

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СИСТЕМЫ

2003 июль
№ 7 (71)

МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



Учредитель и издатель:

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА **VD MAIS**

Зарегистрирован Министерством информации Украины 24.07.96 г.

Свидетельство о регистрации: серия КВ, № 2081Б

Издается с мая 1996 г.

Подписной индекс 40633

Директор фирмы VD MAIS:

В.А. Давиденко

Главный редактор:

А.В. Ермолович

e-mail: yermolovich@vdm.kiev.ua

Научный редактор:

В.А. Романов

e-mail: romanov@vdm.kiev.ua

Редакционная коллегия:

В.А. Давиденко

В.В. Макаренко

В.Р. Охрименко

Технический редактор:

Г.Д. Местечкина

Набор:

С.А. Чернявская

Верстка:

М.С. Заславская

Дизайн:

А.А. Чабан

С.А. Молокович

Адрес редакции:

Украина, Киев, ул. Жилианская, 29

Тел.: (044) 227-1356, 227-2262

Факс: (044) 227-3668

E-mail: ekis@vdm.kiev.ua

Web: www.vdm.kiev.ua/journal.asp

Адрес для переписки:

Украина, 01033 Киев, а/я 942

Цветоделение и печать

ДП "Такі справи"

т./ф.: 456-9020

Подписано к печати 15.07.2003

Формат 60x84/8

Тираж 1000 экз.

Зак. № 307-157-1137

ДАТЧИКИ И ИЗМЕРИТЕЛИ

Гальваническая развязка в измерительных системах с высоким разрешением 3
 Микросхемы измерительных среднеквадратических преобразователей напряжения 6
 Миниатюрный дактилоскопический датчик 8

МИКРОСХЕМЫ ПАМЯТИ

Микросхемы статической памяти фирмы Cypress Semiconductor ... 10

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ И МИКРОКОНВЕРТЕРЫ

USB-микроконтроллеры фирмы Cypress Semiconductor 12
 Генератор сигналов на основе микроконвертера и прямого цифрового синтезатора 17

ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ

Пьезокерамические компоненты фирмы Murata 19

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Маломощные DC/DC-преобразователи серий RT/RW 22

КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Электронная система нового поколения для наружного освещения 24

КОММУТАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА

Электромагнитные реле концерна Tyco Electronics 27
 Оптоэлектронные твердотельные силовые реле 32
 Оптоэлектронные твердотельные слаботочные реле 34
 Микросхемы интеллектуальных силовых ключей 36

ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ

Особенности монтажа микросхем в корпусах BGA, CBGA, CSP 38

ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

www.chipexpo.ru – получите приглашение на праздник электроники! 42

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

DSP TigerSHARC со встроенной DRAM-памятью – совместная разработка IBM и Analog Devices 45
 Двухканальный 12-разрядный АЦП с частотой выборки 65 МГц 45
 Высокочастотные кремниевые конденсаторы для аппаратуры радиосвязи 46
 Применение акселерометра фирмы Analog Devices в портативном тонометре компании Omron позволяет повысить точность и достоверность результатов измерения 46
 Высокоскоростные промышленные оптрона 47
 Миллиард транзисторов в одном кристалле 47
 Мобильный телефон с виртуальной "мышью" 47
 Быстродействующий 16-разрядный АЦП поразрядного уравнивания 48

Перепечатка опубликованных в журнале материалов допускается с разрешения редакции. За рекламную информацию ответственность несет рекламодатель.



SENSOR AND GAUGES

Isolation Techniques for High-Resolution Data-Acquisition Systems 3
RMS to DC Conversion Integrated Circuits 6
Solid State Fingerprint Sweep Sensor 8

MEMORY CHIPS

Cypress Semiconductor's Static RAM 10

MICROCONTROLLERS AND MICROCONVERTERS

Cypress Semiconductor's Programmable Embedded USB Microcontrollers 12
DDS and Converter Form Signal Generator 17

PIEZOCERAMIC COMPONENTS

Murata's Piezoceramic Components 19

POWER SUPPLIES

Econoline DC/DC-Converters of RT/RW Series 22

CONTROL AND AUTOMATION

New Electronic System for Street Lighting 24

SWITCHING DEVICES

Tyco Electronics' Electromagnetic Relays 27
PhotoMOS Power Relays 32
Low-Power Photorelays 34
Intelligent High Current Self-Protected Silicon Switch ICs 36

SURFACE MOUNT TECHNOLOGY

Assembly Features of BGA, CBGA, CSP Integrated Circuits 38

EXHIBITIONS AND SEMINARS

www.chipexpo.ru – Receive Invitation to Festival of Electronics! 42

NEWS BRIEFS

Analog Devices, IBM Team for eDRAM TigerSHARC 45
At 65 MSPS, it's 30 % Faster than Any Other Dual 12-bit ADC 45
High Frequency Silicon Capacitors for Radiocommunications 46
Analog Devices' iMEMS Accelerometer Improves Accuracy of Omron's Portable Digital Blood Pressure Monitors 46
High-Speed Industrial Optocouplers 47
Billion-Transistor Chip 47
Virtual Mouse in Mobile Phone 47
Fastest, 16-Bit SAR Converter 48



ELECTRONIC COMPONENTS AND SYSTEMS

July 2003
No 7 (71)

Monthly Scientific and Technical Journal

Founder and Publisher:
Scientific-Production Firm
VD MAIS

Director
V.A. Davidenko

Head Editor
A.V. Yermolovich

Scientific Editor
V.A. Romanov

Editorial Board
V.A. Davidenko
V.V. Makarenko
V.R. Ohrimenko

Typographer
G.D. Mestechkina

Type and setting
S.A. Chernyavskaya

Layout
M.S. Zaslavskaya

Design
A.A. Chaban
S.A. Molokovich

Address:
Zhilyanska St. 29, P.O. Box 942,
01033 Kyiv, Ukraine

Tel.:
(380-44) 227-1356
(380-44) 227-2262

Fax:
(380-44) 227-3668

E-mail:
ekis@vdmairs.kiev.ua

Web address:
www.vdmairs.kiev.ua/journal.asp

Reproduction of text and illustrations
is not allowed without written permission.

Printed in Ukraine



ГАЛЬВАНИЧЕСКАЯ РАЗВЯЗКА В ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ С ВЫСОКИМ РАЗРЕШЕНИЕМ

Изоляция между входом и выходом по постоянному току используется в медицинской аппаратуре, измерительных приборах, системах управления электрическим оборудованием. Для изоляции входа от выхода применяют оптическую или трансформаторную связь. Особенности современной элементной базы, применяемой в прецизионных системах сбора данных для обеспечения гальванической развязки, приведены в настоящей публикации.

В. Романов

Изоляция между входом и выходом является важным требованием к современным системам сбора данных [1]. В медицинской и измерительной аппаратуре гальваническая развязка по постоянному току позволяет измерять слабые информативные сигналы на фоне помех общего и нормального вида. Кроме того, гальваническая развязка позволяет изолировать высоковольтное оборудование от чувствительных элементов АЦП и усилителей и уберечь пациентов от фатальных последствий. Помимо этого изоляция между входом и выходом применяется в автоматизированных системах управления технологическими процессами в электрометаллургии, горнодобывающей, химической промышленности и т. п. для создания искровзрывобезопасного оборудования.

Для гальванической развязки цепей передачи цифровых сигналов наибольшее распространение получили оптопары. Типовая схема включения оптопары приведена на рис. 1. Схема состоит из датчика (transducer), ПНЧ (AD7740) и оптопары (CNY17-3). Таким образом, напряжение, снимаемое с выхода датчика, преобразуется в последовательность импульсов, которые через оптопару поступают в контроллер. Недостатком приведенной на рис. 1 схемы является невысокое быстродействие оптопары. Введением положительной обратной связи можно повысить скорость

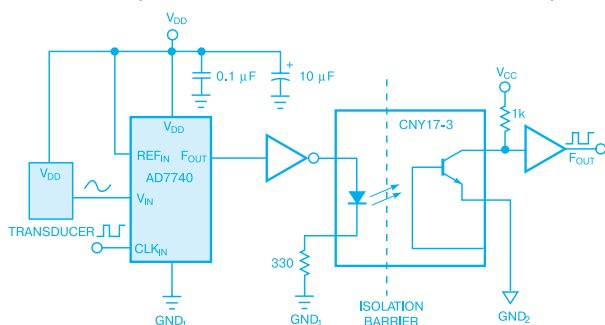


Рис. 1. Гальваническая развязка на основе оптопары

преобразования оптопары не менее чем в 10 раз (рис. 2). Применение дифференциального драйвера линии PS2502-2 позволяет увеличить частоту передачи данных с 5 до 32 кГц (рис. 3). Такое решение наиболее предпочтительно при построении микромощной аппаратуры с напряжением питания 3 В, тактовой частотой ПНЧ 32 кГц и мощностью потребления несколько милливольт. В режиме покоя при отключении генератора тактовой частоты потребление системы сбора данных (рис. 3) – не более 0.09 мВт.

Если необходимо обеспечить высокую скорость передачи данных, вместо оптической используют трансформаторную связь. На рис. 4 приведена измеритель-

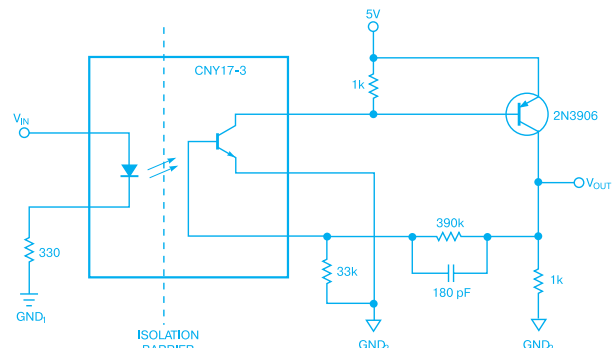


Рис. 2. Гальваническая развязка на основе оптопары с положительной обратной связью

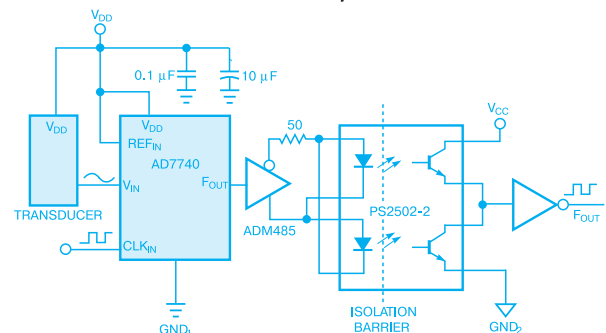


Рис. 3. Включение оптопары в дифференциальном режиме

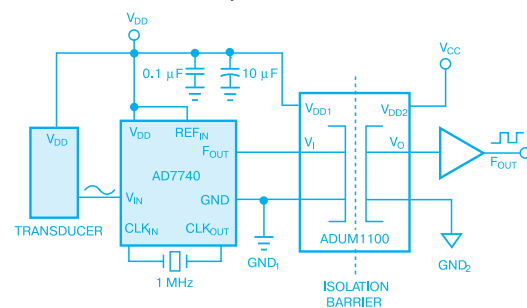


Рис. 4. Схема включения изолятора трансформаторного типа ADUM1100

ная система, в которой изоляцию между входом и выходом обеспечивает микросхема на основе воздушного трансформатора ADuM1100 (более подробно особенности этой ИМС рассмотрены ниже). Скорость передачи данных в такой системе достигает 100 Мбит/с, потребление ADuM1100 не превышает 0.6 мА, а динамическое потребление – 230 мкА на 1 Мбит/с. Максимальная тактовая частота составляет 1 МГц. Применение изолятора трансформаторного типа ADuM1100 позволяет строить распределенные системы сбора данных с использованием шин Profibus, DeviceNet и др. (рис. 5).

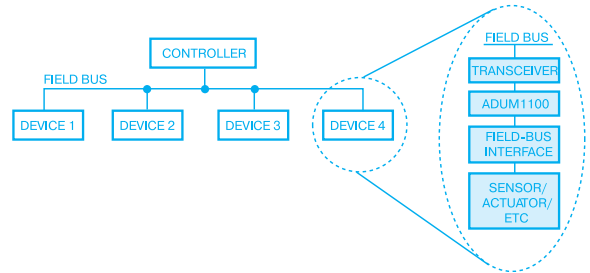


Рис. 5. Структурная организация сетевых систем с использованием изолятора ADuM1100

Если необходимо обеспечить гальваническую развязку не только сигнальных цепей, но и цепей питания, в качестве изолятора с трансформаторной связью используется ИМС типа AD204 (рис. 6). Применение данной ИМС позволяет исключить дополнительный DC/DC-преобразователь, что существенно снижает стоимость проектируемого устройства в целом. В приведенном на рис. 6 устройстве, предназначенном для измерения температуры, изолятор AD204 формирует напряжение питания стабилизатора ADM663A, который, в свою очередь, обеспечивает питание температурного датчика AD22100A. Выход датчика изолирован от входа АЦП с помощью той же ИМС типа AD204. Функциональная схема ИМС AD204 приведена на рис. 7 и представляет собой изолирующий усилитель, обеспечивающий гальваническую развязку как сигнальных, так и цепей питания. Коэффициент ослабления синфазного сигнала AD204 составляет 130 дБ при коэффициенте усиления 100, напряжение изоляции 2000 В от пика к пику. При напряжении питания датчика AD22100A, равном 5 В, и токе потребления 0.65 мА его выходной диапазон находится в пределах от 0.475 до 3.288 В, что соответствует температурному диапазону от -40 до 85 °С.

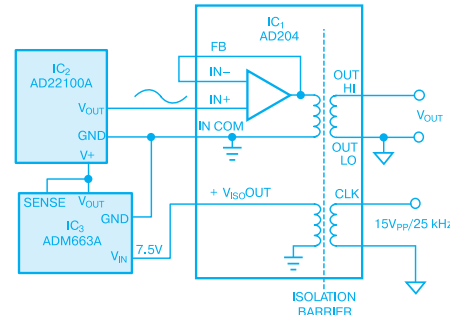


Рис. 6. Функциональная схема измерителя температуры с гальванической развязкой

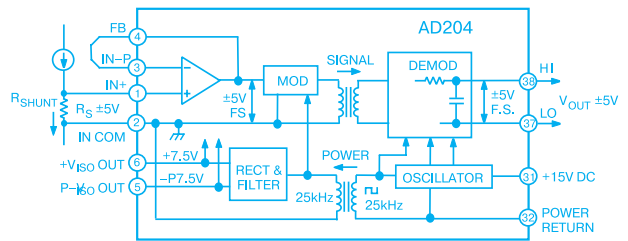


Рис. 7. Функциональная схема изолирующего усилителя AD204

Схема измерения давления с гальванической развязкой аналогового интерфейса на основе сигма-дельта АЦП AD7705 и микроконтроллера 68HC11 приведена на рис. 8. В качестве изолятора используется ИМС AD26OBND-1, которая обеспечивает допустимый уровень синфазной помехи не менее 3.5 кВ и устойчивость устройства к синфазной помехе уровнем 10 кВ/мкс. Максимальная частота обмена данными между аналоговым интерфейсом (IC1) и микроконтроллером (68HC11) составляет 20 МГц, задержка распространения цифровых сигналов в изоляторе (IC2) не превышает 14 нс.

передачи данных и большая устойчивость к синфазным помехам, а также невысокая стоимость и наличие прямых и обратных каналов в одном корпусе делают эти устройства более предпочтительными по сравнению с широко распространенными оптоэлектронными изоляторами.

Совсем недавно рядом фирм, включая Analog Devices и Agilent Technologies, освоена новая технология изоляторов, получившая название “iCoupler-технология” [2]. Суть новой технологии заключается в том, что микротрансформатор выполняется непосредственно в кристалле изолятора (рис. 9). Отсутствие внешних компонентов, низкое потребление, высокая скорость

В 2001 г. фирма Analog Devices выпустила первый одноканальный цифровой изолятор семейства iCoupler ADuM1100. В настоящее время этой фирмой освоено новое семейство изоляторов ADuM130x/ADuM140x, в состав которого на сегодняшний день входит пять микросхем, позволяющих получить необходимую конфигурацию направлений передачи цифровых сигналов [3]. ИМС ADuM1300 и ADuM1301 представляют собой трехканальные цифровые изоляторы, ADuM1400, ADuM1401 и ADuM1402 имеют по четыре канала. Каждая из пяти микросхем выпускается в трех модификациях, отличающихся производительностью. Производительность этих ИМС может составлять 1, 10 и 100 Мбит/с. Все



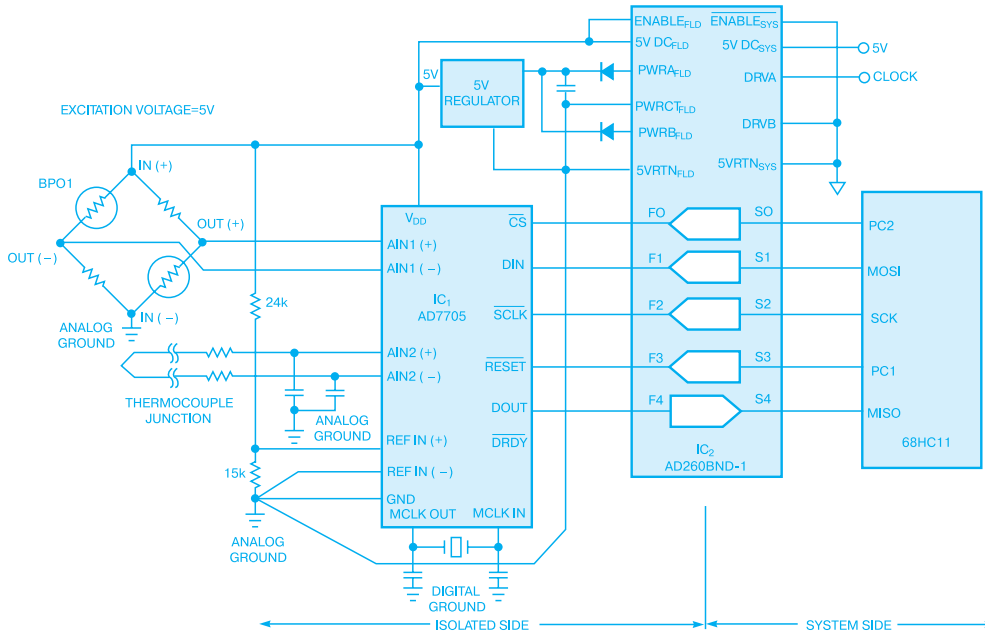


Рис. 8. Функциональная схема измерителя давления с гальванической развязкой

ИМС семейства ADuM130x/ADuM140x работают при напряжении питания от 2.7 до 5 В, обеспечивают совместимость с низковольтными системами и преобразование уровней при передаче сигналов через изолирующий барьер. Потребление этих ИМС составляет 0.4 мА на канал при производительности 2 Мбит/с и 24 мА на канал при производительности 100 Мбит/с.

Согласованность каналов изоляторов по такому параметру, как задержка распространения цифровых сигналов, не хуже 2 нс. На рис. 10 приведена функциональная схема нового изолятора ADuM1400 [4].

Основные параметры ADuM1400:

- максимальная скорость передачи данных 150 Мбит/с
- максимальная задержка цифрового сигнала 32 нс
- устойчивость к синфазной помехе, типовое значение которой составляет 35 кВ/мкс
- напряжение изоляции 2500 В (среднеквадратическое значение)
- диапазон рабочих температур от -40 до 100 °С
- тип корпуса 16-SOIC.

Основное назначение цифровых изоляторов семейства iCoupler – интерфейсы типа RS-232/422/485, приемопередатчики для обмена данными в шинах Fieldbus, Profibus, Industrial Ethernet и т. п.

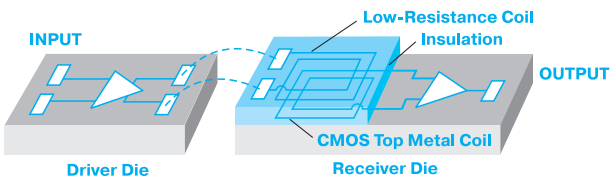


Рис. 9. Принцип действия трансформаторной связи на основе iCoupler-технологии

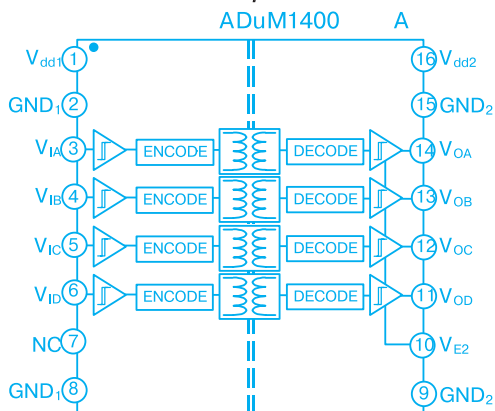


Рис. 10. Функциональная схема изолятора ADuM1400

ЛИТЕРАТУРА:

1. Helen Stapleton, Albert O'Grady. Isolation Techniques for High-resolution Data-acquisition systems// EDN, February 1, 2001.
2. Agilent/NVE GMP Isolators – Performance Comparison to Analog Devices iCoupler Products (www.analog.com).
3. Фирма Analog Devices представляет многоканальный цифровой изолятор для применения в промышленных системах с высоким напряжением (www.analog.com.ru).
4. Preliminary Technical Data ADuM1400/ADuM1401/ADuM1402 (www.analog.com).

МИКРОСХЕМЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ

В статье рассмотрены микросхемы аналоговых среднеквадратических преобразователей напряжения, предназначенные для применения в малогабаритных измерительных приборах и промышленных системах управления.

А. Ермолович

В математике $V_{СКЗ}$ – среднеквадратическое значение напряжения $V(t)$ – определяется следующим образом:

$$V_{СКЗ} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [V(t)]^2 dt},$$

где t – время, T – интервал усреднения. Физический смысл среднеквадратического преобразования напряжения заключается в том, что входное переменное напряжение преобразуется в выходное постоянное (усредненное по времени на интервале длительностью T) таким образом, что его тепловое действие эквивалентно тепловому действию входного напряжения. Следовательно, если к входу и выходу среднеквадратического преобразователя подключить одинаковые резисторы, в них будет выделяться одинаковое количество тепла.

В цифровых среднеквадратических преобразователях входное напряжение преобразуется аналого-цифровым преобразователем в код, затем в цифровом виде вычисляется среднеквадратическое значение напряжения согласно приведенному соотношению. Однако цифровые способы обработки сигналов в настоящее время экономически целесообразно применять при большом объеме выпуска измерителей и необходимости точного преобразования низкочастотных сигналов. В случае, если объем выпуска относительно небольшой, требования к точности невели-

ки, а частотный спектр сигнала широк, оптимальным является следующий способ обработки: сначала аналоговыми методами сформировать среднеквадратическое значение напряжения, затем выполнить аналого-цифровое преобразование.

В точных аналоговых измерительных приборах среднеквадратическое преобразование напряжения обычно выполняется с использованием неявного метода вычисления среднеквадратического значения (рис. 1). Этот метод реализован в аналоговых микросхемах AD536, AD636 и AD637 среднеквадратических преобразователей напряжения, выпускаемых фирмой Analog Devices уже около двадцати лет [1]. Такой метод обеспечивает высокую точность преобразования, однако стоимость микросхем, в которых он реализован, довольно большая. Поэтому в последние годы фирма провела исследования способов схемотехнической реализации явного метода (рис. 1, б) и его модификаций. На основании полученных результатов фирмой разработаны и серийно выпускаются новые аналоговые микросхемы AD8361 и AD8362 высокочастотных среднеквадратических преобразователей напряжения сигналов с частотой до 2.5 ГГц, предназначенные для использования в аппаратуре радиосвя-

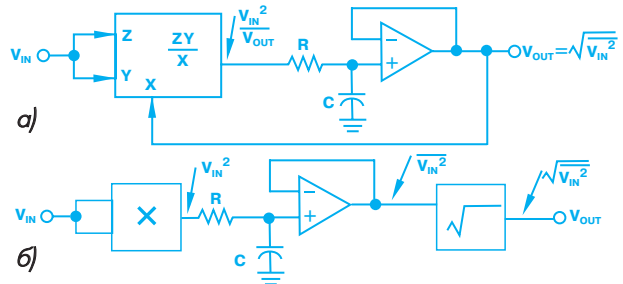


Рис. 1. Структурные схемы преобразователей, в которых реализованы неявный (а) и явный (б) методы вычисления среднеквадратического значения

Таблица 1. Параметры микросхем среднеквадратических измерительных преобразователей напряжения

Тип микросхемы		AD536AJ	AD637J	AD636J	AD736J	AD737J
Среднеквадратическое значение (СКЗ) входного напряжения, В	максимальное	7	7	1	1*	1*
	номинальное	2	2	0.2	0.2	0.2
Полоса частот по уровню -3 дБ, кГц, при СКЗ входного напряжения:	максимальном	2000	8000	1300	190	190
	0.1 В	300	600	800	170	170
Макс. погрешность, % от шкалы		±0.5	±0.5	±1.0	±0.5	±0.5
Погрешность, %, при пик-факторе 5 и СКЗ входного напряжения	1.0 В	-0.3	±0.15	-	-	-
	0.2 В	-	-	-0.5	±2.5	±2.5
Напряжение питания, В	мин.	±13	±13	+2, -2.5	+2.8, -3.2	+2.8, -3.2
	макс.	±18	±18	±12	±16.5	±16.5
Типовое значение тока потребления, мА		1	2	0.8	0.23	0.17

* При напряжении питания от ±5 до ±16.5 В



зи [2], и низкочастотные измерительные преобразователи AD736 и AD737. Новые микросхемы низкочастотных преобразователей отличаются более низкой (в 2...3 раза) стоимостью и несколько большей погрешностью при повышенных значениях пик-фактора входного сигнала. Параметры микросхем среднеквадратических измерительных преобразователей напряжения, выпускаемых фирмой Analog Devices, приведены в табл. 1.

Упрощенная электрическая схема преобразователя AD737 приведена на рис. 2 [3]. Микросхема содержит: усилитель-преобразователь (current mode rectifier) с высоким входным сопротивлением и малым входным током (10^{12} Ом и 25 пА соответственно), в котором осуществляется прецизионное двухполупериодное выпрямление входного напряжения и преобразование его в ток; среднеквадратическое/линейное ядро (RMS translinear core) и выходной буферный каскад. Среднеквадратическое ядро работает следующим образом: на транзисторах в диодном включении ток преобразуется в логарифм напряжения, затем в точке подключения конденсатора C_{AV} логарифм удваивается (формируется логарифм квадрата входного напряжения), после чего на эмиттерно-базовом переходе транзистора выполняется деление напряжения на 2 и обратное (экспоненциальное) преобразование напряжения в ток. Если к точке усреднения не подключен конденсатор C_{AV} , микросхема работает как прецизионный двухполупериодный выпрямитель, т. е. ядро становится линейным. Таким образом, в этой микросхеме реализован явный метод преобразования, однако усредняется не квадрат входного напряжения, а логарифм квадрата напряжения, что позволяет расширить динамический диапазон. Микросхема AD736 отличается от AD737 тем, что содержит выходной операционный усилитель.

