

**ЭЛЕКТРОННЫЕ
КОМПОНЕНТЫ
И СИСТЕМЫ**2005 май
№ 5 (93)МАССОВЫЙ
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ**Учредитель и издатель:**
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ
ФИРМА VD MAISЗарегистрирован
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:**
В.А. Романов**Редакционная коллегия:**В.А. Давиденко
В.В. Макаренко
А.Ф. Мельниченко
Г.Д. Местечкина
(ответственный секретарь)
В.Р. Охрименко
Д-р Илья Брондз,
Университет г. Осло, Норвегия**Набор:**
С.А. Чернявская**Верстка:**
М.А. Беспалый**Дизайн:**
А.А. Чабан
Р.Ю. Будзик**Адрес редакции:**Украина, Киев,
ул. Желянская, 29
Тел.: (044) 492-8852, 287-1356
Факс: (044) 287-3668
E-mail: ekis@vdmals.kiev.ua
Интернет: www.vdmals.kiev.ua
www.ekis.kiev.ua**Адрес для переписки:**Украина, 01033 Киев, а/я 942
Цветоделение и печать
ДП "Таки справи"
т./ф.: (044) 458-4086
Подписано к печати 31.05.2005
Формат 60×84/8
Тираж 1000 экз.
Зак. № 505-154-0899Перепечатка опубликованных в журнале
материалов допускается с разрешения редакции.
За рекламную информацию ответственность несет
рекламодатель.**АЦП и ЦАП**В. Макаренко
**Прецизионные ЦАП с интерфейсом I²C
фирмы Analog Devices** 3**МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ И ПАМЯТЬ**В. Охрименко
**Полупроводниковые модули памяти
для мобильных устройств (часть 2)** 8В. Охрименко
Процессорные модули RCM3600/10 16**КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ**В. Вычужанин
**Устройство на ПЛИС для частотнорегулируемого
асинхронного электропривода** 18М. Сидоров
Реле контроля уровня жидкости 22**ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ****Краткий справочник по монтажу печатных плат** 25А. Мельниченко
Особенности ручной пайки бессвинцовыми припоями 38**ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ**А. Мельниченко
Применение PIN-диодов для защиты приемников 41**ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ**Г. Местечкина
**Новые DC/DC-преобразователи компании Gaia Converter
мощностью 35 и 75 Вт** 44В. Охрименко
Микросхемы источников питания для светодиодов 51А. Мельниченко
Источники питания фирмы Schroff 52**КОММУТАЦИОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ**М. Леонтьев
**Основные направления совершенствования
соединителей для телекоммуникационных изделий** 55**ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ****"Elcom Ukraine 2005", "Электронные
и электромеханические компоненты",
"Машиностроение Металлургия 2005"** 60

<i>ADCs and DACs</i> V. Makarenko 2-wire Interface Dual-voltage Output, 8-/10-/12-bit DACs	3
<i>MICROCONTROLLERS AND MEMORIES</i>	
V. Ohrimenko Solid-State Mass Storage for Portable Devices (part 2)	8
V. Ohrimenko RabbitCore Modules RCM3600/10	16
<i>CONTROL AND AUTOMATION</i>	
V. Vichuganin The Device on the Programmable Logic Integrated Circuits for Frequency-Adjustable Asynchronous Electric Drive	18
M. Sidorov Level Control Relays for Conductive Liquids	22
<i>SURFACE MOUNT TECHNOLOGY</i>	
The Quick Pocket Reference for Solder Assembly	25
A. Melnichenko Hand Soldering with Lead Free Alloys	38
<i>TELECOMMUNICATIONS</i>	
A. Melnichenko PIN-limiter Diodes Effectively Protect Receivers	41
<i>POWER SUPPLIES</i>	
G. Mestechkina New Hi-Rel DC/DC Converters MGDI/M-35, MGDM-75 35W and 75W Output Power	44
V. Ohrimenko High Power Charge Pump for White LEDs with Low Supply Voltage	51
A. Melnichenko Schroff Power Supply Units	52
<i>CONNECTORS</i>	
M. Leont'ev Reference Directions of Connectors of Telecommunication Devices Enhancement	55
<i>EXHIBITIONS and CONFERENCES</i>	
"Elcom Ukraine 2005", "Electronic Components", "Manufacturing&Metallurgy 2005"	60


**ELECTRONIC
COMPONENTS
AND SYSTEMS**

 May 2005
No. 5 (93)

 Monthly
Scientific and Technical
Journal

Founder and Publisher:
Scientific-Production Firm
VD MAIS
Director
V.A. Davidenko

Head Editor
V.A. Romanov

Editorial Board
V.A. Davidenko
V.V. Makarenko
A.F. Melnichenko
G.D. Mestechkina
(executive secretary)
V.R. Ohrimenko
Dr. Ilia Bronz,
University of Oslo, Norway

Type and setting
S.A. Chernyavskaya

Layout
M.A. Bepaly

Design
A.A. Chaban
R.U. Budzyk

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

Tel.:
(380-44) 287-1356,
492-8852 (multichannel)

Fax:
(380-44) 287-3668

E-mail:
ekis@vdmals.kiev.ua

Web address:
www.vdmals.kiev.ua
www.ekis.kiev.ua
Printed in Ukraine

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

ПРЕЦИЗИОННЫЕ ЦАП С ИНТЕРФЕЙСОМ I²C ФИРМЫ ANALOG DEVICES

Прецизионные двойные ЦАП AD5337/AD5338/AD5339, выпускаемые фирмой ANALOG DEVICES, могут работать при напряжении питания 2.7...5.5 В в диапазоне температур -40...105 °С. Малое энергопотребление и высокая точность преобразования позволяют использовать эти ЦАП в переносной аппаратуре с батарейным питанием, в программируемых аттенуаторах, источниках тока и напряжения, цифровых регуляторах усиления и промышленных устройствах контроля.

В. Макаренко

V. Makarenko

Семейство двухканальных цифро-аналоговых преобразователей AD5337/AD5338/AD5339 (соответственно 8-, 10- и 12-разрядных) отличается монотонностью характеристики преобразования и очень низкой погрешностью для всех значений кода [1]. Малое энергопотребление в рабочем режиме (не более 300 мкА при напряжении питания 5 В), три режима энергосбережения (ток потребления не превышает 200 нА при U_{пит}=5 В) и широкий диапазон рабочих температур позволяют использовать эти ИМС для построения переносных устройств с низким энергопотреблением, питание которых осуществляется от электрохимических источников тока. Монотонность характеристики преобразования особенно важна для различного рода регуляторов напряжения и тока, аттенуаторов и регуляторов усиления. Двухпроводный интерфейс связи, совместимый с шиной I²C, позволяет широко использовать ЦАП не только в промышленной, но и в бытовой аппаратуре. Основные характеристики ЦАП се-

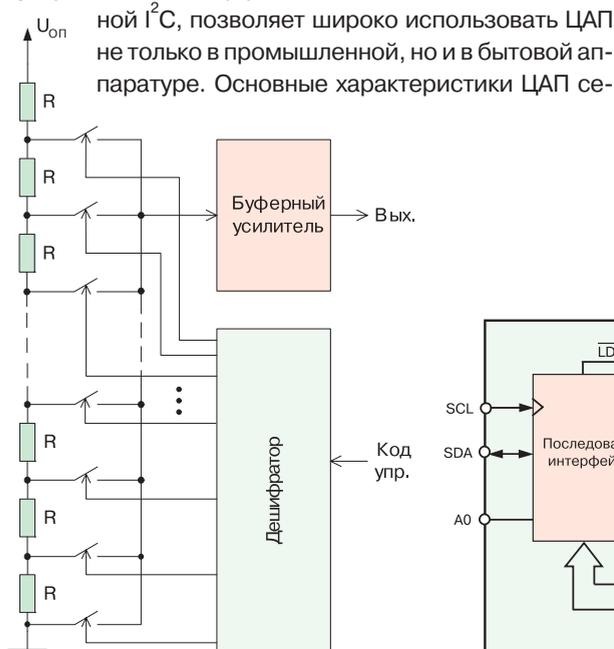


Рис. 1. Схема подключения матрицы взвешивающих резисторов

2-WIRE INTERFACE DUAL-VOLTAGE OUTPUT, 8-/10-/12-bit DACs



AD5337/AD5338/AD5339 are dual 8-, 10-, and 12-bit buffered voltage output DACs in an 8-lead MSOP package, which operate from a single 2.5V to 5.5V supply, consuming 250µA at 3V.

мейства AD53xx приведены в таблице 1.

Монотонность характеристики преобразования и малая погрешность обеспечиваются выбором способа построения схемы матрицы взвешивающих резисторов, приведенной на рис. 1. Так как все резисторы имеют одинаковое сопротивление, легко обеспечить высокую точность их изготовления. Погрешность преобразования будет определяться в основном сопротивлением ключей в открытом состоянии. Чтобы уменьшить влияние разброса сопротивления открытого ключа и для исключения влияния нагрузки на точность преобразования применен буферный усилитель. Конечно, в такой схеме требуется 2^N ключей (N – число разрядов преобразования) и сложный дешифратор. Для 8-разрядного преобразователя требуется 256 ключей, а для 12-разрядного – 4096.

Выходное напряжение ЦАП можно рассчитать по формуле

$$V_{OUT} = (V_{REF} \cdot D) / 2^N,$$

где V_{REF} – напряжение внешнего опорного источника, подключаемого ко входу REFIN ЦАП; D – десятичный эквивалент двоичного кода, загружаемого через интерфейс в регистр ЦАП.

Функциональная схема ЦАП AD5337/AD5338/AD5339 приведена на рис. 2. ЦАП содержит два иден-

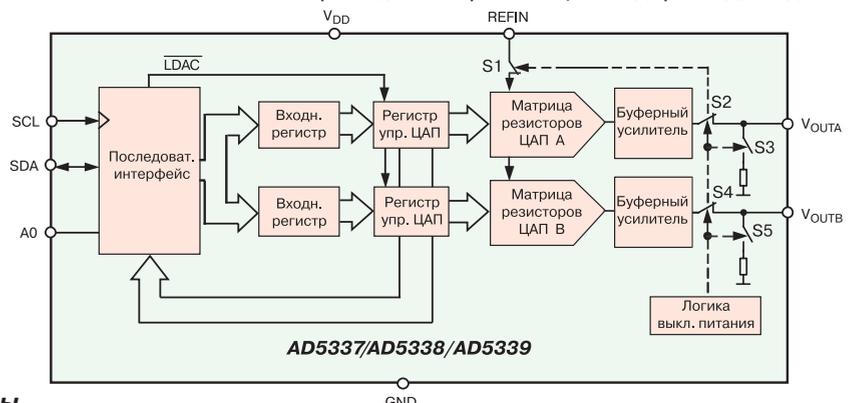


Рис. 2. Функциональная схема ЦАП серии AD533x

Таблица 1. Основные характеристики ЦАП серии AD533x

Параметр	AD5337A		AD5337B		AD5338A		AD5338B		AD5339A		AD5339B		
	тип.	макс.	тип.	макс.	тип.	макс.	тип.	макс.	тип.	макс.	тип.	макс.	
Число разрядов	8				10				12				
Характеристики на постоянном токе													
Относительная погрешность преобразования, ЕМР	±0.15	±1	±0.15	±0.5	±0.5	±4	±0.5	±2	±2	±16	±2	±8	
Дифференциальная нелинейность, ЕМР	±0.02	±0.25	±0.02	±0.25	±0.05	±0.5	±0.05	±0.5	±0.2	±1	±0.2	±1	
Погрешность смещения нуля, %FSR *	±0.4	±3	±0.4	±3	±0.4	±3	±0.4	±3	±0.4	±3	±0.4	±3	
Ошибка усиления, %FSR *	±0.15	±1	±0.15	±1	±0.15	±1	±0.15	±1	±0.15	±1	±0.15	±1	
Зона нечувствительности, мВ	20	60	20	60	20	60	20	60	20	60	20	60	
Дрейф смещения нуля, ppm FSR/°C	-12												
Дрейф ошибки усиления, ppm FSR/°C	-5												
Характеристики источника опорного напряжения													
Диапазон напряжений опорного источника, В	0.25...V _{DD}												
Сопротивление входа для подкл. опорного источника, кОм	37...45												
Выходные характеристики													
Минимальное выходное напряжение, В	0.001												
Максимальное выходное напряжение, В	V _{DD} -0.001												
Выходное сопротивление на постоянном токе, Ом	0.5												
Ток короткого замыкания, мА	25 при V _{DD} =5 В, 16 при V _{DD} =3 В												
Время включения, мкс	2.5 при V _{DD} =5 В, 5 при V _{DD} =3 В												
Параметры входных логических сигналов													
Уровень логического нуля на входе A0, не более, В	0.8 (V _{DD} =5 В), 0.6 (V _{DD} =3 В), 0.5 (V _{DD} =2.5 В)												
Уровень логической единицы на входе A0, не менее, В	2.4 (V _{DD} =5 В), 2.1 (V _{DD} =3 В), 2.0 (V _{DD} =2.5 В)												
Уровень логического нуля на входах SCL и SDA, не более, В	-0.3...0.3												
Уровень логической единицы на входах SCL и SDA, не более, В	0.7...V _{DD}												
Ширина петли гистерезиса входных устройств	0.05V _{DD}												
Параметры источника питания													
Напряжение питания, V _{DD} , В	2.5...5.5												
Ток потребления, мкА:	2.5...5.5												
в рабочем режиме	V _{DD} =4.5...5.5 В	300	375	300	375	300	375	300	375	300	375	300	375
	V _{DD} =2.5...3.6 В	250	350	250	350	250	350	250	350	250	350	250	350
в режиме энергосбереж.	V _{DD} =4.5...5.5 В	0.2	1	0.2	1	0.2	1	0.2	1	0.2	1	0.2	1
	V _{DD} =2.5...3.6 В	0.08	1	0.08	1	0.08	1	0.08	1	0.08	1	0.08	1
Характеристики на переменном токе													
Время установления, мкс	6	8	6	8	7	9	7	9	8	10	8	10	
Скорость нарастания выходного напряжения, В/мкс	0.7												
Полоса частот выходного сигнала, кГц	200												
Суммарный коэффициент гармоник, не более, дБ	-70												

* FSR – полная шкала ЦАП.

тичных канала преобразования кода в напряжение и общий для обоих каналов последовательный интерфейс. Каждый ЦАП состоит из входного регистра; регистра управления ЦАП, который выполняет функцию дешифратора; матрицы резисторов и выходного буферного усилителя. Опорное напряжение подводится

ко входу REFIN от внешнего источника. Так как между входом REFIN и матрицей резисторов отсутствует буферный усилитель, а входное сопротивление матрицы не превышает 45 кОм [1], разработчики ИМС рекомендуют применять источник опорного напряжения со встроенным усилителем, например REF192. Вели-

чина опорного напряжения может быть задана в пределах от 0.25 В до напряжения питания (2.5...5.5 В).

Буферный усилитель с выходным каскадом rail-to-rail может сформировать напряжение на выходе ЦАП в диапазоне $0...V_{DD}$, где V_{DD} – напряжение источника питания. Усилитель рассчитан на работу с сопротивлением нагрузки 2 кОм/500 пФ.

Скорость нарастания напряжения на выходе буферного усилителя не менее 0.7 В/мкс, что обеспечивает время установления выходного напряжения с точностью ± 0.5 ЕМР на выходе 8-разрядного ЦАП не более 6 мкс.

При выключении питания на выходе ЦАП устанавливается нулевое напряжение и внутренняя схема преобразователя отключается от выхода V_{OUT} с помощью пяти аналоговых ключей S1...S5. Когда питание ЦАП включено, ключи S1, S2 и S4 замкнуты, а S3 и S5 разомкнуты. Опорное напряжение подается на матрицу резисторов, а выходы буферных усилителей подключены к выходам V_{OUT} . При выключении питания ключи S1, S2 и S4 размыкаются, а S3 и S5 замыкаются, соединяя выходы V_{OUT} через резисторы с общим проводом.

Управление преобразователями осуществляется через последовательный интерфейс, совместимый с шиной I²C [2, 3]. В этом режиме ЦАП могут работать как ведомое устройство (slave). Интерфейс совместим и с шиной SMBus при напряжении питания $V_{DD} \leq 3.6$ В.

Временные диаграммы сигналов, передаваемых по шине I²C, показаны на рис. 3, а структура данных для ЦАП различной разрядности – на рис. 4.

ИМС AD5337/AD5338/AD5339 имеют 7-разрядную адресацию ведомого устройства. Шесть старших разрядов адреса имеют значение 000110, а значение младшего разряда задается уровнем логического нуля или единицы, подаваемым на вывод A0. Такое формирование адреса позволяет обращаться одновременно к двум ИМС. Только ИМС AD5338-1 имеет уникальный адрес устройства в шести старших разрядах – 010001. Используя одновременно AD5338 и AD5338-1, можно одновременно обращаться к четырем сдвоенным 10-раз-

рядным ЦАП (что обеспечивает преобразование данных по восьми каналам), подключенным к одной и той же шине.

Каждый байт содержит восемь информационных и девятый квитирующий бит ACK (acknowledgement – уведомление об успешном приеме данных, генерируемое получателем пакетов) [1, 3]. Перед началом передачи обе линии находятся в состоянии логической "1". Условием начала (START) передачи является наличие уровня логического "0" на линии данных SDA и уровня логической "1" на входе тактирующего сигнала SCL одновременно. После старта начинается выработка последовательности импульсов в линии тактирующего сигнала SCL. Прием данных ИМС AD533x с линии осуществляется при уровне логической "1" на входе SCL. Изменения уровня сигнала в линии данных могут производиться только при уровне тактирующего сигнала, соответствующем логическому "0". После передачи восьми бит передатчик устанавливает на линии данных состояние логической "1". Девятый бит, имеющий уровень логического "0", поступает в линию от приемника сообщения (AD5337) и подтверждает прием данных. Если после передачи квитирующего бита на обеих линиях установятся уровни, соответствующие логической "1", это означает завершение (STOP) передачи данных.

Устройства опознают посылаемые им информационные посылки по индивидуальным адресам. Первый передаваемый байт информации содержит 7 бит адреса ведомого устройства и один бит R/W – разрешение записи или считывания информации из

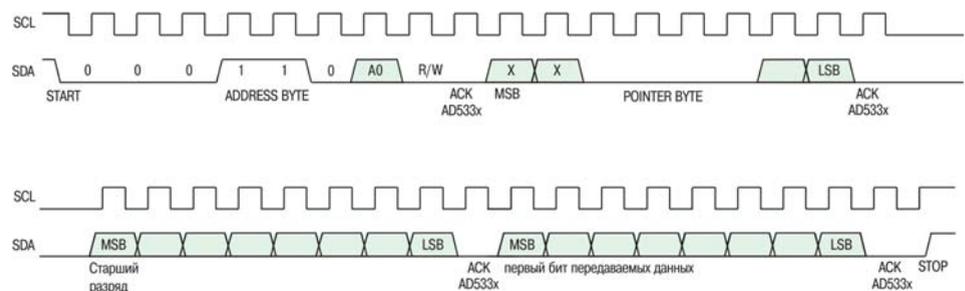
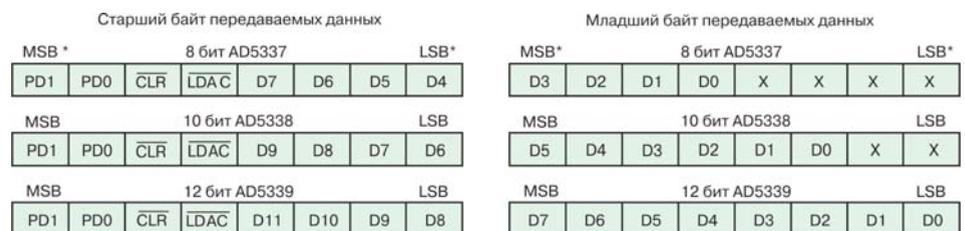


Рис. 3. Временные диаграммы сигналов, передаваемых по шине I²C



* LSB – младший значащий разряд, MSB – старший значащий разряд.

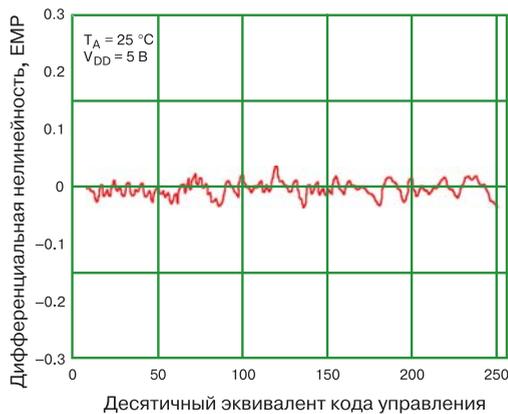
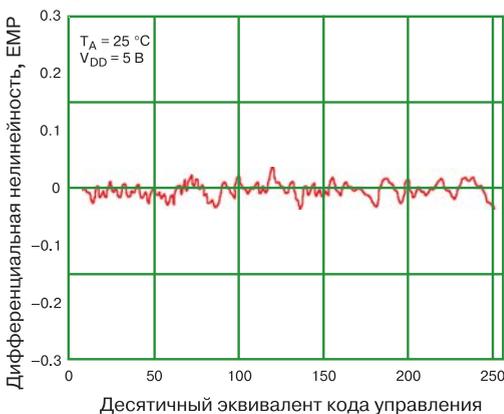
Рис. 4. Структура данных для ЦАП различной разрядности

Таблица 2. Назначение контрольных битов PDO и PD1

Значение контрольных битов:		Режим работы
PD1	PDO	
0	0	нормальная работа
0	1	ЦАП выкл. (сопр. 1 кОм между выводами V_{DD} и GND)
1	0	ЦАП выкл. (сопр. 100 кОм между выводами V_{DD} и GND)
1	1	ЦАП выкл. (выход ЦАП в третьем состоянии)

Таблица 3. Назначение контрольных битов CLR и LDAC

Бит	Значение бита	Результат
CLR	0	во все регистры ЦАП записывается нулевое значение кода
	1	нормальный режим работы
LDAC	0	значение данных в регистрах и напряжение на выходах всех ЦАП обновляются одновременно после завершения режима записи данных
	1	данные записываются только во входной регистр указанного ЦАП (данные в остальных регистрах не изменяются)

**Рис. 5. Дифференциальная нелинейность ЦАП AD5337****Рис. 6. Интегральная нелинейность ЦАП AD5337**

ведомого устройства (приемника информации), т.е. принимающее устройство становится источником информации.

После передачи адреса начинается передача данных. Биты данных передаются, начиная со старшего разряда. Сигналы данных и синхронизации для всей системы формируют ведущие устройства (master), которых может быть несколько. Тактирующие сигналы всех подключенных устройств поступают на вход SCL. Таким образом, в линии SCL формируется сигнал, полученный в результате выполнения логической операции "монтажное ИЛИ" тактирующих сигналов всех устройств. При такой организации формирования тактирующих импульсов ведомое устройство может снизить скорость передачи данных ведущего устройства до требуемого уровня путем увеличения длительности пребывания сигнала SCL в состоянии логического "0". Когда ведомое устройство может принимать передаваемые с высокой скоростью данные, но не готово (например, осуществляет в это время

передачу или преобразование данных), то после перехода сигнала SCL из уровня логической "1" в уровень логического "0" низкоскоростное ведомое устройство должно удерживать его в этом состоянии до момента перехода в состояние готовности.

Данные, поступающие по линии SDA, записываются во входной 16-разрядный сдвиговый регистр ИМС AD5337. Для заполнения регистра передается два байта информации. Временные соотношения для сигналов данных и синхронизации приведены в [1]. Первые два байта данных содержат четыре контрольных бита и 8, 10 или 12 бит данных в зависимости от разрядности используемого ЦАП (рис. 4).

Биты PDO и PD1 предназначены для управления режимом энергопотребления (табл. 2), а CLR и LDAC – для управления входным сдвиговым регистром (табл. 3). В [1] приведены графики зависимости значений интегральной и дифференциальной нелинейности от кода управления для всех видов ИМС серии AD533x. Наименьшую нелинейность обеспечивает ЦАП AD5337 (рис. 5 и 6). ЦАП серии AD533x выпускаются в корпусах 8-MSOP.

Более подробную информацию о режимах работы, схемах включения, примерах применения и параметрах ЦАП можно найти в [1].

ЛИТЕРАТУРА:

1. http://www.analog.com/UploadedFiles/Data_Sheets/247817225AD5337_8_9_a.pdf
2. Шкритек П. Справочное руководство по звуковой схемотехнике. – М.: Мир, 1991 г.
3. Шина I²C // ЭКИС. – Киев: VD MAIS, 1999, № 1.



EPSCOS
Компоненти для компенсації реактивної потужності



Автоматичні конденсаторні установки





Київ
вул. М. Раскової, 13, оф. 903
тел.: (044) 239-2065, 494-2525
факс: (044) 239-2069
info@symmetron.com.ua
www.symmetron.com.ua

Харків
пл. Свободи, 7, готель "Харків", корпус 2, поверх 6, к. 391
тел./факс: (0572) 580-391
kharkov@symmetron.com.ua



крупнейшая на Северо-Западе
V промышленная специализированная выставка
РАДИОЭЛЕКТРОНИКА
И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ



ОРГАНИЗАТОР
Выставочное объединение «FAREXPO»

СООРГАНИЗАТОР
ООО «ЭкспоТехноком»

15-18
ноября

Санкт-Петербург, СКК
пр. Гагарина, 8, ст. метро «Парк Победы»
тел./факс: (812)118 3537
e-mail: radel@orticon.com
www.farexpo.ru/radel.html

ВАС ПРИГЛАШАЮТ:



ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МОДУЛИ ПАМЯТИ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ (часть 2)

С каждым днем появляется все больше малогабаритных устройств, предназначенных для длительного хранения информации. Благодаря высоким параметрам модули на базе флэш-памяти типа NAND идеально соответствуют требованиям, предъявляемым к накопителям данных, ориентированным на применение в мобильных устройствах разного назначения. В статье рассмотрены характеристики и возможности миниатюрных модулей памяти типа MultiMediaCard, Secure Digital Card, xD-Picture Card и TransFlash Card.



SOLID-STATE MASS STORAGE FOR PORTABLE DEVICES (part 2)

NAND Flash is optimized for solid-state mass storage (low cost, high write speed, high erase speed, high endurance). It is the memory of choice for memory cards such as the MultiMediaCard, Secure Digital Card, xD-Picture Card and TransFlash Card.

