратора. Источниками, способными пробудить микроконтроллер являются: WDT (при работе от собственного генератора WDG), RTC и KBI. Потребление в режиме TPDM на три порядка ниже, чем в IDLE.

Для микроконтроллеров P89LPC901/906, способных работать от внешнего источника тактового сигнала, имеется еще один способ понижения потребляемой мощности. Микроконтроллеры рассчитаны на работу при максимальной частоте 12 МГц, если частота CCLK равна или ниже 8 МГц, то допускается установка бита CLKLP в 1, что приве-

дет к снижению потребления. После любого сигнала «сброс» бит CLKLP принимает значение 0.

Сокращения, принятые в статье

BRG (Baud Rate Generator) — генератор, задающий скорость UART;
CCLK (Cpu CLock) — тактовый сигнал центрального процессора;
CPU (Central Processing Unit) — центральный процессор;
Dptr (dual data pointers) — указатель на данные;
IAP (In-Application Programming) — программирование из приложения;
ICP (In-Circuit Programming) — внутрисхемное программирование;
KBI (Keypad Interrupt) — прерывание клавиатуры;
OSCCLK (OSCillator CLock) — тактовый сигнал генератора;
PCLK (Peripheral CLock) — тактовый сигнал периферийных устройств;
PDM (Power-Down Mode) — режим питания выключено;
RTC (Real Time Clock) — часы реального времени;
SFR (Special Functional Registers) — специальные регистры функций;
TPDM (Total Power-Down Mode) — режим полного выключения питания;
UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) — универсальный асинхронный приемопередатчик;
WDG (WatchDog Generator) — генератор сторожевого таймера;
WDT (WatchDog Timer) — сторожевой таймер.

Дмитрий Чекунов,
dmitch@irz.ru

Литература:

1. P89LPC901/902/903 8-bit microcontrollers with two-clock 80C51 core. Preliminary data. Philips.
2. P89LPC906/907/908 8-bit microcontrollers with two-clock 80C51 core. Preliminary data. Philips.

Редакция журнала «Схемотехника»

приглашает авторов
к сотрудничеству

По всем вопросам обращаться:
e-mail: editor@dian.ru
тел./факс (095)777-12-15

Требования к оформлению статей
см. в № 12, 2002, с. 44.

Гонорары выплачиваются
авторам, проживающим
на территории СНГ.

(Продолжение. Начало — № 5/2003).

CoolRunner-II — новое поколение высокопроизводительных ПЛИС CPLD фирмы Xilinx с микроощным потреблением

Нумерация пользовательских выводов ПЛИС XC2C128 и выводов, имеющих двойное назначение, для всех используемых типов корпусов приведена в табл. 37. Информация о номерах пользовательских контактов микросхемы, представленная в этой таблице, организована в соответствии с порядком следования номеров функциональных блоков и макроэчек, с которыми они сопряжены. Если какой-либо пользовательский вывод микросхемы может быть использован в качестве специального контакта, в колонке номеров функциональных бло-

ков в скобках приводится условное обозначение соответствующей выполняемой функции. Выводы микросхем, которые могут выполнять функции входов глобальных тактовых сигналов, обозначаются соответственно GCK0—GCK2. Контакты ПЛИС, которые могут использоваться в качестве входов глобальных сигналов управления состоянием тристабильных выходов, имеют обозначения GTS0—GTS3 соответственно. Вывод микросхемы, который может резервироваться в качестве входа глобального сигнала сброса/установки триггеров, входящих в

состав макроэчек, обозначен как GSR. Контакт ПЛИС, который может быть использован в качестве входа синхронного сброса встроенного делителя частоты тактового сигнала, имеет альтернативное обозначение CDRST. Вывод ПЛИС, который может резервироваться в качестве входа сигнала управления защелками входных данных, применяемыми в технологии DataGATE, отмечен идентификатором DGE. Для каждого пользовательского контакта ПЛИС в табл. 37 указан также номер банка ввода/вывода, к которому он относится.

Ряд цифровых сигнальных стандартов, поддерживаемых микросхемой XC2C128 (SSTL2-1, SSTL3-1 и HSTL-1), требуют подключения дополнительных источников напряжения пороговых уровней для входных каскадов блоков ввода/вывода VREF. Для этих целей в качестве соответствующих выводов VREF могут быть использованы любые

