

Главный редактор

Сергей Бирюков

Зам. главного редактора

Сергей Кузнецов

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:

127015 Москва, ул. Бутырская, д. 41/47
«ИД Скимен»
тел./факс: (095) 777-12-15
www.dian.ru
e-mail: editor@dian.ru

Издатель и учредитель ООО «ИД Скимен»

Отпечатано в ГУП «Чеховский
полиграфический комбинат»

Тираж 5 250 экз.
Заказ № 1744.

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

Содержание

КОМПОНЕНТЫ

- Д. Торопов.** Дифференциальные усилители: принципы работы и применение 2
- О. Николайчук.** Анализ SFR-совместимости микроконтроллеров фирмы Silabs 4
- С. Бирюков.** Преобразователи постоянного напряжения на микросхемах DPA-Switch 7
- Запоминающие устройства компании Winbond 9
- В. Зотов.** Организация питания ПЛИС семейства CoolRunner-II фирмы Xilinx 11
- Ю. Петропавловский.** Микропроцессоры в бытовой электронной аппаратуре 14

ИСКУССТВО СХЕМОТЕХНИКИ

- А. Фрунзе, А. Фрунзе.** Микроконтроллеры? Это же просто! 18
- А. Образцов, В. Смердов.** Имитатор наносекундных импульсных помех 21
- С. Лозицкий.** Методы анализа операционных схем в частотной области 24
- М. Пушкарёв.** Гальваническая развязка аналоговых сигналов 28

СОФТ

- О. Вальпа.** Borland C++ Builder 6 для начинающих 30
- Г. Кардашев.** Компьютерное схемотехническое моделирование электронных устройств 32
- А. Коровин.** Ассемблерный препроцессор SALUT_TK 34
- К. Бочаров.** Linux + Windows 37

ПРАКТИКА

- Л. Грязин.** Отладочная плата для S7600A 40
- С. Белов.** Второй домашний компьютер 42
- Н. Заец.** Медицинский термометр 45
- Д. Онышко, А. Журченко.** Зарядно-питающий блок для портативных устройств 47
- Ю. Садиков.** Электронный ревербератор 50
- А. Бегиев.** Таймер-выключатель на полевом транзисторе 53
- М. Пушкарёв.** Микро мощный прецизионный стабилизатор 55

CD-ROM с журналами «Схемотехника» (с. 41).

Колонка редактора (с. 2). Выставка ПТА-2004 (с. 10). Наш анонс (с. 29). Новости от «Аргуссофт Компани» (с. 39, 46). Подписка-2005 (с. 56).

КОЛОНКА РЕДАКТОРА

Учитывая пожелания читателей журнала, редакция предполагает уделять больше внимания разделу «Искусство схемотехники», статьям, рассказывающим о том, как правильно использовать различные микросхемы, как рассчитывать те или иные электронные узлы. Сейчас в этом разделе публикуется цикл статей С. Лозицкого «Методы анализа операционных схем в частотной области». С этого номера мы начинаем печатать некоторые главы третьего тома весьма популярной книги Александра и Алексея Фрунзе «Микроконтроллеры? Это же просто!». В портфеле редакции есть небольшие циклы, рассказывающие о внутреннем устройстве входных и выходных каскадов микросхем операционных усилителей, что должно помочь грамотному использованию ОУ, статьи об усилителях с программируемым усилением, изолирующих усилителях, полупроводниковых датчиках температуры, расчете нелинейных искажений при проектировании усилителей на биполярных транзисторах, предполагается публикация цикла о моделировании цифровых устройств средствами Electronics Workbench и Micro-Cap. Будут продолжены статьи о вторичных источниках питания — обратноходовых, прямоходовых и двухтактных преобразователях, об их расчете, предполагается публикация описаний практических конструкций таких устройств с высокими параметрами.

Как и ранее, мы будем публиковать материалы о новых микроконтроллерах, статьи, помогающие разрабатывать микропроцессорные устройства, описания практических конструкций на микроконтроллерах.

В начале следующего года редакция предполагает выпустить CD-ROM с полным содержанием журнала «Схемотехника» за 2000—2002 г. Кроме этого диск будет содержать программное обеспечение к описаниям, опубликованным за все время существования журнала, и годовое содержание в формате Excel за то же время. О возможности предварительной подписки на диск см. информацию на с. 41. Редакция предполагает ежегодно повторять выпуск обновленной версии диска.

Редакции очень интересны отзывы читателей о злободневности тех или иных публикаций в нашем журнале, необходимости введения новых рубрик или исключения каких-либо тем, а также о книгах, которые уже изданы ООО «ИД Скимен», или пожелания об издании новых. Пишите нам, мы постараемся учесть ваши замечания, будем также очень рады новым авторам.

Дифференциальные усилители: принципы работы и применение

Дифференциальные усилители обладают рядом преимуществ по сравнению с обычными операционными усилителями. К их числу относятся большое ослабление синфазного сигнала, высокое быстродействие, малые шумы и искажения.

Дифференциальный усилитель способен усиливать малые дифференциальные сигналы на фоне больших синфазных сигналов или постоянных уровней. Примером может служить выходной сигнал тензодатчика — резисторного моста, у него деформация материала, к которому он прикреплен, вызывает изменение сопротивления (рис. 1). В результате изменяется выходное дифференциальное напряжение моста, возбуждаемого фиксированным постоянным напряжением +10 В.

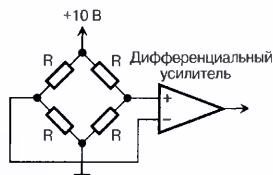


Рис. 1

У всех резисторов на рис. 1 одинаковое сопротивление, но они подвергаются различной деформации. Типовое значение выходного напряжения моста — единицы милливольт. Это дифференциальное напряжение наложено на постоянный уровень 5 В. Дифференциальный усилитель, обладающий большим коэффициентом подавления синфазного сигнала, имеет на выходе сигнал, пропорциональный разности напряжений на его входах. Из этого следует, что дифференциальный усилитель подавляет синфазные помехи и шумы общего провода на сигнальных цепях, поскольку они присутствуют на обоих входах и, следовательно, будут вычитаться.

Дифференциальный выход существенно расширяет возможности усилителя. Напряжения на его выходах изменяются в противоположных направлениях, они равны по амплитуде, но противофазны (рис. 2).

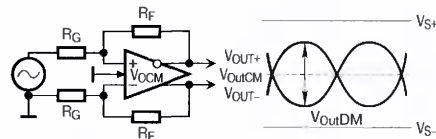


Рис. 2

Выходное дифференциальное напряжение V_{OutDM} равно разности напряжений на выходах:

$$V_{OutDM} = V_{OUT+} - V_{OUT-}$$

Выходное синфазное напряжение V_{OutCM} равно среднему значению напряжений на выходах:

$$V_{OutCM} = (V_{OUT+} + V_{OUT-})/2$$

Усилители компании Analog Devices позволяют задавать значение V_{OutCM} , обеспечивая возможность смещения дифференциального сигнала в заданную область. Для этого на вход V_{OCM} необходимо подать напряжение смещения. На рис. 2 $V_{OutCM} = 0$.

Коэффициент дифференциального усиления определяется выражением:

$$G = |V_{OutDM}/V_{InDM}| = R_F/R_G$$

Для преобразования недифференциального сигнала в дифференциальный применяются схемы включения усилителя, приведенные на рис. 3 и 4.

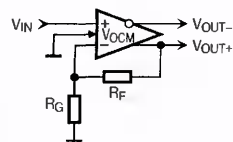


Рис. 3

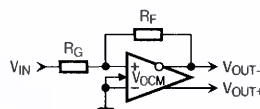


Рис. 4

При неинвертирующем включении (рис. 3) для $R_F = 0$: $V_{OUT+} = V_{IN}$, $V_{OUT-} = -V_{OUT+}$, $G = 2$.

При инвертирующем включении (рис. 4) для $R_F = R_G$: $V_{OUT-} = -V_{IN}$, $V_{OUT+} = -V_{OUT-}$, $G = 2$.

Способность принимать и передавать дифференциальные сигналы открывает перед разработчиками возможность широкого применения усилителей для передачи цифровых и аналоговых сигналов на большое расстояние в условиях воздействия на них электромагнитных помех. Связь по схеме, представленной на рис. 5, позволяет минимизировать влияние помех на сигнал, передаваемый по витой паре.

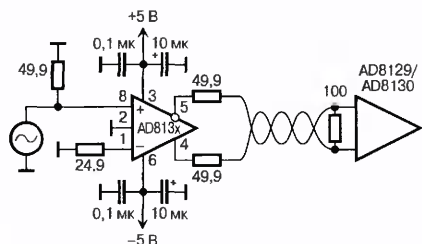


Рис. 5

Два резистора, подключенные последовательно к каждому из выходов, предназначены для согласования линии.

Высокое быстродействие усилителей позволяет использовать эту цепь и для передачи видеосигналов. Для данного применения Analog Devices выпускает строенный дифференциальный усилитель AD8133.

Дифференциальная подача сигнала на входы аналого-цифрового преобразователя повышает точность его работы, поэтому многие быстродействующие АЦП изготавливают

с дифференциальным входом. На рис. 6 представлена схема подключения усилителя семейства AD813x к 12-разрядному АЦП AD9224. Усилитель AD813x осуществляет преобразование не дифференциального сигнала в дифференциальный, смещение синфазного уровня и буферизацию входа. Положительные и отрицательные выходы усилителя подключены к соответствующим дифференциальным входам АЦП через резисторы сопротивлением 49,9 Ом для уменьшения влияния матрицы переключающих конденсаторов. Дополнительные 23 Ом (в сумме 522 Ом) на входе $-IN$ усилителя DA1 необходимы для согласования параллельного сопротивления (внутреннего сопротивления источника сигнала и его нагрузки), подключенного к неинвертирующему входу.

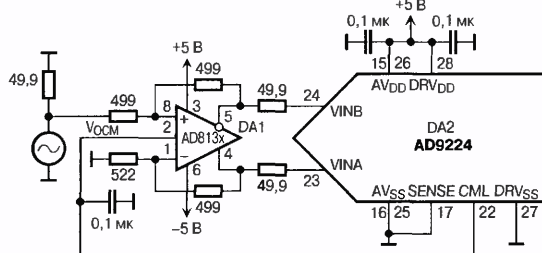


Рис. 6

Усилитель DA1 имеет биполярный выход. Подключение входа V_{OCM} DA1 к выводу CML АЦП DA2 устанавливает выходное синфазное напряжение усилителя равным +2,5 В, смещая выходной сигнал усилителя в входной диапазон АЦП.

Дифференциальный усилитель может быть использован в качестве буфера выходного сигнала быстро-

действующих цифро-аналоговых преобразователей (рис. 7). Вход V_{OCM} используется для смещения выходного сигнала усилителя.

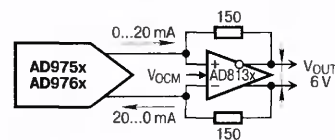


Рис. 7

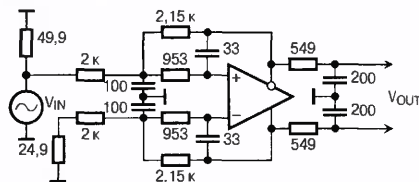


Рис. 8

С помощью дифференциальных усилителей можно создавать активные фильтры. Представленный на рис. 8 фильтр нижних частот имеет полосу пропускания от 0 до 1 МГц. Амплитудно-частотная характеристика фильтра показана на рис. 9.

Основные параметры некоторых дифференциальных усилителей фирмы Analog Devices приведены в табл. 1 и 2 (передатчики и приемники соответственно).

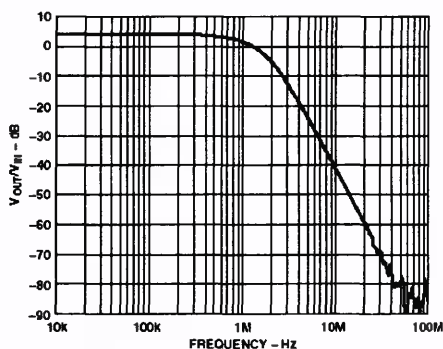


Рис. 9

Официальным дистрибьютором Analog Devices является ЗАО «Аргус-софт Компани».

ЛИТЕРАТУРА:

1. П. Хоровиц, У. Хилл. Искусство схемотехники. — М.: Мир, 1983.

Дмитрий Торопов,
г. Москва

Таблица 1

Параметр	AD8131	AD8132	AD8138	AD8139	AD8133
	G = 2	Общего назначения	Малые искажения	Сверхмалый шум, rail-to-rail выход	Строенный G = 2
Полоса пропускания, МГц	400	350	265	370	225
Скорость нарастания, В/мкс	2000	1200	—	—	1600
Искажения, дБ/на частоте, МГц	77/20	67/20	85/20	88/20	64/10
Уровень шума, нВ/Гц ^{1/2}	—	—	5	2	—

Таблица 2

Параметр	AD8129	AD8132
	Высокое быстродействие, широкая полоса, малый шум	Низкая стоимость
Полоса пропускания, МГц	2000	270
Ослабление синфазного сигнала, дБ, на частоте 10 МГц	70	70
Искажения, дБ, на частоте 5 МГц	68	74
Входной шум, нВ/Гц ^{1/2}	4,5	—
Стабилен при усилении	≥10	≥1

Анализ SFR-совместимости микроконтроллеров фирмы SiLabs

В рамках настоящей статьи цикла произведен системный анализ совместимости подсистемы SPI интерфейса, описаны управляющие регистры, показаны отличия стандартного SPI интерфейса от расширенного.

Микроконтроллеры фирмы Silicon Laboratories (SiLabs) [1] имеют достаточно большой набор периферийных интерфейсов. Большинство семейств микроконтроллеров фирмы SiLabs оснащено одним или двумя интерфейсами последовательного порта UART, последовательным периферийным интерфейсом SPI, интерфейсом системной управляющей шины SMBus, совместимым с I²C, а также некоторыми другими типами интерфейсов.

Еще совсем недавно наиболее распространенным интерфейсом являлся интерфейс последовательного порта — UART, однако в настоящее время он сдает свои позиции интерфейсам SPI (в микроконтроллерной технике) и USB (в компьютерах).

В рамках настоящей статьи мы начнем рассматривать вопросы SFR-совместимости периферийных подсистем микроконтроллеров фирмы SiLabs с подсистемами интерфейса SPI (Serial Peripheral Interface).

Подсистема интерфейса SPI содержит всего четыре SFR регистра — регистр управления шиной SPI — SPI0CN; регистр данных — SPI0DAT; регистр управления скоростью — SPI0CKR; регистр конфигурации — SPI0CFG. Регистры SFR интерфейса SPI приведены в табл. 1.

Первые семейства микроконтроллеров F00x, F01x, F02x и F2xx были оснащены стандартным интерфейсом SPI, а все остальные — так называемым расширенным интерфейсом SPI. Прежде всего, следует отметить, что только одно из малоформатных семейств микроконтроллеров — C8051F30x — не имеет встроенного интерфейса SPI. Регистр управления шиной SPI SPI0CN расположен по одинаковым адресам 0xF8 во всех семействах. Все остальные регистры имеют разные SFR адреса в полноформатных (F00x, F01x, F02x, F04x, F06x, F12x, F13x и F2xx) и малоформатных микроконтроллерах (F31x, F32x, F33x и F35x). Следует отметить, что появившееся в августе 2004 г. новое семейство микроконтроллеров F13x фактически является усеченной версией микроконтроллеров семейства F12x, поэтому в таблицы оно не внесено.

Регистр данных SPI0DAT одинаков для всех семейств и отличается только SFR адресами. Для полноформатных семейств его адрес — 0x9B, а для малоформатных семейств — 0xA3. Регистр является выходным для передаваемых данных и входным для принимаемых.

Назначение битов регистра конфигурации интерфейса SPI SPI0CFG приведено в табл. 2. Этот регистр

имеет SFR адрес 0x9A и 0xA1 для полноформатных и малоформатных семейств соответственно.

Стандартный и расширенный интерфейсы SPI имеют в регистре конфигурации интерфейса SPI — SPI0CFG ряд следующих одинаковых битов:

- CKPHA (SPI Clock Phase) — бит управления фазой тактирования. Если бит CKPHA обнулен, данные действительны по фронту импульса тактирования SCLK; если же бит установлен, т. е. CKPHA = 1, данные действительны по спаду.
- CKPOL (SPI Clock Polarity) — бит управления полярностью тактирующих импульсов. Если бит CKPOL = 0, неактивное состояние линии SCLK — нулевой уровень. Если бит CKPOL = 1, неактивное состояние линии SCLK — единичный уровень.

Стандартный интерфейс SPI имеет также следующие конфигурирующие биты:

- BC2-0 (SPI Bit Count) — индикатор текущего передаваемого бита. Биты BC позволяют определить номер текущего передаваемого бита: 000 — передается младший 0 бит, 001 — передается 1 бит, ..., 111 — передается старший седьмой бит.
- SPIFRS2-0 (SPI Frame Size) — размер фрейма (длины слова). Биты SPIFRS позволяют задать рабочую длину передаваемого/принимаемого слова: 000 — один бит; 001 — два бита; ..., 111 — восемь бит.

Расширенный интерфейс SPI имеет следующие конфигурирующие биты:

- MSTEN (Master Mode Enable) — бит разрешения режима ведущего. Если бит MSTEN = 1, интерфейс работает в режиме ведущего (мастера);

Таблица 1

Название регистра	Назначение	Адрес SFR регистра											
		F00x	F01x	F02x	F04x	F06x	F12x	F2xx	F30x	F31x	F32x	F33x	F35x
SPI0CFG	Конфигурация SPI	0x9A	0x9A	0x9A	0x9A/0	0x9A/0	0x9A/0	0x9A	—	0xA1	0xA1	0xA1	0xA1
SPI0CKR	Управление скоростью SPI	0x9D	0x9D	0x9D	0x9D/0	0x9D/0	0x9D/0	0x9D	—	0xA2	0xA2	0xA2	0xA2
SPI0DAT	Данные SPI	0x9B	0x9B	0x9B	0x9B/0	0x9B/0	0x9B/0	0x9B	—	0xA3	0xA3	0xA3	0xA3
SPI0CN	Управление шиной SPI	0xF8	0xF8	0xF8	0xF8/0	0xF8/0	0xF8/0	0xF8	—	0xF8	0xF8	0xF8	0xF8

Таблица 2

Название регистра — SPI0CFG, SPI Configuration Register (Регистр конфигурации интерфейса SPI)									
SFR адрес — 0x9A (0xA1)					Значение после сброса — 0000111b (0x07)				
Семейства		Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
F00x, F01x, F02x, F2xx		CKPHA	CKPOL	BC2	BC1	BC0	SPIFRS2	SPIFRS1	SPIFRS0
F04x, F06x, F12x, F31x, F32x, F33x, F350		SPIBSY	MSTEN	CKPHA	CKPOL	SLVSEL	NSSIN	SRMT	RXBMT





SILICON LABORATORIES

C8051F064 - новый производительный 16-ти разрядный АЦП с микроконтроллерной системой в одном корпусе



**125315 Москва, Усиевича 24/2,
ООО Атос,
Тел./Факс: (095) 787-48-05**

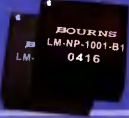



www.platan.ru

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ ОТ ВЕДУЩИХ КОМПАНИЙ

ТРАНСФОРМАТОРЫ

- Синхронизирующие трансформаторы
- ISDN-трансформаторы
- Трансформаторы для высокоскоростных LAN сетей
- Трансформаторы для 1Т/СЕРТ сетей
- Миниатюрные корпуса для поверхностного монтажа



Москва, ул. Мавра Франко, д. 40, стр. 2
Тел. факс: (095) 73-75-999

Почта: 121351, Москва, а/я 100
E-mail: platan@aha.ru

ARGUSSOFT

<http://components.argussoft.ru>

ЗАО «АГУССОФТ Компани» ДЕПАРТАМЕНТ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР



Полный спектр AVR-микроконтроллеров в наличии на складе

- ATtiny13V-10SI
- ATtiny26L-8SI
- ATtiny28V-1AI
- ATmega8
- ATmega8515
- ATmega8535
- ATmega16
- ATmega162
- ATmega169
- ATmega32
- ATmega64
- ATmega128
- AT86RF401E
- AT43US355

Москва
Проспект Мира, 95
Тел. (095) 217 2487 217 2519
Факс (095) 216 6642
E-mail: components@argussoft.ru

Санкт-Петербург
ул. Бабушкина, д.3
Тел. (812) 567 1867
Факс (812) 567 1849
E-mail: spb@argussoft.ru

Екатеринбург
ул. Первомайская, д.104
Тел. (343) 378 3242
Факс (343) 378 3241
E-mail: urai@argussoft.ru

Новосибирск
ул. Советская, д.65
Тел. (3832) 27 1155
Факс (3832) 22 4031
E-mail: nsk@argussoft.ru

ANALOG DEVICES
AMEL
Bourns
CLARE
FABRIMEX
FARNELL
IDC
HARTSONIX
Honeywell
IXYS
TRACO POWER
tyco Electronics

- NSSIN (NSS Instantaneous Pin Input) — бит, индицирующий состояние входа NSS в момент чтения;
- RXBMT (Receive Buffer Empty) — бит устанавливается в 1 после чтения регистра данных и при отсутствии новых данных;
- SLVSEL (Slave Selected Flag) — бит состояния ведомого, устанавливается в 1, когда вход NSS в состоянии 0;
- SPIBSY (SPI Busy) — бит занятости интерфейса SPI передачей (при SPIBSY = 1);
- SRMT (Shift Register Empty) — бит, индицирующий освобождение сдвигового регистра данных. Бит устанавливается в 1 после завершения передачи или приема.

Регистр управления интерфейса SPI SPI0CN — это единственный из SFR регистров, который имеет один и тот же SFR адрес 0x8F и для полноформатных, и для малоформатных семейств микроконтроллеров. Назначение битов регистра управления интерфейса SPI (SPI0CN) приведено в табл. 3.

Таблица 3

Название регистра — SPI0CN, Control Register (Регистр управления интерфейса SPI)									
SFR адрес — 0x8F				Значение после сброса — 00000000b (0x00)					
Семейства	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	
F00x, F01x, F02x, F2xx	SPIF	WCOL	MODF	RXOVRN	TXBSY	SLVSEL	MSTEN	SPIEN	
F04x, F06x, F12x, F31x, F32x, F33x, F350	SPIF	WCOL	MODF	RXOVRN	NSSMD1	NSSMD0	TXBMT	SPIEN	

Стандартный и расширенный интерфейсы SPI имеют в регистре управления интерфейсом SPI0CN ряд следующих одинаковых битов:

- MODF (Mode Fault Flag) — флаг ошибки режима. Флаг устанавливается аппаратно (и генерируется прерывание, если оно разрешено), когда в режиме ведущего (MSTEN = 1) обнаружен сигнал NSS = 0. Это, например, соответствует случаю, когда к интерфейсу, работающему в режиме мастера, пытается обратиться другой SPI интерфейс, также работающий в режиме мастера в многопроцессорной структуре SPI. Бит должен обнуляться программно;
- RXOVRN (Receive Overrun Flag) — флаг переполнения приема. Бит устанавливается аппаратно (и генерируется прерывание, если оно разрешено) в случае, если при приеме последнего бита в буферном регистре находится несчитанный байт данных, полученный ранее. Бит должен обнуляться программно;
- WCOL (Write Collision Flag) — флаг ошибки записи. Флаг уста-

навливается аппаратно (и генерируется прерывание, если оно разрешено) при записи байта в регистр во время незавершенной передачи. Бит должен обнуляться программно;

- SPIF (SPI Interrupt Flag) — флаг прерывания интерфейса SPI. Флаг устанавливается аппаратно после завершения передачи. Если разрешены прерывания, генерируется вектор прерываний SPI0. Бит должен обнуляться программно;
- SPIEN (SPI Enable) — бит разрешения (1) интерфейса SPI.

Кроме того, стандартный интерфейс SPI имеет следующие конфигурирующие биты:

- TXBSY (Transmit Busy Flag) — бит занятости передатчика. Бит устанавливается аппаратно при текущей передаче и снимается аппаратно после ее завершения;
- SLVSEL (Slave Selected Flag) — флаг выбора ведомого. Бит аппаратно устанавливается в 1, если NSS = 0, и аппаратно обнуляется при NSS = 1;

- MSTEN (Master Mode Enable) — бит разрешения (1) режима ведущего. Расширенный интерфейс SPI имеет следующие конфигурирующие биты:

- NSSMD1-0 (Slave Mode Select) — бит выбора режима ведомого: 00 — трехпроводный режим ведущего или ведомого; 01 — четырехпроводный режим ведомого или режим со многими ведущими (NSS всегда в режиме входа); 1x — четырехпроводный режим одного ведущего;
- TXBMT (Transmit Buffer Empty) — бит сбрасывается в 0 после записи данных в буфер передатчика. После пересылки данных бит устанавливается в 1.

Последний, четвертый SFR регистр — регистр управления скоростью интерфейса SPI SPI0CKR — расположен по различным SFR адресам 0x9D и 0xA2 для полноформатных и малоформатных семейств соответственно. Все биты этого регистра составляют байт SPI0CKR (код), который позволяет определить скорость работы интерфейса

SPI (частоту тактовых импульсов F_{SCLK}) по следующей формуле:

$$F_{SCLK} = 0,5 \times SYSCLK / (SPI0CKR + 1).$$

Из приведенной формулы следует, что максимальная тактовая частота SPI интерфейса может быть равна половине системной тактовой частоты в режиме ведущего. В режиме ведомого скорость передачи интерфейса SPI определяется тактовой частотой ведущего интерфейса SPI, т. е. мастера.

Остановимся коротко на основных отличиях стандартного и расширенного интерфейсов SPI. Во-первых, отметим, что стандартный интерфейс SPI предусматривает связь между одним ведущим устройством и многими ведомыми устройствами, при этом работа нескольких ведущих устройств на одной SPI шине не предусмотрена, хотя и осуществима. В расширенном интерфейсе SPI существует ряд аппаратных средств, позволяющих организовывать обмен информации между несколькими ведущими SPI устройствами. Эта возможность стала особенно актуаль-

на с появлением семейства C8051F32x, оснащенного интерфейсом USB, но имеющего достаточно ограниченные аналоговые и системные ресурсы (разрядность АЦП, объем встроенной оперативной памяти, быстродействие и т. п.). В связи с этим в настоящее время достаточно часто разработчикам приходится создавать двухконтроллерные системы со связью между микроконтроллерами через интерфейс SPI, при этом один из микроконтроллеров семейства F32x выполняет функции интерфейса USB, а второй обычно измеряет и обрабатывает информацию. В качестве основного наиболее часто используются микроконтроллеры семейства F12x при необходимости обеспечения высокого быстродействия или F35x при необходимости наличия большой разрядности АЦП.

Продолжение следует

Олег Николайчук,
г. Кишинев, Молдавия

ЛИТЕРАТУРА:

1. <http://www.silabs.com>

Продолжение. Начало — № 4/2004

Преобразователи постоянного напряжения на микросхемах DPA-Switch

РАБОТА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ БЕЗ НАГРУЗКИ

Работе прямоходовых преобразователей без нагрузки следует уделить особое внимание. При малой нагрузке преобразователь переходит в режим с прерывистым током через дроссель выходного фильтра. Как уже упоминалось выше, характеристики управления для такого режима резко отличаются от характеристик для непрерывного режима.

Преобразователь, работающий в прерывистом режиме, обычно имеет более медленную реакцию на внешние воздействия и более высокие пульсации выходного напряжения, чем работающий в непрерывном режиме. Прекрасно работающий в нормальной ситуации преобразователь при малой нагрузке или ее отсутствии может стать нестабильным. Для многих промышленно выпускаемых пре-

образователей для исключения перепада в прерывистый режим оговорена минимально допустимая нагрузка.

При малой нагрузке преобразователь работает с очень малым коэффициентом заполнения (большой скважностью). Для микросхем DPA-Switch такая работа не является большой проблемой, поскольку они автоматически снижают рабочую частоту за счет пропуска циклов для обеспечения коэффициента заполнения менее 5 %.

Работа при малых коэффициентах заполнения требует увеличения емкости конденсатора сглаживающего фильтра выпрямителя, питающего микросхему DPA-Switch (например, С4 на рис. 33), для поддержания напряжения на нем минимально допустимого уровня 8 В. Наилучшим компромиссом между размерами, стоимостью и КПД для работы без нагрузки является подключение па-

раллельно конденсатору выходного фильтра резистора. Его сопротивление подбирается экспериментально для обеспечения устойчивой работы преобразователя при минимальной реальной нагрузке.

КОНСТРУИРОВАНИЕ ПРЯМОХОДОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

На рис. 34 приведен пример правильной разводки печатной платы для прямоходового преобразователя на микросхеме DPA-Switch, питание цепи обратной связи в котором производится в соответствии с рис. 23, в. Поскольку такие преобразователи могут работать с большими токами стока, проектировщики должны очень тщательно следовать приводимым далее рекомендациям.

Трассировка первичных цепей. Теплоотводящее основание микросхемы является силовым выводом истока и должно быть подключено широким проводником с низким сопротивлением и малой индуктивностью к минусовому выводу входного конденсатора. Собственно вывод истока S используют для подсоединения вывода управления частотой F, резистора установки тока ограничения (вывод X), элементов цепи дистанционного выключения и

ОНИ УМЕЮТ ВСЁ!



Компания "Макро Тим" предлагает продукцию фирмы Power Integrations

Power Integrations - ведущий поставщик недорогих однокристальных высоковольтных микросхем для вторичных импульсных источников электропитания.

Основные особенности микросхем:

- ограничение тока;
- защита ключа при снижении напряжения;
- защита от перенапряжения.

EcoSmart-технология, позволяющая существенно уменьшить потребление энергии

TOPSwitch - интегрированная на одном кристалле схема управления на основе ШИМ-контроллера и силовой полевой транзистор. Семейство рассчитано для источников мощностью до 250 Вт.

TinySwitch - интегрированная на одном кристалле схема управления на основе ШИМ-контроллера и силовой полевой транзистор. Семейство

рассчитано для источников мощностью до 23 Вт.

Бесплатные консультации и выезд к заказчику.

Макро Тим



Участник

ООО "МакроТим"

111141 Москва, Зеленый проспект, 2/19

Тел.: +7 (095) 306-0026/4721/4789

Факс: +7 (095) 306-0283, 730-6497

www.macroteam.ru

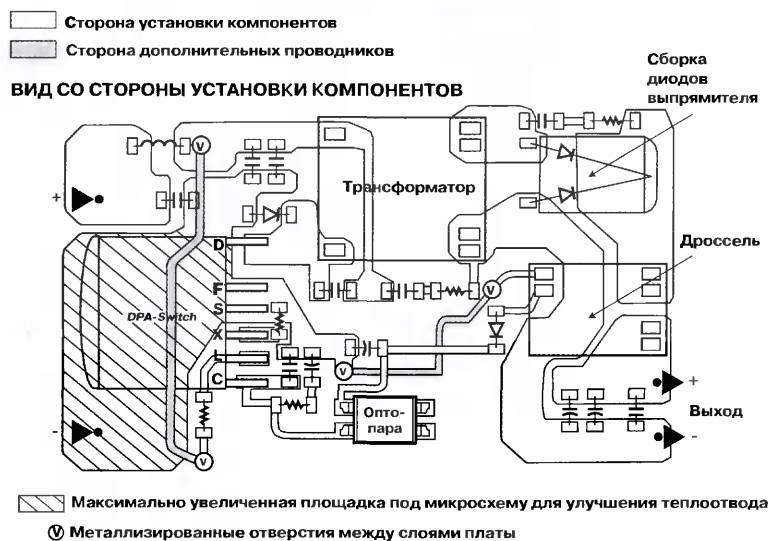


Рис. 34

обратной связи. Вывод S соединяют с площадкой для подпайки теплоотводящего фланца, но все остальные проводники, подключаемые к этому выводу, должны подходить к нему с другой стороны.

Блокировочный конденсатор, подключаемый между выводами C и S, должен располагаться как можно ближе к этим выводам. По проводнику, к которому подключается “холодный” вывод этого конденсатора, не должно протекать никаких пульсирующих токов первичной обмотки трансформатора или выпрямителя цепи обратной связи. Все компоненты, подключаемые к выводам L и X, должны располагаться также максимально близко к этим выводам. Общий провод в точках подсоединения цепей этих элементов также не должен содержать пульсаций тока. Это весьма важное требование к разводке печатной платы и его следует тщательно соблюдать.

Проводники к выводам L и X должны быть как можно короче и их следует располагать как можно дальше от цепи вывода стока D во избежание наводок с его стороны. Оптопару обратной связи следует также располагать по возможности ближе к микросхеме.

Отвод тепла от микросхемы. Для улучшения отвода тепла от микросхемы DPA-Switch и других тепловыделяющих элементов преобразователя для печатной платы рекомендуется использовать теплоотводящее алюминиевое основание. Алюминиевый лист скрепляется с печатной платой в процессе ее изготовления и обеспечивает непосредственный отвод тепла или установку

на внешний теплоотвод. Для относительно маломощных источников можно применять и обычные печатные платы, но при этом под микросхемой DPA-Switch необходимо резервировать электро- и теплопроводящие площадки максимальных размеров с обеих сторон печатной платы, рекомендуется также использовать заготовки плат с толстой медной фольгой.

Если используется печатная плата с алюминиевым основанием, необходимо обеспечить экранирование от него выводов микросхемы и других цепей. Это могут быть медные площадки на обратной стороне печатной платы, соединенные с минусом входного конденсатора (экран первичных цепей) и минусом выходного конденсатора (экран вторичных цепей). Экранировка снижает емкостную связь алюминиевой подложки с цепями преобразователя, которая могла бы приводить к увеличению амплитуды пульсаций и появлению высокочастотного шума в выходной цепи.

Контроль качества проектирования. Как и любое мощное устройство, все прямоходовые источники на микросхеме DPA-Switch должны быть тщательно проверены в лабораторных условиях для достижения уверенности, что ни для одного элемента источника не превышены предельно допустимые значения эксплуатационных параметров в наихудших условиях эксплуатации. Далее приведен рекомендуемый минимум проверок для прямоходовых преобразователей на микросхемах DPA-Switch.

1. Максимальное напряжение на стоке. Следует проверить пиковое

напряжение сток-исток микросхемы, оно не должно превышать допустимого значения V_{DSS} при максимальном входном напряжении и максимально возможной перегрузке. Лучше, однако, чтобы был дополнительный запас примерно 25 В для исключения превышения этого напряжения из-за разброса параметров элементов при изготовлении других экземпляров преобразователя. Максимально возможная перегрузка случается при работе преобразователя перед его переходом в режим перезапуска.

2. Полное размагничивание сердечника трансформатора. Напряжение на стоке следует также проверить при максимальном входном напряжении и скачкообразном увеличении нагрузки от 50 до 100 %. Такая проверка позволит оценить наличие запаса в размагничивании сердечника, при указанном сочетании условий требования к цепям размагничивания максимальны.

3. Максимальный ток стока. Его следует проконтролировать при наибольшей рабочей температуре, максимальном входном напряжении и максимальной нагрузке, просматривая форму тока через первичную обмотку трансформатора и обмотку выходного дросселя в режиме пуска. При такой проверке не должно наблюдаться резких токовых выбросов через указанные индуктивные элементы. Короткие выбросы тока через вывод стока в момент открывания ключевого транзистора должны быть по длительности меньше 100 нс — времени блокирования цепей выключения микросхемы при превышении током стока значения порога отключения.

4. Проверка температурного режима. Эту проверку следует произвести при максимальной нагрузке, минимальном входном напряжении и максимальной температуре окружающей среды. Следует проконтролировать, что температура трансформатора, выходных диодов, дросселя и конденсаторов не превышает допустимых для них значений. Сама микросхема DPA-Switch полностью защищена от перегрева внутренними цепями отключения при повышении температуры кристалла до 130 °С. Рекомендуется, чтобы теплоотвод микросхемы поддерживал температуру ее основания не более 115 °С при наихудших условиях, сочетание которых упомянуто выше. Это обеспечит нормальный

запас по отношению к температуре отключения при разбросе сопротивления $R_{DS(ON)}$ открытого канала микросхемы DPA-Switch. При измерении температуры следует помнить, что температура кристалла больше, чем основания, за счет теплового сопротивления переход-корпус.

ИНСТРУМЕНТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Фирма Power Integration постоянно обновляет и расширяет свободно доступные программные средства проектирования преобразователей на своих микросхемах. Эти средства можно найти на сайте фирмы www.powerint.ru.

Окончание следует

Сергей Бирюков,
г. Москва

Окончание. Начало — № 10/2004

Запоминающие устройства
компании Winbond

ОПЕРАТИВНЫЕ ЗАПОМИНАЮЩИЕ
УСТРОЙСТВА (ОЗУ)

ОЗУ предназначены для хранения оперативной информации, они разделяются на статические ОЗУ (СОЗУ), которые в качестве запоминающего элемента используют триггер, и динамические ОЗУ (ДОЗУ), которые запоминают бит информации на входной емкости КМОП-элемента, обладающего очень большим входным сопротивлением.