Микросхемы AD736 и AD737 предназначены для использования в портативных измерительных приборах (вольтметрах, шумомерах, измерителях вибрации и др. с $3\frac{1}{2}$ -разрядным цифровым индикатором), промышленных системах контроля и управления. Микросхемы выпускаются в корпусах SO-8, DIP-8 или

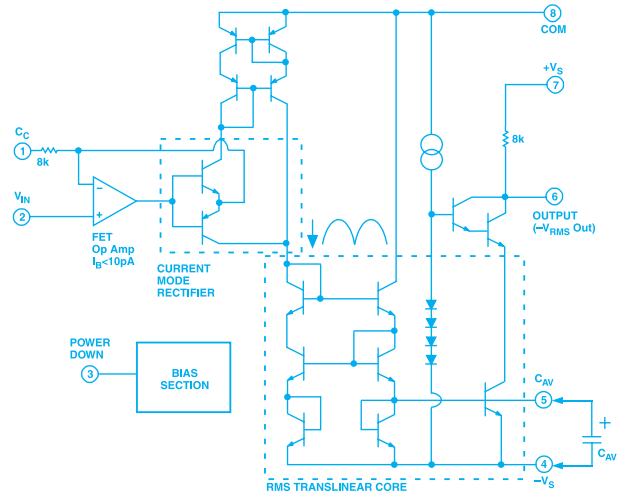


Рис. 2. Упрощенная электрическая схема AD737

CerDIP-8 и рассчитаны на эксплуатацию в диапазоне температур 0...70 или -40...+85 °С.

На рис. 3 приведена электрическая схема среднеквадратического преобразователя напряжения, построенного на микросхеме AD737 и операционном усилителе AD8541A [3]. Преобразователь предназначен для измерения среднеквадратического или средневыпрямленного значения напряжения сигнала со спектром частот до 100 кГц и имеет динамический диапазон 40 дБ. Когда ключ SW1 разомкнут, на выходе формируется средневыпрямленное значение напряжения, когда замкнут – среднеквадратическое с коэффициентом преобразования 1 (значение коэффициента преобразования устанавливается подстроечными резисторами, подключенными к входам AD737 и AD8541A). Резистор R6 устраняет щелчки при переключении SW1. Конденсатор C_F сглаживает пульсации выходного напряжения. Для увеличения диапазона измеряемых сигналов к входу измерителя можно подключить аттенуатор. Последовательность настройки коэффициента преобразования, равного 1:

- 1) установить движок подстроечного резистора (триммера) R4 в среднее положение
- 2) подать на вход синусоидальный сигнал частотой

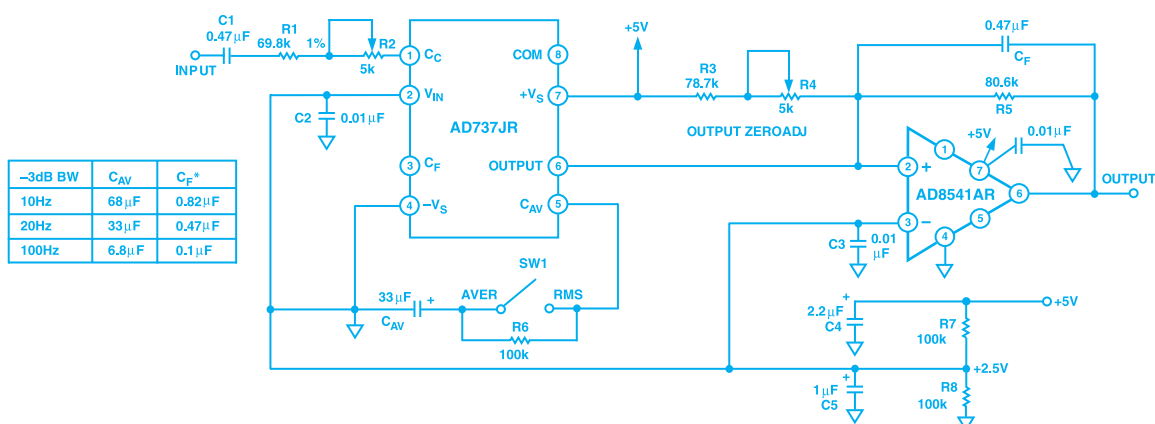


Рис. 3. Электрическая схема среднеквадратического преобразователя напряжения

1 кГц со среднеквадратическим значением напряжения 2 В

3) движком резистора R2 установить на выходе измерителя значение постоянного напряжения 2 В

4) уменьшить напряжение на входе до 100 мВ и движком резистора R4 установить значение выходного напряжения 100 мВ

5) повторить настройку, начиная с шага 3, до достижения требуемой точности.

В преобразователе вместо обычных подстроечных резисторов можно использовать микросхему AD5273 электронного цифрового триммера [4].

Проанализируем составляющие погрешности преобразователя, построенного по приведенной на рис. 3 схеме. Поскольку оба входа операционного усилителя подключены через резисторы к источнику питания (см. рис. 2 и 3), зависимость величины погрешности от напряжения питания определяется, в основном, параметрами AD737 и не превышает 0.5 мВ в диапазоне изменения напряжения питания (4.5...5.5) В. В табл. 2 приведена зависимость величины погрешности среднеквадратического

Таблица 2. Зависимость величины погрешности преобразования от уровня входного напряжения

Входное напряжение, В	Погрешность, %
3	0
1	0.27
0.3	0.67
0.1	0.82
0.03	1.33

Таблица 3. Зависимость величины погрешности преобразования от значения пик-фактора

Пик-фактор	Погрешность, %
3	0.67
5	0.98
10	4.7

преобразования от уровня входного синусоидального напряжения частотой 1 кГц, в табл. 3 – от значения пик-фактора импульсов длительностью 100 мкс со среднеквадратическим значением напряжения 1 В [3].

Таким образом, с использованием микросхемы AD736 или AD737 можно построить относительно недорогой аналоговый или аналого-цифровой измеритель среднеквадратических значений напряжения, имеющий достаточно высокую точность.

ЛИТЕРАТУРА:

1. RMS to DC Conversion Application Guide. 2nd Edition. – Analog Devices Inc., 1986.
2. Микросхемы радиочастотного диапазона//ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2001, № 6.
3. Appendix D. New Products Appendix to the RMS to DC Conversion Application Guide. – Analog Devices Inc., October 2002.
4. Микросхемы с низким потреблением. Информационный бюллетень фирмы Analog Devices//ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2003, № 6.

МИНИАТЮРНЫЙ ДАКТИЛОСКОПИЧЕСКИЙ ДАТЧИК

В статье рассмотрен миниатюрный дактилоскопический датчик отпечатка пальца MBF300 Fingerprint Sweep Sensor™ фирмы Fujitsu Microelectronics America, который по итогам престижного конкурса, ежегодно проводимого журналом EDN, признан лучшим изделием 2002 года в категории Peripherals. Этот миниатюрный датчик предназначен для применения, в первую очередь, в мобильных портативных системах и устройствах идентификации/аутентификации личности.

В. Охрименко

Из всех существующих биометрических методов идентификации личности наиболее широко применяется дактилоскопический метод, в котором анализируются и сравниваются узоры, образованные папиллярными линиями на коже подушечек пальцев человека. Дактилоскопический метод издавна применяется на практике и подтвердил свою надежность.

В системах дактилоскопической идентификации личности для получения изображения узора, образованного папиллярными линиями, используются несколько типов датчиков: емкостные, термические, ультразвуковые, оптические и другие. Наиболее широкое распространение благодаря неоспоримым

преимуществам получили емкостные полупроводниковые интегральные датчики отпечатка пальца. В настоящее время многие фирмы (Authen Tec., Fujitsu, Infineon, STMicroelectronics, Veridicom и другие) выпускают емкостные дактилоскопические датчики. Как правило, для получения отпечатка пальца как при традиционном многократно испытанном методе с помощью чернил и бумаги, так и при использовании устройств на базе емкостных датчиков, чтобы получить изображение узоров папиллярных линий необходимо на непродолжительное время обеспечить контакт неподвижного пальца с поверхностью датчика [1-4].

В 2001 году фирма Atmel выпустила датчик отпечатка пальца (FDC4) и одновременно предложила технологию получения изображения микрорельефа кожи пальца при его перемещении по поверхности датчика. Новый способ получения изображения позволил уменьшить размеры кристалла и корпуса микросхемы датчика и соответственно снизить их стоимость. Выпускаемый фирмой Atmel датчик FDC4B14 представляет собой полупроводниковый термический датчик отпечатка пальца. Размеры чувствительной матрицы и кристалла датчика соответственно 14x0.4 и 17.3x1.7 мм. Датчики FDC4B14 выпускаются в корпусе 20-DIP (габаритные размеры 25.4x7.87x3.15 мм) или в корпусе SOB (габаритные размеры 26.6x9.45x2.5 мм). Новые датчики отпечатка пальца AT77C101B, пред-



Основные параметры датчика MBF300

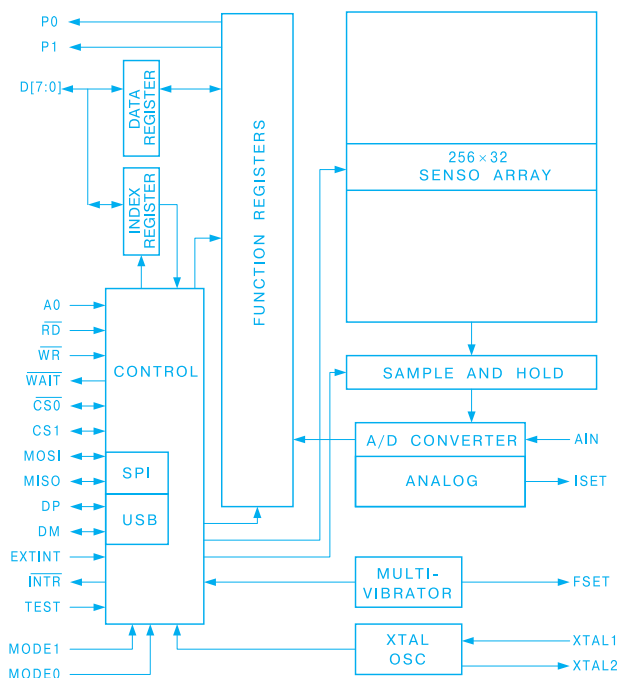
Наименование параметра	Значение
Разрешение, dpi	500
Формат матрицы, элементов	256×32
Размер матрицы, мм	12.8×1.6
Напряжение питания, В	2.8–5.5
Ток потребления, мА	20.0
Внешний интерфейс	USB, SPI, параллельный (8 разрядов)
Диапазон рабочих температур, °C	0...60
Кол-во выводов и тип корпуса	54-FBGA, 54-FLGA
Габаритные размеры, мм	14×4.3×1.2

назначенные для замены датчиков FDC4B14, выпускаются только в корпусе типа COB (габаритные размеры 26.6×9.0×2.5 мм).

В 2002 году фирма Fujitsu, выпускающая емкостные датчики отпечатка пальца MBF110 и MBF200, предложила новую модель емкостного датчика MBF300 Fingerprint Sweep Sensor™, который отличается от существующих датчиков емкостного типа миниатюрными размерами. Матрица чувствительных элементов датчика MBF300 имеет размеры всего 12.8×1.6 мм. Микросхемы датчиков MBF300 выпускаются в корпусах типа 54-FBGA и 54-FLGA, которые имеют габаритные размеры 14.0×4.3×1.2 мм. Микросхемы MBF300 изготавливаются по стандартной КМОП-технологии и предназначены для работы в диапазоне температур от 0 до 60 °C.

Как и все емкостные датчики, MBF300 состоит из матрицы металлических электродов, покрытых диэлектрическим слоем, который выполняет также защитные функции. Каждый из металлических электродов образует одну обкладку конденсатора, второй обкладкой служит участок кожи пальца. Величина емкости каждого из конденсаторов матрицы определяется микро-рельефом поверхности кожи пальца, приложенного к поверхности датчика. Чувствительная матрица датчика состоит из 8192 элементов. Формат матрицы 256×32 элемента (256 столбцов и 32 строки). Расстояние между отдельными элементами матрицы составляет 50 мкм, что позволяет получать изображение с разрешающей способностью 500 dpi (dots per inch). К каждому из 256 конденсаторов, расположенных в одной строке, подключено по два устройства выборки/хранения, с помощью которых выполняется косвенное измерение емкости каждого отдельного конденсатора. Оцифрованные значения измеренных величин емкости конденсаторов передаются в микропроцессор или компьютер. Полное изображение узора микро-рельефа пальца формируется с помощью специального программного обеспечения.

Структурная схема дактилоскопического датчика MBF300 приведена на рисунке, основные параметры датчика MBF300 – в таблице [1]. Кроме матрицы чувствительных элементов в микросхеме MBF300 содержится генератор тактового сигнала, мультивибратор,



Структурная схема датчика MBF300

схемы выборки/хранения, 8-разрядный АЦП, устройство управления, а также контроллер параллельного и последовательных интерфейсов (USB 1.1, SPI). Передача изображения через 8-разрядный параллельный интерфейс выполняется со скоростью 1000 кадров в секунду, через последовательный USB- или SPI-интерфейс – со скоростью 100 кадров в секунду. Формирование тактового сигнала, необходимого для работы датчика, осуществляется с помощью встроенного мультивибратора или тактового генератора. В последнем случае требуется подключение внешнего резонатора с частотой 12 МГц. При передаче данных через USB-порт напряжение питания датчика 3.3...3.6 В.

Благодаря высоким параметрам миниатюрный датчик отпечатка пальца MBF300 находит применение в мобильных телефонах, персональных цифровых ассистентах (PDA), клавиатурах, манипуляторах типа "мышь", средствах контроля доступа на объекты и в помещениях, автотранспортных средствах и многих других портативных системах и устройствах, предназначенных для идентификации и аутентификации личности.

Более полную информацию о параметрах и возможностях датчиков отпечатка пальца, выпускаемых фирмой Fujitsu, можно найти в сети Интернет по адресу: <http://www.fma.fujitsu.com>

ЛИТЕРАТУРА:

1. MBF300 Solid State Fingerprint Sweep Sensor™ – Fujitsu, 2003.
2. <http://www.fma.fujitsu.com>
3. <http://www.edn.com/innovation>
4. <http://www.atmel.com>

МИКРОСХЕМЫ СТАТИЧЕСКОЙ ПАМЯТИ ФИРМЫ CYPRESS SEMICONDUCTOR

Фирма Cypress Semiconductor (США) является одним из ведущих производителей электронных компонентов для персональных компьютеров, систем сбора и обработки данных, средств телекоммуникаций, бытовой электроники и устройств управления/контроля. Фирма предлагает широкий спектр микросхем статической памяти (двухпортовой SRAM-памяти, энергонезависимой MRAM-памяти, асинхронной FIFO-памяти и других). В статье приведены основные параметры микросхем статической памяти, выпускаемых фирмой Cypress Semiconductor.

В. Охрименко

Рассматриваемые в статье микросхемы статической памяти с произвольной выборкой (SRAM) отличаются низким током потребления, малым временем выборки, имеют расширенный диапазон рабочих температур и могут найти применение в средствах телекоммуникаций, системах сбора и обработки данных, в высокотехнологичных устройствах военного назначения, быстродействующих микропроцессорных системах и многих других устройствах. Микросхемы памяти выпускаются в трех модификациях: коммерческой, промышленной и военной. Напряжение питания приведенных микросхем памяти составляет 5 или 3.3 В. В микросхемах, предназначенных для работы при напряжении питания 3.3 В, сохранение данных гарантируется при снижении напряжения до 2 В.

В последнее время фирма Cypress Semiconductor освоила производство микросхем статической памяти с пониженным током потребления. Эти микросхемы

выпускаются в малогабаритных корпусах типа 48-FBGA. Микросхемы памяти с пониженным потреблением созданы на базе оригинальной архитектуры MoBL® (More Battery Life), применение которой позволило получить сверхнизкий ток потребления ячеек памяти в активном режиме. Микросхемы предназначены для создания модулей памяти с питанием от батарей. Время выборки в них увеличено до 70..85 нс.

Фирма Cypress Semiconductor предлагает также микросхемы асинхронной двухпортовой статической памяти, предназначенные для использования в разного рода многопроцессорных системах, в которых обмен данными осуществляется через общую память.

В таблицах 1, 2, 3 приведены основные параметры нескольких выпускаемых фирмой Cypress Semiconductor микросхем статической памяти с произвольной выборкой, асинхронной двухпортовой статической памяти, микросхем памяти с пониженным током потребления [1-4].

В 2002 году выпущены первые микросхемы энергонезависимой магнитной памяти с произвольной выборкой (MRAM): CY9C62256 и CY9C6264. По сравнению с EEPROM и флэш-памятью MRAM имеет более высокую скорость записи и практически неограниченное число рабочих циклов стирания/записи. Параметры сегнетозлектрической RAM-памяти (FeRAM) аналогичны параметрам MRAM. Однако основное преимущество MRAM – потенциально более высокая плотность размещения данных на кристалле и меньшая стоимость. В ячейках памяти этих микросхем не используются транзисторы. Запоминающие ячейки MRAM-памяти реализованы на основе многослойных субмикронных структур из магнитных и немагнитных

Таблица 1. Основные параметры микросхем статической памяти

Тип	Объем памяти	Организация	Напряжение питания, В	Время выборки/ток потребления, нс/мА	Диапазон рабочих температур, °С	Кол-во выводов и тип корпуса
CY6116A	16 кбит	2K×8	5.0 ±0.5	20/100, 25/100, 35/100, 45/100, 55/100	0...70, -55...125	24-DIP, 24-SOJ, 28-LCC, 32-LCC
CY6128A	16 кбит	2K×8	5.0 ±0.5	15/120, 20/120, 25/120, 35/120, 45/120	0...70, -55...125	24-DIP, 24-SOJ, 24-SOIC, 24-LCC
CY7C186	64 кбит	8K×8	5.0 ±0.5	20/110, 25/100, 35/100	0...70	28-DIP, 32-TSOP
CY7C198	256 кбит	32K×8	5.0 ±0.5	15/180, 20/170, 25/150, 35/150, 45/150	0...70, -55...125	28-DIP, 32-LCC, 323-TSOP
CY7C199	256 кбит	32K×8	5.0 ±0.5	8/120, 10/110, 12/160, 15/155, 20/150, 25/150, 35/140	0...70, -40...85, -55...125	28-DIP, 28-SOIC, 28-SOJ, 28-LCC, 28-TSOP
CY7C1009B	1 Мбит	128K×8	5.0 ±0.5	12/90, 15/80, 20/75, 25/70, 35/60	0...70, -40...85	32-SOJ, 32-TSOP
CY7C1018CV33	1 Мбит	128K×8	3.3 ±0.33	8/95, 10/90, 12/85, 15/80	0...70	32-SOJ
CY7C1019B	1 Мбит	128K×8	5.0 ±0.5	10/150, 12/140, 15/130	0...70, -10...85	32-SOJ, 32-TSOP
CY7C1019CV33	1 Мбит	128K×8	3.3 ±0.33	8/85, 10/80, 12/75, 15/70	0...70, -10...85	32-SOJ, 32-TSOP
CY7C1049B	4 Мбит	512K×8	5.0 ±0.5	12/240, 15/220, 17/195, 20/185, 25/180	0...70, -10...85	36-SOJ
CY7C1049CV33	4 Мбит	512K×8	3.3 ±0.33	8/85, 10/80, 12/75, 15/70	0...70, -10...85	32-SOJ, 32-TSOP

Таблица 2. Основные параметры микросхем асинхронной двухпортовой памяти

Тип	Объем памяти	Организация памяти	Напряжение питания, В	Время выборки/ток потребления, нс/мА	Диапазон рабочих температур, °С	Кол-во выводов и тип корпуса
CY7C0138AV	32 кбит	4К×8	3.3 ±0.3	20/120, 25/115	0...70, -40...85	68-PLCC
CY7C0144AV	64 кбит	8К×8				68-PLCC, 64-TQFP
CY7C006AV	128 кбит	16К×8				68-PLCC, 64-TQFP
CY7C007AV	256 кбит	32К×8				68-PLCC
CY7C008	512 кбит	64К×8	3.3 ±0.3	15/125, 20/120, 25/115	0...70, -40...85	100-TQFP
CY7C009	1 Мбит	128К×8				
CY7C024AV	64 кбит	4К×16	3.3 ±0.3	20/120, 25/115	0...70, -40...85	100-TQFP
CY7C025AV	128 кбит	8К×16				
CY7C026AV	256 кбит	16К×16				
CY7C027	512 кбит	32К×16	3.3 ±0.3	15/125, 20/120, 25/115	0...70, -40...85	100-TQFP
CY7C028	1 Мбит	64К×16				
CY7C056	512 кбит	16К×16	3.3 ±0.165	12/250, 15/240, 20/230	0...70, -40...85	144-TQFP,
CY7C057	1 Мбит	32К×16				172-BGA

Таблица 3. Основные параметры микросхем памяти с пониженным потреблением

Тип	Объем, кбит	Организация	Напряжение питания, В	Время выборки/ ток потребления, нс/мА	Диапазон рабочих температур, °С	Кол-во выводов, тип корпуса, размеры, мм
CY81U016X16A7A	16	1М×16	2.5	70/20	-25...85	48-FBGA, 8×8×1
CY81U016X16A9A	16	1М×16	2.5	70/15		
CY81U016X16B7A	16	1М×16	1.8	85/15		48-VFBGA, 6×8×1
CY81U032X16A9A	32	2М×16	2.5	70/21, 85/18		

Таблица 4. Основные параметры микросхем MRAM-памяти

Тип	Объем, кбит	Организация	Напряжение питания, В	Ток потребления, мА	Время выборки, нс	Диапазон рабочих температур, °С	Кол-во выводов и тип корпуса
CY9C62256	256	32К×8	5.0 ±0.5	90	70	-40...85	28-DIP, 28-SOIC, 28-TSOP
CY9C6264	64	8К×8					

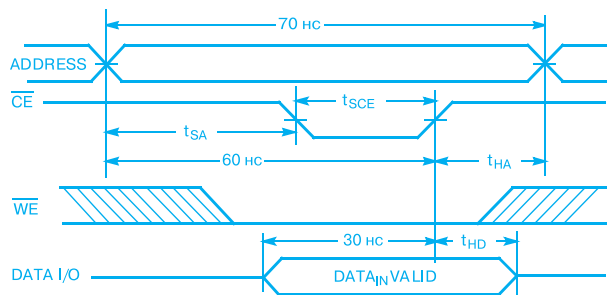
материалов, которые изменяют свое магнитное состояние и электропроводность под действием внешнего магнитного поля. Два противоположных направления намагниченности одного из магнитных слоев соответствуют записи логической "1" или "0", причем ячейки памяти способны сохранять цифровую информацию при отсутствии напряжения питания. Для защиты от воздействия внешних магнитных полей микросхемы MRAM-памяти снабжены магнитным экраном. Микросхемы MRAM-памяти допускают более 10^{15} циклов записи. Гарантированное время хранения данных при отключенном напряжении питания 10 лет. Длительность циклов чтения и записи 70 нс. Максимальное значение тока потребления в рабочем режиме 90 мА. Ток потребления в режиме ожидания находится в диа-

пазоне от 150 до 600 мкА в зависимости от уровня сигнала CE (Chip Enable). Микросхемы MRAM-памяти, выпускаемые фирмой Cypress Semiconductor, могут заменить память типа BBSRAM (Battery-Backed SRAM), EEPROM, флэш и FeRAM. Основные области применения энергонезависимой MRAM-памяти: портативные компьютеры, пейджеры, мобильные телефоны, бытовая электроника, персональные цифровые ассистенты (PDA), контрольно-измерительная и медицинская аппаратура и многие другие электронные системы и устройства. В таблице 4 приведены основные параметры энергонезависимой MRAM-памяти, а на рисунке – временная диаграмма цикла записи [2].

Подробную информацию о возможностях и параметрах микросхем памяти, выпускаемых фирмой Cypress Semiconductor, можно найти в сети Интернет по адресу: <http://www.cypress.com>

ЛИТЕРАТУРА:

1. CY7C1019CV33. 128К×8 Static RAM. – Cypress Semiconductor, December, 2002.
2. CY9C62256. 32К×8 Magnetic Nonvolatile CMOS RAM. Preliminary. – Cypress Semiconductor, June, 2002.
3. CY81U016X16A7A. MoBL3™. 16M (1М×16) SRAM. Preliminary. – Cypress Semiconductor, September, 2002.
4. <http://www.cypress.com>



Временная диаграмма цикла записи MRAM-памяти

USB-МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ ФИРМЫ CYPRESS SEMICONDUCTOR

Фирма Cypress Semiconductor выпускает ряд USB-микроконтроллеров, соответствующих требованиям стандартов USB 1.1 и USB 2.0. В статье рассмотрены микросхемы, предназначенные для использования в хост-контроллерах USB-шины, USB-концентраторах и периферийных устройствах, поддерживающих разные скорости передачи данных.

В. Охрименко

Универсальная последовательная шина USB (Universal Serial Bus) применяется, главным образом, для подключения периферийных устройств к компьютеру. К одному порту USB можно подключить несколько объединенных в цепочку внешних устройств. Такой порядок подключения облегчает процесс установки новых устройств и значительно снижает вероятность появления дефицита свободных портов или разъемов при расширении системы за счет новых модулей. Монитор, в котором имеется порт USB, можно подключать к соответствующему порту персонального компьютера (при этом монитор, естественно, остается подключенным с помощью стандартного видеокабеля к графическому адаптеру компьютера). К свободным USB-портам монитора можно подключить клавиатуру, модем или сканер. К клавиатуре, в свою очередь, также можно подключать другие USB-устройства. Таким образом, к USB-шине возможно подключение практически любых периферийных устройств (в том числе цифровых видеокамер и высокоскоростных накопителей). USB-интерфейс особенно удобно использовать для подключения часто отсоединяемых внешних устройств, таких, например, как цифровые фотокамеры. Конструкция USB-разъемов рассчитана на многократное подключение/отключение, при этом используются недорогие соединители, напоминающие телефонный разъем типа RJ. Энергопитание устройств с небольшим током потребления, таких как клавиатуры, манипуляторы типа "мышь", манипуляторы типа "джойстик" и т. п., можно осуществлять непосредственно от источника питания компьютера.

Более полную информацию о топологии сети на основе USB-шины, а также описание стандартов USB 1.1 и USB 2.0 можно найти в сети Интернет по адресу: <http://www.usb.org>

В стандарте USB 1.1 приняты две скорости передачи данных: 1.5 и 12 Мбит/с [1-4]. Такая достаточно высокая пропускная способность USB-шины по сравне-

нию с обеспечиваемой портами COM и LPT делает ее идеальным средством для подключения различных устройств с малой и средней скоростью обмена данными, начиная с манипуляторов типа "мышь", мониторов, модемов, акустических систем и заканчивая принтерами и сканерами с невысоким разрешением. Периферийные устройства, для работы которых требуется более высокая пропускная способность (например, видеокамеры, принтеры с высокой разрешающей способностью, дисковые накопители большого объема), должны удовлетворять требованиям спецификации стандарта USB 2.0. Максимальная скорость передачи данных, принятая в стандарте USB 2.0, составляет 480 Мбит/с.