Таблица 37

Номер функционального блока	Номер макроэчки	Номер банка ввода/вывода	Тип корпуса			Номер функционального блока	Номер макроэчки	Номер банка ввода/вывода	Тип корпуса			Номер функционального блока	Номер макроэчки	Номер банка ввода/вывода	Тип корпуса		
			VQFP100	CSP132	TQFP144				VQFP100	CSP132	TQFP144				VQFP100	CSP132	TQFP144
1	1	2	13	G1	17	3	12	2	—	A5	133	6	7	—	—	—	—
1	2	2	—	F1	16	3	13	2	93	C6	132	6	8	—	—	—	—
1	3	2	12	F2	15	3	14	2	92	B6	131	6	9	—	—	—	—
1	4	2	11	F3	14	3	15	2	91	A6	130	6	10	—	—	—	—
1	5	2	10	E1	13	3	16	2	90	C7	129	6	11	1	—	L14	83
1	6	2	9	E2	12	4(DGE)	1	1	28	P2	39	6	12	1	56	L13	82
1	7	—	—	—	—	4	2	1	—	M3	40	6	13	1	—	L12	81
1	8	—	—	—	—	4	3	1	—	N3	41	6	14	1	55	M14	80
1	9	—	—	—	—	4	4	1	29	P3	43	6	15	1	—	M13	79
1	10	—	—	—	—	4	5	1	30	M4	45	6	16	1	54	M12	78
1	11	2	8	E3	11	4	6	1	32	M5	49	7	1	2	77	C12	112
1	12	2	7	D1	10	4	7	1	33	N5	50	7	2	2	78	B12	113
1	13	2	6	D2	9	4	8	—	—	—	—	7	3	2	—	A12	115
1	14	2	—	C1	7	4	9	—	—	—	—	7	4	2	79	C11	116
1(GTS1)	15	2	4	C2	6	4	10	—	—	—	—	7	5	2	80	B11	117
1(GTS0)	16	2	3	C3	5	4	11	1	34	P5	51	7	6	2	81	A11	118
2	1	1	—	G2	19	4	12	1	35	M6	52	7	7	2	—	C10	119
2	2	1	14	G3	21	4	13	1	36	N6	53	7	8	—	—	—	—
2	3	1	15	H1	22	4	14	1	37	P6	54	7	9	—	—	—	—
2	4	1	16	H2	23	4	15	1	39	N7	56	7	10	—	—	—	—
2	5	1	17	H3	24	4	16	1	40	M7	57	7	11	2	82	A10	120
2	6	1	18	J1	25	5	1	2	65	G13	94	7	12	2	—	C9	121
2	7	—	—	—	—	5	2	2	66	G12	95	7	13	2	85	A8	124
2	8	—	—	—	—	5	3	2	67	F14	96	7	14	2	86	B8	125
2	9	—	—	—	—	5	4	2	—	F13	97	7	15	2	87	C8	126
2	10	—	—	—	—	5	5	2	68	F12	98	7	16	2	89	B7	128
2	11	1	19	J2	26	5	6	2	—	E13	100	8	1	1	—	N14	77
2	12	1	—	K1	28	5	7	2	70	E12	101	8	2	1	53	N13	76
2(GCK0)	13	1	22	K3	30	5	8	—	—	—	—	8	3	1	52	P14	74
2(GCK1)	14	1	23	L2	32	5	9	—	—	—	—	8	4	1	50	P12	71
2(CDRST)	15	1	24	M2	35	5	10	—	—	—	—	8	5	1	—	M11	70
2(GCK2)	16	1	27	N2	38	5	11	2	71	D14	102	8	6	1	49	N11	69
3	1	2	—	B1	4	5	12	2	72	D13	103	8	7	—	—	—	—
3(GTS3)	2	2	2	B2	3	5	13	2	73	D12	104	8	8	—	—	—	—
3(GTS2)	3	2	1	A1	2	5	14	2	74	C14	105	8	9	—	—	—	—
3(GSR)	4	2	99	A3	143	5	15	2	76	B13	110	8	10	—	—	—	—
3	5	2	97	B4	140	5	16	2	—	A13	111	8	11	1	—	P11	68
3	6	2	96	A4	138	6	1	1	64	H12	92	8	12	1	46	P10	64
3	7	2	95	C5	136	6	2	1	63	H13	91	8	13	1	44	P9	61
3	8	—	—	—	—	6	3	1	61	J13	88	8	14	1	43	M8	60
3	9	—	—	—	—	6	4	1	60	J12	87	8	15	1	42	N8	59
3	10	—	—	—	—	6	5	1	59	K14	86	8	16	1	41	P8	58
3	11	2	94	B5	134	6	6	1	58	K13	85						

Таблица 38

Тип вывода	Тип корпуса		
	VQFP100	CSP132	TQFP144
Вход TCK JTAG-порта	48	M10	67
Вход TDI JTAG-порта	45	M9	63
Выход TDO JTAG-порта	83	B9	122
Вход TMS JTAG-порта	47	N10	65
Напряжение питания буферных элементов JTAG-порта VAUX	5	D3	8
Напряжение питания ядра кристалла VCC	26, 57	P1, K12, A2	1, 37, 84
Напряжение питания блоков ввода/вывода, относящихся к первому банку VCCIO1	20, 38, 51	J3, P7, G14, P13	27, 55, 73, 93
Напряжение питания блоков ввода/вывода, относящихся ко второму банку VCCIO2	88, 98	A14, C4, A7	109, 127, 141
Общий GND	21, 25, 31, 62, 69, 75, 84, 100	K2, N1, P4, N9, N12, J14, H14, E14, B14, A9, B3	29, 36, 47, 62, 72, 89, 90, 99, 108, 123, 144
Неподключенный	—	L1, L3, M1, N4, C13, B10	18, 20, 31, 33, 34, 42, 44, 46, 48, 66, 75, 106, 107, 114, 135, 137, 139, 142

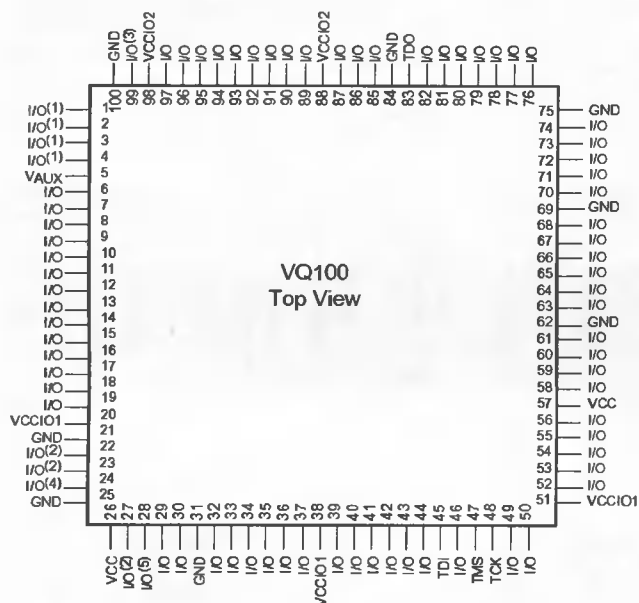


Рис. 23

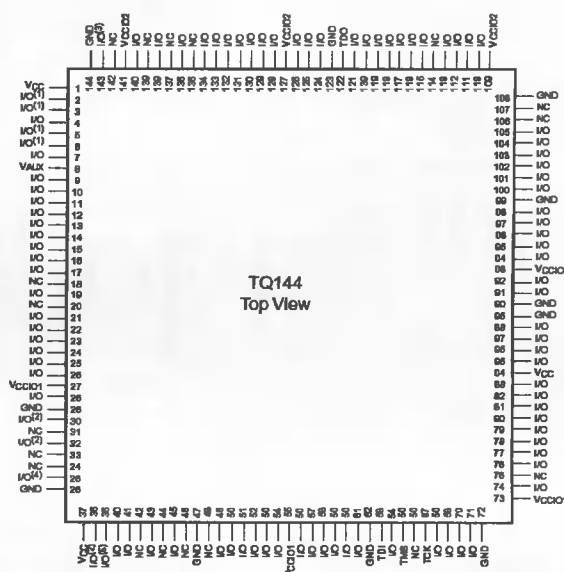


Рис. 25

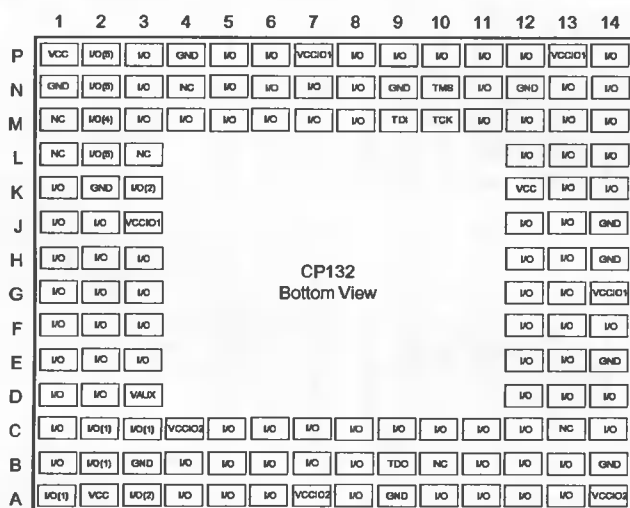


Рис. 24

доступные пользовательские контакты микросхемы. Методика конфигурирования выводов ПЛИС, предназначенных для подсоединения источников напряжения порогового уровня VREF, будет рассмотрена позже при обсуждении вопросов, связанных с питанием микросхем семейства CoolRunner-II.