В. Охрименко

V. Ohrimenko

Ранее в стандартах форматов хранения данных на сменных флэш-картах не предусматривалась защита от копирования записанной на них информации. Естественно, это не могло устраивать корпорации, владеющие студиями звукозаписи и занимающиеся коммерческим распространением аудиозаписей, именно вследствие возможности простого копирования записанной на эти карты информации. Чтобы ограничить незаконное распространение "пиратских копий" и разработать методы защиты аудиофайлов, представители более ста компаний и организаций в 1998 году основали ассоциацию, получившую название SDMI (Secure Digital Music Initiative). В эту ассоциацию вошли представители компаний и организаций, заинтересованных, прежде всего, в защите авторских прав и наложении запрета на незаконное копирование и распространение аудиозаписей. Инициативная группа ассоциации предложила мероприятия по разработке форматов хранения данных и методов защиты информации от несанкционированного копирования. В конце 90 годов прошлого и начале нынешнего века были разработаны способы и предложены соответствующие рекомендации по защите информации от нелегального копирования, поэтому в настоящее время наиболее распространенные флэш-карты имеют версии, отвечающие предложенным ассоциацией рекомендациям. К таким картам относятся SmartMedia with ID (SmartMedia-ID), Memory Stick Magic Gate, Secure Digital (SD) Card; Secure CF, CP-SMMC и другие. Все "защищенные" карты памяти снабжены уникальным ID-кодом, который используется для кодирования/декодирования данных, а, кроме того, в протоколе обмена предусмотрены дополнительные команды для операций чтения ID-кода, кодирования/декодирования данных и т.п. Компания Sony од-

ной из первых внедрила в 1999 году технологию Magic Gate для флэш-карт серии Memory Stick [1, 2]. Использование технологии Magic Gate исключает возможность неавторизованного копирования файлов, записанных на карточку Memory Stick Magic Gate.

Далее рассмотрены не вошедшие в первую часть статьи [3] флэш-карты типа MultiMediaCard (MMC), Reduced Size MultiMediaCard (RS-MMC), Secure Digital (SD) Card, miniSD, xD-Picture Card и TransFlash Card. Основные характеристики флэш-карт приведены в таблице 1 [4-16]. В связи с совершенствованием технологии изготовления микросхем флэш-памяти типа NAND параметры сменных флэш-карт постоянно улучшаются, а объем их памяти увеличивается. В настоящее время фирма Samsung уже выпускает микросхемы NAND-флэш (K9W8G08xxx) объемом 8 Гбит. Сегодня десятки компаний, разбросанных по всему миру, выпускают сменные карты памяти, созданные на базе NAND-флэш. Причем, по стоимости карты существенно отличаются в зависимости от объема памяти и фирмы-производителя. К примеру, MMC-карты, производимые фирмой Prettec, объемом 256, 512 Мбайт и 1 Гбайт предлагаются соответственно по цене 528, 873 и 3136 грн., а MMC-карты фирмы Arascer объемом 256 Мбайт – по цене 215 грн. [17]. Карты типа CompactFlash (SanDisk) объемом 512 Мбайт, 1 и 2 Гбайт предлагаются соответственно по цене 366, 571 и 1293 грн., а высокоскоростные CF-карты типа CF Extreme III (SanDisk) объемом 2 Гбайт – по цене 1617 грн. [17].

MULTIMEDIACARD (MMC)

Модули памяти MultiMediaCard были разработаны благодаря совместным усилиям специалистов фирм SanDisk и Siemens и представлены на рынок в 1997 году. Первоначально предполагалось использовать их только в портативных телефонах. Однако, благодаря

Таблица 1. Основные параметры миниатюрных карт памяти

Наименование параметра	MultiMediaCard	RS-MMC	SD Memory Card	miniSD	xD-Picture Card
Лицензионные отчисления	–	–	+	+	иногда
Первые фирмы-производители	Infineon, Lexar, Renesas, Samsung, Sandisk	Infineon, Renesas, Samsung	Panasonic, SanDisk, Toshiba		Olympus, Fuji Film
Габаритные размеры, мм	24.0×32.0×1.4	24.0×18.0×1.4	24.0×32.0×2.1	20.0×21.5×1.4	20.0×25.0×1.7
Объем памяти, Мбайт	16/32/64/128/256/512/1024	16/32/64/128/256/512	16/32/64/128/256/512/1024	16/32/64/128/256/512	16/32/64/128/256/512
Интерфейс	MultiMediaCard, SPI, Serial		SD, SPI, I/O Supported, Serial		NAND Flash Memory specification
Число линий ввода/вывода	7/1	7/1	9/4	11/4	18/8
Тактовая частота, МГц	20	20	25	25	–
Скорость чтения/записи, Мбайт/с	2.1/1.7	2.1/1.7	8/5	8/5	16/6
Встроенный контроллер	+	+	+	+	–
Защита от случайного стирания	–	–	+	+	+
Защита авторских прав	–	–	+	+	+
Масса, г	2	1.5	2	1.5	2.5
Площадь поверхности, мм ²	768	424	768	430	500
Объем корпуса, мм ³	1075	594	1613	602	850
Напряжение питания, В	1.8...3.6/2.7...3.6		2.7...3.6	1.8...3.6/2.7...3.6	
Диапазон рабочих температур, °С	-25... 85	-25... 85	-25... 85	-25... 85	0...55

небольшим габаритам, низкому энергопотреблению и простому интерфейсу в настоящее время карточки памяти этого типа (рис. 1) применяются во многих устройствах, в том числе в цифровых фотокамерах, карманных компьютерах, мобильных телефонах, MP3-плеерах, GPS-системах, цифровых диктофонах и т.п. Габаритные размеры MMC-карт 32.0×24.0×1.4 мм, масса – менее 2 г.

Одним из ведущих производителей MMC-карт является компания SanDisk (разработчик этой технологии), которая стала также членом основанной в 1998 году ассоциации MultiMediaCard Association (MMCA), призванной способствовать продвижению MultiMediaCard в качестве открытого промышленного стандарта. В ассоциацию MMCA (<http://www.mmca.org>) входят многие ведущие мировые производители электронной техники: Aiwa, Infineon, Ericsson, Hitachi, Nokia, Mitsubishi, Motorola, SanDisk, Sanyo, Samsung, JVC и многие другие [7].

В настоящее время выпускаются карты памяти объемом от 32 до 1024 Мбайт. Обмен данными осу-



Рис. 1. MMC-карта

ществляется в последовательном формате. Для подключения карточка имеет всего семь металлизированных (позолоченных) ламелей. Напряжение питания (1.8...3.6)/(2.7...3.6) В. Передача данных производится с тактовой частотой до 20 МГц.

Архитектура MMC-карт приведена на рис. 2. Для передачи команд используется двунаправленная линия ввода/вывода CMD, для обмена данными – DAT. Тактирование данных осуществляется сигналом CLK, который формируется хост-процессором. Контроллер MMC-карты кроме стандартного MMC-протокола поддерживает также прием/передачу данных с ис-

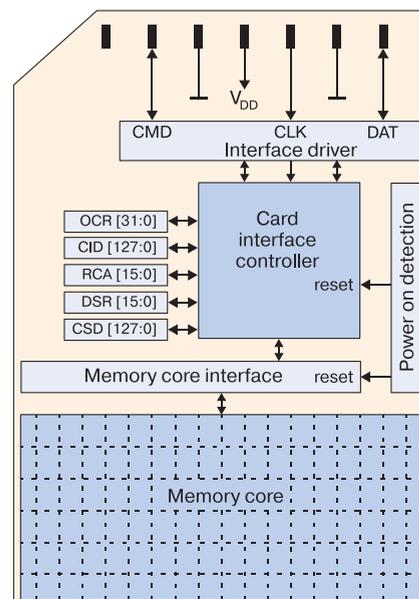


Рис. 2. Архитектура MMC-карты

пользованием SPI-интерфейса. Переключение в этот режим обмена данными выполняется на программном уровне.

Недостатки: сравнительно небольшая скорость обмена данными. **Преимущества:** миниатюрные размеры, низкий уровень энергопотребления, высокая надежность, сравнительно невысокая стоимость.

Более новый стандарт Reduced Size MultiMedia-Card (RS-MMC), анонсированный в ноябре 2002 года, разработан одной из рабочих групп ассоциации MMCA, которая занимается стандартизацией карт расширения памяти MMC. Флэш-карта RS-MMC – это, по сути, уменьшенная по размерам модификация карт памяти, выполненных в стандарте MMC. Габаритные размеры карточек RS-MMC всего 24.0×18.0×1.4 мм, что почти вдвое меньше стандартных MMC-карт. Карты памяти RS-MMC применяются, в первую очередь, в мобильных телефонах нового поколения, мультимедийных коммуникаторах и других портативных устройствах. Как и MMC, карты RS-MMC имеют всего семь металлизированных контактов. Ожидается, что слотами для этих карт будут оснащаться мобильные устройства нового поколения. Карты RS-MMC используются в некоторых моделях мобильных телефонов, производимых фирмами Nokia, Siemens и другими. Компания SanDisk объявила о выпуске карт RS-MMC с объемом памяти 512 Мбайт. Для карт RS-MMC выпускаются также специальные адаптеры. Поскольку расположение контактных площадок в картах RS-MMC сохранилось таким же, как в MMC-картах, чтобы увеличить размеры до стандартных (MMC), был разработан специальный адаптер, "пристегивающийся" к карте RS-MMC (рис. 3). Конструкция получается достаточно прочной, универсальной и дешевой (электронных компонентов в адаптере нет). На практике во многих слотах, в которых корпус MMC-карты "прячется" не полностью, карты RS-MMC можно использовать и без адаптера. Кроме того, выпускаются и специаль-

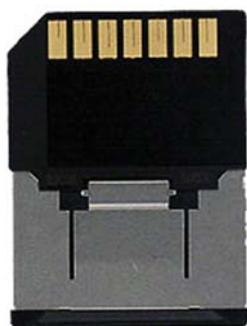


Рис. 3. Карта памяти RS-MMC и адаптер для этой карты

ные слоты для установки карт типа RS-MMC (к примеру, part number 500990-0700 фирмы Molex).

В сентябре 2004 года ассоциация MMCA представила два новых стандарта MMC-карт: MMCplus™ и MMCmobile™. Основное преимущество новых карт: увеличенная частота тактового сигнала и число линий ввода/вывода данных. Кроме того, предусмотрено два диапазона напряжения питания (1.65...1.95 и 2.7...3.6 В). В настоящее время фирма Samsung выпускает высокоскоростные HS-MMC (HS – High Speed) флэш-карты типа MMCplus™ (рис. 4, а) и MMCmobile™ (рис. 4, б) [8]. Карты MMCplus имеют точно такие же габаритные размеры (32.0×24.0×1.4 мм), как и стандартные карты MMC. Карточки MMCmobile предназначены для использования в портативных устройствах, поэтому они имеют уменьшенные габаритные размеры (18.0×24.0×1.4 мм). Основное преимущество этих флэш-карт памяти – увеличенная скорость передачи данных, что достигается благодаря повышенной до 52 МГц тактовой частоте, а, кроме того, в этих картах может использоваться одновременно до восьми линий ввода/вывода данных (карты MMCmobile имеют 13 контактов вместо традиционных семи). Благодаря этому максимальная скорость передачи данных составляет 52 Мбайт/с, что примерно в 3-4 раза больше по сравнению с другими существующими типами карт памяти. При использовании карт памяти типа HS-MMC средняя скорость обмена данными с микропроцессором составляет примерно 16 Мбайт/с [16]. Карты типа MMCmobile могут работать при напряжении питания 1.8 или 3.0 В. По расположению выводов карты этого типа полностью совместимы с картами, выполненными в формате MMC. Планируется, что объем памяти карт MMCplus и MMCmobile в самое ближайшее время достигнет соответственно 1 Гбайт и 512 Мбайт. Несмотря на то, что карты HS-MMC по сравнению с MMC имеют больше контактов, они совместимы с ними на физическом уровне (см. рис. 4).

Недавно фирма Samsung на базе технологии NAND SLC (Single Layer Cell – одноуровневые ячейки) начала

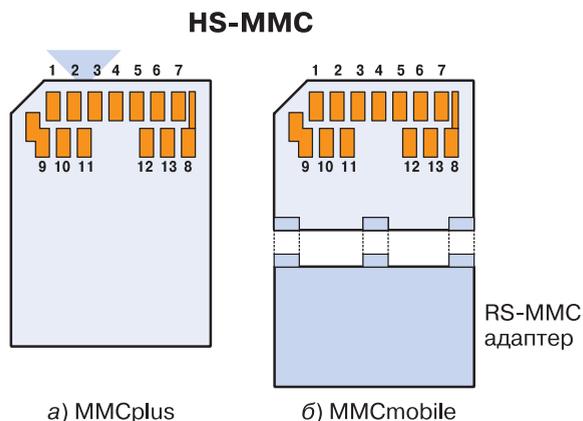


Рис. 4. Высокоскоростные флэш-карты HS-MMC

серийное производство новых миниатюрных 10-контактных флэш-карт типа MMCmicro [8]. Эти карты памяти отличаются миниатюрностью (габаритные размеры всего 12.0×14.0×1.1 мм) и повышенной по сравнению с MMC-картами скоростью обмена данными (до 7 Мбайт/с). Поскольку во многих современных микропроцессорах, предназначенных для мобильных приложений (к примеру, в процессоре OMAP 1710), используется сниженное напряжение питания (1.8 В), в картах памяти MMCmicro напряжение питания составляет 1.7...1.95 или 2.7...3.6 В. Выпускаемые в настоящее время фирмой Samsung карты MMCmicro (MC56S0323CCA) имеют объем памяти 32 Мбайт. Однако уже в ближайшее время планируется выпуск карт (MC1GS2564ACA) объемом 256 Мбайт [8]. Прогнозируемый объем памяти карт этого типа более 1 Гбайт. Карты предназначены для работы в диапазоне температур от -25 до 85 °С. На рис. 5 приведено расположение и назначение контактов MMC-, MMCmicro- и SD-карт.

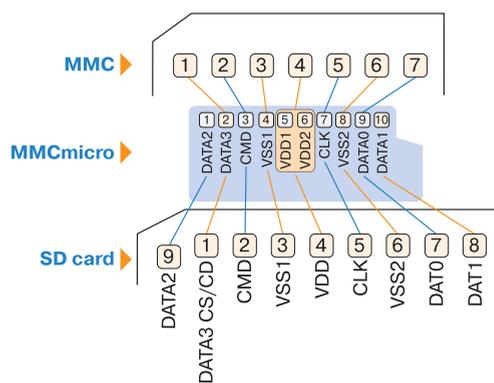


Рис. 5. Назначение и расположение выводов в MMC-, MMCmicro- и SD-картах

SECURE DIGITAL (SD) CARD

Этот стандарт был предложен компаниями Matsushita, SanDisk и Toshiba в 1999 году. Стандартом предусмотрена возможность защиты авторских прав. Для обмена данными с картами памяти Secure Digital используется последовательный интерфейс. По сравнению с MultiMediaCards в картах Secure Digital число контактов увеличено до девяти. Контакты выполнены в виде металлизированных (позолоченных) ламелей. В отличие от MMC-карт информация может передаваться не по одной линии данных, а одновременно по нескольким (всего до четырех), что позволяет увеличить скорость обмена информацией. Преимущество этих карт памяти в сравнении с MMC-картами в том, что передача данных выполняется с тактовой частотой 25 МГц. Габаритные размеры 24.0×32.0×2.1 мм, масса 2 г. Допускается "горячее подключение" карт SD.

Одной из причин появления карт памяти Secure Digital было то, что в предыдущем стандарте (MMC) не гарантировалась защита от копирования данных. В данном стандарте предусматривается использование криптографической защиты от нелегального копирования информации. Карты Secure Digital обеспечивают также защиту авторских прав согласно методам, разработанным в соответствии с SDMI-рекомендациями. В настоящее время в ассоциацию SD Card Association (<http://www.sdcard.org>), призванную обеспечить продвижение стандарта Secure Digital, входят более двухсот компаний (в их числе: Canon, Casio, Handera, HP, IBM, Intel, Kenwood, Microsoft, Mitsubishi, Olympus, Palm, Samsung, Siemens и многие другие) [10].

Флэш-карты памяти типа Secure Digital выпускаются многими производителями. К примеру, фирма Kingston предлагает карты серии Elite Pro SD (SD/512-S) с объемом памяти 512 Мбайт, полностью удовлетворяющие стандартам ассоциации SD Card Association. Максимальная скорость записи 7.7, а чтения – 8.2 Мбайт/с [12]. Компания SanDisk выпускает SD-карты (SDSDB-1024-xxx) емкостью до 1 Гбайт (рис. 6) [13].

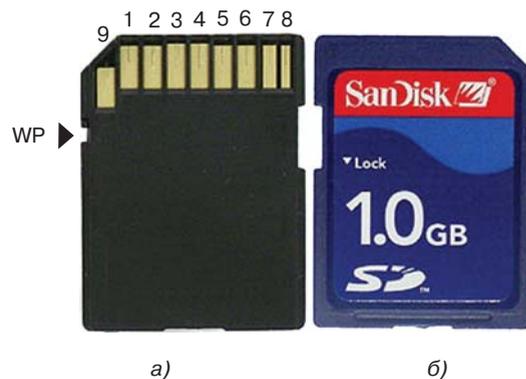


Рис. 6. Флэш-карта памяти Secure Digital: вид сверху (а), вид снизу (б)

Преимущества: низкий уровень энергопотребления, высокая механическая прочность, небольшие размеры, сравнительно большой объем памяти и высокая скорость записи/чтения, совместимость с MMC-картами (в слот для SD-карты можно устанавливать карточку MMC, но не наоборот). Именно поэтому в последнее время новые изделия снабжаются слотом SD (который часто называют SD/MMC). От MMC карты SD отличаются большей толщиной корпуса. Кроме того, на корпусе SD-карты (как и Memory Stick) имеется механический переключатель WP (Write Protect – защита записи), позволяющий предотвратить возможность случайного повреждения информации (см. рис. 6). Этот способ защиты не предусмотрен в картах типа MMC.

Кроме SD-карт выпускаются также miniSD-карты (рис. 7), имеющие габаритные размеры всего 21.5×20.0×1.4 мм (массой менее 2 г). Размеры карт miniSD ненамного меньше размеров RS-MMC. Объем памяти карт этого типа от 64 до 512 Мбайт, максимальная скорость чтения 7.8, записи – 5.5 Мбайт/с. Диапазон рабочих температур от -25 до 85 °С. Допускается "горячее подключение" карт памяти этого типа.



Рис. 7. Карты miniSD и адаптеры для этих типов флэш-карт

MiniSD-карты имеют одиннадцать контактов (для сравнения, карта Secure Digital – девять). Принимая во внимание разную ширину карт, невозможно установить карту miniSD в слот, предназначенный для SD-карт. Однако флэш-карты типа miniSD можно устанавливать с использованием специальных устройств (адаптеров) в слоты, предназначенные для карт Secure Digital.

xD-PICTURE CARD

Этот стандарт флэш-карт "родился" сравнительно недавно (в 2002 году) после того, как компании Fuji Photo Film Co., Ltd. и Olympus Optical Co., Ltd. представили первую карту памяти этого типа. Начальные буквы в названии xD-Picture Card расшифровываются как eXtreme Digital. Новый стандарт более универсален и отвечает постоянно растущим требованиям современного рынка по компактности, высокой скорости передачи данных, низкому энергопотреблению и большой емкости носителя информации. Поэтому флэш-карты xD-Picture Card быстро завоевали популярность и сегодня используются во многих моделях цифровых фотоаппаратов, производимых компаниями Olympus, Fuji и другими. Кроме того, ряд производителей планируют применение флэш-карт этого типа в PDA, аудиоплеерах и других изделиях потребительской электроники, в которых используются сменные модули памяти. Фирма Z-World, которая производит малогабаритные одноплатные промышленные компьютеры, выпускает процессорные модули семейства RCM3300, имеющие слот для установки xD-Picture Card.

Первоначально эти карты памяти разрабатывались для замены карт формата SmartMedia, которые применялись в цифровых фотокамерах. На рис. 8 приведен внешний вид карт памяти типа xD-Picture Card и SmartMedia. Карты памяти xD-Picture Card в оп-

ределенном смысле совместимы со SmartMedia. Карточки xD-Picture имеют 18 металлизированных контактов (параллельный 8-разрядный интерфейс). xD-Picture Card (как и SmartMedia), в отличие от карт SD и MMC, не содержат встроенного контроллера. Назначение выводов карт памяти типа xD-Picture и SmartMedia, по сути, аналогично принятому для 8-разрядных микросхем флэш-памяти типа NAND (к примеру,

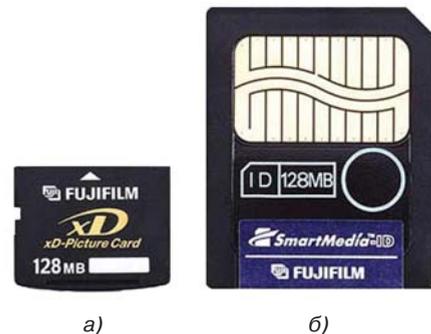


Рис. 8. Карты памяти типа xD-Picture Card (а) и SmartMedia (б)

HY27UA161G1M фирмы Hynix или K9F1G08xxx фирмы Samsung). Максимальная скорость записи и чтения данных соответственно 6 и 16 Мбайт/с [16]. Напряжение питания 3.3 В. Максимальный (теоретический) объем памяти карт xD-Picture Card может достичь 8 Гбайт. В настоящее время уже выпускаются карты объемом 512 Мбайт. В сентябре 2004 года компании Fuji Photo Film Co., Ltd. и Olympus Corporation объявили о начале совместной разработки версий xD-Picture Card с объемом памяти 1 Гбайт. В этих картах будет использоваться флэш-память, выполненная по технологии MLC (Multi Level Cell – многоуровневые ячейки). Ожидается, что карты памяти с таким объемом памяти будут доступны уже в 2005 году. Основные преимущества карт типа xD-Picture Card – миниатюрность (габаритные размеры всего 20.0×25.0×1.7 мм, масса примерно 2 г) и большой объем памяти. Для работы с этими картами выпускаются адаптеры для слотов PC Card, CompactFlash и USB, а также устройства-считыватели (card reader). Версии этих карт, как и SmartMedia-ID, имеют защиту от копирования.

TRANSFLASH

В феврале 2004 года компания SanDisk анонсировала новый тип сменных флэш-карт – TransFlash™, имеющих самые маленькие габаритные размеры по сравнению с существующими типами сменных карт памяти [13]. Площадь поверхности карт TransFlash всего на три квадратных миллиметра меньше, чем карт типа MMCmicro. Предполагаемые области применения этих карт: мобильные телефоны третьего поколения (3G), цифровые фотокамеры, аудиоплееры, карманные компьютеры и другие портативные устройства. Компа-

ния Motorola уже объявила об использовании карт этого типа в своих новых разработках мобильных телефонов. Карты TransFlash имеют миниатюрные размеры: всего 11×15×1 мм (рис. 9).

В этих картах используются микросхемы флэш-памяти, изготовленные по технологии NAND MLC. В настоящее время компания SanDisk предлагает карты памяти этого типа (SDQСJP) объемом до 128 Мбайт, которые можно приобрести по цене примерно 300 грн. [17]. Напряжение питания 2.7-3.6 В. В таблице 2 даны сравнительные характеристики карт памяти типа MMCmicro и TransFlash. На рис. 10 приведена диаграмма, иллюстрирующая возможности использования карт типа TransFlash и MMCmicro для сохранения видеоизображения разного формата в режиме реального времени [8]. Для совместимости карт типа TransFlash с устройствами, поддерживающими стандарт SD, компания SanDisk выпускает также специальные SD-адаптеры. Кроме того, рядом компаний освоено производство слотов для этих типов карт (к примеру, фирма Molex предлагает два типа разъемов: 500901 и 500873).



Рис. 9. Карта памяти TransFlash

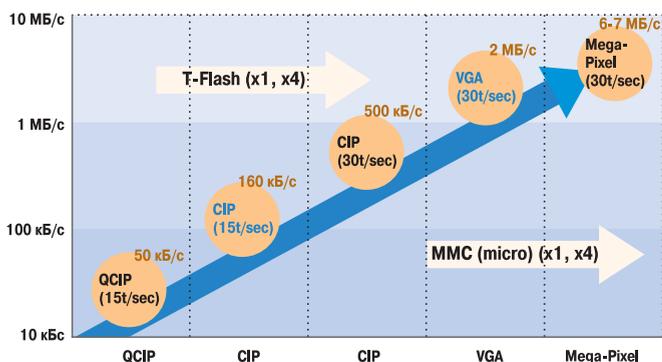


Рис. 10. Области применения карт типа MMCmicro и TransFlash

Таблица 2. Сравнительные характеристики карт памяти типа MMCmicro и TransFlash

Наименование параметра	MMCmicro	TransFlash
Габаритные размеры, мм	12.0×14.0×1.1	11.0×15.0×1.0
Площадь поверхности, мм ²	168	165
Тип интерфейса	MMC 3.X или MMC 4.0	SD
Число выводов	10	8
Число линий ввода/вывода данных	1-4	4
Тактовая частота, МГц	20-52	25
Технология	SLC Flash	MLC Flash

КОМБИНИРОВАННЫЕ КАРТЫ

В последние годы начался выпуск моделей флэш-карт, снабженных дополнительными устройствами. Например, карта SD Camera Card содержит миниатюрную фотокамеру и контроллер для преобразования видеосигнала, благодаря чему мобильный телефон или карманный компьютер можно превратить в цифровой фотоаппарат. SD Bluetooth Card и SD Mobile Communication Card обеспечивают беспроводное соединение фотокамер, CD-плееров, карманных компьютеров (PDA) и т.п. В SD-стандарте имеется несколько версий. Например, SD-Audio (формат для аудиоплееров), SD-Voice (для голосовых данных), а также SD-Video, SD-Picture и другие [10].

