

Главный редактор

Сергей Бирюков

Зам. главного редактора

Сергей Кузнецов

Редакционная коллегия

Павел Асташкевич
Александр Фрунзе
Виктор Иовчик
Юлия Герасимова

Дизайн и верстка

Ирина Галкина
Ирина Чикина

Отдел распространения

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

Отдел рекламы

Юлия Суханова

Адрес редакции:

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

Издатель и учредитель
ООО «ИД Скимен»

Отпечатано в ГУП «Чеховский
полиграфический комбинат»

Тираж 5 200 экз.
Заказ № 8 071.

Журнал зарегистрирован
в Министерстве РФ по делам печати,
телерадиовещания и средств
массовых коммуникаций
Per. № 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

- В. Зотов.** Организация питания ПЛИС семейства CoolRunner-II фирмы Xilinx 2
- С. Бирюков.** Прямоходовые преобразователи напряжения на микросхемах DPA-Switch 7
- Ю. Давиденко.** Светодиодные источники белого света 11
- О. Николайчук.** Анализ SFR-совместимости микроконтроллеров фирмы Silabs. Подсистема прерываний 14
- О. Вальпа.** Цифровые сигнальные процессоры 16
- О. Николайчук.** Сверхбыстродействующий микроконтроллер DS89C420 фирмы Maxim-Dallas 19

ИСКУССТВО СХЕМОТЕХНИКИ

- В. Вычужанин.** Цифровой фильтр на ПЛИС для системы автоматического регулирования 22
- О. Петраков.** Управление оптронами 27
- Б. Шевкопляс.** Обеспечение помехозащищенности цифровых устройств 30

СОФТ

- Г. Кардашев.** Компьютерное схемотехническое моделирование электронных устройств 34

ПРАКТИКА

- А. Павлов.** Таймер для утюга 36
- Н. Заец.** Простой частотомер с ЖКИ 38
- А. Лютко.** Автомобильный компьютер 40
- О. Федоров.** О технологии «Лазерного утюга» 43
- О. Вальпа.** Программируемый интерфейс для IBM PC 45
- Г. Ганичев.** Мощный усилитель ЗЧ класса D 50
- А. Бутов.** Устройство для зависимого включения электроприборов 53

Вниманию читателей (с. 13, 29).

6-я Международная научно-техническая конференция и выставка «Цифровая обработка сигналов и ее применение — DSPA'2004» (с. 26).

Стратегическое партнерство Прософт и VIPA GmbH (с. 32).

Новые книги. Д. А. Лепаев. Бытовые электроприборы: устройство и ремонт (с. 35).

О. Николайчук. x51-совместимые микроконтроллеры фирмы Silicon Laboratires (Cygnal) (с. 56).

Подписка-2004 (с. 56).

Организация питания ПЛИС семейства CoolRunner-II фирмы Xilinx

В предыдущих номерах журнала были подробно рассмотрены архитектура и характеристики ПЛИС семейства CoolRunner™-II фирмы Xilinx®, отличающихся высокой производительностью и ультранизкими значениями потребляемой мощности. В настоящей статье приводятся основные рекомендации по организации питания микросхем семейства CoolRunner-II и рассматриваются варианты применения интегральных стабилизаторов различных типов и производителей.

РЕКОМЕНДАЦИИ ФИРМЫ XILINX ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПИТАНИЯ МИКРОСХЕМ СЕМЕЙСТВА COOLRUNNER-II

При разработке модулей питания устройств, проектируемых на основе ПЛИС семейства CoolRunner-II, необходимо придерживаться следующих рекомендаций фирмы Xilinx:

- процесс нарастания выходного напряжения источника питания при включении должен иметь монотонный характер;
- длительность переходного процесса, в течении которого напряжение источника питания при включении достигает номинального значения, не должно превышать рекомендуемое значение;
- следует по возможности соблюдать оптимальную очередность включения источников питания ядра ПЛИС и блоков ввода/вывода;
- необходима изоляция шин питания ядра ПЛИС и блоков ввода/вывода друг относительно друга;
- следует выбирать источники питания ядра ПЛИС и блоков ввода/вывода с номинальным током нагрузки, существенно превышающим значение потребляемого тока используемой микросхемы;
- следует устанавливать необходимое число развязывающих конденсаторов на шинах питания ядра ПЛИС и блоков ввода/вывода.

Рассмотрим более подробно перечисленные рекомендации.

Узел питания микросхем семейства CoolRunner-II при включении должен обеспечивать устойчивый рост выходного напряжения от нулевого значения до номинального уровня. Допускается изменение скорости на-

растания выходного напряжения в отдельные моменты времени. При этом должны быть исключены «провалы» (снижения напряжения в течение непродолжительных временных интервалов) в процессе нарастания напряжения питания ПЛИС. В качестве примера на рис. 1 показан допустимый характер изменения выходного напряжения блока питания в момент включения при подключенной нагрузке.

В процессе проектирования узлов питания для микросхем семейства CoolRunner-II следует стремиться к минимизации времени переходного процесса в момент включения, в течение которого выходное напряжение достигает номинального значения. В соответствии с рекомендациями фирмы Xilinx длительность этого процесса не должна превышать 4 мс (рис. 1). Для того, чтобы уложиться в указанные пределы, можно использовать опцию разрешения выхода в узлах питания.

Если для питания ядра ПЛИС и блоков ввода/вывода требуются различные источники напряжения, то оптималь-

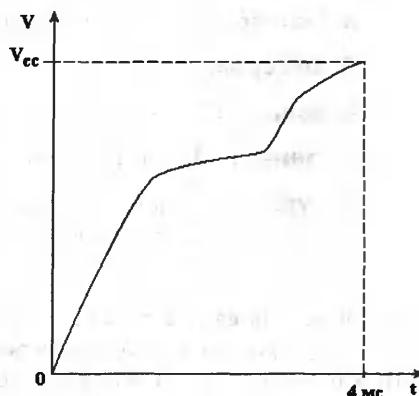


Рис. 1

ной является следующая последовательность их включения. Вначале должно подаваться напряжение питания ядра кристалла V_{CCINT} , а после этого напряжение питания блоков ввода/вывода V_{CCIO} . Такая очередность является оптимальной не только для микросхем семейства CoolRunner-II, но и для большинства семейств ПЛИС, выпускаемых фирмой Xilinx.

При использовании отдельных шин для подачи напряжений питания ядра микросхем и блоков ввода/вывода необходимо обеспечить полную электрическую развязку между ними. Помехи, возникающие на одной из этих линий, не должны оказывать никакого влияния на другую. Для этого следует избегать установки фиксирующих (ограничительных) диодов, включаемых между шинами питания V_{CCINT} и V_{CCIO} .

Применение узлов питания, имеющих достаточный запас по выходному току по отношению к пиковому значению тока потребления ПЛИС семейства CoolRunner-II, с большой степенью вероятности позволяет избежать «провалов» питающего напряжения в процессе инициализации и функционирования микросхем. Например, пиковое значение тока, потребляемого ПЛИС в процессе инициализации, для самой большой микросхемы семейства CoolRunner-II — XC2C512 — составляет 40 мА. Поэтому логично предположить, что использование источника с номинальным значением тока нагрузки не ниже 100 мА обеспечивает рекомендуемый характер переходного процесса при включении питания для всех микросхем рассматриваемого семейства.

Для подавления бросков тока, вызванных переключениями ПЛИС в процессе функционирования, которые приводят к появлению помех на шинах питания, необходимо использовать развязывающие конденсаторы, включаемые между соответствующей шиной питания и общей шиной вблизи соответствующих выводов микросхем. В соответствии с рекомендациями фирмы Xilinx необходимо устанавливать развязывающие конденсаторы между каждой парой выводов V_{CCINT} и GND, а также между соответствующими выводами V_{CCIO} и GND. При этом для каждой из перечисленных пар выводов рекомендуется устанавливать два развязывающих конденсатора. Один из

них предназначен для подавления низкочастотных помех на шинах питания, а другой — высокочастотных.

В настоящее время разработчикам доступен широкий спектр интегральных стабилизаторов напряжения, выпускаемых различными фирмами-производителями. В устройствах питания микросхем семейства CoolRunner-II могут использоваться интегральные стабилизаторы как импульсного, так и непрерывного (линейного) типа. В последующих разделах в качестве примеров приводятся характеристики и типовые схемы включения интегральных преобразователей, которые могут применяться для питания микросхем семейства CoolRunner-II. Рассматриваемые стабилизаторы были протестированы специалистами фирмы Xilinx на предмет соответствия приведенным выше рекомендациям и признаны пригодными для практического использования.

Обладая ультранизкими показателями потребляемой мощности, микросхемы семейства CoolRunner-II предназначены, в первую очередь, для применения в мобильной аппаратуре. В качестве первичного источника питания таких устройств, как правило, используются электрохимические источники (элементы и батареи) с ограниченной емкостью. Поэтому узлы питания мобильных устройств должны иметь минимальные потери (максимальный КПД). Кроме того, при выборе стабилизаторов напряжения для применения в таких устройствах следует учитывать необходимость минимизации габаритных размеров. Перечисленным требованиям в полной мере удовлетворяют LDO (Low Dropout Output) стабилизаторы — линейные стабилизаторы с малым падением напряжения на регулирующем элементе. Если для питания блоков ввода/вывода и ядра микросхем семейства CoolRunner-II требуются различные напряжения, то наиболее эффективным является применение двояных LDO-стабилизаторов. Среди продукции, выпускаемой фирмой Micrel Semiconductor®, представлен ряд интегральных стабилизаторов различного типа, в том числе и стабилизаторы с

малым падением напряжения на регулирующем элементе. В первую очередь рассмотрим несколько возможных вариантов применения двояных LDO-стабилизаторов в узлах питания ПЛИС семейства CoolRunner-II.

СТРУКТУРА, ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ТИПОВАЯ СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ МИКРОСХЕМЫ MIC2210

Микросхема MIC2210 содержит двояный стабилизатор с малым падением напряжения на регулирующем элементе и дополнительный выход управления питанием с открытым стоком. Данная микросхема производится в двух вариантах — с фиксированным и с регулируемым выходным напряжением. Для применения в узлах питания микросхем семейства CoolRunner-II наибольший интерес представляет первый вариант. Поэтому далее рассматриваются структура и характеристики микросхемы MIC2210 только с фиксированным выходным напряжением.

Структурная схема интегрального стабилизатора MIC2210 показана на рис. 2.

Основу микросхемы образуют два стабилизатора с малым падением напряжения на регулирующем элементе, имеющих общий вход. Каждый из них выполнен с использованием технологии μ Sar. Первый обеспечивает выходной ток до 150 мА, для второго предельное рекомендуемое значение выходного тока составляет 300 мА. В каждом LDO-стабилизаторе предусмотрена система защиты от перегрева и перегрузки по току. Оба стабилизатора характеризуются чрезвычайно низким собственным потреблением. Типовое значение общего собственного тока потребления равно 48 мкА. Падение напряжения на регулирующем элементе составляет 80 мВ при токе 100 мА.

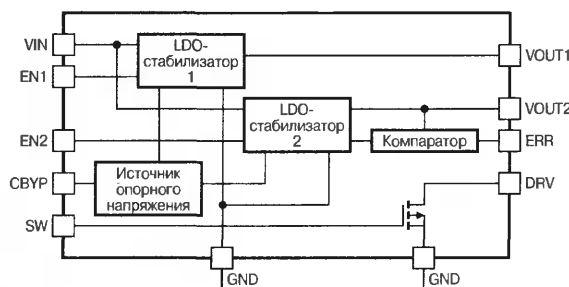


Рис. 2

Оба стабилизатора микросхемы MIC2210 обладают возможностью разрешения/запрета выхода. Состояние выхода каждого стабилизатора определяется уровнем сигнала, который поступает на соответствующий управляющий вход EN. Если к управляющему входу (EN1 или EN2) приложено напряжение лог. 1, то соответствующий выход находится в рабочем состоянии (разрешен). При подаче на управляющий вход лог. 0 стабилизатор устанавливается в выключенное состояние. Цепи управления выходами выполнены на основе КМОП-логики, поэтому не следует оставлять управляющие входы стабилизаторов EN1 и EN2 неподключенными.

Выход дополнительной цепи с открытым стоком DRV может использоваться для управления питанием светодиодных индикаторов (в частности, светодиодов подсветки в мобильной аппаратуре). Номинальное значение суммарного тока светодиодов, подключаемых к этому выходу, не должно превышать 150 мА. Управление состоянием выхода с открытым стоком DRV осуществляется с помощью сигнала, поступающего на вход переключения SW. Активным уровнем сигнала для входа переключения является лог. 1. Вход SW не должен оставаться неподключенным.

В микросхеме MIC2210 предусмотрен вход для подключения внешнего блокировочного конденсатора C_{BYP} к внутреннему источнику опорного напряжения. Включение этого блокировочного конденсатора позволяет снизить уровень шума на выходах LDO-стабилизаторов и повысить значение коэффициента сглаживания пульсаций. Рекомендуемым номинальным значением емкости конденсатора является 0,01 мкФ.

Фирмой Micrel Semiconductor выпускается несколько модификаций микросхемы MIC2210, отличающихся значениями выходного напряжения. Величины выходных напряжений определяются первыми двумя символами индекса в условном обозначении микросхемы. В табл. 1 приводятся соответствие индексов значениям выходных напряжений.

Таблица 1

Код	A	F	W	G	D	Y	H	E	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
Выходное напряжение, В	Регул.	1,5	1,6	1,8	1,85	1,9	2,0	2,1	2,5	2,6	2,7	2,8	2,85	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6

Таблица 2

Параметр	Условия измерения		Миним.	Тип.	Макс.
LDO-стабилизаторы					
Точность выходного напряжения, %	T _J = 25 °C		-1	—	1
	-40 °C ≤ T _J ≤ +125 °C		-2	—	2
Температурный коэффициент изменения выходного напряжения, % ppm/°C	—		—	40	—
Коэффициент нестабильности по напряжению, %/В	V _{IN} = V _{OUT} + 1 В...5,5 В T _J = 25 °C		-0,3	0,02	0,3
	V _{IN} = V _{OUT} + 1 В...5,5 В -40 °C ≤ T _J ≤ +125 °C		-0,6	—	0,6
Нестабильность выходного напряжения при изменении тока нагрузки, %	I _{OUT} = 0,1...150 мА (Стабилизаторы 1 и 2)		—	0,2	1
	I _{OUT} = 0,1...300 мА (Стабилизатор 2)		—	—	1,5
Падение напряжения на регулирующем элементе, мВ	I _{OUT} = 150 мА (Стабилизаторы 1 и 2)	T _J = 25 °C	—	120	190
		-40 °C ≤ T _J ≤ +125 °C	—	—	250
	I _{OUT} = 300 мА (Стабилизатор 2)	T _J = 25 °C	—	240	340
		-40 °C ≤ T _J ≤ +125 °C	—	—	420
Ток потребления микросхемы, мкА	I _{OUT1} = I _{OUT2} = 0	T _J = 25 °C	—	48	65
		-40 °C ≤ T _J ≤ +125 °C	—	—	80
	I _{OUT1} = 150 мА, I _{OUT2} = 300 мА		—	—	—
Ток потребления микросхемы при выключенных выходах стабилизаторов, мкА	V _{EN} ≤ 0,4 В		—	—	2
Коэффициент сглаживания пульсаций, дБ	f = 1 кГц; C _{OUT} = 1,0 мкФ; C _{БYP} = 10 нФ		—	60	—
	f = 20 кГц; C _{OUT} = 1,0 мкФ; C _{БYP} = 10 нФ		—	40	—
Ограничение по току, мА	Стабилизатор 1. V _{OUT} = 0		150	280	460
	Стабилизатор 2. V _{OUT} = 0		300	450	700
Уровень шума на выходах стабилизаторов, мкВ _{ЭФФ}	C _{OUT} = 1 мкФ, C _{БYP} = 0,01 мкФ, f = 10 Гц...100 кГц		—	30	—
Входы разрешения					
Уровни напряжения на входах разрешения EN, В	Напряжение низкого логического уровня		—	—	0,6
	Напряжение высокого логического уровня		1,8	—	—
Ток по входам разрешения EN, мкА	При напряжении низкого логического уровня V _{IL} < 0,6 В		-1	0,01	1
	При напряжении высокого логического уровня V _{IH} > 1,8 В		-1	0,01	1
Выход флага ошибки стабилизатора LDO 2 ERROR Flag Output					
Пороговое значение выходного напряжения, определяющее состояние флага ошибки, % от номин. V _{OUT2}	Флаг ошибки находится в установленном состоянии (ERROR Flag ON)		90	—	—
	Флаг ошибки находится в сброшенном состоянии (ERROR Flag OFF)		—	—	96
Напряжение низкого логического уровня на выходе флага ошибки V _{OL} , мВ	I _L = 100 мкА		—	0,02	0,1
Ток утечки на выходе флага ошибки, мкА	Флаг ошибки находится в сброшенном состоянии ERROR Flag OFF		-1	0,01	1
Выход с открытым стоком DRV					
Напряжение низкого уровня на выходе с открытым стоком, В	I _{DRV} = 150 мА	T _J = 25 °C	—	0,2	0,5
		-40 °C ≤ T _J ≤ +125 °C	—	—	0,6
Ток утечки на выходе с открытым стоком, мкА	I _{DRV} = 0, V _{DRV} = 5,5 В, SW = 0		-1	0,01	1
Уровни напряжения на входе SW, В	Напряжение низкого логического уровня		—	—	0,6
	Напряжение высокого логического уровня		1,8	—	—
Ток по входу SW, мкА	При напряжении низкого логического уровня V _{IL} < 0,6 В		-1	0,01	1
	При напряжении высокого логического уровня V _{IH} > 1,8 В		-1	0,01	1

Для питания устройств, проектируемых на базе ПЛИС семейства CoolRunner-II, может применяться микросхема MIC2210-GSBML. Выходное напряжение первого LDO-стабилизатора этой микросхемы 1,8 В используется для питания ядра ПЛИС семейства CoolRunner-II. Напряжение 3,3 В, вырабатываемое вторым LDO-стабилизатором, обеспечивает питание блоков ввода/вывода, которые конфигурируются в соответствии со стандартами цифровых сигналов LVTTTL, LVCMOS33 и SSTL3-1.

Значения основных электрических параметров микросхемы MIC2210

приведены в табл. 2. Все характеристики, представленные в этой таблице, соответствуют температуре переходов транзисторов $T_J = +25\text{ °C}$ и выходному току $I_{OUT} = 100\text{ мкА}$, если во второй колонке не указаны иные условия измерения. При этом значение входного напряжения стабилизаторов V_{IN} на 1 В превосходит значение выходного напряжения стабилизатора, вырабатывающего наибольшее напряжение V_{OUTmax} , т. е. $V_{IN} = V_{OUTmax} + 1,0\text{ В}$. Все измерения проводились при использовании на выходах стабилизаторов керамических конденсаторов емкостью 1 мкФ.

Продолжение следует

Валерий Зотов,
walerry@euro.ru

ЛИТЕРАТУРА:

1. В. Зотов. CoolRunner-II — новое поколение высокопроизводительных ПЛИС CPLD фирмы Xilinx с микро-мощным потреблением. — Схемотехника, 2003, № 5—12, 2004, № 1—4.
2. В. Григорьев. Стабилизаторы с малым падением напряжения — проблема выбора. — Электронные Компоненты, 2001, № 3, 4, 6.

XILINX®The Programmable Logic CompanySMПрограммируемые
логические интегральные
схемы с архитектурой FPGAПрограммируемые
логические интегральные
схемы с архитектурой CPLDСАПР и средства отладки
цифровых систем на базе
ПЛИС

||| Бесплатное программное обеспечение ISE WebPACK |||

INLGROUP

Официальный дистрибутор 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: xilinx@inlgroup.ru, <http://www.plis.ru>**bond****УНИВЕРСАЛЬНЫЕ
ПРОГРАММАТОРЫ
и УФ-ИЗЛУЧАТЕЛИ**Программируемые
более 1000 типов микросхем
отечественных и зарубежных
производителей«СТЕРХ» ST-011
Одна универсальная DIP-40
или DIP42 панель с "нулевым
усилием" (ZIP)Дополнительные адаптеры для
микросхем в корпусах PLCC,
SOP и дрБыстродействующая защита от перегрузок
Идентификация производителя и типа
микросхемыПрограммное обеспечение с русскоязычным
интерфейсом и поддержкой мыши

RS-232 со скоростью обмена до 115 кбод

Встроенный источник питания 220В

Последнюю версию всегда
можно найти в Internet

Гарантия 5 лет

предназначен для
стирания информации в микросхемах УФРПЗУ,
посредством воздействия на них ультрафиоле-
тового излучения с длиной волны ~254 нм.
Имеет таймер на время до 99 мин
с автоматическим
отключением излучателя
и звуковым сигналом.Более подробную информацию об изделиях и последней версии ПО
можно найти на нашем WWW-сервере:
<http://www.sterh.com>, e-mail: pprog@bond.nsk.ru

Бердск:	"БОНД"	(38341) 5-15-62
Москва:	"Точка Опоры"	(095) 958-38-42/43
Санкт-Петербург:	"ЭФО"	(812) 247-89-00
Екатеринбург:	"Институт радиотехники"	(3432) 74-58-81

УФ-излучатель UV-01



**Farnell InOne - это более 400,000 компонентов и инструментов
мирового класса в короткий срок**

ПОПУЛЯРНЫЕ
ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОМПОНЕНТЫОПТОЭЛЕКТРОНИКА
ИНДИКАТОРЫПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ
СРЕДСТВА ЛИНИЙ БЕЗОПАСНОСТИИНСТРУМЕНТЫ И ПАВЛАНИИ
ОБОРУДОВАНИЕТЕСТОВЫЕ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
ОБОРУДОВАНИЕКАБЕЛИ И ПРОВОДА
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ
ДАТЧИКИ**ARGUSSOFT**<http://components.argussoft.ru>ЗАО «АГУССОФТ КОМПАНИ»
ДЕПАРТАМЕНТ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ**авторизованный дистрибутор Farnell InOne**

- Более 400 000 изделий высокого качества
- Заказ продукции в любом количестве
- Незамедлительная поставка
- Разумные цены
- Бесплатная техническая консультация
- Профессиональное обслуживание

www.farnellinone.ru**FARNELL
inone**
Authorized Distributor

в Москве:
Тел.: (095) 217 2457
217 2519, 217-2905
Факс: (095) 218 8842
E-mail: components@argussoft.ru

в Санкт-Петербурге:
Тел.: (812) 567 1897
Факс: (812) 5671949
E-mail: spb@argussoft.ru

в Екатеринбурге:
Тел.: (343) 378 3242
Факс: (343) 378 3241
E-mail: ural@argussoft.ru

в Новосибирске:
Тел.: (3832) 27 1105
Факс: (3832) 22 4031
E-mail: nsk@argussoft.ru

ОРГАНИЗАТОРЫ:

Российское агентство по системам управления;
Российская академия наук;
Министерство промышленности, науки и технологий Российской Федерации;
Министерство образования Российской Федерации;

Компания "СЕНИМА"

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии (ГОСТАНДАРТ РФ);
Комитета Государственной Думы Российской Федерации по промышленности, строительству и наукоемким технологиям;
Министерства внутренних дел Российской Федерации;
Правительства Москвы и Московской области;
Министерства промышленности и науки Московской области;
Всероссийской Организации Качества



7-10

СЕНТЯБРЯ 2004 г.

РОССИЯ, МОСКВА

ВЦ 'КРОКУС ЭКСПО'

ТРЕТЬЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА СВЯЗЬ '2004



- ▶ **РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ**
- ▶ **ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И МАТЕРИАЛЫ**
- ▶ **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ**
- ▶ **ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ**
- ▶ **МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**
- ▶ **ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ**

Информационная поддержка:



ОРГКОМИТЕТ:
тел.: (+7 095)

937-4081

937-4082

INTERMATIC@MIIF.RU
WWW.MIIF.RU



Продолжение. Начало — №4/2004

Преобразователи постоянного напряжения на микросхемах DPA-Switch

Если к выводу X микросхемы подключить два резистора (рис. 13), можно сделать ток ограничения зависимым от входного напряжения преобразователя. Для указанных на рис. 13 сопротивлений резисторов I_{LIMT} составляет 100 % от максимального значения при входном напряжении 36 В, и 64 % при 72 В.

Когда ток вывода X находится в интервале 0...–21,5 мкА, микросхема прекращает работу, и это ее свойство может использоваться для дистанционного включения и выключения преобразователя. Примеры схем дистанционного управления преобразователем по входу X приведены на рис. 14 и 15. При управлении преобразователем по схеме на

рис. 14 включение происходит при открывании транзистора VT1. Схема на рис. 15 демонстрирует совмещение режима дистанционного отключения и внешнего управления током ограничения.

В схеме на рис. 16 открывание транзистора приводит к появлению втекающего в вывод L тока 240 мкА и выключению микросхемы. Схема на рис. 17 иллюстрирует объединение режимов дистанционного управления и защиты от выхода напряжения сети за допустимые пределы (отключение преобразователя происходит при открывании транзистора VT1). Еще один вариант дистанционного управления приведен на рис. 18: открытому транзистору VT1 соответствует включение преобразователя. Для обеспечения гальванической развязки с

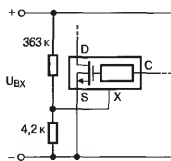


Рис. 13

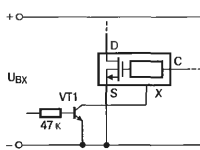


Рис. 14

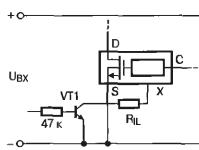


Рис. 15

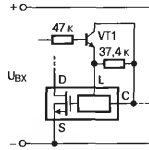


Рис. 16

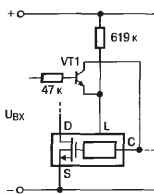


Рис. 17

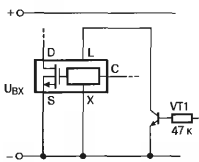


Рис. 18

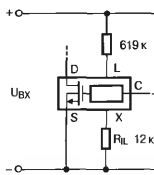


Рис. 19

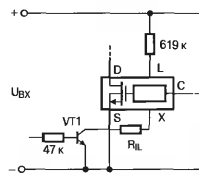


Рис. 20

Где взять



Участник

000 "Макро Тим"
111141 Москва
Зеленый проспект, 2/19
Тел.: (095)306-0026/4721/4789
факс: (095)306-0283
e-mail: sales@macroteam.ru
www.macroteam.ru

Компания "Макро Тим" предлагает продукцию фирмы Power Integration

Power Integrations - ведущий поставщик недорогих однокристалльных 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 режиме работы на холостом ходу.

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.

Приглашаем вас посетить наш стенд на Выставках: Связь - Экспокомм 2004, 11-15 мая, Экспоцентр, стенд 1436 павильон 1 Expo Electronica, 18-21 мая 2004, СК Олимпийский, стенд C26

Макро Тим



POWER INTEGRATIONS, INC.

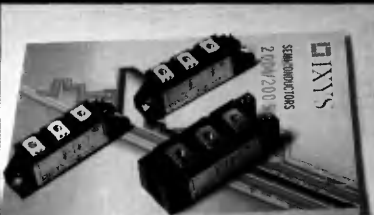
ARGUSSOFT

<http://components.argussoft.ru>

ЗАО «АГУССОФТ Компани»
ДЕПАРТАМЕНТ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Тиристорные и тиристорно-диодные модули IXYS

Европейское качество.
Современные технологии производства.
Стандартные промышленные корпуса.
Токи от 19 до 500А (воздушное охлаждение)
Напряжение 800-2200 Вольт.



Предлагаем со склада в Москве широкий спектр тиристорных модулей от ведущего мирового производителя.
Гибкая ценовая политика, поставка от 1 шт.

Москва

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

Екатеринбург

Тел.: (343) 378 3242
Факс: (343) 378 3241
E-mail: ural@argussoft.ru

Санкт-Петербург

Тел.: (812) 567 1867
Факс: (812) 567 1849
E-mail: spb@argussoft.ru

Новосибирск

Тел.: (3832) 27 1155
Факс: (3832) 22 4031
E-mail: nsk@argussoft.ru

ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ДИСТРИБЬЮТОР

**ANALOG
DEVICES**

AMEL

BOURNS

CLARIF

FABRIMEX

FARNELL

Intronic

HF ELECTRONICS

Honeywell

IXYS

**TRACO
POWER**

tyco Electronics

ПЛАТАН

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ
ОТ ВЕДУЩИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ

**ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ
CoolMOS**

**РЕВОЛЮЦИОННОЕ СЕМЕЙСТВО
МОП-ТРАНЗИСТОРОВ:**

- Высокое напряжение пробоя при низком сопротивлении в открытом состоянии, в 5-10 раз превосходящим показатели стандартных транзисторов
- Увеличение мощности коммутации в 2-3 раза
- Низкие потери при переключениях и низкие паразитные емкости
- 3 поколения транзисторов для различных применений
- Миниатюрные корпуса

**Полная линейка
транзисторов
для всех типов
преобразователей
напряжения!**



SPPxxN60
SPPxxN80



Москва, ул. Новая Басманная, д. 40, стр. 2
Тел./факс: (095) 73-75-999

Почта: 121351, М. в. 35, а/я 100
E-mail: info@platan.ru

**Infineon
technologies**

**International
IOR Rectifier**

EPCOS

**MITSUBISHI
ELECTRIC**

VISHAY

**MAXIM
DALLAS**

BOURNS

Honeywell

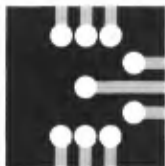
muRata

AMP

CRYDOM

DATA VISION

Kingbright



ВТОРАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
РОССИЯ, МОСКВА, ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ДОМ ХУДОЖНИКА

5-7 ОКТЯБРЯ
2004

ЭЛЕКТРОНИКА

КОМПОНЕНТЫ • ОБОРУДОВАНИЕ • ТЕХНОЛОГИИ

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

Министерство промышленности и технологий
Российского Агентства по связям Углубленного
Российского аналитического агентства
Государственного М...



ИНФОРМАЦИОННАЯ
ПОДДЕРЖКА



**КОМПОНЕНТЫ
И ТЕХНОЛОГИИ**

**ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ
РЕСУРСЫ**

ЭЛЕКТРОНИКА

РАДИО

EPN



Организатор выставки
«Электроника-2004»
Россия, 111141, Москва,
ул. Перовская 19/2, стр. 3
тел./факс: (095) 368-1199
e-mail: info@chipexpo.ru
<http://www.chipexpo.ru>

источником управляющего сигнала VT1 на рис. 14—18 может быть фототранзистором оптопары.

Управление по входам L и X может осуществляться независимо, в качестве примеров на рис. 19 показана схема совмещения контроля за напряжением сети и внешней установки тока ограничения, а на рис. 20 эти функции дополнены режимом дистанционного включения.