Номера специальных контактов микросхемы XC2C128, которые имеют жестко фиксированное предназначение,

перечислены в табл. 38 для корпусов различного типа.

В более наглядном виде расположение выводов микросхемы XC2C128 с указанием их функционального назначения для каждого типа используемых корпусов показано на рис. 23—25. На этих изображениях используется рассмотренная выше система условных обозначений выводов ПЛИС, в которую внесены следующие дополнения. Как уже упомина-

лось ранее, для выводов микросхемы, имеющих двойное назначение, используется обозначение I/O, сопровождаемое числовым индексом, значение которого соответствует альтернативному назначению этого вывода. В отличие от ПЛИС семейства CoolRunner-II, рассмотренных в предыдущих разделах, для микросхемы XC2C128 этот индекс может принимать одно из пяти возможных значений. Альтернативные функции выводов, имеющих двойное назначение, которые содержат в своем обозначении индексы 1—3, рассмотрены в предыдущих разделах. Индексом 4 отмечен вывод микросхемы, который может использоваться в качестве входа синхронного сброса встроенного делителя частоты тактового сигнала *Clock Divide Reset* (CDRST). Вывод ПЛИС, который может резервироваться в качестве входа сигнала управления защелками входных данных, применяемыми в технологиях DataGATE, *DataGATE Enable* (DGE), содержит в обозначении индекс 5. Выводы, предназначенные для подключения источников напряжений питания блоков ввода/вывода для каждого банка, обозначаются VCCIO1 и VCCIO2 соответственно.

Продолжение следует

Валерий Зотов,
walerry@euro.ru

Устройство для беспроводной коммутации аудиокомпонентов

Эта статья рассказывает о новой разработке «Мастер КИТ» — устройстве для беспроводной коммутации аудиокомпонентов. Оно предназначено для организации беспроводной (по радиотракту) передачи фонограммы от источника к приемнику. В качестве источника может использоваться кассетный плеер, CD/MP3-плеер и другие устройства, а в качестве приемника — любой FM тюнер (диапазон 88...108 МГц).

Небольшие размеры, высокие эксплуатационные характеристики, надежность, простота в изготовлении и настройке и низкая стоимость делают это устройство крайне привлекательным. Собрать его можно из набора «Мастер КИТ» NM3204.

На практике многие из нас сталкиваются с проблемой коммутации аудиокомпонентов различного функционального назначения и сложности (усилитель + тюнер + CD-проигрыватель + видеоманитофон). Обычно эта проблема ассоциируется с большим числом проводов, которые путаются, мешаются и постоянно норовят вылезти наружу, превратив комнату из милого теплого жилища в лабораторию. Кроме этого часто бывает нужно на время отключить или подключить отдельно взятый компонент, а это иногда бывает достаточно трудоемко, особенно, если вы один раз постарались, сложили аккуратно все провода в жгуты и убрали их в короба.

А порой бывает так, что без дополнительных затрат подключить один компонент к другому становится практически невозможно. Например, как быстро подключить к стационарной автомобильной магнитоле переносной MP3-плеер? На самом деле решить эту проблему можно, немного поразмыслив. А что если звуковую фонограмму, воспроизводимую этим MP3-плеером, передать в эфир при помощи несложной микро-мощной радиостанции, а в магнитоле включить FM-приемник на заранее известной частоте? Получается что мы «соединим» плеер и УМ магнитолы через FM-тюнер по радиотракту.

Перед специалистами отдела «Мастер КИТ» была поставлена и успешно решена задача по разработке такой полноценной микро-мощной радиостанции, которая состоит из стереомодулятора с пилот-тоном и мало-мощного уси-

лителя радиочастоты (радиус действия не превышает трех метров). Устройство имеет небольшие габариты, малое потребление и способно работать от одного элемента 1,5 В десятки часов. В передатчике предусмотрена перестройка рабочей частоты в диапазоне 88...108 МГц, что позволяет одновременно использовать несколько подобных устройств в одном помещении.

Технические характеристики

Напряжение питания (типичное — 1,25 В)	— 1...2,5 В
Ток потребления	— 3...5 мА
Уровень входного сигнала (стандартный линейный выход)	— 250 мВ
Диапазон рабочих частот	— 88...108 МГц
Дальность действия	— 2...3 м
Размеры печатной платы	— 38×27 мм

Принципиальная электрическая схема передатчика приведена на рис. 1, перечень элементов — в табл. 1.

Устройство выполнено на интегральной микросхеме BA1404 (DA1), которая представляет собой маломощный стереофонический радиопередатчик FM-диапазона (88...108 МГц) со встроенными цепями формирования стереофонического сигнала с пилот-тоном (генератор 38 кГц, балансный смеситель) и маломощным усилителем радиочастоты.

Катушку L1 необходимо изготовить самостоятельно, она бескаркасная и со-

Таблица 1

Позиция	Номинал	Кол.
C1, C2, C6, C11	1000 пФ	4
C3, C4	4,7 мкФ/16...25 В	2
C5, C8	10 мкФ/16...25 В	2
C7	0,1 мкФ	1
C9, C13, C15, C16	10 пФ	4
C10	220 пФ	1
C12	39 пФ	1
C14	3...10 пФ	1
DA1	BA1404	1
L1	60 нГн	1
R1, R2	22 кОм	2
R3...R5, R7	68 кОм	4
R6	47 кОм	1
R8	2,7 кОм	1
R9	150 кОм	1
R10	330 Ом	1
ZQ1	38 кГц	1

держит четыре витка провода ПЭВ 0,6 на оправке диаметром 3 мм.