В настоящее время USB-микроконтроллеры выпускаются многими известными производителями электронных компонентов для компьютеров. Предлагаемые на рынке USB-микроконтроллеры предназначены для разных областей применения. Причем, микроконтроллеры для разных пользовательских приложений отличаются по параметрам и функциональным возможностям. При выборе USB-микроконтроллеров, выпускаемых фирмой Cypress Semiconductor, можно воспользоваться алгоритмом, приведенным на рис. 1 [1].

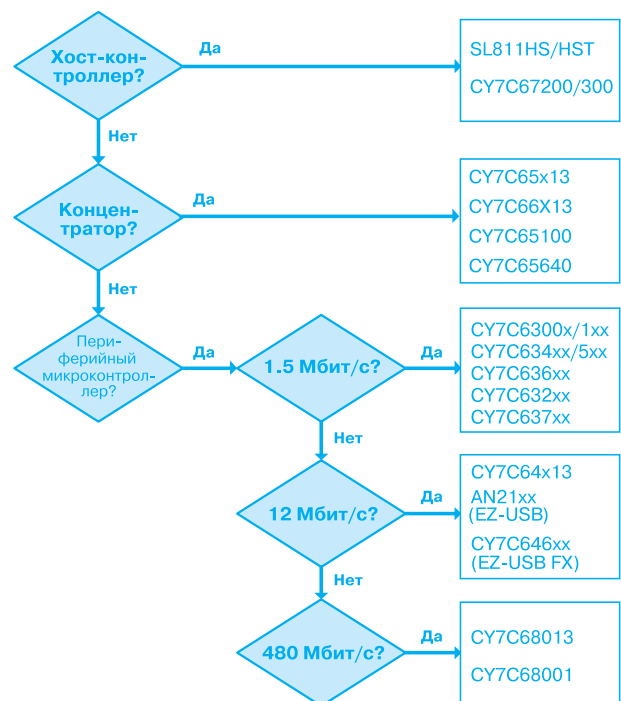


Рис. 1. Алгоритм выбора USB-микроконтроллера

ХОСТ-КОНТРОЛЛЕРЫ

Основное различие топологии USB-сети и традиционной локальной сети: наличие в первой только одного хост-устройства. В сети на основе USB-шины может быть только один ведущий (master) контроллер. Хост-контроллер, как правило, содержит один или несколько выходных портов (downstream ports), непосредственно к которым или через USB-концентраторы подключаются периферийные устройства. Передача данных по шине USB инициируется только устройством master, которое может также отправить запрос на передачу данных периферийным устройствам. В персональном компьютере хост-контроллер USB-шины устанавливается, как правило, в один из PCI-слотов и управляется центральным процессором. В последнее время появились чипсеты со встроенным хост-контроллером USB-шины. Микросхемы хост-контроллеров, выпускаемые фирмой Cypress Semiconductor, поддерживают работу в режимах master и slave и предназначены для применения в цифровых персональных ассистентах (PDA), компьютерных приставках к телевизору и др.

Новые микросхемы CY7C67200 и CY7C67300 представляют собой мощные универсальные хост-контроллеры, созданные на базе высокопроизводительного 16-разрядного процессорного ядра с RISC-архитектурой. Тактовая частота процессорного ядра 48 МГц. Эти хост-контроллеры содержат RAM- и ROM-память объемом 16 и 8 кбайт соответственно. Кроме того, в CY7C67200/300 интегрирован широкий набор системных модулей и периферийных устройств. Для обмена с внешней памятью типа ROM или RAM эти микросхемы снабжены 16-разрядными шинами адреса и данных. Все USB-контроллеры обязательно содержат контроллер последовательного интерфейса (Serial Interface Engine – SIE). В этом контроллере производится декодирование и кодирование передаваемых по шине USB данных, выполняется коррекция ошибок и бит-стаффинг, а также другие операции, предусмотренные USB-протоколом. Немаловажным преимуществом микросхем CY7C67200/300 является наличие двух USB-приемопередатчиков и двух контроллеров SIE. Мощный встроенный контроллер прерываний обслуживает 128 запросов на прерывание. Кроме встроенных периферийных устройств для обмена данными с "внешним миром" можно использовать 32 линии ввода/вывода цифровых данных. Предусмотрена также возможность подключения внешней памяти типа EEPROM объемом до 64 кбайт. Для обмена данными с этой памятью используется последовательный порт I²C. В наборе встроенных периферийных устройств имеются также контроллеры портов UART, SPI, HPI, HSS и IDE. К системным модулям относятся два независимых таймера и "сторожевой" таймер. Для работы хост-кон-

троллеров CY7C67200/300 требуется подключение внешнего кварцевого резонатора с частотой 12 МГц. Напряжение питания 3.3 В, максимальный ток потребления 100 мА. Микросхемы CY7C67200/300 предназначены для работы в диапазоне температур от -40 до 85 °С. Микросхемы CY7C67200 выпускаются в корпусе типа 48-FBGA, CY7C67300 – в корпусе типа 100-TQFP [3].

Кроме универсальных хост-контроллеров, построенных на базе 16-разрядного процессорного ядра с RISC-архитектурой, фирма Cypress Semiconductor выпускает и автономные хост-контроллеры (SL811HS/HST), которые могут работать в паре с внешними микропроцессорами или микроконтроллерами любого типа. Микросхемы SL811HS/HST не содержат вычислительного ядра, поэтому функции управления периферийным устройством выполняются внешним микроконтроллером или микропроцессором. Хост-контроллеры SL811HS/HST могут работать в режиме master и slave и поддерживают две скорости передачи данных: 1.5 и 12 Мбит/с. Причем, master-устройство определяет скорость передачи данных, с которой работают slave-устройства, автоматически. Микросхемы SL811HS/HST содержат встроенный USB-приемопередатчик и контроллер последовательного интерфейса SIE. Параметры хост-контроллеров SL811HS/HST соответствуют требованиям стандарта USB 1.1.

Структурная схема микросхем SL811HS/HST приведена на рис. 2. Хост-контроллеры SL811HS/HST имеют встроенную память с произвольным доступом объемом 256 байт. Первые 16 байтов этой памяти используются для хранения содержимого регистров управления/состояния контроллера SIE и в качестве буферной памяти при обмене данными между внешним микропроцессором и контроллером SIE. Для работы микросхем SL811HS/HST требуется подключение внешнего кварцевого резонатора с частотой 12 или 48 МГц.

Благодаря простому внешнему интерфейсу (см. рис. 2) хост-контроллеры SL811HS/HST можно подключать к микропроцессорам, микроконтроллерам

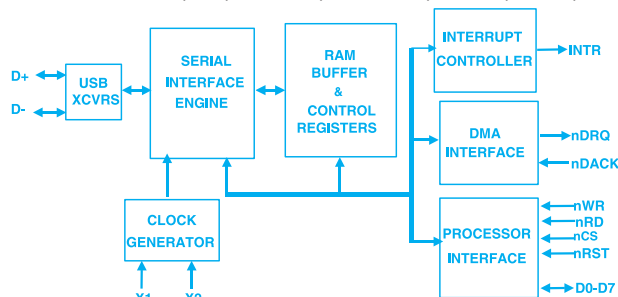


Рис. 2. Структурная схема хост-контроллеров SL811HS/HST

Таблица 1. Основные параметры хост-контроллеров SL811HS/HST

Наименование параметра	SL811HS	SL811HST
Объем памяти:	– RAM, байт	256
	– EPROM	—
Число линий ввода/вывода данных	—	—
Внешний интерфейс	аналогичен интерфейсу с памятью (восьмиразрядная двунаправленная шина данных, сигналы: WR, RD, CS, INTR, INTRQ)	
Число оконечных устройств	16	16
Число выводов и тип корпуса	28-PLCC	48-LQFP

Таблица 2. Основные параметры микросхем USB-концентраторов

Наименование параметра	CY7C65x13	CY7C66x13	CY7C65100	CY7C65640
Область применения	Стандартный USB-концентратор	Стандартный USB-концентратор, контроллер периферийных устройств	Стандартный USB-концентратор	USB-концентратор (USB2.0, USB1.1)
Число USB-портов	4/7	4	4	4
Объем памяти EPROM, кбайт	8		—	
Число линий ввода/вывода	11/22	29/31	—	—
Число выводов и тип корпуса	28-PDIP, 28-SOIC, 48-PDIP, 48-SOIC	48-PDIP, 48-SSOP, 56-SSOP	28-SOIC	56-QFN

или сигнальным процессорам практически любого типа. Кроме того, используя реализованный в SL811HS/HST внешний интерфейс, эти микросхемы можно подключать непосредственно к шинам ISA, PCMCIA и др.

Микросхемы SL811HS/HST изготавливаются по технологии 0.35 мкм. Напряжение питания 3.3 В, максимальный ток потребления 25 мА. Микросхемы предназначены для работы в диапазоне температур от 0 до 70 °С и изготавливаются в корпусах типа 28-PLCC (SL811HS) и 48-TQFP (SL811HST). Основные параметры хост-контроллеров SL811HS/HST приведены в таблице 1 [1, 4].

USB-КОНЦЕНТРАТОРЫ

Вместо любого из периферийных устройств в сети на базе USB-шины можно устанавливать USB-концентратор (hub). Концентратор может быть выполнен как в виде отдельного устройства со встроенным блоком питания, так и в виде модуля, встроенного в периферийное устройство. Наиболее часто USB-концентраторы встраиваются в мониторы и клавиатуры. В USB-концентраторе осуществляется ретрансляция данных, передаваемых между хост-контроллером и периферийными устройствами. Согласно стандартам USB допускается установка до пяти концентраторов между устройством master и периферийным устройством. Фирма Cypress Semiconductor выпускает несколько семейств микросхем, предназначенных для использования в USB-концентраторах. Все рассматриваемые микросхемы поддерживают скорость передачи данных 12 Мбит/с. Эти микросхемы предназначены для создания многопортовых USB-концентраторов, встраиваемых в системные платы, мониторы или клавиатуры. Недавно фирма Cypress Semiconductor выпустила новую микросхему семейства TetraHub™

(CY7C65640), параметры которой соответствуют требованиям спецификации стандарта USB 2.0. В таблице 2 приведены основные параметры микросхем, на базе которых создаются USB-концентраторы [1, 4].

ПЕРИФЕРИЙНЫЕ USB-МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

Фирма Cypress Semiconductor предлагает три вида периферийных USB-микросхем, предназначенных для применения в периферийных устройствах различного назначения:

- низкоскоростные (low-speed) USB-микросхемы, поддерживающие скорость передачи данных 1.5 Мбит/с (USB 1.1)
- полноскоростные (full-speed) для применения в устройствах, поддерживающих скорость 12 Мбит/с (USB 1.1)
- высокоскоростные (high-speed), обеспечивающие пропускную способность 480 Мбит/с (USB 2.0).

При выборе USB-микросхемы для периферийных устройств необходимо учитывать, что при скорости передачи 1.5 Мбит/с в течение 10 мс по шине USB можно передать восемь байтов полезной информации. Это соответствует пропускной способности 6400 бит/с. В случае передачи по USB-шине данных одновременно для двух оконечных устройств достигается производительность стандартного последовательного порта RS-232 [1]. При скорости передачи 12 Мбит/с максимальная "полезная" пропускная способность USB-шины составляет 9.728 Мбит/с, а средняя – примерно 8.7 Мбит/с. Это при условии, что обмен данными выполняется только между хост-контроллером и одним из периферийных устройств.

В архитектуре всех периферийных USB-микросхем можно выделить несколько основных функциональных узлов. Это, в первую очередь, контроллер последовательного интерфейса (SIE), USB-приемопе-

редатчик и память с произвольным доступом (RAM). В контроллере SIE выполняются все операции, предусмотренные USB-протоколом. Память используется в качестве буфера для хранения принимаемых и передаваемых по USB-шине данных. Во многих периферийных USB-микроконтроллерах имеется процессорное ядро, с помощью которого осуществляется управление периферийными устройствами (манипулятором типа "мышь", клавиатурой, модемом, накопителем, принтером, сканером и др.). Как правило, USB-микроконтроллеры содержат встроенные контроллеры, поддерживающие разные стандартные интерфейсы обмена данными (UART, SPI, I²C, EPP, IDE, HSS и другие). В некоторых USB-микроконтроллерах имеется программируемый интерфейс общего назначения, с помощью которого по 8- или 16-разрядной шине выполняется обмен данными с PCMCIA-картами или с внешними устройствами, поддерживающими любые другие

интерфейсы. Основные параметры USB-микроконтроллеров, предназначенных для применения в периферийных устройствах разного назначения, приведены в таблицах 3, 4, 5 [1, 4].

Все рассматриваемые низкоскоростные USB-микроконтроллеры созданы на базе 8-разрядного RISC-процессорного ядра M8. Память программ в этих микроконтроллерах – типа OTP PROM. Между собой микроконтроллеры отличаются объемом встроенной памяти, количеством линий ввода/вывода данных, функциями системных модулей и периферийных устройств, а также типом корпуса. В ряду низкоскоростных USB-микроконтроллеров следует выделить микросхемы CY7C632xx и CY7C637xx, созданные на базе архитектуры enhanced Component Reduction (enCoRe), благодаря которой удалось сократить количество внешних компонентов, подключаемых к этим микроконтроллерам. Встроенный в микросхемы CY7C632xx

Таблица 3. Основные параметры низкоскоростных (low-speed) USB-микроконтроллеров

Наименование параметра	CY7C6300x/ 1xx	CY7C634xx/ 5xx	CY7C636xx	CY7C632xx (enCoRe)	CY7C637xx (enCoRe)
Область применения	Клавиатура, манипуляторы типа "мышь", "джойстик"			Стандартные манипуляторы типа "мышь", USB- или PS/2-мышь	"Оптическая мышь", "беспроводная мышь", USB- или PS/2-мышь
Объем памяти:	– RAM, байт	128	256	96	256
	– OTP PROM, кбайт	2/4	4/6/8	6/8	3
Число линий ввода/вывода	12–16	32–40	16	8–10	10–16
Число оконечных устройств	2	3		2	3
Керамический резонатор	внешний			внешний (можно использовать без внешнего резонатора)	
Интерфейс PS/2	—	+		+	
Число выводов и тип корпуса	20-PDIP, 20-SOIC, 24-SOIC, 24-QSOP	40-PDIP, 48-SSOP, 40-CerDIP, 48-SideBrazе	24-SOIC	16-PDIP, 18-PDIP, 18-SOIC	18-PDIP, 18-SOIC, 24-PDIP, 24-SOIC

Таблица 4. Основные параметры полноскоростных (full-speed) USB-микроконтроллеров

Наименование параметра	CY7C64x13 (M8)	AN21xx (EZ-USB)	CY7C646xx (EZ-USB FX)
Область применения	Аналоговые модемы, сканеры, считыватели штрихового кода, считыватели отпечатка пальца	MP3-устройства, сканеры, принтеры, цифровые фотокамеры	DSL-модемы, устройства с интерфейсом ATAPI, модули памяти, USB-сеть
Процессорное ядро	M8 (8-разрядное, RISC)	усовершенствованное 8051	
Тактовая частота процессорного ядра, МГц	12	12, 24	24, 48
Объем памяти:	– RAM, байт	—	4–8
	– OTP PROM, кбайт	8	—
Число линий ввода/вывода	19–36	16–24	16–40
Макс. скорость обмена данными с периферийными устройствами	64 кбайт/с	2 Мбайт/с (в пакетном режиме)	96 Мбайт/с (в пакетном режиме)
Число оконечных устройств	5	32	
Интерфейс:	– последовательный	I ² C, UART (2 шт.)	
	– параллельный	NAPI	стандартный 8-разрядный I/F
Число выводов и тип корпуса	28-SOIC, 28-PDIP, 48-SSOP	44-PQFP, 48-TQFP, 80-PQFP	52-PQFP, 80-PQFP, 128-PQFP

Таблица 5. Основные параметры высокоскоростных (high-speed) USB-микроконтроллеров

Наименование параметра		CY7C68013	CY7C65001
Процессорное ядро		усовершенствованное 8051	—
Тактовая частота процессорного ядра, МГц		12/24/48	—
Объем памяти, кбайт		8	—
Количество линий ввода/вывода		24–40	
Максимальная скорость обмена данными с периферийными устройствами, Мбайт/с		96 (пакетный режим)	—
Количество оконечных устройств		7	5
Интерфейс:	– последовательный	I ² C, UART (2 шт.)	I ² C
	– параллельный	программируемый GRIF, slave FIFO	slave FIFO
Количество выводов и тип корпуса		56-SSOP, 100-TQFP, 128-TQFP	56-SSOP

и CY7C637xx тактовый генератор обеспечивает точность формирования частоты тактового сигнала $\pm 1.5\%$, что позволяет отказаться от использования внешнего резонатора и соответственно снизить уровень электромагнитного излучения и уменьшить стоимость устройства, построенного на базе этих микросхем. Напряжение питания всех рассматриваемых низкоскоростных USB-микроконтроллеров 4.0...5.5 В.

Для применения в периферийных устройствах, в которых необходимо поддерживать скорость передачи данных 12 Мбит/с, фирма Cypress Semiconductor предлагает полноскоростные USB-микроконтроллеры трех семейств (см. табл. 4): M8, EZ-USB и EZ-USB FX.

USB-микроконтроллеры семейства M8 (CY7C64013, CY7C64113) созданы на основе 8-разрядного процессорного ядра M8, которое также используется в низкоскоростных USB-микроконтроллерах. Микросхемы CY7C64013/113 имеют расширенный набор встроенных периферийных устройств и увеличенное количество линий ввода/вывода данных. Для обмена данными с внешними устройствами в этих микроконтроллерах реализован параллельный интерфейс HAPI (Hardware Assisted Parallel Interface). Система команд процессорного ядра, включающая 34 инструкции, оптимизирована для работы с USB-приложениями. В микроконтроллере CY7C64113 имеется 8-разрядный порт DAC. С помощью соответствующего устройства управления можно на программном уровне изменять по каждой линии ввода/вывода этого порта величину втекающего тока. Параметры полноскоростных USB-микроконтроллеров семейства M8 соответствуют требованиям стандарта USB 1.1. Напряжение питания этих микроконтроллеров 4.0...5.5 В.

USB-микроконтроллеры семейства EZ-USB (AN2131, AN2135, AN2136) построены на базе усовершенствованного процессорного ядра 8051, в котором выполнение простых команд осуществляется в течение четырех машинных тактов. Максимальная тактовая частота ядра 24 МГц. Для хранения программного кода и данных используется встроенная память типа RAM. Загрузка программного кода в RAM-память

может осуществляться по USB-шине с помощью хост-контроллера. USB-микроконтроллеры семейства EZ-USB выпускаются в двух модификациях. Микроконтроллеры первой модификации, поддерживающие обмен данными с внешней памятью, содержат 16-разрядную шину адреса и 8-разрядную шину данных. Эти микроконтроллеры выпускаются в корпусе типа 80-PQFP. Микроконтроллеры второй модификации, имеющие только линии ввода/вывода цифровых данных (всего 24 линии), выпускаются в корпусе типа 44-PQFP или 48-TQFP. USB-микроконтроллеры семейства EZ-USB содержат встроенные последовательные порты UART и I²C. Напряжение питания микроконтроллеров 3.3 В.

USB-микроконтроллеры семейства EZ-USB FX (Faster Xtended) по сравнению с аналогичными обеспечивают наибольшую скорость (96 Мбайт/с) обмена данными с внешними устройствами. Параметры этих USB-микроконтроллеров соответствуют требованиям спецификации стандартов USB 1.1 и USB 2.0. Усовершенствованное процессорное ядро 8051 работает на тактовой частоте 24 или 48 МГц. В этих микроконтроллерах имеются два порта UART и один I²C. Максимальная скорость передачи данных через UART-порт составляет 115 кбит/с. Передача данных через интерфейс I²C осуществляется с тактовой частотой 400 или 100 кГц. Обмен данными с высокоскоростными внешними устройствами осуществляется через четыре встроенных буфера FIFO. С помощью 8- или 16-разрядного программируемого интерфейса общего назначения (General Programmable Interface – GPIF) обеспечивается обмен данными с PCMCIA-картами; принтерами, имеющими интерфейс EPP, и с любыми внешними устройствами, поддерживающими интерфейс ATAPI (AT Attachment Packet Interface), а также с сигнальными процессорами и микросхемами типа ASIC. Кроме шины данных в интерфейсе GPIF предусмотрены шесть адресных линий, шесть линий для приема/передачи управляющих сигналов и шесть дополнительных линий, которые можно использовать для приема сигналов готовности (READY) от внешних уст-

ройств. Для хранения программного кода в USB-микрoкoнтрoллере CY7C64613 семейства EZ-USB FX используется память типа RAM. Загрузка программного кода может осуществляться с помощью хост-кoнтрoллера по шине USB. Встроенный контроллер прямого доступа к памяти (DMA) обеспечивает высокоскоростную пересылку данных между встроенной памятью и периферийными устройствами микроконтроллера. Контроллер DMA поддерживает максимальную скорость передачи данных 48 Мбайт/с (при тактовой частоте процессорного ядра 48 МГц).

Кроме рассмотренных семейств полноскоростных USB-микрoкoнтрoллеров фирма Cypress Semiconductor выпускает микроконтроллеры с 16-разрядным RISC-процессорным ядром серии CY16: CS5954AM, SL11R, SL11R-IDE и другие. Эти микроконтроллеры предназначены, главным образом, для организации обмена данными с внешними устройствами, поддерживающими интерфейс ATAPI/IDE (к примеру, НЖМД, CD-ROM, CD-R/RW, ZIP-драйверами, твердотельными флэш-дисками типа Compact Flash и Disk on Chip).

Микроконтроллер CY7C68013 семейства EZ-USB FX2 поддерживает только две скорости передачи данных по USB-шине: 12 и 480 Мбит/с. Параметры CY7C68013 соответствуют требованиям стандарта USB 2.0. По архитектуре USB-микрoкoнтрoллер CY7C68013 во многом аналогичен уже рассмотрен-

ным микросхемам CY7C646xx семейства EZ-USB FX. В микроконтроллере CY7C68013 увеличен объем встроенной RAM- и FIFO-памяти, и, кроме того, содержится усовершенствованный контроллер SIE, с помощью которого обеспечивается обмен данными через USB-порт. Для формирования тактового сигнала частотой 480 МГц, необходимого для работы контроллера SIE, используется встроенная система ФАПЧ. С помощью программируемого интерфейса GPIF поддерживается обмен данными с внешними устройствами разных типов.

Более полную информацию о параметрах, примерах применения и возможностях USB-микрoкoнтрoллеров, выпускаемых фирмой Cypress Semiconductor, можно найти в сети Интернет по адресу: <http://www.cypress.com>

ЛИТЕРАТУРА:

1. Choosing the Right Device for Your USB Application. – Cypress Semiconductor, April 2002.
2. Universal Serial Bus Specification. – Compaq, Intel, Microsoft, NEC. Revision 1.1, September 23, 1998.
3. CY7C67300. EZ-Host™ Programmable Embedded USB Host/Peripheral Controller. Preliminary. – Cypress Semiconductor, May 2003.
4. <http://www.cypress.com>

ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНВЕРТЕРА И ПРЯМОГО ЦИФРОВОГО СИНТЕЗАТОРА *

Цифровые генераторы сигналов позволяют формировать сигналы сложной формы путем программирования параметров этих сигналов. Ниже рассматривается генератор сигналов синусоидальной, треугольной и прямоугольной формы в диапазоне частот от сверхнизких до 1 МГц с разрешением десятые доли герца.

Низкочастотные генераторы сигналов, отличающиеся высокими характеристиками, находят широкое применение в радиоэлектронной аппаратуре. На рис. 1 приведена функциональная схема генератора сигналов, выполненного на основе микроконвертера ADuC831 и прямого цифрового синтезатора AD9834. С использованием такого генератора можно формировать сигналы синусоидальной, треугольной и прямоугольной формы (рис. 2), при этом разрешение по частоте составляет 0.1 Гц, а по фазе – 0.1°, что позволяет получить когерентные по частоте сигналы. Такие генераторы используются чаще всего при цифровой модуляции и перестройке частоты. Параметры сигнала требуемой формы могут быть запрограммированы с помощью ПК или рабочей станции. Длина управляющего слова составляет 16 разрядов. Прямой цифровой син-

тезатор AD9834, на выходе которого формируются сигналы требуемой формы, работает в режиме программируемого генератора (numerically controlled oscillator – NCO). В составе синтезатора 28-разрядный аккумулятор фаз (phase accumulator), ROM-память коэффициентов синусоидального сигнала (sine-coefficient ROM) и 10-разрядный ЦАП. Синусоидальный сигнал может быть представлен выражением:

$$A(t) = \sin \omega t.$$

Амплитуда сигнала является нелинейной величиной, поэтому такие сигналы достаточно трудно формировать в цифровом виде. С другой стороны, фаза синусоидального сигнала – величина линейная, т. е., если известна длительность тактового интервала, можно определить изменение фазы во всем периоде синусоидального сигнала:

$$\begin{aligned} \Delta \text{Phase} &= \omega \Delta t, \\ f &= \Delta \text{Phase} / 2\pi \Delta t, \\ \Delta f &= 1 / f_{\text{CLK}}, \\ f &= (\Delta \text{Phase} \times f_{\text{CLK}}) / 2\pi, \end{aligned}$$

где f – частота формируемого синусоидального сигнала, ΔPhase – фазовый сдвиг, f_{CLK} – тактовая частота синтезатора.

* Colm Slattery. DDS and converter form signal generator//EDN – 2/20/2003. Сокращенный перевод с английского В. Романова.