Управление по входу X и L позволяет не только включать и выключать преобразователь, но и синхронизи-

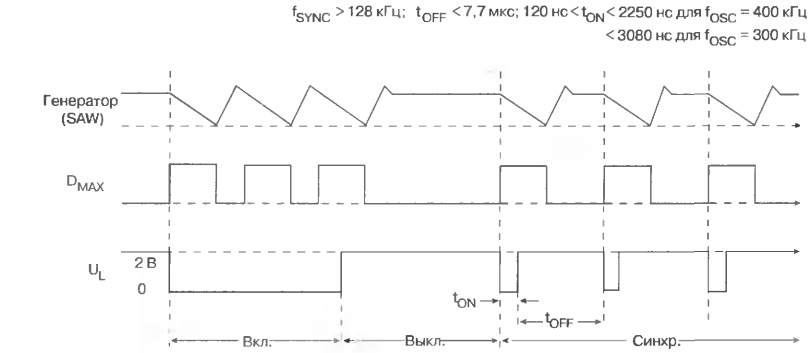


Рис. 21

Таблица 2

Режим	Схема включения											
	Рис. 7	Рис. 8	Рис. 9	Рис. 11	Рис. 13	Рис. 14	Рис. 15	Рис. 16	Рис. 17	Рис. 18	Рис. 19	Рис. 20
Защита от повышенного напряжения	+	+	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+
Защита от пониженного напряжения	+	—	+	—	—	—	—	—	+	—	+	+
Управление D _{MAX} напряжением сети	+	+	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+
Управление I _{LIMIT} напряжением сети	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
Внешняя установка I _{LIMIT}	—	—	—	+	+	—	+	—	—	—	+	+
Дистанционное включение	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	—	+

Таблица 3

Параметр	Обозн.	Условия измерения	Значение параметра		
			Мин.	Тип.	Макс.
Рабочая частота, основной режим, кГц	f	U _F = 0	375	400	425
		U _F = U _C	282	300	317
Минимальный коэффициент заполнения перед переходом в режим пропуска тактов, %	D _{MIN}	—	—	4	5
Максимальный коэффициент заполнения, %	D _{MAX}	U _L = 0	71	75	79
		I _L = 80 мкА	52	62	71
		I _L = 115 мкА	32	42	57
Вытекающий ток вывода С перед началом пропуска тактов, мА	I _{C(SKIP)}	f = 400 кГц	DPA423	—	7,2
			DPA424	—	8,2
			DPA425	—	10
			DPA426	—	11,5
Порог включения ШИМ по выводу С (рис. 6), мА	I _B	f = 400 кГц	DPA423	2	2,8
			DPA424	2,5	3,5
			DPA425	3,6	4,8
			DPA426	4,4	5,7
Время «мягкого» старта, мс	t _{SOFT}	—	—	5	7,2
Наклон кривой регулирования, %/мА	S _D	—	—28	—22	—18
Входное сопротивление по выводу С, Ом	Z _C	—	10	15	22
Параметры перезапуска					
Вытекающий ток по выводу С, мА	I _C	—	—5,2	—4	—3
Вытекающий ток по выводу С в начале «мягкого» старта, мА	I _{C(CH)}	—	—	—19	—
Верхнее пороговое напряжение по входу С начала перезапуска, В	U _{C(AR)U}	—	—	5,8	—
Нижнее пороговое напряжение по входу С начала перезапуска, В	U _{C(AR)L}	—	—	4,5	5,1
Гистерезис порогового напряжения начала перезапуска по входу С, В	U _{C(AR)HIST}	—	—	0,8	1
Коэффициент заполнения при перезапуске, %	D _{AR}	C _{CONTR} = 22 мкФ, f = 400 кГц	—	—	10
Частота попыток перезапуска, Гц	f _(AR)	C _{CONTR} = 22 мкФ, f = 400 кГц	—	3,8	—
Параметры входов L и X					
Порог срабатывания защиты от превышения входного напряжения по входу L, мкА	I _{OV}	выключение	—	135	149
		включение	117	131	—
		гистерезис	—	4	—
Порог выключения защиты от понижения входного напряжения по входу L, мкА	I _{UV}	выключение	44,5	47	49,5
		включение	48	50	52
		гистерезис	2	3	—

Таблица 3 (продолжение)

Параметр	Обозн.	Условия измерения	Значение параметра		
			Мин.	Тип.	Макс.
Порог выключения при дистанционном управлении по входу X, мкА	I _{REM}	выключение	-27	-21,5	-16
		включение	—	-25,5	—
		гистерезис	—	4,5	—
Ток замыкания вывода L, мкА	I _{L(SC)}	на вывод C	175	240	380
		на вывод S	-230	-170	—
Ток замыкания вывода X на вывод S, мкА	I _{X(SC)}	нормальный режим	-270	-230	-185
		режим выключения по выводу L	-105	-85	-65
Напряжение на выводе L, В	U _L	I _L = I _{UV}	2,05	2,35	2,9
		I _L = I _{OV}	2,1	2,5	2,9
Напряжение на выводе X, В	U _X	I _X = -50 мкА	—	1,35	—
		I _X = -150 мкА	—	1,25	—
Ток вывода D в выключенном состоянии, мА	I _{D(RMT)}	U _D = 40 В, U _X = 0	—	0,6	1,1
		вывод L свободен U _L = U _C	—	0,9	1,5
Порог выключения по выводу L в режиме синхронизации, В	U _{L(TH)}	—	0,6	1	1,4
Длительность импульсов синхронизации, нс	t _{ON(SYNC)}	f = 400 кГц	120	—	2250
		f = 300 кГц	120	—	3080
Длительность паузы между импульсами синхронизации, мкс	t _{OFF(SYNC)}	—	0,25	—	7,7
Задержка включения ключевого транзистора при внешней синхронизации, нс	—	—	—	—	250
Параметры входа управления частотой F					
Пороговое напряжение по входу переключения частоты F, В	U _F	—	1,1	—	3,5
Ток по входу F, мкА	I _F	U _F = 0	—	-0,38	—
		U _F = U _C	—	17	100
Параметры цепей защиты					
Ток ограничения, А	I _{LIMIT}	DPA423	1,16	1,25	1,34
		DPA424	2,32	2,5	2,68
		DPA425	4,65	5	5,35
		DPA426	6,5	7	7,5
Порог выключения по температуре кристалла, °C	T _{OFF}	—	130	137	145
Гистерезис T _{OFF} , °C	—	—	—	27	—
Выходные параметры					
Сопротивление сток-исток во включенном состоянии, Ом	R _{DS(ON)} T = 25 °C	DPA423	—	1,3	1,5
		DPA424	—	0,65	0,75
		DPA425	—	0,33	0,38
		DPA426	—	0,24	0,28
	R _{DS(ON)} T = 100 °C	DPA423	—	2	2,3
		DPA424	—	1	1,15
		DPA425	—	0,5	0,58
		DPA426	—	0,37	0,43
Ток стока в выключенном состоянии, мкА	I _{DSS}	DPA423	—	—	65
		DPA424	—	—	130
		DPA425	—	—	260
		DPA426	—	—	360
Пробивное напряжение сток-исток, В	—	—	200	—	—
Время нарастания, нс	t _R	—	—	10	—
Время спада, нс	t _F	—	—	10	—
Напряжение питания, В	—	—	16	—	—
Напряжение встроенного стабилизатора, В	—	—	5,6	5,85	6

вать его работу внешними импульсами. Так же, как и в микросхемах серий TOPSwitch-FX и TOPSwitch-GX, внутренний генератор при выключении всегда полностью формирует последний выходной импульс и останавливается в состоянии готовности к генерации следующего. При поступлении

разрешающего сигнала генератор с минимальной задержкой выдает очередной импульс (рис. 21). На рис. 21 приведены также ограничения на временные параметры входных импульсов в режиме синхронизации. В табл. 2 приведены возможные сочетания различных режимов работы

микросхем с выводами X и L с указанием на соответствующие рисунки. Основные параметры микросхем приведены в табл. 3.

Окончание следует

Сергей Бирюков,
editor@dan.ru

Окончание. Начало — №4/2004

Светодиодные источники белого света

Осветительные приборы

Идея замены ламп накаливания на светодиодные аналоги уже давно не воспринимается как фантастическая. “Прямые заменители” на базе светодиодов созданы как для низковольтных “галогенок” MR-11 и MR-16 (www.optotech.com/MR16.htm), так и для ламп с другими стандартными цоколями (www.ledpower.com www.g-nor.com). Процесс “замены” быстрее всего протекает в “мобильных” приложениях:

- подсветка всевозможных ЖК-дисплеев, начиная с мобильных телефонов и заканчивая ЖК-мониторами;
- фонари для разного рода работ, карманные фонарики, велосипедные фары и т. д.

Пожалуй, самое интересное — это процесс вторжения светодиодных технологий в “традиционное” освещение. Начался он с установок, где не требуется высокий уровень освещенности: дежурное и аварийное освещение, ночное интерьерное освещение, знаки и таблички, “маркировочное” освещение — светодиодные светильники для освещения лифтовых кабин и лестничных клеток (площадки, пролеты, марши).

С ростом световой отдачи и удешевлением приборов светодиодная экспансия распространяется не только на локальное, но и на общее освещение, в котором лидирующее положение пока занимают традиционные и галогенные лампы накаливания, а также люминесцентные лампы. По прогнозам это время не за горами — к 2010—2015 гг. производители светодиодов обещают довести световую отдачу белых светодиодов до 150...200 лм/Вт, а цену на них снизить до стоимости нынешних ламп накаливания.

Для продвижения светодиодного освещения помимо увеличения световой отдачи необходимо решить еще одну проблему. Это проблема специализированного электрического питания светодиодных модулей. Вести разговоры о том, что свето-

диодный светильник будет работать 100000 часов или хотя бы 10000 часов без качественного электрического питания нереально.

Во-первых, модуль электропитания должен сохранять работоспособность в течение назначенного временного ресурса порядка 50000 часов и более, обеспечивая при этом требуемые характеристики. Во-вторых, питание должно быть стабилизированным по току (идеальный вариант — величина тока должна стабилизироваться по заданной температурной зависимости), иметь защиту от импульсов перенапряжения и обратной полярности. В-третьих, цена всего вышеуказанного не должна существенно превышать стоимость светодиодного модуля.

На этом фоне всплыла еще одна проблема, касающаяся электрического питания. Это величина напряжения питания белых светодиодов, повышенная по сравнению со средним значением (около 2 В), необходимым для светодиодов красного и желтого цветов свечения. Для синих, изумрудно-зеленых и белых светодиодов требуется около 3,5 В, а традиционные элементы питания имеют напряжение от 1,2 до 1,5 В. Это привело к тому, что на рынке стали востребованы микросхемы-преобразователи напряжения (DC/DC-преобразователи) для питания белых светодиодов, так называемые White LED Drivers.

Драйверы для белых светодиодов выпускают многие производители электронных компонентов, перечислим некоторых из них:

Maxim Integrated Products, Inc. [1, 2, 3] MAX1570, MAX1573, MAX1575, MAX1759, MAX1910, MAX1912, MAX1916, MAX1984, MAX1985, MAX1986, MAX1553, MAX1554, MAX1561, MAX1599, MAX1582, MAX1605, MAX1698, MAX1848;

Zetex Semiconductor [4] ZXLD1100, ZXLD1101, ZXSC300, ZXSC310, ZXSC400;

National Semiconductor [5] LM2703, LM2704, LM2705, LM2750,

LM2791/92/93/94, LM3354, LM3590, LM3595, LP3933;

Fairchild Semiconductor [6] FAN5606, FAN5608, FAN5609, FAN5610, FAN5611, FAN5612, FAN5613, FAN5614;

ON Semiconductor NCP5008, NCP5009, NCP1403;

Macroblock, Inc [7] MBI1008, MBI6001N2N, MBI6001B2N.

Рассмотрим способы питания светодиодов.

Существует следующие способы группового включения светодиодов: параллельный, последовательный и смешанный.

При последовательном включении светодиодов величина тока через каждый будет гарантированно одинаковой. Но такое включение требует более высокого напряжения, чем при параллельном включении. Каждый светодиод требует как минимум 3,5 В, и при последовательном включении это напряжение соответственно увеличивается.

На рис. 7 показана схема включения MAX1553/MAX1554 для питания белых светодиодов стабилизированным током 20 мА, при этом MAX1553 обеспечивает КПД до 88 % при питании шести светодиодов.

На рис. 8 приведена схема включения MAX1554. КПД — до 82 % при питании десяти светодиодов.

На рис. 9 изображена схема включения MAX1561, MAX1599 для питания от двух до шести белых светодиодов.

На рис. 10 показана еще одна схема питания последовательно включенных светодиодов с использованием микросхемы MAX1582.

При параллельном включении напряжение, требуемое для питания светодиодов, примерно равно прямому падению напряжения на одном светодиоде. Однако яркость светодиодов может быть различной из-за протекания через них токов различной силы вследствие разброса параметров светодиодов. Поэтому приходится стабилизировать ток каждого светодиода.

На рис. 11 приведена схема питания параллельно включенных светодиодов с использованием микросхемы MAX1984 (индуктивный преобразователь).

На рис. 12 изображена схема с использованием микросхемы MAX1570 (емкостный преобразователь).

Смешанное включение применяют, когда требуется включить большое чис-

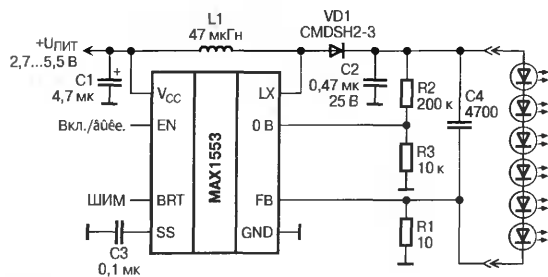


Рис. 7

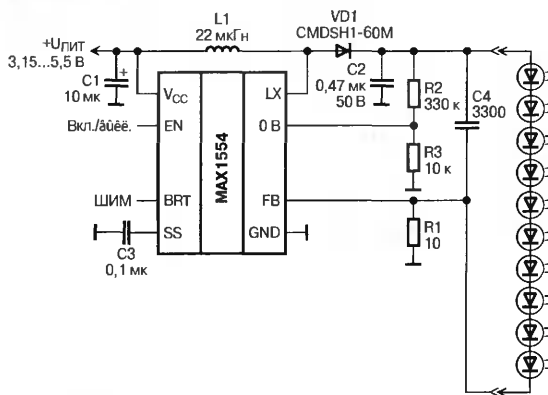


Рис. 8

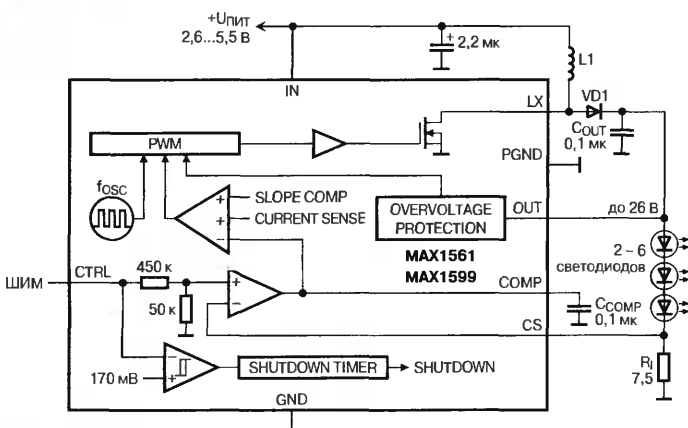


Рис. 9

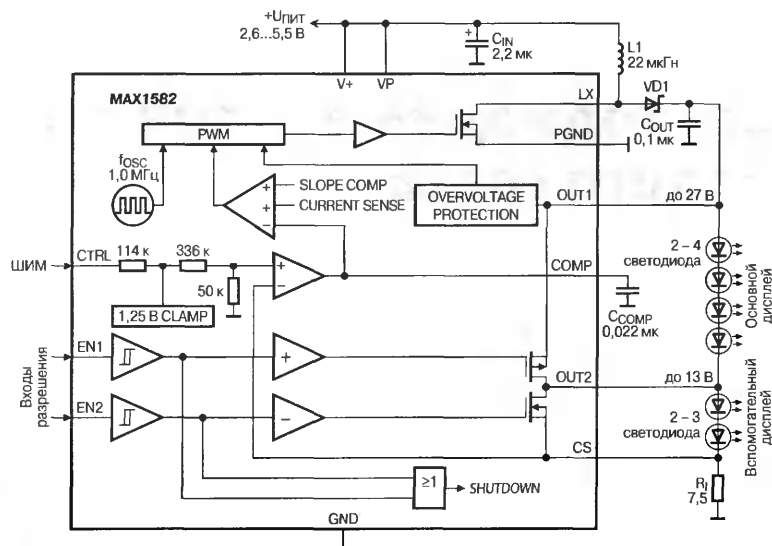


Рис. 10

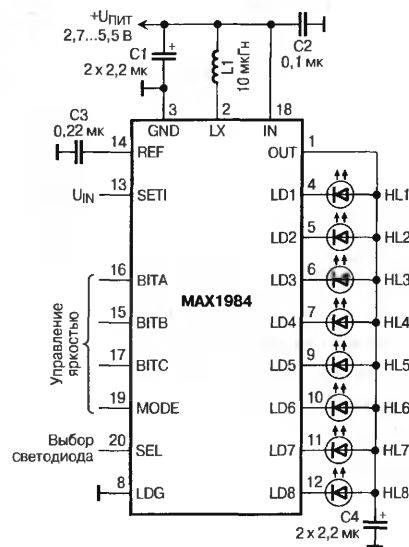


Рис. 11

ло светодиодов с наименьшими затратами. При этом цепочки последовательно включенных светодиодов подсоединяют к общему источнику тока.

На рис. 13 показана схема питания белых светодиодов с использованием микросхемы MAX1848, а на рис. 14 — MAX1698.

При питании белых светодиодов от низковольтного источника питания 1,25...1,5 В применяют схемы параллельного включения, приведенные на рис. 15.

В качестве низковольтных (работающих от напряжения 1 В) DC/DC преобразователей используют следующие микросхемы: MAX856—MAX859, MAX1642/MAX1643, MAX1674/MAX1675/MAX1676, MAX1678, ADP1110, ADP1073, LT1073, LT1307, LT1610 и т. п.

Регуляторами тока светодиодов могут быть специализированные микросхемы, такие как MAX1916.

На рис. 16 показана структура микросхемы MAX1916 — четыре полевых транзистора, включенные по схеме токового зеркала.

Абсолютная точность тока, обеспечиваемая при таком включении, составляет 10 %, а токи через светодиоды отличаются не более, чем на 0,3 %. При полной яркости свечения ток через светодиод равен 20 мА. В этом случае достаточно 225 мВ, превышающих падение напряжения на светодиодах, чтобы микросхема поддерживала установленное с помощью резистора R_{set} значение тока. Уравнение для расчета тока имеет следующий вид:

$$I_{LED} = 230(U_{OUT} - U_{SET})/R_{SET}$$

где I_{LED} — ток через светодиод, мА, 230 — коэффициент преобразования микросхемы, U_{OUT} — выходное напряжение источника, $U_{SET} = 1,215$ В, R_{SET} — сопротивление резистора, устанавливаемого между выходом источника и входом SET микросхемы MAX1916, кОм.

В качестве регуляторов тока используют также FAN5610, FAN5611, FAN5612, FAN5613, FAN5614 или MBI1008.

На рис. 17 показана схема включения микросхемы MBI1008.

Регулятор тока можно заменить на балластные резисторы, которые будут ограничивать ток до требуемой величины.

Потери, связанные с использованием регуляторов тока или балластных резисторов, можно минимизировать,

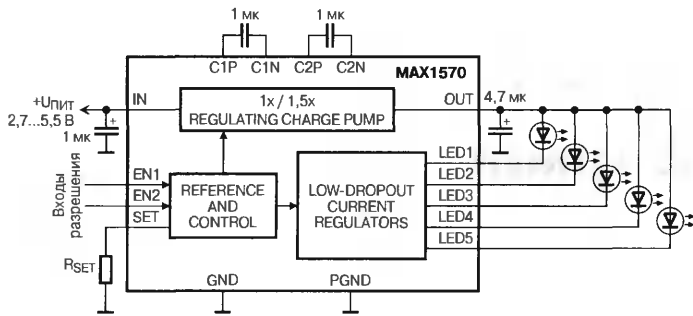


Рис. 12

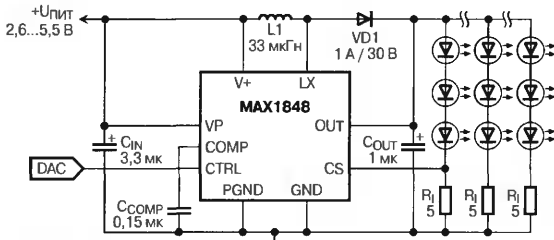


Рис. 13

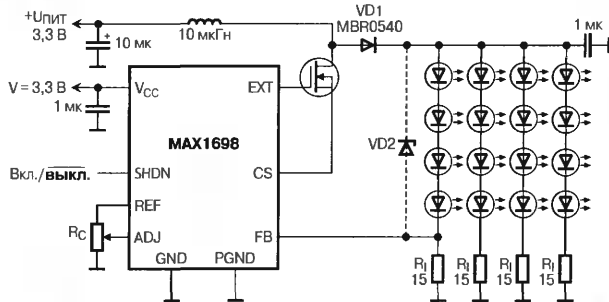


Рис. 14

исключив их, но при этом придется подобрать светодиоды с одинаковым падением напряжения.

На рис. 18 показан вариант питания параллельно соединенных светодиодов от преобразователя ADP1110. С помощью делителя R1R2 изменяют выходное напряжение преобразователя до величины, при которой ток, протекающий через каждый светодиод, будет равен 20 мА (номинальный ток светодиода).

Надо отметить, что фирма Microblock, Inc [7] помимо регулятора тока MBI1008 выпускает также серию микросхем MBI6001N2N, MBI6001B2N — бестрансформаторных AC/DC преобразователей, подключаемых непосредственно к сети переменного тока 200...260 В. При этом MBI6001 обеспечивает питание до 35-ти последовательно соединенных белых светодиодов постоянным током 16 мА при выходном напряжении 140 В.

На рис. 19 показана схема включения MBI6001.

Более подробную информацию о микросхемах, предназначенных для

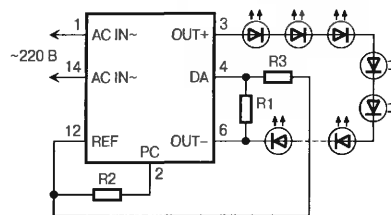


Рис. 19

питания белых светодиодов, можно получить на сайтах производителей. А число самих производителей, специализирующихся по выпуску данной продукции, значительно шире и не ограничивается перечисленными в данной статье.

Юрий Давиденко,
david@leasat.net

ЛИТЕРАТУРА:

1. www.maxim-ic.com/solutions.cfm/cpk/75/scpk/0/pl_pk/0/ln/en
2. www.maxim-ic.com/solutions.cfm/cpk/75/scpk/1135/pl_pk/0/ln/en
3. www.maxim-ic.com/solutions.cfm/cpk/75/scpk/1136/pl_pk/0/ln/en

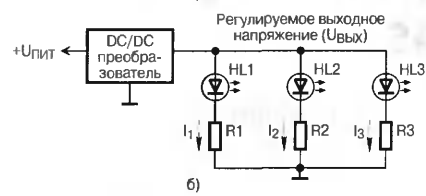
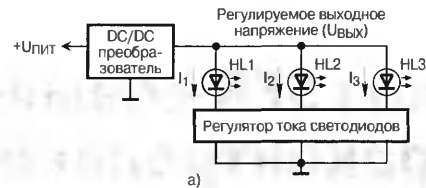


Рис. 15

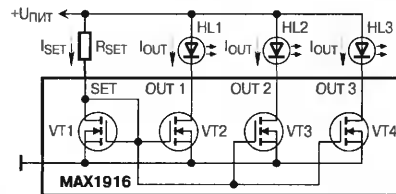


Рис. 16

Рис. 17

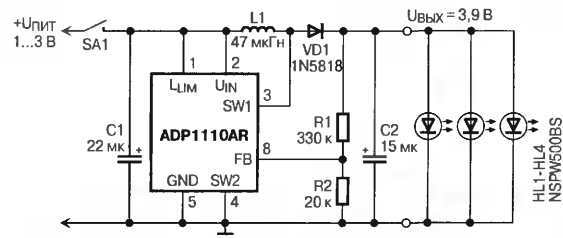


Рис. 18

4. www.zetex.com/frame.asp?page=http://www.zetex.com/3.0/a1-7b.asp?link=spotlight

5. www.national.com/parametric/0,,4824,00.html

6. www.fairchildsemi.com/whats_new/led_drivers.html

7. www.mblock.com.tw

Вниманию читателей!

На сайте журнала по адресу <http://www.dian.ru/programs/index> в архиве 2001_05_Ridico выложены программное обеспечение и чертеж печатной платы к статье Л. Ридико «Усилитель мощности с микроконтроллерной системой управления» (Схемотехника, 2001, № 4, с. 3—6, № 5, с. 2—8), в архиве 2001_03_Ridico_Auto — программное обеспечение к статье того же автора «Автомобильные часы-термометр-вольтметр» (Схемотехника, 2001, № 3, с. 4—7), а в архиве 2000_1_2_2001_1_Kuznets.zip — статья А. Кузнецова «Трансформаторы и дроссели для импульсных источников питания» (Схемотехника, 2000, № 1, 2, 2001, № 1) с учетом уточнений, сделанных автором.

Анализ SFR-совместимости микроконтроллеров фирмы Silabs

Стандартный регистр приоритетов IP отличается только введением для семейства F32x нового бита PSPI0 (SPI0 Interrupt Priority) — бита установки приоритета прерывания интерфейса SPI0.

Намного сложнее обстоят дела с дополнительными регистрами прерываний EIE1 и EIE2. В них расположение одноименных битов отличается для различных семейств. Работа с этими регистрами осложняется тем, что они не являются бит-адресуемыми. Полная картина расположения битов разрешения прерываний приведена в табл. 5 и 6 для дополнительных регистров прерывания EIE1 и EIE2 соответственно.

Далее приведено назначение битов дополнительных регистров прерывания EIE1 и EIE2 в алфавитном порядке.

CP2(1,0)IF — Enable Interrupt Requests of Comparator 2(1,0) — бит разрешения прерывания при перепаде на выходе компараторов 2(1,0).

EADC0 — Enable ADC0 End of Conversion Interrupt — бит разрешения прерывания по завершению преобразования от ADC0.

EADC1 — Enable ADC1 End of Conversion Interrupt — бит разрешения прерывания завершения преобразования ADC1.

EADC2 — Enable ADC2 End of Conversion Interrupt — бит разрешения прерывания завершения преобразования ADC2.

ECAN0 — Enable CAN Controller Interrupt — бит разрешения прерывания от CAN контроллера.

ECP0 — Enable Interrupt of Comparator0 — бит разрешения прерывания (1) при перепаде на выходе компаратора 0.

ECP0F — Enable Comparator 0 Rising Falling Interrupt — бит разрешения прерывания при отрицательном перепаде на выходе компаратора 0.

ECP0R — Enable Comparator 0 Rising Edge Interrupt — бит разрешения прерывания при положительном перепаде на выходе компаратора 0.

ECP1(0) — Enable Interrupt of Comparator1(0) — бит разрешения прерывания (1) при перепаде на выходе компараторов 1(0).

ECP1F — Enable Comparator 1 Rising Falling Interrupt — бит разрешения прерывания при отрицательном перепаде на выходе компаратора 1.

ECP1R — Enable Comparator 1 Rising Edge Interrupt — бит разрешения прерывания при положительном перепаде на выходе компаратора 1.

EDMA0 — Enable DMA0 Interrupt — бит разрешения прерывания интерфейса прямого доступа;

EPCA0 — Enable Programmable Counter Array (PCA0) Interrupt — бит разрешения прерывания от программируемого массива-счетчика 0.

ES1 — Enable UART1 Interrupt — бит разрешения прерывания от второго последовательного порта UART1.

ESMB0 — Enable SMBus 0 Interrupt — бит разрешения прерывания от интерфейса SMBus.

ESPI0 — Enable Serial Peripheral Interface 0 Interrupt — бит разрешения прерывания от интерфейса SPI.

ET3 — Enable Timer 3 Interrupt — бит разрешения прерывания от таймера 3.

ET4 — Enable Timer 4 Interrupt — бит разрешения прерывания от таймера 4.

EUSB0 — Enable USB 0 Interrupt — бит разрешения прерывания от интерфейса USB.

EVBUS — Enable VBAU Level Interrupt — бит разрешения прерывания от состояния линии VBUS интерфейса USB.

EWADC0 — Enable Window Comparison ADC0 Interrupt — бит

Таблица 5

Название регистра — EIE1, Extended Interrupt Enable 1 (Первый дополнительный регистр прерываний)								
SFR адрес — 0xE6		Значение после сброса — 00000000b (0x00)						
Семейства	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
F00x—F02x, F12x, F2xx	ECP1R	ECP1F	ECP0R	ECP0F	EPCA0	EWADC0	ESMB0	ESPI0
F04x	—	CP2IE	CP1IE	CP0IE	EPCA0	EWADC0	ESMB0	ESPI0
F06x	EADC0	CP2IE	CP1IE	CP0IE	EPCA0	EWADC0	ESMB0	ESPI0
F30x	—	—	ECP0R	ECP0F	EPCA0	EADC0	EWADC0	ESMB0
F31x	ET3	ECPI	ECPO	EPCA0	EADC0	EWADC0	—	ESMB0
F32x	ET3	ECPI	ECPO	EPCA0	EADC0	EWADC0	EUSB0	ESMB0
F33x	ET3	—	ECPO	EPCA0	EADC0	EWADC0	—	ESMB0

Таблица 6

Название регистра — EIE2, Extended Interrupt Enable 2 (Второй дополнительный регистр прерываний)								
SFR адрес — 0xE7		Значение после сброса — 00000000b (0x00)						
Семейства	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
F00x, F01x, F2xx	EXVLD	—	EX7	EX6	EX5	EX4	EADC0	ET3
F02x	EXVLD	ES1	EX7	EX6	EADC1	ET4	EADC0	ET3
F04x	—	ES1	ECAN0	EADC2	EWADC2	EX4	EADC0	ET3
F06x	EDMA0	ES1	ECAN0	EADC2	EWADC2	ET4	EADC1	ET3
F12x	—	ES1	—	EADC2	EWADC2	ET4	EADC0	ET3
F32x	—	—	—	—	—	—	—	EVBUS

Примечания:

- 1. Установка любого из битов разрешает прерывание, обнуление — запрещает.
- 2. В зарезервированные биты рекомендуется записывать только 0! Читаются эти биты, как 0.

разрешения прерывания от “окна” ADC0.

EWADC2 — Enable Window Comparison ADC2 Interrupt — бит разрешения прерывания компаратора от “окна” ADC2.

EX4 — Enable External Interrupt 4 — бит разрешения прерывания от внешнего входа 4.

EX5 — Enable External Interrupt 5 — бит разрешения прерывания от внешнего входа 5.

EX6 — Enable External Interrupt 6 — бит разрешения прерывания от внешнего входа 6.

EX7 — Enable External Interrupt 7 — бит разрешения прерывания от внешнего входа 7.

EXVLD — Enable External Clock Source Valid (XTLVLD) Interrupt — бит разрешения прерывания от внешнего тактового генератора.

Аналогичная картина наблюдается и для дополнительных регистров приоритетов EIP1 и EIP2. В них расположение одноименных битов также отличается для различных семейств. Полная картина расположения битов разрешения прерываний приведена в табл. 7 и 8 для дополнительных регистров приоритетов EIP1 и EIP2 соответственно.

Далее описаны назначения битов дополнительных регистров приоритетов EIP1 и EIP2 в алфавитном порядке.

EADC0C — Enable ADC0 Conversion Complite Interrupt — бит определения уровня приоритета прерывания завершения преобразования аналого-цифрового преобразователя 0.

EP1 — UART1 Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета последовательного порта UART1.

PADC0 — ADC0 End of Conversion Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета прерывания завершения преобразования ADC0.

PADC1 — ADC1 End of Conversion Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета завершения преобразования ADC1.

PADC2 — ADC2 End Of Conversion Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета завершения прерывания от ADC2.

PCAN0 — CAN Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета CAN интерфейса.

PCP0 — Comparator 0 (CP0) Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета компаратора 0.

PCP0F — Comparator 0 (CP0) Falling Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета компаратора 0 при отрицательном перепаде выходного уровня.

PCP0R — Comparator 0 (CP0) Rising Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета компаратора 0 при положительном перепаде выходного уровня.

PCP1 — Comparator 1 (CP1) Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета компаратора 1.

PCP1F — Comparator 1 (CP1) Falling Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета компаратора 1 при отрицательном перепаде выходного уровня.

PCP1R — Comparator 1 (CP1) Rising Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета компаратора 1 при положительном перепаде выходного уровня.

PCP2 — Comparator 2 (CP2) Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета компаратора 2.

PDMA0 — DMA0 Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета DMA0.

PPCA0 — Programmable Counter Array (PCA0) Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета программируемого массива-счетчика 0.

PS1 — UART1 Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета UART1.

PSMB0 — SMBus 0 Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета интерфейса SMBus.

PSPI0 — Serial Peripheral Interface 0 Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета интерфейса SPI.

PT3 — Timer 3 Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета таймера 3.

PT4 — Timer 4 Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета таймера 4.

PUSB0 — USB 0 Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета интерфейса USB.

PVBUS — VBUS Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета прерывания состояния линии VBUS интерфейса USB.

PWADC0 — ADC0 Window Comparator Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета функции “окна” аналого-цифрового преобразователя ADC0.

Таблица 7

Название регистра — EIP1, Extended Interrupt Priority 1 (Первый дополнительный регистр приоритетов)								
SFR адрес — 0xF6			Значение после сброса — 0000000b (0x00)					
Семейства	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
F00x, F01x, F02x, F12x, F2xx	PCP1R	PCP1F	PCP0R	PCP0F	PPCA0	PWADC0	PSMB0	PSPI0
F04x	—	PCP2	PCP1	PCP0	PPCA0	PWADC0	PSMB0	PSPI0
F06x	PADC0	PCP2	PCP1	PCP0	PPCA0	PWADC0	PSMB0	PSPI0
F30x	—	—	PCP0R	PCP0F	PPCA0	PADC0C	PWADC0	PSMB0
F31x	PT3	PCP1	PCP0	PPCA0	PADC0	PWADC0	—	PSMB0
F32x	PT3	PCP1	PCP0	PPCA0	PADC0	PWADC0	PUSB0	PSMB0
F33x	PT3	—	PCP0	PPCA0	PADC0	PWADC0	—	PSMB0

Таблица 8

Название регистра — EIP2, Extended Interrupt Priority 2 (Второй дополнительный регистр приоритетов)								
SFR адрес — 0xF7			Значение после сброса — 0000000b (0x00)					
Семейства	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
F00x, F01x, F2xx	PXVLD	—	PX7	PX6	PX5	PX4	PADC0	PT3
F02x	PXVLD	EP1	PX7	PX6	PADC1	PT4	PADC0	PT3
F04x	—	EP1	PX7	PADC2	PWADC2	PT4	PADC0	PT3
F06x	PDMA0	PS1	PCAN0	PADC2	PWADC2	PT4	PADC0	PT3
F12x	—	PS1	—	PADC2	PWADC2	PT4	PADC0	PT3
F32x	—	—	—	—	—	—	—	PVBUS

Примечания:

1. Установка любого из битов означает присвоение высокого приоритета, обнуление — низкого приоритета.
2. В зарезервированные биты рекомендуется записывать только 0! Читаются эти биты, как 0.

PWADC2 — ADC2 Window Comparator Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета “окна” ADC2.

PX4 — External Interrupt 4 Priority Control — бит определения уровня приоритета прерывания от внешнего входа 4.

PX5 — External Interrupt 5 Priority Control — бит определения уровня приоритета прерывания от внешнего входа 5.

PX6 — External Interrupt 6 Priority Control — бит определения уровня

приоритета прерывания от внешнего входа 6.

PX7 — External Interrupt 7 Priority Control — бит определения уровня приоритета прерывания от внешнего входа 7.

PXVLD — External Clock Source Valid (XTLVLD) Interrupt Priority Control — бит определения уровня приоритета прерывания при нормализации функционирования внешнего тактового генератора.

В заключение этого раздела следует отметить, что некоторые семейства

микроконтроллеров фирмы SiLabs имеют еще SFR регистры, косвенно связанные с подсистемой прерывания и предназначенные для назначения выводов для внешних векторов прерываний, однако эти регистры мы рассмотрим в одной из следующих статей цикла в разделе конфигурации ресурсов микропроцессоров.