Компания SanDisk планирует разработать и выпустить оригинальное устройство, позволяющее объединить преимущества двух типов носителей – USB-накопителей и карт памяти типа Secure Digital. Новая карта памяти будет выполнена в обычном для карт Secure Digital конструктивном исполнении, но в середине корпус "переламывается" (как в охотничьем ружье), чтобы обеспечить доступ к стандартному USB-разъему (рис. 11). Эта конструкция позволяет подключить новую карту к персональному компьютеру. Таким образом, вместо нескольких накопителей разных типов можно будет использовать только один. Такой подход позволит создать перспективные универсальные накопители данных.

Тайваньская компания производит цифровую фотокамеру SD PDA, созданную на базе флэш-карты Secure Digital. Фотокамера SD PDA предназначена для использования с карманными компьютерами. Фотокамера оснащена сенсорной матрицей объемом 300 000 пикселей и обеспечивает передачу изображений в память компьютера в форматах: jpg и bmp. Фотокамера SD PDA подключается к карманному компьютеру через SD-интерфейс и позволяет просматривать фотографии непосредственно на дисплее карманного компьютера.

В заключение обзора полупроводниковых карт памяти нельзя не упомянуть о появившихся в последнее время комби-

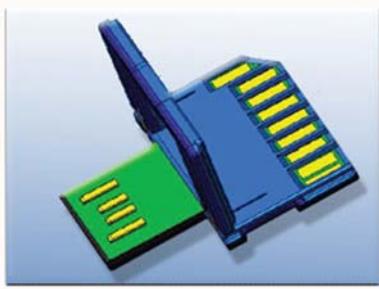


Рис. 11. Комбинированная USB-/SD-карта

нированных устройствах, которые поддерживают существующие стандарты сменных флэш-карт разных типов и одновременно обеспечивают беспроводный доступ к информационным сетям. В настоящее время наиболее распространенным стандартом сети беспроводной передачи данных является IEEE 802.11b, поддерживающий передачу данных со скоростью до 11 Мбит/с. Однако, на практике более широко используется его маркетинговое название Wi-Fi (Wireless Fidelity). В соответствии с этим стандартом оборудование беспроводных сетей работает в диапазоне радиочастот 2.4000-2.4835 ГГц. В 1999 году была создана некоммерческая международная организация (Wi-Fi альянс), занимающаяся сертификацией оборудования и изделий, предназначенных для использования в беспроводных локальных сетях, выполненных в соответствии со спецификациями стандарта IEEE 802.11. Преимущества этой технологии: сравнительно высокая скорость передачи данных, удобство использования, высокая надежность и приемлемая стоимость оборудования. Поскольку сегодня технология Wi-Fi – одна из самых перспективных и распространенных на рынке беспроводных телекоммуникаций, многие ведущие производители карт памяти освоили производство комбинированных карт, объединяющих возможности хранения данных и беспроводного доступа к информационным сетям. Пример производимой компанией SanDisk комбинированной карты (Wi-Fi), устанавливаемой в карманный компьютер, приведен на рис. 12.



Рис. 12. Карманный компьютер с картой Wi-Fi, выполненной в стандарте Secure Digital

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на существующее разнообразие типов сменных полупроводниковых носителей информации, созданных на основе флэш-памяти, ни один из них нельзя сегодня назвать доминирующим. В профессиональной цифровой фотографии, к примеру, без сомнения, до настоящего времени отдается предпочтение картам типа CompactFlash, которые отличаются наибольшим объемом памяти и высокой скоростью передачи данных. Пользователи карманных компьютеров и любительских цифровых фотоаппаратов применяют Secure Digital- и MMC-карты. Производители же мобильных телефонов планируют внедрить новые виды сменных носителей – миниатюрные и непременно с большим объемом памяти. Этим требованиям в наибольшей степени соответствуют карты типа TransFlash и MMCmicro.

Более полную информацию об особенностях и параметрах сменных флэш-карт памяти можно найти в сети Интернет по адресам, указанным в [1, 2, 4-17].

ЛИТЕРАТУРА:

1. <http://www.memorystick.com>
2. <http://www.memorystick.org>
3. Охрименко В. Полупроводниковые модули памяти для мобильных устройств (часть 1)//ЭКИС. – Киев: VD MAIS, 2005, № 3.
4. MultiMediaCards. The mobile phone and digital imaging card. – MultiMediaCard Association (<http://www.mmca.org>).
5. SanDisk MultiMediaCard and Reduced-Size MultiMediaCard Product. Manual Version 1.0. – SanDisk Corporation, May 2004 (www.sandisk.com).
6. The MultiMediaCard. System Summary Based On System Specification Version 3.31. MMCA Technical Committee. – MMCA, March 2003.
7. <http://www.mmca.org>
8. <http://www.samsung.com/Products/Semiconductor/Flash/FlashCard/MMC/>
9. SD Card Specification Simplified Version of: Part E1. Secure Digital Input/Output (SDIO) Card Specification Version 1.00. – SD Association, October 2001.
10. <http://www.sdcard.org>
11. <http://www.xd-picture.com>
12. <http://www.kingston.com>
13. <http://www.sandisk.com>
14. <http://www.olimpus.com>
15. Sandisk Introduces Transflash – World's Smallest Removable Flash Storage Module for Mobile Phones. – SanDisk Corporation, 2004 (www.sandisk.com).
16. Flash Card Comparison Product Planning & Application Engineering Team. – Memory Division Samsung Electronics Co., Ltd., 2004 (www.samsung.com).
17. <http://www.intech.kiev.ua>

www.wago.com



Клеммы WAGO для печатных плат



**МНОГООБРАЗНЫЕ
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ**

Универсальность
Широкая цветовая гамма
Простой способ монтажа
Многоуровневые клеммы
Надежный электрический контакт



**VD MAIS – официальный дистрибьютор
фирмы WAGO в Украине**

тел.: (044) 492-8852 (многоканальный), 287-1356
www.vdmais.kiev.ua

**НАСТОЯЩИЕ
термоусадочные трубки**



фирмы Tyco Electronics/AMP

Кoeffициент усадки: 2:1
 Диапазон диаметров, D1/D2, мм: 1,2/0,6 – 101,6/50,8
 Диапазон рабочих температур, °C: -75...+135
 Температура усадки: >100 °C
 Электрическая прочность: 25 кВ/мм

Соответствуют стандартам:
 MIL I 23053/5 класс 2 и 3
 UL 224, 125 °C, VW 1
 UL File E 45580
 Материал: полиолефин

VD MAIS – дистрибьютор
фирмы Tyco Electronics/AMP в Украине

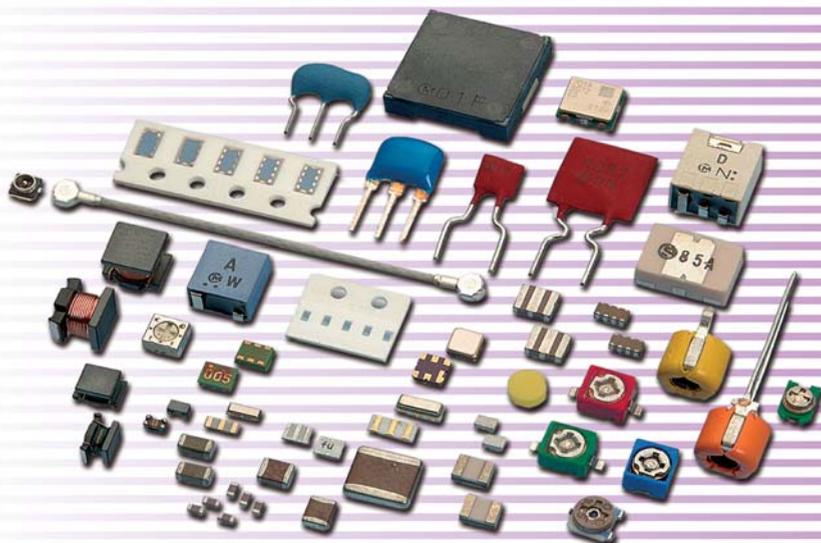
tyco / Electronics
www.tyco.com



*Лидер в инновационных технологиях
в области электронных компонентов*

- ✓ конденсаторы
- ✓ дроссели
- ✓ термисторы
- ✓ датчики
- ✓ фильтры
- ✓ резонаторы
- ✓ резисторы
- ✓ пьезоэлектрики
- ✓ линии задержки

www.murata.com



**VD MAIS – официальный дистрибьютор
фирмы Murata в Украине**

тел.: (044) 492-8852 (многоканальный)
http://www.vdmais.kiev.ua, e-mail: info@vdmais.kiev.ua

ПРОЦЕССОРНЫЕ МОДУЛИ RCM3600/10

В статье рассмотрены созданные на базе 8-разрядного микропроцессора Rabbit 3000A малогабаритные процессорные модули RCM3600/10 (фирмы Z-World), предназначенные для установки в разрабатываемые пользователем устройства управления/контроля и сбора/обработки информации. Встроенная в микропроцессор система Clock Spectrum Spreader обеспечивает снижение уровня электромагнитных излучений. Наличие этой системы обеспечивает соответствие допустимому уровню электромагнитного излучения согласно американским и европейским стандартам по электромагнитной совместимости. Важное преимущество процессорных модулей RCM3600/10 – малые габариты, высокая производительность и большой объем встроенной памяти типа флэш и SRAM.

RABBITCORE MODULES RCM3600/10

The RabbitCore mounts directly on a user-designed motherboard with a single 0.1" (2.54 mm) 2x20 dual-row IDC header and can interface with all manner of CMOS-compatible digital devices. Built-in low – EMI features, including a clock spectrum spreader, practically eliminate EMI problems, helping OEMs pass European CE and other regulatory RF emissions tests.

В. Охрименко

V. Ohrimenko

В настоящее время фирма Z-World выпускает два семейства процессорных модулей (RabbitCore Modules – RCM), созданных на базе 8-разрядных микропроцессоров Rabbit 2000 и Rabbit 3000: RCM2000, RCM2100, RCM2200, RCM2300 и RCM3000, RCM3100, RCM3200, RCM3300, RCM3400, RCM3600, RCM3700 [1-3]. Процессорные модули устанавливаются на изготовленную пользователем печатную плату. Применение модулей RCM способствует сокращению сроков разработки функционально законченных изделий. Внешний вид модуля RCM3600 приведен на рис. 1, а структурная схема модулей семейств RCM3600/10 – на рис. 2.

Процессорные модули RCM3600/10 содержат:

- микропроцессор Rabbit 3000A (максимальная тактовая частота 22.1 МГц)
- микросхемы флэш- и SRAM-памяти
- кварцевые резонаторы (частотой 11.06 МГц и 32.768 кГц)

- микросхему стабилизатора напряжения
- двухрядный разъем 2x20 контактов с шагом выводов 2.54 мм.

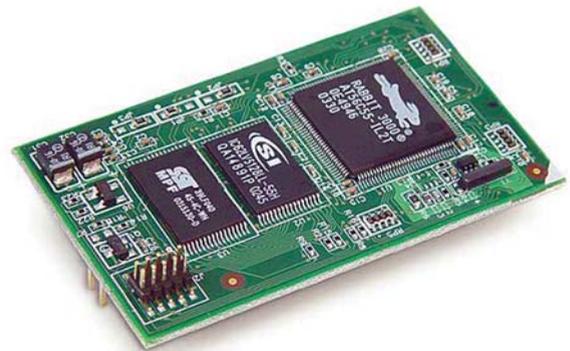


Рис. 1. Внешний вид модуля RCM3600

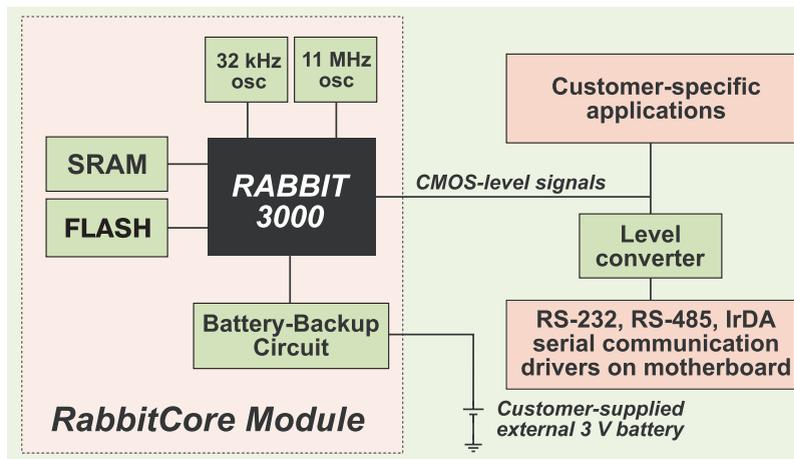


Рис. 2. Структурная схема модулей RCM3600/10

Основные параметры процессорных модулей серий RCM3600/10

Параметр	RCM3600	RCM3610
Тип микропроцессора/ тактовая частота, МГц	Rabbit3000A/22.1	
Объем памяти, кбайт:	флэш	256
	SRAM	128
Число цифровых линий ввода/вывода	33	
Последовательные порты (четыре конфигурируемых):	SPI, IrDA, SDLC/HDLC, UART	
Сторожевой таймер	+	
Таймер реального времени	+	
Таймер общего назначения	десять 8-разрядных (шесть из которых имеют возможность каскадирования), один 10-разр.	
ШИМ-генератор	+	
Напряжение питания, В	4.0...12.26	
Ток потребления, мА, при тактовой частоте:	22.1 МГц	60
	11.06 МГц	38
Соединитель	2×20 контактов с шагом выводов 2.54 мм (0.1")	
Габаритные размеры, мм	53×30×16	
Диапазон рабочих температур, °С:	-40...85	
Относительная влажность воздуха, %	5...95	
Стоимость в партии 1/100/1000 шт., \$	49/39/32	39/29/22

Процессорный модуль RCM3600 содержит флэш-память объемом 512 кбайт и SRAM-память объемом 512 кбайт, RCM3610 – соответственно 256 и 128 кбайт. Предусмотрена возможность подключения батареи резервного питания. Напряжение питания модулей 4.75-12.6 В. Ток потребления при тактовой частоте процессора 11.06 МГц составляет 38 мА, при частоте 22.1 МГц – 60 мА [3]. Габаритные размеры модулей 53×30×16 мм. Процессорные модули RCM3600/10 отличаются между собой объемом памяти и стоимостью. Основные параметры процессорных модулей семейства RCM3600 приведены в таблице [2]. Поскольку процессорные модули RCM3600/10 (кроме микропроцессора Rabbit 3000A) не содержат других контроллеров, большинство приведенных в таблице параметров относится, по сути, к встроенному микропроцессору. Rabbit 3000A имеет десять 8-разрядных таймеров, шесть из которых можно объединять (что позволяет наращивать разрядность таймеров), а также один 10-разрядный. Кроме того, имеются два канала входного захвата, два канала квадратурного декодера и четырехканальный ШИМ-генератор, созданный на базе 10-разрядного счетчика. Микропроцессор также содержит "сторожевой" таймер и таймер реального времени (тактовая частота 32.768 кГц), имеющий отдельный вывод (VBAT_EXT) для подключения батареи резервного питания. На модулях RCM3600/10 элементы резервного питания не установлены. Максимальное значение допустимого втекающего/вытекающего тока буферных схем ввода/вывода микропроцессора 6.8 мА, допустимая емкость нагрузки каждой из линий ввода/вывода 70 пФ.

Для создания программного обеспечения и отладки прикладных программ для модулей серии RCM3600 фирма Z-World поставляет комплект разработчика (RCM3600 RabbitCore Development Kit), включающий процессорный модуль RCM3600, плату прототипа, кабель для программирования, программное обеспечение Dynamic C, инструкцию по установке программного обеспечения и аппаратных средств, комплект разъемов. Фирма-изготовитель предлагает комплект RCM3600 RabbitCore Development Kit по цене 239 долларов США [1]. Программное обеспечение Dynamic C содержит библиотеку программ, а также драйверы внешних устройств. Кроме того, можно приобрести дополнительные платы расширения (EM1500, SF1000, RN1100/1200/1300 и т.п.), панели ввода и отображения информации (панели оператора) и другие устройства, полный перечень которых

можно найти на web-сайте фирмы-изготовителя. На web-сайте можно найти также полный комплект технической документации на всю выпускаемую продукцию. Плата прототипа (RCM36XX/37XX PROTO BOARD) содержит разъемы, микросхемы приемопередатчиков и т.п. для подключения персонального компьютера и внешнего блока питания, а также стандартных внешних устройств, поддерживающих интерфейсы RS-232, RS-485, IrDA. Кроме того, на плате прототипа имеются: батарея резервного питания; микросхема восьмиканального АЦП/ЦАП и разъем для подключения аналоговых сигналов; разъемы для подключения панели отображения и ввода информации; светодиоды и кнопки. Часть пространства печатной платы прототипа можно использовать для монтажа дополнительных микросхем. Плата прототипа (RCM36XX/37XX PROTO BOARD) может быть использована также для работы с процессорными модулями серии RCM3700.

Более полную информацию о продукции, выпускаемой фирмой Z-World, а также о возможностях и параметрах других процессорных модулей RabbitCore Modules можно найти в сети Интернет по адресу: <http://www.zworld.com>

ЛИТЕРАТУРА:

1. RCM3600. RabbitCore Models RCM3600, RCM3610 (<http://www.zworld.com>).
2. RabbitCore RCM3600 C-Programmable Core Module with Enhanced Software. User's Manual. – Z-World, 2004 (<http://www.zworld.com>).
3. RCM3600 RabbitCore™ Microprocessor Core Module. – Z-World, 2004 (<http://www.zworld.com>).

УСТРОЙСТВО НА ПЛИС ДЛЯ ЧАСТОТНОРЕГУЛИРУЕМОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Предлагается функциональная схема частотнорегулируемого асинхронного электропривода, в которой для управления инвертором на биполярных транзисторах (IGBT) используется программируемая логическая интегральная схема.

В. Вычужанин (г. Одесса)
e-mail: vint@osmu.odessa.ua

THE DEVICE ON THE PROGRAMMABLE LOGIC INTEGRATED CIRCUITS FOR FREQUENCY-ADJUSTABLE ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE

The function chart of frequency-adjustable asynchronous electric drive is offered. The programmable logic integrated circuits for management of the inverter on bipolar transistors such as IGBT is used.

V. Vichuganin

Растущий спрос на устройства, имеющие сокращенный проектно-технологический цикл, обеспечивающие быстрое макетирование и реконfigurирование цифровых систем, удобство программирования пользователем и низкие затраты, способствует постоянному расширению сферы применения программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) [1].

Производители предлагают разнообразные ПЛИС: программируемые простые, матричные и сложные логические устройства (SPLD, PAL, CPLD); программируемые пользователем базовые матричные микросхемы (FPGA). Они обладают специфическими характеристиками и сочетанием таких параметров, как быстродействие, экономичное энергопотребление, высокий уровень интеграции и низкая стоимость. При этом, в связи с тем, что производители ПЛИС проводят политику промышленной стандартизации, задача их выбора существенно облегчается.

Наибольшее применение в настоящее время получила разновидность ПЛИС FPGA (Field Programmable Gate Array). FPGA представляет собой матрицу блоков программируемой логики, между строками и столбцами которой имеются программируемые соединения. Современные высокоинтегрированные кристаллы FPGA содержат кроме матриц встроенную мощную память, приемопередатчики, микропроцессоры, которые пользователь может подключать для решения своих задач с помощью программируемых соединений внутри кристалла без ограничения числа перепрограммирований. Разновидность ПЛИС CPLD (Complex Programmable Logic Device) – комплексные программируемые логические устройства, энергонезависимые и с некоторым ограничением допустимого числа перезаписей. Такие ПЛИС характеризуются высоким соотношением числа логических элементов к числу регистров и отличаются гибким ресурсом трассировки. Главные достоинства CPLD – пониженное энергопотребление и упрощенные режимы сохранения информации.

При выборе конкретного типа, серии и семейства ПЛИС разработчики обычно руководствуются слож-

ностью, выраженной в числе логических элементов, и доступностью средств разработки. Цена ПЛИС пропорциональна ее емкости, а значит, для реализации разрабатываемого устройства необходимо подбирать ПЛИС оптимальной емкости. Вполне возможно использование дешевых ПЛИС, поскольку за счет быстрой повторяемости простых операций можно выполнять медленные приложения при малых аппаратных затратах. Кроме того, следует учитывать, что степень интеграции ПЛИС достигла уровня, при котором на размер кристалла уже не влияет общее число выводов. Однако, для крупных проектов, создаваемых с нуля, время полной верификации традиционными способами может оказаться неприемлемо большим, что вынуждает пользоваться функциональными блоками, разработанными сторонними фирмами. Широка выбора таких функциональных блоков и возможность учета их параметров как единого целого при моделировании разрабатываемого устройства являются существенными критериями при выборе конкретной ПЛИС для реализации сложных проектов.

В системах управления различными объектами часто используются устройства, выполненные на основе микроконтроллеров или микропроцессоров. С их помощью можно решать многие задачи измерения, управления и обслуживания. Такие устройства легко программируются, потребляют мало энергии и без осложнений включаются в схему. В то же время, ПЛИС имеют большое число выводов, обеспечивают стыковку входов и выходов с практически любым стандартом логических уровней и возможность замены нескольких микросхем, включая микроконтроллер, регистры портов, интерфейс и т.п. Учет архитектурных особенностей и в ряде случаев преимуществ ПЛИС перед микропроцессорами позволяет выполнять на них конкурентоспособные изделия.

Примером обоснованного подхода к выбору элементной базы для реализации проектируемого устройства может быть предлагаемая разработка устройства для частотнорегулируемого асинхронного

электропривода, выполненного на ПЛИС.

В настоящее время большинство электроприводов, предназначенных для преобразования электрического сигнала в механическое перемещение вала, строится на основе использования трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. В силу конструктивных особенностей асинхронная машина лишена ряда недостатков, присущих машинам постоянного тока. В частности, отсутствие коллектора и щеток в асинхронном короткозамкнутом двигателе обуславливает лучшие массогабаритные показатели, более высокую перегрузочную способность и допустимую скорость изменения момента, более высокие скорости вращения. Известно, что преимущества асинхронного двигателя наиболее полно реализуются при частотном управлении, поэтому происходит вытеснение регулируемого электропривода постоянного тока частотнорегулируемым асинхронным электроприводом во всех отраслях промышленности. Основная функция такого привода заключается в получении переменного напряжения с регулируемой амплитудой и частотой для управления скоростью асинхронного двигателя.

Большая часть функций управления частотнорегулируемым асинхронным электроприводом реализуется программно в микроконтроллере преобразователя частоты. Однако функции управления транзисторами инвертора силовой части преобразователя частоты реализуются аппаратно. На рис. 1 приведена предлагаемая функциональная схема частотнорегулируемого асинхронного электропривода, в которой для управления биполярными транзисторами с изолированным управляющим затвором (IGBT) используется ПЛИС. На функциональной схеме преобразователя частоты показаны силовой и управляющий блоки.

Силовая часть преобразователя содержит: не-

управляемый или управляемый трехфазный выпрямитель, преобразующий входное переменное напряжение в постоянное промежуточного контура преобразователя частоты; конденсатор, обеспечивающий фильтрацию пульсаций преобразованного напряжения; инвертор напряжения, преобразующий постоянное напряжение промежуточного контура в выходное трехфазное синусоидальное напряжение, передаваемое затем на двигатель. Для инвертирования постоянного тока в переменный в преобразователе частоты используются IGBT-транзисторы с малыми потерями в статическом и динамическом режимах. Эти транзисторы рассчитаны на работу с частотой до 100 кГц и при частоте переключения до 20 кГц обеспечивают низкий уровень нелинейных искажений. Для согласования работы силовой части с управляющей используется ключевой усилитель мощности.

Управляющая часть преобразователя частоты содержит: микроконтроллер (например, программируемый контроллер прерываний – PIC, восьмиразрядный); ПЛИС для управления инвертором; задатчик параметров; модули сопряжения с сенсорами контролируемых параметров.

При проектировании устройства управления транзисторами силового инвертора преобразователя частоты использовалась свободно распространяемая САПР QuartusII 4.2, позволяющая реализовать проект на базе ПЛИС фирмы Altera. Система проектирования имеет полный цикл и поддерживает сквозной процесс от ввода и контроля до программирования микросхем. Она представляет собой архитектурно независимую среду проектирования, легко приспособляемую к конкретным требованиям. Файл описания проекта создан в текстовом редакторе пакета. Описание проекта цифрового устройства, реализуемого на ПЛИС, произведено на языке VHDL [2], являющемся

входным языком используемой САПР. Язык VHDL позволяет описывать алгоритмы функционирования цифровых систем и выполнять различные арифметические и логические операции. При описании алгоритма функционирования разработанного устройства учитывалась последовательность включения и выключения транзисторов VT1...VT6 силового инвертора.