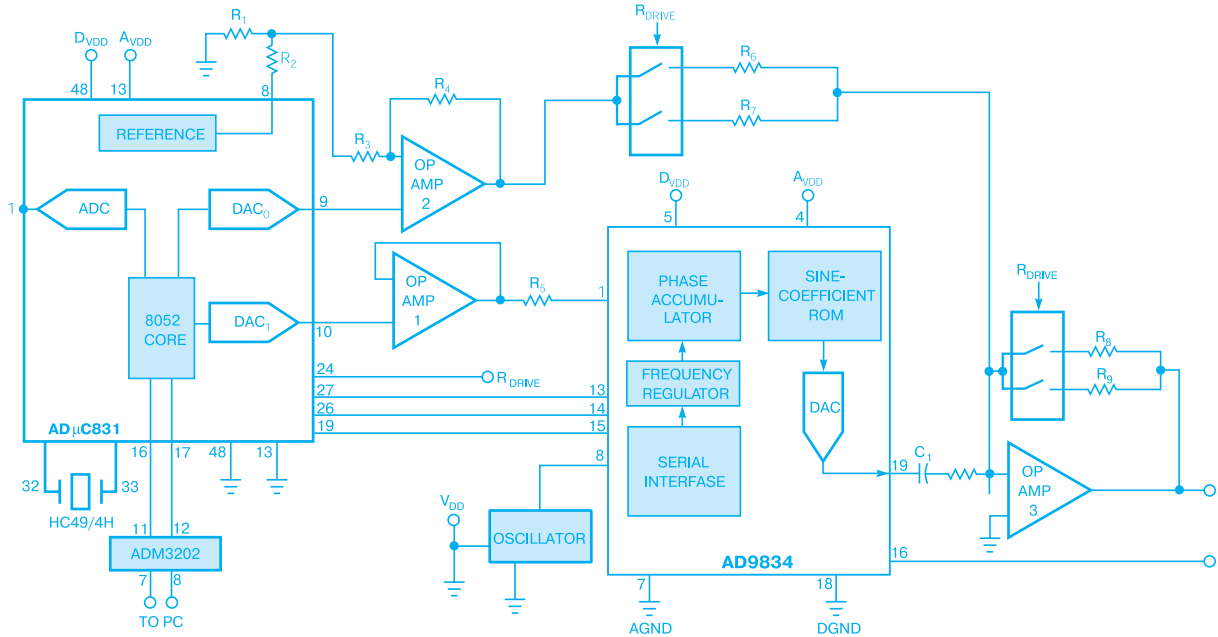


Рис. 1. Функциональная схема генератора сигналов

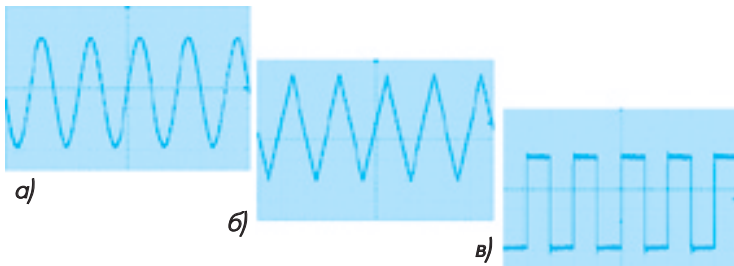


Рис. 2. Сигналы синусоидальной (а), треугольной (б) и прямоугольной (в) формы частотой 500 кГц при $f_{CLK}=50$ МГц

Таким образом, зная сдвиг фаз и тактовую частоту, можно генерировать синусоидальный сигнал необходимой частоты. Если не использовать коэффициенты, хранящиеся в ROM-памяти, синтезатор будет генерировать треугольные сигналы. Сигнал прямоугольной формы генерируется с помощью внутреннего таймера синтезатора AD9834 (вывод 16) в соответствии с выражением:

$$f = f_{CLK} / 228 \times N,$$

где N – кодовое слово, задающее частоту выходного сигнала.

Выходной сигнал синтезатора имеет эквивалентное разрешение 28 разрядов, это позволяет формировать сигналы различной формы в полосе частот до 1 МГц с разрешением 0.1 Гц. Два фазовых регистра синтезатора обеспечивают 12-разрядное разрешение по фазе в соответствии с выражением:

$$\Delta\text{Phase} = 2\pi / 4096 \times N_1,$$

где N_1 – кодовое слово, задающее величину фазового сдвига.

Преобразователь DAC₀ в составе микроконвертера ADμC831 управляет напряжением смещения нуля генератора. Так, например, если $R_1=R_2$ и коэффициент

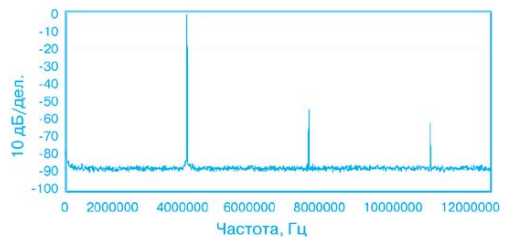


Рис. 3. Спектральное распределение выходного шума синусоидального сигнала частотой 3.857 МГц при $f_{CLK}=25$ МГц

усиления усилителя AMP2 равен 8, то напряжение на его выходе равно

$$U_{out} = [U_{DAC0} - (U_{REF}/2)] \cdot 8,$$

что позволяет обеспечить размах напряжения на выходе генератора ± 10 В.

Резисторы R_6 и R_9 позволяют обеспечить необходимый коэффициент усиления усилителя AMP3, если управляющие выходы ключей R_{DRIVE} подключены к дискретным входам/выходам микроконвертера. Это дает возможность управлять программно не только частотой, но и амплитудой генератора сигналов. Если на выходе генератора требуется обеспечить высокое усиление сигнала, желательно использовать узкополосный фильтр для ослабления шумов. Фильтр третьего порядка позволяет устранить нежелательный шум на выходе генератора, о чем свидетельствует спектральное распределение выходного шума (см. рис. 3).

Данный генератор предназначен для применения в системах цифровой модуляции, а также при построении генераторов качающейся частоты, антенн с частотным сканированием и эталонных генераторов в системах ФАПЧ.

ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ ФИРМЫ MURATA*

Статья знакомит с широкой номенклатурой выпускаемых фирмой Murata пьезокерамических изделий, которые находят применение в аппаратуре мобильной связи, устройствах передачи и хранения информации и многих других.

А. Мельниченко

Пьезоэлектрический эффект – это появление электрического потенциала на поверхности кристалла при его деформации. Этот эффект является обратимым, т. е. приложение электрического потенциала к кристаллу вызывает его деформацию. Пьезоэлектрический эффект был обнаружен в кристаллах кварца и сегнетовой соли. Однако широкое применение пьезоэлектрические материалы получили после создания керамики на основе титаната бария, а впоследствии титаната и цирконата свинца. Пьезоэлектрическая керамика (пьезокерамика) отличается высоким коэффициентом преобразования напряжения в акустические колебания, сравнительно легко обрабатывается, обладает стабильностью характеристик и требует малых затрат на ее изготовление.

Изготовление пьезоэлектрической керамики

Пьезоэлектрическая керамика представляет собой один из видов поликристаллических диэлектриков с большой диэлектрической постоянной. Процесс ее изготовления включает два этапа: обжига при высокой температуре и поляризации. Во время поляризации керамика подвергается воздействию электрического поля большой напряженности (несколько кВ/мм), ориентирующего векторы поляризации ее кристаллов в одном направлении. Из-за большой диэлектрической постоянной эта ориентация сохраняется и после прекращения воздействия поля, придавая керамике свойства пьезоэлектрика.

Виды колебаний,

существующих в пьезокерамических изделиях

Явление механического резонанса состоит в том, что на некоторой частоте эффективность преобразования электрических колебаний в механические резко возрастает. Эта частота зависит от формы и размеров изделия, а также от вида распространяющихся колебаний, который в свою очередь зависит от направления электрического поля и направления поляризации. Основные виды колебаний представлены на рис. 1.

Радиальные колебания. Распространяются в тонких круглых пластинах в направлении их радиуса.

* По материалам фирмы Murata, май 2002 года.

Колебания по длине. Распространяются в пластинах прямоугольной формы в направлении длины пластины.

Продольные колебания. Распространяются в стержнях прямоугольного или круглого сечения в направлении их оси.

Колебания по толщине. Распространяются в пластинах прямоугольной или круглой формы в направлении их оси.

Колебания сдвига. Возникают в случае, когда направление электрического поля перпендикулярно направлению поляризации. Распространяются вдоль поверхности прямоугольных или круглых пластин.

В ряде случаев явление механического резонанса используется для повышения КПД устройств, в которых находят применение пьезоэлектрики.



Рис. 1. Основные виды колебаний
(E – направление электрического поля,
P – направление поляризации)

Принцип работы пьезокерамических излучателей

Источником звука большинства пьезокерамических компонентов является пьезоэлектрическая мембрана (рис. 2). Она представляет собой тонкий металлический диск, на который наклеена пластина пьезоэлектрической керамики с нанесенными на нее электродами. Приложенное к электродам постоянное напряжение вызывает изменение размеров керамической пластины в радиальном направлении. Поскольку размеры металлического диска не изменяются, расширение или



Рис. 2.
Пьезоэлектрическая мембрана
7ВВ-20-6

сжатие керамической пластины приводит к изгибу мембраны. Подавая переменное напряжение, можно вызвать соответствующее изгибание мембраны и, как следствие, генерацию акустических колебаний.

Для пьезоэлектрических мембран характерно возникновение механического резонанса, при котором на определенной частоте колебаний звуковое давление резко возрастает. Если мембрана заключена в корпус, имеющий собственную резонансную частоту, то соответствующим выбором этих двух частот можно несколько улучшить частотную характеристику излучателя в требуемом диапазоне.

Методы возбуждения пьезоэлектрических излучателей

Внешнее возбуждение. При таком способе возбуждения на излучатель подают переменное напряжение от внешнего генератора. В этом случае необходимо учитывать следующее:

- напряжение, подаваемое на излучатель, не должно иметь постоянной составляющей, т. к. ее наличие приводит к миграции серебра, из которого состоят электроды (особенно при повышенной влажности)
- необходимо следить за тем, чтобы не были превышены предельные значения напряжения, оговоренные в технических условиях (в том числе при переходных процессах).

Самовозбуждение. В этом случае в корпусе излучателя находится генератор, в котором напряжение обратной связи поступает от дополнительного электрода, расположенного на одной из сторон пьезоэлектрической мембраны. Генерация акустических колебаний осуществляется на частоте механического резонанса. Для работы излучателя достаточно подать напряжение питания. Однако при необходимости уменьшения уровня излучения включать резистор последовательно с излучателем нежелательно, так как это может нарушить его работу. Потому для предотвращения отказов при подключении резистора следует зашунтировать излучатель конденсатором большой емкости.

Компоненты звукового диапазона

Пьезоэлектрические излучатели (рис. 3) нашли широкое применение в микроволновых печах, кондиционерах, автомобилях, игрушках, часах и других изде-

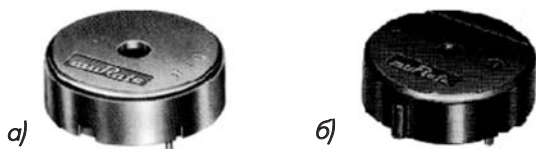


Рис. 3. Пьезоэлектрические излучатели: с внешним возбуждением (PKM22EPP-4001-B0) – (а), с самовозбуждением (PKB24SPC-3601-B0) – (б)

лиях. Конструктивное исполнение излучателей весьма разнообразно: горизонтальное и вертикальное, в круглых и прямоугольных корпусах, с гибкими выводами и для монтажа на печатную плату (в том числе SMD-типа).

Управление излучателями с внешним возбуждением осуществляется, как правило, сигналом частотой 2048 или 4096 Гц. Уровень звукового давления на расстоянии 10 см при возбуждении сигналом "меандр" напряжением 3 В (двойное пиковое значение) частотой 2-4 кГц или синусоидальным сигналом напряжением 1 В (среднеквадратическое значение) составляет не менее 70 дБ.

Излучатели с самовозбуждением, работая на частоте резонанса, отличаются повышенным значением звукового давления. Они применяются в различных бытовых приборах, управляемых контроллерами, а также для выдачи сигнала неисправности или тревоги. Основные параметры некоторых излучателей приведены в табл. 1.

Таблица 1. Основные параметры излучателей с самовозбуждением

Тип	Звуковое давление, дБ, не менее	Частота излучения, кГц	Ток потребления, мА, не более	Напряжение питания, В
	при напряжении питания 12 В (на расстоянии 10 см)			
PKB30SPC-2001-B0	92	2.0±0.4	15	от 3 до 15
PKB30SPC-3001-B0	92	2.7±0.4	15	от 3 до 15
PKB24SPC-3601-B0	90	3.6±0.5	16	от 3 до 15
PKB24SW-3301	80	3.3±0.5	12	от 3 до 20

Пьезоэлектрические телефоны в плоском корпусе (12.0×12.0×2.0 мм) в SMD исполнении (рис. 4) отличаются малыми уровнем потребления и весом. При возбуждении синусоидальным сигналом напряжением 1 В частотой 1 кГц они развивают звуковое давление 114 дБ. Максимальное напряжение возбуждения 7 В (двойное пиковое значение).

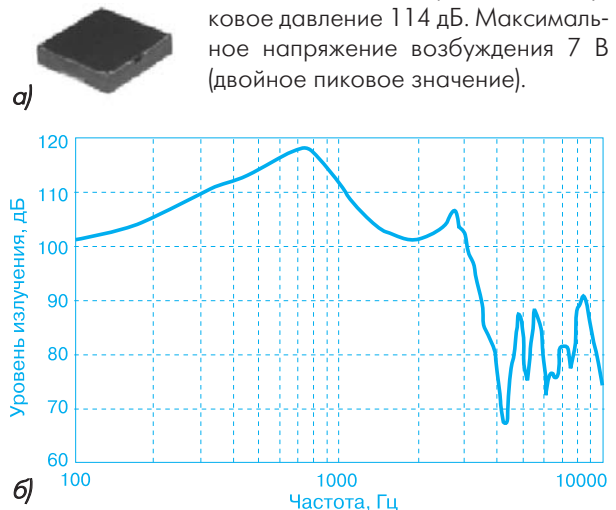


Рис. 4. Пьезоэлектрический телефон PKLCD1212R1000-R1 (а) и его частотная характеристика (б)

Пьезоэлектрические громкоговорители. Появление микросхем для синтеза речи позволило встраивать функцию речевого сопровождения в различные бытовые устройства: часы, калькуляторы, портативные переводчики, торговые автоматы и др. Для этих применений фирмой Murata был разработан пьезоэлектрический громкоговоритель, отличающийся повышенным КПД, малыми толщиной, весом и потребляемой мощностью (рис. 5). Выпускаются два типа громкоговорителей: диаметром 35 и 50 мм и высотой 2 и 3 мм соответственно. Их основные параметры приведены в табл. 2.



Рис. 5.
Пьезоэлектрический
громкоговоритель
VSB35EW-0701B

Таблица 2. Основные параметры громкоговорителей

Тип	Диапазон частот, кГц	Частота резонанса, Гц	Сопротивление, Ом (F=1 кГц)	Емкость, нФ (F=120 Гц)	Макс. мощность, мВт
VSB35EW-0701B	0.6-20	950±150	600	340	75
VSB50EW-0301B	0.25-20	400±150	300	600	150

Компоненты ультразвукового диапазона

Пьезокерамические изделия ультразвукового диапазона можно разделить на следующие группы:

- преобразователи электрической энергии в механическую (пьезоэлектрические приводы и вентиляторы, ультразвуковые очистители и др.)
- преобразователи механической энергии в электрическую (ультразвуковые сенсоры, датчики детонации, ударов, ускорений и др.)
- электронные компоненты (керамические резонаторы и фильтры, фильтры ПАВ и др.).

Фирма Murata проводит широкие исследования, направленные на создание новых видов пьезокерамических изделий. Ожидается, что по мере создания новых пьезоэлектрических материалов сфера применения таких изделий будет постоянно расширяться.

Пьезоэлектрические приводы применяются для позиционирования магнитных головок видеоматричных камер, наводки на резкость и управления затвором видеокамер, а также в струйных принтерах и ячейках Брайля. Они обеспечивают высокую точность перемещения (от 0.01 мкм до нескольких десятых долей миллиметра), пропорционального приложенному напряжению. Приводы выпускаются в виде биморфных элементов, представляющих собой узкую полоску никелевого сплава с наклеенными с двух сторон слоями пьезоэлектрической керамики. При приложении напряжения 200 В полоска изгибается так, что ее конец смещается на 1.3 мм. Выпускаются также многослойные приводы, представляющие собой пакеты из 35 склеенных вместе слоев керамики Р-7В толщиной 25 мкм каждый.

Пьезоэлектрические излучатели используются в ультразвуковых глубиномерах и эхолотах. Покрытые резиной или полиуретаном, они отличаются высокой эффективностью и большим сроком службы при рабо-

те даже в морской воде. Резонансная частота излучателей 200 кГц, максимально допустимая электрическая мощность 50 и 200 Вт.

Ультразвуковые сенсоры применяются в устройствах сигнализации, видеискателях, для управления автоматическим открыванием дверей, в устройствах дистанционного управления. Сенсоры выпускаются как в открытом, так и во влагозащищенном исполнении. Последние используются в ультразвуковых дальномерах, устанавливаемых на задней части автомобилей для облегчения парковки, а также в измерителях уровня жидкости. Имеются модели с различной шириной диаграммы направленности в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (асимметричная диаграмма).

Большинство сенсоров могут работать как в качестве приемников, так и передатчиков. Рекомендуемая частота излучения составляет 40 кГц, при этом разрешение по дальности составляет 9 мм. Для повышения точности измерения расстояния выпускается ряд моделей с более высокой частотой (до 400 кГц). Они имеют более узкую диаграмму направленности (около 7°) и разрешение по дальности 1 мм.

Датчики ударов генерируют напряжение, пропорциональное ударному ускорению или вибрации. По конструктивному исполнению различают датчики в корпусе и бескорпусные. Датчики в корпусе используются в устройствах охраны автомобилей, витрин, сейфов и других объектов. Бескорпусные датчики находят применение для защиты устройств хранения информации (жестких дисков, CD-дисководов и др.) от потери информации во время записи в условиях внешних ударных нагрузок. Они предназначены для поверхностного монтажа. Направление наибольшей чувствительности (т. наз. "главная ось") бескорпусных датчиков зависит от типа датчика и может принимать значения 0, 25, 45 и 90° относительно поверхности датчика. Датчики отличаются высокой чувствительностью, малыми размерами и весом, устойчивостью к механическим нагрузкам.

Датчики детонации предназначены для обнаружения детонации в автомобильных двигателях. Датчики выполнены в виде дисков и колец из пьезоэлектрической керамики, устанавливаемых на корпусе двигателя. Они устойчивы к воздействию высокой температуры и вибраций. Датчики выпускаются двух типов: резонансные и нерезонансные. Датчики первого типа имеют вдвое больший коэффициент электромеханического преобразования.

Пузырьковые сенсоры применяются в торговых автоматах для определения наличия пузырьков газа в

жидкости. Обычно используется пара сенсоров, один из которых работает как передатчик ультразвуковых колебаний, другой – как приемник. Рабочая частота сенсоров составляет 512 кГц.

Датчики электрического потенциала применяются для измерения электрического потенциала в различных высоковольтном оборудовании, например, на поверхности фоточувствительных барабанов копировальных устройств и лазерных принтеров.

Существует два метода измерения электрического потенциала. Первый основан на том, что при модуляции электрического поля, в электроде, помещенном в это поле, генерируется переменный ток, величина которого пропорциональна потенциалу поверхности. Второй метод отличается от первого тем, что вместо

модуляции поля для генерации тока применяется вибрация электрода.

В датчиках фирмы Murata для вибрации электрода используются прецизионные пьезоэлектрические камертоны, что обеспечивает высокую точность измерения и большой срок службы. Датчики содержат все необходимые элементы: генератор, усилитель, выпрямитель. Выходной сигнал – постоянное напряжение, пропорциональное потенциалу поверхности ($U_{\text{вых}} = E/240$). Диапазон измерения потенциала от нуля до 1500 В.

Дополнительную информацию о пьезокерамических изделиях фирмы Murata можно получить в сети Интернет по адресу: www.murata.com

МАЛОМОЩНЫЕ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СЕРИЙ RT/RW *

Фирма RECOM, известный производитель маломощных DC/DC-преобразователей для поверхностного монтажа, представила в апреле 2003 г. новые серии преобразователей типа RT с выходной мощностью 2 Вт, выпускаемых в SMD корпусах, и типа RW с выходной мощностью 3 Вт, выпускаемых в корпусе DIP. Основные технические характеристики этих DC/DC-преобразователей представлены в публикации.

Г. Местечкина

Фирма RECOM выпускает маломощные DC/DC-преобразователи с выходной мощностью от 0.25 до 3 Вт следующими сериями: RQS/RQD – 0.25 Вт, RZ – 0.5 Вт, RSS/RSD/RSZ – 1 Вт, RTS/RTD – 2 Вт и RW – 3 Вт, причем выходные напряжения преобразователей серий RZ, RSZ и RW – стабилизированные.

DC/DC-преобразователи серий RT (рис. 1) выпускаются как одинарными (RTS), так и сдвоенными



Рис. 1. DC/DC-преобразователь типа RTS-050S

(RTD) и благодаря конструкции SMD корпуса типа UL94V-0, имеющего габариты 12.75×9.3×8.7 мм (для RTS) и 15.24×9.3×8.7 мм (для RTD) могут найти широкое применение в портативных устройствах, к габаритам которых и точности установки уровня выходного напряжения предъявляются жесткие требования.

В сравнении со стандартными DC/DC-преобразователями с выходной мощностью 2 Вт размеры преобразователей серии RT уменьшены на 77 % и занимаемая ими на печатной плате площадь незначительно превышает площадь преобразователя с выходной мощностью 1 Вт.

Применение в преобразователях серии RT тороидального сердечника обеспечивает снижение уровня излучаемых электромагнитных помех. Диапазон рабочих температур преобразователей серии RT от -40 до 71 °С, испытательное напряжение гальванической развязки 1 кВ. Уровень напряжения на

входе: 5, 9, 12, 15 или 24 В, на выходе: 3.3, 5, 9, 12, 15, 24 В (для RTS) и ±3.3, ±5, ±9, ±12, ±15, ±24 В (для RTD). КПД преобразователей до 80 %. DC/DC-преобразователи серии RT имеют защиту от КЗ.

Низкопрофильные DC/DC-преобразователи серии RW (рис. 2) обеспечивают выходную мощность 3 Вт и выпускаются в корпусе DIP-24 типа UL94V-0 габаритами 32.26×14.73×7.0 мм, что делает перспективным их применение в изделиях с ограничениями габаритов и жесткими требованиями к стабильности выходного напряжения: аппаратуре телекоммуникаций, устройствах промышленной автоматизации и т. д. Диапазон рабочих температур преобразователей серии RW -40...75 °С может быть расширен до 125 °С при уменьшении выходной мощности согласно гра-

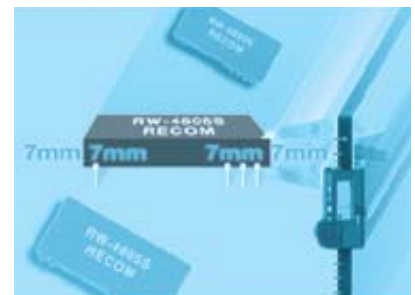


Рис. 2. DC/DC-преобразователь типа RW-4805S

* RTS/RTD Datasheet. – RECOM, April 2003. RW Datasheet. – RECOM, April 2003.

Таблица 1. Основные технические характеристики DC/DC-преобразователей серий RT и RW

Технические характеристики		серия RT	серия RW
Выходная мощность, Вт		2.0	3.0
Уровень входного напряжения ($U_{вх}$), В		5, 9, 12, 15, 24	4.5–9, 9–18, 18–36, 36–72
Диапазон изменения $U_{вх}$		$\pm 10.0\%$	2:1
Уровень выходного напряжения ($U_{вых}$), В		3.3, 5, 9, 12, 15, 24 (RTS); $\pm 3.3, \pm 5, \pm 9, \pm 12, \pm 15, \pm 24$ (RTD)	5, 9, 12, 15
Нестабильность выходного напряжения, %		± 5.0	± 1.0 (типов.)
Испытательное напряжение изоляции, кВ		1.0	1.0
Сопротивление изоляции, ГОм (500 В), мин		10.0	—
Емкость изоляции, пФ		40–115	—
Уровень шумов и пульсаций (20 МГц), мВ		150 (п-п)	50.0 (5.0 В), 1 % (12.0 В)
Нестабильность $U_{вых}$ при изменении $U_{вх}$, %		1.2	± 0.1 (типов.)
Нестабильность выходного напряжения при изменении тока нагрузки, %, для $U_{вых}$:	– 3.3 В	20.0 (макс.)	—
	– 5.0 В	15.0 (макс.)	± 0.2
	– 9, 12, 15 В	10.0 (макс.)	± 0.2
	– 24 В	10.0 (макс.)	—
КПД, %		70 (мин.)	до 83
Частота преобразования, кГц		—	85.0
Время срабатывания защиты от КЗ, с		1.0	—
Диапазон температур, °С:	– рабочих	-40..71	-40..71
	– хранения	-55...125	-50...125
Масса, г		2.1 (RTS), 2.5 (RTD)	—
Габаритные размеры, мм		12.75×9.3×8.7 (RTS), 15.24×9.3×8.7 (RTD)	32.26×14.73×7.0
Корпус		SMD	DIP-24

Таблица 2. Основные параметры DC/DC-преобразователей серий RT и RW

Тип	Входное напряжение, В	Выходное напряжение, В	Ток нагрузки, мА	КПД, %
RTS/RTD-xxx3.3	5, 9, 12, 15, 24	3.3/±3.3	606/±303	70/70
RTS/RTD-xx05		5.0/±5.0	400/±200	70/70
RTS/RTD-xx09		9.0/±9.0	222/±111	75/75
RTS/RTD-xx12		12.0/±12.0	167/±83	75/75
RTS/RTD-xx15		15.0/±15.0	133/±66	75/75
RTS/RTD-xx24		24.0/±24.0	83/±42	78/78
RW-0505/09/12/15S	4.5–9.0	5.0/9.0/12.0/15.0	600/333/250/200	до 83
RW-1205/09/12/15S	9.0–18.0			
RW-2405/09/12/15S	18.0–36.0			
RW-4805/09/12/15S	36.0–72.0			

фику, приведенному на рис. 3. Испытательное напряжение при проверке гальванической развязки выхода от входа 1 кВ. Выход преобразователей серии RW – одинарный с напряжением 5, 9, 12 или 15 В (другие напряжения – по заказу), диапазон входных напряжений: 4.5-9, 9-18, 18-26 или 36-72 В. Типовое значение нестабильности выходного напряжения не превышает 0.1 % при изменении в допустимых пределах уровня входного. При изменении тока нагрузки в пределах от 10 до 100 % номинального типовое значение нестабильности выходного напряжения составляет $\pm 0.2\%$. Уровень выходных пульсаций и шу-

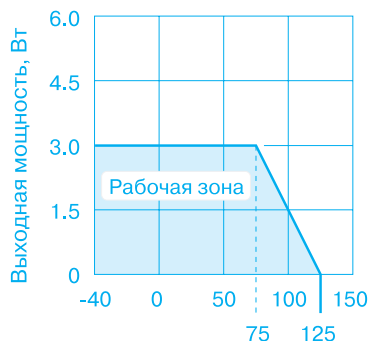


Рис. 3. Зависимость выходной мощности DC/DC-преобразователя серии RW от температуры среды

мов 50 мВ (п-п) для преобразователей с выходным напряжением 5 В и

1 % от выходного напряжения 9, 12 и 15 В. Преобразователи серии RW отличаются высокой надежностью и обеспечивают 1 млн часов наработки до отказа. Занимаемая DC/DC-преобразователями серии RW площадь (4.75 см²) обеспечивается благодаря КПД 83 % и удельной мощности 0.9 Вт/см².

Основные технические характеристики и параметры DC/DC-преобразователей серий RT и RW приведены в табл. 1, 2.

Дополнительную информацию об изделиях фирмы RECOM можно получить в НПП VD MAIS или в сети Интернет по адресу: <http://www.recom-international.com>

ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

НПФ "Интегдиф" разработана принципиально новая экономичная система наружного освещения (СНО), которая внедряется в г. Киеве. Это первая отечественная разработка, позволяющая комплексно решать проблемы освещения современных городов. В статье рассмотрены основные принципы построения СНО и ее составных частей.