(Продолжение следует)

Олег Николайчук,
onic@ch.moldpac.md

(Продолжение. Начало — № 2/2004)

Цифровые сигнальные процессоры

Следующие две группы сигналов последовательных портов SPORT0 и SPORT1 обеспечивают работу с последовательными устройствами. К порту SPORT0 подключен кодек DA1 типа MC14LC5480, который содержит в себе кодер и декодер с фильтрами и компандер. В отличие от аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразователей он выполняет преобразование сигналов по А-типу или μ -типу. Фактически оба эти типа преобразования являются аппроксимацией логарифмической функции с различной степенью приближения. Они активно применяются в телекоммуникационных системах для цифрового преобразования и сжатия информации с максимальным сохранением соотношения сигнал-шум. Для этого аналоговые сигналы малой амплитуды дискретизируются по уровню чаще. Для сжатия цифровой информации используется функция компандирования, встроенная в кодек и сигнальный процессор. С помощью этой функции производится прямое и обратное преобразование 13 или 14-разрядных слов в восьмиразрядные за счет нелинейного прореживания. В цифровых каналах связи используются именно такие восьмибитные данные. Для нормальной работы кодеку необходимы сигналы синхронизации и кадровые стробы приемника и передатчика. Эти сигналы формируются портом SPORT0 на выводах

SCLK0, RFS0 и TFS0 соответственно. Все перечисленные сигналы синхронизации и стробов программируются в процессоре по направлению, частоте, длительности и фазовому сдвигу. Цифровые данные приемника и передатчика порта транслируются на кодек по сигнальным выводам DR0 и DT0 соответственно. Помимо перечисленных узлов кодек содержит в себе операционные усилители и генератор опорного напряжения для смещения напряжения на входах усилителей относительно нулевого потенциала. Аналоговый сигнал на кодек подан с разъема XIN («тюльпан») через развязывающий конденсатор C16. Стабилитроны VD2 и VD3 защищают вход кодека от сигналов большой амплитуды. Резисторы R9 и R10 определяют коэффициент усиления входного сигнала. Опорное напряжение подведено к прямому входу кодека через резистор R12. Цепочка R11C17 корректирует смещение по высокой частоте. Конденсатор C18 является фильтрующим. Оцифрованный сигнал поступает в процессор на вход DR0 для обработки или цифровой записи. В свою очередь процессор посылает в кодек цифровые сигналы для последующего их преобразования в аналоговые. После цифро-аналогового преобразования сигнала с DT0 процессора выходной аналоговый сигнал с кодека поступает через ограничительный резистор R14

на разъем XOUT. Кроме того, этот же сигнал поступает на низкочастотный усилитель, выполненный на транзисторах VT1 и VT2. В нагрузку усилителя через развязывающий конденсатор CP3 включена миниатюрная динамическая головка BA1. Она позволяет прослушивать сигналы, генерируемые процессором. Резисторы R13 и R16 определяют коэффициент усиления всего каскада.

Выводы порта SPORT1 являются многофункциональными. Они могут быть запрограммированы как на работу с последовательными устройствами, подобно порту SPORT0, так и в альтернативном режиме как флаги входа/выхода или входы прерывания. В нашем устройстве используется второй вариант их применения. Вывод 51 порта будет работать как выход, а вывод 55 — как вход. Кроме того, использован вход прерывания IRQ1 для формирования прерывания при поступлении информации по сигнальному выводу FI. Эти выводы применены для организации последовательного порта RS-232 или проще — компьютерного COM порта. Для этого они подключены к микросхеме преобразования уровней DA2. Эта микросхема преобразует уровни TTL в уровни стандарта RS-232. Конденсаторы C12—C15 обеспечивают работу внутренних умножителей напряжения в микросхеме. Сигналы порта RS-232 выведены на девятиштырьковый разъем XRS1. Назначение сигналов на этом разъеме соответствует стандарту, принятому для персональных компьютеров IBM PC. В дальнейшем к этому порту можно подключить компьютер с помощью нульмодемного кабеля для загрузки обучающих

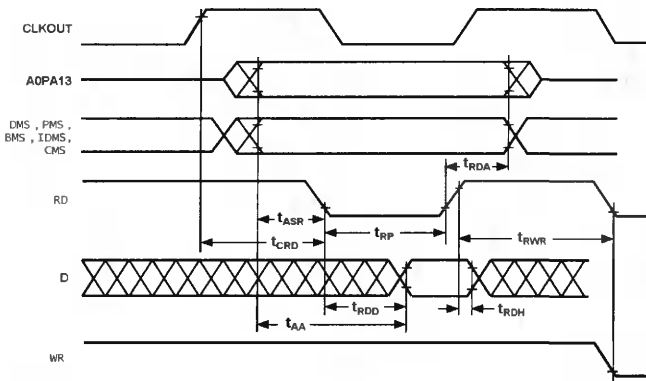


Рис. 3

Таблица 4

Параметр	Значения при чтении из памяти, нс	
	Мин.	Макс.
Требуемые длительности		
t_{RDD}	—	$0,5t_{CK}-9+w$
t_{AA}	—	$0,25t_{CK}-10,5+w$
t_{RDH}	0	—
Характеристики переключения		
t_{RP}	$0,5t_{CK}-5+w$	—
t_{CRD}	$0,25t_{CK}-5$	$0,25t_{CK}+7$
t_{ASR}	$0,25t_{CK}-6$	—
t_{RDA}	$0,25t_{CK}-3$	—
t_{RWR}	$0,5t_{CK}-5$	—

w — число циклов задержки t_{CK}

Таблица 5

Параметр	Значения при записи в память, нс	
	Мин.	Макс.
Характеристики переключения		
t_{DW}	$0,5t_{CK}-7+w$	—
t_{DH}	$0,25t_{CK}-2$	—
t_{WP}	$0,5t_{CK}-5+w$	—
t_{WDE}	0	—
t_{ASW}	$0,25t_{CK}-6$	—
t_{DDR}	$0,25t_{CK}-7$	—
t_{CWR}	$0,25t_{CK}-5$	$0,25t_{CK}+7$
t_{AW}	$0,75t_{CK}-9+w$	—
t_{WRA}	$0,25t_{CK}-3$	—
t_{WWR}	$0,5t_{CK}-5$	—

w — число циклов задержки t_{CK}

программ с помощью программного пакета EZ-KIT Lite, распространяемого фирмой Analog Device [2].

Сигналы A0—A13 являются адресными и предназначены для адресации внешней памяти или устройств ввода/вывода. Они подключены к адресным выходам микросхемы постоянной памяти D7, а некоторые из них — к дешифратору устройств ввода/вывода D9.

Сигналы D0—D23 предназначены для передачи данных и адресации. Младшие восемь бит этой шины участвуют в обмене данными только с расширенной памятью. В нашем устройстве эта память не подключена и соответственно сигналы D0—D7 не использованы. Разряды D8—D15

применены для передачи данных при обращении к байтовой памяти BDMA, эту роль выполняет микросхема Flash-памяти D7. Наконец, старшие разряды этой шины D16—D23 выполняют двоякую роль. При обращении к байтовой памяти они несут функцию старших адресных линий, а при обращении к устройствам ввода/вывода являются старшими разрядами шины данных.

Далее следуют сигналы записи —WR, чтения —RD и выборки внешних устройств, из которых будет использоваться байтовая память D7, выбираемая сигналом —BMS с помощью дешифратора D8, и устройства ввода/вывода, выбираемые сигналом —IOMS с помощью дешифратора D9 и логических элементов D13.1, D13.2. В устройстве присутствует восьмиразрядный регистр ввода D11 и восьмиразрядный

регистр вывода D12. Первый из них позволяет получать дискретные сигналы с различных цифровых датчиков, контактов и пр., а второй обеспечивает возможность управления цифровыми ключами, индикаторами и т. п. Выводы этих регистров подключены к разъемам XI и XO соответственно.

Временные диаграммы циклов чтения и записи данных процессором представлены на рис. 3 и 4 соответственно, а параметры сигналов — в табл. 4 и 5.

Из диаграмм видно, что чтение и запись данных в процессор необходимо производить по спаду (заднему фронту) сигналов чтения или записи соответственно, когда обеспечена достоверность данных на шине.

Следующая группа FL0—FL2 является битовыми выходными сигналами, работающими только на вывод. К ним через буферный повторитель D4.2 подключены индикаторы HL1—HL3.

В отличие от FL0—FL2 выводы PF0—PF7 являются двунаправленными и могут быть запрограммированы как на ввод, так и на вывод побитно. К выводу PF7 подключен индикатор HL4, а выводы PF0—PF3 будут запрограммированы как входы и к ним подключены кнопки SB0—SB3. Резисторы R5—R8 являются то-

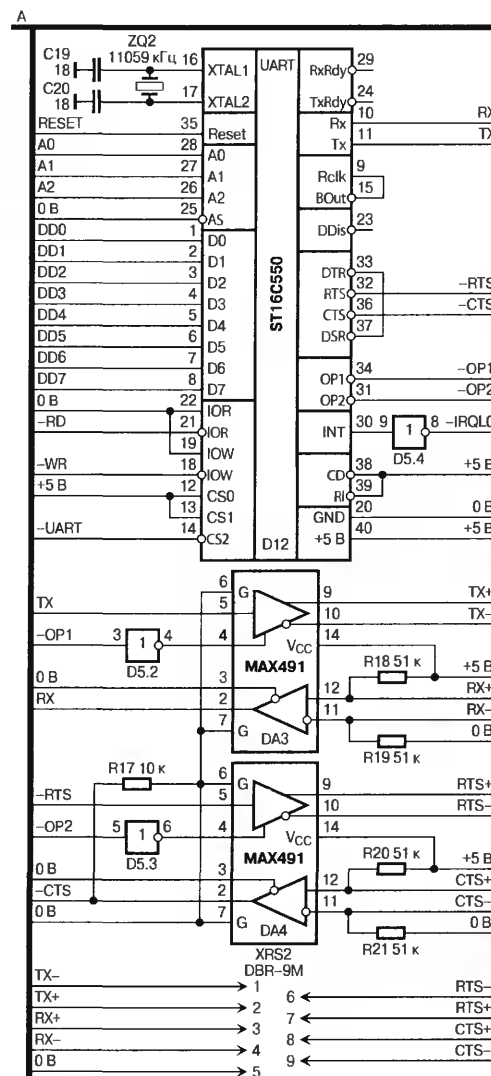


Рис. 5

коограничивающими, а резисторная сборка RN3 подтягивает сигналы управления и входные сигналы к высокому уровню.

О назначении сигнала ММАР было рассказано в предыдущей статье цикла при рассмотрении способов организации памяти процессора. Поскольку в нашем устройстве применяется внутренняя память процессора и использован ее механизм загрузки, этот вывод подключен к общему проводу.

Сигнал -PWD отвечает за формирование немаскируемого прерывания при снижении напряжения питания процессора ниже нормы. Для его использования необходимо подключить к нему выход узла, отслеживающего напряжение питания и формирующего сигнал лог. 0 для формирования прерывания при снижении напряжения питания ниже установленной границы. В результате процессор успевает сохранить необходимые данные в энергонезависимой внешней памяти или выполнить другие необходимые инструкции для предотвращения неблагоприятных последствий, связанных с пропаданием питания. В нашем устройстве данный сигнал подведен непосредственно к плюсу питания и не используется. Также не используется и выходной сигнал PWDACK, предназначенный для транзита сигнала о снижении питания.

Наконец, последний вывод процессора BMODE определяет интерфейс, через который будет производиться загрузка процессора. Если на этот вы-

вод подан лог. 0, загрузка процессора будет производиться через интерфейс BDMA, т. е. из байтовой памяти. В противном случае процедура загрузки будет производиться через интерфейс IDMA. В дальнейшем мы рассмотрим оба варианта загрузки. Для автоматизации процесса загрузки применен триггер, выполненный на элементах D4.1 и D4.2. В зависимости от источника сброса триггер переключается в такое состояние, которое обеспечивает установку на выводе BMODE сигнала, необходимого для загрузки через соответствующий интерфейс.

Схема еще одного внешнего устройства в качестве дополнения приведена на рис. 5. Это дополнение не является обязательным и может не монтироваться на основную плату. Но если появится необходимость оснащения устройства еще одним последовательным портом типа RS-422, это дополнение может помочь.

Как видно из рис. 5, узел содержит микросхему UART D12 с подключенными к ней резонатором ZQ2 и конденсаторами C19, C20. Программирование этой микросхемы производится через шину данных DD0—DD7. Выходные сигналы микросхемы UART для организации последовательного порта RS-422 подключены к приемопередатчикам — преобразователям уровней сигналов DA3 и DA4. Элементы D5.2 и D5.3 инвертируют выходные сигналы управления UART, обеспечивая отключение приемопередатчиков DA3 и DA4 в

момент сброса самого UART или при включении. Элемент D5.3 инвертирует выходной сигнал запроса прерывания от UART. Резисторы R17—R21 обеспечивают пассивное состояние сигналов при отключенной линии связи. Этот порт позволяет обмениваться информацией со 127-ю другими устройствами по аналогичному порту на расстоянии до 1200 м. Все сигналы порта выведены на разъем XRS2.

Устройство может быть собрано на небольшой макетной или специально изготовленной плате. Для разработки топологии печатной платы необходимо создать файл посадочного места для компонента — процессора, который будет использоваться системой автоматического проектирования САПР. Чертеж корпуса процессора приведен на рис. 6.

На нем даны все необходимые размеры в двух системах единиц измерения. В скобках приведены размеры в дюймах, а без скобок — в миллиметрах. Ввиду того, что процессор имеет большое число выводов и малый шаг между ними, для изготовления электронных устройств с его применением может потребоваться разработка печатной платы. Однако некоторые умельцы используют другие хитрые приемы для установки таких компонентов на печатной плате. Одним из таких способов является наклейка фрагментов стеклотекстолита с контактными площадками по периметру установочного места компонента. Выводы компонента припаивают к контактным площадкам этих фрагментов и уже после этого тонкими проводниками осуществляют остальной монтаж всего устройства. Естественно, что шаг контактных площадок фрагментов должен совпадать с шагом устанавливаемого компонента. Эти фрагменты можно вырезать, например, из неисправных компьютерных плат или подобрать из наборов, продающихся в специализированных магазинах по электронике.

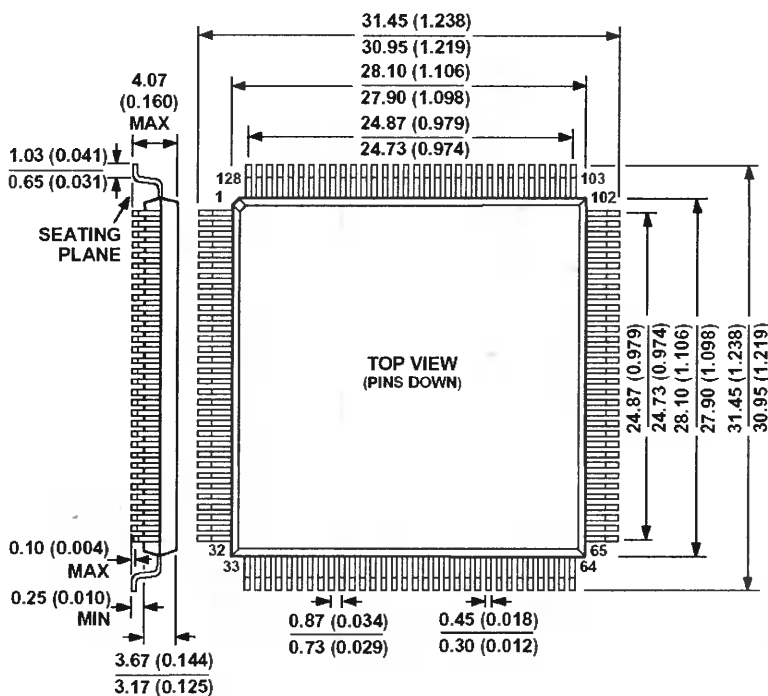
В следующий раз я расскажу о внутренней программной модели процессора, а также о средствах и способах его программирования. А описанная выше схема поможет на практике начать освоение сигнальных процессоров.

Продолжение следует

Олег Вальпа,
sandh@narod.ru

ЛИТЕРАТУРА:

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



Сверхбыстродействующий микроконтроллер DS89C420 фирмы Maxim/Dallas

Настоящая статья дает представление о новом сверхбыстродействующем микроконтроллере DS89C420 фирмы Maxim/Dallas. В статье приводятся общие сведения и отличия микроконтроллера от стандартного i8052.

Соревнование в повышении производительности современных микроконтроллеров началось всего несколько лет назад одновременно с появлением микроконтроллеров с RISC-архитектурой, имеющих более высокую производительность, чем самые распространенные и популярные x51-совместимые микроконтроллеры. Напомним, что стандартный микроконтроллер i8052, с которого собственно и началось развитие x51-совместимых микроконтроллеров, выполнял самую короткую инструкцию за 12 периодов тактовой частоты. Иными словами, при частоте 12 МГц инструкция выполнялась за одну микросекунду. В последнее время наиболее распространенным параметром производительности микроконтроллеров стала так называемая «пиковая» производительность. Этот параметр показывает, какое число самых коротких

и быстрых команд микроконтроллер может выполнить за одну секунду и измеряется в миллионах инструкций в секунду — MIPS (Million Instructions per Second). Стандартный микроконтроллер i8052 при тактовой частоте 12 МГц имел производительность 1 MIPS. Обычно кроме пиковой производительности еще указывается процент самых коротких инструкций, что позволяет примерно оценить среднюю производительность. Появление микроконтроллеров с RISC-архитектурой фактически подтолкнуло производителей x51-совместимых микроконтроллеров к необходимости модернизации вычислительного ядра. Многие ведущие фирмы-производители начали выпускать микроконтроллеры с модифицированным ядром, позволяющим производить короткие операции не за 12 периодов тактовой частоты, а за 6 или 4, так называемые x2 и x4 мик-

роконтроллеры (или с архитектурой x2 или x4). Очевидно, что их пиковая производительность поднялась за счет этого до 2 и 4 MIPS (12 МГц) соответственно. Одновременно за счет совершенствования технологии производства удалось поднять тактовую частоту микроконтроллеров сначала до 24, а затем и до 33, 40, 60 МГц. За счет этого, например, при архитектуре ядра x4 и тактовой частоте 60 МГц можно было достичь пиковой производительности до 20 MIPS. Кардинально изменилась ситуация при появлении микроконтроллеров фирмы Cygnal (1999 г.), которые имели полностью обновленное вычислительное ядро, выполняющее 70 % инструкций за один период тактовой частоты (с архитектурой x12). Это позволило им занять лидирующее место в мире, т. к. на частоте 25 МГц достигалась пиковая производительность в 25 MIPS. Четыре года (до октября 2003 г.) микроконтроллеры фирмы Cygnal были мировыми лидерами по производительности среди микроконтроллеров общего назначения. Следует отметить, что фирма Cygnal кроме микроконтроллеров общего применения выпускает еще и сверхбыстродействующие микросистемы сбора данных (F12x), развивающие пиковую производительность 100 MIPS. Рекорд фирмы Cygnal (в настоящее время — SiLabs) среди микроконтроллеров общего применения в октябре 2003 г. был превзойден новым микроконтроллером DS89C420 фирмы Maxim/Dallas [1]. Ознакомимся с ним более подробно.

Итак, главной особенностью микроконтроллера DS89C420 является полностью новое вычислительное ядро, позволившее резко повысить производительность. Микроконтроллер предназначен для использования в системах общего применения, поскольку не имеет встроенных подсистем смешанных сигналов (Mixed Signals), т. е. аналого-цифровых и цифро-аналоговых узлов. Микроконтроллер выпускается в трех типах корпусов — PDIP40, PLCC44 и TQFP44 для двух температурных диапазонов (0...+70 °C и -40...+85 °C). Выпускаются два исполнения для работы на тактовых частотах до 25 и 33 МГц. Функциональная схема микроконтроллера представлена на рис. 1.

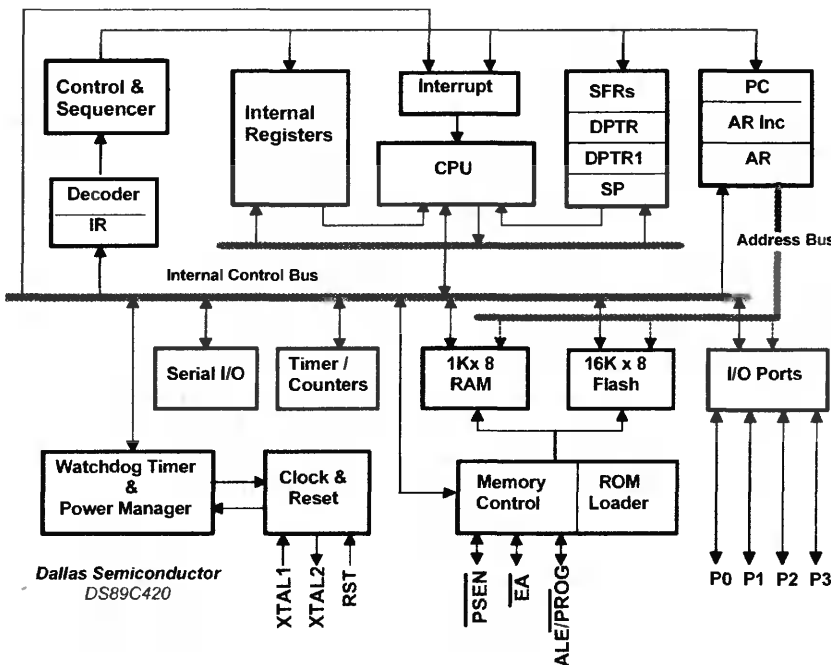


Рис. 1

Микроконтроллер DS89C420 совместим со стандартным i8052 микроконтроллером по набору инструкций и назначению выводов. Он имеет четыре двунаправленных порта ввода/вывода, три 16-битных таймера и 256 байт встроенной основной оперативной памяти. Кроме этого на кристалле расположено 16 К Flash-памяти программ и 1 К дополнительной оперативной памяти. В микроконтроллере поддерживается два режима программирования — параллельный (на внешнем программаторе) и последовательный (внутрисистемный, через последовательный порт UART). Микроконтроллер оснащен возможностью динамического программного переключения между встроенной Flash-памятью программ объемом 16 К и внешней памятью программ. Поскольку при тактовой частоте 33 МГц время выполнения инструкции занимает всего 30 нс, микроконтроллер оснащен возможностью регулирования времени доступа к периферийным узлам для работы как в быстром, так и в медленном режимах. Эта возможность реализуется с помощью механизма PMM (Power Management Mode), заключающегося в том, что скорость доступа к периферийным узлам может программно изменяться и составлять от одного до 1024-х периодов тактовой частоты. Еще одной особенностью микроконтроллера DS89C420 является наличие двух независимых указателей данных (DPTR) с автоинкрементом/декрементом и четырьмя режимами страничного доступа. Для обеспечения режима энергосбережения имеется программируемый делитель тактовой частоты. Предусмотрена также возможность как программного, так и аппаратного останова микроконтроллера. В состав периферии микроконтроллера включены два полнодуплексных последовательных порта UART, программируемый охранный таймер WDT. Микроконтроллер имеет развитую подсистему прерываний обслуживающую прерывания от 13-ти источников (в том числе шесть внешних источников), при этом обеспечивается пять уровней приоритета. Имеется также встроенный супервизор питания, обеспечивающий формирование опережающего прерывания при снижении напряжения питания и сброс микроконтроллера. Источником прерывания может быть также встроенный детектор нарушения тактовой частоты.

Рассмотрим более подробно некоторые оригинальные подсистемы микроконтроллера DS89C420.

Микроконтроллер является полностью статической CMOS микросхемой и одинаково хорошо работает во всем диапазоне тактовых частот от 0 до максимальной тактовой частоты 33 (25) МГц. Он имеет полную совместимость по инструкциям и разводке выводов со стандартным i8052 микроконтроллером, что позволяет использовать ранее разработанное программное обеспечение и аппаратное окружение. При этом необходимо учитывать, что скорость работы нового микроконтроллера примерно в 12 раз выше, чем стандартного, так что подпрограммы, формирующие временные интервалы, все-таки необходимо корректировать. Это не касается функционирования таймеров, т. к. при сбросе микроконтроллера они устанавливаются в режим, «совместимый» со стандартным i8052, что достигается благодаря делению тактовой частоты на 12.

Карта специальных регистров (SFR) микроконтроллера DS89C420 значительно отличается от стандартной тем, что в нее введены дополнительные регистры. Она располагается по стандартным адресам основной прямо адресуемой оперативной памяти от 0x80 до 0xFF.

Как и многие микроконтроллеры фирмы Dallas, описываемый микроконтроллер имеет два указателя данных (DPTR и DPTR1), которые используются инструкцией MOVX. Например, один из них может использоваться для адресации интегрированной оперативной памяти, а второй — внешней оперативной памяти. Пользователь может использовать либо «ручное» управление указателями с помощью программирования специального бита, либо автоматическое переключение.

Встроенная Flash-память программ микроконтроллера располагается с нулевого адреса по адрес 03FFF, причем она разбита на два блока по 8 К каждый. Попытки обращения к памяти программ за пределами этой зоны приводят к формированию цикла обращения к внешней памяти. Имеется также возможность полного отключения внутренней Flash-памяти (ROMLESS). Встроенная Flash-память может быть запрограммирована двумя методами — с помощью стандартного внешнего параллельного программатора с напряжением программирования 5 В и с помощью встроенного механизма программирования с автозагрузкой через последовательный порт. Механизм ад-

ресации микроконтроллера оснащен специальным управляющим регистром ROMSIZE в карте SFR регистров. С помощью программирования битов этого регистра возможна настройка подсистемы памяти на различные механизмы адресации — адресный, страничный (с различным размером страницы) и странично-оконный.

Микроконтроллер имеет несколько механизмов защиты программ. Один из них — 64-байтный кодирующий массив. Он может быть записан в специально отведенную область Flash-памяти. Запись может быть произведена только однократно, после нее все попытки доступа к программной памяти приводят к чтению результата операции «Исключающее ИЛИ» между адресуемым байтом программной памяти с внутренне определенным байтом из этого массива. Таким образом, память программ оказывается недоступна для чтения. Кроме того, имеются трехуровневый «замок» доступа к внутренней памяти программ и данных, реализованный в виде трех защитных битов. Эти биты могут быть однократно запрограммированы и сняты только при полном стирании программной памяти.

Как уже отмечалось выше, весь массив программной памяти 16 К, а также 64-байтный кодирующий массив и дополнительная оперативная память могут быть запрограммированы внутрисистемно через последовательный порт UART0 с помощью встроенного грузчика, расположенного в постоянном запоминающем устройстве. Автозагрузчик имеет также функцию автоопределения скорости. Он активируется при определенной комбинации сигналов управления — $RST = 1$, $EA = 0$ и $PSEN = 0$, которая должна присутствовать в момент подачи питания. Автозагрузчик располагается во встроенном постоянном запоминающем устройстве объемом 2 К. Более подробно с функциями автозагрузчика и программным обеспечением персонального компьютера можно познакомиться в [2].

Интересной особенностью контроллера является наличие механизма доступа к внешней памяти. Одна из функций этого аппаратного механизма — программное управление временем доступа к внешней памяти. Поскольку внутренний машинный (тактовый) цикл достаточно короток, эта возможность является важной для обеспечения работы с медленной внешней памятью. Если внешняя па-

мать работает в нестраничном режиме, цикл доступа к ней равен четырем внутренним циклам процессорного ядра. Если внешняя память работает в одном из нескольких возможных страничных режимов, время доступа к ней может быть установлено равным одному, двум или четырем машинным циклам при работе с одной страницей или двум, четырем или восемью машинным циклам при смене страницы. Эта возможность позволяет разработчику оптимизировать быстродействие подсистемы памяти.

Подсистема прерывания микроконтроллера также достаточно оригинальна. Она имеет пять уровней приоритета в отличие от двух стандартных. Это позволяет более гибко распределять по важности прерывания от различных встроенных подсистем или внешних устройств. Поскольку эта статья носит только ознакомительный характер, более подробно на подсистеме прерываний мы останавливаться не будем. Она достаточно хорошо описана в [1].

Охранный таймер WDT микроконтроллера позволяет устанавливать период обновления до 3,9718 мс (при тактовой частоте 33 МГц). Он может быть источником прерывания и сброса микроконтроллера. Первоначально по истечении периода обновления WDT при перезапуске его микроконтроллером через 3,9718 мс выдается прерывание, а через 15,5 мкс вырабатывается сброс микроконтроллера. Функции сброса и прерывания от WDT могут быть запрещены программно.

Внешний вход сброса RST микроконтроллера прямой, т. е. срабатывает при подаче на вход лог. 1 как минимум в течение трех периодов тактовой частоты. Выполнение программы при сбросе начинается с нулевого адреса через четыре периода тактовой частоты. Если во время сброса микроконтроллер остановлен, сигнал сброса запускает тактовый генератор, а затем начинает выполнение программы с нулевого адреса. Задержка, необходимая для стабилизации частоты кварцевого генератора, составляет 65536 периодов тактовой частоты. Вход сброса является двунаправленным и, если ситуация сброса вызвана, например, снижением напряжения питания или переполнением охранного таймера WDT, на входе RST формируется выходной импульс сброса. Это необходимо учитывать при разработке внешних цепей сброса микроконтроллера.

В описываемый микроконтроллер встроен детектор состояния тактового

генератора, вызывающий сброс микроконтроллера при снижении частоты тактового генератора ниже 20 кГц, при этом генератор Ring продолжает работать. Детектор состояния тактового генератора программно управляется с помощью битов OFDE и OFDF.

Снижение энергопотребления микроконтроллера может быть достигнуто благодаря снижению тактовой частоты с помощью специального программно-управляемого делителя на 1024. Кроме программного выхода из этого состояния возможен выход по различным комбинациям прерываний.

Мы уже упоминали о существовании так называемого Ring-генератора. Это специальный генератор, работающий на частоте около 10 МГц. Он используется во время режима останова микроконтроллера, когда основной тактовый генератор выключен, для тактирования ядра во время запуска и стабилизации частоты основного тактового генератора.

Микроконтроллер оснащен двумя последовательными портами UART, один из которых полностью идентичен стандартному порту i8052. Оба последовательных порта независимы и могут работать на разных скоростях передачи и в различных режимах, однако второй дополнительный последовательный порт может использоваться для формирования рабочей частоты только таймер 1.

В заключение отметим еще раз, что на сегодняшний день этот микроконтроллер является самым быстродействующим среди микроконтроллеров общего применения, обеспечивая пиковую производительность около 33 MIPS, следующим за ним является семейство микроконтроллеров фирмы SiLabs C8052F2xx, обеспечивающих пиковую производительность до 25 MIPS, а следом — ряд микроконтроллеров AVR фирмы Atmel. Поскольку микроконтроллер выпускается в стандартных корпусах и имеет стандартную разводку выводов, он очень удобен для повышения производительности уже выпускаемых микроконтроллерных изделий путем простой замены микроконтроллера и небольшой доработки программного обеспечения.

Олег Николайчук,
onic@ch.moldpac.md

ЛИТЕРАТУРА:

1. <http://www.maxim-ic.com/ds89c420.pdf>
2. <http://www.maxim-ic.com/micros/ftinfo.html>



DS89C420 ультра-быстрый 8051 микроконтроллер Dallas-Maxim.

- пиковая производительность 33 MIPS
- 16 Кбайт флэш-память программ
- программирование через последовательный порт
- 256 + 1024 байт встроенного ОЗУ
- 2 указателя данных
- 13 источников прерываний
- анонсированы модели с 32 и 64 Кбайт флэш-памятью

RAINBOW
TECHNOLOGIES

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР
DALLAS SEMICONDUCTOR MAXIM

- Москва: тел.: (095) 797-8993
e-mail: info@rainbow.msk.ru
- Санкт-Петербург: тел.: (812) 324-0902
e-mail: spb@rainbow.msk.ru
- Минск: тел.: (37517) 249-8273
e-mail: chip@rainbow.by
- Киев: тел.: (38044) 490-9228
e-mail: chip@rainbow.com.ua
- Екатеринбург: тел.: (343) 269-4984
e-mail: ural@rainbow.msk.ru



www.ptcs.ru

Цифровой фильтр на ПЛИС для системы автоматического регулирования

В системе автоматического регулирования исполнительное устройство воздействует на процесс в соответствии с получаемым сигналом управления. Для сглаживания ступенчатых управляющих воздействий, поступающих на исполнительное устройство, разработан цифровой фильтр на основе ПЛИС фирмы Altera.

Исполнительное устройство в системе автоматического регулирования воздействует на процесс в соответствии с получаемой командной информацией. Оно состоит из исполнительного механизма и регулирующего органа.

Исполнительный механизм представляет собой функциональный блок, непосредственно осуществляющий механическое перемещение или поворот затвора регулирующего органа в положение, определяемое командным сигналом регулятора [1].

При передаче управляющих воздействий на исполнительные устройства в системе автоматического регулирования необходимо обеспечить плавный разгон и торможение движущихся частей исполнительного механизма, чтобы исключить ударное перемещение его деталей, вызывающее чрезмерные механические и электрические перегрузки, потерю качества обработки воздействий из-за вибрации, инерционности и т. д. При поступлении ступенчатых управляющих воздействий на исполнительные устройства использование аналоговых фильтров для сглаживания ступенчатых сигналов не всегда обеспечивает высокую степень интеграции и точность дозировки управляющих воздействий [2].

В целях создания фильтра, сглаживающего ступенчатые воздействия при управлении исполнительным механизмом по заданиям цифровой системы регулирования, разработано устройство, блок-схема которого приведена на рис. 1.

Предлагаемое устройство может быть использовано для пневматического и электрического исполнительных механизмов в системах автомати-

ческого регулирования установками вентиляции и кондиционирования воздуха и в других случаях.

Блок-схема цифрового фильтра содержит последовательно включенные четыре регистра RG; счетчик CT1, формирующий сигналы, разрешающие загрузку данных в соответствующий регистр; многоканальный сумматор SM для арифметического

сложения чисел, поступающих на его входы; делитель DIV с коэффициентом деления, равным четырем, для усреднения суммы, полученной в SM; формирователь коэффициента деления LC. Число входных регистров, уменьшенное на единицу, определяет число промежуточных градаций при сглаживании ступенчатого сигнала. Для исполнительных устройств в установках вентиляции и кондиционирования воздуха достаточно трех промежуточных градаций.