СОЗУ находят очень широкое применение в микропроцессорных системах из-за простоты организации доступа к ним, малого энергопотребления и высокой надежности хранения данных. Winbond специализируется на выпуске быстродействующих СОЗУ с временем доступа до 12 нс и напряжением питания 5 и 3,3 В. Таким образом, данная память идеально подходит, например, для применения в составе 8 или 16-разрядных высокопроизводительных микропроцессорных систем с архитектурой RISC.

В табл. 4—7 приводятся основные параметры быстродействующих статических ОЗУ, синхронных динамических ОЗУ и синхронных динамических ОЗУ промышленного назначения.

Отличительные особенности синхронных ДОЗУ Winbond:

- питание — 2,7...3,6 В;
- разделение памяти на банки;
- стандартная и маломощная саморегенерация памяти;
- длина потока — 1, 2, 4, 8 страниц и все страницы;
- последовательный и чередующийся поток;

- поточное считывание, одиночная запись;
- байт данных управляется DQM,
- экономичный режим выключения;
- автоподзарядка и управляемая подзарядка банка памяти;
- 4/8 тысяч циклов регенерации за 64 мс;

Таблица 4

Наименование	Органи- зация	Типо- размер	U _{пит} В	Время доступа, нс	Число выводов	Корпус
Псевдостатические ДОЗУ						
W24129AJ	16K×8	D	5	12	28	SOJ
W24257AK, J, Q, S	32K×8	E	5	12, 15	28	SDIP/SOJ/Q STSOP/SOP
W24512AJ, T	64K×8	F	5	15	32	SOJ/TSOP
W2465AJ	8K×8	C	5	12	28	SOJ
W24L010AJ, T, Q	128K×8	G	3,3	12, 15	32	SOJ/ TSOP/STSOP
W24L011AJ, I	128K×8	G	3,3	10, 12, 15	32	SOJ/WSOJ
W24L01A	128K×8	G	3,3	10, 12, 15	32	SOJ/TSOP
W24L257AJ, Q	32K×8	E	3,3	12, 15	28	SOJ/STSOP
W26010A	64K×16	G	5	15, 20, 25	44	SOJ/TSOP
W26020A	128K×16	H	5	16, 25	44	TSOP
W26L010AJ, AT-12	64K×16	G	3,3	12	44	SOJ/SOP

Таблица 5

Наименование	Организация	Типо- размер	U _{пит} В	Время доступа	Число выводов	Корпус
Синхронные динамические ОЗУ						
W981216BH-6	8M×16	N	3,3	166 МГц	54	TSOPII
W981216BH-75	8M×16	N	3,3	PC-133	54	TSOPII
W981616BH-6	1M×16	K	3,3	166 МГц	50	TSOPII
W981616BH-7	1M×16	K	3,3	143 МГц	50	TSOPII
W982516BH-75	16M×16	O	3,3	PC-133	54	TSOPII
W986416DH-5	4M×16	M	3,3	200 МГц	54	TSOPII
W986416DH-6	4M×16	M	3,3	166 МГц	54	TSOPII
W986416DH-7	4M×16	M	3,3	143 МГц	54	TSOPII
W986432DH-5	2M×32	M	3,3	200 МГц	86	TSOPII
W986432DH-6	2M×32	M	3,3	166 МГц	86	TSOPII
W986432DH-7	2M×32	M	3,3	143 МГц	86	TSOPII
Синхронные ДОЗУ в корпусе BGA						
W9816G6BB-7	1M×16	K	3,3	143 МГц	60	BGA
W9864G2DB-7	2M×16	L	3,3	143 МГц	90	BGA
W9864G6DB-7	4M×16	M	3,3	143 МГц	60	BGA
Маломощные SDRAM						
W981216BH-75L	8M×16	N	3,3	133 МГц	54	TSOPII
W982516BH-75L	16M×16	O	3,3	133 МГц	54	TSOPII
W986416DH-7L	4M×16	M	3,3	143 МГц	54	TSOPII
W986432DH-7L	2M×32	M	3,3	143 МГц	54	TSOPII

- интерфейс — низковольтный ТТЛ (LVTTTL);
- частота синхронизации — до 125...200 МГц;
- коммерческое и промышленное исполнение.

Несомненным преимуществом динамической памяти является более высокая плотность благодаря использованию минимального числа вентилей на однобитную ячейку памяти. Динамическая память используется в составе компьютерных систем для загрузки и исполнения программы, а также для хранения данных. Winbond выпускает широкий спектр



Таблица 6

Наименование	Организация	Типо-размер	Uпит В	Время доступа	Число выводов	Корпус
Синхронные динамические ОЗУ промышленного назначения						
W981208BH-75I	16M×8	N	3,3	133 МГц	54	TSOPII
W981216BH-75I	8M×16	N	3,3	133 МГц	54	TSOPII
W981616BH-7I	1M×16	K	3,3	143 МГц	50	TSOPII
W982508BH-75I	32M×8	O	3,3	133 МГц	54	TSOPII
W982516BH-75I	16M×16	O	3,3	133 МГц	54	TSOPII
W986416DH-6I	4M×16	M	3,3	166 МГц	54	TSOPII
W986432DH-6I	2M×32	M	3,3	166 МГц	54	TSOPII
W987Y6CBN75	8M×16	N	2,5	133 МГц	54	BGA
W987Y6CBN80	8M×16	N	2,5	125 МГц	54	BGA
Синхронные ДОЗУ с удвоенным быстродействием (DDR SDRAM)						
W941232AD-5	4M×32	N	2,5	200 МГц	100	LQFP
W942504CH-75	64M×4	O	2,5	DDR266	66	TSOPII
W942508CH-5	32M×8	O	2,5	200 МГц	66	TSOPII
W942508CH-6	32M×8	O	2,5	166 МГц	66	TSOPII
W942508CH-75	32M×8	O	2,5	DDR266	66	TSOPII
W942516CH-5	16M×16	O	2,5	200 МГц	66	TSOPII
W942516CH-6	16M×16	O	2,5	166 МГц	66	TSOPII
W942516CH-75	16M×16	O	2,5	DDR266	66	TSOPII

Таблица 7

Тип	Организация	Типо-размер	Uпит В	Время доступа, нс	Интерфейс
Псевдостатические ДОЗУ					
W963A6BBN	512K×16	J	2,7...3,3	70, 80	Асинхронное СОЗУ
W963B6BBN	512K×16	J	2,3...2,7	70, 80	Асинхронное СОЗУ
W963L6ABN	512K×16	J	2,3...2,7 2,7...3,3	70, 80	Асинхронное СОЗУ
W964A6BBN	1M×16	K	2,3...3,3	70, 80	Асинхронное СОЗУ
W964B6BBN	1M×16	K	2,3...2,7 2,7...3,3	70, 80	Асинхронное СОЗУ
W964L6ABN	1M×16	K	2,3...2,7 2,7...3,3	70, 80	Асинхронное СОЗУ
W965L6ABN	2M×16	L	2,3...2,7 2,7...3,3	70, 80	Асинхронное СОЗУ

динамической памяти с различной емкостью 2...32 Мбайт при различной организации для автономного использования и построения модулей динамической памяти, обычные и с удвоенным быстродействием (DDR), в различных конструктивных и климатических исполнениях.

Для удовлетворения требований компьютерных систем, где непрерывно растут потребности в повышении быстродействия динамической памяти, была разработана архитектура DDR (удвоенное быстродействие). Данная архитектура подразумевает выполнение чтения и записи как по фронту сигнала синхронизации, так и по спаду. Winbond выпускает память DDR типоразмера N (16 Мбайт) и O (32 Мбайт) при различной организации памяти

(4...32 разряда). Память содержит регистр задания режима, который позволяет выбрать длину потока, задержку, чередующий или последовательный поток, предоставляя возможность оптимизировать быстродействие высокопроизводительной системы.

В мире цифровых технологий за последние годы наиболее интенсивному прогрессу подверглись портативные электронные устройства — мобильные телефоны, персональные цифровые помощники, переводчики, интернет-планшеты, органайзеры, электронные записные книжки и пр.

Современное поколение этих устройств выполнено на основе высокопроизводительных 32-разрядных RISC-процессоров, работающих под управлением операционной системы

реального времени. Для динамической памяти в этих устройствах предъявляются жесткие требования по площади посадочного места, которые непрерывно ужесточаются. Одним из путей снижения габаритов является оптимизация числа внешних выводов. Многие компании реализовали эту идею путем организации интерфейса доступа к ДОЗУ по принципу асинхронного интерфейса ОЗУ. Такая память получила название псевдостатических ДОЗУ. Компания Winbond не стала исключением и выпускает ряд микросхем двух типоразмеров: J (1 Мбайт) и K (2 Мбайт). Для сравнения: размер посадочного места W964A6BBN — 6×8 мм, а аналогичного типоразмера СДОЗУ W981616 — 21×12 мм.

* * *

Компания Winbond выпускает широкий спектр ЗУ. ЭППЗУ и флэш-память оптимизированы для решения задач хранения и выполнения программного кода и предназначены для использования вновь разрабатываемых микропроцессорных систем или для модернизации существующих, например, в целях снижения энергопотребления пятивольтовых систем или перевода их на питание 3,3 В или для введения функции обновления программного обеспечения в процессе эксплуатации из загрузочного сектора флэш-памяти.

Для оперативного хранения данных или выполнения программного кода выпускаются статические ОЗУ для микроконтроллерных систем, динамические ОЗУ для быстродействующих компьютерных систем или промышленных контроллеров, а также псевдостатические ДОЗУ для портативных устройств нового поколения.

Неизменной чертой всех типов ЗУ Winbond является их функциональная и конструктивная совместимость с аналогичными ЗУ других лидирующих производителей.

Выставка ПТА-2004

В разгар московской золотой осени 29 сентября — 1 октября 2004 г. в ЦМТ на Краснопресненской набережной прошла четвертая международная выставка «Передовые Технологии Автоматизации». По сравнению с прошлым годом число участников выставки увеличилось на 20 % и составило 93 компании. Участники представляли разные страны — Россию, Белоруссию, Германию, Украину, США, Тайвань, Израиль, Финляндию.

На выставке было представлено большое число специализированных научно-технических изданий, в том числе издательства «Открытые системы», «Электроника», «Научтехлитиздат», журналы Chip News, «Автоматизация в промышленности», «Компоненты и Технологии», «Схемотехника», «Мир компьютерной автоматизации» и другие.

И участники, и посетители выставки ПТА отмечали ее огромную значимость для российской промышленности. Именно здесь представители

отдельных предприятий смогли найти необходимые для автоматизации их производства решения.

Традиционно в рамках выставки «Передовые Технологии Автоматизации» прошла Всероссийская конференция по АСУ ТП и встраиваемым системам, в которой приняли участие представители более 20 компаний — лидеров рынка. С крупными блоками сообщений выступили Iconics, Interpoint, «Прософт», «Кварта Технологии», SWD Software, «РТСофт» и другие.

29 сентября прошла пресс-конференция по поводу открытия выставки ПТА-2004, в ходе которой директор выставки Константин Морозов рассказал журналистам о перспективах ее развития. В будущем году пройдет не только выставка «ПТА-2005» в Москве (18—21 октября), но и «ПТА Северо-Запад 2005» в Санкт-Петербурге (15—18 марта) и «ПТА-Урал 2005» в Екатеринбурге (9—11 ноября).

Окончание. Начало — № 5/2004

Организация питания ПЛИС семейства CoolRunner-II фирмы Xilinx

СТРУКТУРА, ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ТИПОВАЯ СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ МИКРОСХЕМ TPS72115 И TPS72118

Фирмой Texas Instruments выпускается серия микросхем TPS721xx, технические характеристики которых позволяют эффективно использовать их в составе узлов питания ПЛИС семейства CoolRunner-II. Микросхемы серии TPS721xx содержат стабилизаторы с малым падением напряжения на управляющем элементе и различными выходными напряжениями. Две последние цифры, содержащиеся в условном обозначении микросхем этой серии, соответствуют выходному напряжению LDO-стабилизатора без десятичной точки, разделяющей целую и дробную часть. Исключение составляет микросхема TPS72101, которая представляет собой стабилизатор с регулируемым выходным напряжением. Структурная схема стабилизаторов с фиксированным выходным напряжением показана на рис. 46.

В микросхемах TPS721xx предусмотрен вход управления EN, который выполняет функции запрета работы стабилизатора. Этот вход функционирует так же, как и вход разрешения/запрета выхода стабилизатора микросхемы MIC5247, рассмотренной в предыдущем разделе. Микросхемы серии TPS721xx имеют систему защиты от перегрева и цепь ограничения выходного тока при перегрузке.

Стабилизаторы TPS721xx обеспечивают ток нагрузки до 150 мА, при этом типовое падение напряжения на регулирующем элементе составляет 150 мВ. Типовое значение тока потребления составляет 85 мкА.

Из всех микросхем с фиксированным выходным напряжением, относящихся к серии TPS721xx, для применения в узлах питания ПЛИС семейства CoolRunner-II представляют интерес только стабилизаторы TPS72115 и TPS72118.

В табл. 16 представлены основные электрические параметры стабилизаторов TPS72115 и TPS72118. Все характеристики соответствуют, в основном, тем же условиям измерения, что и для параметров табл. 14, если только во второй колонке явно не определены иные условия измерения. Отличие заключается только в значении выходного тока I_{OUT} , которое для микросхем TPS72115 и TPS72118 равно 1 мА.

Графики, приведенные на рис. 47, отражают зависимость падения напряже-

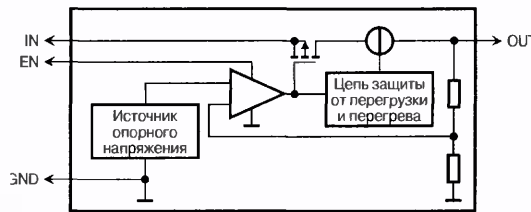


Рис. 46

Таблица 16

Параметр	Условия измерения	Мин.	Тип.	Макс.
Выходное напряжение, В	TPS72115	$T_J = 25^\circ\text{C}$		
		$0 < I_{OUT} < 150\text{ мА}, 2,5\text{ В} \leq V_{IN} \leq 5,5\text{ В}$	—	1,5
			1,455	—
	TPS72118	$T_J = 25^\circ\text{C}$	—	1,8
		$0 < I_{OUT} < 150\text{ мА}, 2,8\text{ В} \leq V_{IN} \leq 5,5\text{ В}$	—	1,854
Коэффициент нестабильности по напряжению, %/В	$V_{IN} = (V_{OUT} + 1) \dots 5,5\text{ В}$	—	0,03	0,09
Нестабильность выходного напряжения при изменении тока нагрузки, мВ	$0 < I_{OUT} < 150\text{ мА}$ для TPS72118	—	0,5	—
Падение напряжения на регулирующем элементе, мВ	$I_{OUT} = 150\text{ мА}$	—	150	240
Ток потребления микросхемы, мкА	$I_{OUT} = 0, T_J = 25^\circ\text{C}$	—	85	120
	$I_{OUT} = 150\text{ мА}, T_J = 25^\circ\text{C}$	—	570	850
Ток потребления микросхемы при выключенном выходе стабилизатора, мкА	$V_{EN} \leq 0,5\text{ В}$	—	0,01	1
Ограничение по току, мА	—	175	—	525
Коэффициент сглаживания пульсаций, дБ	$C_{OUT} = 10\text{ мкФ}, f = 100\text{ Гц}, I_{OUT} = 150\text{ мА}$	—	48	—
Уровень шума на выходе стабилизатора, мкВ _{эфф}	$C_{OUT} = 1\text{ мкФ}, f = 0,2 \dots 100\text{ кГц}$	—	90	—
Уровни напряжения на входе разрешения EN, В	Лог. 0	—0,2	—	0,4
	Лог. 1	1,4	—	—
Ток по входу разрешения EN, мкА	—	—	—0,01	—
Температура срабатывания защиты, °C	—	—	170	—
Гистерезис срабатывания защиты, °C	—	—	20	—

DC DROPOUT VOLTAGE
vs
OUTPUT CURRENT

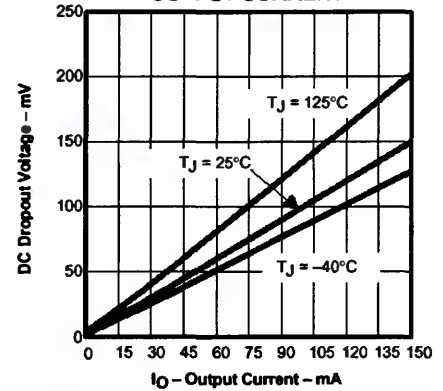


Рис. 47

ния от выходного тока при различных значениях температуры.

Зависимости тока потребления микросхем серии TPS721xx от тока нагрузки представлены на рис. 48.

На рис. 49 представлена частотная характеристика коэффициента сглаживания пульсаций на выходе стабилизатора TPS72118 при максимальном выходном токе.

На рис. 50 приведены осциллограммы, демонстрирующие характер переходного процесса на выходе стабилизатора микросхемы TPS72118 при переключении управляющего

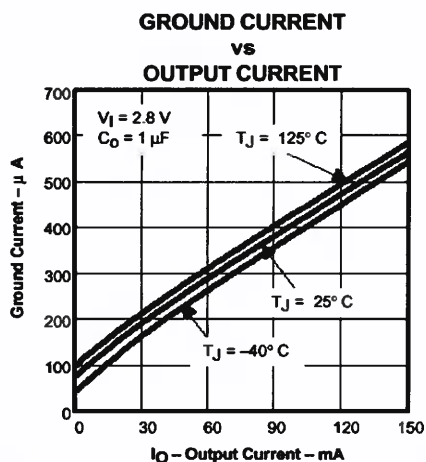


Рис. 48

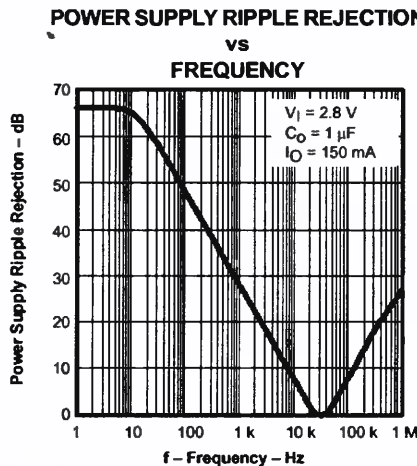


Рис. 49

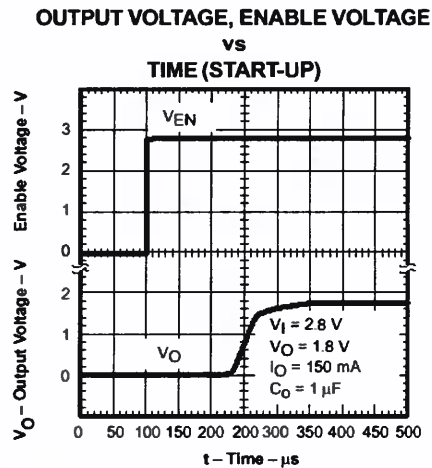


Рис. 50

сигнала на входе EN из состояния лог. 0 в активное состояние (лог. 1). Из рассмотрения осциллограмм следует, что длительность переходного процесса на выходе микросхемы TPS72118 не превышает 250 мкс, что соответствует требованиям, предъявляемым к источникам питания ПЛИС семейства CoolRunner-II.

В табл. 17 приведены максимальные допустимые значения основных эксплуатационных параметров для рассматриваемых микросхем. Выход за пределы граничных значений, указанных в ней, может повлечь за собой повреждение микросхемы.

Информация о диапазонах значений основных эксплуатационных параметров, которые соответствуют нормальным режимам работы, рекомендуемым фирмой-изготовителем, содержится в табл. 18. При выходе за рамки предельных значений, указанных в этой таблице, произ-

водитель не гарантирует нормального функционирования микросхемы.

Стабилизаторы серии TPS721xx выпускаются в сверхминиатюрном корпусе SOT-23 с размерами 1,75×3 мм (рис. 53).

Типовая схема узла питания ПЛИС семейства CoolRunner-II, выполненного на основе микросхем TPS72115 и TPS72118 изображена на рис. 54. Она может быть использована при разработке узла питания ПЛИС, блоки ввода/вывода которой сконфигурированы в соответствии со стандартами цифровых сигналов 1.5V I/O и/или HSTL-1.

Для обеспечения режима стабилизации микросхем TPS72115 и TPS72118 на входе и выходе стабилизаторов необходимо установить керамические конденсаторы емкостью 0,1 мкФ. При увеличении их емкости снижается

уровень шума и пульсаций на выходе LDO-стабилизатора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные двоянные и одиночные интегральные стабилизаторы позволяют проектировать узлы формирования напряжений питания для ядра и блоков ввода/вывода ПЛИС семейства CoolRunner-II при минимальном числе внешних элементов. Обычно для одного стабилизатора достаточно двух или трех конденсаторов. Представленные примеры узлов питания охватывают различные варианты конфигурирования блоков ввода/вывода ПЛИС в соответствии со всеми поддерживаемыми стандартами цифровых сигналов. В тех случаях, когда ПЛИС используется в составе стационарных устройств и к узлам питания не предъявляется требований минимизации потерь и габаритных размеров, для их реализации могут применяться стандартные линейные стабилизаторы. В качестве примера таких стабилизаторов можно упомянуть широко распространенную микросхему LM317, которая выпускается различными производителями.

Узлы питания ПЛИС семейства CoolRunner-II могут выполняться также на основе стабилизаторов напряжения импульсного типа. В качестве примеров таких импульсных стабилизаторов напряжения можно привести микросхемы NCP1400A и ML6554.

При выборе интегральных стабилизаторов напряжения, не упомянутых в настоящей статье, следует проанализировать их характеристики и убедиться, что они соответствуют тем рекомендациям, которые были перечислены в первой части данной публикации.

Валерий Зотов,
walerry@euro.ru

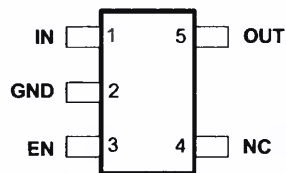


Рис. 51

Таблица 17

Обозначение	Параметр	Мин.	Макс.
V_{IN}	Входное напряжение стабилизатора, В	-0,3	7
V_{EN}	Напряжение на входе разрешения, В	-0,3	7
T_S	Температура хранения (окружающей среды), °C	-65	150
T_{SOL}	Максимальная температура выводов при пайке (в течении 5 с) °C	—	260
T_J	Рабочая температура переходов, °C	-40	150

Таблица 18

Обозначение	Параметр	Мин.	Макс.
V_{IN}	Входное напряжение стабилизатора, В	1,8	5,5
I_{OUT}	Выходной ток в непрерывном режиме, мА	0	150
T_J	Рабочая температура переходов транзисторов, °C	-40	125

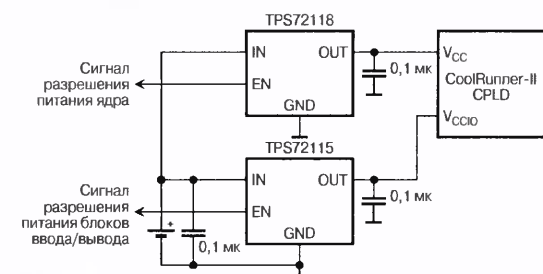
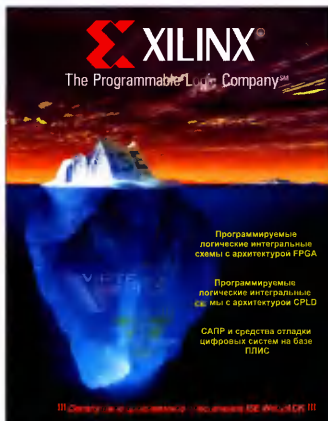


Рис. 52



XILINX
The Programmable Logic Company™

Программируемые логические интегральные схемы с архитектурой FPGA

Программируемые логические интегральные схемы с архитектурой CPLD

САПР и средства отладки цифровых систем на базе ПЛИС

!!! Состояние в разработке: программируемые ИС Xilinx CPLD !!!

INLINE

Официальный дистрибьютор фирмы XILINX в России, Беларуси и Украине:
123007, Москва, Хорошевское шоссе, д.38, корп.1, 4 этаж,
тел.: (095) 787-59-40, факс: (095) 787-59-35
email: u.rus@n.rus.xilinx.ru, <http://www.p.la.ru>



ARGUSSOFT ЗАО «АГУССОФТ Компани»
ДЕПАРТАМЕНТ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ
<http://comp.soft.su/argussoft>

BOURNS

ПОЛНЫЙ СПЕКТР
ИНДУКТИВНОСТЕЙ
ФИРМЫ BOURNS
СО СКАДА И ПОД ЗАКАЗ

Выводные и SMD-монтаж
Закажите бесплатные образцы для Ваших проектов

Москва	Санкт-Петербург	Екатеринбург	Новосибирск
МФН (095) 217 2487, 217 2519	МФН (095) 567 1867	МФН (343) 378 3242	МФН (3832) 27 1155
Б.м.б. (095) 216 6642	Б.м.б. (095) 567 1849	Б.м.б. (343) 378 3241	Б.м.б. (3832) 22 4031
comp.soft@n.rus.xilinx.ru	comp.soft@n.rus.xilinx.ru	comp.soft@n.rus.xilinx.ru	comp.soft@n.rus.xilinx.ru



www.platan.ru

ПЛАТАН

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ ОТ ВЕДУЩИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Цифровые универсальные мультиметры

Ударо- и водостойкие высокоточные мультиметры

HD1108
HD1608

Токовые клещи 400 - 1000 А

AC400A
AC60
AC68
AD105

Инфракрасный мультиметр

IR610

Logitech
EPCOS
TDR
PHILIPS
Vishay
Kingbright
CRYDOM

Москва, ул. Ивана Франко, д. 40, стр. 2
Тел./факс: (095) 73-75 909

Почта: 121351, Москва, в. в. 100
E-mail: platan@platan.ru



ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИГЛАШАЕТ НА РАБОТУ:
ИНЖЕНЕРА-РАЗРАБОТЧИКА РЗА

Требования: мужчина, от 30 до 40 лет, образование высшее проф. (МГУ, МИФИ, МВТУ, МАИ), опыт работы не менее 3-х лет, необходимы навыки программирования на Си и Ассемблере для микроконтроллеров, наличие собственных завершенных проектов на микроконтроллерах фирмы Atmel, Texas Instruments опыт проектирования схем измерения температуры и схем маломощных импульсных источников питания, опыт работы с пакетом PCAD 2000 и выше.

Зарплата по результатам собеседования. От 800 USD

КОНТАКТНЫЕ ТЕЛЕФОНЫ:
8 916 643-31-37, (895) 498-79-81
ВЛАДИМИР ЛЕОНИДОВИЧ.

Микропроцессоры в бытовой электронной аппаратуре

Использование микропроцессоров в бытовой электронной технике уже давно стало стандартом, обязательно их наличие в телевизорах, видеомагнитофонах, видеокамерах, проигрывателях всех видов дисков, комбинированных устройствах и т. д. В своей статье автор приводит примеры применения микропроцессоров в двух типовых радиоэлектронных устройствах.

Главной отличительной чертой микропроцессоров для бытовой радиоэлектронной аппаратуры является их «индивидуальность» — возможность использования их в различных видах техники, а иногда даже различных моделях одного вида и одной фирмы путем перепрограммирования невозможно. Все они относятся к классу микросхем частного применения ASIC — Application Specific Integrated Circuits. В отличие от микропроцессоров общего применения, технической информации по которым достаточно много, микропроцессоры частного применения характеризуются «закрытостью», разобравшись в их устройстве и функционировании, пользуясь только доступной литературой по микропроцессорам, не представляется возможным. В то же время именно такие микропроцессоры используются в аппаратуре, окружающей нас на каждом шагу, и проблемы, связанные с отказами и неполадками в работе множества моделей и видов техники, знакомы как пользователям, так и работникам сервисной сферы, радиолюбителям и инженерам.

Так сложилось, что подавляющее большинство микропроцессоров, используемых в аппаратуре вышеперечисленных видов, имеют азиатское и прежде всего японское происхождение. Под словом «происхождение» совершенно не имеется в виду страна-изготовитель. Микропроцессоры, разработанные японскими фирмами, могут быть сделаны где угодно, однако разбираться приходится с «идеологией» микропроцессоров японских, реже корейских фирм. Что касается телевизоров, здесь ситуация с разработчиками микропроцессоров частного применения более разнообразна, их выпускают и европейские, и американские фирмы, однако большинство проданных и продающихся телевизоров содержат японские микропроцессоры.

Обобщить информацию по всем типам микропроцессоров частного применения вряд ли можно, слишком велико их разнообразие, поэтому требуется каким-либо образом их классифицировать. Дело здесь в том, что в производстве таких микропроцессоров наблюдается явная тенденция к совмещению различных функций и появлению новых, ранее отсутствующих в аппаратуре определенного вида. Усугубляет положение с технической информацией по микропроцессорам постоянно ускоряющаяся «цифровизация» всего и вся. Сейчас, нередко даже имея комплект электрических схем на некоторые виды техники, опытные инженеры не в состоянии разобраться в ее устройстве и работе (починить цифровую видеокамеру или DVD проигрыватель, как раньше, например, телевизор, уже вряд ли удастся).

Проведем классификацию по микропроцессорам для видеомагнитофонов и видеокамер. Информации по ним, в отличие от микропроцессоров для телевизоров, значительно меньше. Прежде всего, пожалуй, стоит выяснить вопрос о конкретных фирмах-изготовителях, за ними стоят конкретные коллективы разработчиков с определенной «идеологией». Не претендуя на полную широту охвата, перечислю основных разработчиков и производителей микропроцессоров для видеомагнитофонов и видеокамер. Из наиболее «мощных», изделия которых применяются в аппаратуре большого числа моделей самых разных фирм и торговых марок, это японские фирмы:

Hitachi — основной префикс в маркировке HD;
Matsushita Electronics Corp. — маркировка MN, C2;
Mitsubishi Electronic — M;
Nippon Electronics (NEC) — μ PD, uPD;
ROHM — BU;
Sanyo Electric — LC;

Sony — CXP, CXD;
Toshiba — TD, TB, TMP.

Преимущественно для собственной аппаратуры микропроцессоры также выпускают фирмы Sharp (маркировка IX); Samsung (KA, KS); LG (GMS, SM, GS); Orion (OEC); Funai (QSMQ); Daewoo (DBL). В отдельных моделях, особенно видеокамерах, используются микропроцессоры фирмы Fujitsu Electric (MB), а в аппаратуре европейских торговых марок микропроцессоры европейских фирм Philips, Siemens и других. Следует отметить, что «начинка» очень многих видеомагнитофонов и видеокамер практически всех европейских торговых марок произведена японскими фирмами, реже корейскими. Видеомагнитофоны собственной разработки выпускает фирма Philips, в то же время она выпускала большое число ВМ с «начинкой» фирм JVC, Sharp и других. В ряде моделей видеомагнитофонов европейских фирм используются лентопротяжные механизмы японских или корейских фирм и собственная электроника. В США ситуация несколько другая, в свое время американские фирмы упустили шанс занять лидирующее положение в выпуске бытовой видеозаписывающей аппаратуры и перестали вообще заниматься этой тематикой. Практически вся видеотехника в Северной Америке импортируется в основном из Японии, а ведущие японские фирмы имеют свои отделения в США, например, JVC of America, Matsushita Electric Corporation of America (штат Нью-Джерси, торговые марки Quasar, Panasonic). Видеотехника, поставляемая в США и Канаду, удовлетворяет очень жестким стандартам федеральной комиссии связи FCC по электромагнитным излучениям, аппаратура не должна создавать помехи и быть восприимчива к ним. Таблички с правилами FCC имеются на задних панелях и корпусах блоков питания практически каждого аппарата.

По назначению микропроцессоры для аппаратуры видеозаписи на ленту можно условно разделить на группы:

1. Микропроцессоры для систем управления видеомагнитофонов и видеокамер. В состав всех современных моделей входят цифровые части систем авторегулирования блока вращающихся видеоголовок и ведущего вала, а нередко и другие устройства (МП этого типа часто называют системными контролерами, на схемах — System control & servo).

2. Микропроцессоры для систем управления режимами и индикации видеомагнитофонов (Timer & operation).

3. Микропроцессоры для систем управления камерной частью видеокамер (Process).

4. Микропроцессоры для специализированных систем (используются в сложных моделях видеокамер, особенно цифровых).

Микропроцессоры первой группы являются составной частью всех без исключения моделей видеомагнитофонов и видеокамер, иногда они выполняют функции и микропроцессоров второй группы. В этой группе особенно широко распространены изделия фирм Hitachi, Mitsubishi, NEC (аппаратура видеозаписи двух последних не получила широкого распространения). Микропроцессоры этих фирм можно встретить в аппаратуре большого числа фирм, в том числе хорошо известным нашим потребителям: Aiwa, Akai, Daewoo, LG (Goldstar), Hitachi, JVC, Panasonic, Philips, Samsung, Sanyo, Sony, Shivaki и многих других. Функциональное назначение выводов микропроцессоров этой группы неразрывно связано с работой именно в составе систем управления видеомагнитофонов и видеокамер, поэтому аббревиатуры (сокращенные обозначения), которыми обозначен ряд выводов и устройств на функциональных и принципиальных схемах, относятся к терминам, используемым в технической литературе по видеозаписи.

Точно такие же аббревиатуры могут использоваться для обозначения совершенно других терминов, используемым в других отраслях электроники, это нередко вводит в заблуждение и вызывает трудности при работе со схемами и технической документацией. Пользование словарями может еще более усугубить ситуацию, поскольку каждый словарь, как правило, ориентирован на какую-либо конкретную область техники (или группу отраслей). Дополнительные трудности создает и отсутствие унификации в сокращениях у разных фирм-изготовителей (выводы микропроцессоров с одинаковым функциональным назначением у разных фирм могут обозначаться различными сокращениями). Указанные обстоятельства не позволяют обобщить сведения о назначении выводов микропроцессоров различных изготовителей, поэтому для каждой фирмы требуется индивидуаль-

ный подход (имеется и много общих для многих фирм сокращений).

В качестве примера рассмотрим аббревиатуры для систем управления видеокамеры Grundig Livance LC-1150 формата VHS-C 2001 г. Система управления и авторегулирования в ней построена на микропроцессоре MN103004KMA фирмы Matsushita в 216-выводном корпусе, он выполняет также функции управления импульсным источником питания и рядом устройств камерной секции. Механизм и большая часть электроники видеокамеры разработаны фирмой Matsushita (Panasonic), следовательно и аббревиатуры в технической документации большей частью совпадают с применяемыми разработчиками этой фирмы (в англоязычных версиях). Значительная часть сокращений совпадает с общепринятыми для других фирм, ниже перечислены некоторые оригинальные и редко встречающиеся.

A.TR — автотрекинг;

ABSF — вход кодировщика системы фокусировки;

ADCLK — тактовый сигнал для АЦП различного назначения;

ADCNT — сигнал управления АЦП;

ADCS — сигнал «выбор микросхемы» в АЦП;

AECNT — сигнал управления экспозицией (в камерной секции);

AFCS — сигнал «выбор микросхемы» в системе автофокусировки;

AMUT — сигнал блокировки звука;

ARTV — кадровые импульсы замещения (в режиме стоп-кадр);

AVDD — цепь питания аналоговых устройств;

AVSS — общий для аналоговых устройств;

BACK — цепи вспомогательной батареи (используется в дежурных режимах);

BFND — импульсы для выделения «вспышки» (в каналах цветности);

CAM T — сигнал тестирования камерной секции;

CAM TL — сигнал ограничения тока ведущего двигателя;

CAMCLK — тактовый сигнал в камерной секции;

CAP R/F/S — сигнал управления «назад/стоп/вперед» ведущего двигателя;

CAPVM — сигнал управления скоростью вращения ведущего двигателя;

CASDWN — сигнал «кассета загружена»;

CHR — сигнал знакогенератора;

CMOD — сигнал выбора режимов камерной секции;

CPS — полный ТВ сигнал (ПЦТС, ПЦТВ);

CYLMV — сигнал регулировки скорости вращения БВГ;

DVDD — цепь питания цифровых устройств;

DVSS — корпус цифровых устройств;

EC — сигнал управления шаговыми двигателями;

EE CS — сигнал «выбор микросхемы» ЭСППЗУ;

EXT DC — цепь внешнего питания (сетевого адаптера);

FMDIR — сигнал управления (реверса) двигателя фокусировки;

HASW — импульсы переключения предварительных усилителей;

HD — задающие строчные импульсы;

HSS — строчные синхроимпульсы;

PAJ — сигнал регулировки четкости;

PBCTL — контроль режима воспроизведения;

PCS — сигнал включения импульсного преобразователя напряжения;

POR — сигнал блокировки импульсного преобразователя;

REC CCNT — регулировка тока записи;

RECI — сигнал переключения усилителей записи;

RSTPWD — вход для контроля напряжения аккумулятора;

S PHOTO — левый фототранзистор (в кассетоприемнике);

SBI — вход последовательных данных;

SBO — выход последовательных данных;

SCK — тактовые импульсы (для последовательных интерфейсов);

SIOC — двунаправленная шина последовательных данных;

STAB — цепь блокиратора записи;

T PHOTO — правый фототранзистор (в кассетоприемнике);

TREEL — датчик вращения приемного подкатушечника;

TRFIX — ручной трекинг;

UNLOAD — режим выгрузки/расправки (кассеты, ленты);

UNRE — режим чтения;

UNWE — режим записи (в оперативную память);

VCTRL — контроль режима зарядки аккумулятора;

VD — задающие кадровые импульсы;

VTC — адресно-временной код в интервалах кадровых гасящих импульсов;

VM — напряжение управления двигателями (различными);

VREF — образцовое напряжение;

VREFH — максимальное образцовое напряжение;

VREFL — минимальное образцовое напряжение;

VRI — вход для подачи образцового напряжения;

VRO — выход источника образцового напряжения;

VSS — кадровые синхроимпульсы;

YCE — код ошибки в системе авто-регулирования БВГ;

ZMT (+), (-) — выводы двигателя трансфокатора.