Фрагмент программного VHDL-описания работы с программноиз-

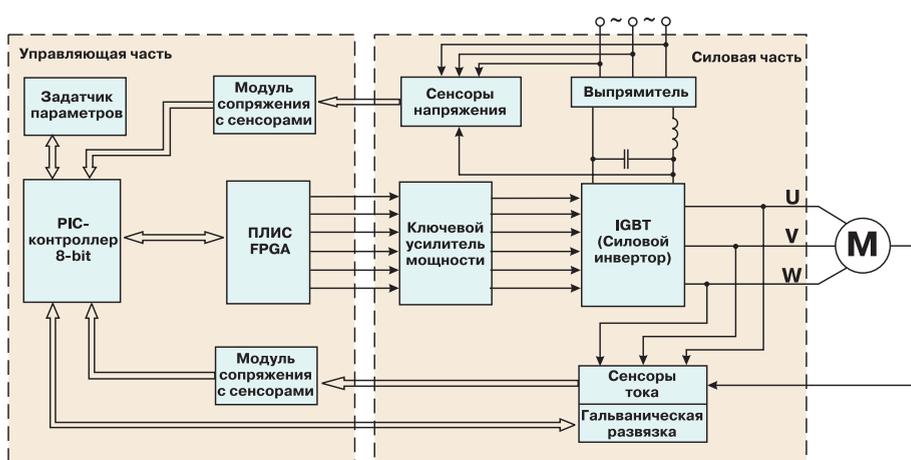


Рис. 1. Функциональная схема преобразователя частоты, построенного с применением ПЛИС

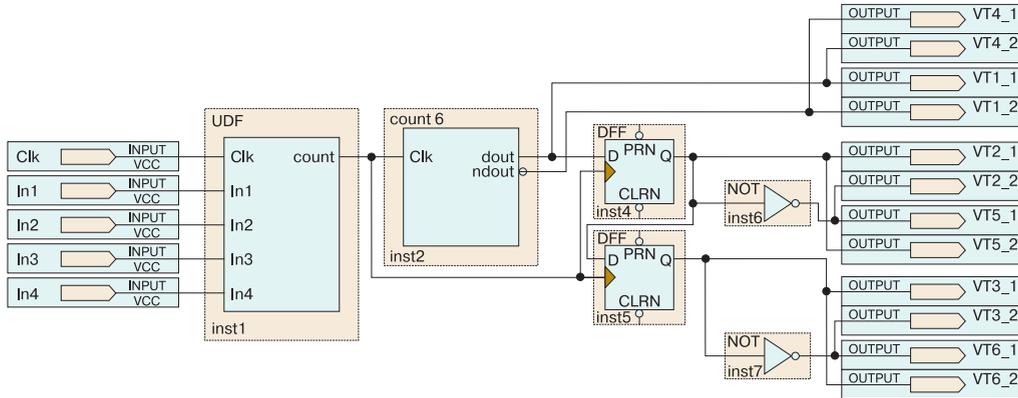


Рис. 2. Схема устройства управления инвертором асинхронного электропривода, выполненного с использованием возможностей ПЛИС

меняемым коэффициентом деления делителя частоты для управления транзисторами силового инвертора преобразователя частоты:

```
entity UDF is
port( clk, in1, in2, in3, in4: in bit;
      count: out bit);
end UDF;

architecture struct of UDF is
signal i: integer range 0 to 15;
signal tmp: integer range 0 to 15;
begin
process(clk)
begin
if (clk'event and clk='1') then
i<=0;
if (in1='1') then
i<=i+1;
end if;
if (in2='1') then
i<=i+2;
end if;
if (in3='1') then
i<=i+4;
end if;
if (in4='1') then
i<=i+8;
end if;
if (tmp = i) then
count<='1';
tmp<=0;
elsif (tmp > 15) then
count<='1';
tmp<=0;
else
tmp<=tmp+1;
count<='0';
end if;
end if;
end process;
end struct;
```

После отладки компонентов схемы на основе созданных при компиляции выходных файлов проведено моделирование работы устройства с помощью подсистемы (Simulator) пакета QuartusII 4.2. При этом проверялись арифметические операции и внутренние временные соотношения. Компиляция выполнена с учетом заданных требований: обеспечения временных характеристик, оптимизации используемых ресурсов ПЛИС.

В результате компиляции создан файл для программирования и конфигурирования ПЛИС Altera. При компиляции устройства выбрана ПЛИС EPM7032SLC44-5. Полученная схема приведена на рис. 2, где UDF – управляемый делитель частоты, count 6 – счетчик на шесть тактов, DFF-D – триггеры, NOT – инверторы.

Для реализации схемы частотного управления транзисторами инвертора асинхронного электропривода разработана принципиальная электрическая схема устройства, приведенная на рис. 3. На принципиальной схеме DD1 – генератор тактовых импульсов (микросхема KXO-V96), DD2 – ПЛИС, DD3-DD5 (микросхема AD1991) – элементы силовой части схемы управления (ключевые усилители мощности).

Схема устройства управления инвертором асинхронного электропривода (рис. 2), выполненного с использованием возможностей ПЛИС, работает следующим образом. При замыкании SB1 (рис. 3) на тактовый вход управляемого делителя частоты подаются импульсы, вырабатываемые генератором тактовых импульсов DD1. На входы In1...In4 подается сигнал кода управления, соответствующий коэффициенту деления управляемого делителя частоты. Сигнал с выхода управляемого делителя частоты UDF подается на вход счетчика count 6, который совместно с D-триггерами DFF формирует выходные сигналы, поступающие к входам 1, 2, 3 и 4 ключевых усилителей DD3-DD5. Сигналы с выходов 5, 6, 7 и 8 ключевых усилителей поступают на входы IGBT-транзисторов инвертора так, как показано на рис. 3. Ток через обмотку двигателя М может протекать только тогда, когда по меньшей мере один из верхних (VT1, VT3 и VT5) и один из нижних транзисторов (VT4, VT6 и VT2) открыты. Посредством циклического переключения транзисторов ток меняется в трех выходных фазах, которые постоянно сдвинуты на 120° относительно друг друга. Образуется симметричная трехфазная система, частота сигнала которой зависит от длительности цикла срабатывания транзисторов инвертора. Длительность цикла срабатывания транзистора задается соответ-

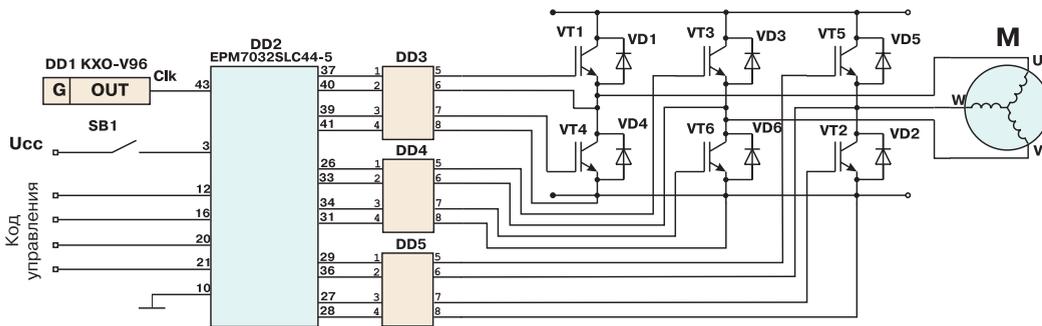
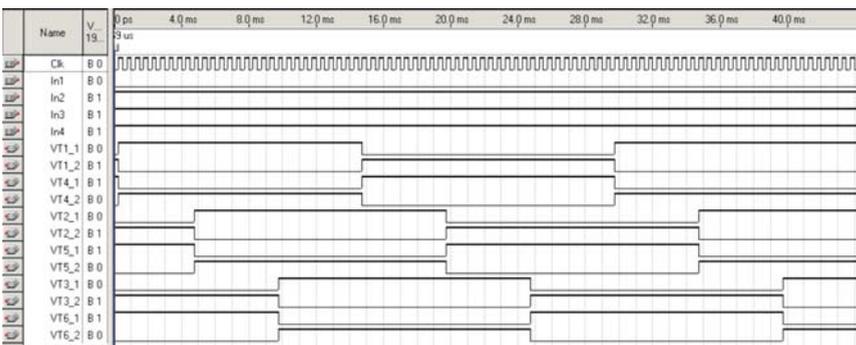
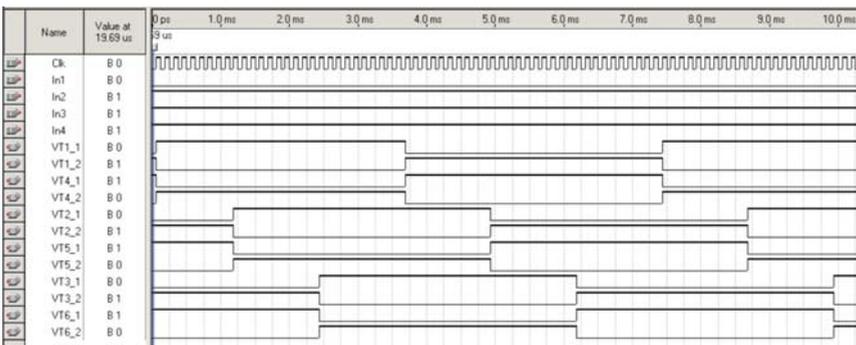


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема управления IGBT-транзисторами инвертора асинхронного электропривода



a)



б)

Рис. 4. Результаты моделирования устройства при частоте переключения транзисторов 2 кГц (а) и 8 кГц (б)

вующим кодом на входах In1...In4.

После введения в ПЛИС разработанной программы проведено моделирование работы устройства. При

этом использовался симулятор Quartus II, выполняющий проверку логических операций и внутренних временных соотношений. В ходе функционального моделирования была проверена логика работы. Временным мо-

делированием проверены также и параметры устройства, реализованного на ПЛИС.

Результаты моделирования разработанного устройства при частотах переключения транзисторов 2 кГц (рис. 4, а) и 8 кГц (рис. 4, б) подтверждают его работоспособность в полном соответствии с предъявляемыми требованиями.

Разработанное устройство, реализованное на основе ПЛИС, отличается доступностью элементной базы, простотой реализации и настройки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Вычужанин В.В. Состояние рынка и расширение сферы применения ПЛИС // Компоненты и технологии, 2004, № 5.
2. Суворова Е.А., Шейнин Ю.Е. Проектирование цифровых систем на VHDL – СПб. БХВ, Санкт-Петербург, 2003.
3. Вычужанин В. Устройство управления двигателем на ПЛИС // КиТ, 2004, № 2.
4. Вычужанин В. Управление шаговым электродвигателем с помощью ПЛИС // КиТ, 2004, № 3.

VD MAIS
Измерительная техника

- Осциллографы
- Генераторы
- Источники питания
- Анализаторы спектра
- Логические анализаторы

Дистрибьютор
HAMEG, METEX INSTRUMENTS, TEKTRONIX

Украина, 01033 Киев, а/я 942, ул. Жиланская, 29
тел.: (044) 492-8852, 287-1389, факс: (044) 287-3668
e-mail: info@vdm.kiev.ua, www.vdmais.kiev.ua

електронні компоненти
технологічне обладнання

нам 8 років

Сімметрон-Україна

Київ, вул. М. Раскової, 13, оф. 903

тел.: (044) 239-2065
(044) 494-2525
факс: (044) 239-2069
www.symmetron.com.ua

РЕЛЕ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ



LEVEL CONTROL RELAYS FOR CONDUCTIVE LIQUIDS

Начиная с 1954 года компания Finder (Германия) специализируется в области реле и таймеров. На сегодняшний день компания является одним из лидеров по производству и поставкам реле различного назначения. Номенклатура продукции насчитывает более 10 000 наименований. В статье описаны реле серии 72, используемые для слежения за уровнем электропроводящих невзрывоопасных жидкостей.

The level control relays for conductive liquids of 72 series by Finder and its application is considered.

М. Сидоров

M.Sidorov

Системы контроля уровня заполнения во многом идентичны, одинаковые устройства используются в ирригационных системах, при химической обработке или производстве продуктов питания. Для предотвращения бесконтрольной утечки, например, переливания жидкости через край или предупреждения работы погруженного насоса всухую, необходимо обеспечить непрерывный контроль уровня заполнения резервуара.

Реле серии 72 компании Finder (рис. 1) используются для слежения за уровнем электропроводящих невзрывоопасных жидкостей путем измерения сопротивления между двумя или тремя электродами, погруженными в раствор. В зависимости от вида жидкости чувствительность прибора устанавливается изменением сопротивления расположенного внутри реле потенциометра (5-150 кОм). В этой серии представлены приборы с рабочим напряжением 24 В переменного или постоянного тока и 110...240 В переменного тока частотой 50 Гц. Реле могут быть оснащены стандартными зондами. Длина соединительного провода может достигать 200 м, а его емкость не должна превышать 100 нФ/км.

Основные особенности:

- реле контроля уровня токопроводящей жидкости
- функции контроля заполнения или слива
- чувствительность: регулируемая (тип 72.01) или фиксированная (тип 72.11)
- светодиодный индикатор
- изоляция (6 кВ – 1.2/50 мкс) между:
 - шиной питания и контактами реле

- электродами и шиной питания
- контактами реле и электродами
- монтаж на рейку шириной 35 мм
- контроль сохранения фиксированного уровня или

уровня в диапазоне между минимально- и максимальнодопустимым.

Реле этой серии можно разделить на два типа: 72.01 и 72.11, основные параметры и характеристики которых приведены в табл. 1 и 2.

Применение:

Основная область применения – это контроль (наполнения/слива) уровня жидкости.

Описываемые реле работают по принципу порогового устройства: при достижении заданного уровня реле коммутирует включение/выключение насоса. При прекращении подачи питания реле его контакты размыкаются и процесс слива/наполнения прерывается.

Контроль наполнения (мин.-макс.):

В нормальном режиме работы, как показано на рис. 2, уровень жидкости варьируется между электродами минимальной и максимальной отметок (выводы реле В2 и В1).

Включение:

- при подаче питания, если уровень жидкости ниже В1, реле включается по истечении установленного времени задержки, т.е. подается сигнал для включения насоса
- если уровень жидкости ниже В2, реле также включается по истечении установленного времени задержки.

Выключение:

- если превышен максимальный уровень



Рис. 1. Реле контроля уровня жидкости серии 72

Таблица 1. Основные характеристики реле серии 72.хх

Параметр	Тип 72.01	Тип 72.11
Чувствительность	Регулируется (5...150 кОм)	Фиксированная 150 кОм
Время задержки, с	0.5/7 (переключатель)	1 (фиксированное)
Функция наполнения/слива	Выбирается переключением	Выбирается перемычкой

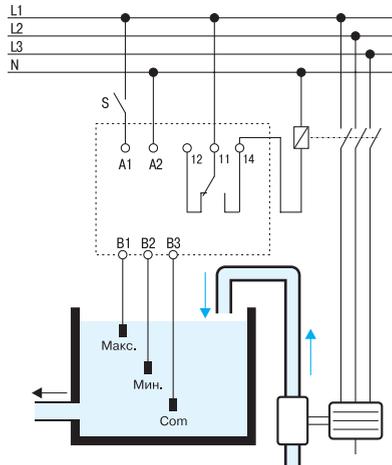


Рис. 2. Схема контроля наполнения

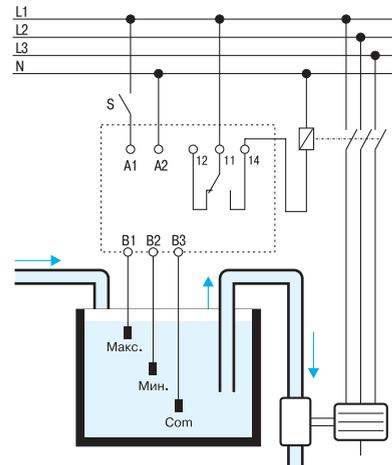


Рис. 3. Схема контроля слива

Таблица 2. Основные параметры реле серии 72.xx

Наименование параметра	Значение	
Конфигурация контактов	1 СО (однополюсный переключатель)	
Коммутируемый ток, А:	номинальный	16
	максимальный	30
Напряжение коммутации, В:	номинальное	250
	максимальное	400
Мощность нагрузки, ВА	4000	
Материал стандартн. контакта	AgCdO	
Рабочее напряжение, В:	перем. тока	24 (110...125)-(230...240), частота 50 Гц
	пост. тока	24
Потребляемая мощность:	перем. тока, ВА	2,5
	пост. тока, Вт	1,5
Электрический ресурс при полной нагрузке, тыс. циклов	100	
Диапазон рабочих температур, °С	-20...60	
Степень защиты от воздействия окружающей среды	IP 20	
Габаритные разм. (В×Ш×Г), мм	84×35×58	
Соответствие стандартам по электромагн. совместимости	EN61000-1-2/-3/-4/-5/-6, EN55022	

наполнения (электрод В1), реле обесточивается по истечении установленного времени задержки

- при отключении питания реле обесточивается немедленно.

Контроль слива (мин.-макс.):

На рис. 3 показана схема контроля уровня жидкости в режиме слива.

Включение:

- при подаче питания, если уровень жидкости выше В2, реле включается по истечении заданного промежутка времени, т.е. подается сигнал включения насоса
- если уровень превышает В1, реле также включается по истечении заданного промежутка времени.

Выключение:

- при снижении уровня жидкости ниже электрода В2 реле обесточивается по истечении установленного времени
- при отключении питания реле обесточивается немедленно.

Работоспособность реле зависит от проводимости жидкости

Для обеспечения корректной работы реле контроля уровня заполнения необходимо учитывать электрическую проводимость жидкости.

Пригодные жидкости:

- питьевая вода
- дождевая вода
- морская вода
- слабоалкогольные напитки: вино, пиво
- молоко, кофе
- сточная вода
- жидкое удобрение.

Непригодные жидкости:

- дистиллированная вода
- бензин, дизельное топливо, парафин
- масло, нефть
- сжиженный газ
- краска
- этиленгликоль.

Аксессуары

Кабельный зонд, показанный на рис. 4, предназначен для слежения за уровнем жидкости при температуре до 100 °С. Этот зонд отвечает требованиям пищевой промышленности, указанным в директиве EU 2002/72, FDA Art. 21-177.

Более подробную информацию о продукции фирмы FINDER можно найти на web-сайте:

<http://www.findernet.com>

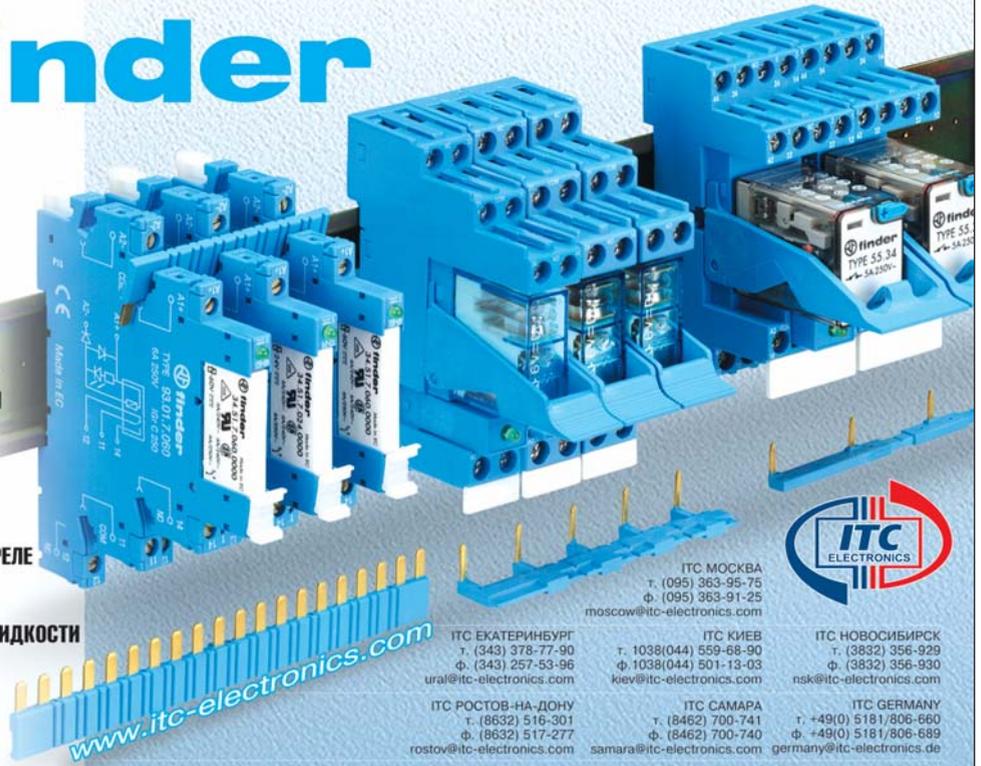


Рис. 4. Кабельный зонд

finder

РЕЛЕ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

- ПРОМЫШЛЕННЫЕ РЕЛЕ
- РЕЛЕ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ
- СИЛОВЫЕ РЕЛЕ
- РСВ РЕЛЕ
- РЕЛЕ ВРЕМЕНИ
- ИНТЕРФЕЙСНЫЕ МОДУЛИ РЕЛЕ
- ТАЙМЕРЫ/РЕЛЕ ВРЕМЕНИ
- РЕЛЕ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ
- СВЕТОВЫЕ РЕЛЕ
- ШАГОВЫЕ РЕЛЕ
- ЦОКОЛИ ДЛЯ РЕЛЕ
- ИМПУЛЬСНЫЕ РЕЛЕ



www.itc-electronics.com

<p>ИТС МОСКВА т. (095) 363-95-75 ф. (095) 363-91-25 moscow@itc-electronics.com</p>	<p>ИТС ЕКАТЕРИНБУРГ т. (343) 378-77-90 ф. (343) 257-53-96 ural@itc-electronics.com</p>	<p>ИТС КИЕВ т. 1038(044) 559-68-90 ф. 1038(044) 501-13-03 kiev@itc-electronics.com</p>	<p>ИТС НОВОСИБИРСК т. (3832) 356-929 ф. (3832) 356-930 nsk@itc-electronics.com</p>
<p>ИТС РОСТОВ-НА-ДОНУ т. (8632) 516-301 ф. (8632) 517-277 rostov@itc-electronics.com</p>	<p>ИТС САМАРА т. (8462) 700-741 ф. (8462) 700-740 samara@itc-electronics.com</p>	<p>ИТС ГЕРМАНИЯ т. +49(0) 5181/806-660 ф. +49(0) 5181/806-689 germany@itc-electronics.de</p>	
<p>ИТС УФА т. (3472) 798-115 ф. (3472) 798-118 ufa@itc-electronics.com</p>	<p>ИТС АЛМАТЫ т. (3272) 686-514 ф. (3272) 686-614 almaty@itc-electronics.com</p>	<p>ИТС Н.НОВГОРОД т. (8312) 778-016 ф. (8312) 778-016 nnov@itc-electronics.com</p>	<p>ИТС САНКТ-ПЕТЕРБУРГ т. (812) 567-73-82 ф. (812) 103-00-06 spb@itc-electronics.com</p>

**КОМПОНЕНТИ
RFID СИСТЕМ**

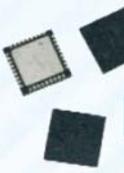
 **PHILIPS**





**КОМПОНЕНТИ
БЕЗДРОТОВИХ
СИСТЕМ**

**ОДНОКРИСТАЛЬНІ
ТРАНСИВЕРИ**





**GSM/GPRS
МОДЕМИ**

SIEMENS



 Sony Ericsson

**GPS
ПРИЙМАЧІ**

 **Fastrax**





**ВЧ І НВЧ
КОМПОНЕНТИ**





 **Симметрон-Україна**

<p>Київ вул.М.Раскової,13, оф.903 тел.: (044) 239-2065, 494-2525 факс: (044) 239-2069 info@symmetron.com.ua www.symmetron.com.ua</p>	<p>Харків пл.Свободи, 7,готель"Харків", корпус 2, поверх 6,к.391 тел./факс: (0572) 580-391 kharkov@symmetron.com.ua</p>
--	---

КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК ПО МОНТАЖУ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ THE QUICK POCKET REFERENCE FOR SOLDER ASSEMBLY

Краткий справочник заводского технолога, составленный специалистами фирмы AIM (США), содержит упрощенное изложение технологии монтажа печатных плат, анализ характерных производственных дефектов и рекомендации по их устранению. Для удобства пользования справочник разбит на разделы, которые размещены в порядке прохождения операций сборки платы.

ПРАВИЛА ОБРАЩЕНИЯ С ПАЯЛЬНОЙ ПАСТОЙ

Непредсказуемое количество дефектов поверхностного монтажа возникает в результате нарушения правил обращения с паяльной (припойной) пастой до того, как ее извлекут из упаковки. Нарушения условий транспортировки, хранения и нанесения пасты являются причиной возникновения многих из встречающихся при ее использовании проблем. Выполнив эти условия, можно уменьшить число проблем или совсем избежать их. Ниже приведен перечень факторов, учет которых позволит свести к минимуму число производственных дефектов.

Ключевые слова: *нагрев; влага; замерзание; транспортировка, доставка, хранение, подготовка, разогрев, смешивание, разжижение, повторное использование пасты; условия трафаретной печати.*

Из-за того, что паяльная паста содержит два ингредиента с различным удельным весом (металл и флюс), в некоторых сортах паст после хранения на поверхности отстает немного флюса. Избыточный **нагрев** и длительное хранение пасты могут привести к существенному разделению ее ингредиентов. Это вызовет изменение реологии пасты, и она не будет растекаться надлежащим образом. Поэтому пасту необходимо оберегать от перегрева.

Влага является основным "врагом" паяльных паст. Все пасты в некоторой степени гигроскопичны и поэтому следует избегать работы с ними при повышенной влажности. Влага может вызвать или повысить окисление порошка припоя. Это, в свою очередь, приведет к тому, что активатор, входящий в состав флюса, будет расходоваться на очистку порошка припоя, а не паяемых деталей. В результате может ухудшиться или не будет обеспечиваться смачивание их припоем. Избыточная влажность паст некоторых сортов вызывает сокращение времени сохранения их клейкости, растекание (расползание) отпечатков и разбрызгивание флюса и припоя при оплавлении пасты, что приводит к образованию перемычек и шариков припоя.

Замораживание пасты может привести к вымораживанию активатора из растворителя, входя-

щего в состав флюса, и ухудшению ее смачивающих свойств.

Сразу же после **доставки** паяльную пасту необходимо поместить в специальное хранилище. Оптимальная температура хранения пасты должна быть в пределах от 4 до 8 °С. Если это условие не выполняется, допустимый срок хранения пасты сокращается (например, для температуры 25 °С – вдвое). Оптимальные **условия трафаретной печати:** относительная влажность воздуха 40...50%, температура 22...26.6 °С. Кроме того, трафарет не следует обдувать воздушными потоками, поскольку это может привести к высыханию паяльной пасты.

СОВЕТ

Устройства трафаретной печати, в которых используются внешние контроллеры параметров окружающей среды, по умолчанию включают обдув трафарета воздухом. В некоторых случаях это делается преднамеренно, но обычно это просто типовой режим работы контроллера. Потоки воздуха в зоне расположения трафарета можно существенно уменьшить или устранить путем несложной доработки устройства трафаретной печати.

Надлежащая **подготовка пасты** крайне важна для того, чтобы получить гарантированные изготовителем свойства. Нельзя выполнять работы с пастой или наносить ее при пониженной температуре. Если контейнер с охлажденной пастой открыть при комнатной температуре, на ее поверхности может конденсироваться влага, что приведет к растеканию порций пасты, разбрызгиванию флюса и/или припоя, смещению компонентов и/или возникновению других технологических дефектов. Чтобы избежать возникновения этих проблем, паяльную пасту перед использованием нужно нагреть до температуры окружающей среды. Типовое время установления теплового баланса с окружающей средой составляет от 4 до 6 часов. До истечения этого времени не распечатывайте и не открывайте упаковку с пастой, не перемешивайте пасту. Даже если через некоторое время контейнер с пастой на ощупь будет казаться теплым, внутри контейнера паста может иметь пони-

*** Karl Seeling, Jim Wertin, David Suraski. The Quick Pocket Reference for Solder Assembly. – AIM Inc., 2005. Перевод А. Ермоловича.**

женную температуру. Принудительно не нагревайте пасту, поскольку это может привести к отставанию флюса и возникновению других вышеупомянутых проблем, связанных с перегревом.