На рис. 2 приведены временные диаграммы, поясняющие работу цифрового фильтра. В начальный момент времени t_0 во всех регистрах записаны нули, на выходах счетчика CT1, сумматора SM и делителя DIV — нулевые коды. Предположим, что сигнал N на входе фильтра изменяется, как показано на рис. 2. В момент t_1 в первый регистр записывается число $N = 8$, а в остальных регистрах сохраняются нулевые коды. На вход сумматора SM

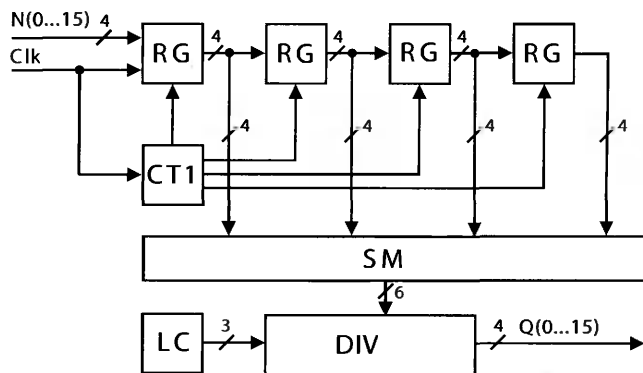


Рис. 1

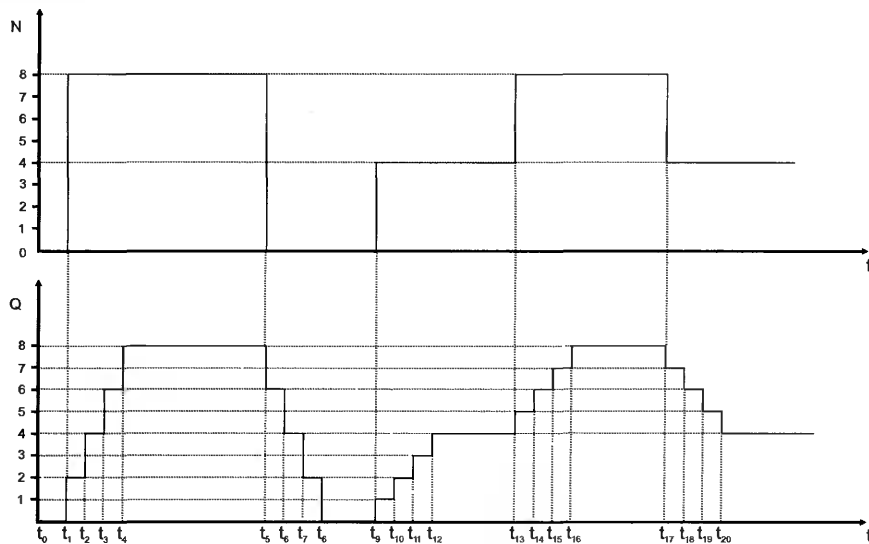
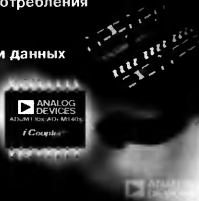


Рис. 2

ARGUSSOFT<http://components.argussoft.ru>**ЗАО «АРГУССОФТ Компани»
ДЕПАРТАМЕНТ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ****ADuM130x/ADuM140x
Многоканальные изоляторы**

- Двухнаправленная передача информации
- Замена оптронов и дискретных компонентов
- Снижение энергопотребления в 70 раз
- Скорость передачи данных до 100 Мбит/сек
- Температурный диапазон -40...+100°C

**Хотите попробовать?****Закажите бесплатные образцы у нас:**

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

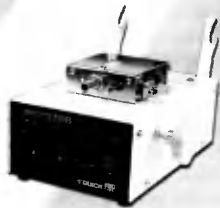
Санкт-Петербург
Тел.: (812) 567 1867
Факс: (812) 567 1849
E-mail: spb@argussoft.ru

Екатеринбург
Тел.: (343) 378 3242
Факс: (343) 378 3241
E-mail: ural@argussoft.ru

Новосибирск
Тел.: (3832) 27 1155
Факс: (3832) 22 4031
E-mail: nsk@argussoft.ru

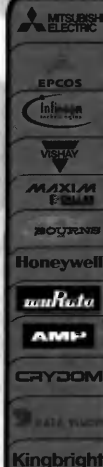
ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ДИСТРИБЬЮТОРwww.platan.ru**ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ
ОТ ВЕДУЩИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ****Паяльные станции Quick**

- Паяльная станция с автоматической подачей олова
- Возможность педального управления подачей олова
- Припой диаметром 0.5 – 1.6 мм
- Керамический нагревательный элемент паяльника
- Два типа расположения трубки подачи олова: на корпусе станции и корпусе паяльника
- Регулировка:
 - времени подачи: 0 – 4 сек
 - скорости подачи: 4.5 – 26 мм
 - режима управления: ручной/автоматический
 - обратной отмотки: 0 – 5 мм

QUICK-375A**QUICK-375B**

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

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

**ГАММА**

20 YEARS of

ALTERA
INNOVATION**Новая версия ПО компании ALTERA Quartus v.4.0****Новые возможности:**

- Содержит встроенный интерфейс MAX+PLUS II.
- RTL Viewer — позволяет представить в виде схемы проект, описанный с помощью языков VHDL и Verilog. В результате, возможно проанализировать структуру проекта до того, как будет выполнено поведенческое моделирование, синтез и размещение.
- Компилятор памяти — строит временные диаграммы, которые отражают работу памяти в зависимости от заданных параметров. Эта особенность помогает понять значение различных конфигурационных установок памяти.
- Возможность компиляции с разными установками, что позволяет проектировщикам экспериментировать, используя различные установки и назначения компилятора для данного проекта. Установки, назначения и результаты компиляции могут сохраняться и обрабатываться раздельно.

- Добавлена поддержка физического синтеза для семейств Stratix II и MAX II.
 - Улучшенный встроенный логический анализатор SignalTap-II. Предоставляет возможность произвести отладку системы в реальном времени.
 - Компиляция в Linux происходит быстрее на 40 %.
- Включена поддержка Red Hat Linux версий 7.3 и 8.0.

**QUARTUS™ II****Cyclone**

С 1 марта существенно снижены цены на
большинство микросхем семейства Cyclone!

Выбор: тел. (81378) 31509, факс 35477
С.-Петербург: тел./факс (812) 3216160
Москва: тел./факс (095) 9138120

E-mail: gamma@vyborg.ru
www.gamma.vyborg.ru

Agilent Technologies**intel****MOTOROLA**

подается число 8, на входе делителя — 2. В момент t_2 число 8 присутствует как в первом, так и во втором регистрах. Среднее значение суммы на выходе делителя равно четырем. В момент t_3 на выходе сумматора появляется число 24, на выходе делителя — число 6. В момент t_4 число 8 заполняет все регистры, и значение на выходе делителя достигает восьми. Обратный процесс (моменты $t_5...t_8$) развивается аналогично. В момент t_9 на вход фильтра поступает число $N = 4$, шаг квантования по амплитуде уменьшается вдвое (до 1). Формирование промежуточных градиаций происходит аналогично, как и для моментов $t_1—t_4$.

Современные цифровые системы автоматического регулирования формируют управляющие сигналы для нескольких исполнительных устройств, что определяет число необходимых цифровых фильтров. Представленная на рис. 1 блок-схема, многократно повторенная в рамках одной системы регулирования, требует применения немалого числа микросхем для ее реализации. Развитие программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) существенно изменило задачи и возможности проектировщиков цифровых устройств, освободив от необходимости их сборки из многочисленных отдельных микросхем малой и средней степени интеграции. Одной из разновидностей ПЛИС являются энергонезависимые многократно программируемые устройства CPLD. В таких микросхемах требуемая структура устройства создается путем программирования связей коммутирующих матриц с использованием технологий перепрограммируемых ПЗУ. К этому классу относят ПЛИС фирмы Altera.

При проектировании цифрового фильтра использовалась САПР MAX+plusII [3, 4], позволяющая реализовать схему на базе ПЛИС фирмы Altera и обеспечивающая синтез

структуры и трассировку внутренних связей ПЛИС, подготовку данных для программирования и конструирования ПЛИС, функциональное моделирование и временной анализ, программирование и конструирование ПЛИС. При компиляции ЗУ в MAX+plusII была получена структура проекта, функциональная схема которого приведена на рис. 3, а также подобрана микросхема ПЛИС ACEX1K фирмы Altera.

Функциональная схема (рис. 3) состоит из модулей CPLD_1 и CPLD_2 — символов, представляющих собой схемы, созданные разработчиком.

Модуль CPLD_1 (рис. 4) состоит из регистров RG с входами параллельной загрузки данных D0—D3 и выходами Q0—Q3, входами разрешения загрузки Enable и асинхронного сброса Reset и тактовым входом Clk; счетчика тактовых импульсов CT с тактовым входом Clk и входом асинхронного сброса Reset. Каждый из регистров — это четырехразрядный параллельный регистр на D-триггерах (рис. 5). Счетчик тактовых импульсов CT формирует сигналы, поступающие с выходов Out4, Out8, Out12 и Out16 на входы разрешения загрузки данных в регистры.

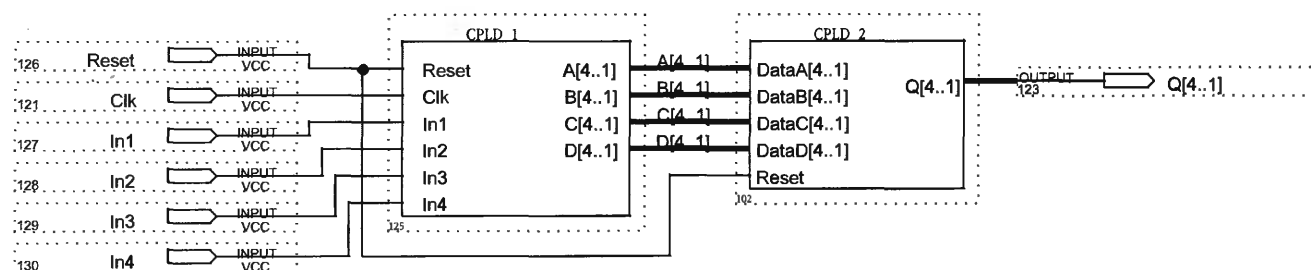
Модуль CPLD_2 (рис. 6) состоит из сумматора ADDER, имеющего четыре четырехразрядных входа и шестизразрядный выход; комбинационного делителя LPM_DIVIDE с входами подачи сигнала number и коэффициента деления denom[] (в данном случае 4), входом асинхронного сброса aclr и выходом с результатом деления quotient[]; формирователя коэффициента деления делителя LPM_CONSTANT.

Ниже приведено AHDL-описание сумматора ADDER, представленного на рис. 6.

```
SUBDESIGN ADDER
(
  A[4..1], B[4..1], C[4..1], D[4..1] :
  INPUT = GND;
  Sum[6..1] :
```

```
OUTPUT;
)
BEGIN
  Sum[6..1]=(0, A[4..1])+(0, B[4..1])+(0,
  C[4..1])+(0, D[4..1]);
END;
```

Цифровой фильтр работает следующим образом. Четырехразрядный двоичный код, соответствующий уровню входного сигнала фильтра, с входов In1—In4 поступает на параллельные входы D0—D3 первого регистра (рис. 4). Сформированный счетчиком CT сигнал с выхода Out4 поступает на вход Enable первого регистра, разрешая загрузку данных. На выходах первого регистра появляется входной код. До формирования на выходе Out8 счетчика следующего сигнала на входы сумматора ADDER A[4..1] (рис. 6) параллельно подается сигнал, в котором коды четырех разрядов соответствуют входному коду фильтра. На остальных входах сумматора присутствуют нули. Суммарный сигнал поступает на вход делителя LPM_DIVIDE. Через четыре такта после появления сигнала с выхода Out4 счетчика формируется сигнал на выходе Out8, разрешающий запись кода с выходов первого регистра во второй регистр. С выходов двух регистров сигналы, коды которых соответствуют коду сигнала на входе фильтра, поступают соответственно на входы A[4..1] и B[4..1] сумматора. После суммирования входных сигналов результат поступает на вход делителя. Дальнейшая работа фильтра при появлении разрешающих сигналов с выходов Out12 и Out16 счетчика происходит аналогично. Сигналы на выходах Out12 и Out16 формируются соответственно через 12 и 16 тактов от начала работы. В результате суммарный сигнал на выходе сумматора ADDER изменяется от минимального (при наличии сигнала только с выхода Out4 счетчика CT) до максимального (при наличии



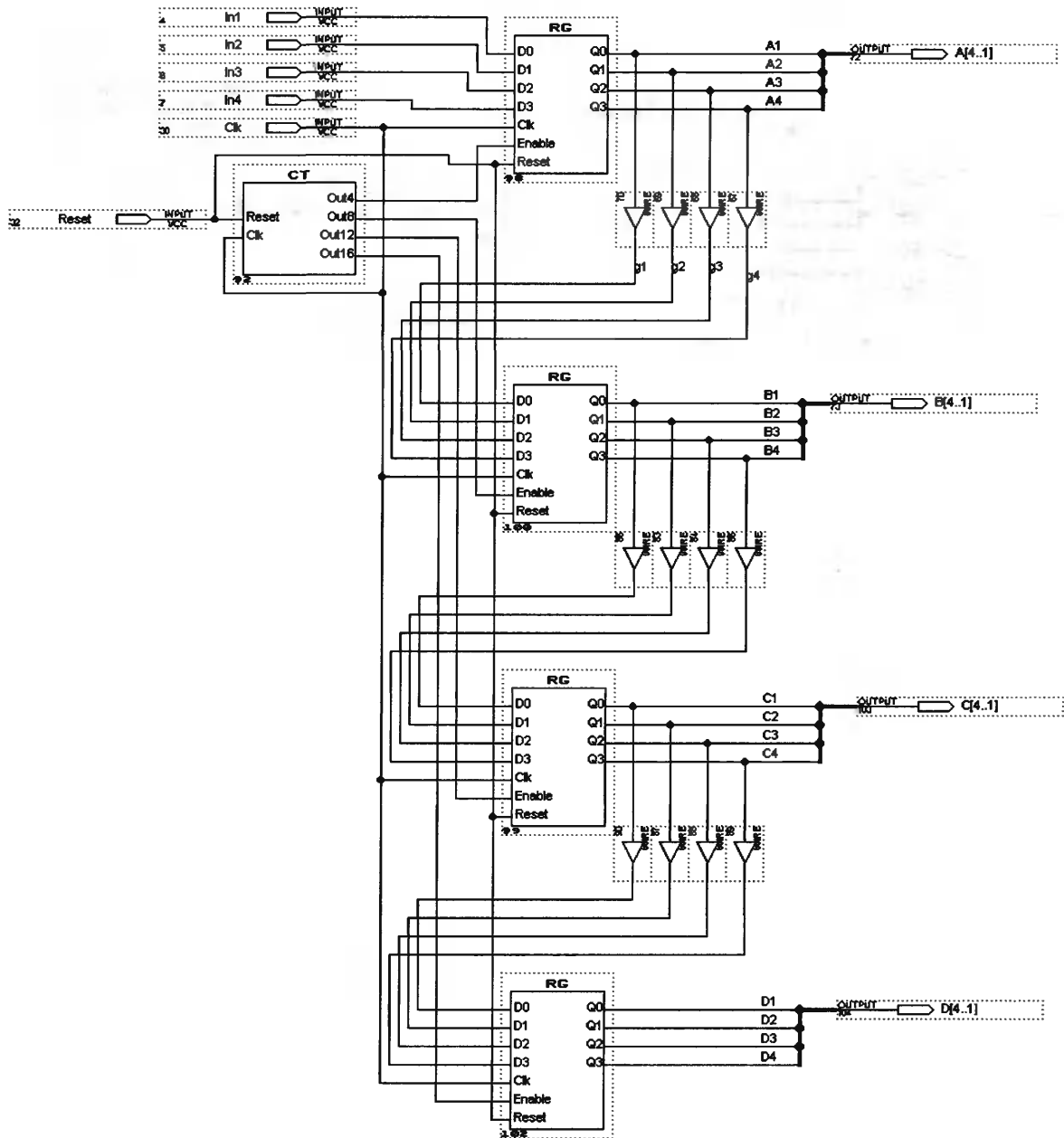


Рис. 4

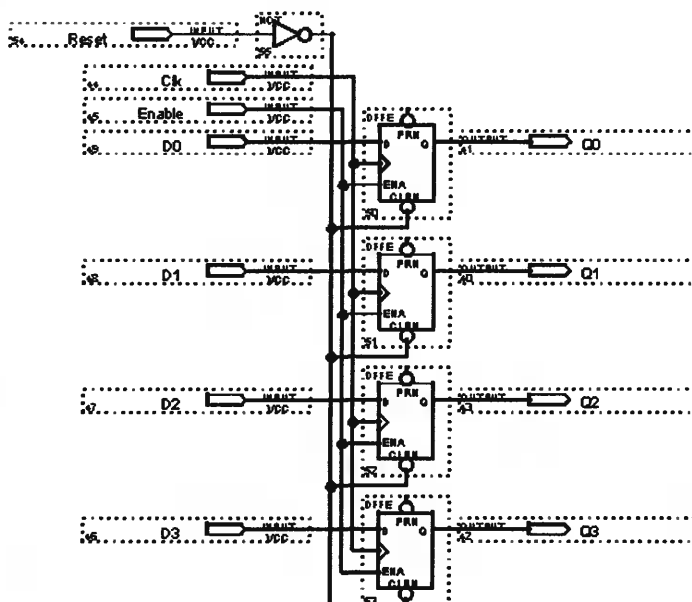


Рис. 5

сигналов с Out4—Out16). Делитель LPM_DIVIDE делит результат на четыре, при этом значение коэффициента деления поступает из формирователя LPM_CONSTANT. При работе устройства сигнал на выходе делителя изменяется от минимальной величины, соответствующей четвертой части уровня входного сигнала фильтра, до максимальной величины, соответствующей полному уровню.

На основе созданных при компиляции выходных файлов осуществлено моделирование работы проекта с помощью симулятора MAX+plusII, проверяющего логические операции и внутренние временные проекта. В ходе функционального моделирования была проверена логика работы. Временным моделированием так-

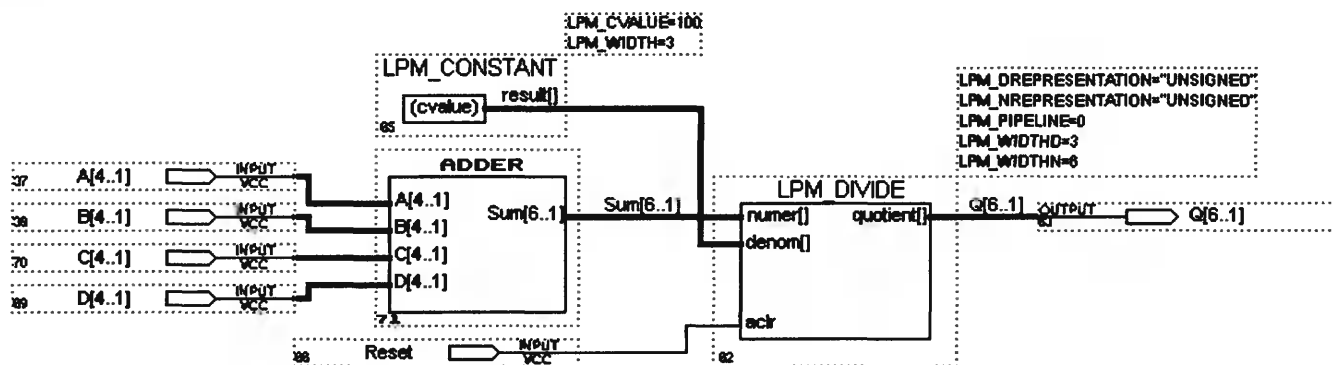


Рис. 6

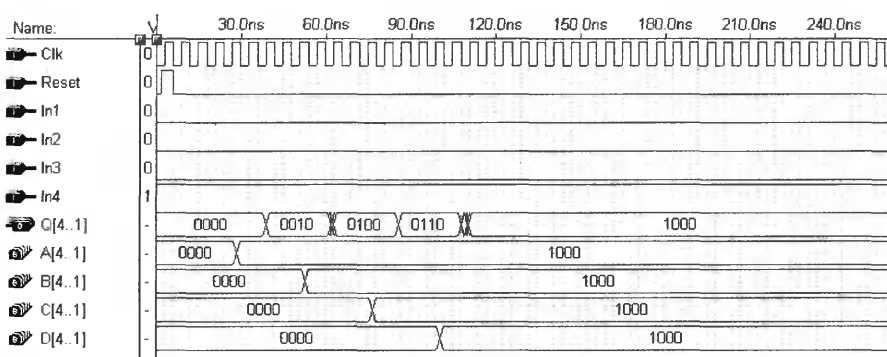


Рис. 7

же проверены временные параметры проекта, реализованного на ПЛИС ACEX1K.

Фрагмент результатов моделирования, демонстрирующий работу

разработанного цифрового фильтра, показан на рис. 7.

Владимир Вычужанин,
vint53@list.ru

ЛИТЕРАТУРА:

1. Устройства и элементы систем автоматического регулирования и управления. Техническая кибернетика. Книга 3. Исполнительные устройства и сервомеханизмы // Под ред. В. В. Солодовникова. — М.: Машиностроение, 1976.
2. В. А. Бессерский, Н. Б. Ефимов, С. И. Зиятдинов и др. Микропроцессорные системы автоматического управления. — М.: Машиностроение, 1988.
3. А. П. Антонов. Язык описания цифровых устройств AlteraHDL. — М.: РадиоСофт, 2001.
4. Д. А. Комолов, Р. А. Мяльк, А. А. Зобенко, А. С. Филиппов. Системы автоматизированного проектирования фирмы Altera MAX+PlusII и QuartusII. — М.: РадиоСофт, 2002.

6-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ И ВЫСТАВКА «ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ — DSPA'2004»

С 31 марта по 2 апреля 2004 г. в Москве состоялись 6-я Международная научно-техническая конференция и выставка «Цифровая обработка сигналов и ее применение — DSPA'2004», организованные Российским НТОРЭС имени А. С. Попова и компанией AUTEX Ltd. совместно с IEEE Signal Processing Society, Отделением информатики, вычислительной техники и автоматизации РАН, ФГУП НИИ Радио, Институтом радиотехники и электроники РАН, Институтом проблем управления РАН, Институтом проблем передачи информации РАН, Российской секцией IEEE. В работе конференции и выставки приняли участие более 1300 человек.

На конференции было заслушано 212 докладов, по материалам которых изданы труды конференции в двух томах на русском и английском языках.

Одновременно с конференцией компанией AUTEX Ltd. была организована Выставка новых информационных технологий реального времени и инструментальных средств ЦОС. В работе выставки приняли участие ADC Center, AUTEX Ltd., AVD Systems, L-CARD, «Альтоника», «ЗЭТ»,

«Инструментальные системы», ИПУ РАН, «Компэл», НИИ Приборостроения, «Растр», «Роста», «СКАН Инжиниринг Телеком».

В дни работы конференции и выставки состоялись семинары по новым разработкам в области DSP, которые посетили около 800 человек:

- AUTEX Ltd.: «DSP-продукция Analog Devices»;
- ИнСис: «Современные средства сбора и цифровой обработки сигналов производства ЗАО «ИнСис»;
- СКАН Инжиниринг-телеком: «Модули цифровой обработки сигналов и телекоммуникаций фирмы «СКАН Инжиниринг-телеком».

Информационную поддержку конференции и выставки обеспечивали журналы «Chip News», «Датчики и системы», «Компоненты и технологии», «Радиотехника», «Схемотехника», «Цифровая обработка сигналов», «Электроника: НТБ», «Электронные компоненты», «Электросвязь».

Следующие конференция и выставка DSPA'2005 состоятся в апреле 2005 г. Следите за объявлениями на сайте www.autex.ru.

Управление оптронами

Оптроны используются для гальванической развязки в аппаратуре. Очевидно, что качество работы аппаратуры будет зависеть от того, насколько правильно используются эти приборы. В данной статье приведены и проанализированы входные характеристики оптронов, на основе этого анализа рассмотрены схемы построения входных цепей оптронов и рекомендации по повышению надежности.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПТРОННОГО СВЕТОДИОДА

Оптрон представляет собой комбинацию источника света и фоточувствительного элемента. В оптроне (или оптопаре) с одной стороны прозрачного для ИК излучения промежутка генерируется свет, а с другой стороны происходит фотодетектирование. При этом электрической связи между этими двумя сторонами нет (существует только незначительная емкостная). В полупроводниковых оптронах, как правило, свет генерируется инфракрасным светодиодом, а в фотоприемнике используется кремниевый фотодиод, который управляет усилителем, например транзистором. Пик чувствительности кремниевого детектора должен соответствовать длине волны, излучаемой ИК диодом, для обеспечения максимальной передачи сигнала.

Поскольку на входе оптронов установлен светодиод, то входные характеристики не зависят от типа ис-

пользуемого фоточувствительного детектора. Типовые характеристики ИК светодиода показаны на рис. 1. Пороговый ток при смещении в прямом направлении указан при прямом напряжении 1 В. В рабочем режиме ток монотонно возрастает по экспоненте. Нормальные величины токов находятся в диапазоне от 1 до 100 мА, что соответствует прямому напряжению примерно от 1,1 до 1,3 В. Динамическое сопротивление $R_{дф}$ диода при смещении в прямом направлении зависит от тока, что показано на графике для $R_{дф}$. Обратный ток утечки перед лавинным пробоем находится в диапазоне наноампер.

Таблица 1

Uпр, В	-5	0	—	—	—
Iпр, мА	—	—	1	10	100
Cп, пФ	55	100	300	500	—
Uп, В	—	1,0	1,1	1,2	1,3
Iобр, нА	<10	0	—	—	—
Rпосл, Ом	—	∞	30	3	0,3
Rпар, Ом	>10 ⁹	—	—	—	—

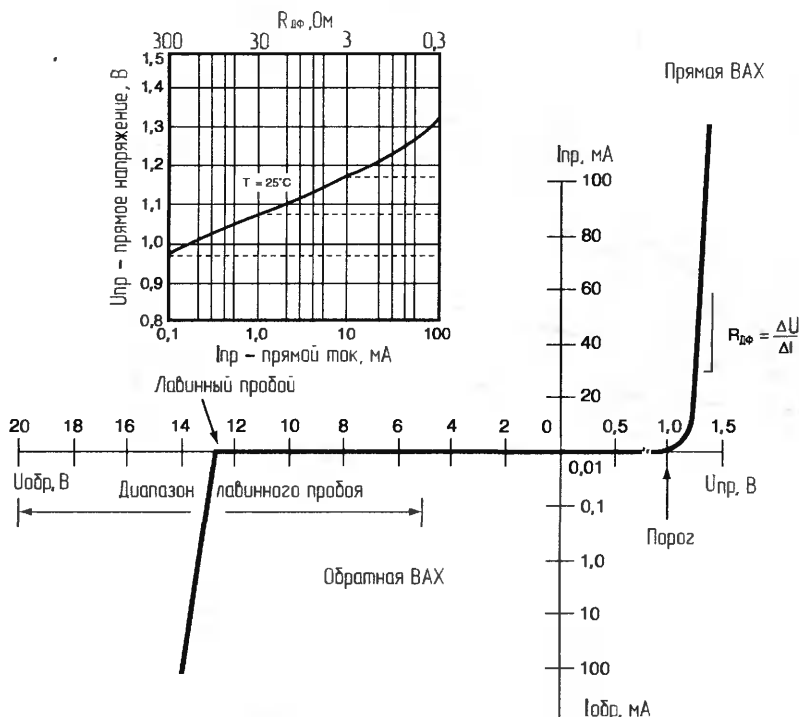


Рис. 1

Эквивалентная схема светодиода представлена на рис. 2, типовые значения параметров — в табл. 1. В этой таблице режим диода определяется значением напряжения в первой строке или значением тока во второй. Далее приведены вольтамперные характеристики, которые можно использовать для компьютерного моделирования. Заметим, что емкость перехода является довольно большой и увеличивается с прикладываемым прямым напряжением. Практическая зависимость емкости от подаваемого напряжения показана на рис. 3. Именно эта емкость прежде всего влияет на импульсную характеристику светодиода. Время, необходимое для предварительной зарядки емкости, вызывает характерную задержку 10...20 нс (а иногда и больше) между подачей тока и началом свечения светодиода в импульсном режиме.

$$I_{пр} = I_{порог} \times \exp \frac{U_{пр} - U_{пр.порог}}{k}$$

$$U_{пр} = U_{пр.порог} + k \times \ln \frac{I_{пр}}{I_{пр.порог}}$$

Для ИК диода с длиной волны 940 нм $U_{пр} = 0,98$ В, $I_{пр.порог} = 0,10$ мА, $k = 0,360$, $R_{посл} = 0,03$ В/И_{пр}(А).

ДРАЙВЕР ПОСТОЯННОГО ТОКА

Светодиод обычно используется в режиме прямого смещения по постоянному току. При превышении

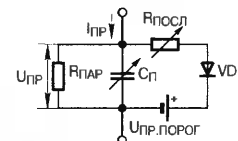


Рис. 2

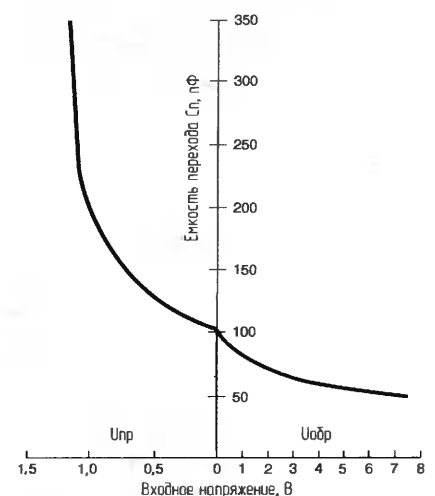


Рис. 3

порогового напряжения прямой ток растет очень быстро, но прибор должен всегда находиться в необходимом режиме по току. Самый простой метод достижения этого состоит в том, чтобы установить последовательно токоограничивающий резистор (рис. 4). Его сопротивление определяется формулой:

$$R = \frac{U_{ВХ} - U_{ВХ}}{I_{ПР}}$$

Кремниевый диод, установленный инверсно и параллельно светодиоиду, используется при необходимости защиты от пробоя в обратном направлении. Это самый простой метод защиты от чрезмерного рассеяния энергии в области лавинного пробоя при инверсном включении. Малый обратный ток не повредит светодиоду, но от случайных бросков обратного тока защититься все же следует.

Прямое напряжение светодиода зависит от температуры (рис. 5) и имеет отрицательный температурный коэффициент приблизительно 1,7 мВ/°С.

ИК светодиод оптрона деградирует, его яркость уменьшается по экспоненте как функция прямого тока и времени. График постепенной деградации (рис. 6) построен на основании экспериментальных данных в 20000 часов. Полагают, что деградация в 50 % яв-

ляется точкой аварии. Эту деградацию нужно учитывать при проектировании входных цепей, чтобы остаться в пределах спецификации оптрона на коэффициент передачи по току в течение проектного срока службы аппаратуры. Чтобы увеличить срок службы прибора, необходимо обязательно учитывать ограничения на величину входного прямого тока $I_{ПР}$.

Иногда желательно установить порог срабатывания для ИК светодиода выше 1,1 В. Это может быть получено шунтированием светодиода резистором (рис. 7). Можно использовать и последовательное включение стабилитрона.

Там, где подаваемое входное напряжение может менять знак, является переменным или необходимо определить его фазу или полярность, может использоваться двуполярный вход (рис. 8). Оптоны можно соединить встречно-параллельно, чтобы их работа была независима от полярности управляющего сигнала. При таком соединении светодиоды предохраняют друг друга от пробоя в случае обратного смещения.

Другой метод увеличения порога для повышения помехоустойчивости показан на рис. 9, где светодиоды включены последовательно и противофазно, а параллельно каждому включен в обратном направлении обычный диод. В этой схеме $U_{ПР}$ — полное прямое напряжение светодиода и кремниевых диодов, соединенных последовательно. Резисторы используются для изменения их порога и ограничения тока. Вместо диодов

могут стоять светодиоды от других оптронов или светодиоды видимого оптического диапазона.

ДРАЙВЕР ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

В некоторых случаях бывает необходимо возбудить светодиод от источника переменного тока через двухполупериодный выпрямитель. Так как светодиод способен переключаться за наносекунды, он будет выключаться и включаться при каждом пересечении входным напряжением нуля. Если желателен постоянный выходной сигнал от оптронного детектора, необходимо выпрямить и отфильтровать сигнал, подводимый к ИК светодиоду. Рассмотрим простую схему сглаживания напряжения, подаваемого на светодиод (рис. 10). В этой схеме емкость конденсатора $C1$ выбрана так, чтобы уменьшить пульсации прямого тока, которые проявляются на фотоприемнике оптрона. Это означает, что фотоприемник не будет реагировать на незначительные изменения прямого тока. Значения $R1$, $R2$ и $R3$ выбирают так, чтобы оптимизировать фильтрацию, произведение $R3C1$ определяет постоянную времени фильтра.