Установка рабочей частоты осуществляется подстроечным конденсатором C14. Перестройку рекомендуется производить любым подходящим немагнитическим предметом (полоской нефольгированного стеклотекстолита, деревянной или пластмассовой отверткой).

Антенна подключается к контакту X6. Антенна передатчика может быть выполнена в виде отрезка изолированного провода длиной $\frac{1}{4}$ от длины волны средней частоты диапазона передачи. Реально же ее длина может быть меньше (например, 10 см).

Источник питания подключают к контактам X4(+) и X5(-). Источник сигнала подключают к X1 (Left), X2 (GND), X3 (Right).

После сборки устройства необходимо провести балансировку смесителя под-

строечным резистором R6. Для этого замкните входы L и R на общий провод. Подключите осциллограф к выводу 14 DA1 (выход балансного смесителя). Подайте напряжение питания. Вращая движок переменного резистора R6 добейтесь минимального уровня составляющей 38 кГц. Эту операцию можно проводить и с помощью вольтметра.

Конструктивно передатчик выполнен на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита. Конструк-

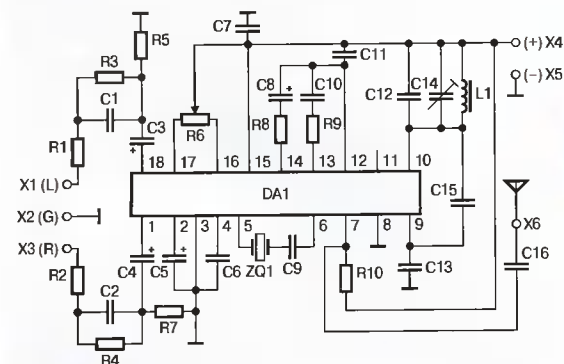


Рис. 1

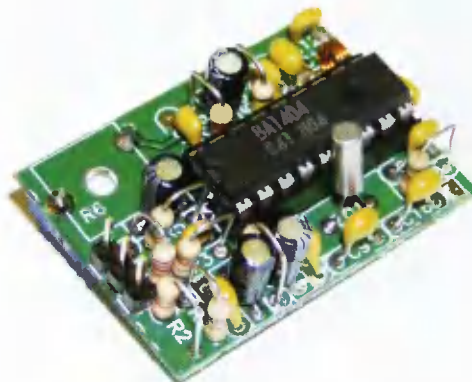


Рис. 2

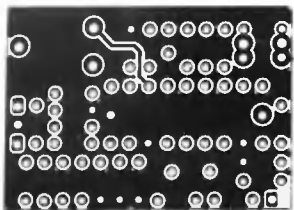


Рис. 3

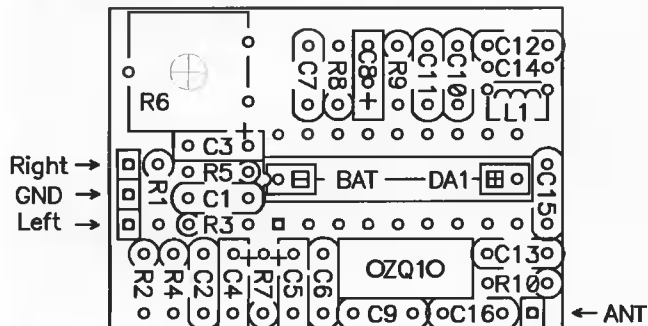
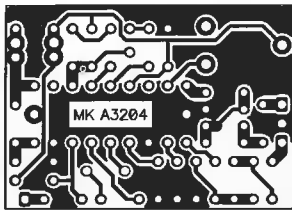


Рис. 4

ция предусматривает установку платы в корпус BOX-M01.

Внешний вид устройства показан на рис. 2, печатная плата — на рис. 3, расположение элементов — на рис. 4.

Для удобства подключения питающего напряжения и источника сигнала на плате предусмотрены посадочные места под штыревые контакты.

Григорий Ганичев,
Ganichev@masterkit.ru

Чтобы сэкономить время и избавить вас от рутинной работы по поиску необходимых компонентов и изготовлению печатных плат, «Мастер КИТ» предлагает набор **NM3204**. Он набор состоит из печатной платы, всех необходимых компонентов и инструкции по сборке и эксплуатации.

Более подробно ознакомиться с ассортиментом нашей продукции можно с помощью каталога «МАСТЕР КИТ» и на сайте <http://www.masterkit.ru>, где представлено много полезной информации по электронным наборам и модулям «Мастер КИТ», приведены адреса магазинов, где их можно купить.

На сайте работает конференция и электронная подписка на рассылку новостей. В разделе «КИТы в журналах» предложены радиотехнические статьи для специалистов и радиолюбителей.

Наш ассортимент постоянно расширяется и дополняется новинками, созданными с использованием новейших достижений современной электроники.

Наборы и модули «Мастер КИТ» и журналы «Схемотехника» можно купить в магазинах радиодеталей вашего города.

Адреса некоторых магазинов, в которых можно приобрести продукцию МАСТЕР КИТ

Россия

Москва

«МитраКон», e-mail: mtk@mitracon.ru, www.mitracon.ru
3-й Павловский пер, д. 14/18, стр. 1. Тел: (095) 959-83-85. Проезд до ст. м. «Серпуховская», «Павелецкая», далее 10 мин. пешком.

«Чип и Дип», e-mail: sales@chip-dip.ru, www.chip-dip.ru
ул. Беговая, д. 2,
ул. Гиляровского, д. 39. Тел. единой справочной: (095) 945-52-51, 945-52-81.

«Митинский» радиорынок, место С19. Вывеска «Мастер Кит».
Проезд до ст. м. «Тушинская», авт.2 или маршрутным такси до радиорынка. Время работы 10.00 - 17.00 (ежедневно, без выходных).

«Царицыно», радиорынок, место 126.
Проезд до ст. метро «Царицыно», далее пешком 5 мин. Время работы: 9.00—16.00 без выходных.

«На Можайке», радиорынок, пав. 14/22.
Проезд до ст. м. «Киевская» или «Молодежная», далее бесплатным экспрессом до магазина «Три кита». Время работы: 9.00—18.00. Выходной день: понедельник.

«Посылторг», наборы по почте наложенным платежом,
e-mail: post@solon.ru, <http://www.solon.ru>
111401, г. Москва, а/я 1. Тел. (095) 304-72-31.