В. Денисенко, С. Жаровский

Разработанная система освещения улиц и дорог по сравнению с традиционными дает значительную экономию капитальных и эксплуатационных затрат. По подсчетам авторов экономия средств, расходуемых на освещение только в г. Киеве, при внедрении предлагаемой системы может составить более сорока миллионов гривен в год.

Традиционно в системах уличного освещения используются газоразрядные лампы с электромагнитными пускорегулирующими аппаратами (ПРА), которые потребляют кроме активной значительную реактивную мощность (величина $\cos \varphi$ составляет от 0.4 до 0.8 в зависимости от емкости компенсирующего конденсатора). На графиках, приведенных на рисунке 1, показана зависимость потребляемой реактивной мощности и потерь активной мощности от величины $\cos \varphi$ системы наружного освещения общей мощностью 10 кВт при длине линии 1 км.

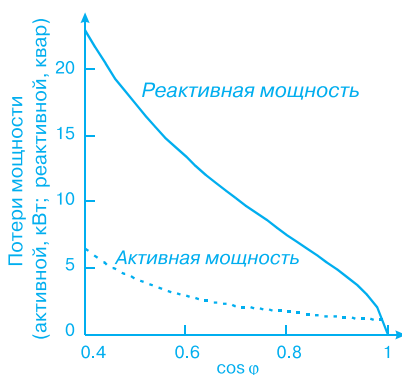


Рис. 1. Зависимость потерь реактивной и активной мощности от величины $\cos \varphi$

Из рис. 1 видно, что при уменьшении величины $\cos \varphi$ в значительной мере увеличиваются потери активной и реактивной мощности. Так, при указанных условиях, если $\cos \varphi = 0.4$, дополнительные потери активной мощности достигнут 7 кВт, а реактивной — свыше 20 квар. Вся реактивная мощность будет рассеиваться на проводах питания и обмотках трансформаторов.

Известно, что система уличного освещения в вечерние сумерки и предракетное время работает на полную мощность, а в период глубокой ночи в основном на 50 %. В существующей системе переход со 100 на 50 % освещения обеспечивается отключением половины светильников, в связи с чем система освещения содержит две линии питания, а осветительные столбы оборудованы двумя светильниками с ПРА. При переходе на экономичный режим освещения одна из линий питания отключается (по одному светильнику на каждом столбе). Существует практика отключения части столбов, однако такой подход резко ухудшает качество освещения и для перспективных систем неприемлем.

Применяемые в осветительных сетях электромагнитные ПРА работают на частоте 50 Гц. Они содержат электромагнитный дроссель и стартер (импульсное зажигательное устройство — ИЗУ), а также конденсатор для повышения $\cos \varphi$. Основные недостатки таких систем состоят в следующем:

- высоки потери электроэнергии за счет низкой величины $\cos \varphi$, не превышающей 0.85 (в осветитель-

ных сетях Украины большая часть ПРА используется без конденсаторов и потери увеличиваются в десятки раз)

- велики пусковые токи, которые вызывают перекося фаз сети
- работа на частоте 50 Гц приводит к появлению шума и стробоскопического эффекта
- светоотдача ламп при работе на частоте 50 Гц относительно низкая
- параллельное включение дросселя с большой индуктивностью и ИЗУ приводит к частым выходам последнего из строя
- световой поток ламп с электромагнитным ПРА зависит от напряжения сети, что чревато невыполнением норм освещенности на дорогах
- энергопотребление таких ПРА зависит от напряжения сети, так при повышении напряжения сети значительно возрастают затраты мощности
- отсутствует возможность регулировки освещенности
- большая масса электромагнитного ПРА приводит к значительному увеличению массы фонаря.

Перечисленные недостатки электромагнитных ПРА ограничивают возможности повышения эффективности СНО и делают актуальным поиск других решений.

Попытки применения электронных ПРА для наружного освещения достаточно многочисленны [2, 3], однако, наряду с устранением ряда недостатков электромагнитных ПРА, таких как низкие КПД и $\cos \varphi$, они не отвечают современным требованиям по уровню высших гармоник потребляемого тока, надежности, уровню шума, защищенности от акустического резонанса, уменьшающего срок службы ламп. Кроме того, в этих ПРА не обеспечивается дистанционное управление работой [2-5].

Структура системы освещения "Интеграл"

При разработке электронного ПРА для СНО "Интеграл" ставилась задача комплексного решения основных проблем наружного освещения. Наряду с требованиями достижения высоких значений КПД, $\cos \phi$, фактора мощности решались вопросы экономичности линий электропитания, шкафов управления, дистанционного управления ПРА и СНО в целом.

ПРА "Интеграл" обеспечивает питание газоразрядной лампы током высокой частоты (50-100 кГц), чем достигаются высокие значения КПД и $\cos \phi$, увеличиваются световая отдача ламп [6] и срок их службы [3]. При этом ПРА "Интеграл" имеет дистанционное управление и может принимать и выполнять команды включения, выключения и перехода в режим пониженной мощности, поступающие от системного блока управления. Эти возможности ПРА позволяют при создании СНО значительно понизить затраты на кабельное, осветительное и коммутационное оборудование, учитывая следующие факторы:

- при подаче питания ПРА начинают работать в режиме холостого хода, потребляя не более 5 Вт. Таким образом, в момент включения ток линии минимален и нет необходимости устанавливать мощные контакторы с искрогасителями, как в традиционных СНО
- включение лампы происходит по команде (пусковой ток не превышает 30 % номинального значения, в то время как для электромагнитных ПРА пусковой ток в 5-10 раз превышает номинальный, поэтому сечение проводов линии питания может быть выбрано, исходя из номинальной суммарной мощности нагрузки, без необходимого для традиционных СНО многократного запаса)
- переход из режима полной мощности в дежурный режим происходит по команде (ПРА плавно пони-

жает выходную мощность до установленного уровня), таким образом, нет необходимости в установке фонарей дежурного освещения и дополнительных линий питания для них

- команда выключения позволяет отключать светильники, не снимая напряжение с линии питания (это можно использовать для уменьшения тока отключения линии).

Основными компонентами СНО "Интеграл" являются два блока: электронный ПРА и блок управления мощностью (рис. 2, 3).



Рис. 2. Электронный пускорегулирующий аппарат



Рис. 3. Блок управления мощностью

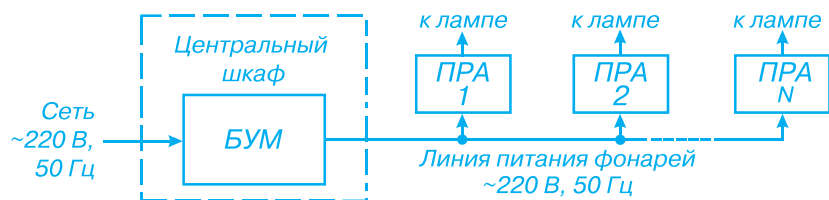


Рис. 4. Структурная схема сети электропитания осветительных приборов

Электропитание на каждую лампу подается от отдельного электронного ПРА. Группой электронных ПРА управляет один блок управления мощностью (БУМ). Структурная схема сети электропитания фонарей показана на рис. 4.

БУМ находится в шкафу управления освещением, от которого сетевое напряжение 220 В, 50 Гц поступает на группу осветительных приборов с общим потреблением до 10 кВт при однофазном подключении и до 20 кВт – при трехфазном. По этому же кабелю питания на ПРА от передатчика БУМ передаются команды включения, выключения фонарей и перехода в режим пониженной мощности освещения.

ПРА выполнен во влагозащищенном корпусе и может быть установлен в фонарь, нишу осветительного столба или укреплен на стене здания. ПРА "Интеграл" предназначен для питания натриевых газоразрядных ламп высокого давления и обеспечивает стабилизацию питания лампы током высокой частоты и ограничение потребляемой мощности в соответствующем режиме после получения команды от БУМ.

ПРА обеспечивает все режимы работы лампы: поджиг, стабилизацию тока, установку пониженной мощности, а также контролирует цепь питания лампы (наличие короткого замыкания, обрыва в цепи лампы, неисправности лампы). Функциональная схема ПРА приведена на рис. 5.

Сетевое напряжение подается на клеммную колодку ПРА и преобразуется выпрямителем в постоянное напряжение, которое используется для питания управляемого

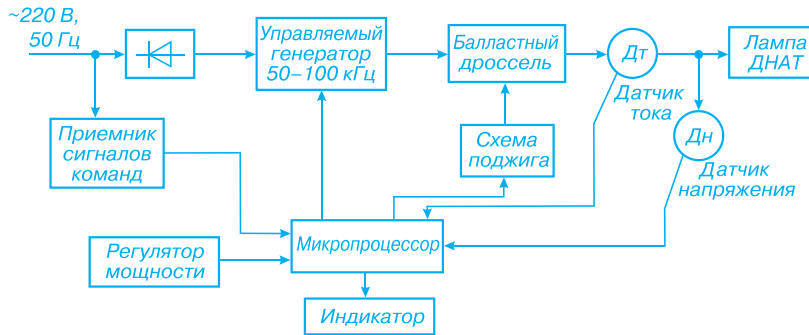


Рис. 5. Функциональная схема ПРА

высокочастотного генератора (50-100 кГц). При такой частоте питания световой поток лампы на 20 % выше, чем при частоте 50 Гц [6]. Схема выпрямителя содержит корректор коэффициента мощности, предназначенный для формирования синусоидального тока, потребляемого от сети, чем обеспечивается требуемый коэффициент третьей гармоники (менее 10 %).

К сети через разделительный фильтр подключен также приемник сигналов команд. Напряжение высокой частоты от генератора через разделительный трансформатор и балластный дроссель поступает на лампу. В цепи лампы установлены датчики тока и напряжения, с помощью которых контролируется работа лампы. Напряжение поджига формируется схемой поджига, при этом используется дополнительная обмотка балластного дросселя. Всеми узлами ПРА управляет микропроцессор AT90S2313 (МП).

После подачи питания из центрального шкафа и команды от БУМ ПРА входит в режим поджига лампы, при котором на нее подается напряжение высокой частоты и импульсы поджига амплитудой 4.5 кВ. Режим поджига длится до появления тока в лампе, но не более 3 минут. В режиме разогрева лампы ток через нее не превышает 120 % номинального значения.

В рабочем режиме ток лампы при колебаниях сетевого напряжения (180-260 В) поддерживается на уровне 95-105 % номинального значения. Для этого сигнал датчика

тока лампы поступает на вход компаратора МП, в котором сравнивается с эталонным сигналом. При отклонениях МП регулирует частоту генератора в соответствующем направлении, в результате чего изменяется падение напряжения на дросселе и ток лампы стабилизируется. При неисправности лампы (обрыве, коротком замыкании) напряжение с лампы снимается и включается индикация, которая соответствует характеру неисправности.

ПРА обеспечивает стабильность светового потока лампы независимо от изменений напряжения сети питания. На рис. 6 приведены сравнительные характеристики зависимости освещенности от уровня напряжения сети в случае применения традиционного электромагнитного ПРА и электронного ПРА типа "Интеграл" для лампы мощностью 150 Вт.

ПРА "Интеграл" обеспечивает как стабильность светового потока ламп, так и стабильность потребления электроэнергии независимо от напряжения сети. На рис. 7 показаны сравнительные характеристики зависимости потребляемой мощности от величины напряжения сети для традиционного электромагнитного ПРА и электронного ПРА "Интеграл".

При необходимости перехода на режим пониженной освещенности от БУМ, расположенного в центральном шкафу, передается команда (от таймера, по команде дистанционного управления от

диспетчера или нажатием кнопки), которая воспринимается всеми ПРА системы освещения. ПРА "Интеграл" обеспечивают плавное снижение тока лампы (на протяжении 5 минут) до уровня, предварительно установленного на лицевой панели ПРА согласно плану освещения.

Для устранения влияния бросков напряжения сети выше 300 В ПРА подключается к сети питания через внешний предохранитель и варистор. Длина кабеля от ПРА к лампе может достигать 25 м.

Варианты выполнения ПРА отличаются мощностью генератора (70, 100, 150, 250 и 400 Вт) и способом установки (внутри светильника, в нижней части столба, на стене здания).

БУМ формирует и передает по линии питания команды управления:

- включения ламп на полную мощность
- выключения ламп
- снижения освещенности.

Команды управления формируются в виде посылок частотой 200 кГц длительностью от 3 до 10 с.

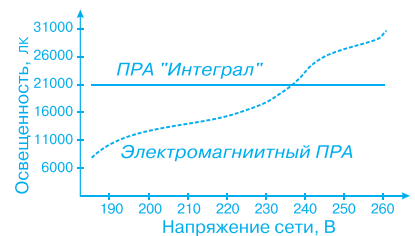


Рис. 6. Зависимость освещенности от напряжения сети для различных типов ПРА

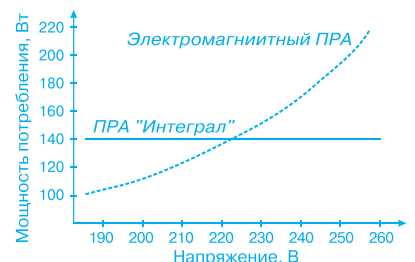


Рис. 7. Зависимость потребляемой мощности от напряжения сети для различных типов ПРА

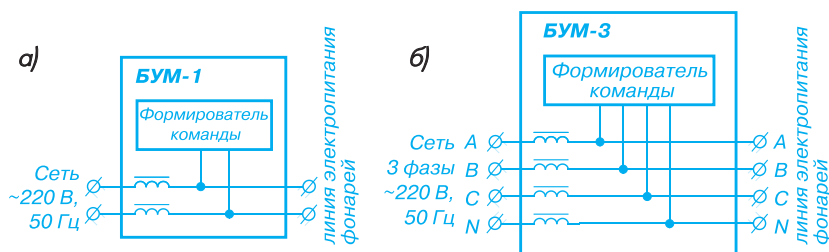


Рис. 8. Варианты подключения БУМ: однофазного (а), трехфазного (б)

БУМ обеспечивает также высокочастотную развязку линии питания от основной сети. БУМ содержит генератор сигналов команд, интерфейс для приема внешних команд, цепи соединения с линией питания фонарей и заградительные фильтры для развязки с основной сетью. Питание БУМ осуществляется от основной сети, потребление в режиме ожидания 1 Вт, а в режиме передачи команды – 10 Вт. БУМ может быть двух типов (для однофазной или трехфазной сети) и двух конструктивных исполнений (для установки внутри шкафа и для наружной установки). На рис. 8 показаны схемы подключения для однофаз-

ного и трехфазного БУМ. Особенностью интерфейса БУМ с линией питания фонарей является необходимость низкоомного выхода генератора команд, работающего на линию с большой погонной емкостью (0.5 мкФ/км). Применение в БУМ микропроцессора AT90S2313 позволило создать гибкую систему управления освещением различными сигналами: телеуправления диспетчера, фотодатчиков, внутреннего таймера и т. п. Применение системы наружного освещения "Интеграл" внесет существенные изменения в традиционные осветительные сети и обеспечит

повышение их экономичности и надежности.

Дополнительную информацию о СНО "Интеграл" можно получить по тел.: (044) 468-53-27, e-mail: zagor@integdiff.ru.kiev.ua или в сети Интернет по адресу: <http://www.integdiff.com.ua>

ЛИТЕРАТУРА:

1. Райцен Е.А. Наружное освещение городов на современном этапе//Светотехника. – К.: Эллотек, 2002.
2. "Светотехника", 1999, № 6.
3. INDUXI – Power feeding system for street lighting lamp//France, SOGEXI, 2000.
4. Намитков К.К., Соколов В.Ф. и др. "Система наружного освещения". – БИ № 11, 1992.
5. Губарько В.Ю. и др. Осветительное устройство//Промислова власність, № 2, 1998.
6. Рохлин Г.Н. Газоразрядные источники света. – "Энергоатомиздат", М., 1991.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ РЕЛЕ КОНЦЕРНА TYCO ELECTRONICS

Электромагнитные реле, имеющие высокую устойчивость к внешним воздействиям, по-прежнему широко используются в электронной аппаратуре и электротехническом оборудовании. В статье приведены характеристики некоторых типов реле, производимых компанией Schrack, входящей в концерн Tyco Electronics.

В. Макаренко

Созданию первого реле предшествовало изобретение в 1824 г. англичанином Стардженом электромагнита – устройства, преобразующего входной электрический ток катушки с намотанным на железный сердечник проводом, в магнитное поле, образующееся внутри и вне этого сердечника. Магнитное поле воздействует на ферромагнитный материал и притягивает его к сердечнику электромагнита. Электромагнит с внешним якорем

лег в основу конструкции первого коммутационного реле, использованного в телеграфном аппарате, построенном в 1837 г. американским художником и изобретателем С. Бризом (Морзе), создавшим позднее и код для передачи данных с помощью телеграфа – азбуку Морзе. И хотя в настоящее время появились полупроводниковые (твердотельные) реле, которые не имеют подвижных изнашивающихся контактов и обладают высокой надежностью, полностью заменить элект-

ромагнитные реле они не смогли [1]. Реле продолжают использоваться благодаря следующим достоинствам:

- малому сопротивлению замкнутых контактов, величина которого меньше, чем сопротивление открытого полупроводникового перехода
- устойчивости к перегрузкам и коротким замыканиям
- высокой устойчивости к воздействию внешних электрических и магнитных полей
- меньшим габаритам и стоимости по сравнению с полупроводниковыми аналогами, используемыми для коммутации больших мощностей
- большому количеству конфигураций контактов.

Таблица 1. Условные обозначения контактов реле

Конфигурация контактов	Буквенное обозначение			Графическое обозначение
	Германия	Великобритания	США	
Нормально разомкнутые	1	A	SPST-NO	
Нормально замкнутые	2		SPST-NC	
Группа на переключение	21	C	SPDT или CO	
Сдвоенные замыкающие с общим выходом	1	X	Bridging NO или DM	
Сдвоенные размыкающие с общим выходом	2	Y	Bridging NC или DB	
Сдвоенные замыкающие с отдельными выходами	—	2A	2SPST-NO или Twin make	

По функциональному назначению реле делятся на сигнальные (коммутируемая мощность до 100 Вт на постоянном токе и до 500 В·А – на переменном); коммутирующие цепи питания (коммутируемая мощность до 4 кВ·А); промышленные (коммутируемая мощность до 7.5 кВ·А); безопасные (для использования в цепях управления); прерыватели (для выключения цепей при превышении током нагрузки заданного значения); автомобильные.

Основными отличиями реле являются количество и конфигурация контактов [1, 2]. Условные буквенные и графические обозначения контактов реле приведены в табл. 1.

Надежность работы реле в аппаратуре различного назначения в значительной степени зависит от правильного выбора электрических режимов работы обмотки и контактов. Рабочие напряжения и токи в обмотке реле должны находиться в пределах допустимых значений. Коммутируемые напряжения и токи должны выбираться с учетом требуемой долговечности реле. Уменьшение рабочего тока в обмотке приводит к снижению надежности контакта, а увеличение – к пере-

греву обмотки и снижению надежности реле. Нежелательна даже кратковременная подача на обмотку реле повышенного напряжения, так как при этом возникают механические перенапряжения в деталях магнитопровода и контактных групп, а увеличение напряжения на обмотке выше допустимого уровня при размыкании ее цепи может вызвать пробой изоляции.

При выборе режима работы контактов необходимо учитывать значение и род коммутируемого тока, характер нагрузки, общее количество и частоту переключений. При коммутации активных и индуктивных нагрузок наиболее тяжелым для контактов является процесс размыкания цепи, так как основной износ контактов происходит при размыкании из-за образования дугового разряда. Износостойкость контактов реле при коммутации цепей переменного тока с частотой до 1000 Гц выше, чем при коммутации цепей постоянного тока (при одинаковом токе). При увеличении частоты коммутируемого сигнала выше 1000 Гц эрозия контактов, и, следовательно, износостойкость становится такой же, как при коммутации цепей постоянного тока.

Необходимо также учитывать, что разные контакты одного реле замыкаются и размыкаются не одновременно. Поэтому суммарный ток, коммутируемый соединенными параллельно контактами, не должен превышать максимально допустимого значения для одной группы контактов.

Компания Schrack выпускает продукцию, соответствующую по безопасности требованиям международных стандартов, что подтверждено сертификацией Лаборатории безопасности UL (США), Ассоциации стандартов Канады CSA, Комиссии контроля продукции VDE (Германия), Объединения технического контроля TUV (Германия) и другими [2]. Ниже приведены характеристики некоторых типов реле, выпускаемых компанией.

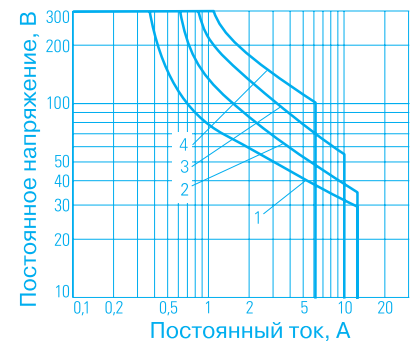


Рис. 1. Зависимость допустимого напряжения на контактах промышленных реле серии РТ от величины коммутируемого тока для одной (1), двух (2), трех (3), четырех (4) контактных групп

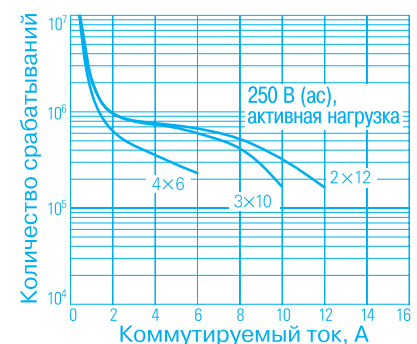
















Рис. 2. Зависимость количества срабатываний промышленных реле серии РТ от величины коммутируемого тока

Таблица 2. Характеристики промышленных реле компании Schrack

Тип реле	PT2	PT3	PT5	MT	RM2/7
Внешний вид					
Характеристики					
Конфигурация контактов	2 CO	3 CO	4 NO	2 CO, 3 CO	2 CO, 3 CO
Коммутируемый ток, макс., А	12	10	6	10	16
Коммутируемое напряжение, макс., В	250	250	250	250	380
Коммутируемая мощность, макс., В·А	3000	2500	1500	2500	6000
Материал контактов	AgNi	AgNi	AgNi	AgNi	AgCdO
Испытат. напряжение изоляции (ac), В	2500	2500	2500	2500	2500
Диапазон рабочих температур, °С	-40...70	-40...70	-40...70	-40...60/50	-40...60/55
Вид исполнения	компактное герметичное	компактное герметичное	компактное герметичное	герметичное	герметичное
Метод установки	через разъем, на печатную плату	через разъем, на печатную плату	через разъем, на печатную плату	через разъем	через разъем, на печатную плату, с помощью фланца
Габаритные размеры, мм	28.0×22.5×29.0	28.0×22.5×29.0	28.0×22.5×29.0	35.5×35.5×57.0	38.5×35.5×48.5
Сертификация безопасности	VDE, UL, CSA	VDE, UL, CSA	VDE, UL, CSA	VDE, UL, CSA	VDE, UL, CSA
Обмотка					
Диапазон рабочих напряжений обмотки (dc/ac), В	(6...220)/(6...230)	(6...220)/(6...230)	(6...220)/(6...230)	(6...220)/(6...230)	(6...220)/(6...400)
Мощность, рассеиваемая обмоткой (dc/ac), мВт/В·А	750/1.0	750/1.0	750/1.0	1200/2.3	1600/2.8
Тип реле	RM5/6	RM8	RMC/D	PCLH	T92
Внешний вид					
Характеристики					
Конфигурация контактов	2 или 3 NO	2 CO	1 NO+1 NC, 1 NO	2 CO	2 NO
Коммутируемый ток, макс., А	16, 10	25	30	10	30
Коммутируемое напряжение, макс., В	380	250	250	250	250
Коммутируемая мощность, макс., В·А	6000, 3800	6000	7500	2500	7500
Материал контактов	AgCdO	AgCdO	AgCdO	AgCdO	AgCdO
Испытательное напряж. изоляции (ac), В	2500	2500	2500	1500	4000
Диапазон рабочих температур, °С	-45...60/50	-45...65/40	-45...60/40	-10...55	-40...70/65
Вид исполнения	герметичное	герметичное водонепроницаемое	герметичное водонепроницаемое	герметичное	герметичное водонепроницаемое, окрашено
Метод установки	через разъем, на печатную плату, с помощью фланца	с помощью фланца	с помощью фланца	через разъем, на печатную плату	на печатную плату
Габаритные размеры, мм	38.5×35.5×48.5	38.5×35.5×48.5	38.5×35.5×48.5	27.5×21.2×34.5	52.3×34.6×30.8
Сертификация безопасности	VDE, UL, CSA	VDE, UL, CSA		UL, CSA	UL, CSA, VDE,
Обмотка					
Диапазон рабочих напряжений обмотки (dc/ac), В	(6...220)/(6...400)	(6...220)/(6...400)	(6...220)/(6...400)	(12...48)/(12...230)	(6...48)/(24...240)
Мощность, рассеиваемая обмоткой (dc/ac), Вт/В·А	1.6/2.8	1.2/2.8	1.2/2.8	0.9/1.2	1.7/4.0

Примечание: dc/ac – постоянный ток/переменный ток

Таблица 3. Характеристики безопасных реле компании Schrack

Тип реле	SR2m (V23047)	SR4D/M	SR6D/M	SR6 (V23050)
Внешний вид				
Характеристики				
Конфигурация контактов	1 NO+1 NC, 2 CO	2 NO+2 NC, 3 NO+1NC	2 NO+2 NC, 3 NO+1 NC	4 NO+2 NC, 3 NO+1 NC, 5 NO+1 NC
Коммутируемый ток, макс., А	6	8	8	8
Коммутируемое напряжение, макс., В	250	250	250	250
Коммутируемая мощность, макс., В·А	1500	2000	2000	2000
Материал контактов	AgNi10	AgSnO	AgSnO	AgNi
Испытат. напряжение изоляции (ac), В	4000	4000	3000	3000
Диапазон рабочих температур, °С	-40...70	-25...70	-25...70	-25...70
Вид исполнения	окрашено	окрашено	окрашено	окрашено
Метод установки	на печатную плату	на печатную плату	на печатную плату	на печатную плату
Габаритные размеры, мм	29.0×12.6×25.5	40.0×13.0×16.0	55.0×16.5×16.0	55.0×16.5×16.0
Сертификация безопасности	VDE, UL, CSA, TUV	VDE, UL, CSA, TUV	VDE, UL, TUV	VDE, UL, CSA, TUV
Обмотка				
Диапазон рабочих напряж. обмотки (dc), В	5...110	5...110	5...110	5...110
Мощность, рассеиваемая обмоткой (dc), мВт	700	800	1200	1200

Промышленные реле (табл. 2) имеют различные модификации: с двумя, тремя и четырьмя группами контактов на переключение и комплектуются катушками для работы с постоянным или переменным то-

ком в цепи питания. Выполнены реле в прозрачных герметичных пластиковых корпусах (кроме реле типа T92) и имеют механический и электрический индикатор срабатывания.