Когда быстродействие является критичным фактором, можно использовать более сложный фильтр, который может быть реализован на транзисторе (рис. 11). Здесь можно задать отдельно время задержки, нарастания и спада. В этом фильтре $C1$ и $R3$ выполняют ту же функцию, что и в схеме на рис. 10. Транзистор обеспечивает высокое полное входное сопротивление,

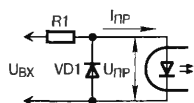


Рис. 4

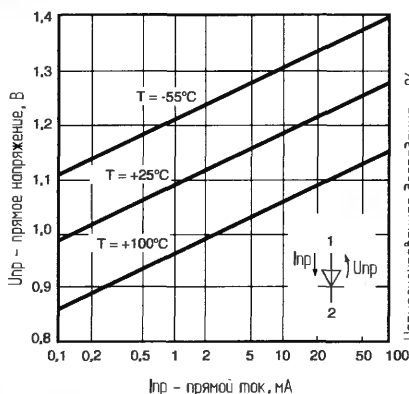


Рис. 5

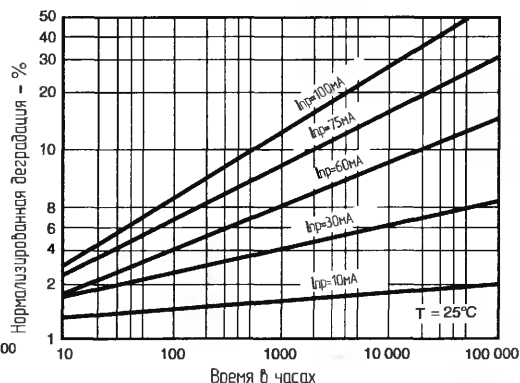


Рис. 6

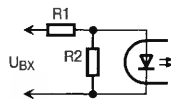


Рис. 7

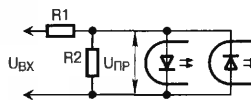


Рис. 8

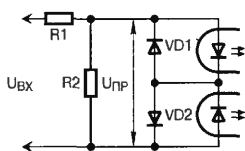


Рис. 9

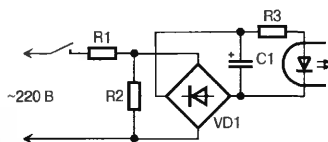


Рис. 10

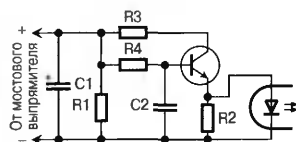


Рис. 11

нагружающее фильтр R4C2, который при достижении рабочего значения $I_{ПР}$ включает светодиод и быстро вводит транзистор в насыщение. Длительность переходного процесса при выключении определяется разрядом C1 через резистор R3 и светодиод.

ИНТЕРФЕЙС МЕЖДУ ЛОГИЧЕСКИМИ УЗЛАМИ

В связке «логика—оптрон—логика» может использоваться простой транзисторный узел сопряжения (рис. 12). Исходное состояние закрытое, на светодиод подается питание только тогда, когда транзистор находится в насыщении. Ниже даны формулы для вычисления значения тока через последовательный ограничительный резистор. Если транзистор закрыт, то через светодиод будет течь толь-

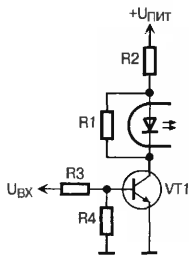


Рис. 12

ко незначительный коллекторный ток утечки. Если этот маленький ток утечки мешает работе оптрона, то он может быть отведен от светодиода через параллельно подключенный резистор R1. Сопротивление R1 может быть большим, рассчитанным так, чтобы ток утечки давал напряжение меньше $U_{ПР, ПОРОГА} \approx 0,8$ В (см. рис. 5). Делитель R3R4 должен обеспечить нормальную нагрузку ТТЛ или КМОП микросхемы и режим насыщения транзистора при токе от 16 до 50 мА. Если используемая микросхема не обеспечивает такой ток, можно использовать составной транзистор.

При $U_{ПИТ} = 5$ В, $I_{ПР} = 20$ мА, $U_{НАС} = 0,4$ В и $U_{ПР} = 1,2$ В

$$R2 = \frac{U_{ПИТ} - U_{ПР} - U_{НАС}}{I_{ПР}} = \frac{5 - 1,2 - 0,4}{20} = \frac{3,4}{20} = 170 \text{ Ом.}$$

На рис. 13 показано использование эмиттерного повторителя на p-n-p транзисторе для получения усиления по току. При низком логическом уровне на выходе DD1 транзистор VT1 включит своим током ИК светодиод. При расчете R1

теперь необходимо учитывать падение напряжения $U_{БЭ}$.

$$R1 = \frac{U_{ПИТ} - U_{ПР} - U_{БЭ} - U_0}{I}$$

$$U_{БЭ} = 0,6 \text{ В, } U_0 = 0,4 \text{ В.}$$

Во входном драйвере с нормально открытым транзистором (рис. 14) чтобы отвести прямой ток от светодиода требуется транзистор с напряжением насыщения $U_{НАС}$ меньше, чем порог $U_{ПОР}$. Типичные ключевые транзисторы имеют напряжения насыщения менее 0,4 В при $I_K = 20$ мА. Сопротивление резистора R1 надо выбрать так, чтобы обеспечить требуемый $I_{ПР}$ при закрытом транзисторе, например

$$R1 = \frac{U_{ПИТ} - U_{ПР}}{I_{ПР}} = \frac{3,8}{20} = 190 \text{ Ом.}$$

Еще один вариант управления оптроном показан на рис. 15. При лог. 0 на выходе микросхемы DD1 транзистор VT1 будет включен и сумма U_0 и $U_{БЭ}$ VT1 будет меньше, чем порог $U_{ПР}$ светодиода. При лог. 1 на выходе микросхемы DD1 транзистор VT1 не проводит и светодиод будет включен. Сопротивление R1 рассчитывается так же, как и для варианта на рис. 14, но ток через шунтирующий транзистор будет немного больше $I_{ПР}$.

Во многих случаях светодиодом оптрона управляют импульсами. В отличие от управления постоянным током «импульсное» определено как двухпозиционный (включено-выключено) процесс, оканчивающийся прежде, чем установится тепловое равновесие между светодиодом, корпусом и окружающей средой. Для длительности импульсов в диапазоне микросекунд (при условии, что рабочий цикл мал) ток $I_{ПР}$ может выбираться большим, чем при работе на постоянном токе. Графики на рис. 16 показывают соотношение между величиной перегрузки, рабочим циклом и длительностью импульса для типового оптрона. Перегрузка нормализована к величине максимального постоянного прямого тока $I_{ПОСТ}$ указанного в спецификации на прибор. Средняя мощность рассеяния — параметр ограничения при больших рабочих циклах и малых длительностях импульсов. При более длинных импульсах равновесная температура

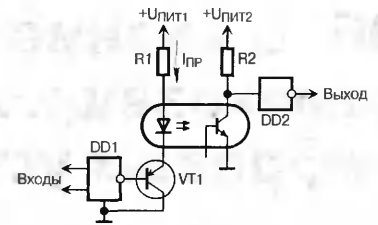


Рис. 13

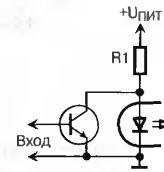


Рис. 14

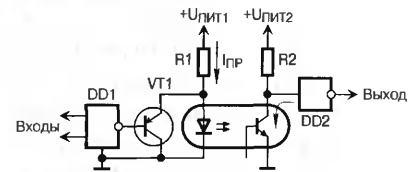


Рис. 15

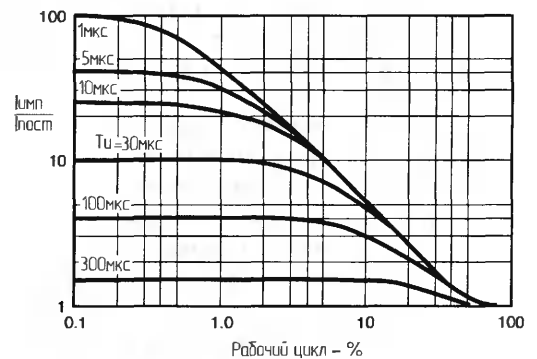


Рис. 16

достигается при меньших значениях рабочего цикла и параметром ограничения будет пиковая мощность. Среднее значение тока используется для вычисления срока службы.

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

Редакция журнала «Схемотехника»

приглашает авторов
к сотрудничеству

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

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

Гонорары выплачиваются авторам,
проживающим на территории СНГ.

Обеспечение помехозащищенности цифровых устройств

При проектировании цифровых устройств важно обеспечить необходимый уровень их помехозащищенности. Многие разработчики не всегда знают, как это сделать, и учатся на своих ошибках. Данная статья поможет им сэкономить время и нервы.

ПОДАВЛЕНИЕ ПОМЕХ ПО ПЕРВИЧНОЙ ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ

Форма сигнала переменного напряжения промышленной питающей сети (~220 В, 50 Гц) в течение коротких промежутков времени может сильно отличаться от синусоидальной — возможны выбросы или «врезки», снижение амплитуды одной или нескольких полуволн и т. д. Причины возникновения таких искажений связаны обычно с резким изменением сетевой нагрузки, например при включении мощного электродвигателя, печи, сварочного аппарата. Поэтому следует по возможности осуществлять развязку от таких источников помех по сети (рис. 1).

Помимо указанной меры, возможно, потребуется введение сетевого фильтра на вводе питания устройства с целью подавления кратковременных помех. Резонансная частота фильтра может лежать в пределах 0,15—300 МГц; широкополосные фильтры обеспечивают подавление помех во всем указанном диапазоне. На рис. 2 приведен пример схемы сетевого фильтра. Этот фильтр имеет габариты 30×30×20 мм и смонтирован непосредственно на колодке ввода сети в устройство. В фильтрах должны использоваться высокочастотные конденсаторы и дроссели либо без

сердечников, либо с высокочастотными сердечниками.

В некоторых случаях обязательным является введение электростатического экрана (обычной водопроводной трубы, соединенной с заземленным корпусом щита питания) для прокладки внутри него проводов первичной питающей сети. Например, коротковолновый передатчик таксомоторного парка, расположенный на противоположной стороне улицы, способен при определенной взаимной ориентации наводить на отрезке провода сигналы амплитудой несколько сотен вольт. Этот же провод, помещенный в электростатический экран, будет надежно защищен от такого рода наводок.

Рассмотрим методы подавления сетевых помех непосредственно в блоке питания устройства. Если первичная и вторичная обмотки силового трансформатора расположены на одной и той же катушке (рис. 3, а), то за счет емкостной связи между обмотками импульсные помехи могут проходить из первичной цепи во вторичную. Рекомендуются четыре способа подавления таких помех (в порядке возрастания эффективности).

● Первичная и вторичная обмотки силового трансформатора выполняются на разных катушках (рис. 3, б).

● Первичная и вторичная обмотки выполняются на одной и той же катушке, но разделяются экраном из медной фольги толщиной не менее 0,2 мм. Экран не должен представлять собой короткозамкнутый виток. Он соединяется с корпусной «землей» устройства (рис. 3, в).

● Первичная обмотка полностью закладывается в экран, не являющийся короткозамкнутым витком. Экран заземляется (рис. 3, г).

● Первичная и вторичная обмотки закладываются в индивидуальные экраны, между которыми прокладывается разделительный экран. Весь трансформатор закладывается в металлический корпус (рис. 3, д). Экраны и корпус заземляются. Этот тип трансформатора в силу предельной защищенности от прохождения помех получил название «ультраизолятор».

При всех перечисленных способах подавления помех разводку сетевых проводов внутри устройства следует выполнять экранированным проводом, соединив экран с корпусной «землей». Недопустима укладка в один жгут сетевых и прочих (питающих платы, сигнальных и т. п.) проводов даже в случае экранирования тех и других.

Рекомендуется параллельно первичной обмотке силового трансформатора в непосредственной близости от выводов обмотки установить конденсатор емкостью примерно 0,1 мкФ и последовательно с ним — токоограничивающий резистор сопротивлением порядка 100 Ом. Это позволяет «замыкать» энергию, накопленную в сердечнике силового трансформатора, в момент размыкания сетевого выключателя. Без конденсатора эта энергия растекается через паразитные элементы, что может привести к сбоям соседних устройств, связанных с данным по общей сети или (и) по общей «земле». Кроме того, уменьшается вероятность сбоев соседних

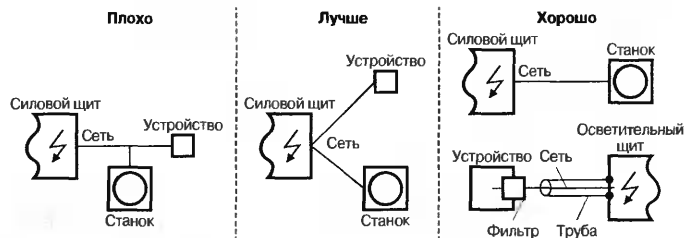


Рис. 1

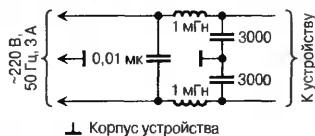


Рис. 2

Прходная емкость C уменьшается, однако снижается КПД, так как не весь магнитный поток из области первичной обмотки попадает в область вторичной обмотки из-за рассеяния через окружающее пространство.

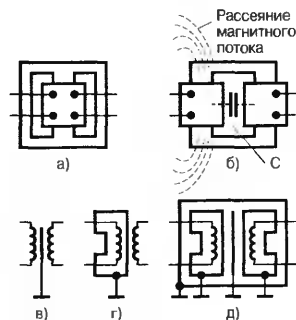


Рис. 3

устройств при включении нашего устройства.

Отметим, что с увеличением емкости C фильтра (рис. 4, а) блока питания нашего устройства увеличивается вероятность сбоев соседних устройств, так как потребление энергии от сети нашим устройством все в большей степени приобретает характер ударов. Действительно, напряжение U на выходе выпрямителя растет в те интервалы времени, когда энергия отбирается от сети (рис. 4, б). Эти интервалы на рис. 4 заштрихованы. С увеличением емкости конденсатора C длительность импульсов его зарядки становится все меньше (рис. 4, в), а ток, отбираемый в импульсе от сети, — все больше. Таким образом, внешне «безобидное» устройство может создавать в сети помехи, «не уступающие» помехам от сварочного аппарата.

ПРАВИЛА ЗАЗЕМЛЕНИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ЗАЩИТУ ОТ ПОМЕХ ПО «ЗЕМЛЕ»

В устройствах, выполненных в виде конструктивно-законченных блоков, существуют по крайней мере два типа шин «земли» — корпусная и схемная. Корпусная шина согласно требованиям техники безопасности в обязательном порядке подключается к шине заземления, проложенной в помещении. Схемная шина (относительно которой отсчитываются уровни напряжения сигналов) не должна быть соединена с корпусной внутри блока — для нее должен быть выведен отдельный зажим, изолированный от корпуса.

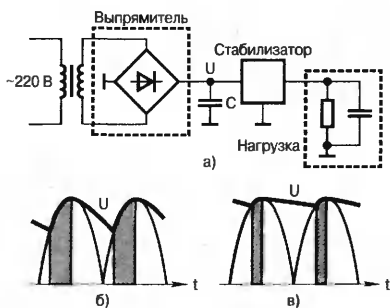


Рис. 4

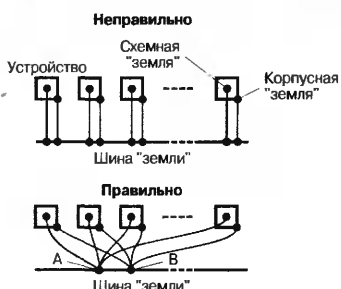


Рис. 5

На рис. 5 показаны варианты неправильного и правильного заземления группы устройств, которые связаны между собой информационными линиями (эти линии не показаны). Схемные шины «земли» объединяются индивидуальными проводами в точке А, а корпусные — в точке В, по возможности приближенной к точке А. Точка А может не подключаться к шине заземления в помещении, однако это создает неудобства, например при работе с осциллографом, у которого «земля» пробника соединена с корпусом.

При неправильном заземлении (рис. 5) импульсные напряжения, порождаемые уравнивающими токами по земляной шине, будут фактически приложены к входам приемных магистральных элементов, что может вызвать их ложное срабатывание. Следует отметить, что выбор наилучшего варианта заземления зависит от конкретных «местных» условий и зачастую проводится после серии тщательных экспериментов. Однако общее правило (рис. 5) всегда остается в силе.

ПОДАВЛЕНИЕ ПОМЕХ ПО ЦЕПЯМ ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Моменты переключения большинства типов интегральных схем из одного состояния в другое сопровождаются резким кратковременным возрастанием тока, потребляемого от источника вторичного электропитания. Энергия, отбираемая от источника питания в эти моменты, расходуется на заряд паразитных емкостей и на протекание «сквозного» тока через выходные каскады, построенные по двухтактной схеме (когда «верхний» и «нижний» транзисторы одновременно находятся в активном режиме). Разряд паразитных выходных емкостей сопровождается появлением кратковременных импульсных токов по шинам общего провода.

Из-за конечной индуктивности шин питания и «земли» импульсные токи вызывают появление импульсных напряжений как положительной, так и отрицательной полярности, которые приложены между выводами питания и «земли» микросхем. Если шины питания и «земли» выполнены тонкими печатными или иными проводниками, а высокочастотные развязывающие конденсаторы либо вовсе отсутствуют, либо их число недостаточно, то при одновременном переключении нескольких ТТЛ-микросхем на «даль-

нем» конце печатной платы амплитуда импульсных помех по питанию (выбросов напряжения, действующих между выводами питания микросхемы) может составить 2 В и более. Поэтому при проектировании печатной платы необходимо выполнять следующие рекомендации.

- Шины питания и «земли» должны обладать минимальной индуктивностью. Для этого они выполняются в виде решетчатых структур, покрывающих всю площадь печатной платы. Недопустимо подключение микросхем ТТЛ к шине, представляющей собой «отросток», поскольку по мере приближения к его концу индуктивность цепей питания накапливается. Шины питания и «земли» должны по возможности покрывать всю свободную площадь печатной платы. С особым вниманием следует подходить к проектированию накопительных матриц динамической памяти. Матрица должна представлять собой квадрат, чтобы адресные и управляющие линии имели минимальную длину. Каждая микросхема должна находиться в индивидуальной ячейке решетчатой структуры, образованной шинами питания и «земли» (две независимые решетки). Шины питания и «земли» накопительной матрицы не должны нагружаться «чужими» токами, текущими от адресных формирователей, усилителей сигналов управления и т. п.
- Подключение внешних шин питания и «земли» к плате через разъем должно производиться через несколько контактов, равномерно расположенных по длине разъема, для того, чтобы вход в решетчатые структуры шин питания и «земли» производился сразу из нескольких точек.
- Подавление помех по питанию должно осуществляться вблизи мест их возникновения. Поэтому вблизи выводов питания каждой микросхемы ТТЛ должен быть расположен высокочастотный конденсатор емкостью не менее 0,02 мкФ. Это также в особой степени относится к упомянутым микросхемам динамической памяти. Для фильтрации низкочастотных помех необходимо использовать оксидные конденсаторы, например, емкостью 100 мкФ. При использовании микросхем динамической памяти оксидные конденсаторы устанавливаются, например, по углам накопитель-

ной матрицы или в другом месте, но вблизи этих микросхем.

Вместо высокочастотных конденсаторов нередко применяют специальные шины питания BUS-BAR, CAP-BUS, которые прокладывают под линейками микросхем или между ними, не нарушая обычной автоматизированной технологии установки элементов на плату с последующей пайкой «волной». Эти шины представляют собой распределенные конденсаторы с погонной емкостью примерно 0,02 мкФ/см. При той же суммарной емкости, что и при использовании дискретных конденсаторов, шины обеспечивают значительно лучшее подавление помех при более высокой плотности монтажа.

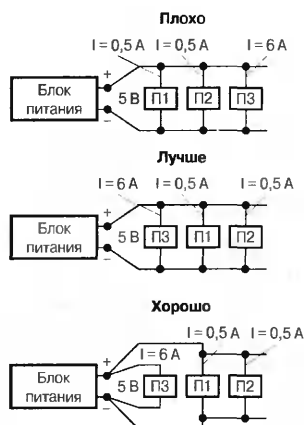


Рис. 6

На рис. 6 приведены рекомендации по подключению устройств, выпол-

ненных на печатных платах П1—П3, к выходу блока питания. Сильноточное устройство, выполненное на плате П3, создает на шинах питания и «земли» больше помех, поэтому его следует физически приблизить к блоку питания, а еще лучше обеспечить его питание с помощью индивидуальных шин.

Продолжение следует

Борис Шевкопляс,
borishsh@zemail.ru

Стратегическое партнерство Прософт и VIPA GmbH

5 марта 2004 г. в московском офисе компании «Прософт» состоялся совместный семинар, проведенный компаниями VIPA GmbH и «Прософт». Он был посвящен презентации немецкой компании и ее продукции потенциальным российским партнерам.

В ходе семинара основатель и управляющий компании VIPA г-н Вольфганг Сил вручил генеральному директору компании «Прософт» г-ну Сергею Сорокину сертификат эксклюзивного дистрибьютора. Согласно заключенному в январе этого года дистрибьюторскому соглашению компания «Прософт» получила право представлять полный ассортимент продукции компании VIPA на территории России, а также стран СНГ и Балтии.

Компания VIPA специализируется на разработке и производстве программируемых логических контроллеров (ПЛК), совместимых по системе команд с контроллерами фирмы Siemens. VIPA по праву принадлежит к числу наиболее новаторских компаний как в Германии, так и во всем мире. Компания располагает практически десятилетним опытом разработки и производства ПЛК и регулярно предлагает новые усовершенствованные решения для промышленной автоматизации. Все это в сочетании с истинно немецким качеством и умеренными ценами делают ее предложение весьма привлекательным. Все большее число клиентов по всему миру отдают пред-

почтение ее продукции. В Германии оборудование VIPA используют такие знаменитые концерны, как BMW, Bayer, BASF, Opel, Volkswagen и др.

“Наши мечты сегодня становятся реальностью. Последовательно и настойчиво мы проделали путь от производителя модулей, совместимых с контроллерами Siemens, до разработчика комплексных решений автоматизации на базе программируемых логических контроллеров. Сегодня мы разрабатываем системы автоматизации, которые отвечают самым современным промышленным стандартам,” — отметил г-н Вольфганг Сил.

Активное участие в оптимизации и развитии широкого спектра областей российской промышленности является стратегической целью компании VIPA, для совместной реализации которой компания «Прософт» представляется ей идеальным партнером.

О компании VIPA

VIPA (<http://www.vipa.de>) — довольно молодая и исключительно динамично развивающаяся компания, основанная в 1985 г. Ее штаб-квартира находится в немецком городе Герцогенаурах (Herzogenaurach), Бавария.

Начало деятельности компании было тесно связано с проектированием и производством компонентов для систем SIMATIC фирмы Siemens. Компания VIPA первой в мире разра-

ботала коммуникационный процессор с поддержкой протокола TCP/IP для семейства продуктов SIMATIC S5. Первый ПЛК собственной разработки компания представила в 1996 г. Это был контроллер серии System 200V.

В настоящее время кроме уже упомянутой серии System 200V компанией производятся также контроллеры серии System 100V и System 300V. Последние конструктивно и функционально совместимы с системами SIMATIC S7-300 и ET-200M. При этом продукция VIPA имеет ряд дополнительных достоинств. В частности контроллеры обладают встроенной памятью большого объема, а для ее расширения используются обычные карты формата MMC. Наличие в процессорном модуле встроенного порта Ethernet с поддержкой протокола TCP/IP уже давно является стандартной возможностью.

Сегодня VIPA представляет на рынке новую революционную линейку контроллеров SPEED7, являющихся самыми быстрыми на сегодняшний день ПЛК в мире. Они созданы на базе процессора, разработанного дочерней компанией ProfiChip. Время реакции контроллера SPEED7 в типичном приложении, содержащем около 100 тыс. инструкций, примерно в 16 (!) раз меньше чем у контроллера CPU 315-2DP фирмы Siemens и в три с лишним раза меньше, чем у CPU 318-2DP той же фирмы.

Более подробная информация о продукции VIPA приведена на сайте эксклюзивного российского дистрибьютора — компании «Прософт» — в разделе Продукция / VIPA <http://www.prosoft.ru/catalog/vipa/index.htm>.



ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ
ОТ ВЕДУЩИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Электронные ключи iButton

- Уникальный идентификационный номер
- Энергонезависимая память обеспечивает сохранность и конфиденциальность информации
- Удобство использования: информация легко считывается на ключ iButton с компьютера или контроллера
- Возможность выполнения различных дополнительных функций

DALLAS
SEMICONDUCTOR

International
ZOR Rectifier

EPCOS

MITSUBISHI
ELECTRIC

Infineon
technology

VISION

BOURNS

Honeywell

muRata

AMP

CRYDOM

DATA VISION

Kingbright

DS1990A	Электронный ключ с уникальным 64-битным регистрационным номером
DS1992	Электронный ключ с энергонезависимой памятью объемом 1 кбит
DS1994	Электронный ключ с энергонезависимой памятью объемом 4 кбит, а также с часами реального времени и календарем



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

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



ЭЛЕКТРОННЫЕ МОДУЛИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ И ПРОИЗВОДСТВА

- МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ И ПРОГРАММАТОРЫ
- модули MICROCHIP (DIP, SOIC, TQFP)
- программаторы-отладчики MICROCHIP ...

- ИНТЕРФЕЙСЫ ОБМЕНА ДАННЫМИ
- интерфейсы CAN/LIN/USB
- микропроцессоры АМН, 433 МГц ...

- ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ
- одноканальные AC/DC до 50/100 Вт
- сетевые фильтры ...

- ДРАЙВЕРЫ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ
- электронные ключи AC
- драйверы шаговых двигателей ...

- ДАТЧИКИ И ИЗМЕРИТЕЛИ
- ускорения и положения
- температуры и влажности ...



620102, ЕКАТЕРИНБУРГ
Ул. Чкалова, 3
ТЕЛ./ФАКС: (343) 233-70-33
HTTP://WWW.AVERON.RU
E-MAIL: IC@AVERON.RU

Fastwel: европейское качество в России



**Контрактная сборка
электронных модулей
любой сложности**

**Заказные разработки
электронного оборудования**



Вы сможете познакомиться с нашим производством,
заказав у нас CD-ROM с фильмом о Fastwel



**SMT и THT-МОНТАЖ
ПАЙКА BGA и FLIP-CHIP
РЕНТГЕН-КОНТРОЛЬ**

Fastwel

ООО «ФАСТВЕЛ» Москва, 119313, а/я 242
Тел.: (095) 234-0639 Факс: (095) 232-1654
E-mail: info@fastwel.ru
http://www.fastwel.ru

Контрактная сборка
E-mail: product@fastwel.ru
Тел.: (095) 234-0639 Факс: (095) 232-1654
Заказные разработки
E-mail: sdesign@fastwel.ru
Тел.: (095) 234-0639 Факс: (095) 232-1654

Компьютерное схемотехническое моделирование электронных устройств

СХЕМЫ С ПОНИЖАЮЩИМ ТРАНСФОРМАТОРОМ

Прежде, чем приступить к моделированию схем выпрямителей с трансформаторами, сделаем несколько вводных замечаний.

В библиотеке моделей компонентов программы EWB отсутствует необходимая модель диода 1N4001, на которой было построено описание моделей выпрямителей в предыдущей части. Поэтому, как и ранее, выбираем идеальный диод или наиболее близкий по тем параметрам, которые существенны в моделируемом устройстве (обратное напряжение пробоя и прямой ток). Здесь выбран диод 1N4009, и его параметры отредактированы по характеристикам, взятым из библиотеки моделей компонентов программы MC для данного типа диода (читателям, впервые работающим с подобными программами, рекомендуется использовать идеальный диод, а впоследствии при необходимости вернуться к этой проблеме).

В некоторых схемах выпрямителей обратное напряжение на диоде может превышать его пробивное значение, поэтому, чтобы не загромождать схему последовательно соединенными диодами, следует перейти к другому типу (например, 1N4007), в дальнейших моделях снижено напряжение на входе выпрямительной части. Если этого не сделать, то обе программы показывают неадекватное поведение моделей, впрочем, и не предназначенных для описания этих случаев.

ОДНОПОЛУПЕРИОДНЫЕ ВЫПРЯМИТЕЛИ

Бестрансформаторные выпрямители, используемые для вторичного электропитания зарядных устройств и других целей, применяют в простых сравнительно дешевых системах. Наличие понижающего трансформатора предпочтительно хотя бы из-за требований электро-

делируемой схеме появляется новый компонент — трансформатор. Кроме того, источник входного напряжения теперь моделирует питание от однофазной сети переменного тока, что отражается в переустановке его параметров. Для простоты здесь выбрана модель идеализированного трансформатора, при необходимости более подробного моделирования реальных устройств надо специально подбирать и модель трансформатора (это возможно в обеих программах, но требует задания свойств магнитопровода и пока не рассматривается). Параметры трансформатора выбирают так, чтобы при действующем значении напряжения 220 В на первичной обмотке на его вторичной обмотке (в режиме холостого хода, т. е. без нагрузки) было напряжение 10 В, что дает коэффициент трансформации 22 (рис. 26).

Диод и нагрузочный резистор оставляют без изменений.

Виртуальная модель в EWB представлена на рис. 27.

Виртуальные компоненты. Источник переменного напряжения E1.

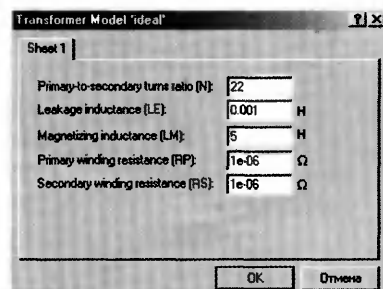


Рис. 26

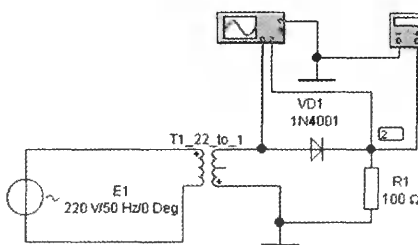


Рис. 27

Действующее значение напряжения (Voltage) 220 V, частота (Frequency) 50 Hz и фаза (Phase) 0 Deg (Degree). Трансформатор T1 с коэффициентом трансформации 22. Диод VD1 — 1N4001, резистор R1 — 100 Ом.

Виртуальные схемные приборы. Мультиметр, установленный в режим вольтметра постоянного тока (DC). Осциллоскоп имеет прежние установки за исключением чувствительности по вертикали, принятой 10 В/дел.

Результаты моделирования. Мультиметр показывает, что округленно напряжение на нагрузке (резистор R1) равно 4,2 В. Картина на осциллокопе качественно остается такой же, как на рис. 20.

Проведя дополнительно гармонический анализ напряжения в узле 2 (см. «Схемотехника» 2003, № 12), можно увидеть (рис. 28), что в спектре напряжения на нагрузке наиболее ярко выражены постоянная составляющая, первая (50 Гц) и вторая (100 Гц) гармоники. Это соответствует физической природе процессов и картине на экране виртуального осциллокопа.

Виртуальная модель в MC представлена на рис. 29.

Виртуальные компоненты. Источник переменного напряжения Part = E1, Model = sin, амплитуда напряжения A = 310, частота F = 50. Выберем трансформатор, аналогичный использованному выше в выпрямителе программы EWB. В программе MC надо вывести компонент Transformer и задать его в формате <Primary Inductance>, <Secondary Inductance>, <Coupling Coeffi-

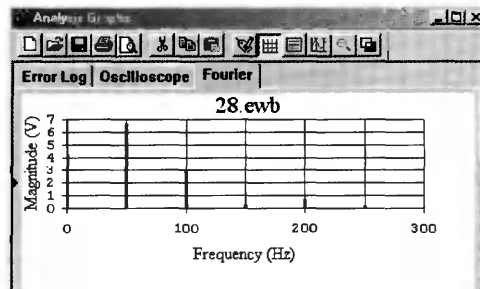


Рис. 28

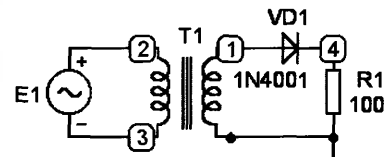


Рис. 29

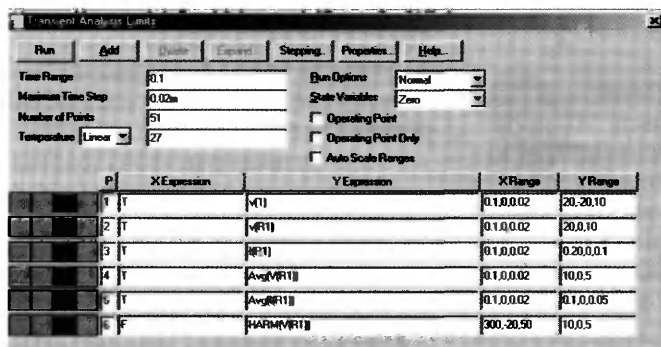


Рис. 30

cient>, т. е. <индуктивность первичной обмотки>, <индуктивность вторичной обмотки>, <коэффициент связи>. Задаввшись, как и ранее, индуктивностью первичной обмотки 5 Гн и коэффициентом трансформации 22 и учитывая, что индуктивность катушки пропорциональна квадрату числа витков, найдем индуктивность вторичной обмотки $5 \text{ Гн} / (22^2) \approx 0,01 \text{ Гн}$. Окончательно задаем трансформатор в текстовом формате Part = T1, Value = 5, 0.01, 1. Это означает, что выбран идеальный однофазный двухобмоточный трансформатор с коэффициентом трансформации 22. Диод VD1 — 1N4001, резистор R1 — 100 Ом.

Виртуальные схемные приборы в программе МС, как уже указывалось ранее, в виде лицевых панелей и органов управления на экране отсутствуют, проявляются только окна для

задания режима моделирования и результат в виде графиков.

Анализ выполняется в режиме Transient. Задание параметров моделирования показано на рис. 30. Здесь по сравнению с рис. 22 добавлен график 6, на котором представляется спектрограмма напряжения на нагрузке.