С.-Петербург. «Мега-Электроника», e-mail: info@megachip.ru,
www.icshop.ru — магазин электронных компонентов on-line
ул. Большая Пушкарская, д. 41. Тел: (812) 327-32-71,
факс: (812) 325-44-09

Барнаул. «Поток», e-mail: escor_radio@mail.ru
ул. Титова, д. 18, 2-ой этаж. Тел. (3852) 33-48-96, 36-09-61

Владивосток. «Электромаркет», e-mail: elektro@eastnet.febras.ru,
www.elektro.febras.ru
Партизанский проспект, д. 20, к. 314. Тел: (4232) 40-60-03,
факс: 26-17-27

Волгоград. «ChipSet», e-mail: chipset@interdacom.ru
ул. Петроградская, д. 3. Тел: (8442) 43-13-30

Екатеринбург. «Мегатрон», e-mail: mega@sky.ru
ул. Малышева, д. 90. Тел: (3432) 55-48-32

Мурманск. «Радиоклуб», e-mail: rclub137@aspol.ru
ул. Паланина, д. 5. Тел: (8152) 45-62-91

Набережные Челны. «Радиолавка», «Радиотехника», «Электроника»
сеть магазинов, e-mail: nafikof@radel.kazan.ru
Тел. единой справочной: (8552) 42-75-04, 42-02-95

Новокузнецк. «Дельта», e-mail: vic@nvkz.kuzbass.net, <http://www.delta-n.ru>
ул. Воровского, д. 13. Тел: (3843) 74-59-49

Новосибирск. «Радиотехника», e-mail: wolna@online.sinor.ru
ул. Ленина, д. 48. Тел/факс: (3832) 54-10-23

Новосибирск. «Радиодетали», e-mail: wolna@online.sinor.ru
ул. Геодезическая, д. 17. Тел/факс: (3832) 54-10-23

Норильск. «Радиомаркет», e-mail: alex.minus@norcom.ru
ул. Мира, д. 1. Тел/факс: (3919) 48-12-04

Ставрополь. «Радиотовары», e-mail: stavtvt@mail.ru
ул. Доваторцев, д. 4а. Тел: (8652) 35-68-24

Ставрополь. «Телезапчасти», e-mail: koketka@koketka.stavropol.net
пер. Чернышевского, д. 3. Тел: (8652) 24-13-12, факс (8652) 24-23-15

Тольятти. «Радиодетали», e-mail: alexsa1@infopac.ru
ул. Революционная, д. 52. Тел: (8482) 37-49-18

Тольятти. «Электронные компоненты», e-mail: impulse@infopac.ru
ул. Дзержинского, д. 70. Тел: (8482) 32-91-19

Тула. «Радиомаркет», e-mail: radiom@tula.net
Красноармейский проспект, д. 7, офис 1.12. Тел. (0872) 20-01-93

Тюмень. «Саша», e-mail: vissa@sibtel.ru
ул. Тульская, д. 11. Тел/факс: (3452) 32-20-04

Уфа. «Электроника», e-mail: bes@diaspro.com
пр. Октября, д. 108. Тел: (3472) 33-10-29, 33-11-39

Хабаровск. «ТВ Сервис», e-mail: tvservice@pop.redcom.ru
ул. Шеронова, д. 75, оф. 13. Тел: (4212) 30-43-89

Беларусь

Минск, продажа под заказ, срок до 5 дней. Тел. (375-17) 288-13-13, 282-03-37, моб. 8-029-682-03-37.

Брест. ОДО «Лебедь»
ул. Гоголя, д. 82. Тел. 26-31-06.

Гомель. «DAEWOO»
ул. Интернациональная, д. 10. Тел. 8-(029)-651-39-17.

Мозырь. УП «Гала»
ул. Я. Коласа, д. 21. Тел. 8-(023-51)-2-64-74.

Украина

Киев. «Инициатива», e-mail: mgkic@gu.kiev.ua. Тел.: (044) 234-02-50, 235-21-58, факс: (044) 235-04-91, ул. Ярославов Вал, 28, помещение сервисного центра «SAMSUNG»; рынок «Радиолюбитель» (ул. Ушинского, 4), торговые места № 43, 44.

«Имрад», e-mail: masterkit@tex.kiev.ua
ул. Дегтяревская, д. 62, 5-й этаж, офис 67. Тел/факс: (044) 495-21-09, 495-21-10,
рынок «Радиолюбитель» (ул. Ушинского, 4), торговые места № 45, 46, 47.

«НикС», e-mail: chip@nics.kiev.ua, <http://www.nics.kiev.ua>
ул.Флоренции, 1/11, 1 этаж, 24. Тел: (044) 516-47-71, 290-46-51,
рынок «Радиолюбитель» (ул. Ушинского, 4), торговые места № 108, 109.

Содержание журнала «Схемотехника» за 2003 г.

Автоматика

А. Фрунзе	Еще раз о ПИ-регуляторе	1	2
В. Тушнов	Автомат управления холодильной установкой	2	2

Автоэлектроника

А. Бирюков	Комбинированный электронный блок зажигания	2	16
А. Бутов	Регулятор частоты вращения низковольтных коллекторных электродвигателей	3	17
В. Туманов	Октанометр	9	2
Н. Заец	Автомобильный линейно-цифровой тахометр	10	14
М. Майоров	Музыкальный сигнал для автомобиля	11	2
А. Бутов	Автоматическое включение «ночной» сигнализации	12	2

Аудиотехника

С. Лоцицкий	УМЗЧ с токовой обратной связью	2	12
С. Лоцицкий	Активный разделительный фильтр для АС	5	17
		6	3
С. Лунде	Выходной фильтр для усилителя класса D	6	2
А. Бутов	Нормирующий усилитель для компьютера	7	18
А. Шитов	Минидиск — современный носитель аудиоинформации	7	20

Измерительная техника

С. Бирюков	Приставка к мультиметру для измерения емкости и индуктивности	3	2
С. Бирюков	Приставка к мультиметру для измерения эффективного напряжения	4	18
А. Вострухин,	Измерительный преобразователь емкости в постоянное напряжение	5	2
И. Минаев	Светодиодные индикаторы уровня на микросхемах семейства LM3914	6	14
С. Бирюков		7	2
		8	2
		9	6
О. Федоров	Термометр-приставка к цифровому омметру	7	4
О. Федоров	Простой термометр-индикатор	8	4
О. Федоров	Применение микросхем АЦП семейства ICL71х6 при низких напряжениях питания	10	18
Д. Селиванов	Высокоскоростной лазерный дальномер	11	10
А. Шарыпов	Генератор испытательных телевизионных сигналов	12	4
Н. Заец	Частотомер на PIC-контроллере	12	6