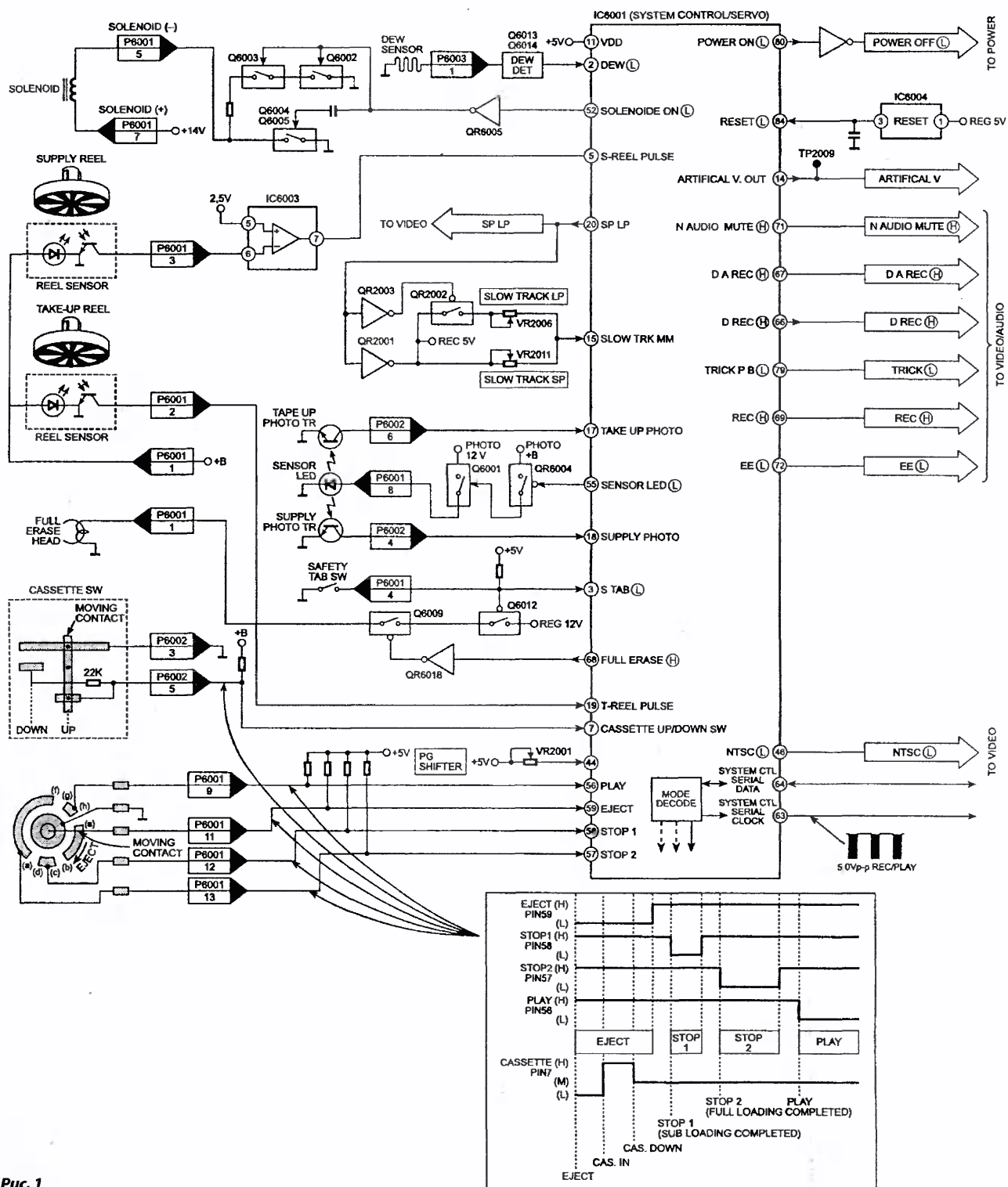
Традиционно задачами систем управления видеоманитофонов и видеоплееров являются:

- формирование сигналов управления для различных блоков, узлов и элементов после включения тех или иных режимов работы;
- прием электрических сигналов от различных датчиков в лен-

топротяжном механизме и других узлах;

- блокирование работы аппарата при возникновении аварийных ситуаций;
- формирование сигналов индикации режимов;
- обеспечение некоторых автоматических режимов работы.

Устройство и функционирование систем управления (СУ) рассмотрим на примере видеоманитофона Panasonic NV-F55AM, структурная схема СУ которого показана на рис. 1.



Она базируется на микропроцессоре IC6001 MN64431VREN в 84-выводном корпусе. На схеме показаны только функционально значимые выводы МП, отсутствуют выводы вспомогательного назначения (корпус, времязадающие цепи и т. п.). Вывод 2 является входом для сигнала от датчика влажности (газорезистора). В рабочем режиме, т. е. при нормальной влажности, напряжение в цепи низкое, около 0,5 В. При возрастании влажности до появления конденсата на блоке вращающихся головок напряжение увеличивается вплоть до 5 В. При этом блокируется работа аппарата во всех режимах, а на дисплее высвечивается соответствующая надпись. Работа с «запотевшим» БВГ недопустима, так как при этом к нему прилипает лента, что может привести к разрушению видеоголовок (конденсация влаги на БВГ происходит при переносе аппарата в холодное время года с улицы в теплую комнату).

Управление соленоидом лентопротяжного механизма инициируется сигналом управления с вывода 52. При нулевом напряжении на нем соленоид включен и механизм находится в «сервисном» состоянии, т. е. производятся различные технологические операции, подготавливающие механизм к тому или иному режиму работы. При высоком (+5 В) напряжении на выводе 52 механизм переводится в рабочий режим, при котором возможен запись, воспроизведение, перемотка, стоп-кадр, ускоренный и замедленный просмотры.

Вращение подающего подкатушечника контролируется оптическим датчиком Supply Reel Sensor, сигнал с него через усилитель на микросхеме IC6003 поступает на вывод 5 МП. При вращении подающего подкатушечника, напряжение на нем меняется в пределах 0,5...4 В, при меньшей амплитуде или отсутствии изменений напряжения работа видеомagnetofона блокируется, чем предотвращается набор петель ленты и ее порча. Датчик вращения состоит из оптопары и диска с зеркальными секторами на подкатушечнике.

Работа ВМ в режиме SP (на стандартной скорости) осуществляется при уровне лог. 1 на выводе 20, а лог. 0 соответствует режиму LP (скорость вдвое меньше стандартной). Сигнал управления в этой цепи переключает соответствующие узлы в видеоблоке и системе авторегулирования (вывод 15).

К выводу 17 МП подключена цепь правого (TAKE UP) фототранзистора кассетоприемника, регистрирующего начало ленты в кассете при обратной перемотке. Фототранзистор принимает световые импульсы, излучаемые центральным инфракрасным светодиодом — LED Sensor. Светодиод излучает при напряжении лог. 0 на выводе 55 МП, во всех режимах ВМ на нем должны наблюдаться отрицательные импульсы длительностью около 1 мс с периодом повторения 20 мс и размахом 5 В. На выводах 17 и 18 (цепь левого фототранзистора Supply) размах соответствующих откликов около 3 В. Таким образом регистрируются прозрачные ракурды в начале и конце ленты, что при их достижении автоматически останавливает механизм.

С выводом 3 МП связана цепь блокиратора записи. При установке кассеты с неповрежденным «язычком» (SAFETY TAB) в цепи лог. 0, с удаленным или без кассеты — лог. 1.

При появлении лог. 1 на выводе 68 на генератор стирания подается +12 В. Этот генератор установлен непосредственно на головке общего стирания (имеется еще и неподвижная звуковая стирающая головка). Генератор стирания работает на частоте 70 кГц, размах напряжения на головке около 50 В.

При вращении приемного подкатушечника (TAKE UP), что можно сделать и вручную (без кассеты), напряжение на выводе 19 МП должно меняться в пределах 0,5...4 В (как и в случае с подающим подкатушечником).

Вывод 7 МП связан с ползунковым переключателем идентификации положения кассеты (CASSETTE SW), при его верхнем положении на этом выводе нулевое напряжение, при нижнем — +2 В. Используя эти сигналы микропроцессор определяет, загружена или выгружена кассета.

К выводам 55—59 подключен программный переключатель (MODE SWITCH) — весьма важный элемент каждого видеомagnetofона и видеокамеры. Он является источником информации о текущем положении деталей и узлов лентопротяжного механизма. Используя четырехразрядный код программного переключателя микропроцессор определяет моменты достижения того или иного, в соответствии с заданной командой, положения деталей механизма, после чего останавливает процесс (разряды имеют наименования PLAY, EJECT, STOP1, STOP2).

Включение видеомagnetofона (POWER ON) происходит при напряжении лог. 0 на выводе 80 МП, при этом на выходе инвертора QR6008 напряжение +2,4 В. В дежурном режиме (Power Off) напряжение на этом выводе +5 В, в источнике питания коммутируется только напряжение +12 В, остальные всегда присутствуют при подключенной к сети вилке.

Общий сброс МП при включении ВМ в сеть обеспечивается коротким импульсом лог. 0 на выводе 84 от микросхемы сброса IC6004.

В режиме «стоп-кадр» и при ускоренных и покадровых просмотрах в видеосигнал вводятся замещающие кадровые синхроимпульсы (Artificial Vertical Sync Pulse), это необходимо, так как одна или обе видеоголовки в интервалах кадровых синхроимпульсов пересекают границы соседних строчек записи на ленте, в результате чего синхроимпульсы искажаются.

На выводах 71, 61, 66, 79, 69, 72, 46 микропроцессора формируются управляющие сигналы для различных режимов видеомagnetofона. Реализация каждого режима осуществляется при напряжении, указанном в кружке: L — лог. 0, H — лог. 1. В режиме N. AUDIO MUTE отключается звук с выхода канала монозвука; D. A. REC — задержка включения записи звука на время отката ленты в положение «Пауза»; D. REC — тоже для видеосигнала (это необходимо для получения чистых стыков записываемых фрагментов); TRIC P. B — задержка переключения видеоблока в режим воспроизведения на время вхождения системы авторегулирования в синхронизм (если этого не сделать, будут видны помехи); REC — включение режима записи; EE — включение режима транзита видео- и аудиосигналов со входов на выходы; NTSC — включение режима NTSC.

На выводе 10 МП сформированы импульсы переключения видеоголовок, на выводе 12 — импульсы переключения предварительных усилителей.

Через выводы 64, 63 осуществляет обмен данными в последовательном коде с микропроцессором блока управления режимами и таймера.

Юрий Петропавловский,
г. Таганрог

Микроконтроллеры? Это же просто!

В 2001—2002 г. в нашем журнале был опубликован цикл статей Александра Фрунзе с таким же названием. На его основе автор выпустил два тома одноименной книги. Естественным продолжением стал третий том, посвященный целочисленной арифметике в позиционных системах счисления (авторы — Александр и Алексей Фрунзе), готовится четвертый том, описывающий работу с плавающей запятой и специальные алгоритмы расчета. Этой статьей мы начинаем публикацию некоторых глав третьего тома.

БЕЗЗНАКОВЫЕ ЦЕЛЫЕ ЧИСЛА

Рассмотрим самый простой случай — неотрицательные или беззнаковые целые числа. Далее мы включим в рассмотрение и числа, которые могут быть отрицательными, т. е. числа со знаком. Не обойдем также и класс вещественных чисел (дробей) в форматах с фиксированной и плавающей точкой.

Итак, начали. В знакомой нам десятичной системе каждое число состоит из цифр, имеющих 10 возможных значений от 0 до 9. Каждая цифра числа представляет собой степень десятки. Так, например, десятичное число 8547 означает $8 \cdot 10^3 + 5 \cdot 10^2 + 4 \cdot 10^1 + 7 \cdot 10^0$, т. е. число 8547 состоит из восьми тысяч, пяти сотен, четырех десятков и семи единиц. Обычно мы не пишем степеней десятки, они подразумеваются позициями цифр числа: самая правая позиция соответствует единицам (т. е. 10^0), следующая за ней — десяткам (10^1), затем — сотням (10^2), тысячам (10^3) и т. д. до цифры, находящейся в самой левой позиции числа. Вообще, любое целое неотрицательное число D , записанное n десятичными цифрами d_i ($0 \leq i \leq n-1$) как

$$D = d_{n-1}d_{n-2} \dots d_1d_0 \quad (1)$$

соответствует величине

$$V(D) = d_{n-1} \cdot 10^{n-1} + d_{n-2} \cdot 10^{n-2} + \dots + d_1 \cdot 10^1 + d_0 \cdot 10^0. \quad (2)$$

Такое представление чисел называется позиционным.

Таким образом, в десятичной системе счисления каждая позиция имеет свой вес — определенную степень десяти. Число 10 называется основанием десятичной системы, поскольку величина 10 определяет и число цифр системы, и отношение весов соседних позиций цифр числа. Таким образом, число 10 полностью определяет десятичную систему (за исключением, конечно, начертания самих цифр, которые принято обозначать 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9).

Десятичная система счисления нам хорошо знакома еще со школьной скамьи, мы легко оперируем с десятичными цифрами системы и производим арифметические действия над десятичными числами. Однако, как бы не было людям удобно использовать десятичную систему в повседневной жизни, в цифровых устройствах (в частности, в компьютерах) десятичная система не находит такого широкого практического применения.

В цифровой технике доминирует двоичная система — позиционная система счисления, основанием которой является число 2 (т. е. система имеет всего две цифры — 0 и 1). Связано это, в первую очередь, с тем, что каждую цифру нужно представить каким-то уникальным электрическим сигналом, т. е. для десятичной системы нужно уметь генерировать десять уникальных сигналов: по одному для каждой цифры. Кроме генерации различных сигналов для всех десяти цифр десятичной системы еще нужно суметь различить

эти сигналы и определять цифру по имеющемуся сигналу. Двоичная система более практична в цифровой технике, т. к. можно обойтись всего двумя разными сигналами для представления цифр — 0 и 1. Обычно нулю соответствует уровень напряжения около 0 В, а единице — около +5 В. Определить двоичную цифру по сигналу проще, чем десятичную, поскольку выбор делается всего между двумя возможными сигналами, а это, в свою очередь, повышает надежность системы, ее устойчивость к помехам. Решение в пользу цифры 0 принимается, если напряжение меньше 2,5 В, в противном же случае, если напряжение больше 2,5 В, решение принимается в пользу цифры 1, т. е. существует простое правило определения цифры по сигналу и при этом диапазон изменения напряжения для каждой из двух цифр достаточно большой. Помеха величиной в 0,5 В не нарушит правильность определения цифры по сигналу. Если бы аналогичным образом диапазон напряжений от 0 до +5 В поделился бы на десять равных участков для представления десяти цифр десятичной системы, то генератор сигналов и детектор цифр были бы большей сложности, а помехоустойчивость была бы меньшей, чем в случае двоичной системы. Помеха в 0,5 В вызвала бы ошибку, т. к. 0,5 В — это теперь расстояние между двумя сигналами, соответствующими соседним цифрам, и вместо одной цифры (например, 4) была бы ошибочно определена другая, соседняя (3 или 5). Помимо сложности электрической части, десятичная система требует дополнительных затрат памяти при таких операциях, как умножение. Вспомните, как вы учили в начальных классах школы таблицу умножения. И это столько мук для обыкновенного умножения. А на самом-то деле, для правильного умножения постоянно иметь столько информации в памяти или подсматривать на обложку тетрадки вовсе не обязательно. Достаточно просто использовать систему с меньшим основанием и делать арифметические действия в ней. Именно это чаще всего делается в технике.

Итак, двоичная система. Двоичная цифра имеет особое название — бит (от английского термина binary digit — двоичная цифра, сокращенно bit). Аналогично выше рассмотренной десятичной системе любое число B , записанное n двоичными цифрами b_i ($0 \leq i \leq n-1$) как

$$B = b_{n-1}b_{n-2} \dots b_1b_0 \quad (3)$$

соответствует величине

$$V(B) = b_{n-1} \cdot 2^{n-1} + b_{n-2} \cdot 2^{n-2} + \dots + b_1 \cdot 2^1 + b_0 \cdot 2^0. \quad (4)$$

Например, двоичное число 1101 соответствует величине

$$V = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0. \quad (5)$$

Поскольку в различных системах счисления определенные числа могут иметь различные величины и может быть непонятно, в какой системе записано число, мы будем стараться указывать основание системы как индекс рядом с числом во избежание возможной путаницы. Например, для указания, что число 1101 является двоичным, мы будем оснащать его индексом 2: 1101_2 . Вычисляя значение последнего выражения для V, мы находим, что $V = 8+4+0+1 = 13$, т. е.

$1101_2 = 13_{10}.$ (6)

Чем больше цифр используется для представления числа в системе счисления, тем больше максимальное число, которое можно представить этим числом цифр. Так, для десятичной системы n десятичных цифр дают возможность представить 10^n чисел от 0 до 10^n-1 . Например, для четырех десятичных цифр максимальное число будет $10^4-1 = 9999$. Аналогично, n бит дают возможность представить 2^n чисел от 0 до 2^n-1 . Например, для четырех бит максимальное число будет $2^4-1 = 15$. Обратите внимание на тот факт, что для представления одного и того же числа в разных системах требуется разное число цифр: меньшее в системе с большим основанием, большее в системе с меньшим основанием. Число 15_{10} требует только две десятичные цифры, тогда как это же самое число, представленное как 1111_2 , требует четыре бита в двоичной системе. А четырехзначное число 9999_{10} требует 14 бит в своем двоичном представлении 10011100001111_2 . Это число нулей и единиц выглядит безумно в своей однообразности, и вряд ли люди будут когда-то в обозримом будущем вести счет в двоичной системе. Но сегодня именно так устроена память многих компьютеров и цифровых устройств вообще (каждая ячейка памяти отводится под хранение одного бита), и именно в двоичной системе счисления ведется машинный счет.

В табл. 1 приведем первые 20 чисел в десятичной и двоичной системах.

Таблица 1

Десятичное	Двоичное	Десятичное	Двоичное
0	0	10	1010
1	1	11	1011
2	10	12	1100
3	11	13	1101
4	100	14	1110
5	101	15	1111
6	110	16	10000
7	111	17	10001
8	1000	18	10010
9	1001	19	10011

Вы уже видели, как можно перевести число из двоичной системы в десятичную на рассмотренном выше примере $1101_2 = 13_{10}$. Если вы можете считать по правилам десятичной арифметики, вы просто умножаете каждый бит на соответствующую ему степень двойки, затем складываете все полученные произведения вместе. Найденная таким образом сумма и есть десятичный эквивалент двоичного числа.

Давайте теперь научимся переводить числа из десятичной системы в двоичную, опять же используя только десятичную арифметику. Возьмем для первого примера число 13_{10} и переведем его в двоичную систему. Поделим 13 на два нацело, найдем частное и остаток от этого деления: $13 = 6 \cdot 2 + 1$, т. е. частное равно 6, а остаток равен

1. Теперь возьмем полученное частное 6 и аналогично поделим его на два: $6 = 3 \cdot 2 + 0$. Частное равно 3, а остаток — нуль. Продолжим деление нового частного на два: $3 = 1 \cdot 2 + 1$. Теперь возьмем частное, равное 1, и поделим его на два: $1 = 0 \cdot 2 + 1$. Дальше делить не будем. Давайте-ка теперь посмотрим, что у нас получилось. Частные нас не интересуют, а вот остатки для нас крайне важны. При последовательных делениях мы получили остатки: 1, 0, 1, 1. Давайте составим из этих остатков двоичное число, только для этого запишем цифры в обратном порядке: 1, 1, 0, 1 или 1101_2 . Посмотрите, мы получили в точности то же самое двоичное число 1101_2 , что и было раньше в примере «перевода» 1101_2 в 13_{10} . Табл. 1 это подтверждает, и теперь можно сформулировать правило, по которому делается перевод целых беззнаковых десятичных чисел в эквивалентные двоичные.

Для того чтобы преобразовать целое беззнаковое десятичное число в двоичное, нужно поделить его на два и найти остаток от деления. Затем необходимо взять частное от деления и уже его поделить на 2 с нахождением остатка. Далее нужно опять взять частное от предыдущего деления и его поделить на два с остатком. Деления продолжаютс до тех пор, пока частное от какого-то из делений не станет равным нулю. Найденные путем деления остатки берутся в обратном порядке (обратном по отношению к порядку, в котором они были найдены) для составления двоичного числа. Таким образом, остаток, найденный первым, является самым правым битом двоичного числа, а последний найденный остаток — самым левым битом.

В двоичном числе самый правый бит, соответствующий наименьшей степени двойки, называется младшим битом (МЛБ). Самый левый бит, соответствующий наибольшей степени двойки, называется старшим битом (СТБ).

Приведем несколько примеров перевода из двоичной системы в десятичную и обратно:

Таблица 2

Перевод из двоичной системы в десятичную	Перевод из десятичной системы в двоичную
$0_2 = 0 \cdot 2^0 = 0_{10}$	$0_{10} = 0 \cdot 2 + 0 = 0_2$ Остатки: 0 $0_{10} = 0_2$
$10_2 = 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 2 + 0 = 2_{10}$	$2_{10} = 1 \cdot 2 + 0$ $1 = 0 \cdot 2 + 1$ Остатки: 0, 1 $2_{10} = 10_2$
$110_2 = 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 4 + 2 + 0 = 6_{10}$	$6_{10} = 3 \cdot 2 + 0$ $3 = 1 \cdot 2 + 1$ $1 = 0 \cdot 2 + 1$ Остатки: 0, 1, 1 $6_{10} = 110_2$
$1011_2 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 8 + 0 + 2 + 1 = 11_{10}$	$11_{10} = 5 \cdot 2 + 1$ $5 = 2 \cdot 2 + 1$ $2 = 1 \cdot 2 + 0$ $1 = 0 \cdot 2 + 1$ Остатки: 1, 1, 0, 1 $11_{10} = 1011_2$
$10010_2 = 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 16 + 0 + 0 + 2 + 0 = 18_{10}$	$18_{10} = 9 \cdot 2 + 0$ $9 = 4 \cdot 2 + 1$ $4 = 2 \cdot 2 + 0$ $2 = 1 \cdot 2 + 0$ $1 = 0 \cdot 2 + 1$ Остатки: 0, 1, 0, 0, 1 $18_{10} = 10010_2$

При желании можно поупражняться с другими числами, вовсе не обязательно ограничиваться теми, которые содержит табл. 2. Попробуйте взять числа побольше, например, 100_{10} , 365_{10} , 1010101_2 , 10100001_2 . Проверить пра-

вильность перевода можно обратным переводом, т. е. если вы переводили число X_{10} и получили Y_2 , проверка будет заключаться в обратном переводе Y_2 в X_{10} . Очевидно, что X должен быть в обоих случаях одним и тем же. Если это не так, ищите ошибку в одном из двух преобразований.

Сложение двоичных чисел

Сложение двоичных чисел, по сути, ничем не отличается от сложения десятичных чисел. Давайте вспомним, как это делается. Сложим пару десятичных чисел 92 и 435, записав 435 под 92 так, что 5 оказывается под 2:

$$\begin{array}{r} 92 \\ + 435 \\ \hline \end{array}$$

Рис. 1

Теперь будем складывать цифры чисел, начнем с единиц, т. е. сложим 2 и 5. Получается число 7, которое идет в единицы суммы. Теперь сложим цифры десятков, 9 и 3, получается 12. Двойка идет в десятки суммы, а единицу мы запоминаем (вспомните школьное: «2 пишем, 1 — в уме»), т. к. 1 будет использовано при формировании сотен суммы. Теперь сложим цифры сотен, т. е. 4 и 0 (в числе 92 содержится 0 сотен), получается 4. К этому нужно еще прибавить 1, ту самую единицу, которая «пошла на ум» при сложении предыдущих цифр.

$$\begin{array}{r} 92 \\ + 435 \\ \hline 527 \end{array}$$

Рис. 2

Цифры, которые «запоминаются в уме», можно «запоминать на бумаге», надписывая их там, где они будут добавляться к цифрам исходных чисел, вот так:

$$\begin{array}{r} 1 \\ 92 \\ + 435 \\ \hline 527 \end{array}$$

Рис. 3

Еще один пример, $999+123$:

$$\begin{array}{r} 111 \\ 999 \\ + 123 \\ \hline 1122 \end{array}$$

Рис. 4

Ну вот, мы и вспомнили, как делается десятичное сложение. Важно отметить, что это сложение сводилось к последовательному сложению двух десятичных цифр (например, когда мы складывали единицы с единицами, или сотни с сотнями). К сумме двух цифр добавляется запомненная единица, если такая есть. Естественно, что мы должны знать, как складывать две десятичные цифры, иными словами, мы должны уметь считать до 20 и знать таблицу сложений от $0+0=0$ и $0+1=1$ до $9+9=18$. Да, именно таблицу сложений. Хотя таковой в явном виде могло и не встретиться в первом классе школы, фактически вы ее учили, когда складывали одноразрядные десятичные числа, как показано в следующем примере. Возьмем два одноразрядных десятичных числа 7 и 5. Сразу прибавить 5 к 7 мы не можем, а 1 мы можем прибавить к любой цифре, отсюда следующий вариант сложения, при котором одно из слагаемых разбивается на единицы и последовательно прибавляется к другому:

$$\begin{aligned} 7+5 &= 7+1+1+1+1+1 = 8+1+1+1+1 = 9+1+1+1 = \\ &= 10+1+1 = 11+1 = 12. \end{aligned}$$

Теперь давайте рассмотрим другой вариант. Положим, мы уже знаем, что к 10 добавить можно любое однозначное число X и сумма будет записываться как $1X$. Мы знаем также, как можно цифру представить в виде эквивалентной суммы двух меньших цифр. Тогда можно одно из слагаемых, 7 или 5, разбить в свою очередь на два слагаемых так, чтобы одно из них давало 10 в сумме с неразбитым слагаемым:

$$\begin{aligned} 7+(3+2) &= (7+3)+2 = 10+2 = 12 \text{ или } (2+5)+5 = \\ &= 2+(5+5) = 2+10 = 12. \end{aligned}$$

Это немножко сложнее, чем с единичками, но тоже вполне осуществимо. Наверняка, сначала вы считали именно так или почти так, поскольку найти сумму этим или похожим методом достаточно легко. А в итоге вы и вовсе заучили, что $7+5=12$, $4+5=9$, а $9+3=12$ и т. д.

В двоичной системе логика та же самая (сложение начинается с младших разрядов, аналогично учитываются запоминаемые единички), только цифр всего две: 0 и 1. И таблица сложения содержит не 10×10 элементов, как было в десятичной системе (для суммы каждой цифры с каждой), а всего 2×2 . Правила сложения двоичных цифр представлены в табл. 3.

Таблица 3

X	Y	X+Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	10

Последняя строчка фактически может интерпретироваться как $1_2+1_2=0_2$, и при этом нужно запомнить единицу, которая будет использоваться при сложении более старших разрядов.

Для уже умеющих считать хотя бы в десятичной системе эта таблица должна быть очевидна. Если все же не верится, что в двоичной системе $1+1=10$, сложите эти две единицы в десятичной системе, получите 2, а потом переведите 2 в двоичную систему. Вы получите 10_2 . Можете опять же посмотреть на число, написанное под числом 1_2 в табл. 1. Это число должно быть на 1 больше предыдущего, т. е. нужная нам сумма 1_2 и 1_2 .

Давайте теперь складывать двоичные числа. Сложим 101_2 и 10_2 :

$$\begin{array}{r} 101_2 \\ + 10_2 \\ \hline 111_2 \end{array}$$

Рис. 5

Тут все очевидно. Для проверки можно произвести сложение эквивалентных десятичных чисел 5 и 2 ($5_{10}=101_2$ и $2_{10}=10_2$), сумма которых равна 7_{10} или, что то же самое, 111_2 .

$$\begin{array}{r} 1 \\ 101_2 \\ + 10_2 \\ \hline 110_2 \end{array}$$

Рис. 6

Теперь давайте сложим 101_2 и 1_2 :

При этом у нас один раз единичка «пошла на ум», когда мы складывали младшие разряды, и добавилась к следующим складываемым разрядам в точности так, как это мы видели при сложении десятичных чисел. Кстати, все эти единички, которые приходится учитывать, называются переносом, т. е. когда сумма двух разрядов не может быть описана только одним разрядом и требуется еще единица в более старшем разряде для правильного описания суммы, то говорят, что возникает перенос.

Можете убедиться в правильности этого примера путем сложения 5_{10} и 1_{10} — чисел, равных двоичным числам примера, — и последующего перевода результата в двоичную систему.

Теперь давайте сложим 101_2 и 11_2 и посмотрим, как выполняется это сложение бит за битом, чтобы ничего не пропустить.

$$\begin{array}{r} 1 \\ + 101_2 \\ \hline 11_2 \\ 0_2 \end{array} \quad \begin{array}{r} 11 \\ + 101_2 \\ \hline 11_2 \\ 00_2 \end{array} \quad \begin{array}{r} 111 \\ + 101_2 \\ \hline 11_2 \\ 000_2 \end{array} \quad \begin{array}{r} 111 \\ + 101_2 \\ \hline 11_2 \\ 1000_2 \end{array}$$

Рис. 7

Здесь сумма младших бит дает сумму 10_2 , из которой 0 идет в результат (в нулевой, младший бит), а 1 — в перенос. Далее, складывая более старшие биты (те, что левее младших), мы получаем 1_2 , к чему должны прибавить перенос. Получается 10_2 , и опять 0 идет очередным (теперь уже первым) битом в результат, а 1 — снова в перенос. От сложения вторых битов чисел мы получаем 1_2 , поскольку

второй (третий справа!) бит числа 11_2 равен нулю. И опять к этому нужно добавить перенос. При этом получится 10_2 , 0 пойдет во второй бит результата, а 1 — дальше, в перенос. Поскольку этот перенос уже больше не к чему прибавлять (третьи биты обоих складываемых равны нулю), то он и становится старшим, третьим, битом суммы. Таким образом, мы последовательно от младшего к старшему нашли биты суммы: 0, 0, 0, 1. Следовательно, искомая сумма равна 1000_2 . Если вы вдруг запутались в этих битах, цифрах, номерах и числительных, постарайтесь без спешки еще раз разобрать этот пример. Для проверки: здесь мы складывали 5_{10} и 3_{10} . Получили ли мы 8_{10} ?

Если необходимо, можете поупражняться в двоичном сложении. Попробуйте сложить еще несколько пар чисел из табл. 1, чтобы закрепить навык, и не забудьте проверить правильность ваших вычислений.

Мы уже почти подошли к цели — к практическому сложению двоичных чисел в микропроцессоре (в этой книге все примеры программ приведены для микроконтроллера семейства x51, хотя изложенная теоретическая часть и алгоритмы могут быть с успехом использованы в программах для других микроконтроллеров, микропроцессоров и цифровых устройствах вообще).

Продолжение следует

Александр Фрунзе,
Алексей Фрунзе,
г. Москва

Имитатор наносекундных импульсных помех

Одной из важнейших проблем электромагнитной совместимости технических средств является обеспечение их помехоустойчивости, т. е. способности функционировать при воздействии внешних помех искусственного и естественного происхождения. В ближайшее время вся аппаратура промышленного, офисного и бытового назначения должна будет сертифицироваться на устойчивость к воздействию самых разнообразных помех. Особенности построения имитаторов наносекундных импульсных помех и посвящена эта статья.

В реальных условиях эксплуатации любое электротехническое, электронное и радиоэлектронное устройство подвергается воздействию внешних электромагнитных помех. При этом помехи в зависимости от места их появления делятся на кондуктивные и индуктивные.

Кондуктивные помехи разделяются на следующие виды:

- наносекундные импульсные помехи;
- микросекундные импульсные помехи большой энергии;
- динамические изменения напряжения электропитания (провалы, прерывания, выбросы напряжения сети);
- колебательные затухающие помехи (одиночные и повторяющиеся);

- наведенные радиочастотным электромагнитным полем (150 кГц...80 МГц);
- контактные электростатические разряды.

К индуктивным помехам относятся:

- воздушные электростатические разряды;
- радиочастотные электромагнитные поля (80...1000 МГц);
- магнитные поля промышленной частоты;
- импульсные магнитные поля.

Для оценки качества функционирования устройства необходимо производить проверку на его устойчивость к воздействию помех заданного уровня и спектра. Экспериментальное подтверждение помехоустойчивости

электронного оборудования проводится при помехах, ожидаемых в месте его использования. Последние считаются известными из производственного опыта или на основе проведенных измерений уровня излучений на месте применения электронной аппаратуры.

Для создания помеховой обстановки, приближенной к ситуации на месте эксплуатации аппаратуры, при испытании используют имитаторы помех. Методы испытания аппаратуры на помехоустойчивость оговорены соответствующими стандартами. Так для доказательства помехоустойчивости электронного оборудования к воздействию наносекундных импульсных помех согласно ГОСТ Р 51317.4.4-99 (МЭК 61000-4-4-95) [1] испытательное оборудование должно обеспечить имитацию широкополосных низкоэнергетических помех в виде пачек импульсов, которыми необходимо проверять сетевые и сигнальные провода, а также линии передачи данных.

Длительность пачек импульсов — 15 мс, период повторения — 300 мс, частота повторения импульсов в пачке и их амплитуда зависят от степени жесткости испытаний (табл. 1).

Отдельные импульсы в пачке имеют вид, показанный на рис. 1.

Таблица 1

Степень жесткости испытаний	Испытательное напряжение в режиме холостого хода ($\pm 10\%$) и частота повторения импульсов ($\pm 20\%$)			
	Порт электропитания, порт заземления		Порт сигналов ввода/вывода	
	Амплитуда импульсов, кВ	Частота повторения, кГц	Амплитуда импульсов, кВ	Частота повторения, кГц
1	0,5	5	0,25	5
2	1	5	0,5	5
3	2	5	1	5
4	4	2,5	2	5
X	Специальная	Специальная	Специальная	Специальная

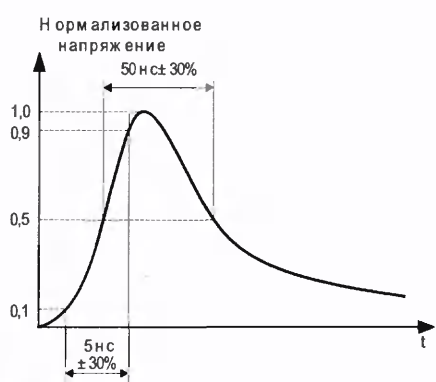


Рис. 1

К сожалению, отечественная промышленность серийно не выпускает имитаторы наносекундных импульсных помех с амплитудой выходных импульсов 4... 6 кВ, которые необходимы для проверки аппаратуры специального назначения. Зарубежные приборы такого класса очень дороги. Это связано с причинами, на которых мы остановимся ниже.

Одна из возможных структурных схем, по которым могут строиться имитаторы помех, приведена на рис. 2.



Рис. 2

Генератор пачек импульсов формирует временные ворота, разрешающие работу управляемого генератора заполняющих импульсов. Усилитель-формирователь осуществляет преобразование этих импульсов к виду, необходимому для запуска высоковольтного формирователя. Так как по ГОСТу необходима проверка аппаратуры на устойчивость к импульсам положительной и отрицательной полярности, в состав имитатора введен фазоинвертор.

Наибольшие проблемы возникают при разработке высоковольтного формирователя импульсов. Это связано с тем, что коммутирующие приборы, которые используются в этом блоке, должны быть одновременно высоковольтными ($U_{доп} \geq 4$ кВ), сильноточными ($I_{и макс} \geq 80$ А) и

быстродействующими ($t_{пер} \leq 5$ нс, $f \geq 2,5$ кГц).

Авторами был проведен сравнительный анализ мощных полевых транзисторов с изолированным затвором, биполярных транзисторов с полевым управлением (IGBT), импульсных тириستоров, а также водородных тиратронов и экспериментально исследованы высоковольтные формирователи на их основе.

Наибольшим быстродействием среди силовых твердотельных приборов обладают МДП-транзисторы [2]. Однако МДП-приборы, способные переключаться за время $t_{пер} \leq 5$ нс, имеют допустимое напряжение $U_{си}$, которое не превышает 400...500 В. Поэтому приходится использовать их последовательное включение, как показано на рис. 3.