Промышленные реле обладают

высокой нагрузочной способностью и хорошо переносят перегрузку. Поэтому их можно применять в сварочных аппаратах и пусковых цепях электродвигателей. На рис. 1 приведены зависимости до-

Таблица 4. Характеристики прерывателей компании Schrack









Серия прерывателей	W28	W58	W6/W9
Внешний вид			
Тип прерывателя	Термический	Термический	Магнитный
Характеристики			
Количество контактов	1	1	1...4
Диапазон рабочих токов, А	0.25...16	0.5...25	0.2...50
Максимальное рабочее напряжение, В	32 (dc), 250 (ac)	50 (dc), 250 (ac)	65 (dc), 415 (ac)
Ток срабатывания, А	1000 при 32 В (dc) или 250 В (ac)	2000 при 50 В (dc), 1000 при 250 В (ac)	2000 при 65 В (dc), 5000 при 250 В (ac)
Диапазон рабочих температур, °С	-20...60	-20...60	-20...85
Вид исполнения	водонепроницаемое	водонепроницаемое, кнопка-винт	водонепроницаемое, тумблер
Метод установки	с помощью фланца	с помощью фланца или винтов	с помощью фланца
Габаритные размеры, мм	13.7×15.9×40.0	16.8×34.9×34.9	W6 – 19.1×50.8×41.1, W9 – 19.1×63.5×53.0
Сертификация безопасности	VDE, UL, CSA, DEMKO, SEV	UL, CSA	VDE, UL, CSA

Таблица 5. Характеристики мощных автомобильных реле для печатного монтажа

Тип реле	V23133	V23076	V23033-C	V23033-D	V23071	
Внешний вид						
Характеристики						
Конфигурация контактов	1 NO, 1 CO	1 NO, 1 CO	DM	2SPST-NO	1 NO	
Максимальный коммутируемый ток, А:	– при срабатывании	30 (nc), 100 (no)	30 (nc), 100 (no)	80	2×80	300
	– при выключении	30 (nc), 60 (no)	30 (nc), 60 (no)	35	2×20	70
Продолжительный режим работы, А:	– при 23 °С	30 (nc), 45 (no)	30 (nc), 45 (no)	35	2×20	70
	– при 85 °С	25 (nc), 30 (no)	25 (nc), 30 (no)	20	2×15	50
Материал контактов	AgNi 0.15, AgSnO	AgNi 0.15, AgSnO	AgNi	AgNi	AgNi	
Диапазон рабочих температур, °С	-40...85	-40...85	-40...85	-40...85	-40...85	
Вид исполнения	открытое	окрашенное	открытое	открытое	открытое	
Габаритные размеры, мм	24.0×19.25×18.5	26.1×21.1×21.2	28.0×19.0×18.5	28.0×19.0×18.5	25.0×19.25×18.5	
Обмотка						
Рабочее напряжение (dc), В	12, 24	12, 24	12, 24	12, 24	12, 24	

Примечание: (nc) – при размыкании контактов, (no) – при замыкании контактов

пустимого напряжения на контактах промышленных реле серии РТ от коммутируемого тока, а на рис. 2 – зависимость количества срабатываний реле от величины коммутируемого тока. Зависимости показаны для реле, имеющих 2, 3 или 4 контактных группы.

Основные характеристики промышленных реле приведены в табл. 2.






Безопасные реле (табл. 3) предназначены для использования в цепях управления в случае, когда безопасность работы устройств является решающим фактором.

Прерыватели (табл. 4) предназначены для разрыва цепи при заданной величине тока, протекающего через контакты. Термические прерыватели (принцип действия основан на нагревании проводника и

контактов реле при протекании по ним тока) имеют различное время срабатывания, которое зависит от тока, протекающего в цепи нагрузки. На рис. 3 приведены графики зависимости времени срабатывания прерывателя типа W28 от тока нагрузки.

Автомобильные реле (табл. 5, 6) отличаются виброустойчивостью и предназначены для управления

Таблица 6. Характеристики миниатюрных автомобильных реле для печатного монтажа

Тип реле	V23072	V23072-C	V23086-C1	V23086-M1	V23083	
Внешний вид						
Характеристики						
Конфигурация контактов	1 NO, 1 CO	1 NO, 1 CO	1 NO, 1 CO	1 NO, 1 CO	1 CO	
Максимальный коммутируемый ток, А:	– при срабатывании	12 (nc), 60 (no)	30 (nc), 100 (no)	40	40	15 (nc), 30 (no)
	– при выключении	10 (nc), 20 (no)	30 (nc), 60 (no)	30	30	5 (nc), 10 (no)
Продолжительный режим работы, А:	– при 23 °С	10 (nc), 15 (no)	30 (nc), 45 (no)	25 (nc), 30 (no)	25 (nc), 30 (no)	10 (nc), 10 (no)
	– при 85 °С	05 (nc), 10 (no)	25 (nc), 30 (no)	15 (nc), 20 (no)	15 (nc), 20 (no)	5 (nc), 6 (no)
Материал контактов	AgNi 0.15, AgSnO	AgNi 0.15, AgSnO	AgSnO	AgSnO	AgNi 0.15, AgSnO	
Диапазон рабочих температур, °С	-40...85	-40...85	-40...105	-40...105	-40...85	
Вид исполнения	открыт	окрашенное	окрашенное	окрашенное	окрашенное	
Габаритные размеры, мм	16.0×13.0×18.0	17.5×15.0×19.5	13.1×12.1×10.0	13.1×12.1×11.3	17.5×12.4×16.7	
Обмотка						
Рабочее напряжение (dc), В	12, 24	12, 24	10, 12	10, 12	9, 12	

Примечание: (nc) – при размыкании контактов, (no) – при замыкании контактов

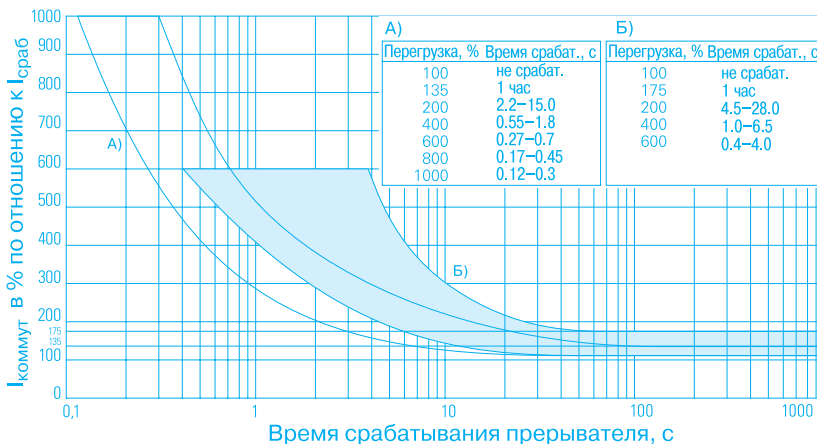


Рис. 3. Зависимость времени срабатывания прерывателя серии W28 от величины коммутируемого тока нагрузки в диапазоне: 3-20 А (а), 0.25-2.0 А (б)

электротехническим оборудованием автомобиля. Диапазон коммутируемых напряжений постоянного тока и напряжений питания от 9 до 24 В. Величина коммутируемых токов – до 100 А.

Питание большинства типов ав-

томобильных реле осуществляется от источника постоянного тока, по типам они подразделяются на поляризованные и неполяризованные. Реле с питанием катушки переменным током – только неполяризованные. В неполяризованных

реле направление тока в катушке для их включения значения не имеет. В поляризованных реле включение осуществляется током одного направления, а выключение – током другого направления.

Номенклатура реле, выпускаемых компанией Schrack, насчитывает более шестидесяти типов [2]. Для более детального знакомства с характеристиками реле следует обратиться на Web-сайт производителя [3].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Петраков В. Электромеханические реле компании Schrack// Компоненты и технологии, 2003, № 3.
2. <http://www.schrackrelays.com/pdf/definitions.pdf>
3. <http://www.schrackrelays.com>

ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ СИЛОВЫЕ РЕЛЕ

В статье рассмотрены оптоэлектронные твердотельные силовые реле компании Matsushita Electric Works, предназначенные для коммутации цепей постоянного и переменного тока в высоконадежном промышленном оборудовании.

А. Ермолович

Компания Matsushita Electric Works производит оптоэлектронные твердотельные реле (PhotoMOS Relay), предназначенные для коммутации аналоговых сигнальных цепей и исполнительных устройств. Рассмотрим особенности функционирования таких твердотельных реле, эквивалентных электромагнитным реле с нормально разомкнутыми (закрывающимися) контактами. Твердотельное реле постоянного тока (рис. 1) состоит из оптронного узла гальванической развязки (выполненного на базе светодиода и фотодиода, работающего в фотогальваническом режиме) и силового ключа на МОП-транзисторе. Фотодиод включен между истоком и затвором транзистора. При пропускании тока через светодиод на выходе фотодиода формируется напряжение, которое увеличивает проводимость канала МОП-транзистора. В твердотельных реле, эквивалентных электромагнитным реле с нормально за-

мкнутыми (размыкающими) контактами, проводимость канала транзистора в исходном состоянии высока и фотоЭДС запирает транзистор. Реле переменного тока содержит два транзистора, включенных последовательно и встречно.

Основные характеристики выпускаемых компанией Matsushita Electric Works оптоэлектронных твердотельных силовых реле с нормально разомкнутыми контактами приведены в таблице; электрические схемы – на рис. 2. Цепь управления обеспечивает отпирание ключа при токе через светодиод не более 3 мА и запираение при токе не менее 0.4 мА. Максимальный

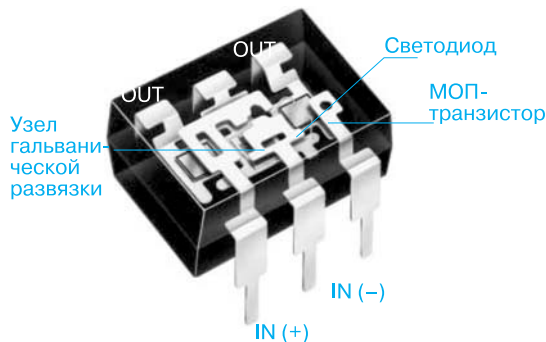


Рис. 1. Конструкция оптоэлектронного твердотельного реле

Основные характеристики оптоэлектронных твердотельных силовых реле

Тип микро-схемы	Параметры ключа				Типовое/ макс. время включения, мс	Типовое/ макс. время выключения, мс
	В закрытом состоянии		В открытом состоянии			
	Макс. напряжение, В	Макс. ток утечки, мкА	Макс. постоянный/ импульсный ток, А	Макс./типичное сопротивление, Ом		
Для коммутации переменного и постоянного тока, одинарные, корпус SIL						
AQZ202	60	10	3.0/9.0	0.11/0.18	2.46/5.0	0.22/3.0
AQZ205	100		2.0/6.0	0.23/0.34	2.4/5.0	0.21/3.0
AQZ207	200		1.0/3.0	0.7/1.1	1.12/5.0	0.1/3.0
AQZ204	400		0.5/1.5	2.1/3.2	1.65/5.0	0.08/3.0
Для коммутации постоянного тока, одинарные, корпус SIL						
AQZ102	60	10	4.0/9.0	0.05/0.09	1.66/5.0	0.15/3.0
AQZ105	100		2.6/6.0	0.08/0.17	1.89/5.0	0.19/3.0
AQZ107	200		1.3/3.0	0.34/0.56	0.83/5.0	0.08/3.0
AQZ104	400		0.7/1.5	1.06/1.6	1.01/5.0	0.08/3.0
Для коммутации переменного и постоянного тока, сдвоенные, плоский корпус под монтаж в металлизированные отверстия или на поверхность печатной платы						
AQW272	60	10	1.8/6 *	0.11/0.18	2.46/5.0	0.22/3.0
AQW272	100		1.1/4 *	0.23/0.34	2.4/5.0	0.21/3.0
AQW272	200		0.55/2 *	0.7/1.1	1.12/5.0	0.1/3.0
AQW272	400		0.3/1 *	2.1/3.2	1.65/5.0	0.08/3.0

* при использовании только одного канала

ток через светодиод 50 мА. Все реле имеют диапазон рабочих температур -40...+85 °С. Электрическая прочность изоляции ключа от цепи управления (светодиода) составляет 2500 В (среднеквадратическое значение).

Реле серий AQZ10x и AQZ20x имеют габариты 3.5x12.5x21 мм (ширинаxвысотаxглубина) и выводы, предназначенные для пайки в печатную плату или установки в специальную колодку. Реле серии AQW27x имеют габариты корпуса 8.8x3.9x19.5 мм и выпускаются с выводами под монтаж в металлизированные отверстия или на поверхность печатной платы.

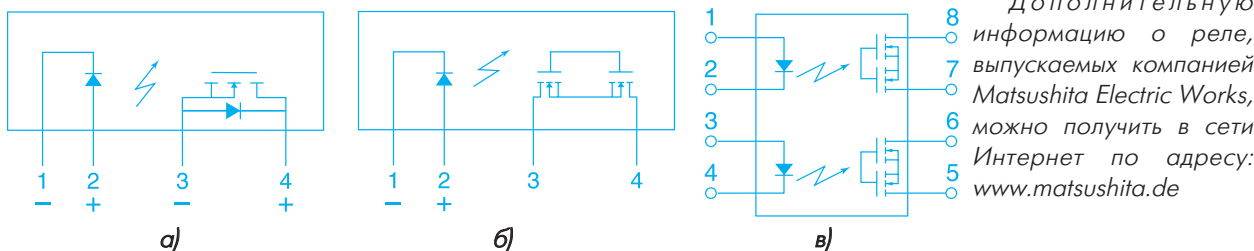
Максимальная мощность, коммутируемая малогабаритными реле, в значительной мере определяется возможностями рассеивания тепла корпусом, поэтому при высокой частоте коммутации необходимо снижать напряжение на ключе или ток через него. Рассматриваемые реле обеспечивают коммутацию максимальной мощности при частоте коммутации не выше 0.5 Гц.

Основное преимущество твердотельных реле по сравнению с электромагнитными – практически нео-

граниченное число переключений, недостаток – более высокая стоимость. Поэтому твердотельные силовые реле находят применение там, где требуются надежность и большое число переключений: в высокопроизводительном производственном и испытательном оборудовании, промышленных роботах, высокопроизводительном офисном оборудовании, в светофорах и семафорах, автоматике железнодорожного транспорта и пр.

Если необходимо коммутировать силовые цепи с большой потребляемой мощностью (например, мощные электродвигатели или нагреватели), в качестве силового ключа обычно используются симисторы (триаки), а оптоэлектронные твердотельные реле применяются в качестве устройства гальванической изоляции цепи управления симистором.

Кроме силовых оптоэлектронных твердотельных реле компания Matsushita Electric Works выпускает слаботочные и сигнальные реле в малогабаритных корпусах.



Дополнительную информацию о реле, выпускаемых компанией Matsushita Electric Works, можно получить в сети Интернет по адресу: www.matsushita.de

Рис. 2. Электрические схемы реле серий AQZ10x (а), AQZ20x (б) и AQW27x (в)

ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ СЛАБОТОЧНЫЕ РЕЛЕ

В статье рассмотрены характеристики твердотельных реле нового поколения, выпускаемых корпорацией Toshiba. Реле предназначены для использования в малогабаритных высоконадежных коммутационных устройствах.

А. Ермолович

Выпускаемые корпорацией Toshiba твердотельные реле (MOSFET Photorelay) предназначены для коммутации постоянного и переменного тока в слаботоковых и сигнальных цепях. Эти реле обеспечивают надежную гальваническую изоляцию цепи управления от коммутируемой цепи и состоят из высокоэффективного светодиода и ключа на МОП-транзисторах, выполненных по технологии "Trench". От своих предшественников реле отличаются улучшенными электрическими параметрами ключа: уменьшенным сопротивлением и сниженной электрической емкостью. Конструктивно реле выполнены в виде микросхем в корпусах SOP или DIP. Оптоэлектронные твердотельные слаботоковые реле предназначены для замены электромагнитных реле в телекоммуникационном оборудовании, программируемых логических контроллерах, промышленных системах управления, носимых устройствах с автономным питанием, контрольно-измерительных приборах и автоматизированном испытательном оборудовании. По сравнению с электромагнитными твердотельные реле характеризуются:

- отсутствием акустического излучения и дребезга контактов
- уменьшенными габаритами
- сниженной мощностью, потребляемой цепью управления
- увеличенным быстродействием
- большим числом переключений
- стойкостью к воздействию ударов и вибрации.

В настоящее время корпорация Toshiba выпускает следующие типы микросхем твердотельных слаботоковых реле:

- общего назначения с нормально разомкнутыми (закрывающимися) или нормально замкнутыми (размыкающимися) контактами
- с нормально разомкнутыми контактами и:
 - повышенной электрической прочностью изоляции (в соответствии с требованиями EN60950)
 - ограничением коммутируемого тока
 - нормированной емкостью ключа.

Основные характеристики этих реле приведены в таблице; электрические схемы реле в корпусах с четырьмя, шестью и восемью выводами – на рис. 1; схемы включения микросхем реле в корпусе с шестью вы-

водами – на рис. 2. Цепь управления обеспечивает включение ключа при токе светодиода не более 3 мА (4 мА для реле серии TLP311х) и выключение при токе не менее 0.1 мА. Максимальный ток светодиода 50 мА. Все реле имеют диапазон рабочих температур -40...+85 °С кроме реле серии TLP311х, имеющих нижнюю рабочую температуру -20 °С.

Реле общего назначения предназначены для использования в малогабаритной аппаратуре с автономным питанием. Для увеличения срока службы батарей необходимо выбирать реле с нормально замкнутыми или разомкнутыми контактами в зависимости от того, в каком состоянии реле находится большую часть времени.

Реле с ограничением коммутируемого тока характеризуются наличием встроенной цепи ограничения тока ключа в открытом состоянии и предназначены для коммутации линий связи и защиты станционной и абонентской аппаратуры проводной связи от экстра-токов. График зависимости величины тока, протекающего через ключ реле в режиме закорачивания им источника напряжением 5 В, от времени приведен на рис. 3.

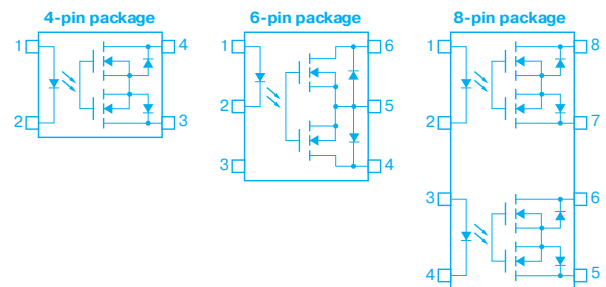


Рис. 1. Электрические схемы микросхем оптоэлектронных твердотельных слаботоковых реле

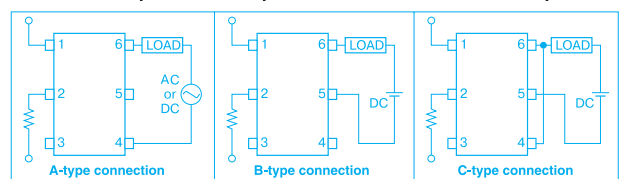


Рис. 2. Электрические схемы включения микросхем реле в корпусе с шестью выводами

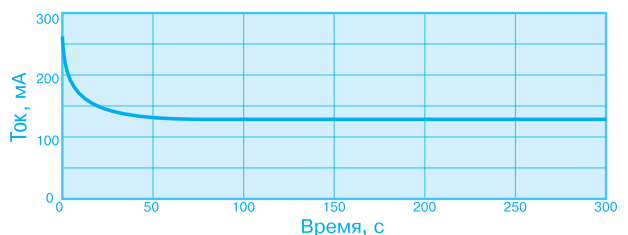


Рис. 3. График зависимости величины тока от времени для реле с ограничением коммутируемого тока

Параметры микросхем оптоэлектронных твердотельных слаботочных реле

Тип микросхемы	Параметры ключа						Время включения, мс	Время выключения, мс	Тип корпуса
	В закрытом состоянии		В открытом состоянии		Емкость C _{OFF} , пФ	Электрическая прочность изоляции, В			
	Макс. напряжение, В	Макс. ток утечки, мкА	Макс. ток, А	Макс./типичное сопротивление, Ом					
Общего назначения с нормально разомкнутыми контактами									
TLP172A	60	1	0.4	2/1	-	1500	2	0.5	SOP4
TLP192A									SOP6
TLP202A									SOP8
TLP222A			2500			DIP4			
TLP592A						DIP6			
TLP222A-2						DIP8			
TLP172G	350	1	0.11	35/25	-	1500	1	1	SOP4
TLP192G									SOP6
TLP202G									SOP8
TLP222G			2500			DIP4			
TLP592G						DIP6			
TLP222G-2						DIP8			
Общего назначения с нормально замкнутыми контактами									
TLP4176G	350	1	0.12	25/15	-	1500	1	3	SOP4
TLP4197G									SOP6
TLP4206G									SOP8
TLP4227G			2500			DIP4			
TLP4597G						DIP6			
TLP4227G						DIP8			
Общего назначения с нормально разомкнутыми и нормально замкнутыми контактами									
TLP4026G	350	1	0.12	25/15	-	1500	1	3	SOP8
TLP4006G			0.15			2500			DIP8
С нормально разомкнутыми контактами и повышенной электрической прочностью изоляции									
TLP797GA	400	1	0.12	35/17	-	5000	1	1	DIP6
TLP797J	600		0.1	45/22					
С нормально разомкнутыми контактами и ограничением коммутируемого тока									
TLP224G	350	1	0.12	35/-	-	2500	1	1	DIP4
TLP594G									DIP6
TLP224G-2									DIP8
С нормально разомкнутыми контактами и нормированной емкостью ключа									
TLP3113	40	0.001	0.1	35/-	0.9	1500	1	1	SOP4
TLP3114			0.3	3.0/-	7.0				
TLP3115			0.3	1.5/-	14		0.5	0.5	
TLP3116			0.16	15/-	1.5				

Реле с нормированной емкостью ключа предназначены для коммутации широкополосных сигналов в измерительных приборах, автоматизированном испытательном и медицинском диагностическом оборудовании. Реле этой серии характеризуются нормированной постоянной времени открытого ключа RC=10 Ом·пФ, нормированной емкостью C_{OFF} в закрытом состоянии и сниженными токами утечки.

Оптоэлектронные твердотельные слаботочные реле предназначены для замены электромагнитных реле в малогабаритных коммутационных устройствах с низким энергопотреблением, высокой скоростью коммутации и большим числом переключений.

Для коммутации маломощных исполнительных устройств (электродвигателей, нагревателей, осветителей и др.) корпорация Toshiba выпускает широкую гамму малогабаритных реле в корпусах DIP6, DIP8 и DIP16. В этих реле вместо КМОП-транзисторов используются симисторы (триаки). Реле предназначены для использования в малогабаритной аппаратуре и характеризуются максимальным напряжением на выключенном симисторе 400 или 600 В, максимальным током включенного симистора до 1.4 А.

Дополнительную информацию об оптоэлектронных твердотельных реле можно получить в сети Интернет по адресу: www.semicon.toshiba.co.jp/eng

МИКРОСХЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИЛОВЫХ КЛЮЧЕЙ

В статье рассмотрены основные характеристики микросхем интеллектуальных силовых ключей компании Motorola, предназначенных для замены электромагнитных реле в низковольтных цепях постоянного тока.

А. Ермолович

Сектор полупроводниковых компонентов компании Motorola выпускает семейство интегральных микросхем интеллектуальных силовых ключей, предназначенных для применения в малогабаритных коммутационных устройствах, в которых не требуется гальваническая развязка силовых и управляющих цепей. В этих устройствах микросхемы ключей заменяют электромагнитные реле, дискретные элементы защиты от перегрузки по току, перенапряжения и перегрева, а также реле времени и компоненты, обеспечивающие диагностику технического состояния устройства. Область применения микросхем: управление электроприводом в бытовых устройствах, промышленном и сельскохозяйственном оборудовании, автомобилях и самолетах, речных и морских судах; коммутация сигнальных огней и световых табло. Особенно перспективно применение этих микросхем в устройствах, к которым предъявляются повышенные требования по габаритам, надежности и вибростойкости.

В составе семейства – микросхемы с числом ключей от одного до восьми, предназначенные для коммутации нагрузки, подключенной к общему проводу (high side switch) или к проводу силовой электросети (low side switch). Основные характеристики ключей приведены в таблице. Отличительные особенности микросхем: малые габариты, большая коммутируемая мощность, программирование режимов работы и диагностика по интерфейсу SPI, возможность ШИМ-модуляции тока нагрузки. Все микросхемы имеют диапазон рабочих температур $-40...+125$ °C и отдельное питание интерфейса и силовой цепи.

Подробно рассмотрим характеристики микросхемы MC33982 одноканального сильноточного ключа типа "high side", признанной лучшей силовой микросхемой 2002 г. по итогам престижного ежегодного конкурса, проводимого журналом EDN.

Характеристики микросхемы:

- сопротивление открытого ключа 2 мОм (типичное значение) при температуре 25 °C
- максимальная частота ШИМ-сигнала коммутации ключа 150 Гц
- корпус PQFN (Power Quad Flat No-Lead) габаритами 12.0x12.0x2.0 мм.

Следует отметить, что среди электромагнитных реле вряд ли найдется аналог MC33982 по удельной коммутируемой мощности: до 2 кВт в объеме 0.29 см³.

Структурная схема MC33982 приведена на рисунке. Работой микросхемы управляет блок LOGIC, программируемый ведущим устройством (контроллером) по интерфейсу SPI с максимальной тактовой частотой 3 МГц. Ключ включается по команде, полученной по интерфейсу, или логическим сигналом, подаваемым на вход IN0 (по этому входу выполняется ШИМ-модуляция тока нагрузки). Задержки включения и выключения ключа устанавливаются программно в диапазоне 0...488 мс. Программируемый сторожевой таймер (Watchdog) отключает управление током через нагрузку и удерживает ключ во включенном или выключенном состоянии (состояние задается сигналом на входе FSI), если по истечении заданного интервала времени (310...2500 мс) микросхема не получит по интерфейсу сигнал управления. Работа сторожевого таймера блокируется логическим сигналом, подаваемым на вход WAKE. Скорость нарастания напряжения на затворе силового ключа задается по интерфейсу и может принимать значения 2 или 0.6 В/мкс.