СОВЕТ

Если открыть банку или кассету с охлажденной пастой и перемешать, то можно довести ее до консистенции, пригодной для использования, но при этом паста не нагреется. Ни в коем случае не делайте этого.

Когда паста нагреется до температуры окружающей среды, тщательно **перемешайте** ее легкими движениями в одном направлении в течение 1...3 минут с использованием специального шпателя, который прилагается к банке с пастой, или специального инструмента, размещенного в кассете с пастой. Это обеспечит равномерное распределение в объеме пасты отстоявшихся ингредиентов. Однако не переусердствуйте, размешивая пасту слишком энергично или долго. Это может вызвать чрезмерное **разжижение** и привести к растеканию отпечатков и/или образованию перемычек.

Хотя **повторно использовать** пасту не рекомендуется, ее можно собрать с трафарета, хранить отдельно и применять повторно. Используя пасту, использованную ранее, можно применять только в смеси со свежей пастой. Чтобы получить консистенцию смеси, требуемую для трафаретной печати, следует подобрать соотношение объемов порций использованной и свежей пасты. Чтобы избежать ухудшения свойств паяльной пасты, рекомендуется добавлять использованную ранее пасту в свежую малыми порциями в течение смены или рабочего дня так, чтобы до конца работы и очередной очистки трафарета израсходовать ее всю. Следует отметить, во многих фирмах для предотвращения возникновения технологических проблем запрещено повторное использование паяльной пасты.

СОВЕТ

Не храните в одном контейнере бывшую в употреблении и свежую паяльную пасту. Это может привести к повышению влажности или загрязнению свежей пасты и ухудшению ее характеристик.

ТРАФАРЕТНАЯ ПЕЧАТЬ

Вы полагаете, что, купив дорогой автоматический принтер (устройство трафаретной печати паяльной пасты), избежите проблем, связанных с нанесением паяльной пасты на контактные площадки? Нет гарантий. Это дорогостоящее устройство обладает надежностью и высокой точностью, но из-за влияния параметров технологического процесса результат трафаретной печати не всегда будет тем, на который Вы рассчитываете. Ниже рассмотрены параметры, значения которых следует особенно тщательно контролировать при наладке принтера.

Ключевые слова: *настройка принтера, опора/фиксация платы, параметры платы, ширина конвейера, скорость ракеля, давление ракеля, вычерпывание пасты, выдавливание пасты, зазор разделения, скорость разделения, зазор печати/отрыва, контактная печать, очистка трафарета.*

Как узнать, будет ли принтер работать надлежащим образом, что особенно важно при использовании его в предельных режимах? Для этого после **настройки принтера** загляните в него. Давайте поэтапно рассмотрим каждый из критичных параметров начальной настройки принтера, и Вы сами поймете, на что в принтере нужно обратить внимание.

Надежность **опоры/фиксации платы** – это один из тех параметров, на которые чаще всего не обращают внимания. Удивительно малое усилие нужно приложить для деформации платы в случае, когда она удерживается только за два края. Создание надежной опоры для платы, на которую наносится паста, является неотъемлемой частью процесса задания начальных установок. Без этого многие последующие настройки окажутся неэффективными или придется приложить много усилий, чтобы скомпенсировать неправильно введенные параметры.

СОВЕТ

Целью создания опоры для платы является удержание ее прогиба при нанесении пасты. Если Вы усомнились в надежности опоры, то вероятнее всего плата прогибается.

Точная информация о **размерах платы** так же важна, как и надежная опора. Для начальной настройки нужны результаты измерений длины X, ширины Y и толщины Z платы. В большинстве автоматических принтеров ось X ориентирована вдоль конвейера, Y – поперек, а Z – снизу вверх. В принтерах с высокой степенью автоматизации плата автоматически центрируется по осям X и Y. Однако наиболее критичным является положение платы по оси Z.

В автоматизированных принтерах параметр толщины платы влияет на величину зазора между ней и трафаретом, поэтому пока не введено конкретное значение толщины платы, не следует задавать и проверять величину зазора. В некоторых автоматизированных принтерах размеры платы X и Y используются также для определения величины хода ракеля, хода очистителя ракеля, места и длины зоны полива пасты.

Один из способов проверки качества наладки принтера состоит в том, чтобы после ввода толщины платы выполнить операцию ее загрузки в принтер до того момента, когда плата поднимется до высоты нанесения рисунка и станет видна. В этой точке верх платы должен быть расположен вровень с верхом

конвейера. Любое смещение платы вниз или вверх может привести к повреждению ракеля или трафарета, или (в лучшем случае) к ухудшению качества печати.

СОВЕТ

При вводе толщины платы не полагайтесь, что она известна, а измерьте толщину штангенциркулем. Убедитесь, что верх печатной платы находится на уровне верха конвейера.

Ширину конвейера отрегулируйте так, чтобы она с максимальной точностью соответствовала ширине платы и плата не защемлялась при подаче в принтер или выгрузке из него. Эта простейшая регулировка может существенно повысить повторяемость результатов печати и уменьшить время пребывания платы в принтере за счет минимизации числа циклов ориентации платы относительно трафарета.

Скорость ракеля, которую называют также скоростью печати, – это скорость движения ракеля во время нанесения пасты на плату. Типовое значение скорости движения ракеля составляет от 1 до 3 дюймов в секунду (2.5...7.5 см/с), но обычно принтеры имеют более широкий диапазон изменения скорости: от 0.2 до 8 дюймов в секунду (0.5...20 см/с). Поэтому скорость движения ракеля может изменяться в широких пределах в зависимости от типа платы.

Скорость движения и давление ракеля связаны прямопропорциональной зависимостью. Чем выше скорость ракеля, тем большим должно быть давление ракеля для того, чтобы обеспечивалось полное удаление пасты с поверхности трафарета.

По мере увеличения скорости и давления ракеля увеличивается выделение тепла на границе трафарета и ракеля. Это приводит к формированию увеличенных порций пасты и возникновению таких проблем, как растекание отпечатков и выдавливание пасты под трафарет, что является причиной образования перемычек между контактными площадками. Кроме того, при высокоскоростной печати ускоряется износ ракеля и трафарета, что приводит к смещению или уменьшению размера отпечатков, уменьшению объема порций пасты и "выдергиванию" их из окон трафарета. При высокоскоростной печати нужно более надежно фиксировать плату и чаще очищать трафарет.

При введении начальных установок высокоскоростной печати в первую очередь нужно согласовать скорость печати со скоростью работы оборудования для установки компонентов. Если возможно, используйте низкоскоростную печать.

Чтобы обеспечить высокое качество печати, следует точно контролировать такие критические параметры, как скорость печати, давление ракеля, скорость отделения трафарета и расстояние, на которое он отводится. Затем можно варьировать некритические параметры для оптимизации времени печати. Этот метод управ-

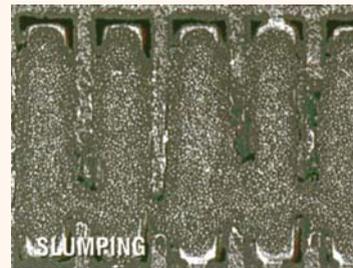
ления работой принтера обеспечивает высокое качество печати и стабильную реологию паяльной пасты.

СОВЕТ

Небольшое увеличение (даже на 1 дюйм в секунду) скорости печати, в результате чего происходит разжижение пасты, может помочь решить такие проблемы печати, как большая толщина слоя пасты, ее налипание на рапель и плохое отделение порций пасты из окон трафарета.

Если нужно обеспечить высокую скорость печати, тщательно контролируйте критические параметры и повышайте скорость выполнения некритических операций.

Давление ракеля – это давление кромки ракеля на поверхность трафарета, измеряемое в фунтах на квадратный дюйм или килограммах на квадратный сантиметр. Целью выбора оптимальной величины давления ракеля является обеспечение надлежащего заполнения окон трафарета по всей его ширине и хорошей очистки его верхней поверхности. Типовое начальное значение давления – 0.7...1.5 фунта на линейный дюйм (125...270 г/см) ширины зоны печати (но не длины кромки ракеля). Использование ширины зоны печати вместо длины кромки ракеля при установке начального давления поможет обеспечить



Растекание пасты



Плохая очистка трафарета



Вычерпывание пасты

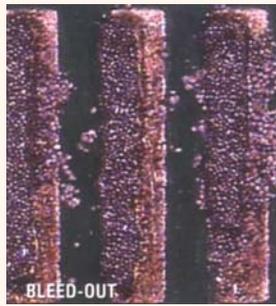
установку силы давления, не превышающей рабочего значения.

В идеальном случае длина ракеля должна превышать ширину зоны печати с каждой стороны на 0.5...0.75 дюйма.

Можно использовать ракель большей длины, но в этом случае все участки ракеля должны перемещаться по трафарету. При увеличенной длине ракеля паста может более широко растекаться по неиспользуемой части трафарета. Убедитесь, что с трафарета собирается вся неиспользованная паста.

Избыточное давление ракеля может привести к **вычерпыванию** пасты (ее удалению по центру отпечатка, осо-

бенно при использовании мягких ножей) и выдавливанию пасты под трафарет. О **выдавливании пасты** под трафарет свидетельствует наличие частиц припоя, выдавленных за край паяльной маски. Другим индикатором слишком высокого давления ракеля являются расплюснутые около края отпечатка частицы припоя. Чтобы скорректировать этот дефект, уменьшите давление на рапель до появления мазков пасты на верхней поверхности трафарета. Затем увеличьте давление до полной очистки поверхности трафарета.



Выдавливание пасты

СОВЕТ

Установите давление ракеля, достаточное для достижения хорошей очистки поверхности ракеля. Увеличение остатков пасты на трафарете может привести к плохому выходу порций пасты из его окон, формированию отпечатков с рваными краями, быстрому высыханию пасты и ее отсутствию в отдельных окнах трафарета.

Избыточная длина ракеля может ускорить высыхание пасты. Убедитесь, что вся паста с неиспользуемых участков трафарета собирается и регулярно возвращается в рабочую зону.

Легкоформуемые пасты, обладающие низкой вязкостью, требуют меньшего давления ракеля, чем более вязкие. Для них обычно устанавливается давление один фунт на линейный дюйм (180 г/см). Для более вязких паст обычно требуется давление 1.5 фунта на линейный дюйм (270 г/см).

Скорость движения и давление ракеля связаны прямопропорциональной зависимостью, поэтому при уменьшении скорости печати нужно пропорционально снизить давление ракеля. В этом случае не возникнут проблемы, вызванные неправильной установкой давления ракеля.

Зазор разделения – это регулируемое устанавливаемое предварительно расстояние между трафаретом и платой, на которое они в конце цикла печати разводятся с заданной скоростью. Эта скорость называется скоростью разделения.

После завершения хода ракеля он еще некоторое время поднимается над платой и затем начинается разделение трафарета и платы. Расстояние между платой и трафаретом возрастает сначала с заданной в начальных установках скоростью разделения, а по достижении заданного в начальных установках зазора разделения скорость разделения возрастает до максимума.

Так создается регулируемый зазор между порциями пасты и окнами трафарета, что позволяет фор-

мировать порции пасты с высокой повторяемостью. Зазор разделения должен выбираться достаточно большим для того, чтобы окна трафарета освободились от порций пасты до того, как скорость отделения трафарета возрастает до максимума.

Зазор задается в тысячных долях дюйма или в миллиметрах. Рекомендуемая начальная величина зазора, обеспечивающего полный выход порций пасты из окон трафарета, составляет 0.1 дюйма (2.54 мм); в случае, когда нужно сократить время печати, этот зазор можно уменьшить. Однако если зазор уменьшен чрезмерно, ухудшится разрешение и снизится качество печати.

Необходимо удостовериться, что в начальных установках задан зазор разделения, компенсирующий деформацию платы в направлении оси Z, возникающую в результате ее прогиба или по иным причинам. Если это условие не выполняется, величину зазора нужно увеличить, чтобы обеспечить необходимый просвет между порциями пасты и окнами трафарета, в том числе при возрастании скорости его движения.

СОВЕТ

Помните, что при увеличении зазора разделения возрастает время печати. Поэтому не следует превышать оптимальное значение величины зазора, которое обеспечивает надежное освобождение окон трафарета от порций пасты.

При запуске в производство новых изделий следует установить максимальный зазор и затем по мере увеличения объема выпуска продукции уточнить оптимальное значение величины зазора.

Скорость разделения – это один из регулируемых параметров, который, как и величина зазора разделения, используется для управления разделением платы и трафарета. Оптимальные значения зазора и скорости разделения обеспечивают создание надлежащих условий для освобождения окон трафарета от порций пасты. Скорость разделения может задаваться в тысячных долях дюйма в секунду, миллиметрах в секунду или процентах от максимальной скорости.

Закономерность такова, что чем ниже скорость разделения, тем выше повторяемость результатов трафаретной печати. Большая скорость разделения может привести к образованию выступов пасты по краям отпечатков (эффект "собачьих ушей"), появлению заусенцев, комков пасты, засорению окон трафарета остатками пасты и большому разбросу объема порций пасты в пределах трафарета. Эти дефекты подробно рассмотрены в разделе "АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ ПЕЧАТИ".

Для микросхем с малым шагом расположения выводов или микросхем в корпусе micro-BGA рекоменду-

ется устанавливать скорость разделения 0.01...0.02 дюйма в секунду (0.254...0.508 мм/с) или 10...20% максимальной скорости. При печати с менее жесткими требованиями можно установить скорость разделения 0.03...0.05 дюйма в секунду (0.762...1.27 мм/с) или 30...50% максимальной скорости. Хотя во многих случаях, когда нужно обеспечить максимальную скорость печати или действуют другие временные ограничения, можно устанавливать максимальную скорость разделения, но лучше этого не делать.

СОВЕТ

При нанесении пасты на площадки для установки микросхем в корпусах с малым шагом расположения выводов или в корпусе micro-BGA устанавливайте минимальную скорость разделения.

Зазор печати/отрыва – это регулируемое расстояние между верхней стороной печатной платы и нижней стороной трафарета при формировании отпечатков. Зазор печати может вводиться для увеличения объема порций паяльной пасты или для того, чтобы они легче выходили из окон трафарета.

Если зазор печати задается при использовании паяльной пасты с пониженной вязкостью, могут формироваться паразитные перемычки из-за подтекания пасты под трафарет. При использовании других сортов паст может искажаться форма отпечатков или могут возникнуть другие дефекты трафаретной печати.

Если оборудование правильно отрегулировано, установлено точное значение толщины платы и задано нулевое значение зазора печати, будет реализована **контактная печать**. Трафарет должен только слегка касаться платы, а плата не должна выгибать трафарет вверх (явление, известное как отрицательное значение координаты Z). Если корректно задать режим контактной печати, во время печати трафарет будет плотно прилегать ко всем контактным площадкам и препятствовать формированию паразитных перемычек из-за выдавливания пасты под трафарет даже при использовании микросхем со сверхмалым шагом расположения выводов. Контактная печать также обеспечивает формирование более однородных отпечатков.

СОВЕТ

При проверке наличия режима контактной печати убедитесь, что перед измерением величины зазора печати был отключен вакуумный захват платы.

Хотя печать с зазором имеет ряд явных преимуществ, характерной проблемой при ее использовании является отсутствие повторяемости результатов печати.

Периодичность **очистки трафарета** в значительной мере определяется факторами, связанными с качеством трафарета и окон в нем, точностью и воспроизводимостью регулировок принтера, качеством обработки поверхности платы, давлением при печати,

типом ракеля, вязкостью пасты и точностью поддержания параметров окружающей среды.

Очистка трафарета должна производиться достаточно часто для того, чтобы обеспечить полное удаление остатков пасты с его нижней поверхности. При редкой очистке остатки пасты успеют высохнуть или запечься, что значительно повышает трудоемкость очистки трафарета.

В некоторых случаях очистку требуется выполнять после каждой операции нанесения пасты на плату, в то время как в других случаях трафарет можно очищать один раз в смену, или же вообще не выполнять операцию очистки. Независимо от того, как часто Вы очищаете трафарет, чтобы убедиться в том, что его действительно нужно чистить так часто, снимите его и осмотрите нижнюю поверхность.

Перед тем, как приступить к чистке трафарета растворителем, рекомендуется выполнить автоматизированную сухую чистку нижней поверхности. Если после сухой чистки трафарет остается загрязненным, рекомендуется очистить трафарет специальным чистящим раствором.

Хороший чистящий раствор должен удалять остатки пасты и не ухудшать условия формирования порций пасты. Лучшие чистящие растворы снижают скорость высыхания пасты и обеспечивают улучшенное освобождение ее из окон трафарета.

При ручной чистке раствором нужно смочить им не создающую пыли ткань и протереть ею трафарет, но не наносить раствор на трафарет. В этом случае чистящий раствор не попадет в пасту, находящуюся на трафарете.

Любые чистящие растворы применяйте умеренно и удаляйте любые их излишки. Многие растворы создают на поверхности трафарета масляные остатки, которые могут мешать нанесению паяльной пасты. Растворы могут также смешиваться с пастой и вызывать изменение ее химического состава, что приводит к ускорению высыхания пасты или растеканию отпечатков.

СОВЕТ

Чтобы задать базовое число циклов печати между операциями очистки трафарета, прежде всего проверьте правильность задания начальных установок принтера. Затем, начав с очистки трафарета, приступайте к печати. Перед проверкой качества нанесения пасты сосчитайте число плат, на которые она нанесена. Обычно, когда трафарет загрязняется, края отпечатков становятся "нечеткими" (смазанными). Запомните это число плат, очистите трафарет и, уменьшив число печатаемых плат на 2-5 шт., продолжите печать. Выполнив цикл печати уменьшенного числа плат, снова проверьте качество печати последней платы. Если качество высокое, используйте это число плат в качестве стартового при задании периодичности очистки трафарета.

Хотя изопропиловый спирт обычно хорошо очищает трафарет, он несовместим с большинством флюсов и может существенно сократить время сохранения клейкости пасты, т. к. ускоряет ее высыхание.

То, что не наносит вреда в малом количестве, может причинить его в большом. Любое инородное вещество (в том числе чистящее средство), попавшее в пасту, загрязняет ее, и может привести к потере повторяемости результатов печати. Надо использовать только те чистящие растворы, которые полностью совместимы с пастой.

АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ ПЕЧАТИ

Выше мы рассмотрели причины возникновения и способы предотвращения некоторых дефектов печати, таких как уменьшение порций пасты при избыточном давлении ракеля и выдавливание пасты под трафарет. Ниже рассмотрим подобные проблемы подробнее.

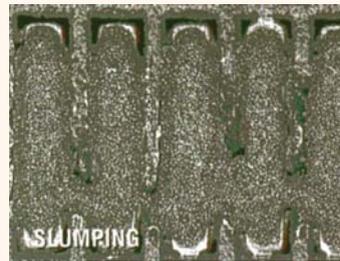
Ключевые слова: образование перемычек, оборванные отпечатки, высоко поднятая плата, засорение трафарета, "собачьи уши"/"пики" пасты.

Прежде всего выясним, что является причиной **образования перемычек**: неправильная работа принтера или другого оборудования производственной линии (например, автомата для установки компонентов или печи для оплавления припоя). Если после принтера плата не содержит дефектов печати, то, возможно, перемычки формирует автомат для установки компонентов. Если в конвекционную печь поступают платы без дефектов, перемычки формируются при пайке из-за эффекта "горячего растекания" порций пасты. Это связанная с пастой проблема иного рода и рассматривается она в разделе "ГРУППОВАЯ ПАЙКА".

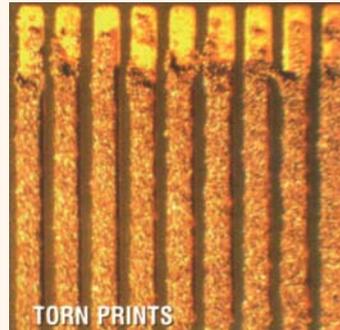
Чаще всего образование перемычек связано с количеством пасты или ее текучестью. Либо на контактные площадки наносится слишком много пасты, либо используемая паста имеет слишком низкую вязкость. В любом из этих случаев при установке компонентов паста может выдавиться за пределы контактной площадки по обе стороны вывода. Другая возможная причина – большое давление ракеля. Если давление ракеля слишком велико, паста может выдавливаться за пределы окон трафарета, что послужит причиной образования перемычек.

Если Вы определили, что перемычки возникают из-за неправильной работы принтера, и уверены, что плата установлена на надлежащей высоте, то ... снова проверьте зазор между трафаретом и платой при печати. Возможно, кто-то из обслуживающего персонала (тот, кто всегда чем-то недоволен) слегка подрегулировал принтер. Перепроверьте это и переходите к следующему шагу проверки.

Если перемычки формируются всегда в одной зоне с четкими границами, проверьте приспособление для поддержания платы. Такой дефект часто встречается при монтаже нескольких плат в составе одной



Растекание пасты



Оборванные отпечатки

панели и плат с двухсторонним размещением компонентов. Помните, что паста не настолько разумная, чтобы плохо наноситься в одной облюбованной точке – что-то должно помогать ей в этом!

Обычная проблема при вводе начальных установок – задание зазора печати. Если у Вас получаются **оборванные отпечатки**, следует перепроверить величину этого параметра. Когда Вы вводили величину зазора печати, Вы могли не проверить, реализу-

ется ли контактный режим печати.

Когда **плата высоко поднята** и выгибает трафарет вверх так, что имеет с ним контакт только по периметру, по центру трафарет может приподыматься над платой на высоту до 2.5 мм. В этом случае при отделении трафарета от платы порции пасты могут отрываться от контактных площадок.

При нанесении пасты на сильно поднятую панель, в составе которой выполнено несколько печатных плат, может возникнуть ситуация, когда на одной плате формируются качественные отпечатки, а на других формируются отпечатки с перемычками или есть области без отпечатков. Если принтер не отрегулирован надлежащим образом, панель может касаться поддерживающего приспособления в одних местах и не касаться в других. Если такая ситуация возникает из-за того, что панель деформирована, не пытайтесь исправить ее путем более высокой установки панели – это приведет к еще худшим последствиям.

Чтобы корректно задать величину зазора печати и избежать формирования оборванных отпечатков, убедитесь, что плата только слегка касается нижней стороны трафарета. Вы также должны знать ответ на вопросы: очищены ли поддерживающие плату штифты (под ними не должно быть остатков и капель пасты), удерживают ли боковые фиксаторы плату, каждый ли раз плата фиксируется ровно? Если есть ответ "нет" на любой из этих вопросов, то единственное, что Вы сможете сделать с помощью настроенного таким образом принтера, – это загрузить работой службу, выполняющую ремонт сборок. Такой результат хорош с точки зрения снижения уровня безрабо-

тицы, но, вероятно, большинство компаний предпочтет ему высокий процент выхода годных сборок.

Обычно проблема **засорения трафарета** тесно связана с неправильно заданным зазором разделения. Это называется эффектом тампона, в результате чего формируемые порции пасты отрываются от контактных площадок платы и остаются в окнах трафарета.

Другая характерная проблема, связанная с неправильно заданным зазором разделения, это формирование **отпечатков в виде "собачьих ушей"** или **отпечатков с острыми пиками пасты**. В таких отпечатках края или углы порций пасты выступают над уровнем пасты в центре отпечатка. Чтобы устранить эту проблему, необходимо скорректировать величину зазора разделения.



Отпечаток в виде "собачьих ушей"

УСТАНОВКА КОМПОНЕНТОВ

Прежде чем Вы потратите большую сумму денег на покупку высокопроизводительного автомата для установки компонентов, хотим предупредить Вас о том, что при неправильной его настройке могут появиться некоторые характерные дефекты сборки.

Ключевые слова: *смещение компонентов или сброшенные компоненты, отскок платы, опора платы, давление при установке, эффект "рекламного щита"*.

Специалист, который продаст Вам автомат для установки компонентов, вероятно, расскажет, как быстро может этот автомат устанавливать компоненты. Он даст Вам полную информацию о достоинствах и производительности этого автомата. Единственное, чего он не сообщит Вам, это то, что высокопроизводительные автоматы обычно вызывают много резких движений платы, которые могут привести к **смещению компонентов** и даже **сбрасыванию их с платы**. Причиной этого может быть резкое ускорение/торможение платы и/или отскок платы при резком ударе манипулятора, устанавливающего компонент.

Поскольку величина ускорения платы зависит от скорости работы автомата, единственный способ уменьшить ускорение – снизить скорость работы линии и, естественно, ее производительность.

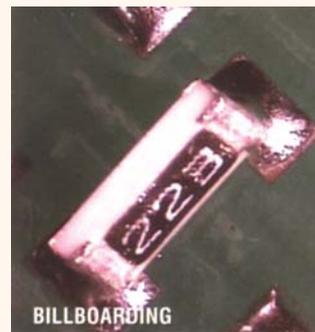
Наиболее частая причина смещения компонентов – это **отскок платы** при резком ударе. Отскок платы можно минимизировать путем организации надлежащей опоры платы. Используйте в качестве опоры набор штифтов или специальную подставку.

Очень часто считают, что паяльные пасты имеют плохие клеящие свойства. "Ваша паста не удерживает мои компоненты на месте" – обычное обвинение в адрес ее поставщика. Иногда увеличение вязкости пасты

может привести к исчезновению этих дефектов, но решите ли Вы этим все проблемы? Нет, и поэтому мы предлагаем Вам ряд советов. Прежде всего выполните подготовительную работу: проверьте все параметры, заданные в автомате для установки компонентов.

Так же, как и в принтере, в автомате для установки компонентов жизненно важно иметь надлежащую **опору платы**. Такие факторы, как малая толщина или высокая гибкость печатной платы или большое давление на плату при установке компонента вызывают ее прогиб. При быстром подъеме манипулятора прогнутая плата восстанавливает свою форму и подбрасывает компонент, что может нарушить его установку. Этот эффект чаще всего проявляется при установке относительно больших компонентов, таких как танталовые конденсаторы, потому что они имеют большую массу и, соответственно, большую инерцию.