Управление последовательно включенными МДП-транзисторами осуществляется с помощью импульсных трансформаторов на ферритовых кольцах с одним общим проводом

увеличить крутизну полученных с их помощью высоковольтных импульсов при помощи магнитных цепей сжатия, состоящих из конденсаторов и нелинейных дросселей. Известно, что фронт импульса на выходе такой цепи нарастает со значительно большей скоростью, чем на входе. Такие цепи обладают дисперсией, связанной с зависимостью параметров отдельных звеньев от частоты и с периодическим характером изменения свойств системы вдоль направления

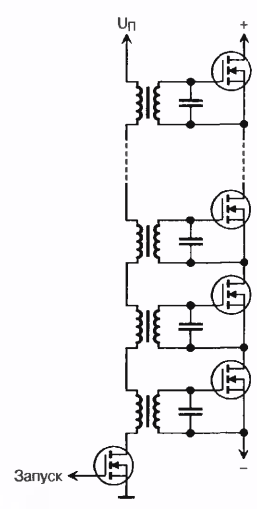


Рис. 3

распространения. Для обеспечения необходимых динамических характеристик формирователей на IGBT транзисторах требуются многозвенные цепочки (3—5 звеньев). Расчет таких цепей является достаточно сложной задачей, а настройка формирователей требует высокой квалификации разработчиков.

Исследование импульсных тиристоров показало, что они способны коммутировать необходимый ток, но имеют недостаточный уровень коммутируемого напряжения (менее 1 кВ) и не обеспечивают требуемого быстродействия. Высоковольтные импульсы напряжения могут быть получены путем последовательного включения тиристоров, либо с использованием схем Аркадьева-Маркса [2]. Однако такой подход не позволяет полностью реализовать потенциальные возможности тиристоров по быстродействию. Это связано с неизбежным увеличением паразитной индуктивности и отсутствием условия форсированного переключения приборов.

Более предпочтительным является построение формирователей импульсов с бегущей волной перенапряжения и тока. По мере распространения волны происходит либо обострение

фронта, либо сжатие импульса. В таких формирователях были получены импульсы напряжения с амплитудой в несколько киловольт и временем фронта в несколько раз меньше времени переключения одиночного тиристора. Однако проблемы с быстрым выключением приборов не позволяют устойчиво обеспечить требуемую частоту повторения высоковольтных импульсов. Также не удалось обеспечить повторяемость параметров разработанных формирователей.

Достаточно просто решить поставленную задачу в полной мере удалось с помощью импульсных водородных тиратронов. Современные тиратроны в металлокерамических корпусах имеют небольшие габариты и высокую надежность. Принципиальная схема имитатора

импульсов, длительности и периода повторения пачек используются переменные резисторы R3, R5, R7 и R9. На рис. 4 приведены номиналы элементов, которые обеспечили получение заданных параметров импульсов при нулевых сопротивлениях переменных резисторов.

Так как окончательный каскад усилителя-формирователя выполнен на МДП-транзисторе VT4, обладающем большой динамической входной емкостью (более 2 нФ) и требующем для своего включения управляющего напряжения до 20 В, необходим предварительный каскад усиления. Он построен по двухтактной схеме с использованием МДП-транзисторов VT1, VT3 и высокочастотного биполярного р-н-р транзистора VT2. Двухтактный режим позволяет обеспечить

да до 12 кВ. Запускающие импульсы управления подаются на сетку тиратрона. Питание анода тиратрона осуществляется от высоковольтного источника с регулируемым напряжением. Изменяя это напряжение можно получать импульсы требуемой амплитуды. Необходимые напряжения для подогревателей катода и генератора водорода обеспечиваются трансформатором Т2 (ТН10). Напряжение на анод должно поступать по окончании времени разогрева катода, которое не превышает 2 мин, температура прибора не должна быть более 200 °С.

На выходе 1 имитатора помех формируются высоковольтные импульсы отрицательной полярности. Для увеличения крутизны их фронта используется дроссель насыщения L1, изготовленный на кольцевом ферритовом сердечнике 2000НМ-1 типоразмера K12×5×3, число витков — 5, провод с фторопластовой изоляцией диаметром 1 мм. Для инвертирования полярности импульсов используется трансформатор ТЗ, который намотан на ферритовом кольце 2000НМ-1 типоразмера K45×28×12 и имеет 20 витков кабеля РК50-4-21.

Конденсаторы, используемые в формирователе, должны быть высоковольтными с рабочим напряжением 6,3 кВ или более. Авторами использовались конденсаторы из группы К15. Резистор R12 представляет собой параллельное включение пяти резисторов КЭВ-2 сопротивлением 1 МОм. Резисторы R22, R24—R26 должны быть рассчитаны на соответствующее напряжение.

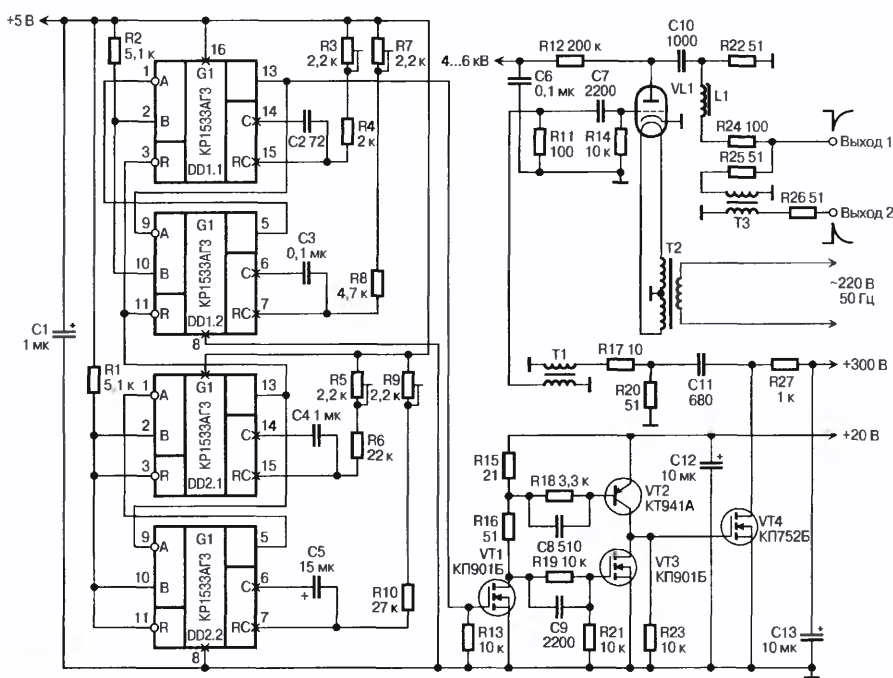


Рис. 4

импульсных помех, высоковольтный формирователь которого выполнен на водородном тиратроне, показана на рис. 4.

Генератор огибающей пачек импульсов построен на двух одновибраторах микросхемы DD2 (КР1533АГ3). Управляемый генератор заполняющих импульсов собран аналогично на микросхеме DD1, запускается по фронту импульса огибающей и выключается его спадом. Временязадающие цепи одновибраторов рассчитываются по формуле $t_{\text{и}} = 0,69 RC$, при этом сопротивление резисторов должно находиться в диапазоне 2...40 кОм. Для подстройки длительности и частоты заполняющих

быструю зарядку входной емкости VT4 через VT2 и быструю разрядку через VT3.

Для получения импульсов положительной полярности, необходимой для запуска высоковольтного формирователя, используется импульсный трансформатор Т1 на отрезках длинных линий. Он выполнен на ферритовом кольцевом сердечнике (2000НМ-1, К20×10×6) с обмоткой, намотанной кабелем РК50-4-21, число витков равно пяти.

Высоковольтный формирователь построен на VL1 — водородном тиратроне ТГИ1-270/12, предназначенном для коммутации импульсов тока до 270 А при напряжении ано-

ЛИТЕРАТУРА:

1. ГОСТ Р 51317.4.4-99 (МЭК 61000-4-4-95). Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытания. — М.: Издательство стандартов, 2000.
2. В. П. Дьяконов, А. М. Ремнев, В. Ю. Смердов. Энциклопедия устройств на полевых транзисторах. — М.: Солон-Р, 2002.

**Андрей Образцов,
Вячеслав Смердов,
г. Смоленск**

Методы анализа операционных схем в частотной области

2. ГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА ОПС

2.1. Основные положения

Графический метод анализа частотных свойств ОПС основан на кусочно линейной аппроксимации Боде [4, 6, 9, 10, 19, 20] ЛАЧХ и ФЧХ вещественных нулей и полюсов передаточной функции (75).

Выражения для ЛАЧХ ОПС, имеющих вещественный нуль с частотой F_Z или полюс с частотой F_P , имеют следующий вид:

$$T_{ZdB} = 20 \lg \left(\sqrt{1 + (F/F_Z)^2} \right), \quad (80)$$

$$T_{PdB} = 20 \lg \left(\frac{1}{\sqrt{1 + (F/F_P)^2}} \right). \quad (81)$$

На частотах $F \ll F_Z$; $F \ll F_P$ графики T_{ZdB} и T_{PdB} асимптотически стремятся к горизонтальной прямой с уровнем 0 дБ, а при $F \gg F_Z$; $F \gg F_P$ — стремятся соответственно к нарастающей со скоростью 20 дБ/декада прямой $20 \lg(F/F_Z)$ и к спадающей со скоростью 20 дБ/декада прямой $20 \lg(F_P/F)$. Диаграммы Боде представляют собой кусочно-линейную аппроксимацию ЛАЧХ (80, 81) асимптотами, пересекающимися в точках, абсциссы которых равны частотам полюсов F_P или нулей F_Z .

Фазовые характеристики при единичном нуле или полюсе

$$\varphi_Z = \arctg(F/F_Z), \quad (82)$$

$$\varphi_P = -\arctg(F/F_P), \quad (83)$$

при уменьшении частоты асимптотически стремятся к значению 0° , а при возрастании частоты — к значениям $+90^\circ$ (нуль) и -90° (полюс). Фазовые характеристики аппроксимируются тремя отрезками прямой линии:

- при $F < 0,1F_Z$ и $F < 0,1F_P$ отрезком прямой, совпадающей с осью абсцисс;
- при $F > 10F_Z$ и $F > 10F_P$ горизонтальной прямой с уровнем $+90^\circ$ (нуль) или -90° (полюс);
- в диапазоне частот $(0,1 \dots 10)F_Z$ и $(0,1 \dots 10)F_P$ прямой с наклоном $+45^\circ$ /декада (нуль) или -45° /декада (полюс).

На рис. 21 изображены ЛАЧХ и ЛФЧХ при одном полюсе передаточной функции, а также соответствующие им диаграммы Боде (асимптотические характеристики: АсЛАЧХ и АсЛФЧХ). На рис. 22 изображены аналогичные характеристики при одном нуле передаточной функции. Сносками на рис. 21, 22 указаны максимальные ошибки (погрешности) кусочно-линейной аппроксимации Боде.

Диаграмма Боде АЧХ ОПС с коэффициентом передачи, задаваемым выражением (75), представляет собой линию, которая претерпевает изломы на частотах нулей F_{Zi} и полюсов F_{Pk} . Если двигаться по диаграмме Боде от нулевой частоты в сторону высоких частот, то каждый раз при прохождении частоты нуля F_{Zi} наклон (относительно оси

абсцисс) ломаной линии увеличивается на 20 дБ/декада, а при прохождении частоты полюса F_{Pk} уменьшается на 20 дБ/декада. Таким образом, наклоны отдельных прямолинейных участков диаграммы Боде кратны 20 дБ/декада, т. е. могут принимать только дискретные значения $0, \pm 20, \pm 40 \dots$ дБ/декада.

Основная цель анализа с помощью диаграмм Боде — определение частоты F_C среза петлевого усиления $A_L = \beta A = A/G_{NID}$ и запаса P_M устойчивости по фазе ОПС. Классическое использование диаграмм Боде предполагает:

- построение диаграммы Боде модуля петлевого усиления $|\beta A|_{дБ}$;
- построение диаграммы Боде фазы петлевого усиления φ_A ;
- определение частоты F_C среза петли как абсциссы точки, в которой график $|\beta A|_{дБ}$ пересекает уровень 0 дБ;
- определение по графику φ_A фазового запаздывания петли на частоте среза $\varphi_A(F_C)$;
- определение запаса устойчивости по фазе ОПС по формуле:

$$P_M = 180^\circ + \varphi_A(F_C).$$

Выполнение точных графических построений весьма трудоемко (одна только детальная разметка логарифмической оси частот уже доставляет массу хлопот). По этой причине разработчики обычно используют ряд достаточно простых приемов, которые позволяют отказаться от точных графических построений без ущерба для точности анализа. Эти приемы базируются на следующих соображениях.

Во-первых, если две точки диаграммы Боде с абсциссами F_1 и F_2 ($F_2 > F_1$) принадлежат отрезку с наклоном $N \times 20$ дБ, где $N = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$, то разность их ординат равна:

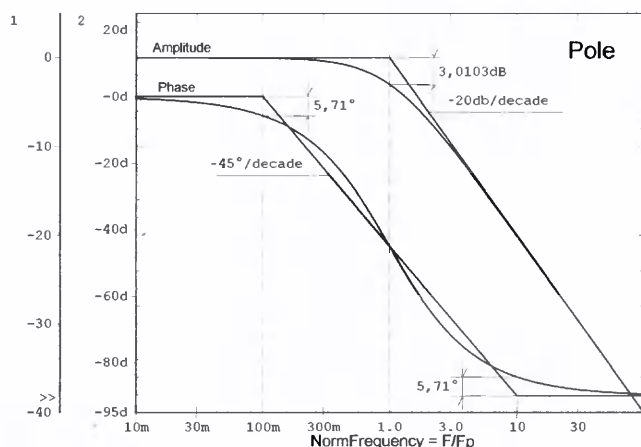


Рис. 21

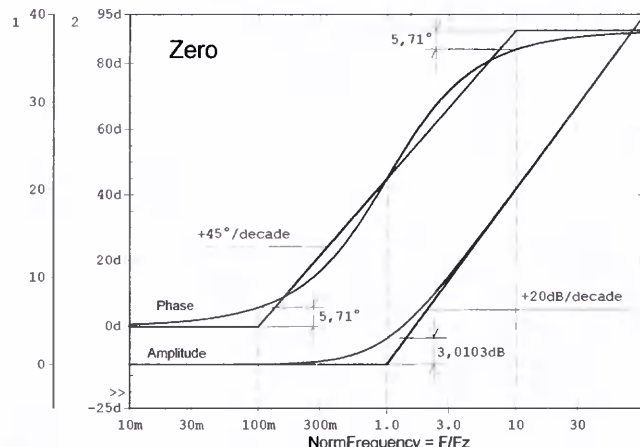


Рис. 22

- в децибелах:

$$|BA(F_2)|_{дБ} - |BA(F_1)|_{дБ} = N \times 20 \lg(F_2/F_1), (84)$$

- в относительных единицах:

$$\frac{|BA(F_2)|}{|BA(F_1)|} = \left(\frac{F_2}{F_1}\right)^N. (85)$$

Формулы (84, 85) позволяют по известным частотам полюсов/нулей и величине петлевого усиления на постоянном токе рассчитать ординату любой точки диаграммы Боде, а также определить частоту среза F_C петли.

Во-вторых, построение диаграммы Боде фазы петлевого усиления φ_A не является обязательным, поскольку при известной частоте F_C среза петли запас устойчивости по фазе ОПС достаточно просто определить по формулам:

$$P_M = 180 + \sum_i \varphi_{zi}(F_C) + \sum_k \varphi_{pk}(F_C), (86)$$

$$\varphi_{zi}(F_C) \approx$$

$$\approx \begin{cases} 0 & \text{при } F_C \leq 0,1F_{zi} \\ +45F_C/F_{zi} & \text{при } 0,1F_{zi} < F_C < 10F_{zi}, \\ +90 & \text{при } F_C \geq 10F_{zi} \end{cases} (87)$$

$$\varphi_{pk}(F_C) \approx$$

$$\approx \begin{cases} 0 & \text{при } F_C \leq 0,1F_{pk} \\ -45F_C/F_{pk} & \text{при } 0,1F_{pk} < F_C < 10F_{pk}, \\ -90 & \text{при } F_C \geq 10F_{pk} \end{cases} (88)$$

где $\varphi_{zi}(F_C)$, $\varphi_{pk}(F_C)$ — фаза соответственно i -го нуля и k -того полюса функции $A_L(S) = \beta(S)A(S)$ на частоте среза петли.

Из (86—88) следует, что если разнос частоты среза F_C петли и ближайших к ней частот полюсов/нулей функции $A_L(S) = \beta(S)A(S)$ превышает декаду, то запас устойчивости ОПС по фазе однозначно определяется углом наклона диаграммы $|BA|_{дБ}$ на частоте F_C ; наклонам -20 и -40 дБ/декада соответствуют величины P_M , равные соответственно 90° и 0° . Зачастую разработчики вместо построения диаграммы Боде $|BA|_{дБ}$ предпочитают строить две диаграммы — АС/ЛАЧХ $|A|_{дБ}$ усилителя ОПС с разомкнутой петлей ОС и коэффициента усиления шума ОПС $|G_{NID}|_{дБ}$. В этом случае частота F_C среза петли равна абсциссе точки, в которой пересекаются диаграммы Боде $|A|_{дБ}$ и $|G_{NID}|_{дБ}$, а запас устойчивости по фазе определяется по формуле:

$$P_M = 180^\circ + \varphi_A(F_C) - \varphi_{G_{NID}}(F_C), (89)$$

где $\varphi_A(F_C)$ и $\varphi_{G_{NID}}(F_C)$ — фазовые запаздывания соответственно усилителя и передаточной функции усиления шума ОПС на частоте среза петли.

Если разнос частоты F_C и ближайших к ней частот полюсов/нулей функций $A(S)$ и $G_{NID}(S)$ превышает декаду, то запас устойчивости ОПС по фазе однозначно определяется разностью углов наклона диаграмм $|A|_{дБ}$ и $|G_{NID}|_{дБ}$ на частоте F_C — разности наклонов -20 и -40 дБ/декада соответствуют величины P_M , равные соответственно 90° и 0° .

Использование двух диаграмм Боде дает наглядное представление о результирующей АС/ЛАЧХ ОПС — часть диаграммы $|G_{NID}|_{дБ}$, расположенная левее частоты F_C , и часть диаграммы $|A|_{дБ}$, расположенная правее частоты F_C , в совокупности образуют ломаную линию, которая является АС/ЛАЧХ ОПС. Сказанное станет более понятным после рассмотрения примера практического использования диаграмм Боде.

2.2. Пример анализа графическим методом

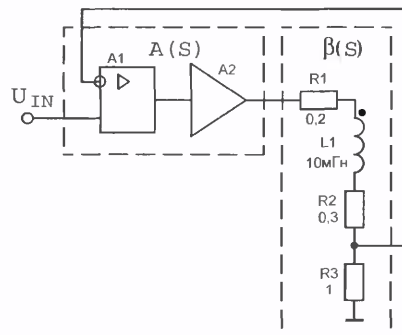
Пример 8. Необходимо оценить параметры и степень устойчивости преобразователя напряжение-ток, нагруженного на катушку индуктивности (рис. 23, а).

Коэффициент преобразования K_{UI} определяется сопротивлением токового датчика, роль которого выполняет резистор R_3 , и в идеальном случае равен:

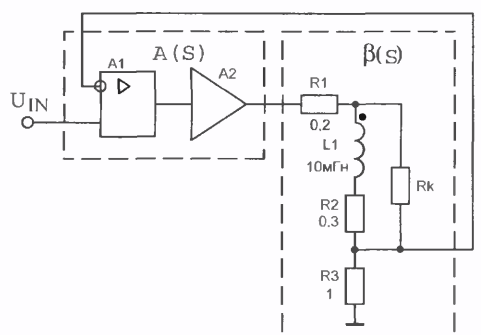
$$K_{UI} = \frac{I_{LI}}{U_{IN}} = \frac{1}{R_3} = 1 \text{ А/В}.$$

Усилитель ОПС реализован на однополюсном ОУ $A1$ и мощном повторителе напряжения (Booster) $A2$. ОУ $A1$ имеет следующие параметры:

- $A_{O1} = 100000$ (100 дБ) — усиление на постоянном токе;



а)



б)

Рис. 23

- $F_{P1} = 10$ Гц — частота полюса передаточной функции ОУ.

Повторитель напряжения $A2$ характеризуется параметрами:

- $A_{O2} = 1$ (0 дБ) — усиление на постоянном токе;
- $F_{P2} = 500$ кГц — частота полюса передаточной функции;
- $R_{OUT} = 0,2$ Ом — выходное сопротивление.

Выходное сопротивление $A2$ моделируется резистором $R1$, который для удобства анализа включен в состав цепи ООС. Резистор $R2$ моделирует активное сопротивление катушки индуктивности $L1$. Передаточная функция усилителя ОПС:

$$\begin{aligned} A(jF) &= A_1(jF)A_2(jF) = \\ &= \frac{A_O}{(1+jF/F_{P1})(1+jF/F_{P2})} = \\ &= \frac{10^5}{(1+jF/10)(1+jF/5 \times 10^5)}, \end{aligned}$$

где $A_O = A_{O1}A_{O2} = 100000$ (100 дБ).

Передаточная функция цепи ОС:

$$\beta(jF) = \beta(0) \frac{1}{1+jF/F_{P3}} \approx 0,667 \frac{1}{1+jF/23,9},$$

где

$$\begin{aligned} \beta(0) &= \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \\ &= \frac{1}{0,2 + 0,3 + 1} \approx 0,667 \text{ } (-3,52 \text{ дБ}), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{P3} &= \frac{R_1 + R_2 + R_3}{2\pi L1} = \\ &= \frac{0,2 + 0,3 + 1}{2\pi \times 0,01} \approx 23,9 \text{ Гц}. \end{aligned}$$

Петлевое усиление:

$$\begin{aligned} A(jF)\beta(jF) &= \\ &= \frac{0,667 \times 10^5}{(1+jF/10)(1+jF/23,9)(1+jF/5 \times 10^5)}. \end{aligned}$$

Коэффициент G_{NID} усиления шума ОПС равен обращенному коэффициенту ОС:

$$G_{NID}(jF) = \frac{1}{I(jF)} = G_{NID}(0) \times (1 + jF/F_{Z1}) = 1,5(1 + jF/F_{Z1}),$$

где

$$G_{NID}(0) = \frac{1}{\beta(0)} = \frac{1}{0,667} = 1,5 \quad (+3,52 \text{ дБ}),$$

$$F_{Z1} = F_{P3} = 23,9 \text{ Гц.}$$

Диаграммы Боде, построенные по результатам несложных предварительных расчетов, изображены на рис. 24, а.

Здесь уместно еще раз подчеркнуть, что для анализа достаточно построить либо одну диаграмму $|\beta A|_{\text{дБ}}$, либо две диаграммы: $|A|_{\text{дБ}}$ и $|G_{NID}|_{\text{дБ}}$. Три диаграммы совмещены на поле одного графика только для того, чтобы наглядно показать преимущества и недостатки двух различных способов анализа ОПС с помощью диаграмм Боде. На рис. 24, а сносками указаны скорости изменения различных участков диаграмм Боде, а линии со стрелками показывают, как определяется на некоторой произвольной частоте величина петлевого усиления A_L , как в случае использования диаграммы $|\beta A|_{\text{дБ}}$, так и в случае использования диаграмм $|A|_{\text{дБ}}$ и $|G_{NID}|_{\text{дБ}}$.

Найдем точную частоту среза петли F_C по диаграмме $|\beta A|_{\text{дБ}}$. Для этого сначала с помощью формулы (85) определим петлевое усиление на частотах полюсов F_{P1} и F_{P2} :

$$|\beta A(F_{P1})| = |\beta A(0)| = 0,667 \times 10^5,$$

$$|\beta A(F_{P3})| = |\beta A(F_{P1})| \frac{F_{P1}}{F_{P3}} =$$

$$= 0,667 \times 10^5 \times 10/23,9 = 27,9 \times 10^3.$$

Учитывая, что на частоте F_C модуль петлевого усиления равен 1, можем записать:

$$|\beta A(F_C)| = |\beta A(F_{P3})|(F_{P3}/F_C)^2 = 1.$$

Решение этого уравнения дает искомый результат:

$$F_C = F_{P3} \sqrt{|\beta A(F_{P3})|} =$$

$$= 23,9 \sqrt{27,9 \times 10^3} \approx 3,99 \text{ кГц.}$$

Теперь найдем частоту среза F_C петли по диаграммам $|A|_{\text{дБ}}$ и $|G_{NID}|_{\text{дБ}}$. В диапазоне частот $F_{P1} \dots F_{P2}$

$$|A| = A_0 F_{P1}/F.$$

При $F > F_{Z1}$ $|G_{NID}| = G_{NID}(0)F/F_{Z1}$. На частоте среза петлевого усиления F_C величины $|A|$ и $|G_{NID}|$ равны и, следовательно $A_0 F_{P1}/F_C = G_{NID}(0)F_{Z1}/F_C$. Решение этого уравнения относительно F_C даст:

$$F_C = \sqrt{\frac{A_0 F_{P1} F_{Z1}}{G_{NID}(0)}} =$$

$$= \sqrt{\frac{10^5 \times 10 \times 23,9}{1,5}} \approx 3,99 \text{ кГц.}$$

Как и следовало ожидать, результаты, полученные в первом и втором случаях, совпали. Разнос частоты среза и ближайших к ней частот полюсов/нулей

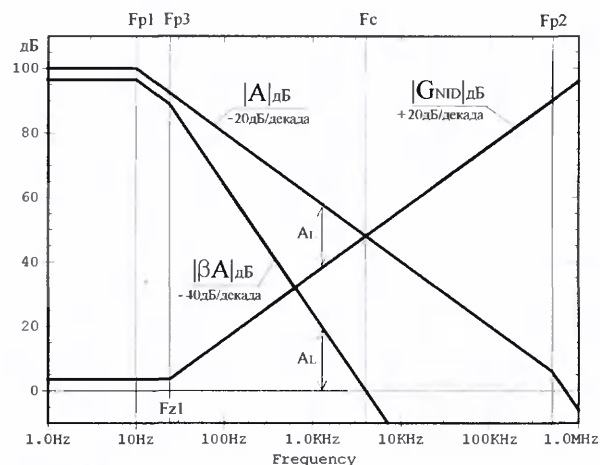
$$F_C/F_{P3} = F_C/F_{Z1} =$$

$$= 3990/23,9 \approx 167 \quad (2,2 \text{ декады}),$$

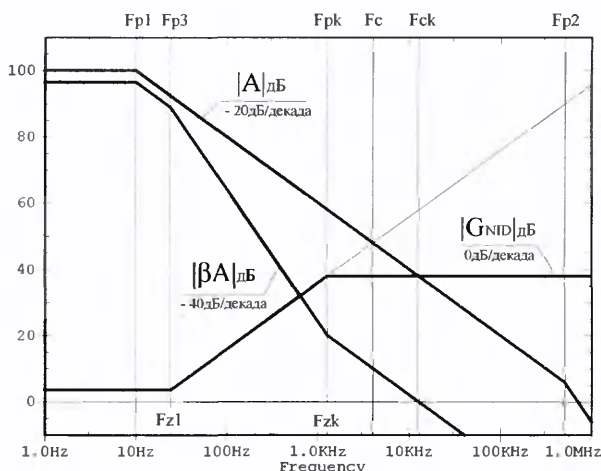
$$F_{P2}/F_C = 5 \times 10^5/3990 \approx 125 \quad (2,1 \text{ декады}),$$

существенно превышает декаду и, следовательно, запас устойчивости по фазе ОПС однозначно определяется наклоном диаграммы $|\beta A|_{\text{дБ}}$ или разностью углов наклона диаграмм $|A|_{\text{дБ}}$ и $|G_{NID}|_{\text{дБ}}$ на частоте F_C . Указанный наклон (разность наклонов) составляет -40 дБ/декада, из чего следует,

что запас устойчивости ОПС по фазе $P_M = 0^\circ$. Итак, мы получили неутешительный, но, тем не менее, чрезвычайно важный результат — ОПС находится на грани устойчивости. Совершенно очевидно, что практическая ценность ОПС с нулевым запасом устойчивости также равна нулю. Заканчивать пример констатацией того факта, что ОПС неработоспособна, просто несолидно, со схемой надо что-то делать. Мы столкнулись с типичной задачей — необходимостью введения в ОПС элементов частотной компенсации, обеспечивающих желаемую величину ее запаса устойчивости по фазе (заметим, что частотная компенсация нередко используется и в устойчивых ОПС для уменьшения неравномерности АЧХ и улучшения качества переходного процесса). Выше было показано, что ОПС имеет существенно отличный от нуля запас устойчивости по фазе, если в окрестностях частоты среза петли F_C диаграмма $|\beta A|_{\text{дБ}}$ убывает со скоростью 20 дБ/декада. Достичь этого можно введением нуля в передаточную функцию усилителя $A(S)$, либо цепи ООС $\beta(S)$. Поскольку ни ОУ, ни повторитель напряжения не имеют выводов для подключения цепей частотной коррекции, остается единственный путь — введение нуля передачи в цепь ООС. Введение нуля в передаточную функцию $\beta(S)$ равносильно введению полюса в передаточную функцию $G_{NID}(S)$, поскольку $G_{NID}(S) = 1/\beta(S)$. Это означает, что, к сожалению, частотная коррекция влияет на идеальную (желаемую) передаточную функцию ОПС и это влияние по возможности необходимо минимизировать. Введение полюса с частотой F_{PK} в $G_{NID}(S)$ приводит к тому, что на частоте F_{PK} диаграммы Боде $|G_{NID}|_{\text{дБ}}$ и $|\beta A|_{\text{дБ}}$ претерпевают излом (рис. 24, б),



а)



б)

и на частотах, больших F_{PK} , первая из них имеет нулевой наклон (параллельна оси абсцисс), а вторая имеет наклон -20дБ/декада . На рис. 24, б вновь введенные обозначения имеют следующий смысл: $F_{PK} = F_{ZK} = F_{PZK}$ — равные частоты соответственно полюса коррекции функции $G_{NID}(S)$ и нуля коррекции функции $\beta(S)$; $F_{СК}$ — частота среза петли частотокорректированной ОПС.

Из сказанного следует, что для увеличения запаса устойчивости по фазе необходимо ограничить усиление $|G_{NID}|$ ОПС на высоких частотах, что достигается шунтированием катушки индуктивности резистором R_K (рис. 23, б).

В зависимости от специфики конкретных требований, предъявляемых к ОПС (отклоняющая система ЭЛТ, электромагнитная муфта и т. п.), оптимальная величина запаса устойчивости по фазе может варьироваться в достаточно широких пределах. Следовательно, необходимо дать внятный ответ на вопрос — как определить частоту корректирующего полюса/нуля F_{PZK} , при которой обеспечивается заданная (желаемая) величина запаса устойчивости ОПС по фазе? Ответить на этот вопрос несложно, если учесть два обстоятельства:

- запас устойчивости по фазе исходной (не корректированной) ОПС равен 0 и, следовательно, запас устойчивости по фазе корректированной ОПС приблизительно равен фазе полюса/нуля коррекции на «новой» частоте $F_{СК}$ среза петли:

$$P_M \approx \arctg(F_{СК}/F_{PZK}), \quad (90)$$

- частота F_C является среднегеометрическим частот F_{PZK} и $F_{СК}$ — $P_M \approx \arctg(F_{СК}/F_{PZK})$, следовательно,

$$F_{СК} = F_C^2 / F_{PZK}. \quad (91)$$

Теперь, подставляя (91) в (90), получаем:

$$P_M \approx \arctg(F_C / F_{PZK})^2.$$

Решая это уравнение, получаем искомый результат:

$$F_{PZK} = \frac{F_C}{\sqrt{\tg P_M}}. \quad (92)$$

Несложный анализ показывает, что передаточная функция $G_{NIDK}(S)$ скорректированной ОПС имеет следующий вид:

$$G_{NIDK}(S) = \frac{1}{I_k(S)} = \frac{SL1(R1+R3+Rk)+SL1R3+(R2+Rk)R3}{(R1+R3)(R2+Rk)+R2Rk} + \frac{SL1R3+(R2+Rk)R3}{(R2+Rk)R3}. \quad (93)$$

Из диаграмм (рис. 24, б) следует, что $|G_{NID}(F_{PZK})| \gg |G_{NID}(0)|$ и, следовательно, выполняются условия:

$$Rk \gg R1, Rk \gg R2, Rk \gg R3. \quad (94)$$

Запишем выражения для основных параметров передаточной функции $G_{NIDK}(S)$ скорректированной ОПС:

- усиление на постоянном токе:

$$G_{NIDK}(0) = \frac{1}{\beta_k(0)} = \frac{(R1+R3)(R2+Rk)+R2Rk}{(R2+Rk)R3} \approx \frac{R1+R2+R3}{R3} = G_{NID}(0), \quad (95)$$

- частота нуля:

$$F_{Z1K} = \frac{(R1+R3)(R2+Rk)+R2Rk}{2\pi L1(R1+R3+Rk)} \approx \frac{R1+R2+R3}{2\pi L1} = F_{Z1}, \quad (96)$$

- частота полюса коррекции:

$$F_{PZK} = \frac{R2+Rk}{2\pi L1} \approx \frac{Rk}{2\pi L1}. \quad (97)$$

Из (97) следует, что сопротивление корректирующего резистора

$$Rk = 2\pi F_{PZK} L1. \quad (98)$$

Рассчитаем номинал резистора R_K , который обеспечивает запас устойчивости по фазе ОПС (рис. 23, б), равный 60° . По формуле (92) находим частоту полюса коррекции:

$$F_{PZK} = \frac{3990}{\sqrt{\tg 60^\circ}} \approx 3,03 \text{ кГц.}$$

По формуле (98) рассчитываем сопротивление резистора R_K :

$$Rk = 2\pi \times 3030 \times 0,01 \approx 190 \text{ Ом.}$$

По формуле (91) находим частоту среза петли:

$$F_{СК} = \frac{3,99^2}{3,03} \approx 5,25 \text{ кГц.}$$

Тестирование ОПС (рис. 23, б) при $R_K = 190 \text{ Ом}$ средствами САПР OrCAD 9.2 дало следующие результаты — $P_M = 62,4^\circ$ и $F_{СК} = 5,89 \text{ кГц}$. Таким об-

разом, ошибки определения P_M и $F_{СК}$ с помощью диаграмм Боде (погрешности метода кусочно-линейной аппроксимации) составили соответственно $2,4^\circ$ и $10,9 \%$. Следует особо подчеркнуть, что в процессе анализа ОПС мы не производили непосредственного считывания числовых данных с диаграмм Боде и, следовательно, точность анализа не зависит от точности графических построений. Это означает, что во многих случаях диаграмма Боде может быть быстро нарисована буквально «от руки» (без использования специальной масштабной-координатной бумаги и даже линейки).

2.3. Ограничения применимости графического метода

Завершая обсуждение графического метода анализа ОПС в частотной области, следует сказать об ограничениях его применимости. Метод диаграмм Боде дает хороший результат, когда соседние полюса (или нули) петлевого усиления $\beta(S)A(S)$ достаточно разнесены по частоте — на декаду и более. По мере сближения частот соседних полюсов точность метода ухудшается. В пределе, когда два полюса имеют равные частоты (кратные полюса), ошибки кусочно-линейной аппроксимации ЛАЧХ и ЛФЧХ в два раза превышают аналогичные ошибки одиночного полюса (рис. 21). В тех же случаях, когда в полюсно-нулевом представлении функции $\beta(S)A(S)$ имеются комплексно-сопряженные пары полюсов (нулей), точность метода диаграмм Боде, если не используются специальные поправки [9], становится недопустимо низкой. Из сказанного следует, что, к сожалению, метод диаграмм Боде не может быть использован для анализа ОПС с высокой частотной избирательностью.

Продолжение следует

ЛИТЕРАТУРА:

19. И. Златин. Графический анализ результатов моделирования в OrCad 9.2. — Компоненты и технологии, 2003, № 7, с. 170—172.
20. С. И. Баскаков. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник. — М.: Высш. школа, 1983.

Сергей Лозицкий,
г. Брянск

В части данной статьи, опубликованной в журнале № 9, в середине правой колонки на с. 26 в первых трех формулах вместо $1/0,707$ должно быть $0,707$.

Гальваническая развязка аналоговых сигналов

В статье рассматриваются варианты обеспечения гальванической развязки при передаче аналоговых сигналов, приведено конкретное схемотехническое решение узла гальванической развязки для унифицированных сигналов постоянного тока.

При передаче аналоговых информационных сигналов в измерительных цепях рекомендуется использовать гальваническую развязку между источником и приемником сигнала. Необходимость гальванической развязки обоснована несколькими обстоятельствами, подробнее об этом можно узнать из [1].

Гальваническое разделение аналоговых сигналов может быть решено с использованием трансформаторов, оптоэлектронных приборов и конденсаторов. При реализации каждого из этих способов возможно несколько решений.

Разделение аналоговых сигналов с применением линейных дифференциальных оптронов позволяет осуществить развязку с преобразованием уровней входного и выходного сигналов, преобразовать входной токовый сигнал в выходной потенциальный и наоборот. Примеры применения линейных дифференциальных оптронов для гальванического разделения различных аналоговых сигналов приведены в [2, 3]. Такое решение было реализовано в изолирующих

усилителях фирмы Burr-Brown (ныне Texas Instruments) ISO100, 3650, 3652. Основной его недостаток заключается в проблеме старения оптического канала.