Источники питания

С. Бирюков	Сетевые обратнoходовые источники питания на микросхемах TopSwitch-GX	1	6
		2	6
А. Бутов	Стабилизаторы напряжения с малым током потребления	1	12
М. Гришко	Микропроцессорное зарядное устройство для Ni-Cd аккумуляторов	1	13
С. Малахов	Зарядные устройства для герметичных свинцовых кислотных аккумуляторов	1	14
Л. Зуев	Регулируемый бестрансформаторный блок питания для «Люстры Чижевского»	1	16
		7	9
А. Бутов	Устройство защиты галогенных ламп накаливания	2	10
В. Тушнов	Регулируемый стабилизатор мощности	3	4
П. Васильев,	Пускорегулирующее устройство плафона освещения салона автомобиля	3	6
А. Иванов			
Г. Волович	Многофазные импульсные стабилизаторы напряжения	3	8
И. Андриевский	Источник напряжения отрицательной полярности	4	19

Д. Онышко,	Выравнивающие устройства для аккумуляторных батарей	5	20
А. Журченко	Зарядное устройство для аккумуляторной батареи	5	21
С. Малахов	Двухтактный импульсный источник питания	5	23
С. Горшенин			
В. Носов	Импульсные блоки питания бытовых радиоустройств	5	25
		6	13
		7	11
		8	6
		9	9

А. Ремнев,	Активная коррекция коэффициента мощности в импульсных источниках питания	6	6
В. Смердов			
Г. Волович	Микромощные преобразователи с электрической развязкой	7	6
М. Майоров	Импульсный преобразователь Taschibra	8	8
Г. Волович	Резонансные преобразователи напряжения	8	10
А. Бутов	Преобразователь напряжения с низковольтным питанием	9	8
С. Бирюков	Сетевой прямоходовый источник питания на микросхеме TOP247Y для персонального компьютера	9	11
Б. Гуденко,	Источник питания для проверки бытовых однофазных электросчетчиков	10	2
С. Зайцев,			
И. Нургалиев,			
Е. Плисс			
С. Бирюков	Нестандартные варианты включения микросхем TOPSwitch и TinySwitch	10	4
Д. Онышко,	Зарядные устройства на КМОП элементах с тремя состояниями	10	7
А. Журченко			
О. Николаичук	Подсистема аккумуляторного питания для микроконтроллеров фирмы Supnal	10	10
С. Бирюков	Сетевые обратнoходовые источники питания на микросхемах LinkSwitch	11	6
О. Николаичук	Подсистема батарейного питания носимых микроконтроллеров на микросхемах фирмы Maxim	12	12
С. Бирюков	Зарядное устройство на микросхеме LNK501 для сотового телефона	12	14

КВ/УКВ

А. Сергеев	Синхронный гетеродинный УКВ радиоприемник с синтезатором частоты СВЧ усилитель и исследование его шумовых характеристик	1	19
А. Юбков		3	54
А. Сергеев	Синхронный гетеродинный приемник УКВ ЧМ сигналов	4	20
А. Юбков	Сверхширокополосный транзисторный усилитель СВЧ	4	22
Ю. Ежков	Применение мощных автогенераторов в переносных устройствах радиосвязи	11	16
А. Титов	Широкополосный усилитель мощности	12	10

Мастер КИТ

Г. Ганичев	Активный трехполосный фильтр	1	46
Ю. Садиков	Охранный сигнализация для дома и магазина	2	48
Г. Ганичев	Активный блок обработки сигнала для сабвуферного канала	3	42
Г. Ганичев	Новые усилители низкой частоты класса Hi-Fi	4	46
Г. Ганичев	Новые автомобильные усилители низкой частоты	5	46
Г. Ганичев	Универсальная цифровая шкала-частотомер	6	46
Г. Ганичев	Электронные часы-будильник с энергонезависимой памятью/ходом и исполнительным устройством	7	52
Г. Ганичев	Четырехканальный таймер-часы-терморегулятор на базе энергонезависимых часов NS182.2 и расширителя сильноточных нагрузок NM4413	8	48