Важно также проверить **давление на плату при установке компонента**. Не нужно вдавливать компонент в пасту. Если кажется, что давление мало, убедитесь, что компонент имеет надлежащую толщину и что в автомат для установки введено ее правильное значение. Если в автомат введена толщина меньше истинной, это приведет сначала к вдавливанию, а затем – к подбрасыванию компонента.



Дефект "рекламный щит"

В отличие от эффекта "надгробия", эффект **"рекламного щита"** возникает из-за неправильной работы автомата для установки компонентов. Обычно эффект "рекламного щита" возникает при установке пассивных компонентов – резисторов и конденсаторов. В отличие от эффекта "надгробия", когда один вывод компонента припаян к контактной площадке, а другой не припаян и ориентирован "в небо", при эффекте "рекламного щита" оба вывода компонента запаяны в плату, но компонент стоит вертикально на боковой стороне.

Если возникает эффект "рекламного щита", нужно проверить правильность ввода в автомат координаты точки захвата компонента в питателе, скорость подачи компонентов в питателе, тип ленты питателя, отсутствие препятствий на пути перемещения компонента, допуск на положение компонента или перекося ленты питателя.

ГРУППОВАЯ ПАЙКА

оловянно-свинцовыми сплавами с содержанием олова 62 или 63%

После того, как на плату нанесена паста и установлены компоненты, причем паста не выдавлена из-под выводов компонентов в зону, в которой она формиру-

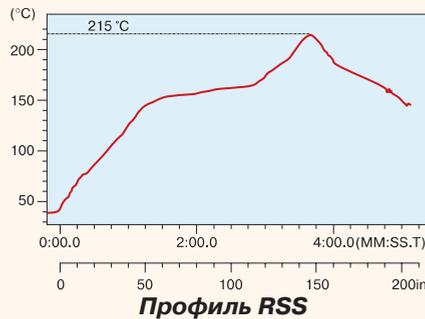
ет переключки, можно приступить к пайке. Эта операция выполняется в "магическом" туннеле печи для оплавления припоя, в который Вы не можете заглянуть и увидеть, что происходит с платой. В этой точке производственной линии суммируются и доставляют массу хлопот все погрешности монтажа.

Ключевые слова: задание температурного профиля пайки, оплавление пасты инфракрасным излучением, конвекционное оплавление пасты, нагрев по линейному закону – выдержка – нагрев до пиковой температуры (*Ramp-Soak-Spike – RSS*), ΔT , линейный нагрев до пиковой температуры (*Ramp-to-Spike – RTS*).

Задавать или не задавать температурный профиль? К сожалению, выбора нет. Да, это скучная и однообразная процедура потребует много времени. Нет более хорошего способа узнать, что происходит со сборкой во время оплавления паяльной пасты, чем присоединить к сборке термопары и потратить время и деньги на оптимизацию температурного профиля пайки (температурный профиль – это графическое отображение температурно-временного режима пайки). Если процесс пайки разработан неправильно или аппаратура не обрабатывает заданный процесс, могут появиться любые дефекты, включая отказы аппаратуры на месте эксплуатации. В общем, лучше всего оплачивать пасты с использованием "быстрых" профилей, которые нагревают пасту до температуры плавления за 3.5 минуты. Однако параметры оптимального профиля будут определяться такими факторами, как функциональные возможности печи, компоновка платы, типы установленных на плате компонентов и др.

Профиль следует обрабатывать с использованием плат, на которые установлены компоненты; в противном случае Вы не сможете измерить истинное поглощение тепла изделием. Более того, профиль следует обрабатывать на том изделии, производство которого Вы пытаетесь оптимизировать. Другими словами профиль, который оптимален для одной сборки, для другой может оказаться неоптимальным. Это означает, что если Вы хотите иметь оптимальный профиль пайки для всех изделий, профиль для каждого из них должен быть разработан отдельно (особенно, если сборки различаются размерами, плотностью компоновки и типами компонентов).

В связи с тем, что в последнее время были существенно модифицированы и улучшены используемые в промышленности печи, изменились требования к профилям пайки и их параметрам. В старых печах (с инфракрасным нагревом) для того, чтобы достичь оптимальных результатов пайки, часто требовался про-



филь типа **RSS (нагрев по линейному закону – выдержка – нагрев до пиковой температуры)**. И наоборот, современные более производительные печи с конвекционным нагревом обеспечивают такое же или более высокое качество пайки при использовании профиля типа RTS (линейный нагрев до пиковой температуры).

Зона выдержки профиля RSS обеспечивает приведение сборки в тепловое равновесие перед нагревом до температуры плавления припоя. Так как ΔT (наибольшая разность температур в пределах сборки) и проблемы, связанные с ней, редко встречаются при пайке в современных печах, зона выдержки может оказаться ненужной. Принимая решение о том, нужна зона выдержки или нет, следует учитывать плотность установки компонентов и их теплоемкость. Если зона выдержки не нужна, профиль можно превратить в линейный (RTS).

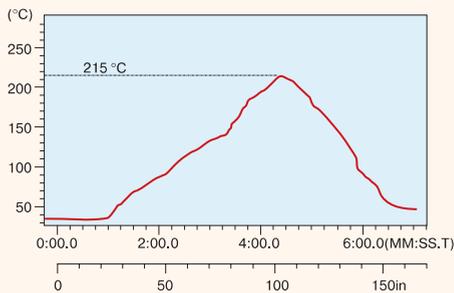
Ранее профиль RSS часто ассоциировался с флюсом RMA и флюсами, не требующими отмытки остатков после пайки, т.к. во времена разработки этих флюсов функциональные возможности печей не позволяли отработать иной профиль. Профиль RSS обычно не используется при пайке смываемыми водой флюсами, поскольку длительное время выдержки, характерное для этого профиля, может вызвать преждевременное разрушение активатора.

Создание профиля RSS начинается с нагрева сборки с регулируемой скоростью до температуры примерно 150 °C за время 90 с. Скорость нагрева не должна превышать 2-3 °C/с для того, чтобы предотвратить разбрызгивание припоя и не подвергать компоненты термоудару. Затем сборка выдерживается в течение 90 с при температуре от 150 до 170 °C. В зоне выдержки не рекомендуется устанавливать температуру выше 170 °C, поскольку во многих пастах активатор при перегреве быстро разрушается.

После выдержки сборка подвергается нагреву до пиковой температуры, где припой будет оплавлен при температуре выше 183 °C за время 60±15 с. Плановое время пребывания сборки при температуре выше точки плавления припоя (183 °C для сплава Sn63Pb37) составляет 60 секунд, этого времени достаточно для формирования прочного, не имеющего пустот паяного соединения. Длительность отработки профиля от 45 °C до пиковой температуры 215±5 °C должна быть в диапазоне от 3.5 до 4 минут.

Скорость охлаждения сборки не должна превышать 4 °C в секунду для того, чтобы термоудар не повредил компоненты. Кроме того, чем ниже скорость охлаждения, тем меньше размеры кристаллов припоя в паяном соединении и выше его механическая прочность.

Профиль с линейным нагревом до пиковой температуры (RTS) может использоваться с любым сплавом или припоем (включая припои, не содержащие свинца) и является предпочтительным для пайки с применением паст на основе растворимых водой флюсов. Профиль RTS не следует использовать в случае, если по каким-либо причинам в пределах сборки наблюдается большая разность температур (что имеет место, когда используется крепежная оснастка) или если применяемое оборудование не позволяет достичь требуемой скорости нагрева и пиковой температуры.



Профиль RTS

Профиль RTS имеет ряд преимуществ по сравнению с профилем RSS. В связи с тем, что скорость нагрева в профиле RTS намного меньше (0.7 – 1.8 °C в секунду), снижается угроза возникновения дефектов платы и компонентов, связанных с термоударом. Более того, использование профиля RTS часто может приводить к формированию более качественных паяных соединений и уменьшению проблем, связанных с применением труднопаяемых сплавов, т.к. паяльные пасты, оплаваемые с использованием этого профиля, будут сохранять растворитель (связующее вещество) на всей стадии предварительного нагрева. Поэтому профиль RTS следует использовать для пайки сплавов, которые плохо смачиваются припоем.

Как было показано выше, профиль RTS обеспечивает плавный нагрев сборки от комнатной температуры до пиковой. Задать такой профиль нагрева в конвекционной печи совсем просто. В зонах предварительного нагрева осуществляется линейный нагрев сборки, благодаря чему предотвращается термоудар, флюс активируется, легколетучие фракции флюса испаряются и сборка подготавливается к плавлению припоя. Типовое значение скорости нагрева для профиля RTS составляет 0.7 – 1.8 °C/с в течение всего этапа нагрева, который длится от 90 до 120 секунд.

Как и в случае создания профиля RSS, длительность этапа отработки профиля RTS, начиная с температуры окружающей среды до пиковой температуры 215±5 °C, не должна превышать 3.5...4 минуты. Пиковая температура должна составлять 215±5 °C, время пребывания выше температуры плавления – 60±15 секунд, а скорость охлаждения не должна превышать 4 °C/с.

СОВЕТ

При использовании в качестве припоя многих не содержащих свинца сплавов необходимо обеспечивать нагрев до более высоких температур. Для сплавов семейства Sn/Ag/Cu пиковая температура составляет около 240 °C. Чтобы достичь такой температуры, не следует увеличивать продолжительность нагрева, предпочтительнее несколько увеличить его скорость. Более подробную информацию можно получить в сети Интернет по адресу: www.leadfree.com

АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ ПАЙКИ

Итак, Вы задали оптимальный профиль пайки и уверены, что на выходе печи появится идеально паяная плата. А если дефекты все же появятся?

Ключевые слова: образование перемычек, горячее растекание отпечатков, комки припоя, образование "бисера", эффект "надгробия", растрескивание.



Перемычка

Перемычки, которых не было на плате при загрузке в печь, могут возникнуть на выходе из печи из-за эффекта горячего растекания пасты. Обычно это связано со свойствами пасты, но иногда (особенно в случае использования паст, остатки которых не требуют отмычки после пайки, и некоторых паст на основе канифоли) этого можно избежать выбором соответствующего температурного профиля. Проблему можно решить путем увеличения скорости нагрева до 2.5–3 °C/с, начиная с температуры окружающей среды и заканчивая температурой выдержки 150 °C. Однако помните, что чем дольше выдерживается сборка при этой температуре, тем ниже будет активность пасты по достижении точки плавления припоя. Особенно тщательно нужно контролировать время выдержки в случае использования смываемых водой паяльных паст: чем дольше они находятся в зоне выдержки, тем ниже активность флюса (активность сохраняется до тех пор, пока не испарятся галогениды).

Другой характерный дефект пайки в конвекционной печи – **комки припоя**. Хотя иногда они появляются в случае использования окисленных паст или паст, которые нанесены на платы задолго до оплавления, чаще причиной появления комков припоя является выбор не-



Комки припоя

оптимального температурного профиля. Обычно комки появляются, когда скорость нагрева слишком низкая или слишком высокая. Быстрый нагрев сборки не позволяет летучим фракциям пасты испариться перед плавлением припоя. Комбинация летучих фракций и расплавленного припоя приво-

дит к разбрызгиванию его и формированию комков.

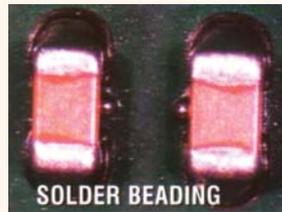
Образование **"бисера"** также может быть вызвано выбором неоптимального профиля, но обычно это связано с неправильным выбором объема порций пасты или ее вязкости. Для уменьшения вероятности возникновения "бисера" рекомендуется в трафарете для нанесения пасты выполнять окна с размерами меньшими, чем контактные площадки. Один из общепринятых способов уменьшения размеров отпечатков и предотвращения их смещения с контактных площадок (что является причиной образования комков, превращающихся после оплавления в мелкие шарики или "бисер") – **формирование окон в виде "домика"**. Помните, что важно не только уменьшить размер порций пасты, но и точно нанести их на контактные площадки.

Еще один часто встречающийся дефект – это формирование **"надгробий"**, что обычно связано с отсутствием смачивания одной из контактных площадок. Этот дефект особенно часто встречался при пайке в паровой фазе, когда на одной из контактных площадок жидкость конденсировалась раньше, чем на другой, и сила поверхностного натяжения расплавленного припоя поднимала компонент в вертикальное положение. При использовании современной технологии к формированию "надгробий" может привести большой перепад температуры в пределах платы или плохое смачивание припоем контактной площадки или вывода компонента.

Способ устранения эффекта "надгробия" – более медленное плавление припоя. Плавление происходит на том участке профиля, где разогрев доходит до пиковой температуры. Если используется сплав Sn63Pb37, переход из жидкой фазы в твердую и наоборот происходит в точке плавления 183 °С. Вблизи этой точки разность температур в пределах платы должна быть минимальной. Нужно также помнить, что, чем больше на плате варьируется плотность расположения компонентов из-за наличия больших заземленных площадок, тем более вероятно возникновение подобных дефектов, и необходимо более тщательно выравнивать температуру в пределах платы при достижении точки плавления. Кроме того, на частоту появления "надгробий" оказывает влияние качество нанесения пасты: чем толще слой пасты, тем большего числа "надгробий" можно ожидать.



Дефект "надгробие"



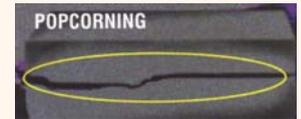
"Бисер" из припоя



Отпечатки в виде "домика"

Другой фактор, который влияет на возникновение "надгробий", – это смещение компонента и/или порций пасты. Для минимизации числа "надгробий" необходимо точно наносить порции пасты и устанавливать компоненты.

Растрескивание – это раскалывание микросхем на несколько частей при пайке. Растрескивание связано с большой скоростью нагрева при преодолении точки кипения воды (100 °С) и часто определяется качеством и условиями хранения компонентов. Есть простое правило: чем больше влаги поглотил компонент, тем ниже должна быть скорость его нагрева вблизи температуры 100 °С. Чтобы уменьшить частоту возникновения дефекта, нужно улучшать условия хранения компонентов и высушивать их перед пайкой.



Растрескивание

ПАЙКА ВОЛНОЙ ПРИПОЯ

Итак, Вы стали специалистом в установке компонентов на поверхность платы и готовы приступить к пайке волной припоя. Теперь мы рассмотрим некоторые дефекты, характерные для этого способа пайки.

Ключевые слова: нанесение флюса, нанесение флюса из пены, нанесение флюса способом распыления, предварительный нагрев, скорость конвейера, температура ванны, загрязнение ванны, фосфор, охрупчивание.

При нанесении флюса нужно точно дозировать его количество. Если флюс наносится из пены, для удаления его избытка используются **воздушные ножи**. Однако предпочтительнее наносить флюс способом **распыления**. Таким способом наносят не требующий отмытки флюс или флюс, поставляемый в аэрозольных баллонах. Количество флюса, наносимого способом распыления, значительно лучше контролируется, чем при нанесении из пены, и при этом обеспечивается более высокая повторяемость результатов.

Температура **предварительного нагрева** при пайке волной должна быть не очень высокой и не очень низкой. Основные цели предварительного нагрева – испарение растворителя, минимизация термоудара и активация флюса. Только не перегрейте плату, поскольку в противном случае флюс потеряет активность. Если Вы увидите слишком много дыма и услышите шипение, треск, щелчки, уменьшите температуру нагрева.

Скорость конвейера может меняться в зависимости от типа сборки, но обычно лежит в пределах от 3 до 5 футов в минуту (91.5...152.5 см/мин). Типовая длительность процесса пайки волной составляет 1.5...2.5 мин.

Типовая **температура ванны** для припоя Sn63/Pb37 составляет 232...260 °С. Типовая температура ванны для припоя CASTIN (запатентованного фирмой AIM сплава, не содержащего свинца) составляет 254...268 °С.

Основные **загрязняющие вещества** в паяльной ванне – это медь, золото и никель. Если их концентрация превышает допустимый уровень, паяные соединения приобретают зернистую структуру.

Производители припоев иногда используют **фосфор** для того, чтобы создать иллюзию уменьшенного образования шлака. Однако наличие фосфора может привести к засорению насоса, создать наросты на отражателе волны, и (если его концентрация слишком высока) вызвать охрупчивание паяных соединений. Охрупчивание может также быть следствием загрязнения припоя медью, золотом, никелем, железом, алюминием и цинком.

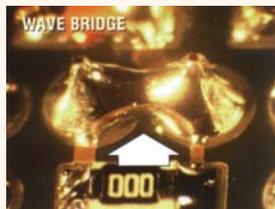
АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ПАЙКЕ ВОЛНОЙ ПРИПОЯ

Конечно, лучше всего попытаться выполнить процесс пайки без дефектов, однако...

Ключевые слова: *перемычки, шарики припоя, паутина, микроскопические шарики, выдувание припоя из отверстий, непропаянные выводы.*

Если Вы используете флюс с малым количеством остатков, которые можно не отмывать после пайки, существует шанс, что Вы увидите все перечисленные выше дефекты. Всегда помните, что Вы работаете с технологией, которая была разработана для флюсов с большим количеством остатков после пайки. Закономерность такова, что чем выше содержание твердых веществ во флюсе, тем меньше будет число дефектов. Твердые вещества флюса улучшают теплопроводность, способствуют уменьшению налипания припоя на неметаллические материалы, снижают количество паразитных перемычек и способствуют формированию качественных паяных соединений. С другой стороны, флюсы с большим содержанием твердых веществ дают более толстый слой остатков, которые часто необходимо отмывать после пайки. Многие компании предпочитают использовать не требующие отмывки флюсы, дающие после пайки малое количество остатков, несмотря на то, что они дают большее количество дефектов и требуют более точного контроля параметров технологического процесса.

Число **перемычек** определяется плотностью расположения выводов компонентов, монтируемых в отверстия. Чтобы избежать образования перемычек при высокой плотности расположения выводов, нужно укоротить выводы до минимальной длины, допускаемой техническими условиями. Кроме укорачивания выводов, следует увеличить расстояние между ними путем уменьшения ширины проводящего кольца вокруг отверстия либо за счет уменьшения ширины слоя меди, либо путем выбора соответствующей геометрии паяльной маски. Удерживая содержание твердой составляю-



Перемычка

щей флюса на максимально возможном уровне путем тщательного выбора температуры предварительного нагрева, можно избежать образования перемычек. Использование азотного "покрывала" над волной помогает уменьшить число паразитных перемычек.

Микроскопические шарики на поверхности печатной платы показывают, что жидкие фракции флюса не испарились до входа сборки в волну. Обычно такие шарики появляются, когда операторы впервые работают с флюсом, поставляемым в аэрозольных баллонах. Эти крошечные шарики припоя выдуваются на поверхность



Шарики припоя

платы из сквозных неметаллизированных или металлизированных отверстий в ней при кипении флюса. Микроскопические шарики индицируют, что нужно увеличить продолжительность или температуру предварительного нагрева платы для того, чтобы растворитель, входящий в состав флюса, успел полностью испариться.

Появление шариков припоя на нижней стороне платы может быть связано с недостаточным содержанием твердых фракций флюса. Повышение содержания твердых фракций поможет снизить вероятность появления таких шариков. Однако на нижней поверхности платы шарики припоя чаще возникают из-за паяльной маски. Припой к ней прилипает либо из-за того, что паяльная маска размягчается, либо из-за высокой гладкости ее поверхности. Чтобы устранить шарики, проверьте материал маски или сделайте печатную плату более холодной путем снижения температуры предварительного нагрева и/или температуры ванны с припоем.

"Паутина" выглядит так, как будто к нижней стороне платы прилипла паутина или сетка из припоя. "Паутина" появляется тогда, когда температура или длительность



Дефект "паутина"

предварительного нагрева слишком велика или на плату нанесено мало флюса. На то, что может появиться "паутина", указывает малое количество дыма, возникающего при прохождении платы через волну. Чтобы избавиться от "паутины", нанесите на платы больше флюса или уменьшите температуру предварительного нагрева.

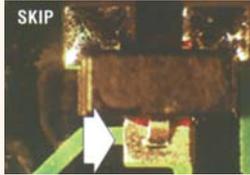
Раковины в залитом припоем отверстиях (отверстия с выдутым припоем) обычно появляются в результате проблем с печатной платой. Основным симптом такого дефекта – наличие с одной из сторон залитого припоем металлизированного отверстия маленького отверстия в припое. Обычно причина появления этого дефекта – наличие пустот в металлизированном отвер-



Раковина в залитом припоем отверстиях

стии, из которых при кипении флюса выделяется газ, вытесняющий припой. Этот дефект пайки является следствием дефекта печатной платы, и ее изготовителю нужно выставлять претензии.

Непропаянные выводы обычно остаются с обратной (по отношению к направлению движения платы) стороны компонента. Такие соединения возникают из-за недостатка твердой фракции во флюсе, неправильного угла наклона транспортера в зоне контакта с волной припоя или неправильной конфигурации контактной площадки. Попробуйте увеличить количество наносимого на плату флюса, измените угол наклона транспортера или угол атаки. В случае оптимального выбора указанных параметров захваченные газы смогут выйти и не препятствовать протеканию расплавленного припоя, в результате чего он попадет на контактную площадку. Повышенная активность флюса также может помочь в борьбе с этим дефектом – высокоактивный флюс обеспечивает ускоренное смачивание контактных площадок.



Непропаянный вывод

РУЧНАЯ ПАЙКА

Это та операция, которой многие технологи не уделяют внимания до тех пор, пока не возникают неисправности по месту эксплуатации. Тогда они выясняют, что один из операторов производственной линии имеет склад трубчатого припоя с высокоактивным флюсом, который хранится под столом для монтажа труднопаяемых компонентов. Это завершающая операция монтажа плат, которой часто не уделяют должного внимания.

Ключевые слова: *трубчатый припой с не требующим отмывки флюсом, самый безопасный метод ручной пайки, повторная пайка для исправления дефектов паяных соединений.*

При использовании **трубчатого припоя с не требующим отмывки флюсом** работать следует в перчатках, т.к. даже один отпечаток пальца на плате может стать причиной электромиграции, снижающей величину электрического поверхностного сопротивления. Если для выполнения ремонтных работ используется флюс, нужно иметь точное описание его свойств, т.к. нет метода ручной пайки, обеспечивающего однородный нагрев, при котором не разрушаются кислоты, придающие флюсу активность. Именно поэтому небезопасно после пайки оставлять на плате остатки флюса, даже если он успешно прошел тестирование на электромиграцию или величину поверхностного сопротивления. Если хотите не смывать остатки флюса и избежать брака, повторите тестирование при реализованных в Вашем производстве условиях пайки.

Самый безопасный метод ручной пайки состоит в том, чтобы, когда возможно, не использовать иной флюс кроме того, который содержится в припое. Оператор дол-

жен иметь навыки пайки таким припоем. Сначала оператор должен нагреть вывод компонента и контактную площадку, затем прижать к ним трубчатый припой с флюсом.

Попытайтесь избежать **повторной пайки для исправления дефектов паяных соединений**. Соединения, повторно паяные, обычно имеют меньшую надежность из-за воздействия дополнительного термоудара и возрастания содержания интерметаллических соединений в припое. В целом, если паяное соединение имеет хороший внешний вид и образует галтель, его качество с большой вероятностью высоко. Другими словами, если нет явного брака, не производите повторную пайку.

ТЕСТИРОВАНИЕ

Теперь, когда Вы закончили сборку платы и уверены, что все паяные соединения имеют высокое качество, а компоненты установлены на свои места, пришло время пессимистически настроенным специалистам по контролю качества попробовать показать, что Вы заблуждаетесь.

Ключевые слова: *тестирование игольчатыми зондами, пригодная для тестирования игольчатыми зондами паяльная паста.*

Тестирование игольчатыми зондами платы с остатками паяльной пасты после пайки часто представляет труднорешаемую проблему. Поэтому попытайтесь избежать такого тестирования. Однако, в ряде случаев тестирования избежать нельзя. Если в устройстве есть ряд входов для тестирования, сделайте проводники, подходящие к этим площадкам, по возможности подлиннее. В этом случае больше флюса стечет с контактной площадки на плату. Если проводники имеют малую длину, они будут покрыты флюсом, что затруднит тестирование платы зондами.

Если плата тестируется сразу же после пайки в печи, то результаты будут сильно отличаться от результатов тестирования, полученных через сутки после пайки. Чем выше температура остатков флюса после пайки, тем они мягче, что делает их более липкими и приводит к засорению зондов. Часто нельзя принять однозначное решение, когда проводить тестирование, поскольку приходится иметь дело как с платами, только что сошедшими с конвейера, так и с платами, подвергшимися ремонту.

Использование **пригодной для тестирования игольчатыми зондами паяльной пасты** упрощает процесс тестирования. Такая паста создает на плате после пайки воскоподобное покрытие, которое не липнет и не тянется, легко прокалывается наконечником зонда, не крошится и не засоряет наконечник. Этим свойством остатки пасты обладают как сразу же после пайки, так и месяц спустя.

Дополнительную информацию о припоях, флюсах, паяльной пасте фирмы AIM и рекомендации по их применению можно найти на web-сайте: www.aimsolder.com



Внимание! С 1 июля 2006 года
в Европейском Сообществе будет запрещено
использование свинца при производстве РЭА

Припой, не содержащий свинца

паяльные пасты, проволочные припои с флюсом, припои в чушках, флюсы

- В сравнении с аналогами других фирм низкая температура плавления сплава (215-217 °С)
- Высокая надежность паяных соединений
- Безопасны при применении
- Уменьшают деформацию плат
- Высокое сопротивление термической и механической усталости, растяжению



www.aimsolder.com

VD MAIS – дистрибьютор фирмы AIM в Украине

Украина, 01033 Киев, а/я 942, ул. Жилианская, 29 тел.: (044) 492-8852 (многокан.), info@vdmals.kiev.ua, www.vdmals.kiev.ua

ОСОБЕННОСТИ РУЧНОЙ ПАЙКИ БЕССВИНЦОВЫМИ ПРИПОЯМИ *

В статье описан ряд факторов, которые необходимо учитывать при ручной пайке бессвинцовыми припоями для улучшения качества паяных соединений.



А. Мельниченко

HAND SOLDERING WITH LEAD FREE ALLOYS

This paper discusses the fundamental aspects of hand soldering processes and requirements for lead free application.