Другим способом является оптоэлектронное разделение импульсных сигналов между входным ШИМ модулятором и выходным ШИМ демодулятором, либо между входным преобразователем напряжение-частота и выходным преобразователем частота-напряжение. Пример гальванического разделения с применением преобразователей напряжение-частота приведен в [4]. Практическое решение с применением преобразователей напряжение-частота получается достаточно дорогим.

Еще одним способом оптоэлектронного разделения является использование оптронов между входным аналого-цифровым преобразователем и микропроцессором или между микропроцессором и выходным цифро-аналоговым преобразователем для передачи данных и сигналов управления. Примеры таких решений приведены в [5–7].

Гальваническое разделение с использованием конденсаторов применено в имеющих прекрасные характеристики, но достаточно дорогих изолирующих усилителях ISO120, ISO121, ISO122, ISO124 от Burr-Brown.

Трансформаторное разделение может применяться для передачи как АМ или ШИМ, так и цифровых сигналов данных и управления. Практическая реализация трансформатора для передачи модулированных сигналов напряжения с достаточно малой погрешностью имеет свои сложности, а передача цифровых сигналов с помощью трансформатора не имеет в настоящее время преимуществ в сравнении с оптоэлектронным разделением.

Рассмотрим практическую схему гальванической развязки аналогового унифицированного сигнала постоянного тока 0,2...20 мА с использованием трансформаторного разделения, изображенную на рис. 1, которую по сути можно назвать «трансформатором постоянного тока».

Микросхема DD1 и транзисторы VT8, VT9 образуют генератор прямоугольных импульсов со скважностью 2 («меандр»). Напряжение 12 В с помощью трансформаторов Т2, Т3 и выпрямителей на диодах VD1–VD8 преобразуется в напряжение питания входной и выходной цепи. Одновременно сигналы с выходных обмоток трансформаторов служат управляющими для модулятора входного тока

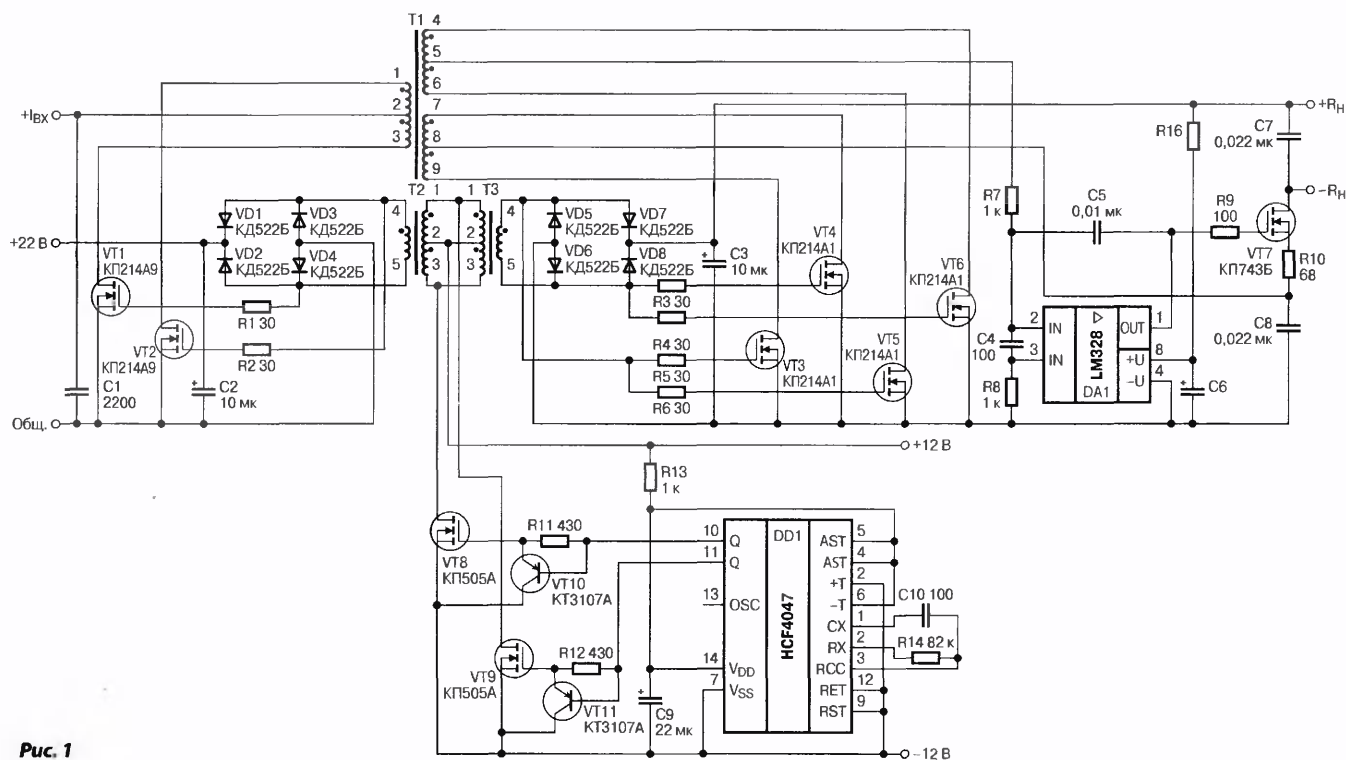


Рис. 1

на транзисторах VT1, VT2, модулятора выходного тока на транзисторах VT5, VT6 и синхронного демодулятора сигнала обратной связи на транзисторах VT3, VT4. Источник входного тока подключается к зажимам +I_{ВХ}. Общ. Устройство может выполнять функцию питания датчика с унифицированным выходным сигналом постоянного тока 4...20 мА, который в таком случае подключается к зажимам +22 В, +I_{ВХ}. Входной ток протекает попеременно по полуобмоткам 1-2 и 2-3 трансформатора Т1, а сигнал, формирующий выходной ток, соответственно по полуобмоткам 8-9 и 7-8 этого же трансформатора. Сигнал обратной связи через ключи синхронного демодулятора поступает на вход усилителя-интегратора на микросхеме DA1, который управляет регулятором выходного тока на транзисторе VT7. Основное требование к усилителю — работоспособность при синфазном входном сигнале, по крайней мере, уровня -0,1 В. Нагрузка подключается к зажимам +R_Н -R_Н.

Устройство работает по принципу следящей системы, когда выходной сигнал повторяет входной. Достоинство этого решения — в полном отсутствии прецизионных элементов и элементов регулировки. Погрешность коэффициента передачи определяется усилением в петле обратной связи, которое достаточно велико, и погрешностями, вызванными коммутацией входного и выходного тока. Погрешностью, вызванную последним обстоятельством, можно скомпенсировать подбором емкостей конденсаторов С1 и С8 во входной и выходной цепи соответственно. Приемлемую погреш-

ность коэффициента передачи можно получить в диапазоне частот преобразования 5...50 кГц. Понятно, что погрешности коммутации уменьшаются с уменьшением частоты преобразования, но при этом возрастают габариты трансформаторов. Описываемое устройство работает на частоте 25 кГц.

Трансформаторы могут быть изготовлены с использованием ферритовых сердечников типа КВ или тороидальных. Для обеспечения необходимой электрической изоляции между входной цепью, выходной цепью и цепью питания обмотки трансформатора на сердечнике КВ устанавливаются в контейнеры-галеты. Тороидальный трансформатор изготавливается следующим образом. Одна из обмоток наматывается непосредственно на кольцо, которое затем помещается в контейнер из изоляционного материала. Концы обмотки выводятся через отверстие в контейнере. Другая обмотка наматывается поверх контейнера. В данной конструкции в трансформаторах использованы кольца R13,3×8,3×5,00 из феррита Т65 фирмы Ерсos. Трансформаторы Т2, Т3 имеют первичные обмотки 2×40 витков, вторичные — по 80 витков. Все три обмотки трансформатора Т1 — 2×15 витков. Диаметр обмоточного провода — 0,2 мм.

Данная конструкция обеспечивает следующие характеристики:

входной и выходной сигнал, мА	0(4)...20;
напряжение питания	22;
датчика, В	максимальное
сопротивление нагрузки, кОм	1;

погрешность коэффициента передачи, %, не более 0,1; дополнительная температурная погрешность при температуре окружающей среды -20...+60 °С, не более 0,05 %/10 °С.

Указанная погрешность коэффициента передачи гарантируется при токе более 200 мкА, что вполне достаточно для практической работы.

При практической реализации устройство должно быть дополнено защитой от переплюсовки напряжения питания и защитой от перегрузки и короткого замыкания во входной цепи, которые могут быть реализованы различными способами.

ЛИТЕРАТУРА:

1. А. Гарманов. Принципы обеспечения электросовместимости измерительных приборов. — *Современные технологии автоматизации*, 2003, № 4, с. 64, 2004, № 1, с. 62.
2. Agilent Technologies. *Optocoupler Designer's Guide*. 5988-4082EN.pdf.
3. Clare. *Linear Optocouplers. Application Note AN-107*.
4. Analog Devices. *Voltage-to-Frequency and Frequency-to-Voltage Converter ADVFC32*. 526065813ADVFC32_b.pdf.
5. Burr-Brown. *20-bit Data Acquisition System. Analog-to-Digital Converter ADS1250*. ADS1250.pdf.
6. Linear Technology. *12-Bit Rail-to-Rail Micropower DACs in SO-8 LTC1451, LTC1452, LTC1453*. 145123fs.pdf.
7. Analog Devices. *Loop-Powered 4 mA to 20 mA DAC*. 409317160AD421_c.pdf.

Михаил Пушкарев,
г. Ульяновск

Предлагаем организациям и физическим лицам оформить подписку на книгу «Х51-СОВМЕСТИМЫЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ ФИРМЫ SILICON LABORATORIES (CYGNAL)»

Автор О. И. Николайчук, обложка мягкая, 640 стр.

Второе расширенное издание настоящей книги предназначено для ознакомления читателей с полным спектром х51-совместимых микроконтроллеров, выпускаемых в настоящее время фирмой SiLabs, которая объединилась с фирмой Cygnal.

В книге подробно рассмотрены архитектура, состав периферийных подсистем, структура регистров и особенности применения высокоинтегрированных систем обработки данных х51-совместимых микроконтроллеров со смешанной аналоговой и цифровой архитектурой, включающих высокопроизводительное микроконтроллерное ядро CIP-51, построенное по конвейерному принципу. Благодаря этому многие семейства микроконтроллеров фирмы SiLabs развивают пиковую производи-

тельность 25 MIPS, а одно из семейств — 50 и даже 100 MIPS, что является наивысшим результатом по производительности среди микроконтроллеров в мире. Это уникальное микроконтроллерное ядро оснащено не менее мощными аналого-цифровыми и цифро-аналоговыми узлами, расширенной цифровой периферией, включающей интерфейсы UART, SMBus (I²C), SPI, CAN, USB, мощными подсистемами памяти и прерываний, а также усовершенствованными средствами внутрисистемного программирования и отладки. Таким образом, современные микроконтроллеры фирмы SiLabs (Cygnal) являются не только самыми высокопроизводительными, но и самыми мощными по составу аналоговой и цифровой периферии.

Во второе издание дополнительно введена информация о четырех новых семействах, которые появились с момента первого издания книги. Кроме того, исправлены некоторые неточности, допущенные в первом издании.

Книга рассчитана на широкий круг инженерно-технических работников, а также студентов и аспирантов, интересующихся последними достижениями современной микроконтроллерной техники.

Стоимость подписки через редакцию на книгу — 250 руб., в эту стоимость включена стоимость пересылки по России.

Наши реквизиты см. на стр. 56.

Borland C++ Builder 6

для начинающих

В этой статье рассказывается о том, как с помощью Borland C++ Builder 6 за считанные минуты можно создать полноценную программу цифровых часов-календаря.

ЦИФРОВЫЕ ЧАСЫ-КАЛЕНДАРЬ

Прежде, чем продолжить теоретическое изучение Borland C++ Builder 6, создадим на практике еще одну полезную программу, которую можно будет использовать для отображения текущей даты и времени. Назовем эту программу «Цифровые часы-календарь».

Запустите Borland C++ Builder 6 и начните создание нового проекта. Поместите на форму Form1 компонент Static Text из закладки Additional визуальных компонентов, щелкнув по нему дважды левой кнопкой мыши. Этот элемент будет служить нам циферблатом часов. В качестве такого элемента можно было бы взять и компонент Label, но в отличие от него Static Text обладает более богатыми возможностями оформления (т. е. расширенным набором свойств). Изменим некоторые свойства этого компонента. Вначале заменим свойство Alignment (выравнивание) на taCenter для того, чтобы показания часов были в центре окна. Затем установим свойство BorderStyle (стиль границы) в sbsSunken (утопленный) для придания циферблату часов элегантного внешнего вида. Свойство AutoSize (автоматический размер) должно иметь значение True (истина). Теперь раскроем свойство Font щелчком левой кнопки мыши по символу плюса перед ним. Аналогично щелчком левой кнопкой мыши по троеточию напротив свойства Font откроем окно для изменения шрифта текста, который будет служить для отображения цифровых показаний времени нашей программы часов (рис. 1).

Здесь необходимо выбрать полужирный шрифт Times New Roman или любой другой понравившийся вам и установить синий цвет и размер шрифта, равным 30 единицам. Заметьте, что в списке размера шрифтом отсутствует размер номер 30. Для того, чтобы его установить, необ-

ходимо выделить текущий размер шрифта с помощью левой кнопки мыши и ввести с клавиатуры новый размер. В дальнейшем вы всегда сможете изменить эти установки по своему усмотрению. Теперь очистим свойство Caption, чтобы при запуске программы не появлялась надпись Static Text1 на циферблате программы часов. Компонент Static Text1 свернется при этом до минимальных размеров. Пусть вас это не пугает. При работе программы он автоматически примет необходимые размеры благодаря его свойству AutoSize.

Теперь поместите на форму компонент таймера Timer из закладки System, щелкнув по нему дважды левой кнопкой мыши. Он позволит нам автоматически обновлять показания часов с заданной частотой. Место его размещения не имеет значения, поскольку этот компонент является невидимым и не отображается на экране при работе программы. В дальнейшем мы будем применять в программах и другие подобные скрытые компоненты. Щелкните левой кнопкой мыши по компоненту таймера на форме. В открывшемся окне инспектора кода необходимо написать программу обработчика события. Ее текст будет состоять из двух строчек:

```
StaticText1->Caption=Now().TimeString();
Form1->Caption=Now().DateString();
```

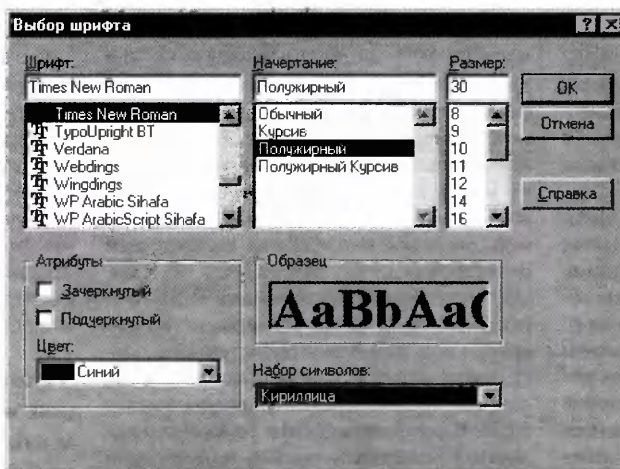


Рис. 1

Первая строка присваивает свойству Caption (заголовок) компонента StaticText1 значение текущего показания часов. Для этого используется функция извлечения из операционной системы текущего времени Now и выделения из него показания часов TimeString в строковом формате записи. Следующая строка выполняет аналогичные действия, но уже для формы и выделяет при этом показания даты. Свойства компонента таймера должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 1.

Таблица 1. Свойства компонента Timer

Свойство	Значение
Enabled	True
Interval	1000
Name	Timer1
Tag	0

Данные свойства разрешают автоматическую работу таймера с интервалом (периодичностью) 1000 мс.

Теперь изменим свойства формы. Очистим свойство Caption, чтобы при запуске программы не появлялась надпись Form1 на заголовке окна, и установим свойство AutoSize в True. После этого форма свернется до минимальных размеров. Последнее свойство мы сделали таким для того, чтобы размер наших программных часов устанавливался автоматически в зависимости от шрифта индикаторов.

Сохраните модуль (текст) программы и сам проект под названием utime-date.cpp и timedate.bpr соответственно. Для сохранения проекта создайте новую папку (каталог), например с именем TIMEDATE. Теперь запустите программу с помощью клавиши F9 с клавиатуры. После трансляции проекта программа должна заработать и на экране монитора отобразится окно часов, подобное тому, что приведено на рис. 2.

Итак, наши часы отображают текущее время на циферблате и дату в заголовке программы. Их можно перемещать в любое место экрана с помощью мыши или сворачивать. Если щелкнуть левой кнопкой мыши по кнопке «развернуть», то часы переместятся в левый верхний угол экрана, где не будут закрывать собой окна других программ. Однако, если вы запустите новую программу, например Word, и развернете ее во весь экран, то наши часы пропадут. Для того, чтобы уст-



Рис. 2

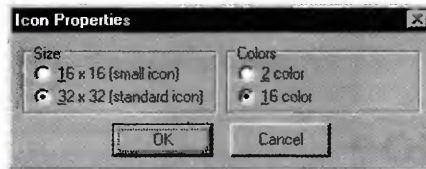


Рис. 4

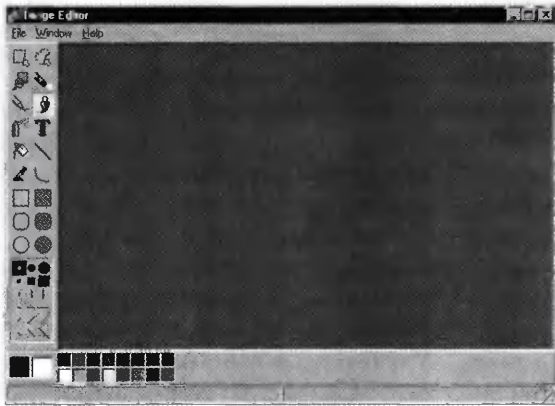


Рис. 3

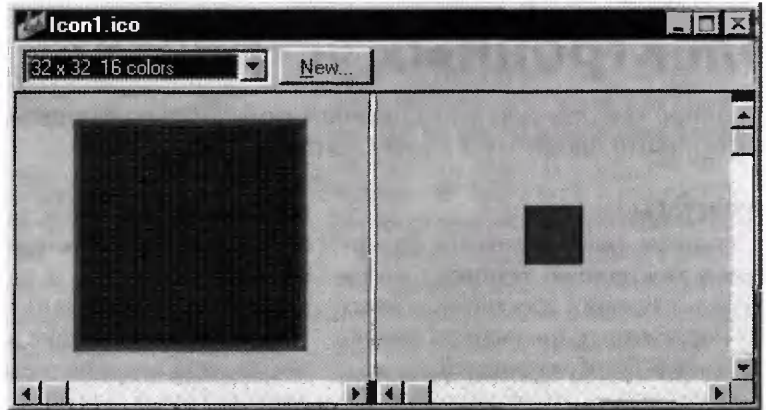


Рис. 5

рания этот недостаток, отредактируем еще одно свойство формы нашей программы. Остановите программу и замените свойство `FormStyle` (стиль формы) на `fsStayOnTop` (оставаться сверху). Сохраните проект и вновь запустите программу. Убедитесь, что теперь часы всегда находятся поверх остальных окон других программ и не могут быть скрыты ими. Заметьте, что при создании программ все они имеют значок (иконку) с одним и тем же рисунком. Конечно, удобно иметь готовую заготовку рисунка для значка новой программы, но согласитесь, если все наши программы будут иметь один и тот же значок, смысл таких значков в качестве пиктограмм просто теряется — ведь они предназначены для графического отождествления назначения программы. Поэтому давайте научимся изменять значки для наших программ. Для этого необходимо воспользоваться встроенным в Borland C++ Builder 6 инструментом редактора рисунков Image Editor. Вновь остановите программу часов и щелкните левой кнопкой мыши по кнопке `Tools` главного меню. В открывшемся списке запустите графический редактор Image Editor. На экране должно появиться окно, приведенное на рис. 3.

Выполните в графическом редакторе команды `File->New->Icon File` и в открывшемся окне `Icon Properties` (рис. 4) выберите `Size` (размер) `32x32` и `Color` (цвет) `16 color`. Эти установки соответствуют стандартным иконкам для программ.

После этого щелкните по кнопке `Ok`. Перед вами откроется новое

окно (рис. 5), в котором слева приведено пустое поле новой иконки в увеличенном масштабе для рисования, а справа — в масштабе 1:1 для просмотра.

С помощью инструментов графического редактора, можно нарисовать на пустом поле иконки произвольный рисунок и раскрасить его, а также сделать любые символичные надписи. Редактор позволяет создавать иконки, курсоры, битовые рисунки и файлы ресурсов. В дальнейшем мы еще не раз будем прибегать к его помощи. Встроенная в редактор справка позволяет довольно быстро научиться пользоваться этим инструментом. Фон иконки бирюзового цвета является прозрачным по умолчанию, поэтому области иконки с таким цветом будут просвечиваться на любом фоне. Нарисуйте на пустом поле любой рисунок, например табло с цифрами, и сохраните иконку с помощью команды `File->Save as->Icon1.ico` в каталоге с программой цифровых часов-календаря. Закройте графический редактор. Теперь у нас есть файл иконки для программы и остается лишь внедрить его в программу. Для этого необходимо открыть свойства проекта с помощью команды `Project->Options` в среде разработки Borland C++ Builder 6 или нажать горячие клавиши `Ctrl+Shift+F11`. В открывшемся окне свойств проекта (рис. 6) необходимо открыть закладку `Application` и с помощью кнопки `Load Icon` выбрать созданный нами файл иконки `Icon1.ico`.

Закройте окно свойств проекта, щелкнув по кнопке `Ok`, и запустите проект с помощью клавиши `F9`. После запуска программы вы увидите, что теперь она имеет созданную нами иконку, которую можно поместить на рабочий стол в качестве

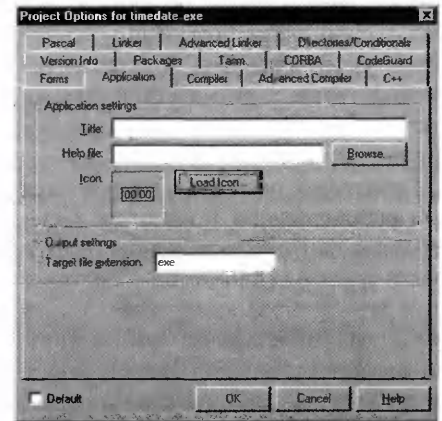


Рис. 6

ее пиктограммы. Программа готова! Полный проект данной программы вместе с исполняемым файлом и файлом иконки можно найти на сайте журнала по адресу <http://www.dian.ru/programs/index.html> в архиве 2004_11_Valpa_borl и сравнить с созданным вами проектом.

Итак, мы на практике применили в нашей программе несколько визуальных компонентов и выполнили изменение некоторых их свойств, в результате чего получили работоспособное и полезное приложение. В следующий раз мы рассмотрим основные визуальные компоненты среды разработки, которые очень часто применяются при создании программ.

Продолжение следует

Олег Вальпа,
г. Миасс Челябинской обл.

Компьютерное схемотехническое моделирование электронных устройств

В данной статье рассматривается моделирование тиристорных средств программы Micro-Cap (MC).

ТИРИСТОРЫ

Развитие силовой полупроводниковой электронной техники шло по пути вытеснения электровакуумных и газоразрядных приборов из выпрямителей и преобразователей.

Тиристоры — это обширный класс полупроводниковых приборов, используемых для выпрямления и электронного переключения. Они являются устройствами с двумя устойчивыми состояниями, имеющими три или более p-n переходов.

Тиристоры широко используются для регулирования мощности, выделяемой в нагрузку, освещенности, скорости вращения двигателей. Они были изобретены примерно через десять лет после биполярного транзистора, который имел трехслойную структуру (p-n-p или n-p-n). Простейший тиристор имеет четырехслойную структуру (p-n-p-n). При подаче на такую структуру напряжения — плюс к аноду, минус к катоду, два крайних p-n перехода будут открыты (как прямовключенные диоды), а средний n-p переход будет закрыт (обратносмещенный диод), и вся структура окажется закрытой (сквозной ток будет близок к нулю). Если напряжение на этом переходе превысит некоторый предел, т. е. напряжение включения $U_{ВКЛ}$, то структура открывается. Можно также управлять

этим процессом, сделав дополнительный вывод (управляющий электрод) от средней области p и задавая определенный ток управления $I_{УПР}$.

Тиристоры, имеющие два вывода, то есть диодные тиристоры, называют динисторами, а триодные — тринисторами. Вообще же, для образования названия этого класса полупроводниковых приборов был использован смешанный способ создания аббревиатуры путем сложения греческого слова тира (thyra — дверь) и части слова резистор (или транзистор). Роль открытой или закрытой «двери» играет вышеупомянутая область n-p перехода, а роль «ключа» к ней — напряжение для диодной структуры и ток управляющего электрода для транзисторной. Правда, введение этих красочных метафоров в электронику было выполнено ранее для газоразрядных приборов с управляющей сеткой — тиратронов, вытесненных тиристорами.

Моделирование тиристорных устройств проводится аналогично моделированию диодов (Схемотехника, 2004, № 1).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТИРИСТОРОВ В ПРОГРАММЕ MC

Для исследования ВАХ тиристорных устройств соберем схему в программе MC согласно рис. 55. Сначала выберем источник постоянного тока J1 и введем

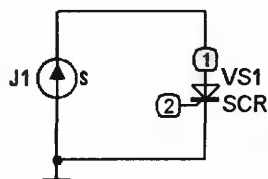


Рис. 55

его параметры согласно рис. 56. (Здесь и далее показываются информативные части соответствующих окон). Затем выберем тиристор VS1 в следующем порядке: Component>Analog Primitives>Macros>SCR. В результате на рабочем поле появится изображение триодного тиристора (рис. 55). Этот тиристор носит в англоязычной литературе название Silicon Controlled Rectifier (SCR), то есть Кремниевый Управляемый Выпрямитель (КУВ). В окне SCR (рис. 57) введем параметры тиристора.

Вывод 1 тиристора VS1 является анодом, управляющий вывод 2 пока никуда не подключаем, что позволяет смоделировать работу тиристора как динистора, третий вывод — катод заземляем.

Совет MC. Обратите внимание на то, что выбор тиристора проводился из подраздела Macros. Для всех введенных туда компонентов в программе MC имеются специальные файлы с макромоделями, заданными схемами замещения (впоследствии полезно просмотреть эти модели, особенно, если возникнет необходимость создания новых подобных компонент). При работе с компонентами этого раздела они обязательно должны находиться в одной директории (папке) с исследуемой схемой. Если их там нет, то скопируйте необходимые файлы дополнительно в эту директорию.

Не забудьте подключить заземление (компонент Ground) и проверить целостность собранной схемы. Если Козьма Прутков в знаменитых

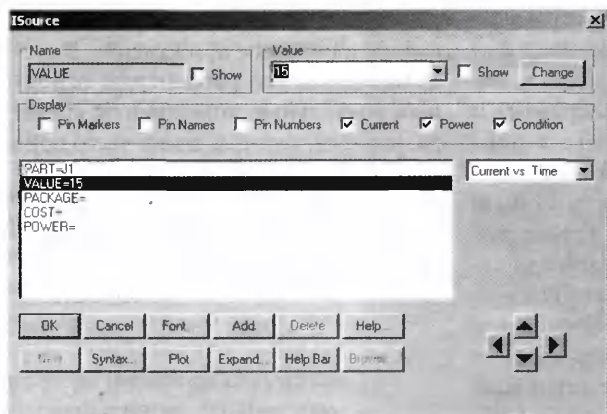


Рис. 56

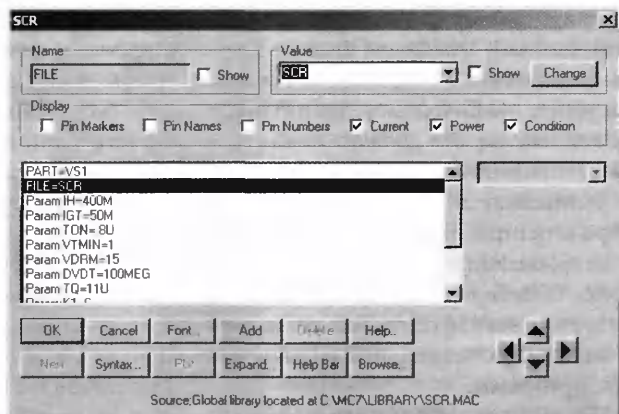


Рис. 57

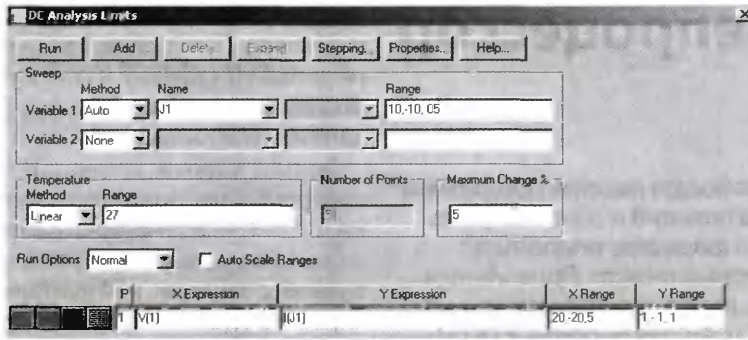


Рис. 58

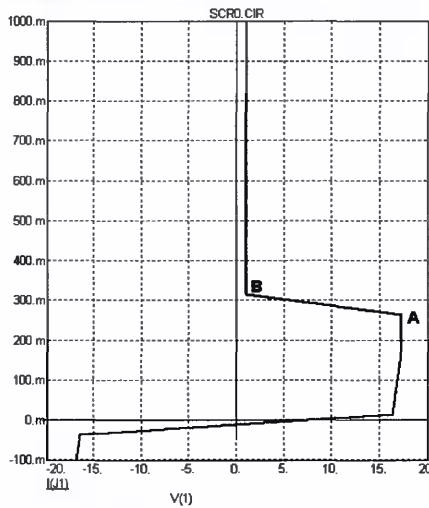


Рис. 59

«Афоризмах» многократно повторял: «Нельзя объять необъятное», то для программы МС столь же актуален лозунг: «Не забывайте заземлять!»

Моделирование проводим в режиме постоянного тока (DC). Соответствующие установки параметров показаны на рис. 58, а получающийся график тока — на рис. 59.

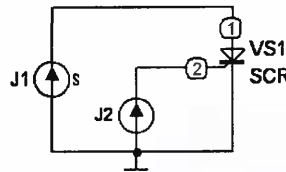


Рис. 60

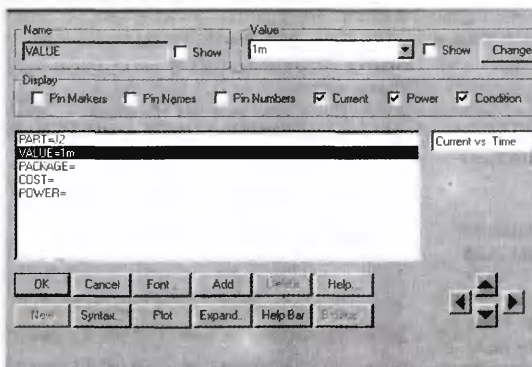


Рис. 61

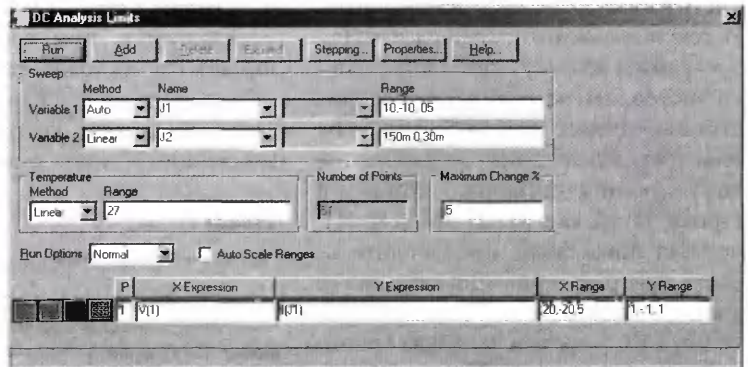


Рис. 62

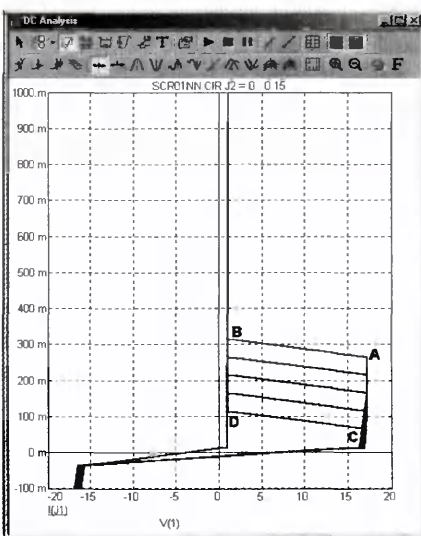


Рис. 63

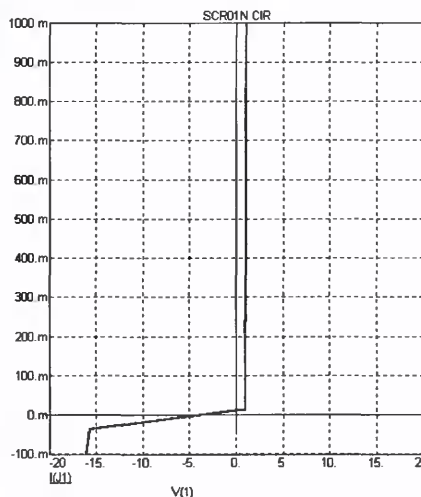


Рис. 64

Напряжение в точке А на полученном графике соответствует напряжению включения тиристора, а ток в точке В — так называемому току удержания. Вот на эти-то величины и влияет ток управляющего электрода. Исследуем это.

Начав с чистого листа (New), копируем на него предыдущую схему (см. рис. 60). Параметры источника тока J1 пока оставим прежними, а J2 зададим вначале по рис. 61. При выдаче задания на моделирование (см. рис. 62) эти установки не будут играть роли и будут переопределяться на шаговый режим.

Проведем моделирование в режиме DC. Из полученного семейства графиков (рис. 63) видно влияние управляющего тока на характер открытия тиристора: верхняя кривая AC соответствует нулевому току управления и ниже он увеличивается через 30 мА до 120 мА на кривой CD.

При токе управления в 150 мА «петли» справа от диодной характеристики «втягиваются» и кривая «спрямляется». Тиристор начинает работать как диод. Для того чтобы увидеть это более отчетливо, получим график при J2 = 150 мА. Вновь откроем окно редактирования свойств J2 (см. рис. 61) и ус-

тановим в нем 150 мА, затем, открыв окно DC-анализа (см. рис. 62), выбираем в нем в окне Variable 2 вместо опции Linear опцию None и нажимаем кнопку Run. Результат показан на рис. 64. Необходимо отметить, что результаты моделирования в данной программе не вполне точно отражают процессы в реальном тиристоре — «петли» на рис. 63 должны были более резко «сжиматься» справа налево по мере роста тока управления.

Продолжение следует

Генрих Кардашев,
г. Москва

Ассемблерный препроцессор SALUT_TK

Описывается сервисная программа, позволяющая писать программы на языке ассемблера, содержащие несколько команд в одной строке. Программа преобразует исходный текст в формате оператора asm { языка C++ в стандартный ассемблерный текст. Приводится пример законченной программы, исходный текст препроцессора на языке C, настройки файловых оболочек VC и Far для работы в DOS и

При создании управляющих программ технологических компьютеров и микроконтроллеров, объем которых составляет несколько сот команд, основным, а часто и единственным, является язык ассемблера. Не исключает использование ассемблера для кодирования критически важных частей и современная объектно-ориентированная философия программирования. Встречаются утверждения, что многое из того, что пишется на C/C++, Delphi и других языках высокого уровня, лучше, проще и быстрее написать на ассемблере.

Традиционно программа на языке ассемблера содержит одну команду, инструкцию или директиву на строке текста, поэтому полная распечатка программы обычно занимает несколько листов, что затрудняет ее восприятие как единого целого. Вместе с тем опыт использования ассемблеров, допускающих несколько команд в строке, таких как TS226, SMAL80 [1], показал повышение производительности программирования согласно ее классической оценке, предложенной Ф. Бруксом — результат труда одного программиста при работе над большим проектом составляет 100...200 строк отлаженной программы в месяц, при снижении объема проекта производительность увеличивается. Другие преимущества программирования «в строчку», приведенные в [2], дадим без сокращений:

- переход от понятия «команда» к более высокому уровню «блок» приближает программирование на ассемблере к структурно-модульному программированию;
- уменьшаются трудозатраты на вертикальный скроллинг при просмотре и редактировании текста;
- повышается читабельность исходного текста;
- дополнительный стимул к хорошему комментированию исходного текста, в связи с чем возрастает

грамотность, культура, любовь к языку, родному и английскому, и умение кратко выражать свои мысли.