Г. Ганичев	Новые наборы «Мастер КИТ» для персонального компьютера	10	50	О. Петраков	Циклостационарные шумы	11	25
Г. Ганичев	Новые мощные УМЗЧ класса Hi-Fi	11	48	С. Шишкин	Медицинский ультразвуковой датчик воздуха	11	28
Г. Ганичев	Устройство для беспроводной коммутации аудио-компонентов	12	50			12	20
Новые книги							
	Массовой радиобиблиотеке — 55 лет	1	34	О. Федоров	Фототир на базе лазерной указки	4	2
И. Петров	Радиотелефоны фирмы Panasonic	6	45	Г. Кардашев	Компьютерное схемотехническое моделирование электронных устройств	5	39
А. Щедрин	Новые металлоискатели для поиска кладов и реликвий	6	50			6	53
Г. Кардашев	Цифровая электроника на персональном компьютере. Electronics Workbench и Micro-Cap	10	17			7	22
						8	26
						9	22
						10	31
						11	12
						12	17
Обмен опытом							
Е. Власов	Измерение при большом пусковом токе	2	23	М. Потапчук	Программирование AVR-микроконтроллеров без программатора	10	30
Е. Власов	Сопротивление сетевой проводки	3	12	Г. Кардашев	Компьютерное схемотехническое моделирование электронных устройств	12	17
Г. Петин	Изготовление печатных плат с помощью лазерного принтера	4	17				
		10	13				
П. Алешин	Усовершенствование зарядного устройства	8	17	Светотехника			
О. Федоров	Сменное жало для паяльника	9	25	Ю. Давиденко	Электронный балласт на IR2151 для люминесцентных осветительных ламп	5	42
М. Крюков	Восстановление блока электронного зажигания BOSCH	10	13	Ю. Давиденко	Проектирование электронных балластов для люминесцентных ламп	8	14
Ю. Килиба	Кнопочный шифратор	12	16				
П. Алешин	Кварцевый генератор частоты сети	12	19				
Основы схемотехники							
В. Днищенко	Формирователи команд для аппаратуры пропорционального управления моделями	2	18	Связь и сетевые технологии			
В. Базовкин	Задающий кварцевый генератор на микросхемах CoolRunner XPLA3 CPLD фирмы XILINX.	3	13	О. Николайчук	Комплект микросхем для передачи данных по радиоканалу фирмы Atmel. Еще один вариант оптической связи	2	20
Г. Петин	Ключевой синхронный детектор	3	14	А. Медведев, А. Кисляков, Д. Онышко, М. Липкин	Оптимизация параметров микропроцессорной системы сбора и обработки информации	3	19
В. Днищенко	Простой супергетеродин для аппаратуры радиоуправления моделями	4	24	Д. Онышко, А. Журченко, А. Журченко, М. Сеинарев, Д. Онышко	Апериодическая синхронизация псевдослучайных последовательностей. Оценка последствий воздействия на системы синхронизации	5	36
О. Николайчук	Управление нагрузкой на переменном токе	4	25			7	24
Д. Онышко, А. Журченко, Ф. Букашев, А. Байбузова, А. Смирнов	Генераторы ВЧ на микросхемах КМОП	4	27	Системы безопасности			
	Проектирование защищенных ключей на основе БСИТ с «пропорционально-насыщенным» управлением	5	28	Ю. Виноградов	Прибор радиационного контроля	1	32
В. Днищенко	Радиоканал на транзисторах для аппаратуры пропорционального управления с амплитудной манипуляцией	5	30	Ю. Виноградов	О контроле α -излучений	2	24
В. Днищенко	Рулевые машинки для аппаратуры пропорционального управления	6	17	Софт			
Ф. Букашев, А. Байбузов, А. Смирнов	Применение БСИТ с «пропорционально-насыщенным» управлением в низковольтных высокоэффективных выпрямителях	6	19	О. Петраков	Функциональное PSpice описание цифровых устройств	1	21
С. Шишкин, О. Шуков, Д. Романенко	Индикатор на матричном ВЛИ	6	21			2	29
		7	13	В. Зотов	Использование шаблонов HDL-редактора при создании описаний цифровых устройств с помощью языка VHDL	1	26
В. Днищенко	Датчики тока на основе эффекта Холла	6	25			2	26
В. Днищенко	Малошумящий широкополосный Радиоканал с частотной модуляцией для аппаратуры радиоуправления моделями	7	16			3	25
О. Петраков	Анализ шумов в схемах с операционными усилителями	8	18			4	30
		9	20	А. Шипов, Ю. Прохоров	Посылка SMS-сообщения через мобильный телефон с использованием микроконтроллера AT90S8535	1	30
В. Днищенко	Регуляторы хода	8	21	А. Фрунзе	Как восстанавливать рухнувшие Windows	2	32
С. Лозицкий	Быстродействующий прецизионный ограничитель напряжения	8	23	О. Петраков	Поведенческое моделирование в PSpice	3	20
		9	17			4	28
Г. Волович	Быстродействующие цифро-аналоговые преобразователи высокого разрешения	10	26	К. Петрунько	Программа для работы с датчиком SHT11	3	24
Г. Волович	Источники тока на операционных усилителях	11	19	Н. Макаревич	Компилятор языка C ImageCraft для AVR	5	54
М. Потапчук	Управляемый ШИМ на основе микроконтроллера AT90S1200	11	22	А. Губернский	Загрузка процессора DSP-2181 с использованием HOST-контроллера	7	33
С. Бирюков	Квазисинхронный детектор	11	24	А. Лаврухин	Использование AVRGCC совместно с AVRstudio	7	35
				А. Бутов	О повышении производительности труда при подготовке текстовых материалов	11	31

Справочный листок

О. Николайчук	Современные цифро-аналоговые преобразователи фирмы Maxim	1 51 2 51 3 47
Е. Власов	Измерение диаметра обмоточного провода	3 52
С. Бирюков	Преобразователь переменного напряжения в эффективное значение AD736	4 51
С. Бирюков	Усилители мощности звуковой частоты TDA7233, TDA7233D	5 51 6 50
О. Николайчук	Приборы iButton	7 49 8 51 9 52 10 53 11 51

Цифровая техника

С. Якорев, В. Семьяков, А. Нестрогаев Ж. Кажаров	Модуль аналого-цифрового преобразователя SHD-ADC/485	1 35 2 35
О. Николайчук	Цифро-аналоговый преобразователь на базе микроконтроллера AT90S4433	1 39
О. Вальпа	Универсальная модульная система сбора данных на микроконтроллерах фирмы Cugnal	1 42
О. Вальпа	Тестирование LPT порта	1 44
О. Вальпа	Контроллер с дистанционной модификацией программ	2 33
О. Николайчук	Эксперименты с микроконтроллерами фирмы Cugnal: эволюционная плата семейства C8051F30x и программатор EC-2	2 38
	Эксперименты с микроконтроллерами фирмы Cugnal: базовая программа для семейства C8051F0xx	3 37 4 41 5 10
О. Вальпа	Плата диагностики POST	3 32 4 36
А. Брякин	Отладка устройств на основе микроконтроллера PIC12C508 с помощью PIC16F84A	3 35
Н. Заец	Счетчик витков	4 34
О. Вальпа	Тестирование COM порта	4 39
А. Волович	Использование АЦП для опроса матричной клавиатуры	5 3
В. Зотов	CoolRunner-II — новое поколение высокопроизводительных ПЛИС CPLD фирмы Xilinx с микромощным потреблением	5 4 6 42 7 39 8 43 9 37 10 41 11 38 12 47
О. Вальпа	Устройства USB	6 36
	Устройства USB. Адаптер USB-COM	7 36 8 39
	Устройства USB. Адаптер USB-AVR	9 42
	Устройства USB. Концентратор USB	11 33
О. Николайчук	Еще три шага по пути к совершенству	6 38
О. Николайчук	Технологический контроллер на базе микропроцессора i80C188EC	7 45 8 32 9 29
А. Кобзарев	Программируемый регулятор	8 35 9 34
А. Фрунзе	Простая клавиатура на основе МК	9 31
О. Вальпа	Адаптер сети Ethernet	10 46
А. Фрунзе	Еще раз об использовании ЖК-индикаторов фирмы Holtek	11 36
А. Фрунзе	Многозадачный режим в микроконтроллерах семейства x51	11 42

А. Киселев, Ю. Мартышевский О. Вальпа М. Потапчук	Маякная плата для осеования PIC микроконтроллеров фирмы Microchip	12 35 12 38
Д. Чекунов	Флэш-диски	12 41
	Организация обмена информацией по ИК каналу	12 44
	P89LPC90x — расширяя границы 80C51	12 44