Выбранное на шестом графике начало отсчета минус 20 не имеет физического смысла, а является графическим приемом, позволяющим более отчетливо наблюдать постоянную составляющую в спектре выпрямленного напряжения (хотя при математическом анализе, применя-

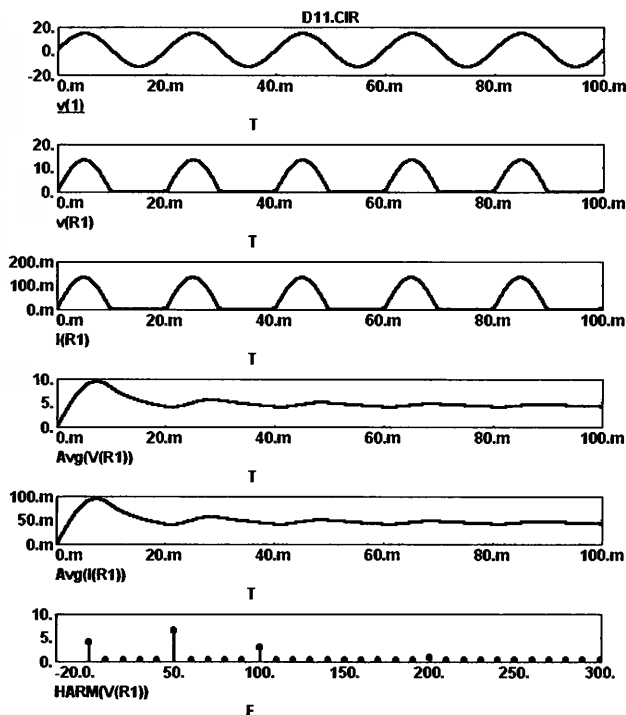


Рис. 31

ющем двустороннее преобразование Лапласа, используют и отрицательные фиктивные частоты).

Полученные результаты показаны на рис. 31 и аналогичны предыдущим, показанным на рис. 24.

Продолжение следует

Генрих Кардашев,
Gkardashev@Yandex.ru

Макро Тим
www.macroteam.ru
000 "Макро Тим"
111141 Москва, Зеленый проспект, д. 2/19
Тел.: (095) 306-0026/4721/4789
факс: (095) 306-0283
e-mail: sales@macroteam.ru

**КОМПАНИЯ "Макро Тим" ПОЗДРАВЛЯЕТ
СВОИХ ПАРТНЕРОВ, КОЛЛЕГ
И ВСЕХ РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ
С ДНЕМ РАДИО!**



Д. А. Лепавев

Бытовые электроприборы: устройство и ремонт.
Москва. Горячая линия-Телеком, 2004. — 443 с., ил.

Приведены технические характеристики и подробное описание принципов работы большого числа отечественных и зарубежных бытовых электроприборов, как имеющих на российском рынке сегодня, так и выпускавшихся ранее. Рассмотрены способы их разборки и устранения характерных неисправностей.

Книга рассчитана на широкий круг читателей, может быть полезна специалистам, занимающимся обслуживанием и ремонтом бытовых электроприборов, студентам соответствующих специальностей.

Книгу можно приобрести в редакции, а также по почте, перечислив на счет редакции 247 руб. 50 коп. Банковские реквизиты и порядок оформления приведены на последней странице журнала.

Таймер для утюга

Многим знакома ситуация, когда, например, погладив рубашку, уже по пути на работу или в гости, начинаешь сомневаться: "А не забыл ли я выключить утюг?!" Хорошо, если потом выясняется, что утюг был выключен, а ваши сомнения были беспочвенны. А если нет? Тогда невыключенный утюг может натворить много бед... Такая ситуация случается довольно часто и может привести к пожару. Было бы очень хорошо, если бы утюг мог сам вовремя выключиться из сети 220 В. О таком модернизированном утюге и рассказывается в этой статье.

Внешний вид доработанного утюга представлен на рис. 1 и 2. Доработка заключается в том, что в утюг встраивается таймер, который выключает его приблизительно через семь минут после начала работы. В отличие от стандартного утюга появились две кнопки и двухцветный светодиодный индикатор. Работает такой утюг следующим образом. После включения

Если же вы собрались гладить долго, то вам необходимо время от времени сбрасывать таймер, встроенный в утюг. Для этого достаточно нажать красную (круглую) кнопку "Reset", которая расположена в ручке утюга. Мигание светодиодного индикатора красным цветом как раз указывает на необходимость нажатия кнопки сброса для продолжения работы. После сброса таймера инди-

катор снова будет мигать зеленым цветом.

Таким образом, светодиодный индикатор сигнализирует о следующих режимах работы утюга:

- если индикатор не горит, то утюг выключен и его вновь можно включить только нажав на кнопку "Power";
- мигание зеленым цветом обозначает рабочий режим;
- мигание красным цветом сигнализирует о необходимости сброса таймера для продолжения работы утюга.

В любом случае, если вы забудете о включенном утюге, то он выключится максимум через семь минут. Тем самым вероятность возгорания из-за вашей забывчивости будет минимальной.

На рис. 3 показана принципиальная схема таймера. Основным элементом устройства является микросхема DD1. В состав микросхемы входят задаю-



Рис. 1



Рис. 2

вилки утюга в розетку необходимо нажать синюю (квадратную) кнопку "Power". Утюг включается. Светодиодный индикатор начинает мигать. Три с половиной минуты индикатор мигает зеленым цветом, а оставшееся время (следующие три с половиной минуты) — красным, после чего утюг отключается от сети.

Если у вас мало белья для глажки и вы гладите его менее семи минут, то вам по окончании работы достаточно вынуть вилку из розетки. В этом случае работа модернизированного утюга напоминает работу обыкновенного.

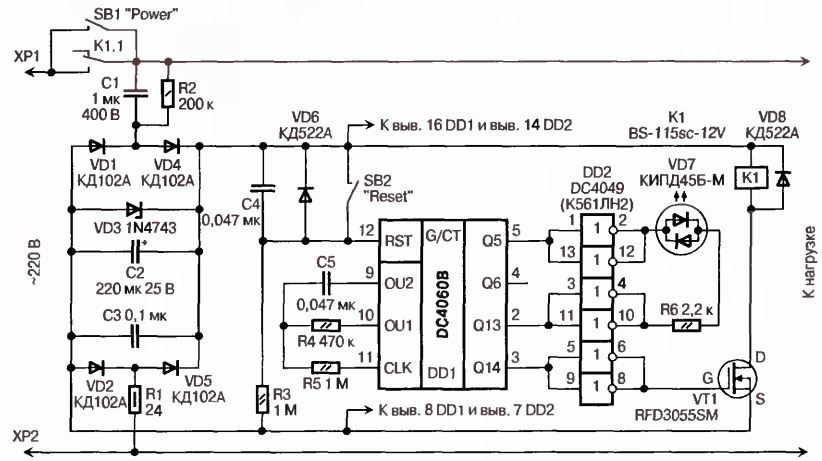


Рис. 3

щий генератор и счетчик, который делит частоту генератора с максимальным коэффициентом пересчета 2^{14} . Частота задающего генератора устанавливается внешними элементами R4, C5, она рассчитывается по формуле:

$$F = 1/(2,3RC),$$

где f — частота задающего генератора, Гц; R — сопротивление резистора R4, МОм; C — емкость конденсатора C5, мкФ. Частота задающего генератора выбрана приблизительно 20 Гц.

Микросхему CD4060 [1] можно заменить на MC14060B.

Работает таймер следующим образом. После включения утюга в сеть и нажатия кнопки SB1 напряжение питания 220 В подается на блок питания. В устройстве применен блок питания с емкостным балластом. Бестрансформаторные маломощные сетевые блоки питания с гасящим конденсатором получили широкое распространение в первую очередь благодаря простоте конструкции, несмотря на серьезный недостаток — наличие гальванической связи выхода блока питания с сетью. В данном устройстве бестрансформаторный источник предпочтительнее трансформаторного, поскольку обладая высоким выходным сопротивлением он не боится коротких замыканий в низковольтных цепях. Кроме того, сам по себе конденсатор надежнее трансформатора, особенно самодельного, в отношении пожарной безопасности. Да и габариты источника питания с гасящим конденсатором значительно меньше, чем у трансформаторного источника.

В качестве балластного в описываемой конструкции используется конденсатор на напряжение 400 В. Для ограничения броска тока через диодный мост в момент включения в сеть последовательно с балластным конденсатором C1 включен токоограничивающий резистор R1. Резистор R2 обеспечивает безопасность пользователя, разряжая конденсатор C1 при выключении утюга из сети. Выпрямленное диодным мостом VD1VD2VD4VD5 и пониженное до 12...13 В напряжение используется для питания микросхем и реле. Конденсатор C2 сглаживает пульсации напряжения питания, стабилитрон VD3 ограничивает выпрямленное напряжение до 13 В.

Для того, чтобы после включения утюга счетчик микросхемы DD1 уста-

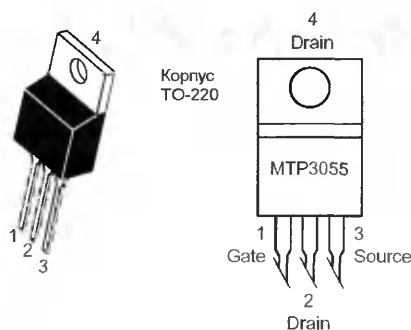


Рис. 4

новился в исходное состояние, в течение приблизительно 0,03 с на вход RST DD1 подается сигнал сброса, который вырабатывается цепочкой R3C4. Сигнал лог. 0 с выхода Q14 (выв. 3 DD1) инвертируется элементами микросхемы DD2 и подается на затвор полевого n-канального транзистора VT1, транзистор VT1 открывается. Реле K1 срабатывает и своими контактами замыкает выводы кнопки SB1. Через контакты K1.1 напряжение 220 В подается на утюг и таймер. Теперь уже можно будет выключить утюг, просто вынув вилку XP1 из розетки, или он сам выключится по истечении семи минут, когда на выходе Q14 счетчика DD1 появится лог. 1. Теперь утюг будет выключен до тех пор, пока снова не будет нажата кнопка SB1.

Чтобы увеличить время работы утюга, необходимо время от времени нажимать кнопку SB2, чтобы сбрасывать счетчик DD1 в нулевое состояние.

Ток через светодиоды составляет около 6 мА. Такого тока более чем достаточно для хорошей яркости свечения большинства светодиодов, например таких, как КИПД45БМ [2].

В устройстве используются следующие элементы: C1 — K73-17B на 400 В или импортный аналог; C2 — K50-35; C3—C5 — любые малогабаритные, резисторы — любого типа с рассеиваемой мощностью не меньше указанной на схеме. Стабилитрон подойдет любой с напряжением стабилизации 13 В, например, BZX85C13. В качестве SB1 нужно использовать кнопку, рассчитанную на ток коммутации 3...5 А, а в качестве SB2 — любую слаботочную. Транзистор VT1 [3] можно заменить на RFD3055 [4]. Назначение выводов транзистора показано на рис. 3. Реле K1 применено фирмы Bester Electric Ltd. Реле BS-115cs-12V имеет небольшие габариты (18,8×15,4×14,9 мм) и может коммутировать большие токи — до 10 А при напряжении 220 В [5].

Так как конструкции корпусов утюгов разных производителей отличаются друг от друга, печатная плата таймера не разрабатывалась, почти все элементы устройства были собраны на обрезке макетной платы.

Таймер включается в разрыв сетевого провода, идущего к утюгу, и устанавливается в его ручке, как показано на рис. 2.

Правильно собранное устройство начинает работать сразу и в настройке не нуждается. При желании можно изменить максимальное время работы таймера и частоту вспышек светодиода. Время срабатывания таймера зависит от емкости конденсатора C5 и сопротивления резистора R4. Настройку удобнее проводить подбором резистора R4, но его максимальное сопротивление — 510 кОм. Частоту мигания светодиодного индикатора можно уменьшить, если входы инверторов DD2 (выв. 1 и 13) подключить к выходу Q6 DD1 (выв. 4), а не к выходу Q5, как показано на схеме.

Устройство работает в сложных условиях: повышенная температура и влажность, резкий и частый перепад температур, кроме этого устройство имеет гальваническую связь с напряжением осветительной сети, поэтому плату желательно покрыть несколькими слоями цапонлака.

Внимание! Гальваническая связь сети 220 В и блока питания, а значит и всего устройства в целом, создает при касании токоведущих элементов реальную опасность поражения электрическим током. Об этом следует помнить при конструировании и наладивании устройства.

Александр Павлов,
pavlov@speechpro.com

ЛИТЕРАТУРА:

1. CD4060B Types. CMOS 14 Stage Ripple Carry Binary Counter/Divider and Oscillator. — Data Sheet, Texas Instruments Incorporated, 2003.
2. Индикаторы отечественные, Каталог. — Симметрон, 2003.
3. MTP3055. Power MOSFET 12 Amps, 60 Volts, N-Channel TO-220. — Data Sheet, ON Semiconductor, February, 2001, — Rev. 3.
4. RFD3055, RFD3055SM, RFP3055. — Data Sheet, Fairchild Semiconductor Corporation, 2002.
5. BS115c Series. — Data Sheet, Bester Electric Ltd., 2002.

Простой частотомер с ЖКИ

Трудно изготовить широкополосный формирователь с хорошими метрологическими характеристиками для частотомеров с одним входом. Предлагаемый частотомер имеет отдельные входы по высокой и низкой частоте, и для получения полноценного прибора его необходимо дополнить только высокочастотным усилителем-формирователем.

Частотомер имеет следующие характеристики:

- напряжение питания 6...9 В;
- минимальная частота счета 0,1 Гц;
- максимальная частота счета 50 МГц;
- число десятичных разрядов 9;
- время измерения 0,1; 1; 10 с;
- частота счета по НЧ входу 0,1 Гц...3 МГц;
- потребляемый ток в режиме измерения без учета стабилизатора 6,5 мА;
- регулировка чувствительности по входу НЧ 0,005 ...5 В;
- погрешность измерения ± 1 единица младшего разряда.

На вход ВЧ необходимо подавать сигналы с уровнями ТТЛ. Минимальная частота счета по ВЧ входу определяется минимальной частотой формирователя.

Изготовление частотомера с такими характеристиками стало возможным благодаря появлению на рынке дешевых микроконтроллеров PIC16F628. Этот прибор имеет встроенные компараторы с хорошими частотными параметрами. Типовое время реакции компаратора на входной сигнал — 150 нс. Такое время определяет типовую максимальную входную частоту, равную 3,3 МГц. В пределах разброса параметров возможное время реакции равно 400 нс, что соответствует частоте 1250 кГц, поэтому у некоторых микросхем максимальная рабочая частота будет более низкой. Однако три микроконтроллера, которые были проверены автором, имели максимальную рабочую частоту 3 МГц с отклонением не более сотен Гц.

Кроме компараторов микроконтроллер имеет три таймера. Таймер TMR0 используется для отсчета времени измерения. Таймер TMR1 име-

ет два восьмиразрядных регистра и трехразрядный предварительный делитель. Кроме того, таймер имеет отдельный счетный вход, поэтому он совместно с дополнительным регистром используется для отсчета входной частоты. Таким образом максимальная разрешающая способность счетчика входной частоты составляет 27 двоичных разрядов.

Поскольку у включенных компараторов занятыми оказываются пять выводов, для осуществления индикации остается только восемь двунаправленных выводов. Поэтому было принято решение — для индикации использовать 16-разрядный жидкокристаллический дисплей, работающий в четырехразрядном формате приема информации, для чего требуется шестипроводная связь с микроконтроллером. Использование ЖКИ упростило алгоритм работы частотомера по сравнению с прибором, описание которого опубликовано в [1]. С другой стороны, вывод содержимого регистров на ЖКИ занимает довольно много времени, и при длительности измерения 0,1 с на экране наблюдается развертка индикации слева направо в течение примерно 0,3 с.

Управление частотомером осуществляется тремя кнопками без фиксации. Кнопка «Пуск» включает режим измерения входной частоты. Во время измерения с дисплея исчезает запятая. Повторное нажатие кнопки останавливает режим измерения и на дисплее вновь появляется запятая. При каждом нажатии кнопки «Время изм.» последовательно изменяется время измерения (0,1; 1; 10 с), что индицируется в крайних правых разрядах дисплея вместе с буквой «с». Если буква «с» присутствует на дисплее, в частотомере используется низкочастотный вход. При нажатии на кнопку «НЧ-ВЧ» на дисплее пропадает и появляется буква «с».

В микроконтроллере используется два прерывания по переполнению таймеров TMR0 и TMR1. Во время

прерывания по переполнению таймера TMR0 разрешены прерывания по переполнению TMR1. Это связано с тем, что при отсчете времени измерения для подгонки точных интервалов применяются большие задержки. Если измеряется большая частота, то возможно переполнение счетного таймера. Прерывание на десяток машинных циклов большой погрешности в отсчет времени измерения не вносит (0,0002 %).

После публикации статьи [1] автору приходили письма с просьбой разработать программу на круглое значение частоты кварцевого резонатора. Дело в том, что не у каждого хватает терпения повторять подгонку времени измерения десятки раз, поэтому в данном варианте частотомера коэффициент деления подобран для кварцевого резонатора с частотой 20 МГц. Подстройка кварцевого резонатора производится обычным способом — параллельным или последовательным подключением к резонатору корректировочных конденсаторов небольшой емкости. Для установки корректировочных конденсаторов на плате предусмотрены дополнительные отверстия.

Алгоритм работы частотомера приведен на рис. 1. После пуска и инициализации регистров микроконтроллера выполняется инициализация жидкокристаллического дисплея. Далее производится вывод информации на индикатор. После загрузки дисплея выполняется проверка кнопок. Если уже был произведен пуск частотомера, то проверка состояния кнопок времени измерения и переключения входов не производится. В это время микроконтроллер реагирует только на нажатие кнопки «Пуск» для остановки работы частотомера. Если счет не производится, нажатие соответствующей кнопки приведет к смене времени измерения или входов. Любое изменение режима отображается на дисплее. Микроконтроллер реагирует на состояние кнопок только после их отпускания, поэтому пока кнопка нажата, информация на дисплей не выводится.

После установки флага пуска проверяется состояние флага досчитывания, который включается после отработки времени измерения. Если флаг досчитывания включен, производится досчитывание регистра предварительно-

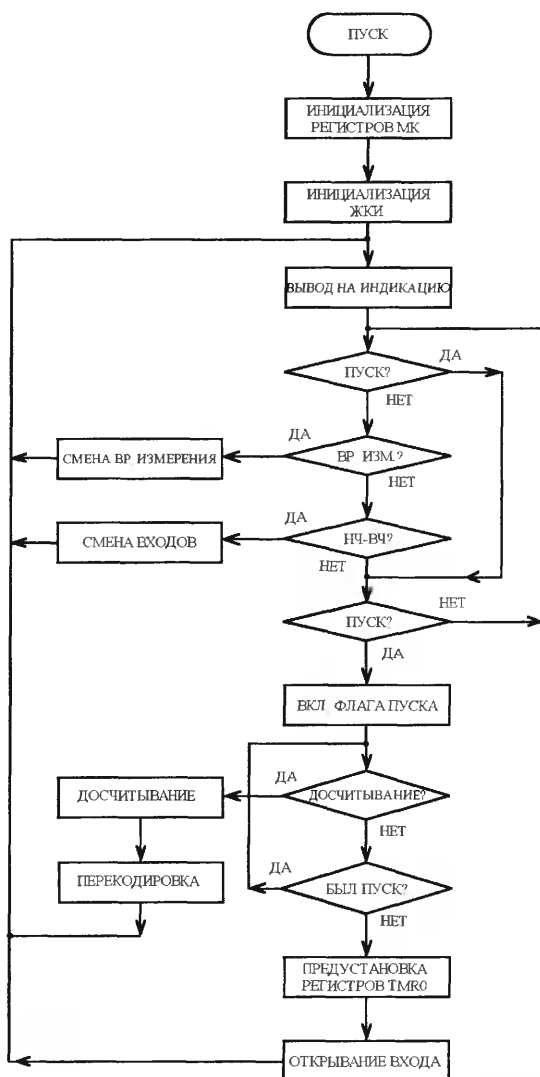


Рис. 1

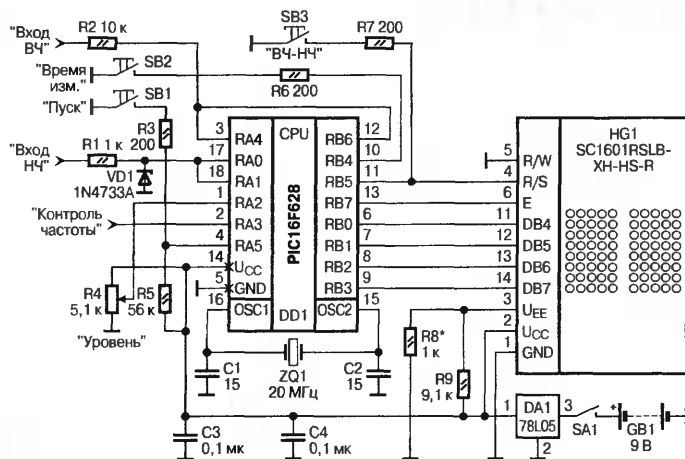


Рис. 2

го делителя до переполнения. После окончания досчитывания производится приведение трех разрядов предварительного делителя и остального массива данных к восьмиразрядному представлению. Для этого трижды производится последовательный сдвиг всех регистров влево с присоединением трех разрядов к младшим разрядам

младшего восьмиразрядного регистра. После выравнивания регистров производится перекодировка 32-х двоичных разрядов в девять десятичных разрядов двоично-десятичного кода. Новые значения регистров индикации выводятся на дисплей.

Если пуск микроконтроллера еще не выполнен, а кнопка пуска уже была

нажата, производится предустановка регистров TMR0 и открывается соответствующий вход для подсчета частоты. Устанавливается флаг пуска, и это событие отражается на индикаторе пропаданием запятой.

Алгоритм работы программы во время прерываний с отсчетом времени измерения аналогичен алгоритму в упомянутой выше статье, поэтому здесь не приводится. Необходимо только помнить, что в данном частотомере функцию счетчика измеряемой частоты выполняет таймер TMR1, а не таймер TMR0.

Схема частотомера приведена на рис. 2. Выводы микроконтроллера RA0, RA1 программно определены как инверсные входы двух компараторов. Вывод RA2 является прямым входом для двух компараторов. На инверсные входы подается напряжение с входа НЧ, а на прямые входы — опорное напряжение с резистора R4. Сигнал с выхода одного из компараторов можно наблюдать на выходе RA3, сигнал с выхода второго (вывод RA4) подается на вывод RB6, который является входом частоты для таймера TMR1.

При смене входов с НЧ на ВЧ компараторы программно отключаются, и вывод RA4 превращается в выход, включающий и выключающий вход ВЧ. По этому же выходу производится досчитывание предварительного делителя до переполнения. В режиме подсчета измеряемой частоты выход RA4 переключается на вход и не искажает форму входных импульсов. При работе на выход RA4 имеет открытый сток, поэтому ко входу порта В программно подтягивается внутренний подтягивающий резистор.

Входы порта А не имеют подтягивающих резисторов, поэтому к выводу RA5 подключен резистор R5. Если необходима точная регулировка чувствительности по низкочастотному входу, между нижним по схеме выводом резистора R4 и общим проводом можно установить еще один переменный резистор, включенный как реостат с двумя выводами сопротивлением в сотни Ом. Резистором R8 устанавливают необходимую контрастность изображения ЖКИ-дисплея. Печатная плата частотомера показана на рис. 3, а расположение элементов на ней — на рис. 4.

Блокировочный конденсатор C3 устанавливают со стороны печатных проводников. Стабилитрон VD1 имеет напряжение стабилизации 5,1 В и мощность 1 Вт, его можно заменить

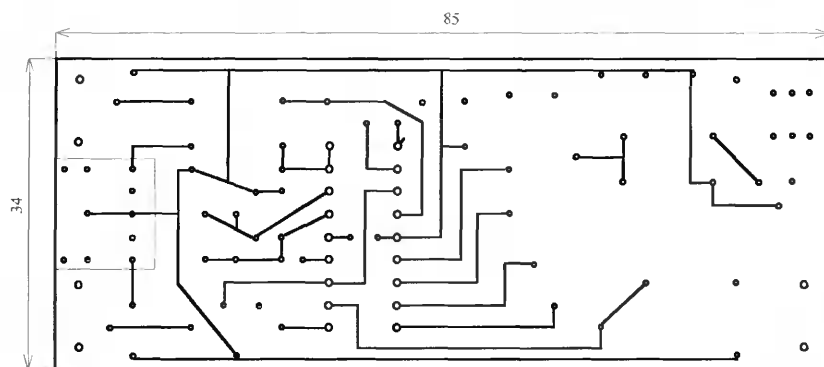


Рис. 3

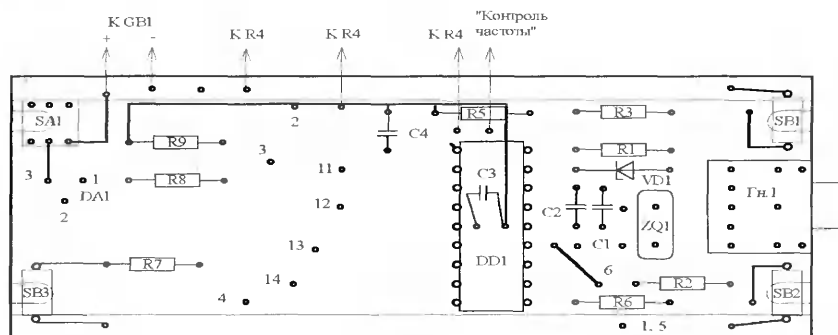


Рис. 4

отечественным стабилизатором типа КС147А.

Частотомер собран в унифицированном пластмассовом корпусе ZVI. Этот корпус состоит из двух

симметричных частей и имеет направляющие пазы для передней панели. В направляющие удобно установить модуль ЖК-индикатора, а переднюю панель корпуса с

вырезом под индикатор приложить внакладку.

После включения напряжения питания частотомера на экране появится изображение «000000,00кГц01с», это означает, что измерение производится по низкочастотному входу с временем измерения 0,1 с. После нажатия и отпущения кнопки «Время изм.» появится изображение «000000,000кГц1с», а при последующем нажатии — «00000,0000кГц10с», что соответствует времени измерения 1 и 10 с. После нажатия кнопки «ВЧ-НЧ» изображение буквы «с» пропадает, что соответствует измерению частоты по высокочастотному входу. После выбора необходимого входа и времени измерения нажимают кнопку «Пуск», изображение запятой пропадает и частотомер переходит в режим измерения.

Файл прошивки микроконтроллера xam1.hex можно найти на сайте журнала по адресу <http://www.dian.ru/programs/index.html> в архиве 2004_05_Zaes.

Николай Заец,
saes@mail.ru

ЛИТЕРАТУРА:

1. Н. Заец. Частотомер на PIC-контроллере. — Схемотехника, 2003, № 12, с. 6—10.

Автомобильный компьютер

Водителю всегда хочется досконально знать режим работы агрегатов своего автомобиля. А если бы еще была возможность оценивать остаток топлива в баке с большей точностью, чем по штатному указателю... В данной статье вашему вниманию предлагается автомобильный компьютер с функцией индикации текущего остатка топлива в баке в литрах.

Предлагаемый прибор устанавливается на любом автомобиле с напряжением бортовой сети 12 В и может индцировать следующие параметры:

- остаток топлива в баке в литрах;
- напряжение бортовой сети;
- рабочую температуру двигателя;
- температуру наружного воздуха;
- температуру в салоне.

Дополнительно компьютер обладает следующими сервисными возможностями:

- запоминание положения поплавка датчика уровня топлива перед заправкой автомобиля для контроля расхода топлива;
- контроль перегрева двигателя;
- контроль опасности образования гололеда;
- контроль превышения напряжения бортовой сети.

Все калибровки прибора производятся программно. Для измерения температуры необходима установка собственных датчиков.

Компьютер выполнен на современной элементной базе с использованием микроконтроллера, что позволило максимально упростить его схемотехнику. Он логичен и прост в управлении, легко подключается к датчикам автомобиля. Было изготовлено около десяти устройств, которые хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации.

Принципиальная схема автомобильного компьютера приведена на рис. 1.

В основе устройства лежит однокристалльный восьмимбитный микроконтроллер AVR AT90S4433 производства фирмы Atmel. Микроконтроллеры этого семейства отличает высокая производительность и широкий ассортимент внутренней периферии, включая аналого-цифровой преобразователь. Они могут быть запрограммированы как в панели программатора, так и непосредственно в печатной плате устрой-

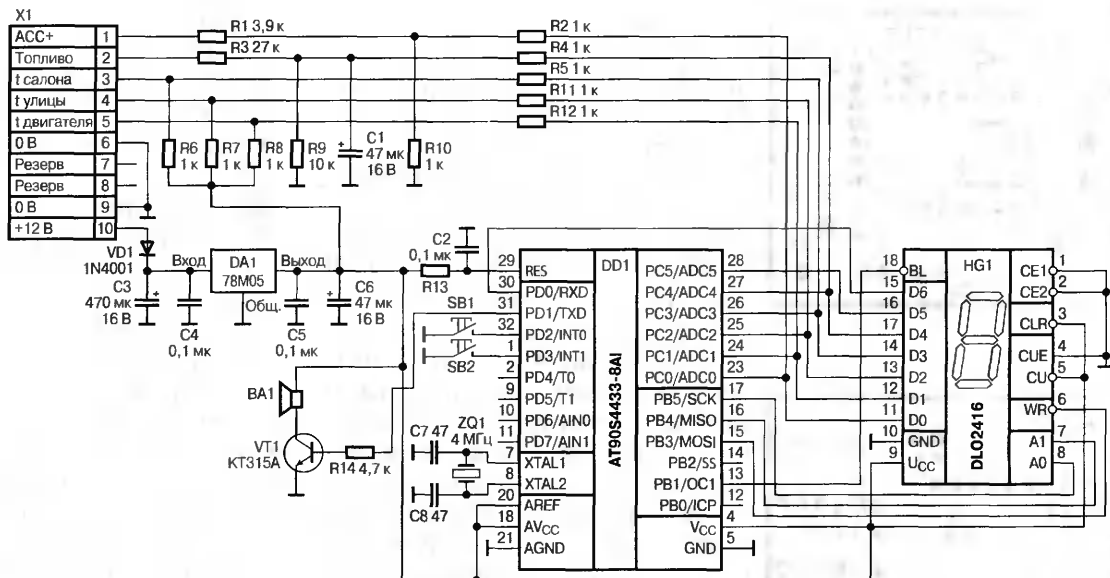


Рис. 1

тва (внутрисхемное программирование). При проектировании компьютера был выбран микроконтроллер в корпусе TQFP-32, а отсутствие переходника для программатора определило выбор режима внутрисхемного программирования, для которого рекомендуется использовать свободно распространяемый программатор AVREAL [1]. Внутрисхемное программирование микроконтроллеров AVR достаточно широко описано в различной литературе.

С целью удешевления устройства для управления индикатором и ввода аналоговой информации использованы одни и те же выводы контроллера. Такое совмещение на первый взгляд совершенно разных по назначению сигналов возможно при аккуратном проектировании устройства и соблюдении некоторых условий. Как можно заметить, при использовании выводов PC0—PC5 микроконтроллера как цифровых выходов их выходные токи легко «перетянут» слаботочные аналоговые сигналы. Входные цепи индикатора выполнены по технологии КМОП, поэтому у него практически отсутствуют входные токи, которые могли бы влиять на точность измерения аналоговых величин. Естественно, что режим работы этих выводов — мультиплексный.

Для измерения напряжения бортовой сети предусмотрен отдельный контакт, который можно подключить непосредственно к аккумулятору или замку зажигания. Измеряемое напряжение поступает на резисторный делитель R1R10 с коэффициентом деления 1:5 и подается на вход АЦП. Таким образом, прибор может измерять напряжение в диапазоне от 0 до 25 В. Входное

сопротивление вольтметра — 4,9 кОм. Ток, потребляемый от аккумулятора по входу АСС+, не превышает 3 мА. В качестве индикатора был выбран четырехразрядный светодиодный алфавитно-цифровой матричный прибор DLO-2416. Отчасти выбор был обусловлен наличием его у автора и тем, что объем выводимой информации невелик, а отчасти тем, что он может работать в широком температурном диапазоне (–40...+85 °С). Все-таки зимой в автомобиле бывает холодно, а жидкокристаллические индикаторы даже с расширенным температурным диапазоном не могут работать при температурах ниже –20 °С. Кроме того, для нормальной работы ЖК-индикаторов при минусовой температуре требуется формировать отрицательное напряжение смещения для драйверов ЖК панели. К тому же зависимость от температуры необходимого напряжения смещения нелинейна, что несколько усложняет как саму схемотехнику устройства, так и программную часть.

Измерение объема топлива в баке основано на использовании штатного поплавкового датчика, находящегося в топливном баке автомобиля. Сигнал от датчика поступает на резисторный делитель R3R9 и для устранения коротких выбросов напряжения предварительно интегрируется на конденсаторе C1. Казалось бы, измерение остатка топлива в баке не составляет проблемы. Но во время отработки про-

граммы было обнаружено, что простые в реализации методы фильтрации (например, усреднение нескольких отсчетов за одну секунду, а затем сравнение с тремя предыдущими результатами усреднения), которые не требуют повышенных вычислительных ресурсов или высоких требований к оперативной памяти микроконтроллера, не позволяют качественно обрабатывать колебания топлива в баке, возникающие даже во время равномерного прямолинейного движения автомобиля и значительно усиливающиеся при изменении скорости и (или) на-

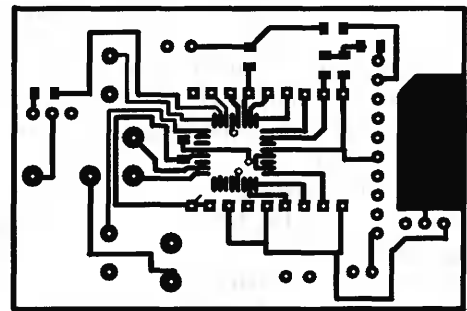


Рис. 2

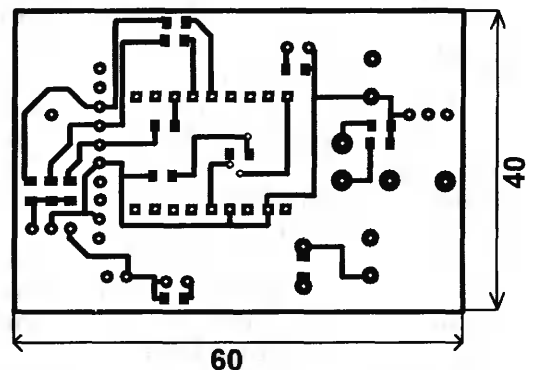


Рис. 3

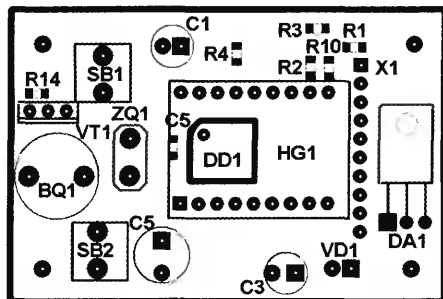


Рис. 4

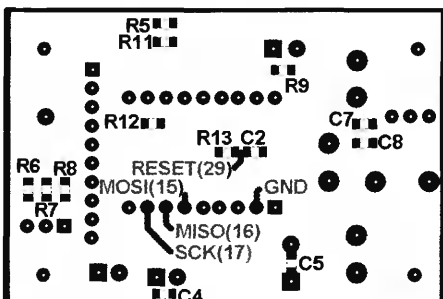


Рис. 5

правления движения. На практике и особенно в городском цикле движения результат работы такого фильтра был неудовлетворительным. В связи с этим от него пришлось отказаться. Так же плохо работал фильтр с длительным усреднением отсчетов АЦП. При его использовании случалось, что два последовательных результата его работы очень сильно отличались друг от друга независимо от длины усредняемой последовательности. Из-за ограниченного объема ОЗУ микроконтроллера невозможно эффективно использовать и фильтр «скользящее среднее», который при достаточной длине окна обеспечил бы хорошее сглаживание колебаний топлива.