С целью упрощения процедур написания, отладки и сопровождения рассматриваемого класса программ создан ассемблерный препроцессор SALUT_TK, позволяющий сократить объем и повысить наглядность исходного текста, содержащего, подобно языкам высокого уровня, несколько команд в одной строке. Свое происхождение препроцессор ведет от программы Structured Assembly Language UTility, описанной в [3], и также преобразовывает исходный текст в стандартные однострочные команды ассемблера. Выходной текст обычным образом транслируется, при необходимости связывается, настраивается и т. д.

Первые версии препроцессора создавались во времена, когда к орбитальной станции «Салют» летали транспор-

тные корабли «Союз-Т», «Союз-ТМ», по аналогии к названию препроцессора добавлен суффикс «ТК», который можно интерпретировать как «Технологические Компьютеры».

Формат строки исходного текста препроцессора повторяет синтаксис языка C++ — ассемблерные команды, директивы и операторы разделяются точкой с запятой, комментарии начинаются двойной дробной чертой и продолжаются до конца строки:

```
{метка: } < команда/директива > {операнды};...// комментарии}
```

Препроцессор имеет директиву #include fname, которая должна быть первой в строке. Директива замещается полным содержанием файла fname, написанным в формате SALUT_TK, при этом файл «name», заключенный в двойные кавычки, ищется в текущем каталоге, а файл <name> в угловых скобках — в каталоге, заданном переменной окружения SALUT.

В качестве примера законченного исходного текста приведем DOS-программу простейшего терминала, предназначенного для отладки более сложных коммуникационных программ. Основной модуль программы mty.slt содержит два включаемых файла — общих определений и макросов salit.equ и локальных подпрограмм mty.sub. Суммарный объем программы составляет 75 строк (табл. 1).

Таблица 1

// mty.slt – MicroTerminal (TK) miM 2004

#include «salut.equ»

.model TINY; .code;

```
Start:  org 100h;                                // Стартовый адрес для com-файла
        lea si,msg; call cputs;                  // Сообщим (TK)
        mov ax,40h; mov es,ax;                   // установим es=BIOSegment
        mov dx,es:[2]; mov al,'2'; or dx,dx; jnz Comx; // есть com2?
        mov dx,es:[0]; mov al,'1'; or dx,dx; jnz Comx; // или com1?
        lea si,err; call cputs; int 20h;         // порт не найден - выход
Comx:   mov AUX,dx; add dx,5; mov STS,dx;         // порт найден - сохраняем
        mov ah,14; int 10h; lea si,msgb; call cputs; // и показываем настройку
        mov dx,AUX; mov ax,6; mov bx,300h; mov cx,1; call InitSlo; // инициализируем порт
        // Основной цикл
Main:   mov ah,1; int 16h; jnz Keyin;             // Есть нажатие клавиши?
Serin:  mov dx, STS; in al,dx; shr al,1; jnc main; // или прием? Нет-зациклим
        sub dx,5; in al,dx; call cputb; jmps Serin; // есть прием-выведем байт [al]
Keyin:  mov ah,0; int 16h;                       // есть kbhit-считаем клавишу
        cmp ax,1E01h; jne Ascii; int 20h;        // нажата Ctrl_A - выход
Ascii:  cmp ax,2D18h; jne Xcode; inc Swt;         // Ctrl_X - переключ. ascii/hex
Xcode:  or al,al; jnz Acode;                      // расшир.сканкод?
        not al; call txd; mov al,ah;             // да-пошлем 0FFh вместо 00h
Acode:  call txd; jmps Serin;                    // пошлем ascii-код и зациклим
```

#include «mty.sub»

```
msg db 'MicroTerminal (TK) miM 2004 [COM',0; msgb db ': 19200 8n1','13,10',';',0;
ser db '-port not found!?',0;
```

Продолжение таблицы 1

```
AUX dw 3F8h; STS dw 3FDh; Swt dw 0;

end Start;

// salut.equ
%no!ist
bptr      equ byte ptr;
wptr      equ word ptr;
dptr      equ dword ptr;
ofs       equ offset;
jmps      equ jmp short;
// Macros
putc      macro s;  mov al,s; int 29h; endm;
cputc     macro s;  mov ah,14; mov al,s; int 10h; endm;
cputn     macro a,c; mov ah,14; mov al,a; mov cx,c; int 10h; loop $-2; endm;
CR        macro; mov ax,0E0Dh; int 10h; endm;           // out Current Return
LF        macro; mov ax,0E0Ah; int 10h; endm;           // out Line Feed
NL        macro; mov ax,0E0Dh; int 10h; mov al,0Ah; int 10h; endm; // out New Line (CR+LF)
%list

// mtty.sub - Subroutine for MicroTerminal (TK) miM 2004
// Инициализация ком-порта
InitSio:  push ax;                // dx=SIO, ax=Baud, bh=LCR, bl=iER, cl=MCR
add dx,3; mov al,80h; out dx,al; jmp $+2; // Delab-setup speed
sub dx,3; pop ax;  out dx,al; jmp $+2;  // low baud
inc dx;  mov al,ah; out dx,al; jmp $+2;  // high baud, INC DX !!!
add dx,2; mov al,bh; out dx,al; jmp $+2; // LCR: 03-8n1,0Fh-8o2,1Fh-8e2
sub dx,2; mov al,bl; out dx,al; jmp $+2; // IER: 01-Rx1, 02-Tx1, 04-Err1,08-Mdml
add dx,3; mov al,cl; out dx,al; jmp $+2; // MCR: 01-DTR, 02-RTS, 04-Out1,08-Out2,10-Diagn
sub dx,4; in al,dx; ret;          // clear musor & return; dx=Sio!

TxD:      mov dx,STS; push ax;      // Передача байта [a]
trdy:     in al,dx; test al,20h; jz trdy; // тест на готовность
pop ax; sub dx,5; out dx,al; ret;    // вывод и выход

cputs_:   mov ah,14; int 10h;       // Вывод Z-строки ds:[si]
cputs:    lodsb; or al,al; jnz cputs_; ret; // через VideoBIOS

cputb:    mov bx,Swt; test bx,1; jnz cputh; // Вывод байта [a]
cputa:    mov ah,14; int 10h; ret;      // в ascii-виде
// или в hex-виде:
// [Зубков С.В."Ассемблер для DOS, Windows и UNIX", 1999]
cputh:    push ax; shr al,4; cmp al,10; sbb al,69h; das; mov ah,14; int 10h;
pop ax; and al,0Fh;cmp al,10; sbb al,69h; das; mov ah,14; int 10h; ret;
```

Тексты программы хорошо комментированы, добавим только небольшие пояснения общего алгоритма.

При запуске программа проверяет наличие COM-портов и устанавливается на найденный порт в порядке очередности — COM2, COM1, что исключает необходимость задания номера порта в командной строке DOS или другими способами во встраиваемых системах. В основном цикле программы символ, считанный с клавиатуры, передается в линию. Если считан расширенный код, то передаются два байта, причем нулевой байт заменяется на 0FFh, что обусловлено использованием нулевого байта в качестве заполнителя при отсутствии активности линии в qnx/linux/unix-системах. Символ, принятый с линии, выводится на экран средствами VideoBIOS в подпрограмме cputb в коде ASCII или HEX, в зависимости от состояния младшего разряда ячейки Swt, изменением при нажатии Ctrl-X. Выход из программы осуществляется по нажатию клавиш Ctrl-A.

Для получения объектного кода используется последовательность команд bat-файла, вызывающая программы препроцессора salut_tk.com, ассемблера tasm.exe и удаляющая промежуточный файл mtty.asm, оставляя выходные файлы ассемблера mtty.obj и mtty.lst (табл. 2).

После завершения трансляции промежуточный файл не нужен, т. к. если в программе имелись ошибки, анализу подвергается не выход препроцессора mtty.asm, а исходный текст или листинг mtty.lst (в табл. 3 показаны начальный и конечный фрагменты).

Сравнение суммарного объема исходных тестов и объема выходных файлов (mtty.asm — 210 строк, mtty.lst — 177 активных строк, что меньше, чем у mtty.asm, т. к. содержимое файла salut.equ не включается в листинг по директиве %no!ist) показывает, что применение препроцессора позволяет повысить «уровень» ассемблерных программ как отношение числа строк к числу процессорных команд в 3-4 раза, что соизмеримо с таким языком программирования как PL/M [4].

Алгоритм работы препроцессора, текст которого написан на языке программирования C (см. далее), достаточно прост, если не тривиален.

После поиска переменной окружения SALUT, открытия входного и результирующего файлов осуществляется построчное преобразование входного текста функцией _salut(). В ней признак комментариев — двойная

Таблица 2

```
@echo off
rem Компиляция mtty
salut_tk.com mtty.slt mtty.asm
tasm.exe mtty.asm, mtty.obj, mtty.lst /n /q /t /z /zn
del mtty.asm
```

Таблица 3

Turbo Assembler	Version 3.0	23/06/04 11:16:02
mtty.a		
1		; mtty.slt - MicroTerminal (TK) miM 2004
2		;; INCLUDE:
3		; salut.equ
4		.8086
5	0000	.model TINY
6	0000	.code
7		org 100h
8		; Сообщим (TK)
9	0100 BE 0204r	Start: lea si,msg
10	0103 E8 00CA	call cputs
11		; установим es=BIOSegment
...		
171	0237 2D 70 6F 72 74 20 6E+	ser db '-port not found!?'0
172	6F 74 20 66 6F 75 6E+	
173	64 21 3F 5D 00	
174	024A 03F8	AUX dw 3F8h
175	024C 03FD	STS dw 3FDh
176	024E 0000	Swt dw 0
177		end Start

дробная черта «//» заменяется на точку с запятой «;», последующий текст строки без изменений выводится в результирующий файл. Начало строки, оставшееся после вывода комментариев, передается на обработку включаемого файла функцией `_include()`, в которой возможен рекурсивный вызов функции `_salut()`. Если в обрабатываемой строке нет директивы «`#include`», функция `_include()` возвращает ненулевой результат и обработка строки продолжается в функции `_salut()`. При этом удаляются пробелы и управляющие символы табуляции и др. Литералы — символы, заключенные в одинарные кавычки (HEX-код символа 0x27), — выводятся без преобразований, точка с запятой «;» заменяется на символы новой строки «`\n`».

Функция `_include()` формирует путь поиска включаемого файла, открывает его и рекурсивно передает на обработку функции `_salut()`. Возвращаемое нулевое значение исключает из дальнейшей обработки блок `if( _include(buf) ) { }` вызывающей функции `_salut()` (табл. 4).

Программа `salut_tk.c` транслировалась в Turbo C v 2.0, TURBO C++ v 1.0, BORLAND C++ v 3.1 модели памяти `tiny`. Исполняемый файл `salut_tk.com` и другие файлы, описанные в статье, размещены на сайте журнала по адресу <http://www.dian.ru/programms/index.html> в архиве 2004_10_Korov.

В заключение приведем настройки файловых оболочек VC, Far, используемые автором для работы в DOS и Windows. Для работы в DOS исходный файл имеет расширение `slt`, файл расширений `vc.ext` для файлового менеджера Volkov Commander, доступ к которому осуществляется по командам `F9 → Options → eXtention file edit`, содержит раздел, создающий `com`-файл (табл. 5).

Файловые ассоциации Far, вызываемые `F9 → Commands → File associations`, настраиваются на расширения `slt`, `slk` и `slw` для компиляции DOS-программ, создания Win32Console или Win32API-приложений с помощью соответствующих `bat`-файлов (табл. 6).

Многолетняя эксплуатация SALUT_TK при программировании компьютеров и микроконтроллеров различных платформ и архитектур показала, что описанный препроцессор может служить хорошим инструментом для программистов, пишущих на C_and_Asm, «Си без Си» и на Asm_без_C, у которых часто возникает вопрос — как писать на ассемблере в строчку [2, 5, 6]?

Таблица 4

```
/* salut_tk.c - Assembler's Preprocessor v1.2 (TK) 1994-2000 */

#include<dos.h>
#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>
#include<conio.h>
#include<string.h>
#include<process.h>

FILE dst; char Salut=NULL; /* Файл результата, env SALUT */
Void _salut(FILE *src); int _include(char *str); /* Прототипы функций */

void main (int argc, char *argv[], char *env[]) {
    FILE *src; int i=-1;

    clrscr(); cputs(" Salut_TK v 1.2 (TK) 1994-2000\n"); /* Сообщим (TK) */
    while( env[++i] != NULL ) /* Поиск env SALUT */
        if( memicmp(env[i],»SALUT=»,6) == 0 ) { Salut=env[i]+6; break; }
    if( Salut != NULL ) /* В конце пути */
        if(»(Salut+»strien(Salut)-1)»!=»\») strcat(Salut,»\»); /* » обязательно */

    if(argc < 3 ) /* Обработка ком. строки */
        { cputs(" usage: salut_tk <Source/slt> <Dest/asm>\n"); exit(-1); } /* Вых.файл? */
    if( (src=fopen(argv[1],»rt») == NULL ) /* Открытие рабочих файлов */
        { cputs(" Can't open Source file\n"); exit(-1); } /* ошибка открытия источника */
    if( (dst=fopen(argv[2],»wt») == NULL )
        { cputs(" Can't open Dest file\n"); exit(-1); } /* ошибка открытия результата */

    _salut(src); /* Обработка входного файла */

    if( ferror(dst) ) exit(-1); else fclose(dst); cputs("O'k\n"); exit(0); /* Завершение */
}

void _salut (FILE *src) /* Обработка вх. файла */
{ char s, buf[256], *ptr; int i, ien, cmd;

    while( fgets(buf,256,src) != NULL ) { /* Цикл по строкам */
        if( (ptr=strstr(buf,»//») != NULL ) /* преобразуем «//» */
            { *ptr='\0'; fputc(';',dst); fputs(ptr+2,dst); } /* в стандартное ';' */
        if( _include(buf) ) /* есть include-файл? */
            ien=strien(buf); cmd=0; /* - нет, работаем */
            for(i=0; i<len; i++) /* вдоль строки */
                if( (buf[i]<'!' && cmd==0) ; /* пропуск 0 - 0x20 */
                    else /* вошли в */
                        { cmd=1; /* тело команды */
                            if( buf[i] == 0x27 ) /* выведем строку */
                                do { fputc(buf[i],dst); i++; } while( buf[i] != 0x27 ); /* литералов */
                            if( buf[i] == ';' ) { buf[i]='\n'; cmd=0; } /* конец команды */
                            fputc(buf[i],dst); /* выведем символ */
                        }
            } fclose(src); /* Закроем файл */
        }

    int _include (char *str) /* Обработка include-файла */
    { char *ptr=NULL, Slit[256]; FILE *src;

        strcpy(Slit,Salut); /* Копируем env SALUT */
        if( memicmp(str,»#INCLUDE»,8) == 0 ) /* Ищем директиву */
            { if( (ptr=strchr(str,»») != NULL ) *strchr(++ptr,»») = 0; /* Путь - текущий каталог */
                else if( (ptr=strchr(str,»<») != NULL ) /* Путь - SALUT+fname */
                    { *strchr(++ptr,»>») = 0; if(Salut != NULL) ptr=strcat(Slit,ptr); }
            }
        if( ptr != NULL ) /* Открытие include-файла */
            { if( (src=fopen(ptr,»rt») == NULL ) /* ошибка открытия */
                { cputs(" Can't open include file: "); cputs(ptr); exit(0); }
                fputs(";; INCLUDE:\n",dst); _salut(src); return 0; /* Обработка include-файла */
            } else return -1; /* Нет директивы #include */
        }
    }
}
```

Таблица 5

```
sit: @salut tk !.l !.a > nul
@tasm.exe !.a, !.o, !.l /n /q /t /z /zn
@tlink.exe !.o, !.com, !.2, d:\csc&a.lib /m /n /t
@del !.a > nul
@del !.o > nul
@del !.2 > nul
```

Таблица 6

```

@echo off
rem slt_far.bat – Компиляция для DOS
salut_tk %1.slt %1.a
tasm.exe %1.a, %1.o, %1.1 /n /q /t /z /zn
echo .
tlink.exe %1.o, %1.com, %1.2 /m /n /t
rem tlink.exe %1.o, %1.exe, %1.2 /m /n
echo ..
del %1.a > nul
del %1.o > nul
del %1.2 > nul
echo ...
pause > nul

@echo off
rem sltcon32.bat – Win32Console
salut_tk %1.slk %1.a
tasm32.exe /ml /n %1.a, %1.obj, %1.1
tlink32.exe /Tpe /ap /c /x %1.obj, %1.exe
echo .
del %1.a > nul
del %1.obj > nul

@echo off
rem sltwin32.bat – Win32API
salut_tk %1.slw %1.a
tasm32.exe /ml /n %1.a, %1.obj, %1.1
tlink32.exe /Tpe /aa /c /x %1.obj, %1.exe
del %1.a > nul
del %1.obj > nul

```

ЛИТЕРАТУРА:

1. А. А. Жучков. Система подготовки и отладки телекоммуникационного интерфейса ЭВМ Искра-226. Методические материалы по ППП, вып. 28 — М: МЦНТИ, 1985, с.100—133.
2. Serge Vetroff. «Как писать на masm в строчку». 14. 05. 2001. <http://www.assembler.ru>
3. Л. Скэнлон. Программирование на языке ассемблера IBM PC и XT. — М: Радио и связь, 1991, с. 336.
4. Э. М. Пройдаков. Использование макроопределений в языке PL/M. МПСиС, 1988, вып. 6, с. 25—27.
5. «Си без Си» (с) Bill 2004 <http://www.saxara.ru>
6. А. Бордачев. «Макросы first и second»: 12. 09. 1993. <http://www.assembler.ru>

Анатолий Коровин,
г. Челябинск

Linux плюс Windows

Эта статья не является руководством по установке ОС Linux. Несмотря на то, что изложенных инструкций практически достаточно для проведения этой операции, статья ни в коем случае не заменяет чтения специальной литературы, документации и общения в сетевых конференциях. Цель статьи — помочь пользователю начать освоение Linux и помочь сформулировать вопросы, знание ответов на которые необходимо для эффективной работы с этой операционной системой. Профессионалов просьба не беспокоить.

Итак, имеется достаточно средняя машина (Pentium II или Pentium III, жесткий диск 256 Мбайт ОЗУ, 40 Гбайт), на ней установлена ОС Windows NT/2000/XP. Требуется установить ОС Linux. Рассмотрим процедуру установки этой операционной системы в дополнение к имеющейся. Эта задача несколько сложнее, но она поможет лучше разобраться в особенностях устройства компьютера вообще и операционной системы Linux в частности. Установку рассмотрим на примере дистрибутивов Red Hat 8.0 и ASP Linux 9.2, который создан на основе Red Hat (в ASP несколько лучше реализована поддержка русского языка). Эти дистрибутивы достаточно широко распространены и поддерживаются многими производителями программного обеспечения.

ПОДГОТОВКА К УСТАНОВКЕ

Перед тем, как приступить к установке операционной системы Linux на компьютер, особенно если на нем уже установлена другая операционная система, необходимо ответить на ряд существенных вопросов. Во-первых, планируется ли сохранить существующую операционную систему? Если да, то сколько места на жестком диске выделить под каждую из них? И

самое интересное — каким образом осуществлять загрузку? Рассмотрим эти вопросы по порядку.

Загрузчик. Запуск операционной системы при включении компьютера обеспечивается программой-загрузчиком. Она состоит из двух частей. Первичный загрузчик расположен в MBR — основной загрузочной записи жесткого диска. Он передает управление на вторичный загрузчик — основную часть, которая расположена на одном из разделов жесткого диска. Такой раздел называется активным. Желательно (а в случае старых версий BIOS обязательно), чтобы активный раздел располагался в начале адресного пространства диска.

Если Linux устанавливается вместе с Windows, возможны три варианта — воспользоваться штатным загрузчиком Linux (LILO или GRUB), загрузчиком Windows (NT Loader) или продукцией третьих фирм (например, Acronis OS Selector). У каждого варианта есть свои особенности. В случае использования штатного загрузчика Linux или OS Selector может возникнуть необходимость создавать специальный загрузочный раздел в начале жесткого диска. NT Loader, скорее всего, и так расположен на первом разделе, но потребует его дополнительная настройка.

Проще всего, пожалуй, воспользоваться штатным загрузчиком Linux. Этот вариант удобен тем, что действия при установке будут сведены к минимуму — программа установки все сделает за вас. Впрочем, выделение загрузочного раздела в любом случае лишним не будет.

Диск. Для установки Linux необходимо выделить несколько разделов на жестком диске. Подробное описание топологии жесткого диска можно найти в соответствующей литературе, а также в инструкции по установке Red Hat Linux Installation Guide в приложении Е. Важно знать, что каждый физический жесткий диск может быть разбит на четыре первичных (primary) раздела, причем в случае необходимости в последнем первичном разделе можно выделить несколько разделов логических (logical), в этом случае он (четвертый первичный) будет называться расширенным (extended).

В терминах Linux каждый физический жесткий диск и каждый раздел имеют свои обозначения:

- жесткие диски с интерфейсом IDE обозначаются буквой в зависимости от подключения (hda — primary master, hdb — primary slave, hdc — secondary master, hdd — secondary slave);
- разделы на диске обозначаются цифрами — hda1, hda2, hda3 — первичные разделы диска hda; hda4 — первичный/расширенный раздел; hda5, hda6 и т. д. — логические разделы;
- файловая структура Linux представляет собой дерево каталогов, монтирующихся к корневому каталогу, как показано на рис. 1. Каждый из них может представлять собой

отдельный раздел и располагаться на любом из жестких дисков (для определенности будем считать, что работаем с одним диском).



Рис. 1

Как минимум, надо выделить корневой раздел или точку монтирования каталогов (обозначается /) и раздел подкачки (/swap). Для большей надежности можно предусмотреть отдельный раздел под каталог пользовательских данных (/home), но тогда следует точно знать, сколько на жестком диске потребуется места. Если Linux будет работать на одном жестком диске с другой операционной системой, то может оказаться необходимым выделение раздела /boot в начале диска. Выделение разделов под прочие каталоги возможно и зачастую весьма полезно, но в таком случае необходимо четко представлять, зачем это нужно и сколько места выделять.

Разбивка диска. Программы для подготовки дисков входят в любой дистрибутив Linux, но удобнее воспользоваться специализированной программой, например PowerQuest PartitionMagic (начиная с седьмой версии) или Acronis Partition Expert. Их преимущество — корректная работа с файловой системой NTFS. Итак, уменьшаем (resize) имеющиеся разделы Windows со стороны старших адресов, перемещая их при необходимости к началу диска, чтобы они располагались вплотную друг к другу. На оставшемся месте создаем два раздела с файловой системой Linux, а также раздел Linux swap. Теперь уменьшаем раздел Windows еще на 100 Мбайт, на этот раз со стороны младших адресов, как показано на рис. 2. На освободившемся месте создаем еще один раздел Linux — он и будет загрузочным. Тут же сделаем его активным.

Выбор файловой системы для разделов Linux — отдельный вопрос. Но в общем случае вполне подойдут обычные Ext2 или Ext3. Последняя надежнее, но

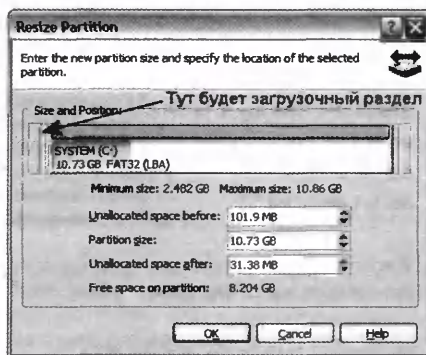


Рис. 2

медленнее, Впрочем, на современных машинах это незаметно. Что касается объема, то раздел /swap рекомендуется делать равным удвоенному объему оперативной памяти. Объем разделов / и /home следует выбирать, исходя из имеющегося объема дискового пространства и примерных потребностей. Во всяком случае, объем корневого раздела не должен быть менее 2 Гбайт, причем без учета дополнительных программ. Под пользовательские данные можно отвести 1...2 Гбайт.

УСТАНОВКА

Вначале программа-установщик попросит ответить на ряд вопросов, касающихся выбора языка, раскладки клавиатуры и типа мыши. При выборе типа установки следует указать пункт «Выборочная установка» («Custom»).

В Red Hat здесь же настраиваются сетевые подключения (в ASP Linux все то же самое производится позже). Можно выбрать сетевую карту, способ получения IP-адреса и т. д. Для настройки сети лучше обратиться к системному администратору. Если сеть использовать не предполагается, достаточно отменить активацию сетевой карты при запуске.

Далее установщик предложит произвести разметку диска. Если диск уже размечен, здесь потребуется только указать, какому разделу Linux соответствует каждый раздел на жестком диске.

Один из вариантов разбиения диска приведен в табл. 1. Разумеется, объемы разделов варьируются в зависимости от конкретных надобностей. Эти цифры ни в коей мере нельзя рассматривать как рекомендуемые.

Таблица 1

Раздел	Объем	Комментарии
hda 1	100 Мб	/boot — загрузочный (активный)
hda 2	19,9 Гб	раздел Windows (FAT или NTFS)
hda 3	15 Гб	/ — корневой
hda 4	5 Гб = 4,5 Гб + 512 Мб	расширенный, содержит 2 логических диска (hda 4 и hda 5)
hda 5	4,5 Гб	/home — домашний каталог пользователя
hda 6	512 Мб	/swap — раздел подкачки

В Red Hat автоматическое распределение места на диске допускает ручную коррекцию, так что этот вариант можно рекомендовать и тем, кто предпочитает полностью контролировать процесс установки. В таком случае можно выбрать и автоматическое распределение, указав использование имеющихся в Linux разделов.

Выбор компонентов и загрузчика.

При выборе пакетов (пакет — комплект файлов одной программы) вполне можно воспользоваться предусмотренными производителем наборами — стандартным или полным. В случае необходимости всегда можно установить недостающие файлы, а также удалить ненужные. При ручной корректировке набора пакетов необходимо знать, что некоторые пакеты требуют установки других пакетов, но такого рода зависимости отслеживаются автоматически, и программа установки сама предложит установить необходимое.

Перед тем, как приступить к копированию, следует все еще раз проверить. Изменения в структуре диска производятся непосредственно перед копированием файлов — здесь еще можно что-то изменить.

Установка загрузчика в разных дистрибутивах производится по-разному. В ASP Linux выбор происходит сразу после копирования файлов, в Red Hat — непосредственно перед копированием. Если предполагается использование загрузчика Linux, то его надо установить в MBR. Следует обязательно убедиться, что программа установки обнаружила уже установленную операционную систему и включить ее в список доступных. Выбор загрузчика значения не имеет, можно оставить предлагаемый по умолчанию. LILO проверен временем и лучше документирован, GRUB предлагает более широкие возможности по настройке. ASP Loader неплохо работает с несколькими системами.

Первые настройки. В настройках видеоподсистемы есть существенный момент — требуется указать частоты развертки монитора. Если монитор не определен сам и отсутствует в списке, то не следует выбирать монитор, который похож на имеющийся. Если нет

возможности уточнить частоту (приводится в документации на монитор), лучше согласиться на то, что предлагает система. В настройках режима можно выбрать графический или текстовый вход в систему. Текстовый вход рекомендуется, если на предыдущих этапах возникли проблемы, например, с определением оборудования.

Ответственная часть процедуры установки — выбор пароля администратора (root, он же суперпользователь, superuser). Пароль должен содержать не менее шести символов (лучше не менее восьми), при этом не должен представлять собой словарное слово, имя, день рождения и т. д. Лучше избегать применения только букв или цифр, а использовать их вместе.

Помимо администратора здесь же можно создать еще одного пользователя для повседневной работы, а правами администратора пользоваться только для настройки системы. Постоянное использование прав администратора крайне нежелательно — можно случайно внести в систему изменения, которые приведут к ее неработоспособности.

ПОСЛЕ УСТАНОВКИ

Основные инструменты. Итак, если был выбран графический вход в систему, после загрузки на экране появляется диалог входа в нее. Меню в нижней части экрана позволяет выбрать язык интерфейса и графическую среду (KDE или GNOME). Интерфейс напоминает Windows — те же окна, иконки и то же главное меню. Большинство утилит настройки можно найти в разделе «Система» (System tools). Для установки или удаления пакетов можно воспользоваться одноименной (в английской версии — Package Management Tool) утилитой (в разделе «Системные параметры» главного меню).

Но наиболее удобным, а зачастую и единственно доступным средством настройки (да и не только) системы является консоль. В графическом режиме можно вызвать ее в окне (пункт «Терминал») в главном меню, в GNOME можно вызвать из контекстного меню, вызываемого при нажатии правой клавиши мыши.

Рассмотрим применение консоли на примере включения графического входа в систему. Итак, система загружена в текстовом режиме, на экране присутствует приглашение ввести имя и пароль. Необходимо войти в систему с правами администратора (root). Появится приглашение вида:

```
[root@localhost root]#
```

Введя команду startx мы запустим графический сервер Xfree86 и графическую среду (по умолчанию GNOME). Если загрузка прошла без проблем, система работает с требуемыми параметрами, то можно включить графический вход.

Запустим терминал. В ответ на уже знакомое приглашение введем mc. Запустится Midnight Commander — консольный файловый менеджер. Перейдем к файлу /etc/inittab. В нем есть строки вида

```
...
#       5 - X11
#       6 - reboot (Do NOT set initde-
#         fault to this)
#
id:3:initdefault:
...
```

Это выбор так называемого уровня загрузки системы по умолчанию. Как видно из комментария (обозначается #), графическая среда (X11) запускается при пятом уровне, а у нас стоит id:3. Исправляем, сохраняем файл, перезагружаем — работает.

Информация. Разумеется, проводить такие действия нельзя, не имея четкого представления о том, что и как надо делать. Поэтому, прежде всего надо научиться искать ответы на свои вопросы.

Традиционный источник информации — man pages, набор подробнейших инструкций по командам и утилитам. Вызываются они командой man тема. В качестве темы — та команда, по которой нужно получить справку. Например, справка по команде man вызывается так — man man. Есть похожий справочный инструмент — info, он отличается под-

держкой гипертекста и применяется аналогично.

Если требуется справка не по конкретной команде, а по тому, как что-то сделать, то ее скорее всего, можно будет найти в виде документа Howto. Это достаточно подробные инструкции, пишутся в произвольной форме. Найти их можно по слову howto или HOWTO в названии файла.

Однако главный источник информации — Интернет. Там есть вся документация и конференции, в которых можно задать вопрос специалистам (лучше, конечно, сначала попробовать найти ответ самому).

Литература, сайты, форумы. Книг существует огромное число, из них можно порекомендовать «Linux для пользователя» В. Костромина (доступна в Интернете по адресу <http://rus-Linux.net/> и «Инсталляция linux и первые шаги» М. Уэлша. Периодики, к сожалению, рекомендовать сложно, т. к. статьи, как правило, посвящены достаточно узким вопросам.

Из сетевых ресурсов можно порекомендовать www.linux.org — «родной» сайт сообщества Linux. Разумеется, не следует забывать про сайты разработчиков дистрибутивов — www.redhat.com, www.asplinux.ru. Там можно найти подробную документацию, а также скачать сами дистрибутивы. Для начинающих будет интересен форум на www.linuxshop.ru/linuxbegin. Стоит упомянуть также www.opennet.ru, linuxcenter.ru и linuxnews.ru. Не стесняйтесь задавать вопросы в конференциях, пользуйтесь поисковыми машинами и, главное, помните — правильно поставленный вопрос уже содержит половину ответа.

Константин Бочаров,
г. Москва

НОВОСТИ ОТ «АГУССОФТ КОМПАНИ»

Фирма Hobbs (Honeywell) разработала недорогие реле давления. Данные компоненты можно разделить на два подкласса — выключатели давления и вакуумные выключатели. Доступны следующие серии:

- Серия 3000. Диапазон от 5 до 100 psi и 4...22" Hg. Тип нормально открытый. Экономичная серия.
- Серия 5000. Диапазон от 0,5 до 150 psi и 1,1...22" Hg. Тип: нормально открытый, нормально закрытый. Оптимальное соотношение цена/качество.
- Серия 5000 для большого давления. Диапазон от 200 до 1000 psi. Тип: нормально открытый, нормально закрытый.
- Серия IV. Диапазон от 1 до 70 psi и 2...22" Hg. Тип: нормально открытый, нормально закрытый и нормально закрытый/нормально открытый в одном корпусе. Компактный корпус.
- Серия V для сверхбольших давлений. Диапазон от 35 до 3000 psi Тип: нормально открытый, нормально закрытый и нормально закрытый/нормально открытый в одном корпусе

Возможен заказ образцов.

Отладочная плата для S7600A

В статье приведена принципиальная схема отладочной платы микросхемы S7600A для шины ISA компьютера, совместимого с IBM PC, а также примеры подпрограмм для ввода и вывода данных.

Микросхема S7600A предназначена для разгрузки микропроцессорных систем при реализации обмена по протоколам TCP/IP Client, TCP/IP Server, UDP.

S7600A имеет два порта передачи данных:

- для связи с микропроцессором;
- для связи с модемом.

Микросхема имеет очень низкое потребление и малые габариты. Максимальная тактовая частота микросхемы — 5 МГц. Одновременно аппаратно поддерживаются два сокета, буфер объемом до 10 кбайт.

S7600A поддерживает обмен с различными типами микропроцессоров, совместимыми с платформами Intel и Motorola. Обмен данными с микропроцессором может производиться как по восьмиразрядной параллельной, так и по последовательной шинам данных.

В качестве модема можно использовать обычный телефонный модем, модемы GSM или GPRS, а также сотовые телефоны, имеющие встроенный модем.

Отладочная плата предназначена, в основном, для отладки на компьютерах IBM PC, имеющих шину ISA, про-

грамм, которые в дальнейшем могут быть использованы в микропроцессорных системах.

С точки зрения подключения к сети микросхема состоит из трех микропроцессоров, все они имеют разные адреса регистров программирования режимов и ввода/вывода данных. Первое устройство поддерживает обмен с модемом по стандартному COM-порту. Управление модемом выполняет пользовательская программа с использованием AT-команд.

Второе устройство управляет подключением к сети по телефонной линии, используя протокол «точка-точка». Провайдеру передается login и parole в соответствующем формате.

Третье устройство поддерживает аппаратно два сокета и реализует обмен пакетами по сети. За формирование пакетов отвечает пользовательское программное обеспечение. В распоряжение программиста предоставляется буфер с последовательным вводом и выводом данных.

Во всех трех устройствах развита система прерываний и флагов, позволяющая реализовать полностью автоматический обмен данными по сети.

Схема отладочной платы приведена на рис. 1.