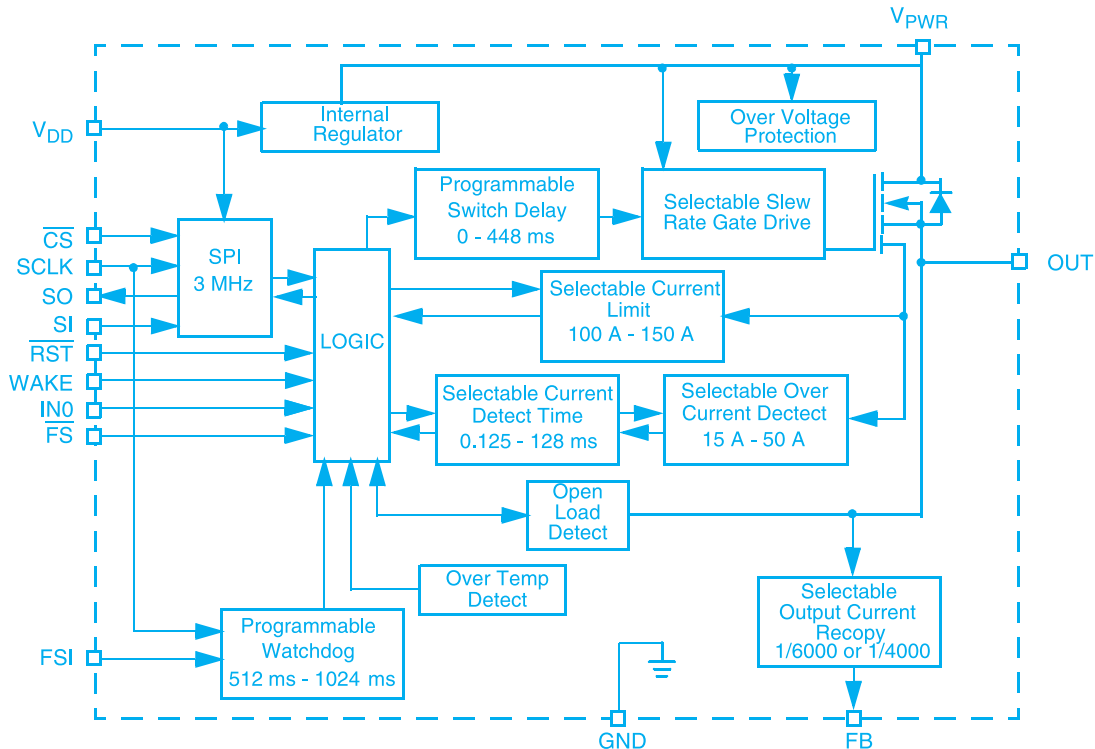
Встроенные блоки защиты обеспечивают установку уровня срабатывания защиты по току 100 или 150 А, а также в диапазоне 15...50 А при условии, что превышение уровня длится больше задаваемого про-

**Основные характеристики
интеллектуальных силовых ключей**

Тип микросхемы	Число ключей	Ток ключа, А		Напряжение питания, В	
		ном.	макс.	интерфейса (V_{DD})	силовой цепи (V_{PWR})
Типа "Low Side"					
MC33291	8	0.35	1	5.5...26.5	0...53
MC33298	8	0.5	3	5.5...26.5	0...60
MC33385	4	2	3	4.5...5.5	0...45
MC33397	6 2	1 0.35	3 1	4.75...5.25	0...55
MC33882	6 2	2 0.05	3 0.05	8...25	0...52
Типа "High Side"					
MC33143	2	2	3	9...26	0...26
MC33286	2	3.5	5	8...40	0...40
MC33288	2	4	4	8...35	0...35
MC33289	2	3.5	4	6...27	0...27
MC33486	2	3, 10	20	8...28	0...28
MC33982	1	60 *	150	4.5...5.5	6...27
Конфигурируемые как "Low Side" или "High Side"					
MC33880	8	0.35	0.8	9...24.5	0...45

* Определяется условиями отвода тепла от корпуса





Структурная схема интеллектуального ключа MC33982

граммно интервала времени в диапазоне от 155 мкс до 155 мс.

Кроме защиты по току микросхема имеет блок тепловой защиты и блок защиты по уровню напряжения V_{PWR} питания силовой цепи, обеспечивающие автоматическое выключение силового ключа, если значение соответствующего параметра вышло за заданную границу. При срабатывании любого блока защиты микросхема на выходе FS формирует сигнал аварии.

Микросхема вырабатывает сигнал обратной связи по току нагрузки (ток, составляющий 1/6000 или 1/4000 от тока нагрузки, подается на выход FB) и следующие сигналы диагностики, передаваемые по интерфейсу:

- перегрев микросхемы
- перегрузка по току

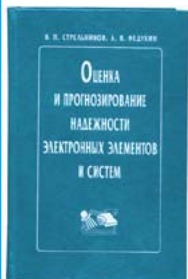
- обрыв цепи нагрузки
- выход V_{PWR} за нижний или верхний допустимый уровень.

Таким образом, подключив к системной шине, созданной на основе интерфейса SPI, несколько микросхем интеллектуальных ключей и одну микросхему контроллера, можно создать весьма сложную систему управления электропитанием исполнительных устройств. При этом для обеспечения защиты от повреждения самой системы и исполнительных устройств, а также автоматической диагностики технического состояния системы нет необходимости вводить в ее состав дополнительные компоненты.

Полную информацию о микросхемах интеллектуальных ключей компании Motorola можно получить в сети Интернет по адресу: www.mot-sps.com

Уважаемые читатели!

В офисе фирмы VD MAIS Вы можете приобрести книгу В.П. Стрельникова и А.В. Федухина "Оценка и прогнозирование надежности электронных элементов и систем". – К.: Логос, 2002, 486 с. Стоимость книги – 46.2 грн (включая НДС).



Авторы, известные специалисты в области надежности интегральных микросхем и изделий электронной техники, в своей монографии подробно рассмотрели методы расчета и оценки надежности электронных элементов и систем по результатам сокращенных, безотказных и ускоренных испытаний. В книге представлены методики прогнозирования остаточного ресурса сложных технических объектов на любой стадии эксплуатации как на основе первичных параметров надежности комплектующих изделий, так и на основе статистических данных, полученных в процессе эксплуатации. Монография содержит большое количество примеров и задач по оценке и расчету надежности изделий электронной техники и предназначена для разработчиков вычислительных и измерительных систем, устройств связи, контроля и управления.

ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА МИКРОСХЕМ В КОРПУСАХ BGA, CBGA, CSP

Рассмотрены некоторые конструктивные особенности микросхем в корпусах BGA, CBGA и CSP. Даны рекомендации по технологии монтажа микросхем на поверхность печатных плат, контролю качества паяных соединений и очистке от загрязнений печатных узлов после сборки.

А. Грачев

При разработке и производстве современной электронной аппаратуры применение поверхностного монтажа компонентов является неотъемлемой частью технологического процесса ее сборки. Развитие технологии поверхностного монтажа связано с совершенствованием электронных компонентов и, прежде всего, микросхем, для которых характерными требованиями являются:

- миниатюризация, уменьшение веса
- повышение быстродействия, увеличение степени интеграции и функциональности
- повышение рабочей частоты
- увеличение количества выводов корпусов и уменьшение шага выводов.

Примером использования современных компонентов при разработке и выпуске электронной аппаратуры является применение в вычислительной технике, в аппаратуре связи и в специальной электронной аппаратуре микросхем в BGA (Ball Grid Array) и CSP (Chip Scale Package) корпусах. Конструктивные особенности микросхем в этих корпусах рассмотрены в [1]. Корпус BGA состоит из прямоугольной стеклотекстолитовой платы, на которой с помощью теплопроводящей пасты крепится один или несколько кристаллов микросхем, алюминиевые контактные площадки которых с помощью ультразвуковой или термокомпрессионной микросварки соединяются тонкими алюминиевыми или золотыми проводниками диаметром 10-25 мкм с контактными площадками на промежуточной стеклотекстолитовой печатной плате (рис. 1). Контакты промежуточной платы соединяются с соответствующими площадками на внешней стороне корпуса микросхе-

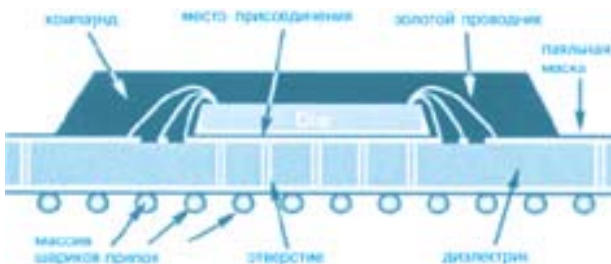


Рис. 1. Микросхема в корпусе BGA

мы. Затем микросхема опрессовывается пластмассой, а на нижнюю сторону корпуса наносится массив шариковых выводов припоя. Микросхемы в таких корпусах относительно недороги и, несмотря на большое количество выводов, занимают небольшое место на плате. В таблицах 1 и 2 приведены параметры и характеристики некоторых типов пластмассовых корпусов BGA.

Для сборки специальной электронной аппаратуры используются микросхемы в керамических корпусах CBGA (Ceramic Ball Grid Array) с матричным расположением золоченых контактных площадок на нижней поверхности корпуса. Для монтажа таких микросхем на многослойную керамическую плату применяются шарики из тугоплавкого припоя, нанесенные через трафарет и припаянные с помощью паяльной пасты, которой предварительно покрыта плата, к корпусу микросхемы и к контактными площадкам на плате. Используемые шариковые выводы припоя обеспечивают надежное крепление микросхемы на керамической плате с постоянным зазором между ней и корпусом. Идентичность коэффициентов температурного расширения керамического корпуса и керамической платы обеспечивает возможность эксплуатации электронной

Таблица 1. Параметры и характеристики некоторых типов пластмассовых корпусов BGA с шагом выводов 1 мм

Тип корпуса	Кол-во выводов	Размер основания корпуса, мм	Размер матрицы выводов, мм	Кол-во в упаковке (поддоне)
С матричным расположением шариковых выводов				
PBGA144	144	13×13	12×12	160
PBGA196	196	15×15	14×14	126
PBGA256	256	17×17	16×16	90
PBGA678	676	27×27	26×26	40
С расположением шариковых выводов по периметру				
PBGA160	160	15×15	14×14	126
PBGA192	192	17×17	16×16	90
PBGA208	208	17×17	16×16	90
PBGA288	288	23×23	22×22	60
PBGA324	324	23×23	22×22	60
PBGA416	416	27×27	26×26	40
PBGA516	516	31×31	30×30	27
PBGA580	580	35×35	34×34	24
PBGA680	680	35×35	34×34	24

Таблица 2. Основные характеристики шариковых выводов корпусов BGA

Шаг выводов, мм	0.5	0.8	1.0	1.27	1.5
Диаметр вывода, мм	0.325	0.44	0.6	0.76	0.76

Таблица 3. Основные параметры некоторых керамических CBGA корпусов с матричным расположением выводов и шагом выводов 1.27 мм

Тип корпуса	Кол-во выводов	Размер основания корпуса, мм	Размер матрицы выводов, мм
CBGA121	121	15×15	11×11
CBGA256	256	21×21	16×16
CBGA304	304	21×25	16×19
CBGA361	361	25×25	19×19
CBGA625	625	32.5×32.5	25×25

аппаратуры, в которой установлены такие микросхемы, в жестких климатических условиях. В табл. 3 приведены параметры и характеристики некоторых керамических CBGA корпусов.

Дальнейшее развитие технологии изготовления пластмассовых корпусов BGA привело к созданию корпусов CSP, показанных на рис. 2 и содержащих два (а), три (б) и более (в) кристаллов. Исключение печатной микросхемы и размещение шариковых выводов непосредственно на контактных площадках в верхнем слое металлизации кристалла позволили создать наиболее перспективную конструкцию CSP корпуса, в которой после формирования шариковых выводов кристалл микросхемы заливают тонким слоем пластмассы и монтируют на печатную плату так же, как корпус BGA (рис. 3).

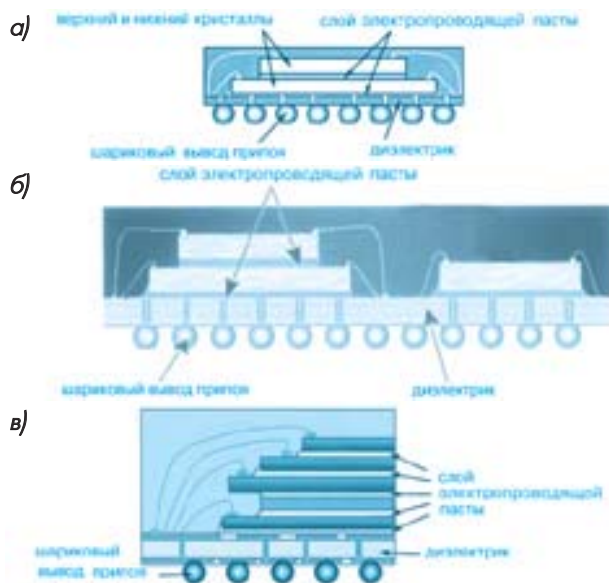


Рис. 2. Многокристалльный модуль в корпусе CSP с двумя (а), тремя (б) и более (в) кристаллами



Рис. 3. Микросхема в корпусе CSP с перевернутым кристаллом (flip-chip)

Таблица 4. Параметры и характеристики ряда CSP корпусов

Тип корпуса	Кол-во выводов	Шаг выводов, мм	Размер основания корпуса, мм
CSP20	20	0.5	2.76×2.26
A-CSP72	72	0.8	8×10
A-CSP72	72	0.8	8×10
A-ACP72	72	0.8	8×12

В табл. 4 приведены параметры и характеристики некоторых CSP корпусов.

Толщина современных CSP корпусов может составлять 0.3 мм. Необходимо подчеркнуть, что при разработке топологии печатных плат, на которых производится монтаж микросхем в BGA и CSP корпусах, следует учитывать ряд требований, выполнение которых обеспечивает равномерный нагрев корпуса микросхемы при пайке [2]. Ниже перечислены основные требования:

- место на плате для установки микросхемы должно выбираться так, чтобы вблизи отсутствовали массивные компоненты и элементы печатной платы, которые при пайке могут вызвать отток тепла от корпуса
- контактные площадки должны быть одинаковыми по форме и площади, соответствовать диаметру и шагу шариковых выводов, а также не должны иметь переходных отверстий на нижние слои многослойной платы
- если отдельные контактные площадки не имеют связей с проводниками на плате, необходимо предусмотреть для них технологические теплоотводы для выравнивания температуры по всей поверхности корпуса при пайке микросхемы
- теплоотводы должны быть одинаковыми для всех задействованных выводов корпуса
- переходные отверстия, расположенные на плате рядом с микросхемой, при пайке не должны изменять картину теплового поля на плате и корпусе
- отверстия в паяльной маске на плате должны быть центрированы относительно контактных площадок.

В экспериментальном и опытном производстве пайка установленных на плату вручную микросхем в корпусах BGA, CBGA и CSP производится индивидуально, например, на специализированных установках конвекционной пайки TF-700 фирмы PACE (США). Технические характеристики и особенности пайки на указанной установке подробно рассмотрены в [1]. Процесс пайки на установке выполняется под управлением программы, которая формируется в микропроцессорном блоке управления. Устройство автономного управления хранит в памяти до 80 температурных профилей.

На рис. 4, а приведена температурно-временная характеристика процесса конвекционной пайки микросхемы в BGA корпусе на установке TF-700, на рис. 4, б – схематическое изображение движения го-

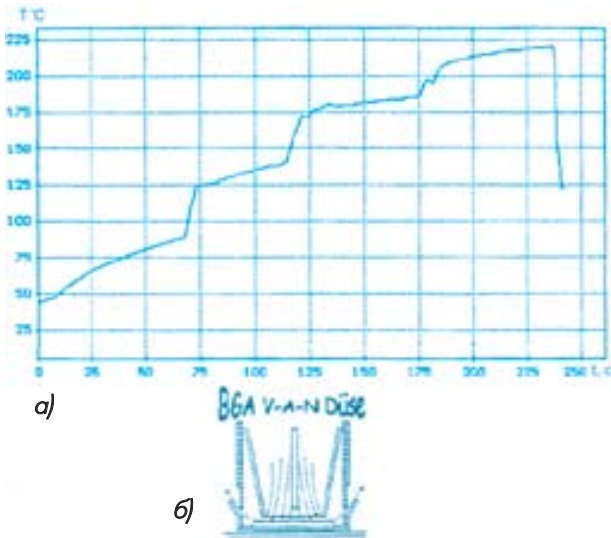


Рис. 4. Температурно-временная характеристика процесса пайки микросхем в корпусе BGA на установке TF-700 (а) и схематическое изображение движения воздуха в насадке (б)

рячего воздуха в насадке, конструкция которой обеспечивает не только направленную подачу и циркуляцию горячего воздуха по поверхности корпуса микросхемы, но и направленный его отвод от поверхности платы.

В серийном производстве установка микросхем в BGA, CBGA и CSP корпусах на плату производится на автоматах-установщиках, например, CP45 фирмы Samsung, оснащенных системой технического зрения, обеспечивающей высокую точность их позиционирования на плате [3]. Пайка микросхем осуществляется в конвекционных печах. Температурно-временная характеристика процесса пайки микросхем в печи приведена на рис. 5. В начальный момент в первой зоне печи происходит нагрев корпуса микросхемы со скоростью 2-5 °С/с, при этом испаряются летучие вещества из паяльной пасты. Во второй зоне при температуре 160-170 °С происходит выравнивание температуры корпусов компонентов и печатного узла в целом. В этой области происходит снижение температурных градиентов, возникающих на первом этапе нагрева. Скорость нагрева микросхем и других компонентов в этой зоне весьма низка и этот этап процесса является одним из наиболее важных для получения качественных паяных соединений "вывод корпуса – контактная площадка платы". В третьей зоне происходит оплавление паяльной пасты, плавление вывода из припоя и формирование паяного соединения за минимальное время 3-10 с, что позволяет снизить до минимума время пребывания чувствительных к температуре полупроводниковых микросхем при температуре пайки. Отмечается, что в связи с расположением выводов под корпусом микросхемы, после пайки затруднен ви-

зуальный контроль качества соединений "вывод корпуса – контактная площадка платы". Лучшим методом контроля в этом случае является рентгеновский, т. к. оловянно-свинцовый припой поглощает рентгеновские лучи гораздо лучше других материалов: стеклотекстолита, керамики, меди, пластмассы, кремния, никеля и кобальта, т. е. материалов, из которых изготовлены компоненты и печатные платы. Поэтому на рентгеновских изображениях паяные соединения сферических выводов микросхем в рассматриваемых корпусах заметно выделяются на фоне других элементов. После пайки микросхем в BGA, CBGA и CSP корпусах на плату рентгеновский контроль позволяет обнаружить переемычки припоя между выводами микросхем, брызги припоя под ее корпусом, отсутствие соединения из-за непропая, что особенно важно при пайке микросхем в корпусах BGA и CSP с шагом выводов 0.5 мм и менее.

Однако сдерживающим фактором широкого применения в производственных условиях рентгеновского метода контроля паяных соединений выводов электронных компонентов с платой является высокая стоимость оборудования.

Частичным решением проблемы контроля качества соединений сферических выводов микросхем с контактными площадками на плате явились средства оптического контроля "Эрсаскоп" фирмы ERSA (Германия) и оптические системы LS3000 фирмы PACE (США) [4, 5]. Созданные этими фирмами устройства с помощью волоконной оптики позволяют проследить за кинетикой формирования паяного соединения и установить связь между формой вывода, состоянием его поверхности и качеством образованного паяного соеди-

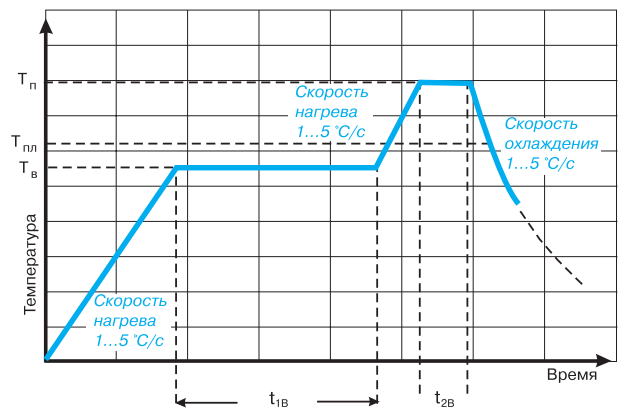


Рис. 5. Температурно-временная характеристика процесса конвекционной пайки микросхем в печи:
 $T_B = (150 \dots 160) \text{ }^\circ\text{C}$ — температура выдержки для прогрева платы
 $T_{пл} = (180 \dots 200) \text{ }^\circ\text{C}$ — температура плавления припоя
 $T_n = (215 \dots 280) \text{ }^\circ\text{C}$ — пиковая температура в зоне оплавления припоя
 $t_{1B} \gg 60 \text{ с}$ — время выдержки
 $t_{2B} \gg 10 \text{ с}$ — время воздействия пиковой температуры

нения "вывод – контактная площадка платы". Использование таких устройств показало, что в процессе пайки микросхем в корпусах BGA, CBGA, CSP на плату отмечается поэтапный характер формирования паяных соединений "сферический вывод – контактная площадка платы". Причем, вначале расплавляется паяльная паста на контактных площадках платы. С образованием расплава паяльной пасты на контактных площадках сферический вывод корпуса контактирует с ним, при этом форма вывода правильная, поверхность гладкая, не подплавленная, слегка матовая, очевидно, из-за осаждения на ней паров флюса паяльной пасты. Под действием веса корпуса происходит его "оседание" с погружением сферических выводов в расплав припоя на контактных площадках. При этом увеличивается площадь контакта вывода с расплавленным припоем на контактной площадке. В момент достижения температуры пайки происходит расплавление всех выводов из припоя на корпусе и его вторичное "оседание", в связи с чем форма сферических выводов становится бочкообразной, а поверхность – гладкой и блестящей. При этом за счет сил поверхностного натяжения припоя корпус размещается и фиксируется на контактных площадках в требуемом положении.

Использование отмеченных средств оптического контроля позволило установить, что основными дефектами при пайке микросхем в корпусах BGA, CBGA, CSP с матричным расположением шариковых выводов являются:

- неоднородная или пористая поверхность выводов, царапины на их поверхности
- деформация выводов (асимметричность, впадины, искривления)
- микротрещины и брызги припоя
- остатки флюса
- посторонние включения (окалина, шлаки).

Опыт пайки на плату микросхем в рассматриваемых корпусах показал, что для образования качественных паяных соединений необходима полная и точная повторяемость температурных режимов процесса пайки, что возможно только с использованием оборудования с соответствующим оснащением и программным управлением температурой. Это обеспечивает высокое качество паяных соединений по всей поверхности матрицы контактных площадок корпуса, критичных к рассогласованию теплового расширения при температурных циклах. Следует отметить, что после пайки микросхем в BGA, CBGA, CSP корпусах из-за малого расстояния между корпусом и платой, определяемого диаметром сферических выводов припоя, появляются трудности, связанные с удалением остатков флюса и других загрязнений, образовавшихся под корпусом.

Известно, что выбор технологии очистки печатных

узлов зависит от вида загрязнений, оставшихся после пайки компонентов. К основным из них относятся:

- жиры, масла, частицы пыли, волокна тканей
- остатки травильных растворов, активаторов флюсов, отпечатки пальцев и т. д.
- органические кислоты, продукты разложения флюсов.

Первая группа загрязнений может легко удаляться путем очистки печатных узлов в бензине. Две последующие группы загрязнений имеют высокую адгезию к поверхности печатного узла, поэтому очистку от органических кислот, продуктов разложения флюсов проводят в спирто-бензиновой смеси. При этом спирт смывает остатки канифоли, а бензин удаляет эфиры и масла. Недостаток – сложность регенерации и высокая пожаро- и взрывоопасность смеси. Некоторые загрязнения, состоящие из остатков травильных растворов, активаторов флюсов, отпечатков пальцев, спирто-бензиновая смесь не удаляет. Удаление этих загрязнений возможно очисткой печатных узлов в водных растворах технических моющих средств, содержащих поверхностно-активные вещества, либо для этого следует использовать изопропиловый спирт. Окончательная очистка печатных узлов в этих случаях должна проводиться промывкой изделия деионизированной водой с последующей сушкой.

Применяемая при пайке паяльная паста, например, фирмы AIM (США) с флюсом No Clean (не требующим очистки), разработанным для пайки компонентов на плату, очистка которой невозможна, затруднена или нежелательна. Поэтому при использовании такой паяльной пасты остаток неиспаряющихся в момент пайки веществ, содержащихся во флюсе, сведен к минимуму. Тем не менее, для обеспечения надежности аппаратуры, в которой применяются микросхемы в рассматриваемых корпусах, а также перед покрытием печатных узлов влагозащитным лаком, необходима их очистка. Для этого могут быть рекомендованы современные моющие средства, поставляемые научно-производственной фирмой VD MAIS, например, FLU, SWA, SWAX, ULS фирмы Electrolube (Англия) [6].

Моющая жидкость ULS растворяет и удаляет остатки канифоли и флюса после пайки, позволяет удалять масла, жиры и лаки, быстро и без остатков испаряется. Применяется для очистки печатных плат, печатных узлов и компонентов, обезжиривания электронных приборов, смывки лаков и компаундов до и после монтажно-ремонтных работ и при сервисном обслуживании электронной аппаратуры.

Очиститель на водной основе Safewash Extra (SWAX) удаляет остатки паяльной пасты и клея для крепления компонентов при поверхностном монтаже, имеет легкий запах; при его использовании не требуется вытяжная вентиляция.

Для повышения качества очистки печатных узлов,

на которых установлены микросхемы в BGA, CBGA, CSP корпусах, при использовании рассмотренных моющих жидкостей целесообразно применять ультразвук. Известно, что при этом главными факторами, ускоряющими процесс очистки, являются кавитация и акустические течения, возникающие как в объеме моющей жидкости, так и на границе с поверхностью платы и компонентов. Интенсивность кавитации, скорость и характер акустических течений в ультразвуковой ванне зависят от частоты, мощности ультразвукового преобразователя и физических свойств моющих жидкостей. Ультразвуковая очистка печатных узлов, как правило, проводится в химически активных средах, а химическая активность среды, в свою очередь, зависит от физических свойств моющей жидкости, особенно от ее температуры, и повышается под действием ультразвука. Поэтому при ультразвуковой очистке разрушение, отделение и растворение пленки загрязнений происходят в результате совместного воздействия химически активной среды и ультразвукового акустического поля. Однако следует учесть, что при ультразвуковой очистке значительные трудности вызывает установка и контроль допустимых режимов обработки печатных узлов, кроме того, при этом способе очистки можно разрушить активные электронные компоненты – полупроводниковые приборы и интегральные схемы. Поэтому изделие, подлежащее очистке, должно быть проверено на стойкость компонентов к ультразвуковому облучению. Положительные результаты могут быть получены при очистке печатных узлов в режиме удельной мощности не более 0.6 Вт/см² и частоте от 22 до 44 кГц.

Рассмотренные методы очистки можно дополнить методом струйной очистки печатных узлов с узкими токоведущими дорожками и малыми зазорами между платой и корпусами монтируемых на поверхность ком-

понентов. При этом под действием давления струй моющей жидкости и при изменении интенсивности и угла наклона струй удаляются различные загрязнения. После струйной очистки печатные узлы могут погружаться в кипящую моющую жидкость и затем промываться струей деионизированной воды.

Автор надеется, что изложенная информация будет полезна разработчикам и производителям электронной аппаратуры.