После экспериментов выбор был остановлен на фильтре IIR (БИХ) первого порядка [2] на восьмибитном микроконтроллере как достаточно простом в реализации и в то же время обеспечившем, как оказалось, достаточно качественную фильтрацию сигнала датчика. Для работы этого фильтра в программе потребовалось использовать целочисленную знаковую 32-битную математику. К сожалению, недостаток этого фильтра проявляется при включении компьютера из-за длительного времени реакции. Для уменьшения этого эффекта после включения производится усреднение ряда последовательных отсчетов с датчика уровня топлива (опорное число), и это значение берется за основу для дальнейшей работы. Но появилась другая проблема. Если

горизонтально или был в движении во время вычисления опорного числа (например, заводился с буксира), то для индикации правильного остатка топлива потребуется некоторое время, в течение которого индицируемый остаток топлива будет изменяться.

Сразу после включения при напряжении бортовой сети ниже 12,6 В компьютер не измеряет и не индицирует остаток топлива. Это сделано для того, чтобы исключить ошибочную выборку опорного числа при низком напряжении на аккумуляторе во время работы стартера и включенных свечах накала (для дизельного двигателя). Компьютер никак не влияет на работу штатного стрелочного указателя уровня топлива на панели приборов.

Для измерения температуры используются датчики LM235 (National Semiconductors) или их аналоги (IL235 производства ПО «Интеграл» или K1019EM1), что позволяет без дополнительной калибровки измерять и выводить на индикатор температуру от -40 до $+120$ °C с точностью 2 °C. Использование программной калибровки позволяет повысить точность индикации температуры в выбранной пользователем температурной точке. Термодатчик LM235 представляет собой двухполюсник с падением напряжения, пропорциональным абсолютной температуре с коэффициентом, равным 10 мВ на градус Кельвина. При температуре 0 °C номинальное падение напряжения на датчике составит 2,73 В. Питание термодатчиков производится от цепи +5 В через ограничительные резисторы R6—R8. Резисторы R2, R4, R5, R11, R12 предназначены для исключения влияния цепей аналоговых сигналов на работу интерфейса с индикатором.

СБОРКА И НАЛАЖИВАНИЕ КОМПЬЮТЕРА

Компьютер смонтирован на двухсторонней печатной плате с металлизацией отверстий. Чертежи печатной платы приведены на рис. 2 (сторона установки микросхем) и рис. 3 (противоположная сторона). Прошивку микроконтроллера можно загрузить с [3] или с сайта журнала по адресу <http://www.dian.ru/programs/index> из архива 2004_05_Lutko. Монтаж элементов со стороны установки микросхем показан на рис. 4, с противоположной стороны — на рис. 5.

Рекомендуемая последовательность установки элементов:

- транзистор VT1, диод VD1, кварцевый резонатор;
- микроконтроллер DD1, стабилизатор DA1;
- звуковой сигнализатор, кнопки SB1 и SB2.

Далее следует припаять шлейф внутрисхемного программирования (на рис. 5 выносками показаны места подключения шлейфа внутрисхемного программирования и соответствующие им названия сигналов). Перед подключением индикатора желательно прошить тестовую программу, чтобы убедиться в отсутствии ошибок монтажа и коротких замыканий на плате. Если монтаж был выполнен правильно и все компоненты исправны, то через некоторое время после включения питания компьютера с прошитой тестовой программой вы услышите двухтональный звуковой сигнал из излучателя BA1 продолжительностью около 2 с. Если же тест обнаружит замкнутый на цепи питания вывод, то число длинных звуковых сигналов указывает десятки, а число коротких звуковых сигналов — единицы номера этого вывода. Если тест показал ошибку, проверьте монтаж и повторно запустите тест. Особо следует обратить внимание на то, что индикатор HG1 устанавливается непосредственно над микросхемой DD1, поэтому проведение тестирования желательно выполнить до установки индикатора на плату. Собрав плату и проверив ее тестом, можно установить индикатор, после этого снова запустить тест. На индикаторе поочередно во всех разрядах высветятся все отображаемые индикатором символы, а затем «<OK>». Тест пройден.

Далее следует занести основную прошивку.

Окончание следует

Андрей Лютько,
andrej@tut.by

ЛИТЕРАТУРА:

1. Программатор AVREAL. — <http://www.ln.com.ua/~real/avreal/index.htm>
2. W. Smith, The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing, Second Edition, 1999, California Technical Publishing. — <http://www.dspguide.com> or <http://www.analog.com>
3. <http://fcomp.by.ru>

О технологии «Лазерного утюга»

Перенос рисунка, напечатанного на лазерном принтере, на фольгированный стеклотекстолит при помощи утюга широко используется радиолюбителями при изготовлении печатных плат. Автор предлагаемой статьи делится своим опытом в этом вопросе.

“Сами мы не местные...”, в том смысле, что не фидошники, однако в далеком 1998 г. попались на глаза автору этой статьи архивы конференций FIDO. Вот что было написано в апреле 1997 г.

DIOGEN's DIGEST: Shemes vol.4 '97.

Дайджест эхо-конференций FIDO по схемотехнике.

(c)1997 Sergej Pipets

From : roman@zipper.paco.net

2:467/10 Суб 19 Апр 97 08:15

To : All Втр 22 Апр 97 22:03

Subj : Re: Травление плат

Для изготовления плат в домашних условиях я пользуюсь очень простым и дающим прекрасные результаты способом. При некотором навыке весь процесс изготовления платы средней сложности занимает не более часа.

1. Рисунок сканируется с “отзеркаливанием” и масштабированием (при необходимости).

2. Печатаем все это дело на лазерном принтере на тонкой бумаге.

3. Фольга на будущей печатке зачищается круговыми движениями мелкой шкуркой, обезжиривается ацетоном.

4. Тщательно прикатываем разогретым на “троечке” утюгом рисунок к фольге. Надо обязательно пройтись “ребром” утюга по всей поверхности платы.

5. После остывания смачиваем бумагу водичкой и скатываем ее ладонью до ее полного удаления. Если вы тщательно выполнили предыдущие два этапа, то весь рисунок полностью останется на плате.

6. Кидаем таким образом подготовленную плату в нагретый до кипятка раствор хлорного железа и травим, непрерывно смывая кисточкой продукты травления с поверхности печатки. Процесс травления при нормальной концентрации раствора занимает не более 5-10 минут.

7. Промываем плату, снимаем шкуркой тонер с дорожек, сверлим отверстия (здесь даже не потребуются накернивание, так как фольга по точкам сверления вытравлена.)

Таким образом я делал платы с шириной дорожек 0,5 мм (прекрасно пере-

водятся все надписи, линии разметки и проч.). В принципе, все зависит от вашей аккуратности... Особые эстеты могут подобным способом нанести рисунок расположения и нумерации элементов на обратную сторону печатки (это уже лучше сделать после сверловки). :)))

Roman Efimov

* Origin: Jabberwocky Nest (2:467/10)
(2:467/10@fidonet)

Интересно, что первым же откликом на сообщение были не ожидаемые слова типа «я попробовал — все получается...Ура!», а предложение модификации метода под какой-то сублимационный принтер, причем без проверки! В следующем отклике были перечислены все недостатки метода, и это правильно, потому, что лучше учиться на чужих, а не на своих ошибках.

From : Alex Churakov 2:4653/17.1

Втр 06 Май 97 21:08

To : roman@zipper.paco.net

Чтв 15 Май 97 11:55

Subj : Травление плат

[... почикано ...]

Я достаточно долго экспериментировал с этой технологией и нашел в ней ряд минусов, которые сводят на нет все ее достоинства.

1. Не любой тонер подходит. При печати на некоторых копиях тонер на медь вообще не переносится. Тонер вообще имеет свойство переноситься не полностью, мне ни разу не удалось получить перенос мелких надписей.

2. Не всякая бумага подходит. Лучшие результаты у меня получались со специальной бумагой для струйников — от нее остается меньше всего волокон в тонере. Но она отвратительно отмывает (можно отмачивать в растворе КОН, NaOH, тогда дело идет быстрее).

3. Волокна, оставшиеся в тонере, в хлорном железе разбухают и вызывают проникновение хлорного железа к слою меди — подтравы в середине дорожек. При недостаточной толщине дорожек они вообще могут прерываться :-(. Собс-

твенно говоря этот пункт — основной в списке недостатков, из-за него я и прекратил эксперименты с этой технологией. Представьте себе плату, где в каждой второй дорожке — микротрещина, не заметная глазом.

4. При переносе тонера на текстолит утюгом мы подвергаем текстолит довольно серьезному термоудару. На отечественном текстолите качество сцепления фольги с основой ухудшается, дорожки отслаиваются уже при пайке. Примерно такая же картина наблюдается при травлении HNO_3 , правда причины здесь другие. Удовлетворительные результаты можно получить, если достаточно серьезно отретушировать плату после переноса рисунков, но и в этом случае остается п. 4

Bye ! Alex .

* Origin: Fatal: 'love' does not exist — don't know how to make
(2:4653/17.1)

Просмотрел имевшиеся тома Diogen's Digest (с) “назад” (до № 11, 1996). Более ранних сообщений по теме найти не удалось. Вот с тех пор есть у меня предположение, что автором и родителем метода “Лазерного утюга” является Роман Ефимов. И я решил об этом написать, поскольку, как мне кажется, страна должна знать своих Героев Радиолюбительского Труда. Конечно, всех архивов FIDO я не видел, грамотные фидошники, возможно, меня поправят, но до тех пор, пока не поправили, я весьма благодарен незнакомому мне Роману Ефимову за то, что уже более пяти лет не испытываю никаких затруднений при домашнем «рисовании» печатных плат.

По данной теме опубликовано столько статей в разных радиожурналах и в Сети, что мне даже интересно стало, сошлется ли кто-то на первоисточник. Не нашел, не встретил. А первоисточник, как показала практика, почти исчерпывающий. Поскольку в “ответе” справедливо отмечено слабое сцепление тонера с медью, потребовалась небольшая модификация исходного метода “Лазерника и утюга”. Тонер, раз он плохо сцепляется, было решено просто приклеить. Таким образом, где-то в 1999 г. появился метод “Утюг + БФ-2/6”.

Конференция : Микроконтроллеры, www.telesys.ru

Ответ : А зря Вы смеетесь, Алексей(+).

Отправлено : stump 17 марта 2000 г.

16:59:02.

В ответ на: Митя, а можно ссылочку на подобный рецепт изготовления.

AVR? Утюг у меня уже есть. — отправлено Ольховский

Алексей 17 марта 2000 г. 16:11:11.

На самом деле все это изложено давно (onego.ru), и на других сайтах есть, и народ пользуется с переменным успехом. Ну, сами подумайте, не делать же каждый раз фототаблон для макета. Особенно это удобно, если SMD, поскольку чистое и без дырок можно обойтись.

А теперь содержательная часть, для пользы. Основная бяка во всех изложенных модификациях — отрыв порошка от платы. Я это обхожу следующим образом (по-моему так никто не описывал). Развожу жиденько БФ-2/6 и тонким слоем (тампоном из ваты) наношу на плату, затем все как обычно. После прогрева утюгом и смывания бумаги, плата промывается спиртом, который растворяет БФ, но не растворяет порошок (его только ацетон берет). Так можно получать дорожки до 0,3, и они держатся!!! Я уже привык, и спокойно провожу дорожки под 0805 и SOT23. А бумага, по наблюдениям, лучше всего тонкая мелованная от рекламных журналов, я лично использую старые каталоги "Платана". Вот. Stump

Список литературы по данной теме приведен в конце статьи. На самом деле там масса повторов. Часть текстов ничего нового, по сравнению с лаконичным исходным текстом из семи пунктов, не содержит. В некоторых статьях модификации существенные. Сам я никакой экзотики типа алюминиевой фольги, пленок, подложек, паров ацетона и серной кислоты никогда не использовал, поэтому об эффективности всех модификаций исходного метода ничего сказать не могу. А не пробовал потому, что и без этого получается полная копия того, что напечатано лазерником. За прошедшие несколько лет метод "Утюга + БФ2/6" был "модифицирован" только в части бумаги. Выяснилось, что на тоненьких листах толстых каталогов Farnell, Elfa, RS результаты лучше, чем на глянцевой бумаге старых каталогов "Платан". В новых каталогах "Чип&Дип", кстати, бумага стала толще и хуже, не заботятся о народе ☺. Но самая любимая бумага — от толстого каталога Schuricht, потому что он на немецком и поэтому его не жалко. Да, еще нужно добавить, что в тюбиках "Клей БФ" и "Клей БФ-19", которые сейчас продаются, в качестве растворителя приме-

нен, по-видимому, ацетон. Этот клей можно подсушить, перерастворить в спирте и слить только то, что попало в раствор, но если есть сомнения, лучше пойти в аптеку и купить "БФ-6", вот он точно со спиртом. В коротком исходном сообщении об этом не сказано, но помимо очевидного преимущества в том, что дорожки хорошо держатся, у метода есть еще пара плюсов. Слой клея закрывает мелкие дырки в тонере, поэтому дорожки не покрыты "лунными кратерами". Как и в исходной методике, утюгом нужно пройти все дорожки (лучше ребром утюга до появления рельефа), но (!!!) нажимать на бумагу нужно практически с нулевым усилием. Тонер приклеивается, а не приваривается. Поэтому температура утюга чуть-чуть больше 100 °С. Я даже не уверен, что тонер плавится при такой температуре. Из-за низкой температуры ликвидируется еще один недостаток (наверно самый неприятный) — размазывание дорожек. В результате на меди имеем почти такое же разрешение, как и на бумаге, да еще с хорошей повторяемостью.

Двухсторонние печатные платы получаются без особых проблем. Описание процесса совмещения рисунков было дано в статьях неоднократно, но большинство методов связаны с какими-то заклеиваниями одной стороны, дополнительными контрольными отверстиями, щечками из текстолита. Могу ответственно заявить, что ничего этого не требуется. Все можно сделать очень просто. Рисунок обеих сторон платы в редакторе нужно «заключить» в одинаковые прямоугольники, отстоящие от краев платы на равные расстояния (2...3 см достаточно). Один из рисунков вырезается по контуру прямоугольника, и этот прямоугольник накладывается на второй лист точно в контур другого прямоугольника. По двум длинным сторонам обе бумажки скрепляются липкой лентой, внутрь «пакета» с короткой незаклеенной стороны вставляется стеклотекстолитовая заготовка, смазанная клеем БФ с обеих сторон. Далее все, как описано раньше. В крайнем случае, если полного совмещения не получилось, можно надсверлить отверстия с одной стороны, а при сверлении с обратной держать сверло под некоторым углом. Для платы толщиной 1,5 мм таким образом можно «убрать» смещение до 0,5 мм. Обычно смещение имеет место не на всей поверхности, а только на краях. Если одна из сторон платы существенно длиннее

другой, иногда помогает простой разворот рисунка на листе на 90°, поскольку «усадка» бумаги при печати в лазерном принтере в продольном и поперечном направлении неодинакова.

Пару раз в конференциях встречалось обсуждение того, что лучше — "Positiv 20" или "Утюг". Понятно, что разрешение фотоспособа выше (им даже Пентиумы делают!), но, как правило, речь идет в обоих случаях об одном и том же фототаблоне, полученном на лазернике. Чего же тут сравнивать? Что лазерник напечатал, то и получается. Задача "технологии" — не испортить то, что на отпечатке. "Утюг + БФ-2/6" этому условию соответствуют. И "Positiv" тоже соответствует. Вот и замечательно, что есть выбор.

Для того, чтобы немножко выделить эту статью из многочисленных предыдущих, привожу доказательство эффективности описанной методики. На рис. 1 изображен переходник с установленным микропроцессором фирмы MicroChip. Такие переходники продаются в магазинах, но интересно было сделать самому и заодно проверить границы применимости модифицированной технологии. У корпуса TQFP-80pin расстояние между выводами равно 0,5 мм, соответственно, ширина дорожек приблизительно 0,25 мм. Вот что реально можно получить при помощи утюга. По-видимому, эти цифры близки к предельно достижимым, хотя если очень постараться, можно еще совсем чуток выжать... Просто надежность будет ниже. Перед травлением подправить изображение можно тонким спиртовым маркером. Годятся маркеры, предназначенные для выполнения надписей на CD. После травления плате требовалась небольшая доработка. Несколько дорожек были замкнуты, пришлось использовать министамесочку, а одна оказалась с обрывом (продублирована проводником). Но это мелочи

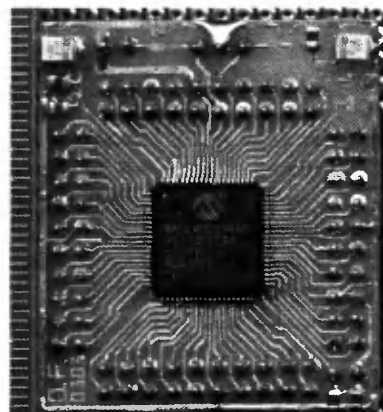


Рис. 1

по сравнению с 80-ю “ногами”... Вот BGA, нехорошая редиска, пока сопри-
тивляется ☹!

Олег Федоров,
editor@dian.ru

ЛИТЕРАТУРА:

1. DIOGEN's DIGEST: Shemes Дайджест эхо-конференций FIDO по схемотехнике с 1997 Sergej Pipets. — <ftp://ftp.gss.bm.spb.ru>
2. <http://home.onego.ru/~sprut/opyt.htm>
3. <http://tellur.ru/~plm/full/board.html>

4. Архивы конференций “Микроконт-
роллеры” (и др.). — www.telesys.ru
5. Архив старой конференции “Радио”
www.raguio.ru.
6. Сайт “Радиофанат” Н. Большако-
ва. — <http://rf.atnn.ru>
7. Печатные платы при помощи утю-
га, лазерника и какой-то матери...Обоб-
щенные рекомендации фидошников
SU.HARDW.SHEMES. — Радиолюб-
би, 1999, № 5, с. 35.
8. “Радиолюбби” в гостях у эхи SU.HARDW.
TECHNOLOGY сети ФидоНет. — Радиолюб-
би, 2001, № 3, с. 44.
9. В. Морозов. Как изготовить печатную
плату. — Схемотехника, 2002, № 1, с. 49.

10. Г. Петин. Изготовление печатных
плат с помощью лазерного принтера. —
Схемотехника, 2003, № 4, с. 17, № 10,
с. 12.
11. А. Горячкин. Изготовление фото-
шаблона печатной платы. — Радио, 2003,
№ 9, с. 35.
12. А. Черномырдин. Тепловой способ
перенесения рисунка на плату. — Радио,
2001, № 9, с. 35.
13. А. Курилов. Еще один способ изго-
товления печатной платы. — Радио, 2004,
№ 2, с. 37.

Программируемый интерфейс для IBM PC

При проектировании устройств, подключаемых к компьютеру IBM PC через внутреннюю шину, необходимо разработать важный узел устройства — интерфейс шины. Причем каждое устройство требует разработки нового узла интерфейса. Описываемое ниже устройство, выполненное всего на одной программируемой микросхеме и одном буфере шины, является универсальным и путем простого перепрограммирования превращается в необходимый интерфейс.

Интерфейс предназначен для сопряжения элементов разрабатываемого устройства с внутренней шиной ISA персонального компьютера IBM PC. Интерфейсы подобного типа обеспечивают дешифрацию адресного пространства для подключения микросхем памяти в область расширенной памяти компьютера, для подключения микросхем регистров в область портов ввода/вывода компьютера. Кроме того, они формируют сигналы управления для этих микросхем устройства. Поскольку разрабатываемые устройства, как правило, требуют для своей работы выделения области памяти или ввода/вывода и должны формировать разные сигналы управления, приходится перерабатывать интерфейс шины для каждого нового устройства. Но если подключить все необходимые сигналы шины к одной перепрограммируемой микросхеме и реализовывать интерфейс шины внутри нее, то можно получить практически универсальный интерфейс. Именно эта идея заложена в предлагаемом ниже устройстве.

Для лучшего понимания схемотехники построения интерфейса шины ISA в табл. 1 приведена справочная

информация назначения сигналов шины, а на рис. 1 и 2 — диаграммы работы этой шины в режимах чтения и записи данных соответственно.

Из временных диаграмм видно, что в режиме чтения данных в первую очередь на шине устанавливается адрес выбираемого устройства. Затем через некоторое время, необходимое для дешифрации адреса, устанавливается сигнал чтения с активным низким уровнем. По спаду импульса (на-

Таблица 1

Сигнал	Направ.	Описание
IOCHNK	I	Контроль канала. Низкий уровень вызывает немаскируемое прерывание NMI
SD0—SD15	I/O	Шина данных
IOCHRDY	I	Готовность устройства
AEN	O	Разрешение адресации прямого доступа к памяти
SA0—SA19	O	Шина адреса
—SBHE	O	Признак наличия данных на старших линиях шины данных SD8—SD15
LA17—LA23	O	Опережающие сигналы адреса, требующие записи по спаду сигнала BALE
—MEMR	O	Сигнал чтения памяти
—MEMW	O	Сигнал записи памяти
RESDRV	O	Сигнал сброса
IRQ2—IRQ15	I	Запрос аппаратных прерываний
DRQ0—DRQ7	I	Запрос каналов прямого доступа к памяти
—SMEMW	O	Запись в память ниже 1 Мб
—SMEMR	O	Чтение памяти ниже 1 Мб
—IOW	O	Сигнал записи в порт ввода/вывода
—IOR	O	Сигнал чтения из порта ввода/вывода
—DACK0—DACK7	O	Подтверждение запроса каналов прямого доступа к памяти
—MREF	O	Сигнал регенерации динамической памяти
CLC	O	Частота шины
TC	O	Признак завершения счетчика циклов прямого доступа к памяти
BALE	O	Разрешение защелки адреса
OSC	O	Не синхронизированная с шиной частота
—MEM16	I	Адресуемое устройство поддерживает 16-битные обращения к памяти
—IO16	I	Адресуемое устройство поддерживает 16-битные обращения к портам
—MASTER	I	Шина захвачена мастером
0 V	—	Общая цепь питания
+5 V, -5 V, +12 V, -12 V	—	Цепи питания

Примечание. I — вход, O — выход, I/O — двунаправленные сигналы

растающему фронту) данного сигнала происходит чтение данных на шину. В режиме записи данных в устройство данные выставляются на шине, и их запись в устройство гарантированно производится также спадом (нарастающим фронтом) сигнала записи. В зависимости от типа обращения со стороны шины к внешнему устройству — как к памяти или устройству ввода/вывода — сигналами чтения и записи являются -SMEMR и -SMEMW или -IOR и -IOW соответственно. Более подробную информацию по интерфейсной шине ISA можно найти в [1].

Принципиальная схема интерфейса представлена на рис. 3.

Интерфейс реализован на недорогой программируемой логической интегральной схеме (ПЛИС) D1 типа XC9536-15VQ44C фирмы Xilinx и буферном элементе D2 типа SN74ALS425. Программирование микросхемы D1 осуществляется через внутрисхемный соединитель-вилку J1 типа PLS-6. Примененная в данном устройстве ПЛИС имеет 34 перепрограммируемых вывода, 36 ячеек памяти, 180 логических элементов и позволяет осуществлять до 10000 циклов перезаписи. Стирание

и запись микросхемы может производиться внутрисхемно, т. е. без выпаивания микросхемы из платы. Это еще одно преимущество данного интерфейса — возможность отладки и изменения схемы без переработки печатной платы. На рис. 3 показаны все части единого печатного разъема X1, который вставляется в слот ISA и является неотъемлемой частью печатной платы. Показаны они не случайно, а для того, чтобы отобразить все присутствующие сигналы (даже если они не используются). На практике это позволяет облегчить поиск неисправ-

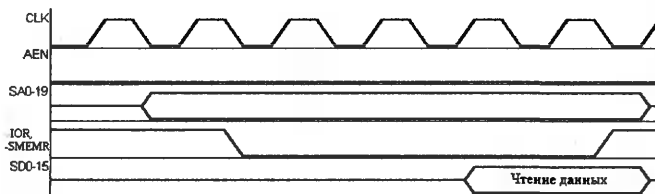


Рис. 1

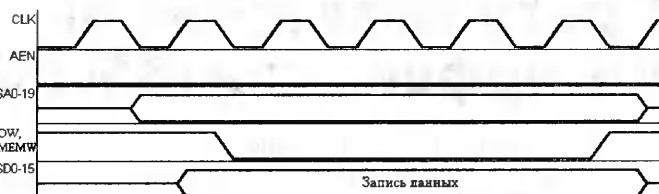


Рис. 2

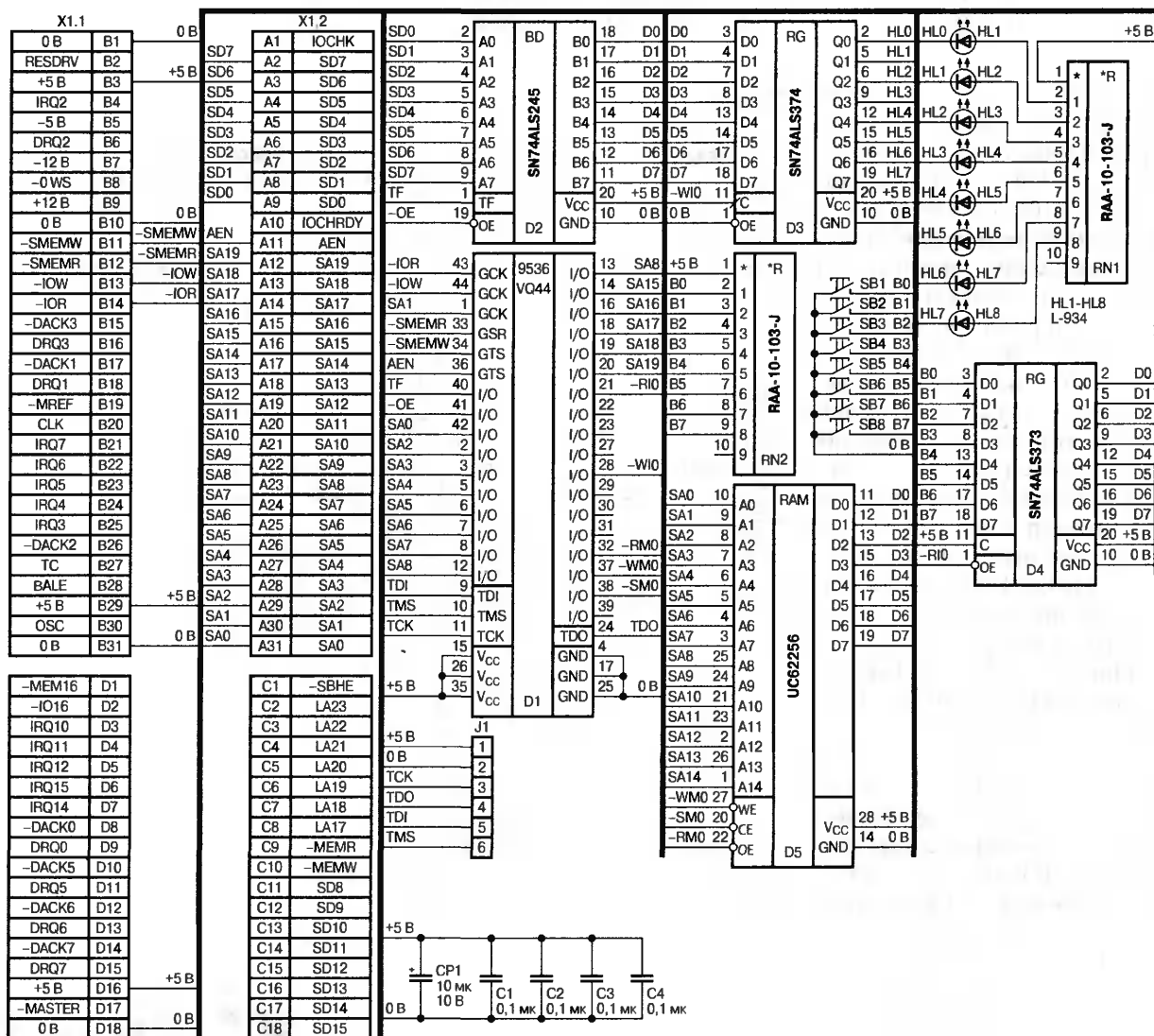


Рис. 3

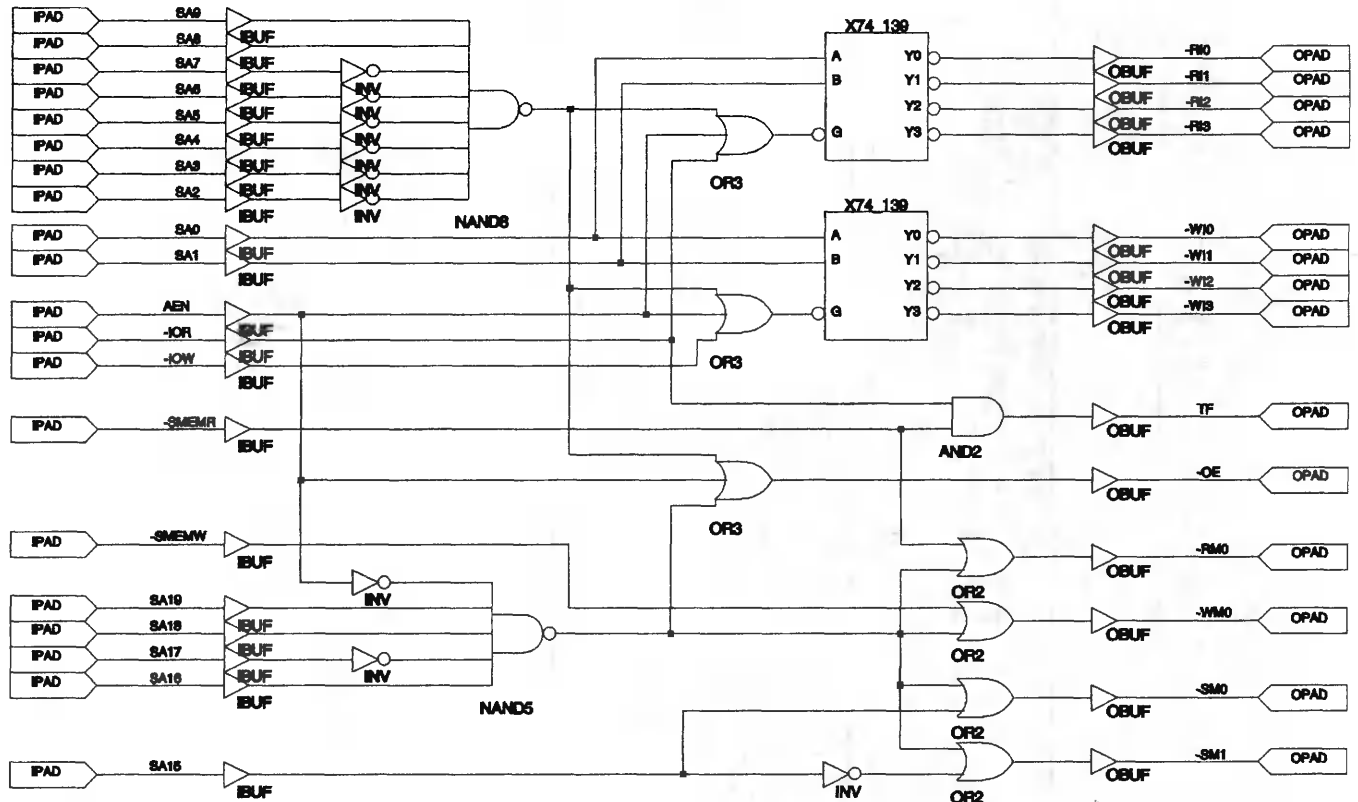


Рис. 4

ностей и модернизировать интерфейс, поскольку не требуется искать в справочниках информацию о назначении контактов.

Внутренняя структура запрограммированной ПЛИС приведена на рис. 4.

На этой схеме все элементы изображены в американском стандарте, поскольку программный пакет, с помощью которого осуществляется проектирование, создан за рубежом. Однако эти обозначения довольно просты и к ним легко привыкнуть. Из схемы видно, что дешифраторы адреса выполнены на логических вентильях типа И-НЕ. Дешифратор портов реализован на элементах NAND8, OR3 и X74_139, а дешифратор памяти — на элементах NAND5 и OR2. Перед этими элементами включены инверторы INV и входные буферы IBUF. Элементы IPAD и OPAD обозначают входы и выходы микросхемы соответственно. Для изменения дешифрации адресов необходимо лишь удалить или добавить инверторы в определенные адресные линии и перепрограммировать микросхему D1. Для облегчения этой задачи необходимо воспользоваться табл. 2 и 3, в которых показано, какие именно адресные линии должны содержать инвертор для соответствующих дешифраторов портов и памяти.