A. Melnichenko

При производстве изделий электроники после автоматизированного монтажа компонентов нередко для исправления дефектов используется ручная пайка. Учитывая то, что в настоящее время наблюдается переход к бессвинцовым припоям, для получения хороших результатов пайки необходимо знать особенности их применения.

Многие производители считают, что главным условием получения качественного паяного соединения является поддержание необходимой температуры жала паяльника. Однако при переходе к бессвинцовым припоям следует принимать во внимание и ряд других параметров.

Ассоциация производителей электронной техники IPC выработала эмпирическое правило, по которому основной характеристикой ручной пайки является поддержание требуемой температуры соединения в течение некоторого интервала времени. В этом определении делается акцент не столько на достижение необходимой температуры, сколько на передачу требуемого количества тепла. Поэтому следует учитывать не только температуру паяльника, но и факторы, влияющие на эффективность теплопередачи, а именно: мощность паяльника, форму и состояние его жала, а также время его контакта с паяным соединением. Жало паяльника должно быть очищено и хорошо залужено, его форма должна обеспечивать максимальную площадь контакта с площадками платы и выводами компонента. Процесс пайки состоит из следующих этапов:

- соединение нагревается до температуры, превышающей температуру плавления припоя примерно на 40 °С, и выдерживается при этой температуре в течение 2-5 секунд, при этом активизируется флюс и расплавляется припой
- припой растекается по поверхности площадки и смачивает выводы компонента (а при пайке в отверстие – заполняет его)
- жало паяльника удаляется и припой затвердевает.

Температура пайки

Нагрев места пайки до требуемой температуры является необходимым условием хорошего качества паяного соединения. Показателем количества тепловой энергии, полученной паяным соединением, является толщина и состав интерметаллического слоя. Его наличие свидетельствует о том, что припой сплавлен с выводом компонента и площадкой платы.

Скорость роста толщины интерметаллического слоя зависит от температуры нагрева соединения и продолжительности ее воздействия. Избыток тепловой энергии приводит к увеличению толщины этого слоя до сверхоптимальной и, как следствие, к повышению хрупкости соединения. Слишком малая толщина этого слоя, обусловленная недостатком тепловой энергии, приводит к снижению прочности соединения (рис. 1). Как видно из рисунка, оптимальная толщина интерметаллического слоя составляет около 1 мкм.



Рис. 1. Толщина интерметаллического слоя как характеристика качества соединения

Особенности применения флюса

Действие флюса также зависит от количества тепловой энергии, сообщенной паяному соединению. Основные составляющие наиболее часто используемых флюсов – это кислота, спирт и вода. Температуры кипения спиртов (78-180 °С) и некоторых кислот (200-260 °С) находятся значительно ниже температуры пайки. Поэтому при ручной пайке важно обеспечить постепенный рост температуры места пайки, чтобы флюс не испарился

* По материалам статьи: Joe Curcio. Hand soldering with lead free alloys. – "Global SMT & Packaging", January 2005.

преждевременно и успел воздействовать на спаиваемые поверхности, повысив их смачиваемость припоем.

При более высоких температурах пайки, характерных для бессвинцовых припоев, скорость окисления спаиваемых поверхностей возрастает, что требует применения более сильнодействующих флюсов. Поэтому имеет смысл применять трубчатые припои с повышенным содержанием флюса (2% и более).

При использовании сильнодействующих флюсов усложняется очистка печатной платы, что может потребовать введения дополнительной технологической операции, а также создать проблемы, связанные с утилизацией используемых средств отмывки.

Температурный профиль пайки

При переходе к бессвинцовым припоям большинство фирм-производителей электронных изделий ориентируются на применение припоя на основе эвтектического сплава Sn/3.8Ag/0.7Cu с температурой плавления 217 °С, что требует его нагрева при пайке до температуры порядка 257 °С. Исходя из этого эмпирического правила, рекомендованного ассоциацией IPC, оптимальный профиль пайки должен иметь вид, показанный на рис. 2, а. Как видно из графика, после быстрого роста температуры, в течение которого происходит активация флюса и плавление припоя, необходимо выдержать припой при температуре на 40 °С выше температуры плавления в течение примерно 4 секунд. После этого паяльник удаляется и припой затвердевает.

На практике время контакта паяльника с площадкой и выводом редко превышает 2 секунды, однако при этом максимальная температура на короткое время возрастает выше оптимальной (рис. 2, б). Сравнивая оптимальный и реальный профили (рис. 2, в), можно отметить, что количество тепловой энергии, полученной соединением в том и другом случае, примерно одинаково (площади, ограниченные сверху кривыми, а снизу – температурой плавления припоя, примерно равны).

Сравнительные исследования температурных профилей для припоев Sn/Ag/Cu и Sn/Pb показали, что для припоев Sn/Ag/Cu наблюдается некоторое увеличение продолжительности пайки из-за худших смачивающих свойств этих сплавов. Увеличение температуры пайки улучшает их смачивающую способность и сокращает продолжительность пайки, однако может повлиять на активность флюса и увеличить опасность повреждения платы и компонента.

Другая возможность улучшения качества соединения заключается в увеличении эффективности теплопередачи. Это более оптимальный путь, так как при этом уменьшается вероятность повреждения платы и сокращаются затраты на выполнение этой операции.

Оптимизация теплопередачи

Жало паяльника (рис. 3) изготавливается из меди, имеющей высокую теплопроводность. Его покрывают слоем стали для сохранения формы жала и предот-

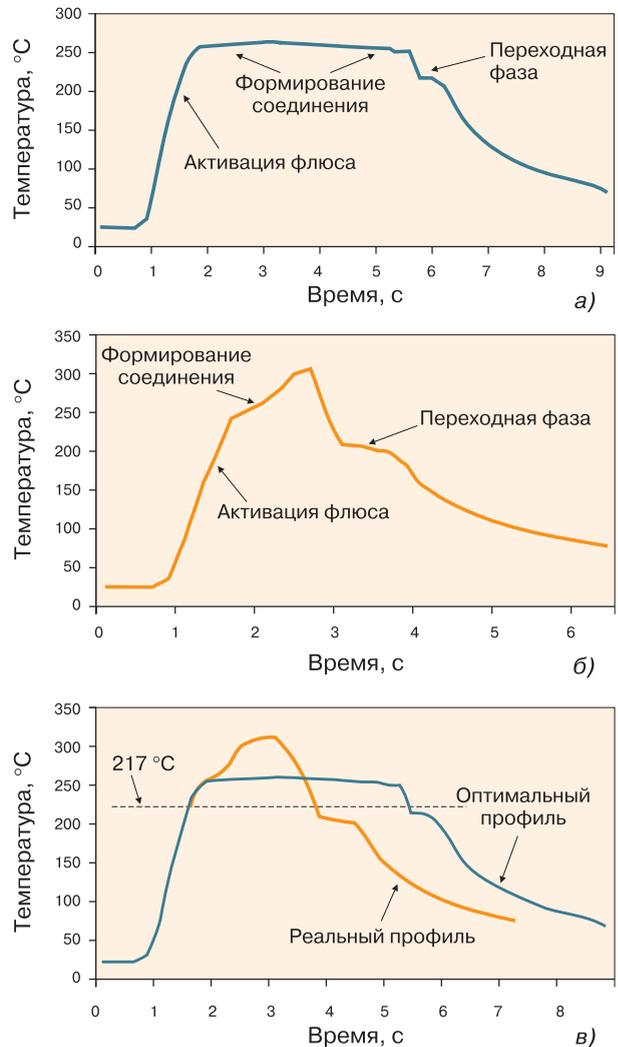


Рис. 2. Профили пайки: оптимальный (а), реальный (б), совмещенные для сравнения профили а и б (в)

вращения растворения меди в припое. Конец жала покрыт слоем припоя, играющим основную роль в процессе передачи тепла к месту пайки, остальная часть жала покрыта слоями хрома и никеля, которые препятствуют растеканию припоя по жалу паяльника.

Еще одним важным фактором, влияющим на эффективность теплопередачи, является оптимальная форма жала. Его размеры должны соответствовать

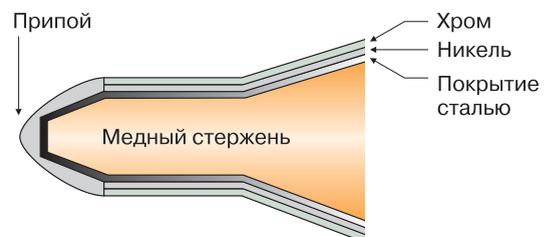


Рис. 3. Конструкция жала паяльника

размерам спаиваемых поверхностей. Плоский конец жала обеспечивает лучшую теплопередачу, чем закругленный.

Срок службы жала паяльника

При применении бессвинцовых припоев срок службы жала меньше, чем при применении оловянно-свинцовых. Этому есть несколько причин:

- более высокий процент содержания в припое олова, которое активно разрушает стальное покрытие жала
- более высокая температура плавления припоя, а, следовательно, и скорость эрозии жала
- более высокая скорость окисления стального покрытия
- использование флюсов с большей активностью.

Процесс, приводящий к выходу из строя жала паяльника, начинается с постепенного разъедания стального покрытия припоем, проникающим в его микротрещины. Продолжительность этого процесса составляет около 90% срока службы жала. После того как произошло соприкосновение припоя с медью процесс растворения ее в припое протекает значительно быстрее и жало приходит в негодность (рис. 4). Нарав-



Рис. 4. Проникание припоя через микротрещины стального покрытия жала

щивание толщины стального покрытия может увеличить срок службы жала, однако вследствие малой теплопроводности стали эффективность передачи тепла от жала к месту пайки уменьшится (рис. 5).



Рис. 5. Зависимость теплопередачи и срока службы жала паяльника от толщины стального покрытия

Внешний вид паяных соединений

Форма паяного соединения всегда служила индикатором его качества. К сожалению, опыт, приобретенный при визуальном контроле соединений на основе оловянно-свинцовых припоев, нельзя применить при контроле бессвинцовых соединений, так как

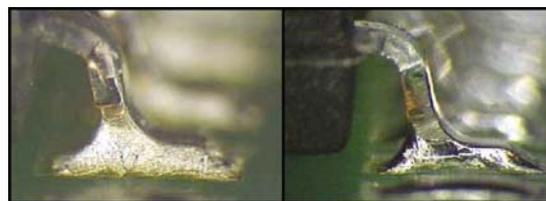


Рис. 6. Паяное соединение: с применением бессвинцового (а) и оловянно-свинцового (б) припоя

формы этих соединений имеют существенные отличия. Например, поверхность паяного соединения матовая, а галтель из-за меньшей текучести бессвинцовых сплавов имеет другую форму (рис. 6).

Так как внешний вид паяных соединений с использованием бессвинцовых припоев существенно отличается от вида соединений, выполненных с использованием оловянно-свинцовых припоев, такие организации, как IPC, начинают выпускать стандарты с описанием внешнего вида бессвинцовых соединений, хотя некоторые фирмы-изготовители электронных изделий выпускают и собственные документы. Наиболее важным для этих фирм является обучение служб контроля правильной оценке качества соединений, иначе может увеличиться процент годных изделий, ошибочно отбракованных вследствие недостаточного опыта контролеров.

Заключение

Чтобы избежать слишком большого нагревания паяных соединений и уменьшить вероятность повреждения изделия, необходимо учитывать следующее:

- использование жала оптимальных размеров и формы увеличивает площадь его соприкосновения с площадкой и выводом компонента, повышает эффективность теплопередачи
- желательно использование трубчатого припоя с увеличенным содержанием флюса, это способствует улучшению паяемости, однако, может усложнить последующую очистку платы
- мощность паяльника должна быть достаточной для обеспечения требуемой температуры и скорости нагрева места пайки, что важно также для активации флюса
- если форма жала выбрана правильно и выполнены все подготовительные операции, то пайку можно выполнять при температуре жала, близкой к оптимальной (более высокая температура может потребоваться при пайке соединений с большой теплоемкостью).

Внедрение бессвинцовых припоев потребует более тщательного, чем когда-либо прежде, контроля производственного процесса. Должен быть более полно оговорен весь комплекс требований к процессу ручной пайки, включая требования к мощности паяльника, форме и температуре его жала и эффективности теплопередачи.

ПРИМЕНЕНИЕ PIN-ДИОДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПРИЕМНИКОВ *

В статье рассматривается применение PIN-диодов для защиты чувствительных цепей приемников от мощного излучения передатчиков.

А. Мельниченко

В приемопередающих устройствах выходной каскад передатчика и входной каскад приемника, как правило, подключены к общей антенне. При этом возникает опасность повреждения чувствительных входных цепей приемника мощным сигналом передатчика. Одним из способов уменьшения уровня сигнала, попадающего на вход приемника, является применение ограничительных каскадов, построенных на PIN-диодах.

Ограничительный PIN-диод (positive-intrinsic-negative diode) представляет собой трехслойный полупроводниковый прибор, в котором между слоями с P- и N-проводимостью находится так называемый I-слой. Толщина и удельное сопротивление I-слоя, а также площадь соединения этого слоя с областью P-проводимости выбираются из условий компромисса, обеспечивающего получение требуемых электрических характеристик диода: сопротивления, емкости, времени восстановления и порогового уровня.

В электрических цепях диод может функционировать как переменное сопротивление, величина которого зависит от подводимой к нему мощности высокочастотного сигнала. Таким образом, можно построить одно- или многозвенную ограничительную цепь, содержащую один или несколько диодов, разделенных четвертьволновыми отрезками длинных линий. Добавив направленный ответвитель и детектор на диоде Шоттки, можно уменьшить пороговый уровень ограничения сигнала.

Простая схема ограничителя для защиты приемника состоит из параллельно включенных PIN-диода и катушки индуктивности, необходимой для согласования емкостного сопротивления диода с волновым сопротивлением линии (рис. 1). На входе и выходе ограничителя обычно включают развязывающие конденсаторы. Для этой цепи коэффициент подавления сигналов большого уровня составляет, как правило, 20-30 дБ.

Для сигналов малого уровня импеданс диода максимален, так как их мощность недостаточна для перехода носителей в I-слой. При этом потери, вносимые защитной цепью, не превышают 0.5 дБ. Передаточная

PIN-LIMITER DIODES EFFECTIVELY PROTECT RECEIVERS

Limiters shield sensitive front-end semiconductor components from transmitter-signal damage are described.

A. Melnichenko

функция для сигналов, лежащих ниже порогового уровня диода, линейна.

При увеличении уровня входного сигнала выше порогового сопротивление диода уменьшается, коэффициент подавления возрастает пока сопротивление диода не достигнет минимального значения (рис. 2). Согласование импедансов нарушается, вследствие чего основная часть энергии сигнала отражается обратно к источнику. В режиме большого входного сигнала напряжение на выходе ограничителя превышает пороговый уровень диода на 2-4 дБ. Если же входной сигнал увеличивается и после того, как сопротивление диода достигнет минимального значения, напряжение сигнала на выходе ограничителя также пропорционально увеличивается. Работа ограничителя в та-

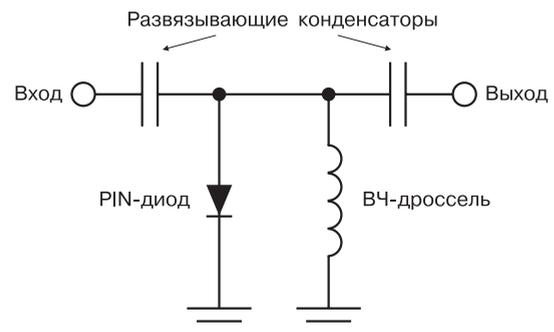


Рис. 1. Схема однокаскадного ограничителя на PIN-диоде

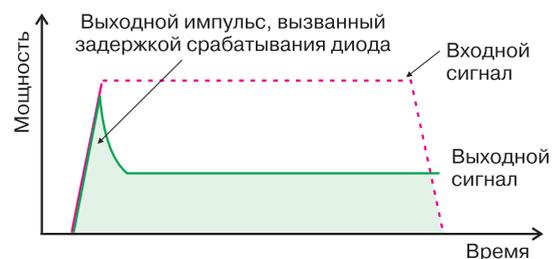


Рис. 2. Мощность радиосигнала на входе и выходе ограничителя

* По материалам статьи: Rick Cory. PIN-limiter diodes effectively protect receivers // "EDN", December 17, 2004 (<http://www.edn.com/article/CA486567.html>).

ком режиме нежелательна, поскольку может привести к перегрузке диода. При уменьшении уровня сигнала ниже порогового уровня сопротивление диода после некоторой задержки вновь восстанавливается до максимального значения.

Коэффициент подавления сигнала ограничителем определяется из уравнения:

$$K_{дб} = 20 \lg [Z_0 / (2 \times R_d) + 1],$$

где Z_0 – волновое сопротивление линии передачи, R_d – сопротивление диода.

Передаточная характеристика простого ограничителя показана на рис. 3.

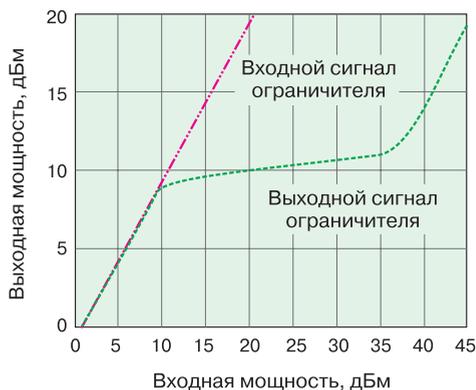


Рис. 3. Передаточная характеристика однокаскадного ограничителя

В правильно разработанной схеме использование ограничительного диода с допустимой рассеиваемой мощностью в несколько долей ватта позволяет с успехом защитить приемник от сигналов, мощность которых превосходит указанную на несколько порядков. При наличии на входе сигнала большого уровня подавляющая часть его не рассеивается диодом, а отражается обратно, после чего отраженный сигнал может быть излучен антенной или через циркулятор (или вентиль) подан на рассеивающую его резистивную нагрузку.

Тепловое сопротивление диода представляет собой важный параметр, поскольку с ростом температуры перехода срок службы полупроводниковых компонентов, как правило, уменьшается. Несмотря на то, что в нормальном режиме диод рассеивает лишь небольшую часть мощности высокочастотного сигнала, она может приводить к заметному повышению его температуры. Нагрев, прежде всего, влияет на область перехода между I- и N-слоями, которая определяет сопротивление диода. Анализ тепловой модели диода достаточно сложен.

Существует также класс защитных схем, в которых происходит не подавление сигнала, а его ограничение. Хотя между этими схемами нет четкой грани, по своему построению и принципу действия они имеют некоторые различия.

Как показано на рис. 2, в работе ограничителя наблюдается небольшое запаздывание, вследствие чего в первый момент появления мощного сигнала на входе ограничителя почти весь он проходит на выход, а после уменьшения сигнала ниже порога сопротивление диода восстанавливается также с некоторой задержкой. Задержка срабатывания диода в обоих случаях определяется временем, необходимым для того, чтобы носители заполнили или освободили I-слой. При выборе диода следует стремиться к тому, чтобы длительность переходных процессов в ограничителе была минимальной.

После окончания действия радиочастотного сигнала внешнее электрическое поле, способствующее оттоку носителей из I-слоя, отсутствует. Единственный способ восстановления высокоимпедансного состояния диода – рекомбинация отрицательно заряженных электронов с положительно заряженными дырками. Длительность этого процесса пропорциональна времени жизни неосновных носителей заряда. Для уменьшения этого времени кремниевые пластины для производства PIN-диодов подвергают легированию золотом путем тепловой диффузии в I-слой. Время жизни неосновных носителей заряда в легированном I-слое толщиной 2 мкм при емкости перехода 0.1 пФ составляет около 5 нс. Без легирования это время составило бы 20-40 нс.

Многокаскадные ограничители

Если подавления, которое обеспечивает простой однокаскадный ограничитель, недостаточно, можно построить многокаскадный ограничитель. Пример двухкаскадного ограничителя показан на рис. 4.

PIN-диод второго каскада имеет, как правило, более тонкий I-слой. Пороговый уровень этого диода должен быть достаточно мал, чтобы защитить элементы приемника. Для первого каскада выбирают диод с большей толщиной I-слоя. Тому есть несколько причин. Во-первых, площадь P-слоя в этом случае может быть больше при сохранении прежнего значения емкости, обеспечивающего низкие потери, вносимые при малом уровне сигналов. Во-вторых, величины теплового и электрического сопротивлений такого диода меньше, чем у диода второго каскада, что обеспечивает больший коэффициент подавления.

Отдельно следует остановиться на расположении диодов каждого каскада. Диод первого каскада располагается на расстоянии четвертьволнового отрезка линии (или нечетного их числа) от диода второго каскада и источника сигнала. При таком включении для малых сигналов оба диода имеют высокий импеданс и потери определяются, главным образом, емкостью диодов и небольшими потерями рассогласования.

При появлении мощного сигнала его фронт проходит через оба каскада ограничителя, так как диоды находятся в состоянии высокого импеданса. Первым пе-

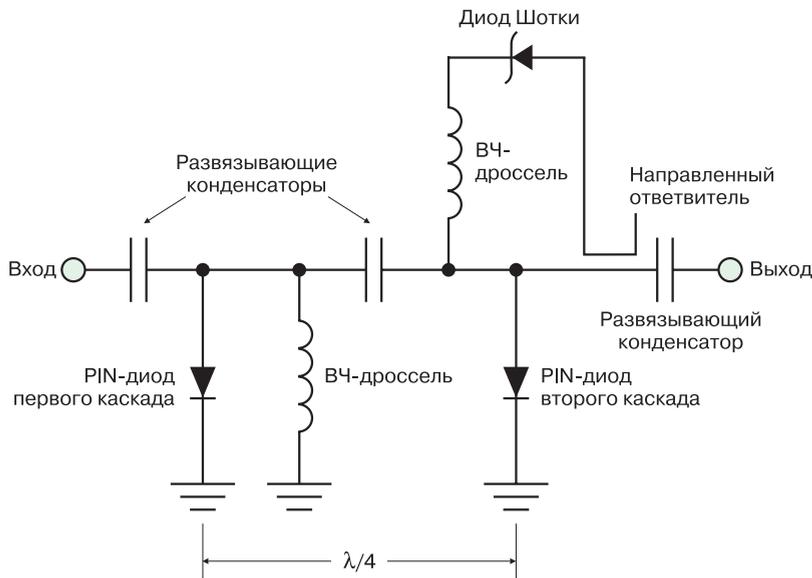


Рис. 4. Схема двухкаскадного ограничителя

реходит в состояние низкого импеданса диод второго каскада, как имеющий более тонкий I-слой. Таким образом, к источнику сигнала оказывается подключенным короткозамкнутый отрезок линии, в котором образуется стоячая волна. Максимум напряжения этой волны приходится на диод первого каскада, ускоряя его переход в состояние низкого импеданса. В результате основное подавление сигнала осуществляется диодом первого каскада с более низким импедансом, а параметры диода второго каскада определяют пороговый уровень всего ограничителя и ту часть сигнала, которая проходит на выход в первый момент его появления.

Пример. В первом каскаде двухкаскадного ограничителя может быть использован диод CLA4607-000 с толщиной I-слоя 7 мкм и тепловым сопротивлением 40 °C/Вт, во втором – CLA4603-000 с толщиной I-слоя 1.5 мкм и тепловым сопротивлением 100 °C/Вт. Емкость обоих диодов не превышает 0.2 пФ, сопротивление – 0.2 Ом при токе 10 мА.

При необходимости можно построить и трехкаскадный ограничитель. Принцип построения остается

подключается к выходу ограничительного каскада через направленный ответвитель. Ток диода Шоттки через дроссель направляется в ограничительный диод, создавая в нем дополнительный ток смещения. Пороговый уровень такой схемы зависит от коэффициента передачи направленного ответвителя и напряжения открывания диода Шоттки и может быть снижен до значения не более 0 дБм.

тем же: в каждом следующем каскаде следует применять диоды с более тонким I-слоем.

Уменьшение порогового уровня ограничительного диода

Пороговый уровень выпускаемых в настоящее время PIN-диодов с I-слоем минимальной толщины составляет около 7 дБм. Если на таком диоде построить ограничитель, то пик энергии, проходящей через него в момент появления фронта радиосигнала, все же может повредить очень чувствительные компоненты приемника. Добавив диод Шоттки и несколько пассивных компонентов, как показано на рис. 4, можно уменьшить пороговый уровень ограничительного диода. Диод Шоттки действует как пиковый детектор или детектор огибающей. Чаще всего он

VD MAIS

Электронные компоненты и системы

Микросхемы • Датчики • Оптоэлектроника • Источники питания • Резонаторы и генераторы • Дискретные полупроводники • Пассивные компоненты • СВЧ-компоненты • Системы беспроводной связи

Дистрибьютор

AGILENT TECHNOLOGIES, ANALOG DEVICES, ASTEC, COTCO, DDC, GEYER, FILTRAN, IDT, KINGBRIGHT, MURATA, RECOM, RABBIT, ROHM, SUNTECH, TEMEX COMPONENTS, TYCO ELECTRONICS, WAVECOM, WHITE ELECTRONIC

Украина, 01033 Киев, а/я 942, ул. Жилинская, 29
тел.: (044) 492-8852 287-1389, факс: (044) 287-3668
e-mail: info@vdm.kiev.ua, www.vdm.kiev.ua

Внимание подписчиков ЭКИС!

Вышли из печати новые каталоги, изданные VD MAIS:

"Измерительные приборы", "Микросхемы Analog Devices", "Профессиональное оборудование для производства и ремонта электронной техники",

а также компакт-диски с перечнями и техническими характеристиками изделий компаний:

Analog Devices, Sonitron, Tyco Electronic, Geyer Electronics, Rittal, Schroff, Cotco, Kingbright, Agilent Technologies, Fordata, WAGO, LAPPKABEL, PAPST, Medisoncable.

Все включенные в каталоги и диски изделия поставляются фирмой VD MAIS.

Каталоги и диски бесплатно рассылаются по запросу оформившим подписку на 2005 г.



НОВЫЕ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ КОМПАНИИ GAÏA CONVERTER МОЩНОСТЬЮ 35 И 75 Вт

Компания Gaïa Converter постоянно расширяет номенклатуру выпускаемых устройств электропитания. В статье описаны новые DC/DC-преобразователи мощностью 35 и 75 Вт, отличающиеся широким диапазоном входных напряжений (соответственно 4:1 и 5:1), высоким КПД и предназначенные для жестких условий эксплуатации.