НПФ VD MAIS занимается продвижением на рынок Украины оборудования для поверхностного монтажа и демонтажа микросхем в BGA, CBGA и CSP корпусах, средств контроля качества паяных соединений на плате, а также оборудования и средств для очистки печатных узлов; оказывает техническую поддержку в решении технологических вопросов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Грачев А., Малиновский Н. Поверхностный монтаж и демонтаж микросхем в корпусах BGA и CSP// ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2002, № 3.
2. Грачев А. Особенности выбора размеров контактных площадок для поверхностного монтажа// ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2003, № 4.
3. Грачев А. Оборудование для поверхностного монтажа электронных компонентов//ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2002, № 9.
4. BGA под прицелом эрсаскопа. Оборудование ERSА для пайки, ремонта, инспекции качества. – Каталог продукции, 2001.
5. Оптическая система контроля LS 3000. – Каталог продукции фирмы PACE, 2003.
6. Техническая информация по расходным материалам и технологии производства фирм AIM (США), Electrolube (Англия). – Киев: VD MAIS, 2002.

www.chipexpo.ru -

ПОЛУЧИТЕ ПРИГЛАШЕНИЕ НА ПРАЗДНИК ЭЛЕКТРОНИКИ!

По мере приближения новой выставки "ЭЛЕКТРОНИКА. Компоненты. Оборудование. Технологии", которая будет проходить с 3 по 5 сентября в Центральном доме художника в Москве, ее сайт становится все более популярным.

Кликнув мышкой по "карте сайта", мы попадаем на ветвистое дерево разнообразных рубрик, актуальных как для посетителей, так и для участников.

Чтобы не заблудиться в виртуальных джунглях, мы решили обратиться к генеральному директору

фирмы ЧипЭкспо А. Биленко и попросить его рассказать, что ожидает нас на выставке "ЭЛЕКТРОНИКА. Компоненты. Оборудование. Технологии" и что нового появилось на сайте.

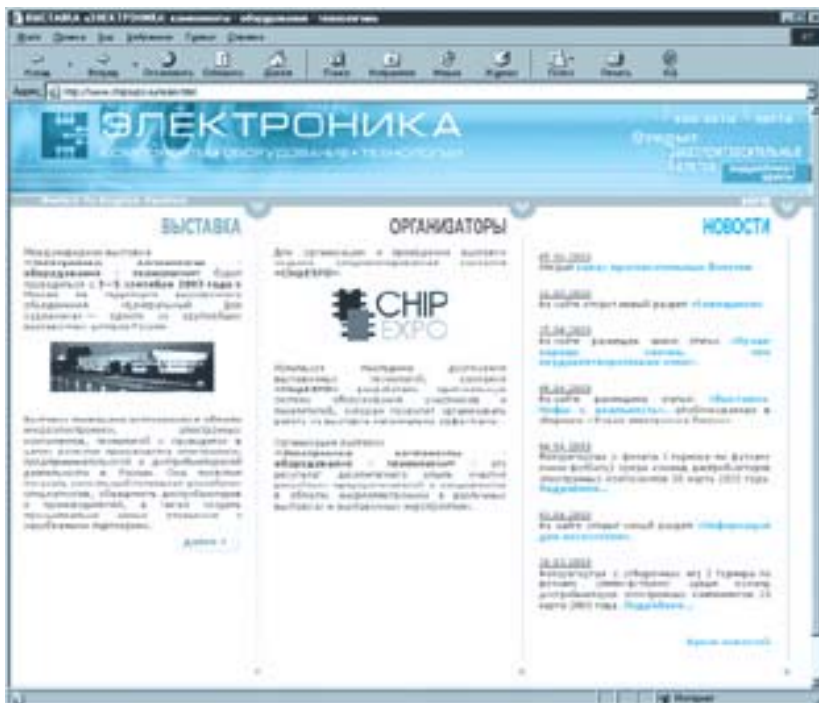
Корреспондент. *До выставки осталось два месяца. Взглянув на карту сайта, удивляешься разнообразию проектов и мероприятий. Что более всего актуально для посетителя?*

А. Биленко. На сайте есть раздел "Информация для посетителя".

Здесь он может заказать приглашенный билет и получить краткую информацию о выставочных мероприятиях, которые интересны опытным инженерам, молодым специалистам или тем, кто интересуется историей электроники. А взглянув на план выставки, посетитель увидит, что для него на территории выставки предусмотрены также кафе, зоны отдыха, сервис-центр.

Корреспондент. *Каким образом посетитель может получить приглашенный билет?*

А. Биленко. Для этого нужно



"кликнуть мышкой" по зеленому баннеру с логотипом выставки. Сразу же откроется анкета, которую нужно заполнить, и нажать на кнопку "отправить". Заявка попадает к нам, и мы высылаем приглашаемые билеты почтой или предлагаем приехать за ними в офис ЧипЭкспо.

Корреспондент. А как быть тем, кто по каким-либо причинам не сможет заказать билет через Интернет?

А. Биленко. Специалисты получают приглашаемые билеты с журналами Chip News, Компоненты и Технологии, Мир компьютерной автоматизации, Электроника (Беларусь), Chip News (Украина). А можно просто прийти на выставку и купить билет в кассе ЦДХ. Однако в этом случае придется проходить регистрацию, потому что для нас очень важно знать, кто пришел на выставку.

Корреспондент. А разве с приглашаемым билетом не надо проходить регистрацию?

А. Биленко. На отрывной части приглашаемого билета есть маленькая анкета. Заполнив ее заранее, посетитель не теряет ни минуты. На стойке регистрации сотруд-

ник ChipExpo отрывает эту часть с анкетой, а посетитель получает бейдж и проходит на выставку. При этом у него на руках остается часть билета с программой выставки.

Корреспондент. В программе выставки анонсируется довольно много мероприятий. Можете ли Вы кратко охарактеризовать каждое из них?

А. Биленко. Да, конечно. Компания ChipExpo ориентирует свои выставочные проекты на поддержку производителей электронных компонентов, отечественной науки, дистрибьюторской деятельности и образования. Прежде всего, мне хотелось бы отметить проект под названием "Новая профессия". В дни выставки будет проходить совещание по созданию новой специальности "FAE-менеджер" (Field Application Engineer или "прикладная ЭЛЕКТРОНИКА") на базе ведущих ВУЗов страны. К участию в совещании будут приглашены: Комитет по труду при правительстве Москвы, представители министерства образования, ректоры московских ВУЗов, руководители крупных компаний-дистрибьюторов электронных компонентов. Также на выставке будет работать "Яр-

марка вакансий в сфере высоких технологий", которую проведут специалисты Федеральной службы занятости города Москвы, и я надеюсь, что эти проекты позволят создать новые рабочие места для специалистов с техническим образованием.

Еще мне хотелось бы отметить проект "Финансовый консалтинг". В период выставки планируется провести совещание по финансовому консалтингу руководителей компаний-дистрибьюторов, для участия в котором будут приглашены специалисты ведущих финансовых учреждений г. Москвы. Конечно, он больше адресован участникам выставки. Однако те руководители фирм, которые придут на выставку в качестве посетителей, могут прийти на это совещание, если заранее пришлют заявку на участие.

Чтобы посетителям было удобно ориентироваться на выставке, мы предложили участникам, сферы деятельности которых схожи, разместить свои стенды рядом с другом. Этот проект мы назвали "Тематические зоны". На выставке будет организовано несколько тематических зон: "Производители источников питания", "Средства массовой информации", "Печатные платы" и др.

Корреспондент. Недавно стало известно, что некоторые компании будут участвовать в Вашей выставке интерактивно. На сайте этой информации пока нет. Разъясните, пожалуйста, в чем смысл этого проекта?

А. Биленко. Эта информация скоро появится на сайте.

Использование современных информационных технологий позволяет организовать **интерактивное представительство** на выставке для компаний, которые хотят "присутствовать" на выставке, не выезжая из своего офиса. Посетителю достаточно будет просто подойти к компьютеру, посмотреть презентацию фирмы и в назначенное время провести сеанс связи.

Хочу обратить внимание посе-

тителей и на стенд **заочного участия**, где будут работать специально подготовленные сотрудники Chip-EXPO. Они проконсультируют посетителей по вопросам, касающимся каждого из участников, примут контактную информацию и помогут организовать встречу с представителем заочного участника.

Корреспондент. *А разве заочники будут присутствовать на выставке?*

А. Биленко. Вы можете удивляться, но мы даже рекомендуем им присутствовать. У наших заочных участников нет персонального стенда, но все остальные возможности выставки (а их огромное количество) – в их распоряжении.

Они могут проводить переговоры, исследовать рынок, участвовать в мероприятиях, например, в проектах "АРДЭК" или в проекте "Сертификация продукции и статус второго поставщика". Кстати, об этих проектах.

В рамках программы "встречи без галстуков" состоится перерегистрация членов "АРДЭК", прием новых членов, а также расширенная дискуссия о проблемах российских дистрибьюторов электронных компонентов. В рамках проекта "Сертификация продукции и статус второго поставщика" на выставке пройдет расширенное совещание с участием Министерства обороны РФ. На нем будут обсуждаться вопросы сертификации ЭК и проблемы, связанные со статусом "второго поставщика".

Корреспондент. *А как же посетители? Если они тоже захотят обсудить проблему "сертификации продукции и статус второго поставщика", могут ли они прийти на это совещание?*

А. Биленко. Да, конечно, но при входе в конференц-зал их попросят зарегистрироваться как участников совещания – представителей конкретных организаций.

Корреспондент. *Кто участвует в проекте "Музей электроники"?*

А. Биленко. Этот проект создается совместно с компьютерным еженедельником PC Week, Поли-

техническим Музеем, предприятия-ми "Ангстрем", "Микрон" и "Сапфир". В "Музее" посетители увидят то, что долгие годы хранилось под грифом "секретно". Это уникальная экспозиция, думаю, единственная в мире.

Корреспондент. *Я обратил внимание, что на сайте довольно много информации не только о выставке, но и о том, как к ней готовиться, начиная с дизайна стенда и заканчивая подготовкой стендистов. Для чего Вам это было нужно?*

А. Биленко. Дело в том, что на сайт выставки заходят не только посетители, но и участники. Это могут быть и руководители фирм, и те, кто будет по их заданию представлять компанию на выставке. В брифе, который заполняют экспоненты, представлен весь перечень возможностей нашей фирмы. Его можно заполнить в электронном виде и прислать нам по электронной почте. Он находится в разделе "Условия участия".

Особого внимания заслуживает раздел "Стенды". Здесь представлены изображения различных стендов и комментарии преимуществ и недостатков, которыми они обладают. Когда мы искали материал для этого раздела, оказалось, что нигде нет четких характеристик и, тем более, изображений разновидностей стендов. Так что это своего рода единственная возможность увидеть структуру и понять особенность того или иного типа стенда. Приятно отметить, что экспоненты активно посещают этот раздел. Они часто копируют и присылают нам тот или иной вариант стенда с просьбой: "мы хотим вариант "остров" или вариант "проходной" и т. д.

Корреспондент. *Путешествуя по сайту, я заметил, что мало кто общается на форуме. Как бы Вы это объяснили?*

А. Биленко. Мне очень жаль, что на форуме оставляют свои сообщения единицы. Я объясняю это тем, что пока еще нет главного предмета для "беседы": у нас первая выставка и она будет прохо-

дить в сентябре. Я надеюсь, что после ее завершения у посетителей нашего сайта появится масса тем для обсуждения на форуме.

Корреспондент. *Глядя на виртуальный план выставки, обращаешь внимание на незаполненные квадраты. Почему остались пустые места: неудачное расположение или недостаточное количество участников?*

А. Биленко. Ни то и ни другое. Во-первых, у нас все места для стендов удачные. Если Вы посмотрите на план, то обратите внимание, что отдаленные от центра участки мы заняли под "зоны отдыха", кафе, сервис-центр, "Музей электроники", дирекцию, конференц-залы и т. д. Посетители неизбежно до них дойдут, чтобы отдохнуть, зайти в музей, перекусить, пообщаться в кафе за чашечкой кофе или чая, сделать копию документов или отправить почтой собранные материалы. Следовательно, направляясь туда, они увидят стенды, расположенные рядом. Во-вторых, мы работаем над тем, чтобы создать удобную систему указателей, которая подскажет посетителям, где находится интересующая их компания. В-третьих, опытный участник всегда планирует свои встречи на выставке. Что касается очных участников, то их на сегодняшний день уже более 100 и заявки, несмотря на середину лета, продолжают поступать. Загляните на сайт в августе, я надеюсь, свободных мест там не останется.

Продуктивные встречи и важные решения, принимаемые в рамках этого престижного мероприятия, несомненно, станут побудительными для скоординированных действий участников рынка электроники в России. Благодаря созданию новой выставки предприниматели получают возможность заявить о своих достижениях, поделиться опытом, провести переговоры, организовать семинары и найти новых сотрудников. Пожелаем новой выставке, ее организаторам и участникам удачи!

Материал подготовил А. Еркин (тел.: +7 095 306-9119).

DSP TigerSHARC со встроенной DRAM-памятью – совместная разработка IBM и Analog Devices *

"После совместной разработки семейства Blackfin DSP, которая была успешно выполнена фирмами Analog Devices и Intel, настало время объединить усилия лидирующих в области микроэлектронных технологий компаний для создания сверхпроизводительного сигнального процессора с встроенной DRAM-памятью" – заявил Phil Davies, руководитель отделения DSP фирмы Analog Devices. В основу нового сигнального процессора будет положено известное семейство TigerSHARC, в котором до последнего времени использовалась стандартная SRAM-память относительно небольшого объема. Фирма Analog Devices планирует в ближайшее время наладить производство кластерных мультипроцессорных систем, включающих до восьми сигнальных процессоров TigerSHARC. Эти системы должны иметь память объемом не менее нескольких десятков мегабайт. Такое увеличение объема памяти невозможно без применения DRAM-технологии. Признанным лидером в области DRAM-памяти на пластинах диаметром 300 мм является фирма IBM Microelectronics.

TigerSHARC DSP – сверхпроизводительный сигнальный процессор, выполняющий арифметические операции с плавающей и фиксированной точкой. Его производительность достигает 4.8 миллиарда умножений в секунду или 3.6 миллиарда арифметических операций с плавающей точкой в секунду при тактовой частоте 600 МГц. Ожидается, что благодаря совместным усилиям IBM и Analog Devices удастся создать процессор семейства TigerSHARC со встроенной памятью объемом 24 Мбит. При этом скорость обмена данными между ядром и DRAM-памятью составит 38.4 Гбайт/с, что в три раза превышает производительность ближайших аналогов.

В заключение Phil Davies отметил, что соглашение о сотрудничестве между Analog Devices и IBM Microelectronics предусматривает создание целого семейства высокопроизводительных сигнальных процессоров, причем производительность каждого нового устройства будет повышаться при одновременном уменьшении числа сигнальных процессоров TigerSHARC в одном кластере.

* Suzanne Deffree. Analog Devices, IBM Team for eDRAM TigerSHARC//Electronic News, 6/18/2003.

Двухканальный 12-разрядный АЦП с частотой выборки 65 МГц *

Фирма Analog Devices разработала быстродействующий двухканальный АЦП AD9238 с разрешением 12 разрядов. Этот АЦП обеспечивает 65 миллионов преобразований в секунду, что на 30 % превышает быстродействие ближайших аналогов, при этом мощность потребления данного преобразователя на 35 % ниже мощности потребления быстродействующих АЦП других производителей. Частотный диапазон входного сигнала полной мощности преобразователя AD9238 составляет 500 МГц, погрешность согласования каналов не хуже ± 0.5 %, уровень подавления перекрестной помехи 80 дБ.

Преобразователь AD9238 предназначен для построения портативной медицинской аппаратуры, приемников сигналов промежуточной частоты, цифровых осциллографов и т. п. Основные параметры преобразователя AD9238, а также других АЦП этого семейства, приведены в таблице.

Параметры двухканальных быстродействующих АЦП

Тип АЦП	Разрешение, бит	Частота выборки, МГц	Напряжение питания аналоговых цепей, В	Мощность потребления, мВт	Отношение сигнал/шум на частоте входного сигнала, дБ/МГц	Динамический диапазон неискаженного сигнала на частоте входного сигнала, дБ/МГц
AD9238	12x2	20/40/65	3.0	180/330/600	70/32.5	85/32.5
AD9218	10x2	40/65/80/105	3.0	350/550	57/39	70/39
AD9201	10x2	20	3.0...5.0	215	56/10	70/10
AD9288	8x2	40/80/100	3.3	156/171/180	47/41	60/41
AD9281	8x2	28	3.0...5.0	225	48/14	56/14

Подробную информацию о быстродействующих АЦП фирмы Analog Devices можно получить в сети Интернет по адресу: www.analog.com/FastestConverters

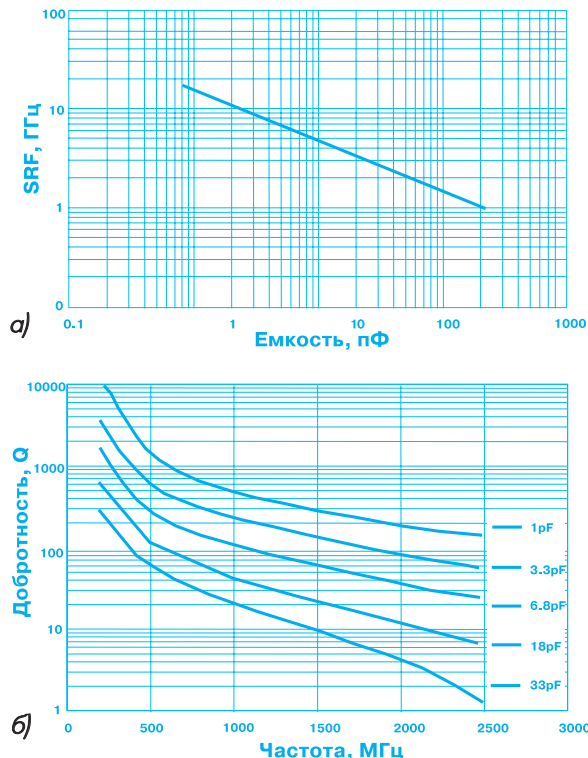
* At 65 MSPS, it's 30 % Faster than any other dual 12-bit ADC//EPN, April 2003.

Высокочастотные кремниевые конденсаторы для аппаратуры радиосвязи

Фирма Vishay Intertechnology в 2002 г. начала выпуск миниатюрных кремниевых СВЧ конденсаторов серии НРС0402 в чип-исполнении, отличающихся высокой рабочей частотой и малым отклонением емкости от номинального значения. По итогам престижного ежегодного конкурса, проводимого журналом EDN, в 2002 г. конденсатор НРС0402 признан лучшим изделием в категории пассивных компонентов. Конденсаторы производятся с использованием новой технологии, которой в настоящее время владеет только фирма Vishay. По сравнению с аналогами добротность и собственная резонансная частота этих конденсаторов имеют более высокие значения. Графики зависимости собственной резонансной частоты от емкости конденсатора, а также добротности от частоты сигнала для конденсаторов серии НРС0402 приведены на рисунке.

Благодаря использованию кремния конструкцию чип-компонента удалось существенно усовершенствовать. Площадь, занимаемая на плате кремниевыми конденсаторами, на 45 % меньше занимаемой керамическими конденсаторами. При емкости 0.1...180 пФ и допуске $\pm 1\%$ (или 0.05 пФ) габаритные размеры конденсатора составляют 1.02x0.51 мм, высота – 0.4, 0.18 и 0.25 мм для вариантов исполнения А, В и С соответственно. При их монтаже не возникает эффект "надгробия". Диапазон рабочих температур -55...+125 °С, ТКЕ $3 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$, номинальные значения рабочего напряжения 6, 10, 16 и 25 В.

Дополнительную информацию о кремниевых СВЧ конденсаторах можно получить в сети Интернет по адресу: www.vishay.com



Графики зависимости для конденсаторов серии НРС0402 собственной резонансной частоты от емкости (а) и добротности от частоты сигнала (б)

Применение акселерометра фирмы Analog Devices в портативном тонометре компании Omron позволяет повысить точность и достоверность результатов измерения *

Известная японская компания Omron Corporation, специализирующаяся в области медицинского приборостроения, объявила о запуске в производство нового массового портативного тонометра НЕМ-6371Т для измерения давления крови, в котором используется микросхема акселерометра типа ADXL202E фирмы Analog Devices.

Как заявил руководитель отделения компании Omron мистер Yutaka Kobayashi, применение акселерометра ADXL202E позволит не только уменьшить погрешность измерения, но и контролировать правильность положения прибора на запястье пациента. Если в процессе измерения давления изменяется положение или угол наклона руки пациента, на которой находится тонометр, измерение автоматически приостанавливается.

* Analog Devices' IMEMS Accelerometer Improves Accuracy of Omron's Portable Digital Blood Pressure Monitors. – New Release (www.analog.com/Press_Releases).

Высокоскоростные промышленные оптроны

Компания Agilent Technologies начала производство микросхем HPCL-7723/0723, предназначенных для оптронной развязки цепей передачи двоичных сигналов, передаваемых со скоростью до 50 Мбод. Эти микросхемы предназначены для использования в распределенных системах управления промышленным оборудованием, построенным на базе сетей PROFIBUS и DeviceNet, к которым предъявляется требование повышенной помехоустойчивости. Микросхемы HPCL-7723/0723 могут использоваться для гальванической изоляции и защиты выходов АЦП, интерфейсов периферийных устройств компьютеров и микропроцессорных систем. Микросхемы содержат быстродействующий светодиод со схемой возбуждения и фотоприемник, состоящий из фотодиода, трансимпедансного усилителя и компаратора. Искажение длительности передаваемых импульсов не превышает 2 нс. Выпускаются оптроны в корпусах DIP-8 (HCPL-7723) и SO-8 (HCPL-0723).

Миллиард транзисторов в одном кристалле *

Как заявил сэр Robin Saxby, председатель ARM Holdings plc, уже в ближайшем будущем, вопреки закону Мура, удастся получить кристалл, число транзисторов в котором будет превышать один миллиард. Первые заказные СБИС с таким уровнем интеграции появятся, по мнению R. Saxby, не позднее 2007 г. Они будут выполнены на основе субмикронной кремниевой технологии с разрешением 33 нм.

Первыми потребителями сверхбольших ИМС, как ожидается, станут автомобильные концерны. Эти кристаллы заменят широко применяемые в настоящее время в автомобилестроении 8-разрядные контроллеры и кроме управления возьмут на себя функции навигационных систем. В сочетании со встроенными датчиками сверхбольшие ИМС позволят создать мобильные интегральные устройства различного назначения, в том числе предназначенные для контроля параметров окружающей среды, биометрической идентификации личности, а также имплантируемые электрокардио- и нейростимуляторы. В таких кристаллах особенно важна, как считает R. Saxby, оптимизация режимов работы по критерию "производительность/потребление", поэтому в настоящее время фирмы ARM и Synopsys совместно разрабатывают встроенную интеллектуальную систему управления энергопотреблением, которая позволит обеспечить динамическое изменение напряжения питания (Dynamic Voltage Scaling – DVS) в кристаллах фирмы ARM.

Успешное освоение кристаллов столь высокой степени интеграции практически невозможно в рамках отдельной фирмы, отметил в заключение Robin Saxby. Только совместными усилиями можно достичь весомых результатов при создании устройств на базе ИМС с миллиардом транзисторов в одном кристалле.

* *Designing Billion-Transistor Chips – It Takes a Community, by Rick Nelson. – Test & Measurement World, 6/4/2003. Перевод с английского В. Романова.*

Мобильный телефон с виртуальной "мышью"



На международной выставке "CeBIT 2003" фирма Siemens анонсировала мобильный телефон, в котором функции манипулятора типа "мышь" выполняет обычный карандаш. Работа манипулятора обеспечивается миниатюрной камерой, расположенной на задней панели мобильного телефона. Если расположить карандаш на расстоянии около 3 см от камеры, на экране появляется характерный маркер, который перемещается по нему в соответствии с движением карандаша в руке пользователя. С помощью виртуального манипулятора можно отправлять SMS, набирать номер абонента, просматривать меню и выполнять другие функции клавиатуры. Кроме того, виртуальный манипулятор позволяет создавать рисунки и играть в игры.

* *As seen at CeBit 2003//EPN, April 2003.*

Быстродействующий 16-разрядный АЦП поразрядного уравнивания *

Фирма Analog Devices анонсировала новый миниатюрный 16-разрядный АЦП поразрядного уравнивания, максимальная производительность которого составляет 550 тысяч преобразований в секунду. Серийный выпуск этого АЦП намечен на декабрь 2003 года. Особенности данного АЦП изложены в настоящей публикации.

AD7686 – первый в мире 16-разрядный АЦП поразрядного уравнивания, частота преобразования которого может достигать 550 кГц. Этот преобразователь относится к семейству PulSAR поразрядных АЦП фирмы Analog Devices, которые выпускаются в миниатюрных корпусах типа микроSOIC и SOT23. Перечень преобразователей семейства PulSAR приведен в табл. 1 [1].

Преобразователь AD7686 содержит ЦАП в цепи обратной связи, выполненный на коммутируемых конденсаторах, УВХ с минимальным апертурным временем, внутренний тактовый генератор, цепи коррекции и гибкий последовательный интерфейс. Основные параметры AD7686 приведены в табл. 2.

АЦП AD7686 имеет три режима преобразования [2]:

- максимального быстродействия (максимальная частота преобразования 550 кГц)
- нормальный, в том числе для асинхронного преобразования (максимальная частота преобразования 450 кГц)
- экономичный или импульсный, в котором преобразователь переходит в режим покоя между следующими друг за другом отсчетами (максимальная частота преобразования 380 кГц).

В экономичном режиме при частоте преобразования 1 кГц потребление АЦП не превышает 80 мкВт. Этот режим предназначен для портативных устройств с батарейным питанием.

Последовательный интерфейс AD7686 совместим со стандартными интерфейсами типа SPI/QPI/ μ Wire/DSP и допускает цепочечное объединение в систему нескольких преобразователей.

Основное применение преобразователя AD7686:

- портативные приборы с батарейным питанием
- портативные системы сбора данных
- портативная медицинская аппаратура
- системы управления технологическими процессами.



Таблица 1. 16-разрядные АЦП семейства PulSAR

Тип входа	Частота преобразования, кГц		
	100	250	380...550
Дифференциальный		AD7687 AD7684	AD7688
Псевдо-дифференциальный		AD7685 AD7683	AD7686
Однополярный	AD7680		

Таблица 2. Параметры АЦП AD7686

Наименование параметра		Значение параметра
Разрешение, бит		16
Напряжение входного сигнала, В		0...U _{оп}
Частота преобразования, кГц:	– в ускоренном режиме	550
	– в нормальном режиме	450
	– в экономичном режиме	380
Интегральная нелинейность, ЕМР		±3
Пропуски кодов		отсутствуют
Отношение сигнал/шум, дБ		89
Динамический диапазон неискаженного сигнала, дБ		95
Апертурная задержка, нс		2
Апертурная неопределенность, пс		5
Напряжение опорного источника (U _{оп}), В		0...U _п
Напряжение питания (U _п), В		2.7...5.25
Диапазон рабочих температур, °С		-40...85

ЛИТЕРАТУРА:

1. Analog Devices Introduces Fastest, Most Accurate 16-bit SAR Converter Available in Compact Package (www.analog.com/AD7686).
2. 550 kSPS 16-bit ADC in μ SO. Preliminary Technical Data (www.analog.com/AD7686).

* Подготовил В. Романов.