Способ и средства программирования данной микросхемы подробно изложены в [2]. Файл с прошивкой для программирования микросхемы D1 доступен на сайте журнала по адресу <http://www.dian.ru/programs/index.html> в архиве 2004_05_Valpa_if. Предложенный вариант интерфейса позволяет осуществлять обращение к внешнему устройству со стороны шины ISA по адресам устройств ввода/вывода 0x300—0x302, отведенным в персональных компьютерах семейства IBM PC для плат прототипов (устройств, разрабатываемых с целью сопряжения с компьютером). Кроме того, этот интерфейс позволяет выполнять обращение к внешней памяти по адресам D000:0000—D000:FFFF. Естественно, указанные адреса можно легко изменить описанным выше способом.

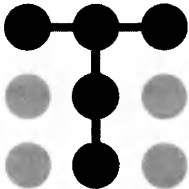
Как видно из схемы, к регистру вывода D3 подключено восемь индикаторов HL1—HL8. Регистр ввода D4 используется для чтения состояния кнопок SB1—SB8. Резисторная сборка RN1 обеспечивает номинальный ток индикаторов, а сборка RN2 подтягивает входные линии регистра ввода D4 к высокому уровню. Статическая память организована на микросхеме D5. Выходные сигналы интерфейса управляют непосредственно записью в микросхемы регистров и памяти адап-

тера, а также чтением из них. Часть сигналов интерфейса не используется, поэтому остается неподключенной.

На рис. 5 приведен вариант схемы описанного выше интерфейса. Это небольшой адаптер расширения, имеющий в своем составе один восьмиразрядный регистр вывода, один восьмиразрядный регистр ввода и статическую память объемом 32 Кб.

Данное устройство можно использовать в качестве лабораторного адаптера для обучения программированию, устройства контроля и управления или как блок дополнительной памяти в некоторых системах, построенных на базе одноплатных компьютеров с шиной ISA. Адаптер можно изготовить на макетной плате с печатным разъемом шины ISA и посадочными местами для планарных компонентов.

Отладку данного адаптера в статическом режиме можно легко осуществить с помощью эмулятора интерфейса ISA [3]. Убедиться в его работоспособности можно с помощью программы debug.exe, входящей в состав операционных систем DOS и Windows. Для этого необходимо выключить компьютер и установить адаптер в свободный слот ISA. До установки платы необходимо убедиться, что адреса 300—303 и D000:0000—D000:FFFF не используются другими устройствами. Это легко

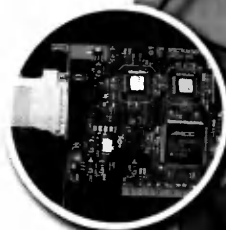


ТЕРРА ЭЛЕКТРОНИКА

**НОВИНКИ
ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ
СО СКЛАДА ОТ 1 ШТУКИ**



**СОВРЕМЕННЫЕ
СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ
И ОТЛАДКИ**



**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ
И УНИВЕРСАЛЬНЫЕ
ПРОГРАММАТОРЫ**



**ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ
И СПЕЦИАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ
ДЛЯ РАЗРАБОТЧИКОВ**



**СОКРАЩЕНИЕ
СРОКОВ
РАЗРАБОТОК**



Москва, ул. Дербеневская, 1/2, корпус 1, подъезд 23
Тел.: (095) 780-2075. Факс: (095) 781-2516
E-mail: sale@terraelectronica.ru
www.terraelectronica.ru

ТЕРРА ЭЛЕКТРОНИКА

Мощный усилитель 34 класса D

Эта статья посвящена описанию мощного усилителя 34, работающего в классе D (с ШИМ модуляцией несущей воспроизводимой фонограммой). Усилитель может работать как в стереофоническом режиме, обеспечивая выходную мощность 80 Вт на нагрузке 4 Ом в каждом из двух каналов, так и в мостовом — при этом на нагрузке 8 ом максимальная мощность составит 140 Вт. Усилитель хорошо зарекомендовал себя как УНЧ для сабвуфера. УМ обладает высокими эксплуатационными характеристиками, высокой надежностью, простотой в изготовлении и подключении и оптимальным соотношением цена/качество, что на сегодняшний день является немаловажным фактором. Собрать устройство можно из набора «Мастер Кит» NM2045.

Принцип работы усилителя класса D состоит в усилении импульсного сигнала прямоугольной формы (на несущей частоте), ширина импульсов которого промодулирована воспроизводимой фонограммой (широотно-импульсная модуляция — ШИМ). Усиленный промодулированный сигнал поступает на демодулирующий LC-фильтр, где несущая отфильтровывается, а звуковой сигнал подается на головку громкоговорителя. При усилении импульсного сигнала оконечный мощный каскад можно построить с использованием полевых транзисторов, работающих в ключевом режиме, что позволяет поднять КПД всего УМ до 94 % и максимально снизить тепловые потери. Блок-схема такого устройства приведена на рис. 1.

Фирма Philips выпустила набор микросхем, позволяющих реализовать данный схемотехнический принцип и построить высококачественную усилительную систему класса D. Этот набор состоит из двух ИМС — драйвера (TDA8929T) и мощного ключевого оконечного каскада (TDA8927J). Микросхема драйвера выпускается только в корпусе с планарными выводами и содержит два идентичных канала формирования ШИМ сигнала, гене-

ратор несущей частоты и цепи управления мощным оконечным каскадом. Микросхема оконечного каскада выпускается в пластмассовом корпусе с металлическим фланцем DBS17P и содержит два идентичных ключевых УМ. Эту ИМС при умеренных нагрузках совсем не обязательно устанавливать на радиатор, поскольку КПД всей системы составляет около 94 % и выделяемая тепловая мощность невелика. Используя эти микросхемы можно построить двухканальный УМ, развивающий мощность 80 Вт в каждом канале на нагрузке 4 Ом, или мостовой одноканальный усилитель. При этом мощность на нагрузке возрастет почти в два раза.

Перед специалистами «Мастер Кит» была поставлена и успешно решена задача по подготовке технической документации и выпуску такого УНЧ для использования в Hi-Fi звуковой технике.

Радиолюбители сами могут развести печатную плату, однако нужно учитывать, что это очень ответственная и серьезная работа. Не все знают, что, например, неправильная трассировка печатных проводников в мощном усилителе может в десятки раз увеличить уровень его нелинейных искажений или сделать его вообще неработос-

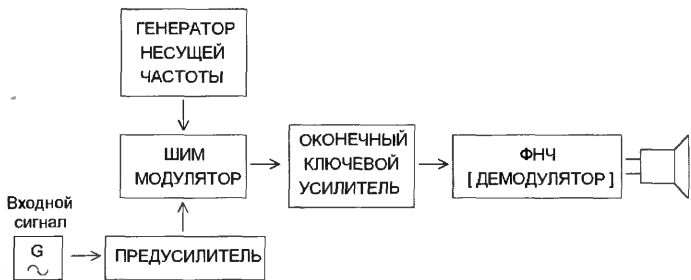
пособным. Поэтому для разработки печатных плат привлекались профессиональные конструкторы, специализирующиеся в этой области.

Технические характеристики усилителя:	
Напряжение питания, В	±15...30
типовое —	±25
Пиковое значение выходного тока, А	8
Ток в режиме покоя, мА	50
Ток в режиме ST-BY, мА	0,5
Выходная мощность (стерео), Вт Кг = 0,5 %, $U_n = \pm 27 В$, $R_n = 4 Ом$	65
Кг = 10 %, $U_n = \pm 27 В$, $R_n = 4 Ом$	80
Выходная мощность (мостовое включение), Вт Кг = 0,5 %, $U_n = \pm 25 В$, $R_n = 8 Ом$	120
Кг = 10 %, $U_n = \pm 25 В$, $R_n = 8 Ом$	140
Коэффициент усиления, дБ стерео	30
мостовое включение	36
КПД, %	94
Диапазон воспроизводимых частот, Гц	20...20000
Размеры печатной платы, мм	62×73

Принципиальная схема усилителя приведена на рис. 2, перечень элементов — в табл. 1.

Таблица 1

Позиция	Наименование	Кол.
C1*—C4*, C7*—C10*, C23*—C25*, C27*, C29*, C32*	0,22 мкФ	14
C5, C6	2200 мкФ/50 В	2
C11, C12	47 мкФ/35 В	2
C13, C15, C16, C22, C36, C37	0,47 мкФ	6
C14, C19, C40, C41	1000 пФ	4
C17, C18, C38, C39	0,22 мкФ	4
C20, C21	330 пФ	2
C26	180 пФ	1
C28*, C30*	0, 015 мкФ	2
C31, C33, C34, C35	560 пФ	4
DA1	TDA8929T	1
DA2	TDA8927J	1
L1—L4	Murata BL01RN1-A68	4
L5, L6	30 мкГн, 3 А	2
R1, R2, R4, R6, R8, R9	10 кОм	6
R3, R5	39 кОм	2
R7	27 кОм	1
R10	1 кОм	1
R11	200 кОм	1
R12—R15	5,6 Ом	4
R16, R17	24 Ом	2
VD1	5,6 В, 0,5 Вт	1
VD2	7,5 В, 0,5 Вт	1



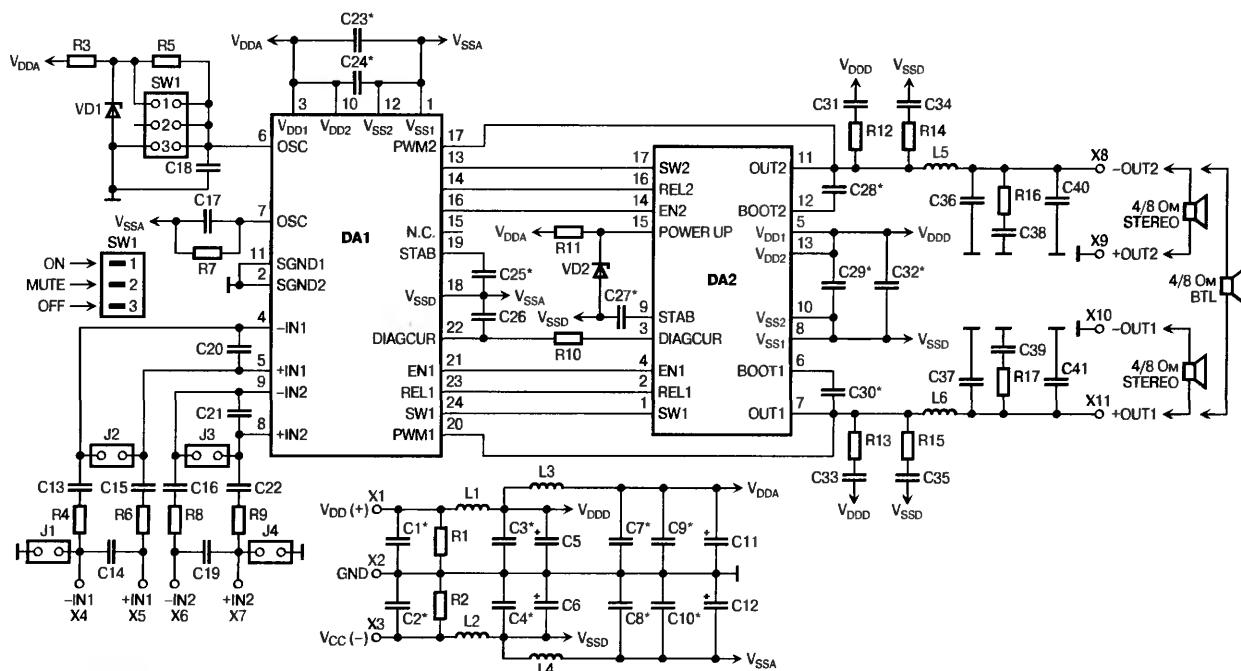


Рис. 2

Двухканальный усилитель НЧ состоит из трех конструктивно объединенных блоков — микросхемы контроллера (DA1), микросхемы мощного оконечного каскада (DA2) и пары демодулирующих LC-фильтров второго порядка (L5C36 и L6C37). Микросхема контроллера DA1 предназначена для формирования ШИМ сигнала на рабочей частоте $F_{\text{РАБ}} = 360 \text{ кГц}$. Микросхема содержит два идентичных канала формирования ШИМ сигнала, генератор рабочей частоты и цепи управления мощным оконечным ключевым каскадом на DA2.

Двуполярное напряжение питания подается на контакты X1 (+), X2 (общий) и X3 (-).

В стереофоническом режиме источник сигнала подключается к X4 (-IN1), X5 (+IN1) и X6 (-IN2), X7 (+IN2). Нагрузка подключается к X10 (-OUT1), X11 (+OUT1) и X8 (-OUT2), X9 (+OUT2).



Рис. 3

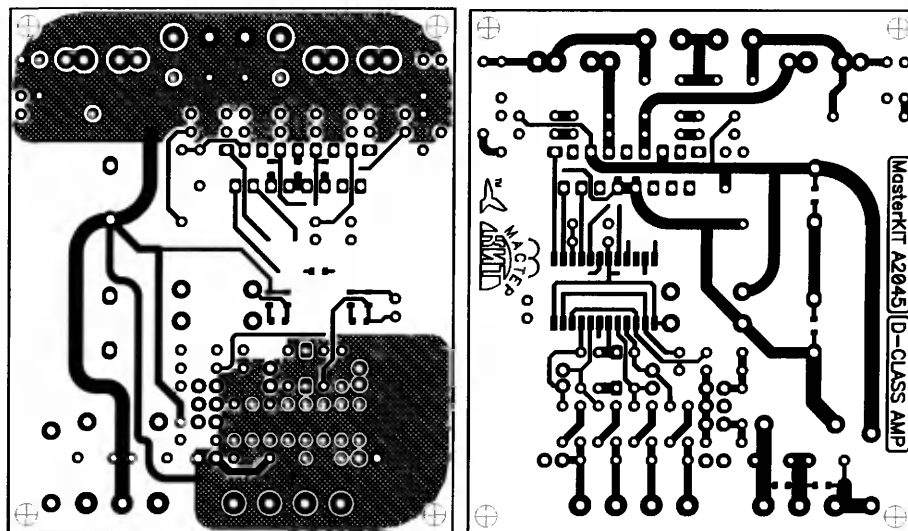


Рис. 4

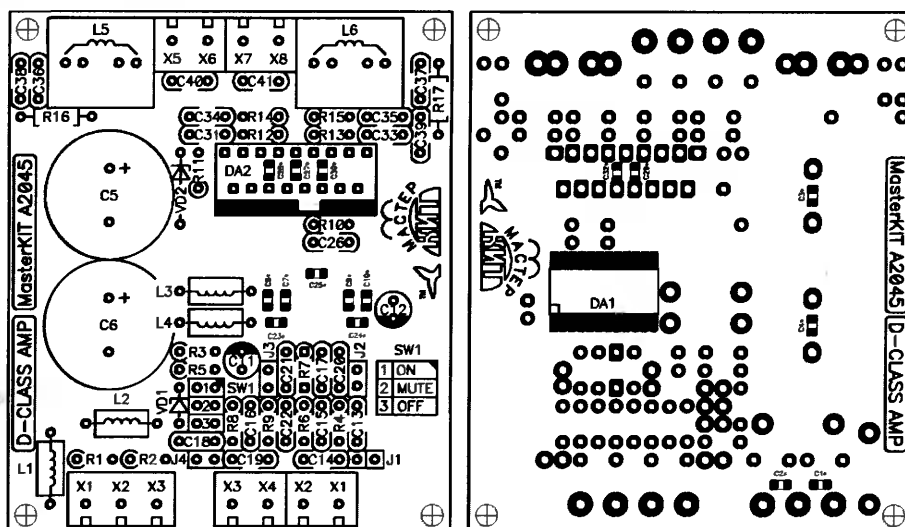


Рис. 5

В мостовом режиме источник сигнала подключается к X4 (-IN), X5 (+IN) или X6 (-IN), X7 (+IN). Нагрузка подключается к X11 (+OUT) и X8 (-OUT).

Для выбора стереофонического режима работы переключки J1 и J4 необходимо замкнуть, а J2 и J3 должны находиться в разомкнутом состоянии.

Для выбора мостового режима работы переключки J1 и J4 необходимо разомкнуть, переключки J2 и J3 необходимо замкнуть между собой так, чтобы соединились выводы 4-8 и 5-9 DA1. Это делается при помо-

щи самостоятельно изготовленного шлейфа.

Переключатель SW1 предназначен для управления режимом ON/MUTE/OFF усилителя. При установке переключки в положение 1 усилитель переходит в состояние ON (Вкл.), в положение 2 — в состояние MUTE (Пауза) и при 3 — в состояние OFF (Выкл.).

Конструктивно усилитель выполнен на двусторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита. Конструкция предусматривает установку платы в корпус, для этого предусмотрены монтажные отверстия по краям платы под винты 2,5 мм.

Внешний вид устройства показан на рис. 3, печатная плата — на рис. 4, расположение элементов — на рис. 5.

Микросхему оконечного усилителя (DA2) при необходимости можно установить на теплоотвод. Площадь и конструкция радиатора подбирается пользователем самостоятельно. При монтаже для повышения надежности работы ИМС рекомендуется использовать теплопроводную пасту типа КТП-8.

Григорий Ганичев,
ganichev@masterkit.ru

Измерительные приборы (головки)
Электровакуумные приборы
Измерительные приборы
Диоды, тиристоры
Трансформаторы
Конденсаторы
Соединители
Транзисторы
Микросхемы
Охладители
Светодиоды
Фотодиоды
Динисторы
Варисторы
Резисторы
Варикапы
Разъемы
Оптоны
Шунты
Реле

ПРИНИМАЕМ
 ЗАКАЗЫ
 НА КОМПЛЕКТАЦИЮ
 ДРУГИМИ
 РАДИОДЕТАЛЯМИ

(095) 720 5102
 (095) 443 7941
 (095) 364 3124

e-mail: info@zip-2002.ru
 www.zip-2002.ru

**ЭЛЕКТРОННЫЕ
 КОМПЛЕКТУЮЩИЕ**
 ООО «Зип-2002»

www.platan.ru
ПЛАТАН ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ
 ОТ ВЕДУЩИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Термостаты Honeywell/Elmwood Sensors
Honeywell

- биметаллические тепловые выключатели предназначены для защиты от перегрева и точного температурного контроля оборудования
- нормально-замкнутая структура
- автоматическое возвращение в исходное положение
- тип контактов: стандартная ножевая клемма 6.3 мм
- тип крепежа к поверхности: резьбовое соединение M4 x 0.7 мм
- на заказ производятся термостаты с любым диапазоном температуры 0...+260°C и типом крепежа

Наименование	Температура срабатывания	Температура отпускания
2455R-105/94	105	94
2455R-65/55	65	55
2455R-75/65	75	65
2455R-85/75	85	75
2455R-94/86	94	86



РЕГИСТР
 PG
 1000 0000

International
 TOR Rectifier

EPCOS

mitsubishi
 ELECTRIC

MAXIM
 DALLAS

Infineon
 Technologies

AMP

BOURNS

PHILIPS

muRata

VISHAY

CRYDOM

DATA VISION

Kingbright

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

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

Устройство для зависимого включения электроприборов

Все чаще мы сталкиваемся с тем, что при включении или выключении питания одного электроприбора необходимо включить или выключить еще один или даже несколько других. Причем не всегда это удобно сделать с помощью общего выключателя питания, особенно если команды на включение или отключение какого-либо аппарата выдают устройства автоматики, так как может потребоваться дополнительное сопряжение управляющего устройства с управляемыми. Чтобы снизить число манипуляций с «главной» кнопкой электро- и радиоприборов, можно собрать устройство, описание которого приводится в этой статье.

В технической литературе уже было несколько публикаций на эту тему [1—3], отличие предлагаемого устройства в том, что в нем практически нет ограничений на мощность и типы подключаемых нагрузок. Например, ведущей может быть нагрузка с мощностью 2 Вт, а ведомой 1000 Вт. Устройство сохранит свое функционирование и в случае, если нагрузки поменять местами. Отсутствие в силовом коммутирующем ключе тиристоров позволяет не только предотвратить помехи по сети электропитания, но и значительно повысить надежность всей конструкции. В устройство, принципиальная схема которого приводится на рис. 1, введена новая функция — задержка включения ведомой нагрузки после включения ведущей. Это необходимо для того, чтобы при групповом включении нескольких аппаратов предотвратить токовый удар на электропроводку и сеть питания 220 В. Например, если в торговом зале в начале рабочего дня одновременно включаются несколько десятков телевизоров, то из-за броска тока в несколько тысяч ампер, вызванного зарядкой

конденсаторов фильтра импульсных блоков питания, возможно срабатывание групповых предохранителей, что может привести к полному обесточиванию торгового заведения.

Нагрузка 1 — это ведущая нагрузка с мощностью потребления 2...2000 Вт, после включения которой через 1...2 с подается напряжение питания на ведомую нагрузку — нагрузку 2. Ведущей нагрузкой может быть телевизор, аудиоплеер, системный блок компьютера и др. Ведомой — антенный усилитель, тюнер НТВ, игровая приставка, усилитель мощности, монитор, принтер, внешний модем и т. д. Как уже указывалось выше, в большинстве случаев этому устройству безразлично, что к нему подключено в качестве ведомой нагрузки, а что — в качестве ведущей.

Когда после замыкания контактов мощного выключателя SA1 на устройство подается напряжение питания 220 В, конденсатор фильтра выпрямленного напряжения C1 быстро заряжается через токоограничительный резистор R2 до напряжения около 300 В. Светодиод HL1 индицирует наличие

напряжения питания. Если ведущая нагрузка не подключена, на мощных диодах VD6, VD7, включенных встречно-параллельно, нулевое напряжение. Оксидный конденсатор C4 разряжен, маломощный германиевый транзистор VT3 закрыт. Так как в таком состоянии напряжение на коллекторе VT3 максимально и ограничивается на уровне 10 В стабилитроном VD5, то транзистор VT2 открыт, а мощный высоковольтный полевой МОП-транзистор VT1 закрыт. Обмотки реле K1, K2 обесточены, контакты этих реле разомкнуты, ведомая нагрузка отключена.

Как только ведущая нагрузка начнет потреблять ток более 2...5 мА, конденсатор C4 зарядится до напряжения более 0,2 В, транзистор VT3 откроется, конденсатор C3 за 1...2 с разрядится через резистор R7 и открытый транзистор VT3. Когда напряжение между затвором и истоком VT2 станет меньше 1...2,5 В, VT2 закроется, VT3 откроется, контакты обоих электромагнитных реле замкнутся, на ведомую нагрузку поступит напряжение питания. Свечение светодиода HL2 сигнализирует о работе подключенных к этому устройству аппаратов.

При выключении нагрузки 1 транзистор VT3 закрывается, конденсатор C3 быстро заряжается через VD4 до напряжения стабилизации стабилитрона VD5, VT2 открывается, VT3 закрывается, контакты обоих реле размыкаются, ведомая нагрузка обесточивается. Полевые транзисторы включены как триггер Шмитта, что предотвращает относительно медленное замыкание и размыкание контактов электромагнитных реле. Параллельное включение контактов в каждом реле позволяет увеличить мощность подключаемой нагрузки, а применение двух реле — включить их контактные группы последовательно, что увеличивает искровой промежуток и, соответственно, уменьшает их обгорание при отключении питания мощной нагрузки. Следует заметить, что отключение обоих проводов питания от ведомой нагрузки предотвращает случайное поражение электрическим током при неаккуратных манипуляциях с подключенными аппаратами.

Стабилитрон VD3 ограничивает максимальное напряжение затвор-исток VT1 до 12...13 В. Диод VD2 гасит импульсы самоиндукции обмоток реле. Резистор R3 предотвращает повреждение мощного полевого транзистора при возможном пробое диода VD2. Аналогичные защитные функции возложены

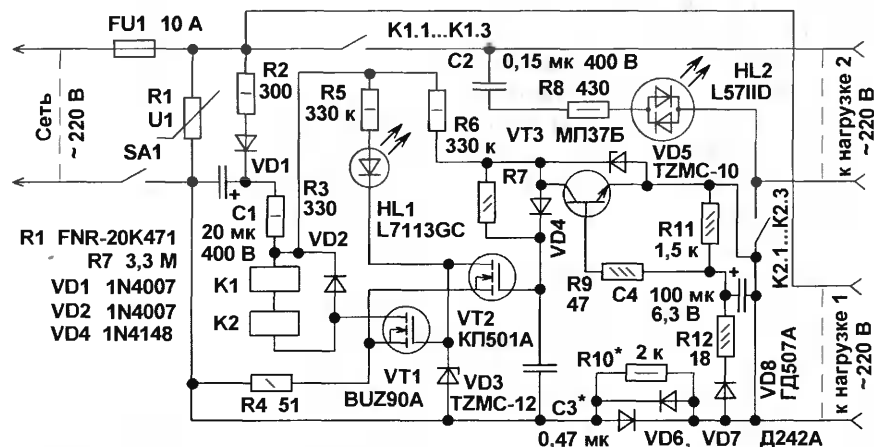


Рис. 1

и на диод VD3. Мощный варистор R1 гасит всплески напряжения питания в сети переменного тока 220 В. Резистор R8 уменьшает импульсный ток через светодиод HL2 при замыкании контактов реле. Резистор R10 предназначен для того, чтобы иметь возможность отключать ведомую нагрузку в случае, если ведущая нагрузка не отключается от сети полностью, а переходит в дежурный режим, потребляя от сети небольшой ток. Например, компьютеру было поручено многочасовое или многодневное задание, по завершению которого он должен будет не только выключиться сам, но и отключить питание всех подключенных к нему устройств. Если желательно перевести эти устройства не в дежурный или ждущий режим, а отключить от сети полностью, то с этим справится предлагаемое устройство, ведущей нагрузкой которого будет системный блок компьютера. Подбором резистора R10 устанавливается требуемый порог чувствительности, чем меньше сопротивление этого резистора, тем при большем токе в цепи нагрузки I будут замыкаться контакты реле. При малых значениях сопротивления этого резистора его мощность должна быть увеличена.

Варистор R1 можно заменить на FNR-14K471, FNR-20K431 или другой аналогичный. Если подходящей замены не найдется, то от варистора можно отказаться, так как некоторые современные аппараты уже имеют встроенные элементы защиты от всплесков напряжения сети переменного тока. Так как не исключено, что это устройство у вас будет эксплуатироваться в круглосуточном режиме, резисторы R2, R3 желательно взять невосгораемые — P1-7, P1-25 или аналогичные импортные разрывные. Остальные резисторы — C1-4, C2-23, C2-33, МЛТ соответствующей мощности. Следует обратить внимание на вероятность возгорания резисторов R9, R12 при обрыве цепи диодов VD6, VD7. Монтаж и качество этих элементов должны быть безупречными. Конденсаторы C1, C4 — импортные аналоги K50-35. Конденсатор C2 — полиэтилентерефталатный K73-17, K73-24в, K73-39 на рабочее напряжение не менее 400 В или импортный GRF250V~X2. Мощные кремниевые диоды VD6, VD7 можно заменить аналогичными Д243, Д243А, Д244, Д244А, КД203А—Д. С такими диодами потребляемый ведущей нагрузкой ток может достигать 10 А. При токе нагрузки более 4 А эти диоды устанавливают на теплоотвод. Диоды VD1,

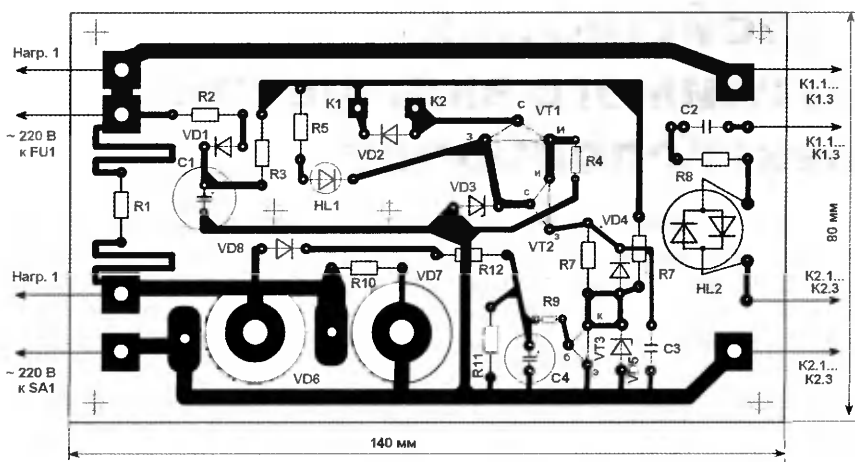
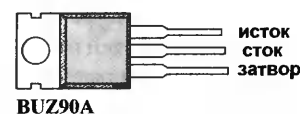


Рис. 2

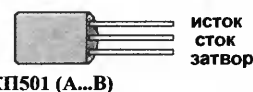
VD2 — 1N4004—1N4007, КД243Г—Ж, КД247В, КД247Г, КД209А—Г, VD4 — любой из серий КД503, КД521, КД522, Д223. Малоомный германиевый диод VD8 можно заменить на Д9, Д18, Д20 с любым буквенным индексом. Стабилитрон VD3 заменяется на КС213Б, КС213Ж, КС508Б, Д814Д1. VD5 — КС191А, КС210Б, КС210Ж, Д814Б1. Двухкристальный светодиод HL2 можно использовать серий L57, L937, L117, КИПД23, например, красно-желтый L937EYW. HL1 — любой, к примеру, NSPG500А (зеленый, 6000 мКд). Мощный высоковольтный полевой транзистор BUZ90А можно заменить на BUZ90, BUZ45, IRF362, IRF430, IRF433, ZVN0445М, IXTP4N60, любой из серии КП707. Малоомный полевой транзистор КП501А можно заменить любым из серий КП501, ZVN2120, VN2120, KP1014KT1, KP1064KT1, K1014KT1. На месте биполярного германиевого п-р-п транзистора в этой конструкции могут работать любые аналогичные транзисторы серий МП35—МП38, ГТ122, 105NU70, 106NU70, 155NU70, GC527. В устройстве применены электромагнитные реле типа РПУ-0-УХЛ4, имеющие обмотку сопротивлением около 5 кОм. Эти реле предназначены для работы в цепи переменного тока 220 В частотой 50 Гц. При питании обмотки реле постоянным током для надежного срабатывания достаточно напряжения 100...150 В. Их можно заменить близкими по параметрам РП21-УХЛ4 по ГОСТ17523-85.

Все детали устройства кроме электромагнитных реле, выключателя SA1 и предохранителя FU1 можно смонтировать на печатной плате, эскиз которой приводится на рис. 2. Цоколевка некоторых элементов показана на рис. 3.

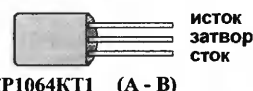
Если на месте резистора R10 установить мощный проволочный резистор



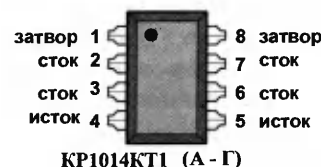
BUZ90A



КП501 (А...В)



KP1064KT1 (А - В)



KP1014KT1 (А - Г)

Рис. 3

сопротивлением от долей до нескольких десятков ом и, несколько изменив соединения силовых цепей, добавив кнопку «Пуск» (без фиксации замкнутого состояния), то устройство можно превратить в электронный предохранитель.

Андрей Бутов,
butoff@yandex.ru,
butov@friends.ill.pp.ru

ЛИТЕРАТУРА:

1. И. Нечаев. Зависимое включение электро- и радиоприборов. — Радио, 1996, № 8, с. 51.
2. И. Нечаев. Зависимое включение электро- и радиоприборов. — Радио, 1999, № 9, с. 28, 29.
3. А. Бутов. Устройство для зависимого включения электроприборов. — Схемотехника, 2002, № 4, с. 47, 48.
4. А. Бутов. Ограничитель броска тока. — Радиомир, 2003, № 2, с. 13.

Уважаемые читатели журнала «Схемотехника»!

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

Во втором томе приводится большое количество обзорной информации по абсолютному большинству x51-совместимых микроконтроллеров, о модернизации систем на их основе, о том, как связать микроконтроллерные системы друг с другом и с компьютером, о тех-

нике использования программных симуляторов и внутрисхемных эмуляторов, а также о некоторых практических аспектах использования новейших микроконтроллеров семейств AduC, Cygnal и др. Дополнительно приведена подробная информация о таких сложных для программиста контроллерно-ориентированных микросхемах, как сигма-дельта АЦП семейства AD77xx от Analog Devices.

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

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

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

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

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

Предлагаем организациям и физическим лицам оформить подписку на книгу «X51-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 x51-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 x51-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 производительность 25 MIPS, а одно из семейств — 50 и даже 100 MIPS, что является наивысшим результатом по производительности среди микро-



контроллеров 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 сумма пересылки по России.

Для того, чтобы подписаться через редакцию, необходимо:

- перевести указанную сумму на наш расчетный счет через Сбербанк России;
- или позвонить нам по телефону (095) 777-1215 для выставления счета;
- копию платежного поручения с вашим почтовым адресом или квитанцию выслать по факсу

(095) 777-1215, по электронной почте podpiska@dian.ru или по почтовому адресу: 127015, г. Москва, ул. Бутырская, д. 41/47, ООО «ИД Скимен».

Вы можете приобрести книгу и подписаться на журнал «Схемотехника» непосредственно в редакции по адресу: г. Москва, ул. Бутырская, д. 41/47 (метро Савеловская) и на специализированных выставках.

НАШИ РЕКВИЗИТЫ:

ООО «ИД СКИМЕН»
ИНН: 7731195492 КПП 773101001
Р/с 40702810200000005646
в ОАО КБ «Национальный космический банк» в г. Москва
К/с 30101810900000000278
БИК 044579278
ОКОНХ 84500, ОКПО 52744508



Цифровые сигнальные процессоры
Сверхбыстродействующий микроконтроллер
DS89C420 фирмы Maxim/Dallas
Программируемый интерфейс для IBM PC
Автомобильный компьютер
Мощный усилитель 34 класса D