Электроника в быту

А. Бутов	Бипер на HM9112A	1 4
Н. Заец	Универсальный таймер	1 53
Н. Заец	Многофункциональный таймер на микроконтроллере PIC16F84A	2 41
А. Бутов	Устройство контроля напряжения сети	2 44
С. Костицын	Переделка видеусилителей в старом телевизоре	2 46
А. Бутов	Автоматизированный ночник на ультраярких светодиодах	3 28
Н. Заец	Автомат включения освещения	3 29
А. Бутов	Новые возможности аккумуляторного ручного фонарика	4 4
А. Павлов	Терморегулятор для бытового электрического обогревателя	4 6
А. Бутов	Индикатор состояния телефонной линии с функцией Line Hold	4 10
И. Андриевский В. Тушнов	Регулятор тока сварочного аппарата	4 13
Ю. Виноградов Н. Заец	Прибор для регистрации частоты дыхания	4 14 4 15
Ю. Виноградов Н. Заец	Эксперименты с сотовым телефоном	5 32
Ю. Виноградов А. Брякин Н. Заец	Автомат суточного включения нагрузки	5 34
	СВЧ контроль сотового телефона	5 34
	Контроль излучения СВЧ печи	6 28
	Часы с «говорящим» будильником	6 29
	Устройства с индикацией точечными светодиодами	6 32
А. Бутов	Таймер KP1006BVI1 в управлении освещением	6 34
С. Бирюков	Релейно-трансформаторный стабилизатор переменного напряжения	7 26
Н. Заец	Электронный домоуправ	7 29
В. Цибин	Простой термостабилизатор	7 32
Н. Заец	Автомат управления размораживанием холодильника	8 28
И. Сошин А. Бутов	Автомат световых эффектов 4x4	8 30
М. Майоров	Управляемое реле времени для светильника	8 31
М. Майоров	Регулятор скажности включения нагрузки	9 26
А. Бутов	Квартирный звонок на KP1008BЖ4	9 27
А. Бутов	Вызывное устройство для телефонного аппарата	10 34
М. Майоров А. Брякин	Сигнализация для хозпостроек	10 36
М. Майоров О. Вальпа А. Бутов	Универсальное устройство управления на ИК-лучах	10 37 11 44 11 46
А. Брякин	ИК-барьер на микроконтроллере	12 25
Л. Королев	Автоматический корректор часов	12 26
А. Образцов, С. Образцов	Светозвуковой информатор поврежденных телефонной линии	12 28
А. Латайко	Терморегулятор для паяльника	12 31
	Простой терменвокс	12 33
	Телефонный аппарат с тональным набором	
	Фонарик будет светить дольше	

Годовое содержание в формате Excel можно найти на сайте журнала по адресу <http://www.dian.ru/programs/index> в архиве 2003_12_Soder.

Журнал «СХЕМОТЕХНИКА»

www.dian.ru

Журнал «КОМПОНЕНТЫ и ТЕХНОЛОГИИ»

www.compitech.ru

ПОДПИСКА — 2004

Журнал «СХЕМОТЕХНИКА»

www.dian.ru

Через каталог Агентства «Роспечать» (красный) — индекс 80724 (для РФ), 82177 (стран Балтии и СНГ).

Через Объединенный каталог «Пресса России» (зеленый) — индекс 41733.

Жители Украины могут подписаться через каталог агентства KSS (044-212-0050, 464-0220) — индекс 10540.

Журнал «КОМПОНЕНТЫ и ТЕХНОЛОГИИ»

www.compitech.ru

Через каталог Агентства «Роспечать» (красный) — индекс 80743.

Через Объединенный каталог «Пресса России» (зеленый) — индекс 41734.

Жители Украины могут подписаться через каталог агентства KSS (044-212-0050, 464-0220) — индекс 10358.

Оформить подписку с последующей доставкой можно также в **любой стране** через фирму **MK-Periodica**.
 Подробную информацию Вы можете узнать по телефону в Москве **(7+095) 2819345, 2815715, 2813322**, e-mail: **info@periodicals.su**

Условия подписки через редакцию:

Комплект журнала «Схемотехника» № 1—12 за 2004 г. (стоимость доставки включена) — 504 р.	Комплект журнала «Компоненты и Технологии» № 1—9 за 2004 г. (стоимость доставки включена) — 900 руб.
Комплект журнала «Схемотехника» № 1—12 за 2003 г. (стоимость доставки включена) — 475 р. 20 коп.	Комплект журнала «Компоненты и Технологии» № 1—9 за 2003 г. (стоимость доставки включена) — 891 руб.
Комплект журнала «Схемотехника» № 2—7, 10—12 за 2002 г. (стоимость доставки включена) — 293 руб.	Комплект журнала «Компоненты и Технологии» № 1—9 за 2002 г. (стоимость доставки включена) — 495 руб.
Комплект журнала «Схемотехника» № 3—12 за 2001 г. (стоимость доставки включена) — 275 руб. Вы можете выписать отдельные номера журнала «Схемотехника» за 2001—2003 г. (стоимость доставки включена) — 39 руб. 60 коп. О наличии номеров узнавайте в редакции по тел. (095) 777-1215	Вы можете выписать отдельные номера журнала «Компоненты и Технологии» за 2000—2003 г. (стоимость доставки включена) — 55 руб. О наличии номеров узнавайте в редакции по тел. (095) 777-1215

- перечислите деньги на наш расчетный счет через Сбербанк по квитанции, либо через почтовое отделение почтовым переводом;
- отправьте квитанцию об оплате (или копию) и свой точный почтовый адрес (индекс обязательно) в редакцию по почтовому адресу: 121351, г. Москва, ул. Ивана Франко, дом 40, стр. 2, ООО «ИД Скимен», отдел подписки или по факсу (095) 777-1215, e-mail: podpiska@dian.ru
- вы можете также подписаться на журнал непосредственно в редакции по адресу: г. Москва, ул. Бутырская, д. 41/47 (во дворе дома 17, вход с торца здания, метро «Савеловская») и на специализированных выставках.

НАШИ РЕКВИЗИТЫ:

ООО «ИД СКИМЕН» ИНН 7731195492 КПП 773101001

Р/с 40702810100000000456 в ОАО КБ «Промбанк» в г. Москва

К/с 30101810100000000554 БИК 044525554 ОКОНХ 84500 ОКПО 52744508

Внимание! К сведению подписчиков: отдел подписки не несет ответственности, если подписка оформлена через другие фирмы. В случае отмены заказчиком произведенной подписки деньги за подписку не возвращаются.

Информация о подписчике:

Название организации _____ Ф.И.О. _____

Почтовый адрес, индекс _____

Телефон/Факс _____ E-mail _____

Подписка на журнал _____ № _____ за 200 _____ год