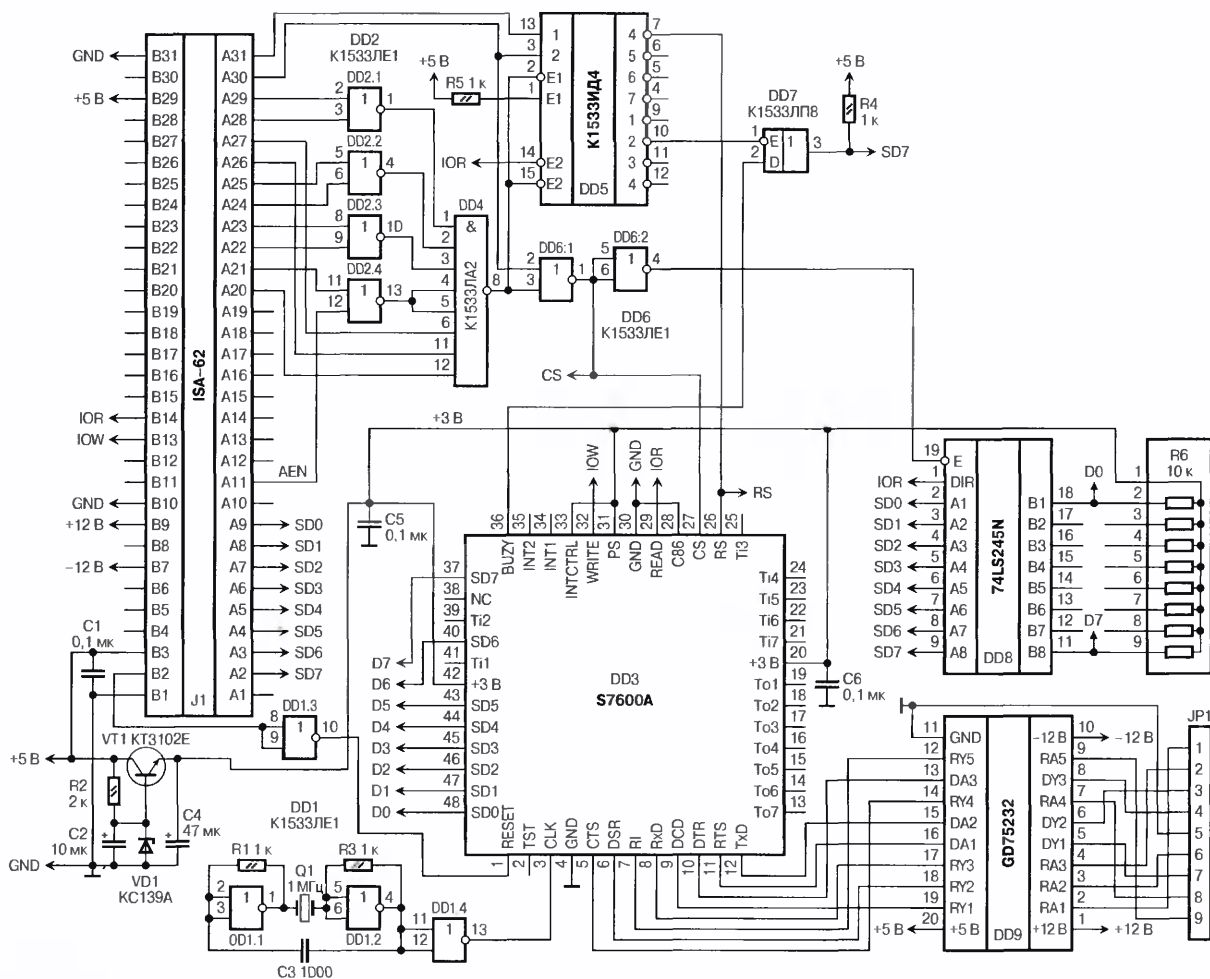


Рис. 1

С минимальными затратами ее можно собрать, используя плату портов от компьютера XT/AT. На этих платах обычно уже установлена микросхема 74ALS245N, все остальные необходимо выпаять. Разъем порта принтера можно использовать для подключения модема. Все печатные проводники на плате удаляют (кроме проводников питания +5 В и GND). В свободные места устанавливают указанные на рис. 1 микросхемы и затем проводом МГТФ выполняется монтаж. Для распайки S7600A изготавливается переходная плата размером 20...25 мм из односторонне фольгированного стеклотекстолита. С каждой стороны по краю платы нитрозамалью рисуют по 12 контактных площадок, затем плату травят. В центр платы помещают S7600A, ее можно приклеить на расплавленную канифоль. Тонким луженым проводником (от многожильного провода) соединяют контактные площадки и выводы микросхемы. Для этой операции потребуется увеличительное стекло и очень тонкое жало паяльника. После распайки проводников на плату наносят эпоксидный клей, он не должен попасть на выводы микросхемы и контакты платы. После затвердевания клея к контактам припаивают провод МГТФ. Схематически конструкция переходной платы показана на рис. 2.

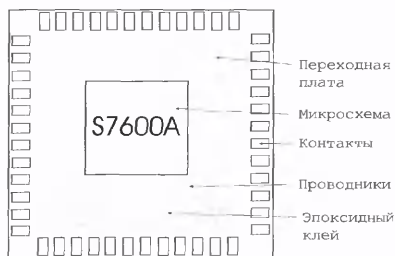


Рис. 2

После сборки отладочной платы добавляются, чтобы дешифрация входных сигналов ADR, AEN, IOW, IOR, поступающих с шины ISA, происходила в соответствии с табл. 1.

Таблица 1

—	Записать ADR	Читать ADR	Записать Data	Читать Data	Читать BUSY
ADR	0x0430	0x0430	0x0431	0x0431	0x0432
AEN	0	0	0	0	0
IOW	0	1	0	1	1
IOR	1	0	1	0	0
CS	1	1	1	1	0
RS	0	0	1	1	1

С принципами работы шины ISA можно ознакомиться в [1] или [2].

S7600A используется в режиме x80 Family MPU Mode, описание режима дано в [3].

Ниже приведены подпрограммы чтения и записи байта данных в микросхему S7600A.

```

/* write(S7600A) */
void write( BYTE addr, BYTE data ) {
    BYTE bsy;
    do{ bsy = inp(PORT_BSY) & 0x80; } while (bsy == 0);
    outp( PORT_A, addr );
    outp( PORT_D, data );
    while(!bsy){ bsy=inp(PORT_BSY) & 0x80; }
}

/* read(S7600A) */
BYTE read ( BYTE addr ) {
    BYTE bsy;
    do{ bsy=inp(PORT_BSY) & 0x80; } while(bsy == 0);
    outp( PORT_A, addr );
    inp( PORT_A );
    while(!bsy){ bsy=inp(PORT_BSY) & 0x80; }
    return(inp( PORT_D ));
}

```

В данном примере значения переменных PORT_A = 0x0430; PORT_D = 0x0431; PORT_BSY = 0x0432.

После того, как отладочная плата будет выполнять операции по обмену данными с S7600A, можно приступать к освоению управления модемом. Модем подключают к разъему платы. В [4] в файле Sample Program находится текст программы (на языке C) для выполнения соединения с провайдером через удаленное модемное соединение. Начните отладку с подпрограммы DialUp, она программирует скорость обмена и проверяет наличие модема.

В указанном примере есть все необходимые программы вплоть до подключения к сети по протоколу PPP. Для отправки электронной почты необходимо дополнить указанные тексты подпрограммами передачи и приема данных по протоколам TCP/IP и SMTP. В Интернете предлагается большое число бесплатных программ такого типа, в том числе и для S7600A.

Лев Грязин,
г. Йошкар-Ола

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ю. В. Новиков, О. А. Калашиников, С. Э. Гуляев. Разработка устройств сопряжения для персонального компьютера типа IBM PC. — М.: ЭКОМ., 1998 — 224 с.
2. М. Гук. Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия. — С.-Пб.: Питер, 2000.
3. S7600A. Hardware Specification. Seiko Instruments Inc.
4. <http://www.seiko-usa-ecd.com/index.html>

CD-ROM С ЖУРНАЛОМ «СХЕМОТЕХНИКА»

Редакция готовит CD-ROM с полным содержанием журнала «Схемотехника» за 2000—2002 г. Кроме него на диске будет записано программное обеспечение к статьям, опубликованным за все время существования журнала, и годовое содержание в формате Excel за то же время.

Рассылку диска редакция предполагает начать с февраля 2005 г. Вы можете подписать-

ся на CD-ROM заранее, переводя на расчетный счет редакции стоимость диска с пересылкой — 150 руб. Реквизиты редакции указаны на последней странице журнала. Не забудьте прислать нам по факсу, обычной или электронной почте копию квитанции об оплате с указанием полного адреса с индексом.

Второй домашний компьютер

Многим из нас приходится пользоваться компьютером не только на работе, но и дома. И если на работе все оптимизировано для выполнения служебных задач, поэтому, как правило, работает стабильно и быстро, то дома есть и другие пользователи, которые «перетягивают одеяло на себя». В результате их ошибочных действий, прогулок в Интернете, особенно по сомнительным сайтам, общения в ICQ, установки новых игр и программ, как правило, очень быстро система начинает кишеть вирусами-червями, работает медленно, а то и вовсе перестает загружаться. Ваши личные бесценные данные могут оказаться потерянными, восстановить их, как правило, сложно, долго и дорого. Поэтому вашему вниманию предлагается несложное и недорогое решение этой проблемы.

Дело в том, что ко мне нередко обращаются друзья, зачастую во внеурочное время — поздно вечером, когда им нужно оформить дома какие-либо документы, поработать с бухгалтерской программой и пр. Внезапно выясняется, что данные потеряны, операционная система не загружается. Как обычно, дома никто не признается в содеянном, а в результате — моя и хозяйина бессонная ночь в попытках восстановить данные и систему, в худшем случае — потеря данных и выгодных клиентов.

Как бороться с этим злом? Есть несколько решений.

- Запретить пользоваться семье компьютером, все закрыть и опечатать. Думаю, это худший и самый неэффективный вариант. Не для того покупали компьютер.
- Приобрести и установить второй системный блок, монитор, принтер, сканер и пр. Очень хорошее решение, к сожалению, в городской квартире не всегда можно найти площадь для второго рабочего места, да и стоит такой комплект около \$1000, а иногда и дороже.
- Приобрести ноутбук, неплохое решение, но удобство пользования им оставляет желать лучшего, да и стоимость его, как правило, весьма высока.
- Воспользоваться устройством Mobile Rack — это съемная кассета, с жестким диском внутри, позволяющая очень быстро устанавливать и снимать жесткий диск с вашей системой и данными. Очень неплохое решение, жесткий диск можно снимать, уходя на работу, и даже брать его с собой и продолжать с ним работать, если в вашем компьютере на работе установлена такая же кассетница. Есть только

два небольших недостатка — современные жесткие диски весьма сильно нагреваются при работе, а перегрев может быстро вывести их из строя. Корпус же Mobile Rack выполнен обычно из пластмассы, вентилятор, который иногда установлен внутри, очень мал и неэффективен. Кроме того, для работы дома желательно иметь возможность отключить основной жесткий диск внутри системного блока, так как именно через него возможно проникновение вирусов. Отключение в BIOS обычно не помогает, так как современные версии Windows легко находят такие диски и получают доступ к их содержимому. Как их все-таки выключить — об этом ниже.

- Установить внешнее устройство для жестких дисков, функционально аналогичное Mobile Rack, но с интерфейсом USB 2.0 или FireWire. К сожалению, пока они дороги, недостаточно распространены, работают только с самыми современными версиями операционных систем и новейшими системными блоками компьютеров. Кроме того, остается проблема отключения жесткого диска внутри системного блока компьютера.
- Наконец, вашему вниманию предлагается следующее решение. Приобрести и установить в домашний системный блок компьютера еще один жесткий диск. Кроме того, и в этом случае, коммутировать жесткие диски подачей и снятием напряжения питания.

Рассмотрим подробнее предлагаемый вариант. Кстати, очень странно, что автор, читая журналы компьютерной тематики, каждый день посещающая в Интернете сайты, посвященные модернизации компьютерного железа,

ни разу не встретил ничего подобного, может быть, надо получить патент?

Итак, надо приобрести новый жесткий диск, подключить его к шине IDE, лучше как Master Secondary, временно отключить старый жесткий диск. Если есть RAID-контроллер, интегрированный в системную (материнскую плату) или дополнительный, работающий через шину PCI, лучше воспользоваться им. Далее установить на новый жесткий диск операционную систему. После этого можно оценить работоспособность данной идеи в целом. Для этого надо поочередно отключить четырехпроводную фишку питания от старого и нового жесткого диска. То есть сначала надо загрузить систему со старого жесткого диска. К новому жесткому диску шлейф IDE должен быть подключен, а питание отключено. Потом снять фишку питания со старого жесткого диска и подключить к новому. Шлейфы IDE при этом не трогать. Операционная система должна загружаться с любого диска. Возможно, в BIOS придется указать порядок загрузки, например, A, C, D, (у автора C, A, SCSI). Возможно, придется найти правильное распределение устройств, подключенных к шинам IDE. Ввиду большого разнообразия компьютерного железа существуют проблемы с совместимостью, но они маловероятны. Здесь действуют обычные правила — не покупать самые дешевые изделия, жесткие диски лучше использовать одной фирмы-изготовителя, пользоваться процессорами Intel и системными (материнскими) платами, собранными на чипсетах фирмы Intel. Кстати, прочтите как-нибудь на досуге любое лицензионное соглашение к программе, например, фирмы Microsoft. Отдавая свои деньги, порой немалые (сотни, а то и тысячи долларов), вы получаете программный продукт и... фактически никаких гарантий, фирма не отвечает за любые убытки и проблемы. Поэтому автор тоже не хочет брать на себя никаких обязательств. В худшем случае, даже если у вас ничего не получится, вы получите дополнительный жесткий диск, который никогда лишним не бывает.

Предупреждение. При любом изменении конфигурации компьютера (установке и снятии устройств, подключении и отключении шлейфов и разъемов), он должен быть обязательно выключен. Сетевой разъем питания должен быть вынут из системного блока (так как блок питания формата ATX продолжает работать и после отключе-

Honeywell **ПЛАТОН** www.honeywell.ru

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ ОТ ВЕДУЩИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

**МЛ ДАТЧИКИ
ДЛЯ АВТОЭЛЕКТРОНИКИ**

- 6...250 атмосфер
- Измерения в системах пневмотормозов, топливоподачи и гидросистемах
- Виброустойчивость, защита IP65
- Полная калибровка и термокомпенсация
- Защита от переплюсовки питания
- Встроенная схема усиления выходного сигнала



Москва, ул. Ивана Фр. зав. д. 40, стр. 2
Тел./ф. ак: (095) 73-75-909

Почта: 121351, Москва, а/я 100
E-mail: honeywell@platon.ru

Logitech
MAXIM
SPCOS
IXOR
MITSUBISHI
PHILIPS
Infineon
ANALOG DEVICES
VISHAY
maRata
ANALOG
CRYDOM
DACA MOTOR
Kingbright

АВЕРОН® 746AE270174

**ЭЛЕКТРОННЫЕ
МОДУЛИ
ДЛЯ РАЗРАБОТКИ
И ПРОИЗВОДСТВА**

- МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ И ПРОГРАММАТОРЫ
 - модули MICROCHIP (DIP, SOIC, TOFP)
 - программаторы-отладчики MICROCHIP ...
- ИНТЕРФЕЙСЫ ОБМЕНА ДАННЫМИ
 - интерфейсы CAN/LIN/USB
 - адаптеры интерфейсов AMn, 433 МГц ...
- ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ
 - импульсные AC/DC до 50/100 Вт
 - сетевые фильтры ...
- ДРАЙВЕРЫ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ
 - электронные ключи AC
 - драйверы, интерфейс двигателя ...
- ДАТЧИКИ И ИЗМЕРИТЕЛИ
 - ускорения и положения
 - температуры и влажности ...

620102, ЕКАТЕРИНБУРГ
ул. ЧКАЛОВА, 3
ТЕЛ./ФАКС: (343) 223-70-38
HTTP://WWW.AVERON.RU
E-MAIL: IC@AVERON.RU



Администрация города Набережные Челны
Выставочное предприятие «ЭКСПО-КАМА»

**ЭКСПО-КАМА ЧЕЛНЫ
ПРОМЫШЛЕННЫЙ САЛОН
2005**

7-9 сентября

EXPO
КАМА
ВЫСТАВОЧНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ



Тел./Факс: (8552) 34-67-53
51-81-25

<http://www.expokama.ru>
e-mail: info@expokama.ru

ния компьютера кнопкой на передней панели), далее необходимо выждать не менее пяти секунд для разряда конденсаторов. Затем прикоснуться рукой к неокрашенной металлической конструкции системного блока (для снятия статического заряда). И только после этого можно производить манипуляции в системном блоке. Кроме того, предлагаемое решение не испытывалось с жесткими дисками формата Serial ATA и жесткими дисками объемом более 120 Гбайт. Недопустимо подавать и снимать питание с жестких дисков при работающем компьютере.

Итак, у нас есть два жестких диска с установленными и работающими операционными системами. Очевидно, что подключать к ним и отключать питание при вскрытом системном блоке крайне неудобно. Поэтому нам потребуется установить один или несколько переключателей, а также изготовить специальные переходники для питания жестких дисков. Питание с жестких дисков необходимо будет снять и подать его через переходники, устройство которых описано ниже.

Далее возможно несколько вариантов исполнения в зависимости от условий использования компьютера.

Вариант первый. Выключатели вынесены на переднюю панель системного блока и врезаны в пластмассовую заглушку отсека дисководов гибких магнитных дисков формата 3,5", как показано на рис. 1.



Рис. 1

Третий выключатель используется для включения дополнительных вентиляторов, справа — гнездо 6,3 мм для наушников.

Как правило, этот отсек не используется, в корпусе не делается никаких доработок, которые могли бы привести к нарушению гарантии. Появляется возможность включать любой из жестких дисков, оба жестких диска, выключить оба диска. У автора используется именно такой вариант. Первый диск — основной, рабочий. Второй служит для экспериментов — на нем устанавливаются новые операционные

системы, проверяются новые программы, проводятся опыты по разгону процессора, памяти. В случае краха, который рано или поздно неминуем при таких экспериментах, имеется специальный загрузочный компакт-диск, позволяющий полностью восстановить всю систему и несколько десятков установленных программ за считанные минуты. Это продлевает жизнь основного диска, позволяет предохранять операционную систему от засорения реестра и без опаски испытывать сотни программ и утилит. Режим включения обоих жестких дисков возможен и удобен для быстрого переноса данных объемом в несколько гигабайт, причем в BIOS можно сделать любой из дисков загрузочным. Меньшие объемы лучше переносить с помощью CD-RW, USB flash-drive. Пользоваться дискетами при наличии USB flash-drive, учитывая низкую надежность и объем дискет, неразумно. Режим, когда оба жестких диска выключены, тоже бывает удобен при наличии Mobile Rack, когда надо, например, реанимировать чужой жесткий диск. Вероятность случайного повреждения своих жестких дисков сильнодействующими программами-реаниматорами при этом равна нулю.

Данный вариант наиболее удобен и функционален, однако годится только там, где нет малолетних неразумных пользователей, которые ради забавы или просто по глупости щелкали бы этими выключателями в процессе работы. Это обязательно приведет если не к поломке жесткого диска, то к потере данных наверняка. Именно для таких случаев испытан следующий вариант.

Вариант второй. Переключатель вынесен на переднюю панель системного блока, но его ручка снята, поэтому ребенок не сможет им воспользоваться. Поставив ручку на место, вы получите возможность коммутировать диски. Для установки переключателя используется свободная пластмассовая заглушка формата 5,25". Внешний вид



Рис. 2

после доработки с установленной и снятой ручкой показан на рис. 2 и 3.



Рис. 3

При этом диски могут работать только по очереди. Это сделано сознательно. У моих подопечных взрослые дети любят «сидеть в Интернете» и общаться в ICQ. В результате недавно после одного такого общения было поражено вирусами более 2000 файлов. Второй диск с бухгалтерией при этом не пострадал.

Вариант третий. Переключатель установлен скрытно, например, на задней панели компьютера. Обычно там есть технологические отверстия и отверстия для дополнительных вентиляторов, поэтому сверлить корпус не потребуется. Это может помочь от любознательных школьных друзей ваших детей. Возможен вариант с замком-выключателем.

Теперь об изготовлении устройства. Приобретаются два или три переходника для подключения вентилятора процессора Pentium или аналогичные (можно без вентилятора, т. к. он не нужен). Внешний вид переходника с вентилятором показан на рис. 4.



Рис. 4

Тонкие провода от вентилятора отрезаются, а желтый и красный провод (+12 В и +5 В) переходника перерезаются и с помощью удлиняющих проводов подсоединяются к выключателям. Соединения должны обеспечивать надежный контакт, скрутка проводов недопустима.

Принципиальная схема для первого и второго варианта показана на рис. 5 и 6 соответственно.

Выключатели можно применить практически любого типа. Ток пот-

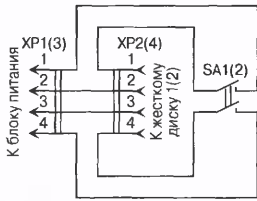


Рис. 5

ребления жесткого диска по цепи питания +12 В и +5 В обычно не превышает 1...2 А. Поскольку включать и выключать жесткий диск при работе

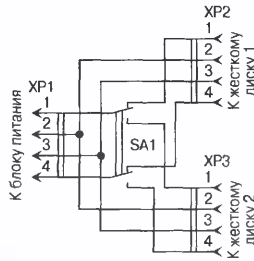


Рис. 6

компьютера никто не будет, прерывания тока контактами выключателя

и искрения не происходит, поэтому требования к выключателям минимальны. Эксплуатация различных вариантов данного устройства в течение трех лет на нескольких компьютерах показала его надежность и удобство.

Сергей Белов,
г. Москва

Медицинский термометр

Устройство предназначено для измерения температуры тела человека или животного с точностью 0,1 °С. Применяемые для этой цели ртутные термометры требуют аккуратного обращения с ними, поскольку при падении они могут разбиться и создать угрозу для здоровья человека. Кроме того, людям с плохим зрением трудно различить показания такого термометра. Предлагаемый прибор безопасен и имеет легко читаемую цифровую шкалу. Если измеряемая температура равна или больше 37 °С, включается светодиод.

Устройство состоит из датчика температуры DS18B20, микроконтроллера PIC16F628 и жидкокристаллического индикатора MT-10S1-1G.

Программируемый датчик температуры DS18B20 может измерять температуру с четырьмя уровнями точности — 0,5; 0,25; 0,125 и 0,0625 °С при максимальном времени измерения соответственно 93,75; 187,5; 375 и 750 мс. Необходимая точность преобразования температуры задается установкой регистра конфигурации при инициализации датчика. В данном термометре измерение выполняется с точностью 0,0625 °С, а на индикацию выводится значение, округленное до 0,1 °С.

Погрешность измерения температуры датчиком температуры в диапазоне -10...+85 °С составляет 0,5 °С, поэтому в устройстве предусмотрено введение коррекции со знаком. В результате в интервале температур +10...+40 °С абсолютная погрешность термодатчика составляет -0,2...+0,1 °С.

Алгоритм работы программы микроконтроллера показан на рис. 1.

После инициализации микроконтроллера выполняется инициализация ЖК-дисплея и вывод на индикатор значений регистров индикации. Далее выполняется инициализация датчика DS18B20 и посылается команда на начало измерения. После необходимой для преобразования паузы, равной 750 мс, принимаются два байта информации. Первые четыре принятых

бита содержат значение долей градуса, поделенное на 0,0625 В. В следующих восьми битах — целые градусы, а в остальных четырех битах — знак температуры.

Вводится поправка со знаком, выделяются десятые доли градусов и целая часть. Если измеренное значение больше или равно 37 °С, то включается светодиод. Далее сравниваются

регистры измеренной температуры и сохраненной. При равенстве целых частей сравниваются десятые доли. Если измеренное значение температуры больше сохраненной, оно сохраняется и перекодируется в двоично-десятичный код.

Проверяется состояние кнопки «Сброс». Если кнопка нажата, то обнуляются регистры значений температуры, регистр сохранения и сбрасывается флаг светодиода. Новые значения температуры перезаписываются в регистры индикации, и выполняется индикация. Далее программа выполняет новый цикл измерения.

Схема термометра показана на рис. 2. Резистором R3 устанавливают необходимую контрастность изображения на дисплее. При подключении вывода 13 индикатора HG1 к минусу питания контрастность максимальна, а при свободном выводе — минимальна. При уменьшении напряжения питания контрастность понижается. В зависимости от типа применяемого светодиода подбирают резистор R1 так, чтобы его свечение при мигании было хорошо заметно.

Печатная плата не разрабатывалась, а микроконтроллер установлен на макетной плате шириной 31 мм. Плату крепят винтом к торцу индикатора.

Светодиод HL1 красного цвета диаметром 3 мм можно заменить любым

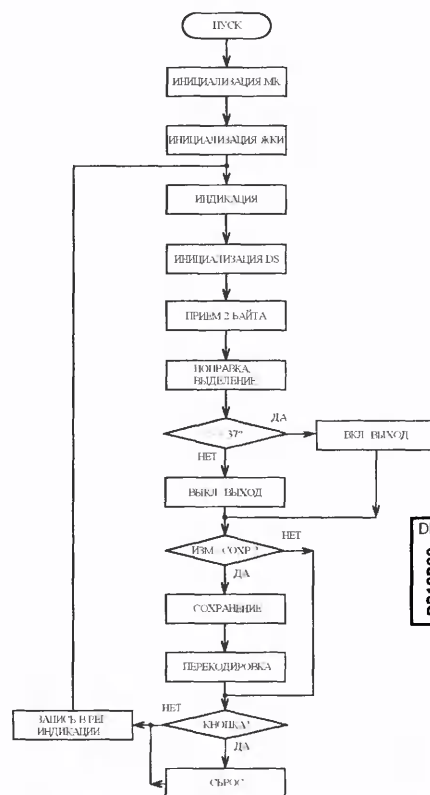


Рис. 1

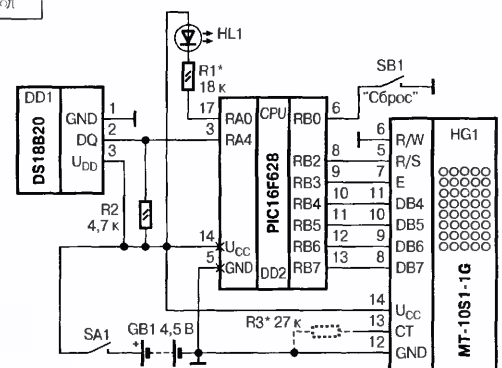


Рис. 2

Зарядно-питающий блок для портативных устройств

В настоящее время портативные приборы функционируют, как правило, от внутренней аккумуляторной батареи и от внешнего источника питания (сетевого адаптера). Для удобства в эксплуатации современные портативные приборы должны обеспечивать эффективную зарядку своей аккумуляторной батареи. В данной статье приведен вариант реализации зарядно-питающего блока для таких устройств.

Описываемый блок был разработан для портативной системы сбора и обработки информации с электрохимических датчиков. Основные требования, которые предъявлялись к блоку, следующие:

- малые размеры;
- работа от сетевого адаптера 5 В, 0,5 А или трех Ni-Cd (Ni-MH) аккумуляторов;
- обеспечение зарядки аккумуляторной батареи в течение 5...6 ч;
- тестирование батареи перед зарядкой (проверка уровня заряженности);
- возможность контролирования процесса зарядки.

Упрощенная структурная схема прибора с зарядно-питающим блоком представлена на рис. 1.

Прибор в зависимости от команд оператора осуществляет измерение отклика, получаемого в результате подачи на датчик управляющего воздействия, предварительную обработку полученной информации, сохранение информации в энергонезависимой памяти, контроль текущего заряда батареи, передачу данных в ЭВМ и др.

Для более точной обработки проведенных измерений устройство может подключаться к ЭВМ, где строятся графики и реализуется более сложная математическая обработка этих измерений. Связь с ЭВМ реализуется через последовательный интерфейс RS-232C.

Пользование данным прибором зачастую производится в местах, где нет доступа к электрической сети. В этом случае питание устройства осуществляется от аккумуляторной батареи. Во время ожидания команды оператора устройство периодически производит измерение напряжения аккумуляторной батареи. Если это напряжение окажется меньше допустимого (3,1 В), оператор информируется о необходимости проведения зарядки батареи. Для зарядки оператор подключает прибор к сети через

сетевой адаптер и дает соответствующую команду. Однокристальный микроконтроллер отправляет запрос на заряд микроконтроллеру зарядно-питающего блока ATtiny15L, который и управляет зарядным процессом. Необходимо отметить, что во время зарядки батареи устройство может выполнять свои основные функции от сетевого адаптера. Принципиальная схема зарядно-питающего блока показана на рис. 2.

Так как питание функциональных модулей прибора (таких как АЦП, ЖКИ, нормирующих усилителей и др.) осуществляется от стабилизированного источника питания +5 В, в блоке для этой цели используется ступенчатый повышающий DC-DC стабилизатор на микросхеме MAX756 фирмы Maxim. Эта микросхема может работать при входном напряжении 0,7...5,5 В и преобразовывать его в 5 или 3,3 В. Типовой КПД преобразования для полной загрузки (при токе 200 мА) превышает 87 %, максимальная частота преобразования составляет 500 кГц. Микросхема имеет встроенный детектор разрядки батареи (LBI/LBO), которой срабатывает при входном напряжении менее 1,25 В. В устройстве данный детектор не используется, т. к. его функции выполняет микроконтроллер. Микросхема включена по типовой схеме, рекомендованной фирмой-разработчиком.

Питание на устройство поступает при замыкании цепи выключателем S1 Power. При подаче напряжения от адаптера оно через диод Шоттки VD3 поступает на вход, при этом диод VD2 закрывается, чем обеспечивается отключение аккумуляторной батареи. При отключении адаптера питание устройства осуществляется от аккумуляторной батареи GB1 через диод VD2.

Зарядная часть блока реализована на микроконтроллере ATtiny15L фирмы Atmel. ATtiny15L является

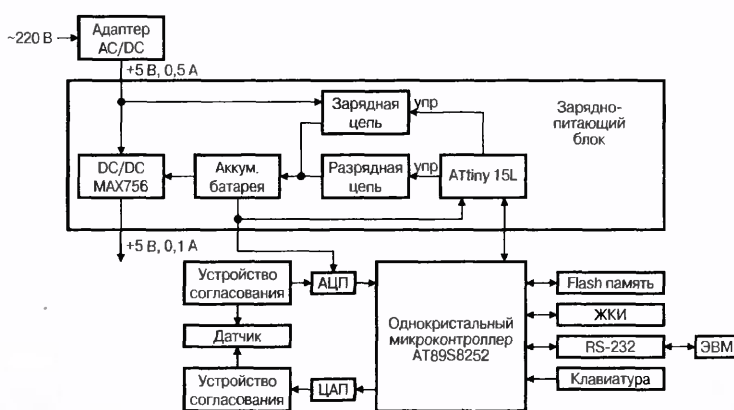


Рис. 1

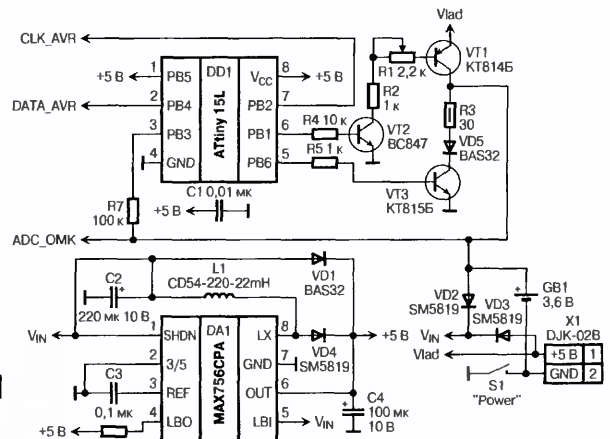


Рис. 2

восьмиразрядным AVR микроконтроллером с RISC архитектурой, низким уровнем энергопотребления, Flash-памятью объемом 1 Кбайт, EEPROM 64 байт, двумя восьмиразрядными универсальными таймерами/счетчиками, четырехканальным десятиразрядным АЦП. Микроконтроллер поставляется в корпусе DIP или SO с восемью выводами.

На данный микроконтроллер возлагаются функции управления разрядно-зарядными цепями, пересылки по запросу в центральный микроконтроллер информации о состоянии заряда и отсчета времени зарядки батареи. При осуществлении запроса центрального микроконтроллера на зарядку аккумуляторной батареи микроконтроллер ATtiny15L производит тестирование батареи под нагрузкой (R3). Это тестирование необходимо для проверки степени разряженности батареи. Нагрузочная цепь включается в результате появления лог. 1 на линии порта PB6 микроконтроллера. При этом открывается ключ на VT3, который и подключает нагрузку R3 к аккумуляторной батарее. Через заданное время происходит измерение напряжения нагруженной батареи с помощью встроенного АЦП, подключенного к линии PB3. Микроконтроллер производит сравнение этого напряжения с пороговым значением. Если сравниваемое напряжение меньше порогового, микроконтроллер включает зарядную цепь на заранее установленное время. Зарядная цепь активируется лог. 1 на линии порта PB1, открывающим ключ на транзисторе VT2. Этот ключ подключает к базовой цепи зарядного транзистора VT1 резисторы R1 и R2. С помощью R1 при настройке зарядно-питающего блока устанавливается номинальный ток зарядки аккумуляторной батареи GB1 (около 400 мА). Транзистор VT1 работает в режиме генератора тока, что обеспечивает стабильный ток зарядки на протяжении практически всего цикла. Однако при приближении напряжения на аккумуляторной батарее к напряжению адаптера (5 В) ток несколько снижается, что уменьшает вероятность выхода из строя батареи из-за перезарядки.

Программа для микроконтроллера ATtiny15L написана на языке C с использованием компилятора ICCTiny 6.11 фирмы ImageCraft. Программа представлена ниже.

```
#include <iotiny15.h>
#include "macros.h"
#define Dcharon()          asm("sbi 0x18,0")
#define Dcharoff()         asm("cbi 0x18,0")
#define charge_off()       asm("cbi 0x18,1")
#define charge_on()        asm("sbi 0x18,1")

#pragma interrupt_handler extInt0:2
unsigned char mode,loops;
unsigned int counter;
void extInt0()
{unsigned char voltageH,voltageL;
 unsigned char count;
  CLI();GIMSK=0;
  //-----проверка на заряд-----
  if ((mode==0)|(mode==2)) {Dcharon();
    count=100;// пауза - 16.4 сек
    while (count!=0) {TIMSK=0;TCNT0=0;TCCR0=5;

    //предел 1024 (0.00064сек)

    while (!(TIFR&2));//~ 0.164 сек
```

```
TIFR=0xFF;count--;}
  ADCSR |=0x40; //АЦП
  while (ADCSR&64);//ацп закончено
  ADCSR &=~0x40;
  voltageL=ADCL;
  voltageH=ADCH;
  voltageH&=3;
  Dcharoff();
  //если напряжение >0.49(т.е. батарея есть)
  if (!(voltageH==0)&(voltageL<100)) {
  // если напряжение <3.125В включить заряд
  if (((voltageH<3)&(voltageL<128))|(voltageH<2))
  {
    mode=1;charge_on();} else {mode=2;}
    else {mode=3;} //батарея отсутствует
  }

  //-----проверка если уже заряжается-----
  if (mode==1) {voltageH=0x80;
                                     voltageL=loops;}
  //-----проверка если уже аккумулятор Зарядился или заря-
  //жен-----
  if (mode==2) {voltageH|=0x40;}
  //-----проверка если нету аккумулятор -----
  if (mode==3) {voltageH|=0xC0;}
  //-----

  count=0;
  while (!(PINB&4));
    while (count!=8) {
      voltageH<=1;
      while (!(PINB&4));
      if (SREG&1) {PORTB|=0x10;} else {PORTB&=~0x10;}

      count++;
      while (PINB&4);}

  while (count!=16) {
    voltageL<=1;
    while (!(PINB&4));
    if (SREG&1) {PORTB|=0x10;} else {PORTB&=~0x10;}

    count++;
    while (PINB&4);}

  count=0xff; while (count) {count--;} //пауза
  count=0xff; while (count) {count--;} //пауза
  count=0xff; while (count) {count--;} //пауза
  PORTB|=0x10;
  GIFR=0xff;//очистить флаги прерываний
}

void main()
{// настройка порта
  DDRA=0x13;PORTA=0xf4;
  //считываем калибр. коэф-т.
  EEAR = 0x3f;
  EECR |= 0x01;
  OSCCAL=EEDR;
  ADCSR = 0x86; //запустить ацп
  ADMUX = 0x02; //select adc input
```

```

mode=0;
TIMSK = 0x00;
EECR = 0x00;
MCUCR=0x22;
GIFR=0xff;          //очистить флаги прерываний
GIMSK = BIT(INT0);   //разрешить прерывания по INT0
SEI();
while (1) {
    loops=0xff; while (loops) {loops--;}    //пауза 640 us
    loops=200; //5.4 часа
    GIMSK = BIT(INT0); //разрешить прерывания по INT0
    if (mode==1){
        while (loops) { loops--;counter=600;
        while (counter!=0) {counter--; GIMSK = BIT(INT0);
        //разрешить прерывания по INT0
        TIMSK=0; TCNT0=0; TCCR0=5; //предделитель на 1024 (0.00064сек)
        while (!(TIFR&2)); //0.164 сек
        TIFR=0xFF; }}
        mode=2; charge_off(); }}}

```

В самом начале программы происходит настройка порта ввода/вывода микроконтроллера. После этого из внутренней EEPROM в регистр OSCCAL извлекается калибровочный коэффициент для настройки тактового RC-генератора. Встроенный RC-генератор калибруется на заводе-производителе на номинальную частоту 1,6 МГц, а калибровочный коэффициент записывается в сигнатуру микроконтроллера. Чтобы получить номинальную частоту тактирования, необходимо извлечь из сигнатуры контроллера калибровочный коэффициент и поместить его в последнюю ячейку EEPROM (0x3f). Это можно сделать в процессе прошивки программы в микроконтроллер. Для прошивки микроконтроллера удобно использовать весьма популярный в настоящее время программатор PonyProg2000 Version 2.06c (<http://www.LancOS.com>). Необходимо отметить, что если не учитывать этот калибровочный коэффициент, то в результате частота работы микроконтроллера может быть любой в диапазоне 0,8...1,8 МГц, что отрицательно скажется на установке времени зарядки.

Далее в программе происходит инициализация необходимых периферийных узлов микроконтроллера (АЦП, таймера, контроллера прерываний). После этого программа закичивается до тех пор, пока не возникнет прерывание INT0. Условием возникновения прерывания является переход напряжения на выводе PB2 из лог. 1 в лог. 0. В этом случае происходит переход на подпрограмму обслуживания данного прерывания «interrupt_handler extInt0:2». В данной подпрограмме в зависимости от текущего режима производится анализ уровня заряда батареи, включение зарядки, формирование и пересылка в центральный микроконтроллер информации о состоянии зарядного устройства. В табл. 1 показаны четыре режима работы устройства, в этой таблице x — разряды кода на напряжения измеренного АЦП микроконтроллера.

Если mode (номер режима) = 0, происходит включение разрядной цепи на время, равное 16,4 с и измеряется напряжение батареи. Если напряжение меньше 0,49 В, считается, что батарея отсутствует или сильно разряжена (переменной mode присваивается значение 3). Если напряжение батареи менее 3,125 В, включается режим зарядки батареи (mode = 1), иначе считается, что батарея заряжена (mode = 2).

После этих проверок формируются данные и они пересылаются в центральный микроконтроллер. Передача

Таблица 1

Режим	Описание	Передаваемые данные	Формат данных
0	Обращений от центрального микроконтроллера к зарядному устройству не было	—	—
1	Устройство находится в режиме зарядки	Время до окончания зарядки loops×98,4 сек	80h, loops
2	Батарея заряжена	Напряжение батареи	010000xx xxxxxxxx
3	Батарея отсутствует или сильно разряжена	Напряжение батареи	110000xx xxxxxxxx

данных осуществляется в последовательном формате по синхронизирующим импульсам от центрального микроконтроллера. На рис. 3 представлена диаграмма пересылки данных. Если обращение к зарядному устройству осуществляется во время зарядки батареи, то время после возникновения прерывания (20 с) необходимо уменьшить до единиц миллисекунд. Частота синхронизации передачи данных должна быть меньше 100 кГц. Выдержка в 20 с используется для ожидания конца тестирования батареи под нагрузкой с целью не допустить зарядку частично разряженной батареи (исключить эффект памяти батареи). Преамбула в начале посылки данных позволяет центральному микроконтроллеру идентифицировать данные и режим, в котором находится в данный момент времени зарядное устройство.

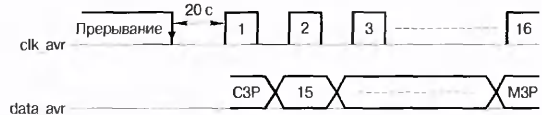


Рис. 3

По завершении пересылки происходит возвращение в основную подпрограмму, где осуществляется расчет времени, необходимого для зарядки батареи. По истечении данного времени процесс прекращается (mode = 2). Расчет времени ведется с возможностью возникновения прерывания INT0.

Данный блок позволяет улучшить удобство эксплуатации портативного устройства. Он не требует извлечения аккумуляторов для их зарядки либо использования дополнительных зарядных устройств. Кроме того, блок вырабатывает стабильное напряжение 5 В независимо от вида используемого источника электрической энергии (аккумуляторная батарея или адаптер). При этом процессы контроля заряженности батареи, ее зарядки, подключения источника электрической энергии автоматизированы.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.atmel.com>
2. А. Павлов. Блок питания для ручных приборов с применением микросхемы Maxim. — Схемотехника 2002, № 8, с. 10—13.
3. Д. Онышко, А. Журченко. Автоматическое разрядное устройство для Ni-MH и Ni-Cd аккумуляторов. — Схемотехника 2004, № 3, с. 4—6.

Дмитрий Онышко,
Александр Журченко,
г. Новочеркасск Ростовской обл.

Электронный ревербератор

Электронный ревербератор, который можно изготовить из набора «Мастер КИТ» NM2061, — несложное и надежное устройство обработки звука или речи. С его помощью можно придавать источнику звукового сигнала (например, фонограмме) эффекты «эха» или «объемного звука». В качестве источника можно использовать линейный выход звуковоспроизводящего устройства или микрофон. Ревербератор может послужить основой для самодельного усилителя-караоке. Устройство имеет небольшие габариты, малое потребление, его легко собрать и настроить.



Общий вид устройства представлен на рис. 1, принципиальная схема — на рис. 2.



Рис. 1

Технические характеристики:

Напряжение питания, В 9...12
Ток потребления, мА 20
Частотный диапазон, Гц 100...12000
Выходной сигнал, мВ (линейный выход) 250
Размеры печатной платы, мм 64×56

Ревербератор состоит из двух блоков: предусилителя и ревербератора.

Блок предусилителя выполнен на ОУ DA1 (LM4558 или LM358). Коэффициент усиления выбран около 40 дБ (определяется резисторами R10 и R7) в расчете работы предусилителя с микрофоном. Если в качестве источника сигнала используется линейный выход звуковоспроизводящего оборудования (250 мВ), рекомендуется снизить коэффициент усиления до 6 дБ, установив резистор R7 сопротивлением 22 кОм. Переменный резистор R11 предназначен для регулировки уровня сигнала, снимаемого с предусилителя. При использовании электретного микрофона переключатель SW1 необходимо замкнуть, а при использовании динамического микрофона — разомкнуть.

Блок ревербератора выполнен на базе специализированной микросхемы DA3 HT8970, состоящей из дельта-модулятора, необходимых фильтров, генератора и участка памяти

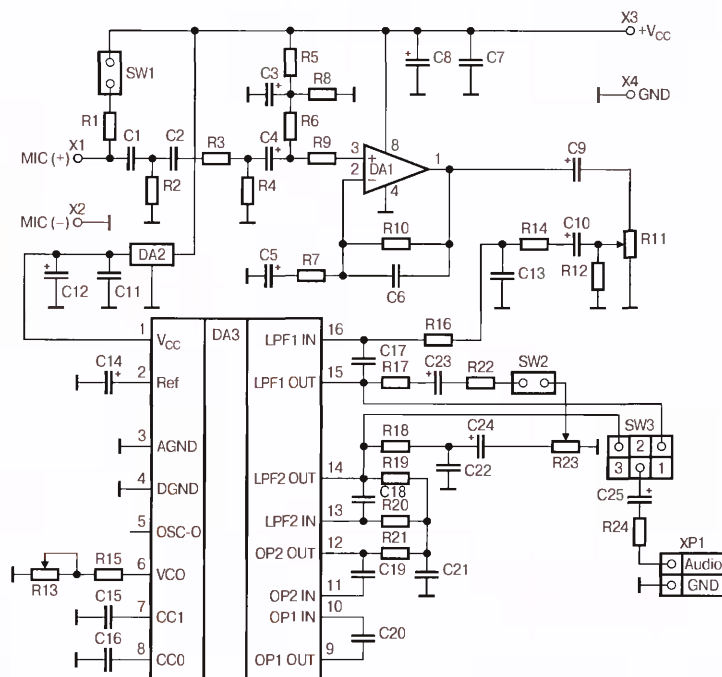


Рис. 2

емкостью 20 Кбайт и демодулятора. Микросхема может работать в одном из двух режимов — «эхо» (echo) или «объемный звук» (surround).

Для получения эффекта «эхо» необходимо установить все электронные компоненты согласно перечню и принципиальной схеме. Резистором R13 устанавливается время задержки эффекта «эхо», а R23 определяет глубину эффекта (глубина обратной связи). Переключатель SW2 необходимо замкнуть, а в переключателе SW3 установить джампер в положение 1—2.

Для реализации объемного звука переключатель SW2 необходимо разомкнуть, а в переключателе SW3 установить джампер в положение 2—3. В этом случае можно не устанавливать элементы C22—C24, R23 и R18. Резистором R13 устанавливается необходимая глубина эффекта.

Напряжение питания подают на контакты X3(+), X4(–), микрофон или другой источник сигнала подключают к X1(+), X2(–).

Устройство имеет стандартный линейный выход (разъем XP1 — типа

Таблица 1

Позиция	Наименование	Кол.
C1	0,47 мкФ	1
C2	0,68 мкФ	1
C3, C8, C12	220 мкФ/16...25 В	3
C4	1 мкФ/16...25 В	1
C5	22 мкФ/16...25 В	1
C6	39 пФ	1
C7, C11, C15, C16	0,1 мкФ	4
C9, C10, C14, C23	4,7 мкФ/16...25 В	4
C13	5600 пФ	1
C17, C18, C21	560 пФ	3
C19, C20	0,047	2
C22	0,033	1
C24, C25	10 мкФ/16...25 В	2
DA1	4558/358	1
DA2	78L05	1
DA3	HT8970	1
R1, R15, R16, R20	10 кОм	4
R2, R4, R5, R8, R24	4,7 кОм	5
R3, R9	1 кОм	2
R6, R10	47 кОм	2
R7	560 Ом	1
R11, R23	22 кОм	2
R12	100 кОм	1
R13	47 кОм	1
R14, R19, R21, R22	15 кОм	4
R17	12 кОм	1
R18	13 кОм	1
Микрофон электретный		1
Видеоразъем К 366G (RP-4)		1
Штыревой 2-контактный разъем PLS-40		2
Штыревой 3-контактный разъем PLS-40		1
Съемная перемычка (джампер)		3
Клеммный 2-контактный разъем ED500V-2*5		2

ARGUSSOFT

http://components.argussoft.ru
ЗАО "АГУССОФТ Компани" Департамент Микроэлектроники

ANALOG DEVICES

Экономичные Σ - Δ АЦП с минимальными токами



Корпус SSOP-24

- Шум 40 нВ (среднеквадратичное значение) при потреблении 400 мкА
- Задача отсчетов с частотой от 4 Гц до 500 Гц
- 2 дифференциальных каналов
- Очень хорошие цены

Хотите попробовать? Закажите бесплатные образцы у нас:

Москва Тел. (095) 217 2487, 217 2519 Факс (095) 216 6842 E-mail: components@argussoft.ru	Санкт-Петербург Тел. (812) 567 1867 Факс (812) 567 1649 E-mail: spb@argussoft.ru
Владимир Тел. (343) 378 3242 Факс (343) 378 3241 E-mail: vlad@argussoft.ru	Новосибирск Тел. (383) 22 1155 Факс (383) 22 4081 E-mail: nsk@argussoft.ru

Kingbright

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ ОТ ВЕДУЩИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

SMD цифровые индикаторы

- Полная замена цифровых выводных дисплеев Kingbright
- Легкость определения маркировки: добавляется КР к наименованию стандартного дисплея
- 8- и 16-сегментные индикаторы
- Высота знака от 5 до 14 мм
- Яркость до 55 мкА
- 1, 2, 3 и 4 разряда
- Цвет излучения: красный, желтый, зеленый, синий, белый

MAXIM, EPSON, TOSHIBA, PHILIPS, SAMSUNG, ANALOG DEVICES, VISHAY, MURATA, AMP, ST, DATA YUON, CRYDOM

Москва, ул. Малая Фрунз. о. д. 40, стр. 2
Тел./факс: (095) 73-75-999

Почта: 121351, Москва, а/я 100
E-mail: post@kingbright.ru

FORESIGHT COMPONENT

125315 г. Москва
ул. Балтийская д.15
офис 536

ПОСТАВКИ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

KEYSTONE	точные электронные соединительные компоненты и оборудование, установочные элементы.
герметичные встроенные полупроводниковые датчики давления и др.	metallux AG
GÜNTHER	твердотельные реле, высоковольтные реле, датчики движения, герконы и др.
герметичные свинцово-кислотные аккумуляторы серии CYCLON	EnerSys
EGE	точные электронные соединительные компоненты и оборудование, установочные элементы.
все типы светодиодов, световые, звуковые и графические индикаторы, фотосенсоры, панели подсветки и др.	

тел./факс (095) 974-2013
e-mail: sales@frs-c.ru www.frs-c.ru

ВСЁ ДЛЯ РЕМОНТА И РАЗРАБОТКИ

ПОЧТОЙ



По нашим каталогам Вы можете заказать, а мы доставим:

- Электронные компоненты, наборы и модули
- Контрольно-измерительную технику
- Техническую и справочную литературу по электронике и радиотехнике
- Радиомонтажный инструмент и полные оборудование
- Схемы и сервис-мануалы

Каталог на компакт-диске по заявкам предприятий высылается **БЕСПЛАТНО**.

Доставка осуществляется службами DHL, BIZPAK, Гарантпост, FedEx, почтой России, курьером (по Москве) и с проводниками поездов

DESSY
ПОЧТОВОЕ АГЕНТСТВО

107113, г. Москва, а/я 10, «DESSY»
Тел./факс: (095) 304-72-31
e-mail: katalog@dessy.ru
http://www.dessy.ru

МЫ РАБОТАЕМ ДЛЯ ВАС 10 ЛЕТ!

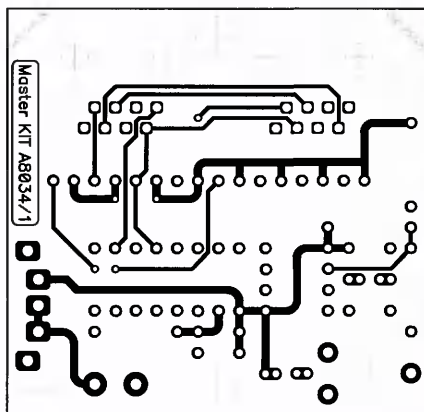


Рис. 3

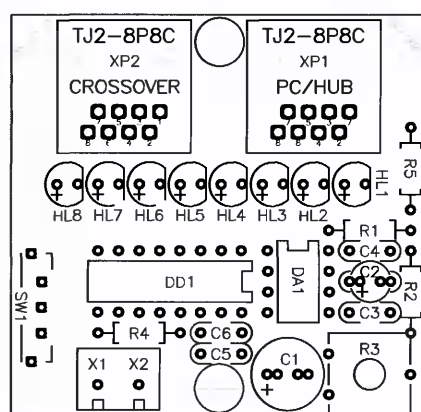
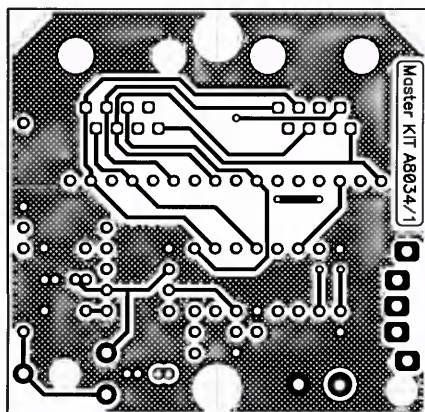


Рис. 4

«тюльпан»). К нему можно подключить, например, усилитель мощности или следующий каскад обработки сигнала.

Конструктивно ревербератор выполнен на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита с размерами 64х56 мм. Конструкция предусматривает установку платы в корпус, для этого на плате имеют-

ся монтажные отверстия под винты 2,5 мм.

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

Чертеж печатной платы приведен на рис. 3 и 4, перечень элементов — в табл. 1.

Правильно собранное устройство не требует настройки.

Юрий Садиков,
sadikov@masterkit.ru

АДРЕСА НЕКОТОРЫХ МАГАЗИНОВ, В КОТОРЫХ МОЖНО ПРИОБРЕСТИ ПРОДУКЦИЮ МАСТЕР КИТ И ЖУРНАЛЫ «СХЕМОТЕХНИКА»

РОССИЯ

Москва

«МитраКон», e-mail: mtk@mitracon.ru, www.mitracon.ru
3-й Павловский пер, д. 14/18, стр. 1. Тел: (095) 237-10-95. 237-11-29. Факс 959-96-32.
Проезд до ст. м. «Серпуховская», «Павелецкая», далее 10 мин. пешком.
«Чип и Дип», e-mail: sales@chipindustry.ru, http://www.chipindustry.ru
ул. Беговая, д. 2,
ул. Гиляровского, д. 39,
ул. Земляной Вал, д. 34,
ул. Космонавта Волкова, д. 10 (гарантийная мастерская), тел. 159-50-66.
Тел. единой справочной: розн. 780-95-09, опт. 780-95-00, факс 671-31-45.
«Царицыно», радиорынок, место 126.
Проезд до ст. метро «Царицыно», далее пешком 5 мин. Время работы: 9.00—16.00 без выходных.
«На Можайке», радиорынок, нав. 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.
«Радиолюбби», ул. 2-я Владимирская, д. 3, в помещении 123 о/с. Тел. (095) 305-69-11, e-mail: radiohobby@dessy.ru. Вторник—пятница: 10.00—18.00; суббота: 10.00—17.00. Выходные: воскресенье и понедельник.
Как добраться: 10...12 мин. от ст. метро «Перово» (выход из последнего вагона от центра), или автобусом 612 в сторону шоссе Энтузиастов (вторая остановка).
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: 3271@mail.ur.ru
ул. Малышева, д. 90. Тел: (3432) 56-48-36
Мурманск. «Радиоклуб», e-mail: rclub137@aspol.ru
ул. Папанина, 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. Черняховского, д. 3. Тел: (8652) 24-13-12, факс (8652) 24-23-15

Тольятти. «Радиодетали», e-mail: alexasa1@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: ic@mgk-yaroslav.com.ua. Тел.: (044) 234-02-50, 235-21-58, факс: (044) 235-04-91, ул. Ярослав Вал, 28, помещение сервисного центра «SAMSUNG»; рынок «Радиолучитель» (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 «Радиолучитель» (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 «Радиолучитель» (ул. Ушинского, 4), торговые места № 108, 109.

Одесса. «Радиодетали и наборы Мастер КИТ».
Радиорынок, место № 10, по воскресеньям с 8.00 до 14.00.

Таймер-выключатель на полевом транзисторе

Устройство представляет собой таймер, который выключает нагрузку через заданное время. Оно включается последовательно с нагрузкой, может коммутировать как активную, так и индуктивную нагрузку, не создает электромагнитных помех и запускается нажатием маломощной кнопки.

Предлагаются три варианта построения таймера. Схема простого таймера на полевом транзисторе показана на рис. 1.

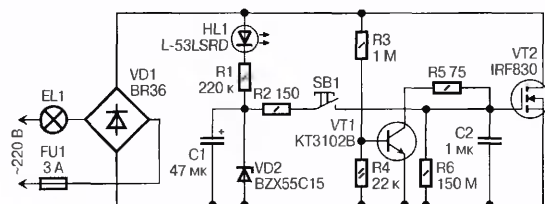


Рис. 1

Устройство включается последовательно с нагрузкой в сеть 220 В и работает следующим образом.

В исходном состоянии кнопка SB1 разомкнута, конденсаторы C1, C2 разряжены и напряжение затвор-исток полевого транзистора VT2 равно нулю. При подаче через нагрузку EL1 напряжения сети 220 В транзистор VT2 остается в закрытом состоянии, напряжение сток-исток этого транзистора представляет двухполупериодное выпрямленное диодным мостом VD1 напряжение сети. В результате протекания тока через резистор R1 и светодиод HL1 происходит зарядка конденсатора C1 до опорного напряжения стабилитрона VD2, которое равно 15 В. После зарядки конденсатора ток продолжает течь по цепи +VD1, HL1, R1, VD2, -VD1, светодиод, HL1 светится. При кратковременном нажатии на кнопку без фиксации SB1 происходит быстрая зарядка конденсатора C2 по цепи +C1, R2, SB1, C2, -C1. Резистор R2 ограничивает ток через контакты кнопки SB1. Время зарядки конденсатора C2 определяется постоянной времени цепочки R2C2 и составляет приблизительно 0,5 мс. При достижении напряжения на затворе транзистора VT2 порогового значения этот транзистор открывается и замыкает диодный мост VD1. Загорается осветительная лампа EL1, гаснет индикаторный светодиод HL1. Транзистор VT2 будет находиться в открытом состоянии до тех пор, пока напряжение на конденсаторе C2 не снизится до его порогового напряже-

ния. Время разрядки C2 определяется постоянной времени цепочки C2R6 и для номиналов, указанных на схеме, составляет около 3 мин. Транзистор VT1 служит для уменьшения времени закрывания транзистора VT2 и тем самым предотвращает его разогрев. В начале процесса закрывания транзистора VT2 на его стоке появляется напряжение, через делитель R3R4 поступающее на базу транзистора VT1, который открыва-

ется и через резистор R5 разряжает конденсатор C2. Процесс имеет лавинообразный характер, поскольку транзистор VT1 совместно с резисторами R3—R5 образуют цепь положительной обратной связи для транзистора VT2. Резистор R5 ограничивает ток через транзистор VT1. В результате закрывания транзистора VT2 прекращается ток через нагрузку, гаснет лампа EL1 и включается светодиод HL1. Устройство готово к повторному запуску.

Устройство, схема которого приведена на рис. 2, отличается от первого следующими дополнительными функциями:

- повторным нажатием кнопки SB1 можно отключать нагрузку, не дожидаясь автоматического выключения;
- имеется защита от перегрузки — при превышении тока нагрузки выше порогового значения происходит ее отключение.

Для реализации функции поочередного включения и выключения применена кнопка SB1 с переключающими контактами и диод VD3. При

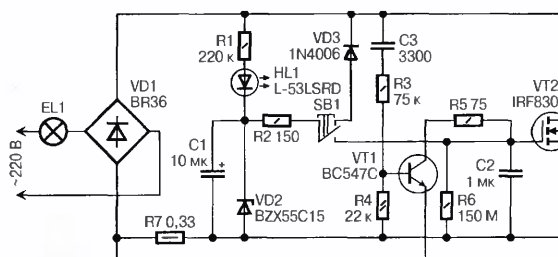


Рис. 2

первом нажатии кнопки SB1 нагрузка включается, после отпускания кнопки конденсатор C1 разряжается через резистор R2, нормально замкнутый контакт кнопки SB1, диод VD3 и открытый транзистор VT2. При повторном нажатии на кнопку SB1 времязадающий конденсатор C2 разряжается через резистор R2 на конденсатор C1, транзистор VT2 закрывается и нагрузка отключается. Конденсатор C1 заряжается до напряжения 15 В за время около 0,2 с, и устройство готово к обычному включению следующим нажатием кнопки SB1. Для защиты от перегрузки по току введен резистор R7, который является датчиком тока нагрузки, и напряжение с которого подается на переход база-эмиттер транзистора VT1. При напряжении на этом резисторе порядка 0,6 В транзистор VT1 открывается и через резистор R5 разряжает времязадающий конденсатор C2, в результате закрывается полевой транзистор VT2. Сопротивление этого резистора должно выбираться из соотношения $R7 = 0,6 / (3 \dots 4) I_H$, где I_H — номинальный ток нагрузки в амперах. Время задержки срабатывания защиты составляет около 2 мс. Таймер был испытан с лампой накаливания мощностью 100 Вт. При изменении напряжения сети в диапазоне 187...242 В нестабильность времени срабатывания не превысила 3 %, примерно такой же дрейф по времени был зафиксирован при изменении температуры окружающей среды в диапазоне +27...60 °С. Кроме того, было проведено измерение времени отключения без времязадающего резистора R6, это время при температуре окружающей среды +27 °С превысило двое суток. Из этого можно сделать вывод, что токи утечки времязадающего конденсатора C2 через затвор полевого транзистора VT2 и транзистор VT1 на три порядка меньше тока разрядки этого конденсатора через резистор R6 = 150 МОм.

Такая продолжительная работа устройства при отсутствии времязадающего резистора R6 позволяет использовать его в качестве простого выключателя нагрузки с защитой от перегрузки по току и маломощной кнопкой управления. В последнем варианте устройство прекрасно работает как от сети переменного, так и постоянного тока.

Для обеспечения плавного включения потребовалось введение еще одного конденсатора С5 в цепь затвора полевого транзистора VT2 (рис. 3).

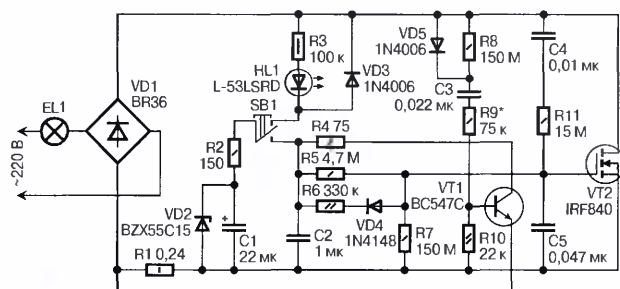


Рис. 3

Теперь при нажатии на кнопку SB1 основной времязадающий конденсатор C2 быстро заряжается до напряжения, близкого к напряжению на C1, а затем через резистор R5 плавно заряжается конденсатор C5 независимо от того, нажата или отпущена кнопка SB1. Однако обеспечить плавное включение удалось только после введения между стоком и затвором транзистора VT2 цепи отрицательной обратной связи R11C4. Кроме этого для блокировки во время плавного пуска положительной обратной связи, которая реализована с помощью цепи R9C3, введена цепь из резистора R8 и диода VD5. Эта цепь работает следующим образом — в исходном состоянии транзистор VT2 закрыт, светится индикатор HL1, конденсатор C3 через диод VD5 заряжается до максимального значения напряжения сети. При нажатии на кнопку SB1, как было описано выше, медленно заряжается конденсатор C5, полевой транзистор VT2 открывается, амплитуда напряжения на стоке этого транзистора уменьшается, в результате закрывается диод VD5, и теперь амплитуда импульсов, поступающих на базу транзистора VT1 через цепь R8C3R9, недостаточна для его открытия. Конденсатор C3 будет относительно медленно разряжаться через резистор R8 и открытый транзистор VT2. После разрядки C3 запирающее напряжение с диода VD5 снимается и цепь положительной обратной связи R9C3 готова к работе. Диод VD4 и резистор R6 уменьшают время выключения нагрузки. Для номиналов, указанных на рис. 3, время плавного включения составило 1 с, а время выключения — 0,2 с. Изменением емкости конденсатора C4 можно менять время плавного включения, а номиналом R6 — регулировать время выключения нагрузки. Плавное

включение продлевает срок службы ламп накаливания, а при управлении электродвигателями — уменьшает пусковые токи. Время выключения имеет существенное значение в последнем случае, когда нагрузка представляет собой значительную индуктивность и при быстром выключении между выводами сток-исток транзистора VT2 появляется значительный выброс напряжения, что может вывести его из строя. Если в качестве нагрузки используется лампа накаливания, то вместо резистора R6 можно поставить перемычку, чтобы до минимума уменьшить время выключения. Устройство было испытано с лампами накаливания мощностью от 25 до 200 Вт, а также с коллекторным электродвигателем переменного тока мощностью 150 Вт.

Для изготовления устройства по схеме, приведенной на рис. 3, могут быть использованы следующие детали. Конденсатор C1 — импортный оксидный на напряжение не менее 50 В. Остальные конденсаторы — пленочного типа с малыми токами утечки, например К73-17, конденсаторы C3, C4 на напряжение 630 В.

Резисторы R2—R6, R9, R10 — МЛТ, C2-23, C2-33, C1-4 указанной на рис. 3 мощности, резисторы R7, R8, R11 — высокоомные C3-13, C3-14, резистор R1 — проволочный КНП 1,0 Вт. В качестве SB1 применена миниатюрная кнопка без фиксации PSM100 (B170H). Диодный мост VD1 на напряжение не менее 600 В и ток, превышающий номинальный ток нагрузки не менее чем в три раза, например, KBPC106—110, BR36—310, KBL06, 07. Диод 1N4148 может быть заменен на КД521, КД522 с любым буквенным индексом. Вместо стабилизатора VD2 BZX55C15 на напряжение 15 В можно установить отечественный КС515А1. Светодиод HL1 — красного цвета свечения с малым рабочим током, например, L-53LSRD, L-53LID. Транзистор BC547C можно заменить на КТ3102В, КТ3102Г. Полевой транзистор VT2 IRF840 с максимальным

напряжением сток-исток 500 В, максимальным током стока 8 А и максимальной мощностью 125 Вт можно заменить на более мощный IRFP450. На транзистор установлен теплоотвод в виде алюминиевой пластины толщиной 2 мм и размером 20×30 мм. Поскольку во время плавного включения полевой транзистор работает в активном режиме и сопротивление сток-исток этого транзистора медленно изменяется от бесконечности до минимального значения, максимальная мощность, рассеиваемая этим транзистором, будет при равенстве сопротивлений сток-исток полевого транзистора и сопротивления активной нагрузки. Эта максимальная мощность будет равна $(U_C/2) \times (I_H/2) = P_H/4$. Поэтому в устройстве должен использоваться транзистор с максимальной мощностью не менее четверти мощности коммутируемой нагрузки. Если таймер коммутирует нагрузку мощностью не более 200 Вт, можно использовать полевые транзисторы BUZ90A ($P_{\text{МАКС}} = 75$ Вт), SSP6N60, КП707Б1—Е1.

Устройство собрано на печатной плате размером 50×50 мм (рис. 4).

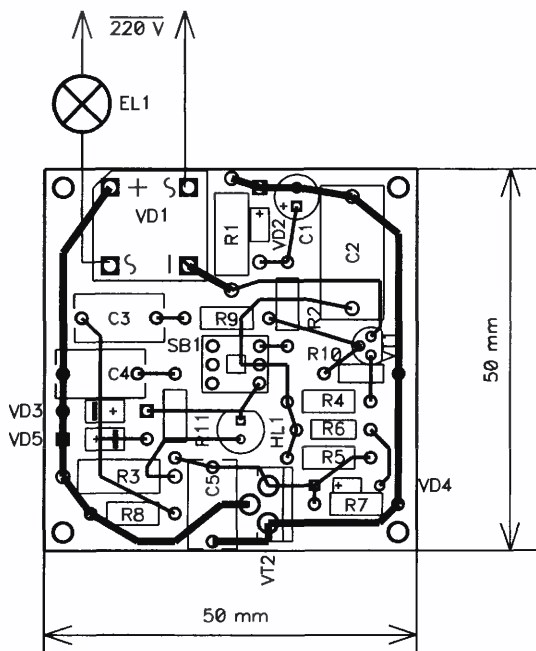


Рис. 4

Конденсатор C5 должен быть расположен вблизи транзистора VT2, его емкость должна быть как минимум на порядок меньше основной времязадающей емкости C2, но не слишком малой. Особое внимание следует уделить изоляции цепей, непосредственно связанных с затвором VT2, так как попадание токопроводящей пыли или влаги может

повлиять на время выдержки таймера. После монтажа плата должна быть тщательно промыта спиртом, хорошо высушена и внимательно проверена на правильность монтажа. Устройство не требует настройки. Единственно, что нужно проверить — это напряжение на нагрузке в момент ее выключения. Это напряжение должно быть меньше номинального на 10...15 В, в противном случае следует подобрать номинал резистора R9. Время выдержки зависит от номиналов конденсатора C2 и резистора R7 и, как указывалось выше, составляет примерно 3 мин. Для удлинения выдержки необходимо увеличить сопротивление резистора R7 или емкость конденсатора C2, однако пленочные конденсаторы большой

емкости достаточно громоздки, поэтому предпочтительнее увеличивать сопротивление резистора R7.

Таймер, схема которого приведена на рис. 3, выполняет те же функции, что и управляемое реле времени для светильника [3], но не создает помех, может работать как на активную, так и на индуктивную нагрузку, и имеет аварийное отключение при перегрузке. Кроме того, если удалить времязадающий резистор R7, то также, как и таймер, собранный по схеме на рис. 2, данное устройство можно использовать в качестве простого выключателя нагрузки с плавным включением и защитой от перегрузки.

Описанные выше таймеры на полевых транзисторах имеют некоторые недостатки по сравнению с устройствами на симисторах:

- меньший КПД, поскольку потери энергии имеют место не только на открытом полевом транзисторе, но и на диодном мосте;
- относительно небольшая мощность коммутируемой нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Б. Уильямс. Силовая электроника. Справочное пособие. Пер. с англ. — М.: Энергоатомиздат, 1993.
2. Силовые полупроводники. International Rectifier. Пер. с англ. — Воронеж, Элист, 1995.
3. А. Бутов. Управляемое реле времени для светильника. — Схемотехника, 2003, № 8, с. 31, 32.

Александр Бегиев,
г. Волжский Волгоградской обл.

Микромощный прецизионный стабилизатор

Сейчас разработчикам аппаратуры доступна очень широкая номенклатура стабилизаторов напряжения в интегральном исполнении. Однако существуют задачи, для которых применение интегральных стабилизаторов нецелесообразно, а иногда и невозможно. В статье описывается стабилизатор напряжения для измерительных устройств, получающих питание по линии значительной длины.

Стабилизатор сочетает в себе качества, совокупно практически нереализуемые в интегральном исполнении — высокое допустимое входное напряжение, малое собственное потребление, малое падение напряжения на регулирующем транзисторе и хорошие временная и температурная стабильность. Схема стабилизатора приведена на рис. 1.

Применение в качестве регулирующего элемента МОП-транзистора с каналом обедненного типа позволило очень просто решить задачу управления регулирующим элементом, одновременно обеспечив малое падение на нем и хорошую устойчивость стабилизатора. Транзистор 7П4 производится ЗАО «Протон» для собственных нужд, по характеристикам он эквивалентен транзистору BSS129 фирмы Infineon.

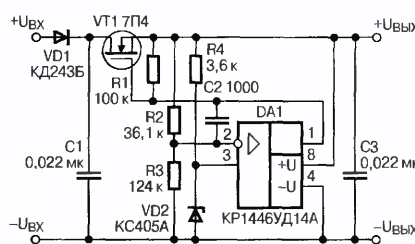


Рис. 1

Номинальное выходное напряжение стабилизатора — 8 В, собственное потребление — не более 750 мкА. Максимальный выходной ток ограничивается максимально допустимой мощностью рассеивания транзистора VT1 и составляет 25 мА при входном напряжении 40 В и температуре окружающей среды 50 °С. Температурная стабильность в основном определяется температурным дрейфом стабилизиро-

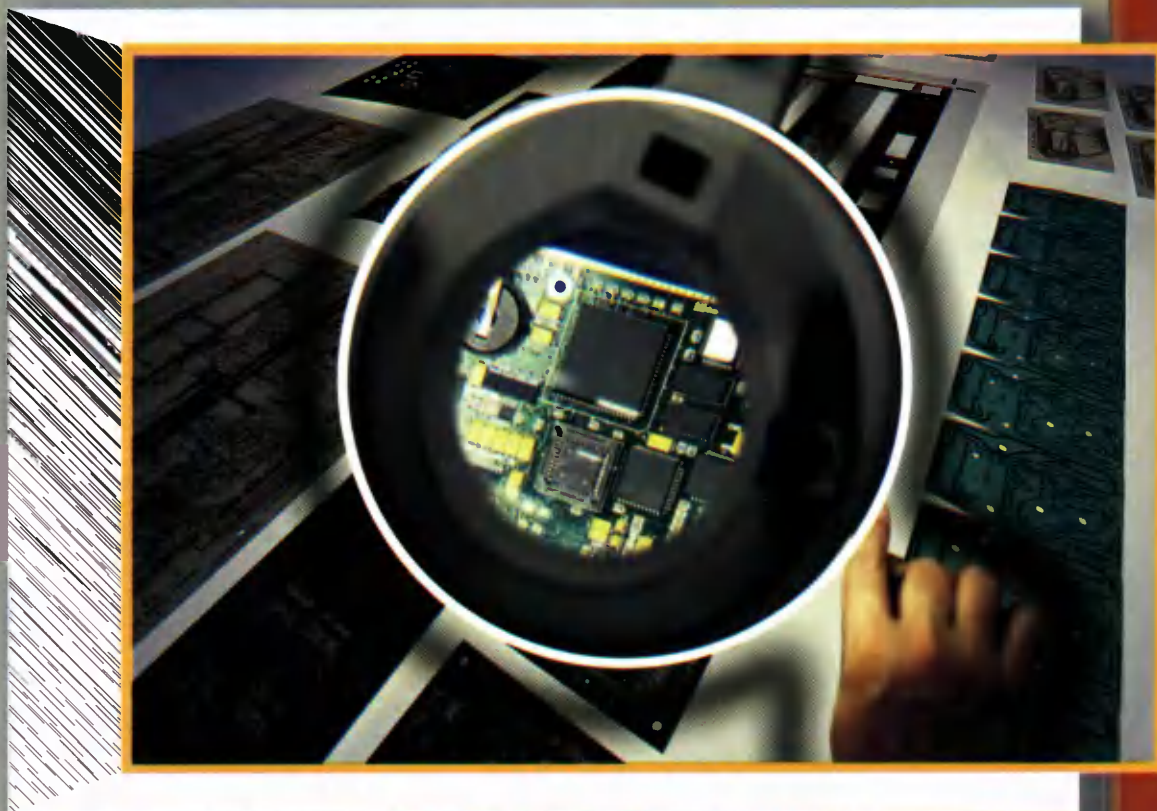
на VD2 и температурным коэффициентом сопротивления резисторов R2 и R3, которые должны быть прецизионными, например C2-29В. Поскольку на температурную стабильность выходного напряжения влияет и температурный дрейф нуля операционного усилителя, ее можно улучшить, применив микромощный прецизионный операционный усилитель.

Стабилизатор не критичен к значению емкости и характеристикам выходного конденсатора. Диод VD1 служит для защиты от изменения полярности входного напряжения и помех, наведенных на линию питания. Высокие максимально допустимые напряжения диода VD1 и транзистора VT1 допускают кратковременные помехи любой полярности с амплитудой до 200 В.

Для получения более низких выходных напряжений вместо VD2 следует применить интегральный стабилизатор, например LM285, изменив сопротивление резисторов R2 и R3.

При необходимости миниатюризации устройства можно использовать элементы для поверхностного монтажа — микросхему КФ1446УД14А, прецизионные резисторы R1-11, резисторы R1-12, диод КД134А9 в качестве VD1.

Михаил Пушкарев,
г. Ульяновск



Микроконтроллеры? Это же просто!
Имитатор импульсных помех
Гальваническая развязка аналоговых сигналов
Linux + Windows
Отладочная плата для S7600A
Микромощный прецизионный стабилизатор