**NEW HI-REL DC/DC CONVERTERS
MGDI/M-35, MGDM-75 SERIES 35W
AND 75W OUTPUT POWER**

New Hi-Rel DC/DC Converters 35W and 75W with wide input voltage range and wide output voltage choices from Gaïa Converter company describes in article.

Г. Местечкина

G. Mestechkina

Компания Gaïa Converter предлагает широкий выбор DC/DC-преобразователей из более чем 3500 типов источников питания мощностью от 4 до 150 Вт с напряжениями от 4.5 до 150 В на входе и от 3.3 до 48 В – на выходе.

Описываемые в статье новые семейства обеспечивающих высокую удельную мощность модулей DC/DC-преобразователей с выходной мощностью 35 и 75 Вт имеют соответственно широкий (4:1) и сверхширокий (5:1) диапазон входных напряжений и рассчитаны на работу при наличии импульсных помех по цепи питания. Это позволяет применять эти модули в имеющих распределенную систему питания устройствах, для которых именно эти требования являются первостепенными.

Кроме того, эти модули рассчитаны на жесткие условия эксплуатации, соответствующие требованиям стандартов для военной и промышленной техники, в том числе по допустимому уровню механических воздействий: вибраций и ударов.

Такие эксплуатационные характеристики делают предлагаемые модули незаменимыми в транспортном оборудовании: на железных дорогах, в городском транспорте (в трамваях и метро), в местном подвижном составе. В промышленности они находят применение в оборудовании промышленных установок: в управлении энергетическими комплексами, робототехнике, системах автоматизации, охраны объектов и контроля за состоянием окружающей среды. DC/DC-преобразователи Gaïa широко применяются в авиационной и военной технике: коммерческой и военной авиации, военной наземной и военно-морской технике, в торпедах и ракетах.

В [1] показаны возможности комплексных решений задач электропитания с использованием предложенной компанией Gaïa Converter модульной архитектуры, даны рекомендации по выбору модулей для построения систем питания. В развитие этого направления в дополнение к предположенным в [1] DC/DC-преобразователям мощностью 30 и 150 Вт, закрывая возникший пробел, и выпущены новые се-

рии преобразователей мощностью 35 и 75 Вт.

Модули MGDI-35 размещены в стандартном герметичном металлическом корпусе и рассчитаны на работу в диапазоне температур от -40 до 71 °С окружающей среды (до 95 °С температуры базовой платы). Диапазон рабочих температур модулей этой серии может быть расширен при линейном снижении выходной мощности от 100% до 0 в интервале температур окружающей среды от 71 до 95 °С. Модули MGDM-75 также размещены в герметичном металлическом корпусе, рассчитаны на работу в диапазоне температур базовой платы от -40 до 105 °С и имеют опции для более жестких условий эксплуатации: с суффиксом "Т" в обозначении, для которых диапазон рабочих температур расширен до -55 °С. Модули обеих серий работают при фиксированном значении частоты преобразования (с возможностью внешней синхронизации), обеспечивают продолжительную защиту от КЗ, "мягкий" запуск для предотвращения бросков тока, регулировку выходного напряжения, дистанционное включение/выключение и защиту от снижения входного напряжения за пределы допуска.

Диапазон входных напряжений преобразователей мощностью 35 Вт имеет три поддиапазона: 9-36, 18-75, 36-140 В, а мощностью 75 Вт – два: 9-45 и 16-80 В. Выходные напряжения модулей MGDI/M-35 имеют номинальные уровни 3.3, 5, 12 и 15 В, а MGDM-75 – 3.3, 5, 12, 15, 24 и 28 В.

Большая удельная мощность преобразователей достигнута благодаря высокому КПД (85% – для MGDI/M-35 и 86% – для MGDM-75), а металлический корпус обеспечивает улучшенный отвод тепла и соответственно расширение диапазона рабочих температур. Высокое качество и надежность преобразователей достигаются благодаря не только принятым схемным и конструктивным решениям, но и полной автоматизации процессов сборки, монтажа и контроля на всех этапах производства. Кроме обеспечиваемых в обеих сериях регулировки выходного напряжения, дистанционного включения/выключения, защиты от

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

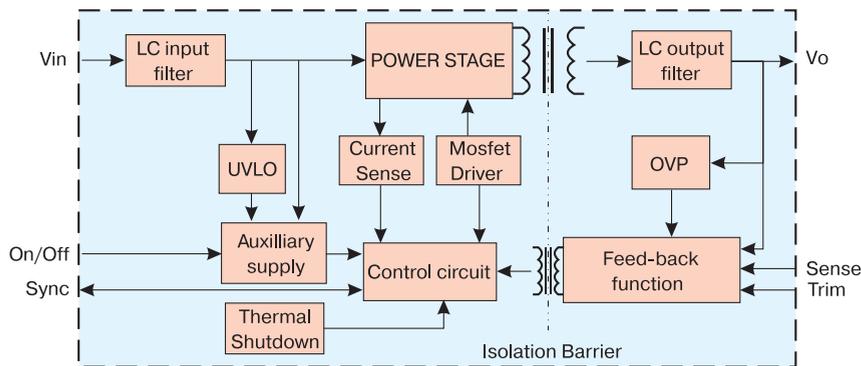


Рис. 1. Блок-схема модуля MGDM-75

КЗ и снижения напряжения на входе, в модулях мощностью 75 Вт предусмотрена защита от перегрева, а также от перегрузки и перенапряжения на выходе. На рис. 1 приведена блок-схема модуля MGDM-75.

В модулях MGDM-75 выполнение функций защиты от перегрузки (Over Current Protection – OCP), перенапряжения (Over Voltage Protection – OVP), перегрева (Over Temperature Protection – OTP) и снижения входного напряжения (Under Voltage Lock-Out – UVLO) обеспечивается с использованием независимого источника напряжения, входящего в состав каждого модуля. Для измерения выходного напряжения предусмотрен вход "Sense", выводы которого соединяются непосредственно с нагрузкой.

Для обеспечения соответствия требованиям стандарта MIL-STD-461C по электромагнитной совместимости компания Gaia Converter рекомендует использовать на входе модулей MGDM-75 фильтр, электрическая схема которого показана на рис. 2.

Защита

Предусмотренные 4 вида защиты модулей MGDM-75 обеспечивают их надежную работу. Временные диаграммы срабатывания трех видов защиты приведены на рис. 3. Показанная на рис. 3, а диаграмма срабатывания защиты от перегрузки (OCP) иллюстрирует снижение выходного напряжения при превышении током нагрузки

граничного значения (110% $I_{ном}$), автоматическое восстановление работы модуля происходит при снижении тока нагрузки до номинального значения. В случае повышения выходного напряжения до $120 \pm 5\% U_{ном}$ срабатывает защита от перенапряжения (OVP). Работоспособность модуля восстанавливается автоматически после снижения выходного напряжения до допустимого уровня. На рис. 3, б приведена диаграмма защиты от перегрева (OTP), которая срабатывает при температуре базовой платы модуля $115 \text{ }^\circ\text{C}$ ($\pm 5\%$). Восстановление работоспособности модуля происходит автоматически с гистерезисом при снижении температуры платы на $10 \text{ }^\circ\text{C}$ до допустимого уровня $105 \text{ }^\circ\text{C}$.

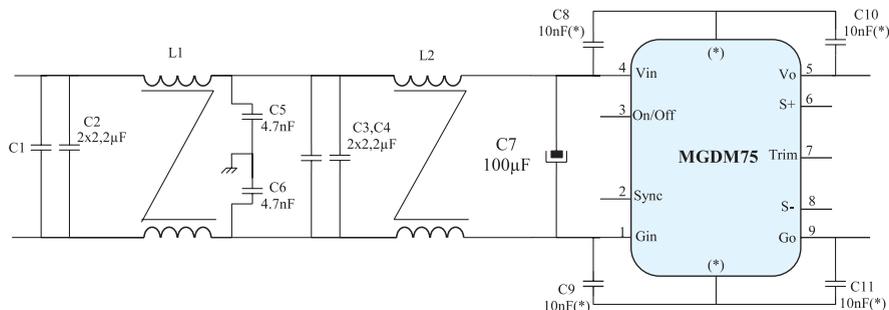
Защита от снижения входного напряжения ($U_{вх}$) за допустимый уровень (UVLO) срабатывает, как показано на рис. 3, в, при достижении порогового уровня $U_{вх}$, а восстановление работоспособности модуля происходит с гистерезисом автоматически после увеличения входного напряжения на 1.5 В выше порогового уровня.

Выполнение функций защиты от снижения входного напряжения (UVLO) для модулей MGDI-35 обеспечивается при подключении между выводами модуля 1 (UVLO) и 2 (Gi) резистора, сопротивление которого определяет уровень срабатывания защиты $UVLO_{trim}$ и может быть рассчитано по формуле:

$$R_{UVLO} = \frac{K \times 10^4}{n - 1}, \text{ где}$$

$$n = \frac{UVLO_{trim}}{UVLO_{threshold}}$$

$UVLO_{threshold}$ – минимально допустимый уровень входного напряжения для соответствующего поддиапазо-



- C1, C2, C3, C4, C5, C6:** керамические чип-конденсаторы от 350 до 400 мкГн
- L1, L2:** 100 мкФ, электролитический с малым эквивалентным последовательным сопротивлением (ESR) с малым ESR и малой эквивалентной последовательной индуктивностью (ESL).
- C7:** с малым ESR и малой эквивалентной последовательной индуктивностью (ESL).
- C8, C9, C10, C11:** с малым ESR и малой эквивалентной последовательной индуктивностью (ESL).

Рис. 2. Электрическая схема включения фильтра на входе модуля MGDM-75

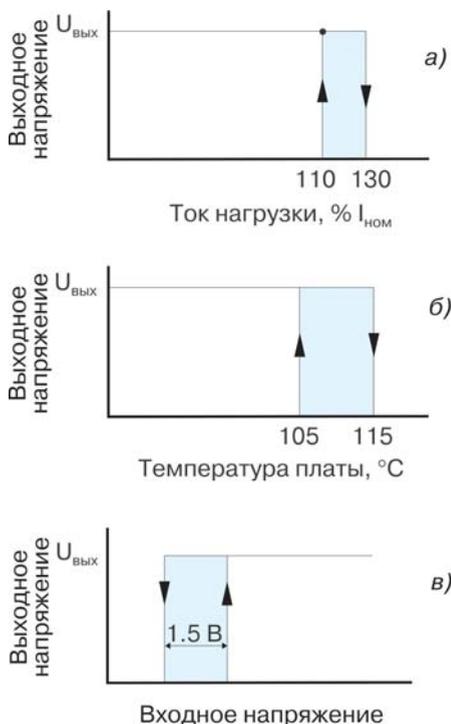


Рис. 3. Диаграммы срабатывания защиты модулей MGDM-75 от перегрузки (а), перегрева (б) и снижения входного напряжения (в)

на, а $K=0.932/1.34/1.66$ соответственно для входных напряжений поддиапазонов Н/О/С.

Регулировка выходного напряжения

В модулях MGDM-75 обеспечена регулировка выходного напряжения в пределах не менее $\pm 10\% U_{ном}$, которая

выполняется с использованием одного внешнего резистора, в качестве которого может быть использован потенциометр для плавной регулировки $U_{вых}$. При этом попытка увеличить выходное напряжение более чем до $110\% U_{ном}$ будет безуспешной, т.к. при этом сработает защита от перенапряжения. При увеличении выходного напряжения также следует помнить, что ток нагрузки должен быть снижен до уровня, при котором выходная мощность не превышает допустимого значения. Для увеличения выходного напряжения резистор подключается между выводами Trim и S+, для уменьшения – между выводами Trim и S-, как показано на рис. 4, а и рис. 4, б соответственно. Расчет величины сопротивления можно произвести по формулам:

для повышения $U_{вых}$

$$R_u = \frac{R1(U_0 - U_{ref})U_{0ном} - R1 - R2}{(U_0 - U_{0ном})U_{ref}}$$

для понижения $U_{вых}$

$$R_d = \frac{(R1 + R2)U_0 - R2 \times U_{0ном}}{U_{0ном} - U_0},$$

где $R1=3.8$ кОм, $R2=270$ Ом, $C=1$ мкф, $U_{ref}=2.5 \pm 0.05$ В.

Показанная на рис. 4, в схема позволяет выполнять регулировку выходного напряжения изменением управляющего напряжения, при этом уровень выходного напряжения определяется из формулы:

$$U_0 = 1 + \frac{R1}{(R1 + R2)} \cdot \frac{(U_{contr} - 1)}{U_{ref}}.$$

Величины $R1$, $R2$ и U_{ref} остаются такими же, как и при резистивном управлении.

Диапазон регулировки выходного напряжения модулей MGDI-35 находится в пределах $90-105\% U_{ном}$. Для регулировки $U_{вых}$ при необходимости его увеличения можно

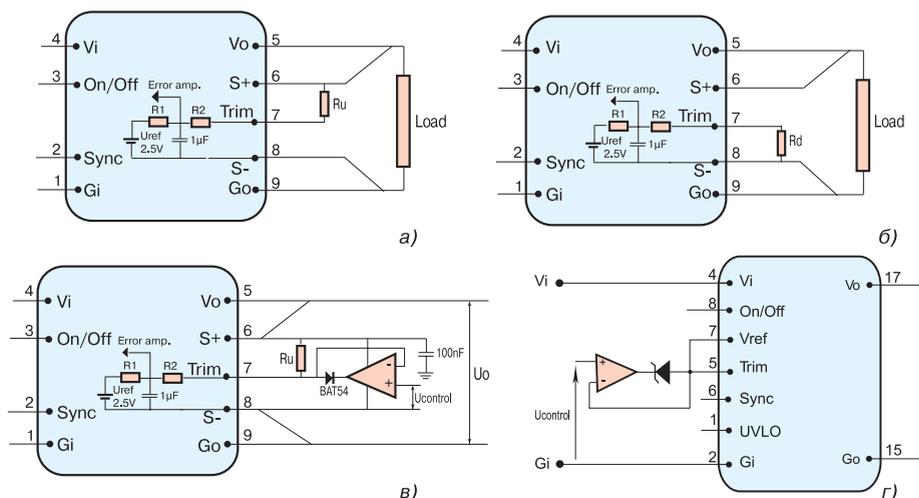


Рис. 4. Схемы регулировки выходного напряжения модуля MGDM-75 подключением резистора для увеличения/уменьшения $U_{вых}$ (а/б) и изменением управляющего напряжения (в); модуля MGDI/M-35 – изменением управляющего напряжения (г)

использовать напряжение U_{ref} , которое подается с вывода 7 (U_{ref}) через резистор R_U на вывод 5 (Trim) модуля. Величина сопротивления резистора вычисляется по формуле:

$$R_U = 63 \times 10^3 \frac{1.095 - \alpha}{\alpha - 1}, \text{ где } \alpha = \frac{U_{trim}}{U_{ном}}$$

Для уменьшения выходного напряжения выводы 5 и 2 (Gi) соединяются через резистор R_D , величина сопротивления которого определяется из формулы:

$$R_D = 53 \times 10^3 \frac{0.887 - \alpha}{\alpha - 1}, \text{ где } \alpha = \frac{U_{trim}}{U_{ном}}$$

Регулировка выходного уровня с использованием управляющего напряжения выполняется, как показано на рис. 4, г, при этом уровень выходного напряжения определяется по формуле

$$U_0 = U_{ном} (0.0565 U_{cont} + 0.887).$$

Измерение напряжения на нагрузке

Измерение напряжения непосредственно на нагрузке модулей MGDM-75 необходимо для исключения влияния на результаты измерений падения напряжения на соединительных проводах между выходом модуля и собственно нагрузкой. Для этого необходимо соединить выводы S+ и S- модуля с нагрузкой отдельными проводами, как показано на рис. 4, а, б, при этом обеспечивается компенсация падения напряжения на проводах в пределах $\pm 10\%$ выходного напряжения. Защита от перенапряжения будет срабатывать и выключать модуль, если уровень выходного напряжения превысит $110\% U_{ном}$.

Дистанционное включение/выключение

Управление включением/выключением модулей MGDM-75 выполняется через выводы 3 (On/Off) и 1 (Gi), как показано на рис. 5. Для коммутации может быть использован транзистор с открытым коллектором, переключатель, контакты реле или оптопара.

При уровне "0" (0.2 В, 1 мА) на выводе 3 работа модуля блокируется, при уровне "1" (3.5 В) или большом сопротивлении (разрыв цепи) модуль включается. Сигнал блокировки подается на вывод 3 и при срабатывании любого из видов защиты: UVLO, OVP, OTP и OCP.

Управление включением/выключением модулей MGDI/M-35 выполняется аналогично через выводы 8 (On/Off) и 2 (Gi).

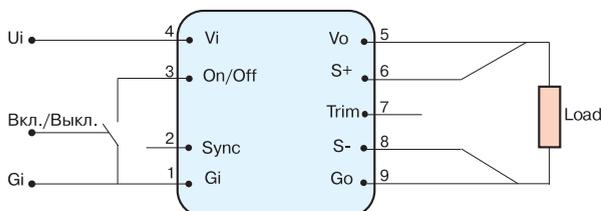


Рис. 5. Схема дистанционного включения/выключения модуля MGDM-75

Синхронизация частоты преобразования

Сигнал тактовой частоты преобразования для модулей MGDM-75 может быть как внутренним, так и поступающим извне. Внешняя синхронизация необходима при совместной работе нескольких модулей. Частота прямоугольных импульсов внешней синхронизации должна находиться в пределах от 860 до 940 кГц, а уровни "0" и "1" должны быть соответственно меньше 0.5 В и в пределах 4 ± 0.5 В, время нарастания импульса должно быть не более 30 нс, а спада – не более 100 нс, как показано на рис. 6, а. Схема подключения к внешнему тактовому генератору приведена на рис. 6, б.

Для взаимной синхронизации нескольких модулей их выводы Sync соединяют между собой по схеме, приведенной на рис. 7. При этом частота сигнала, формируемого на выводе 2 (Sync), в два раза превышает частоту преобразования (2×420 кГц), его амплитуда составляет 3.5 ± 0.5 В с импедансом 4.7 кОм на уровне "0".

Для синхронизации модулей MGDI/M-35 от внешнего источника на вывод 6 (Sync) должен быть подан сигнал частотой 550-600 кГц с уровнями "0" менее 0.5 В и "1" – в пределах 4 ± 0.5 В с длительностью фронта не более 30 нс, а спада – не более 100 нс.

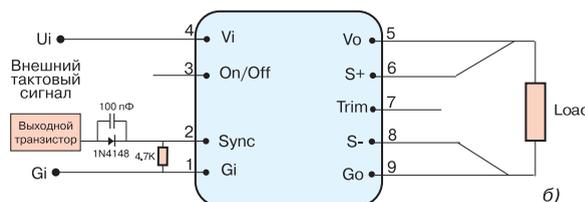
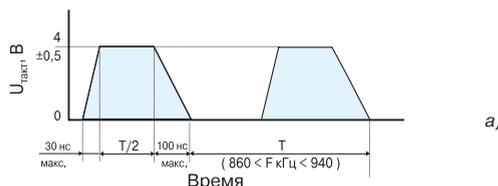


Рис. 6. Схема подключения к внешнему тактовому генератору модуля MGDM-75

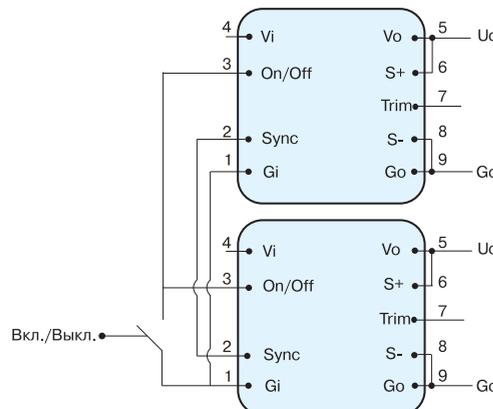


Рис. 7. Схема подключения нескольких модулей для взаимной синхронизации модулей MGDM-75

Контроль температуры базовой платы модуля MGDM-75

Максимальная температура базовой платы при полной нагрузке не должна превышать 105 °С, тепло может отводиться от нее тремя способами:

- естественной конвекцией с переносом излучаемого тепла на корпус, а затем – в окружающую среду
- через теплоотвод, на который устанавливается модуль
- с использованием принудительного обдува.

Чаще всего для снижения температуры платы используется теплоотвод, но при необходимости расширения диапазона рабочих температур модуля без снижения выходной мощности применяется принудительный обдув или теплоотвод и принудительный обдув вместе.

Для расчета максимальнодопустимой температуры окружающей среды можно воспользоваться следующей методикой, исходя из максимальной температуры базовой платы 105 °С и зная выходную мощность (P_{out}) и КПД (η):

- определить рассеиваемую мощность (P_{diss})

$$P_{diss} = P_{out} / (1 - \eta) \quad (1)$$

- рассчитать максимальнодопустимую температуру окружающей среды (T_a)

$$T_a = (105 - R_{th(b-a)}) \cdot P_{diss} \quad (2)$$

где $R_{th(b-a)}$ – тепловое сопротивление между базовой платой и окружающей средой. При этом тепловое сопротивление $R_{th(b-a)}$ является суммой тепловых сопротивлений $R_{th(b-h)}$ (базовая плата-теплоотвод) и $R_{th(h-a)}$ (теплоотвод-окружающая среда). Причем величина сопротивления $R_{th(b-h)}$ зависит также от компаунда, соединяющего плату и теплоотвод, и может быть в пределах от 0.4 до 0.1 °С/Вт.

В табл. 1 приведены значения $R_{th(b-a)}$ и $R_{th(b-h)}$, необходимые для расчета максимальной температуры окружающей среды, при разных режимах отвода тепла.

Пример: Пользуясь формулами (1) и (2), приведенным выше значением КПД и данными табл. 1, выполним расчет допустимой температуры окружающей среды для выходной мощности 75 Вт. Приняв КПД=0.86 с использованием теплоотвода HS2159DC и принудительного обдува, определяем величину рассеиваемой мощности и рассчитываем температуру окружающей среды, при которой обеспечиваются все параметры

Таблица 1. Тепловые сопротивления для разных условий отвода тепла

Условия отвода тепла	Тепловое сопротивление, °С/Вт			
	$R_{th(h-a)}$		$R_{th(b-h)}$	Сумма $R_{th(h-a)} + R_{th(b-h)}$
	Условия измерений	Значение		
Свободная конвекция	без теплоотвода	15.0	–	15.0
	теплоотвод Thermaflo 42400B00000	7.64	0.43	8.0
	теплоотвод Thermaflo 42500B00000	10.03	0.43	10.5
Принудительный обдув со скоростью воздушного потока 1 м/с	без теплоотвода	10.0	–	10.0
	теплоотвод Radian HS1568EX	3.5	0.43	3.9
	теплоотвод Radian HS2159DC	1.5	0.43	1.9
Принудительный обдув со скоростью воздушного потока 2 м/с	без теплоотвода	5.4	–	5.4
	теплоотвод Radian HS1568EX	2.0	0.43	2.4
	теплоотвод Radian HS2159DC	1.0	0.43	1.4

MGDS-75-0-F

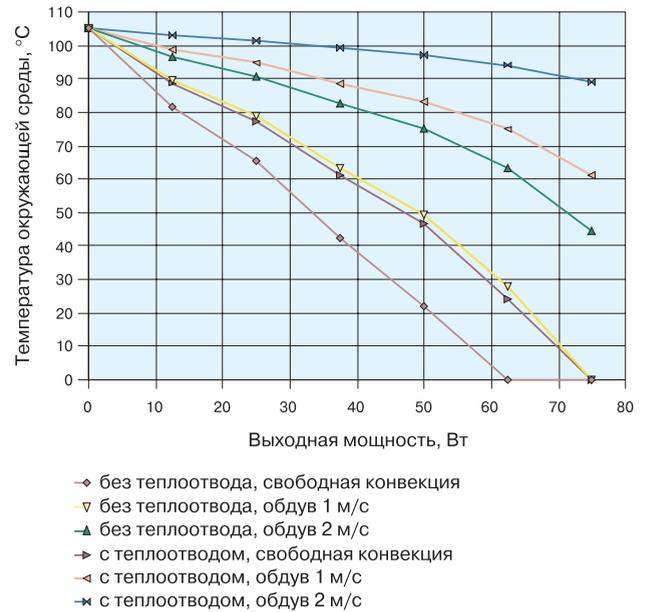


Рис. 8. Графики зависимости допустимой температуры окружающей среды (T_a) и выходной мощности (P_{out}) от условий отвода тепла для модуля типа MGDS-75-0-F

модуля для скорости воздушного потока 2 м/с:

$$P_{diss} = 75 \left(\frac{1}{0.86} - 1 \right) = 12.2 \text{ Вт,}$$

$$T_a = (105 - 1.4) \times 12.2 = 87.9 \text{ °C.}$$

На рис. 8 приведены графики зависимости допустимой температуры окружающей среды (T_a) и выходной мощности (P_{out}) от условий отвода тепла для модуля типа MGDS-75-0-F (с выходным напряжением 15 В), установленного на теплоотвод HS2159DC. Полученное в результате расчета значение допустимой температуры окружающей среды совпадает с найденным из соответствующего графика рис. 8.

Основные параметры и характеристики DC/DC-преобразователей MGDI/M-35 и MGDM-75 приведены в табл. 2, 3 [2, 3]. В обозначении модулей MGDI/M-35 перед видом исполнения: I/M (Industry/Military) – для промышленной/военной техники – приводится число выходов: суффикс S, В или Т – для одиночного, сдвоенного или строенного модуля. Выпуск модулей MGDM-35 пока

Таблица 2. Основные характеристики модулей MGDI/M-35 и MGDM-75

Характеристика		MGDI/M-35	MGDM-75
Выходная мощность, Вт		35	75
КПД, %		85	86
Входное напряжение, В		20 (9-36), 28 (18-75), 72 (36-140)	24 (9-45)/28 (16-80)
Выходное напряжение, В:	одинарный	3.3, 5, 12, 15	3.3, 5, 12, 15, 24, 28
	сдвоенный	±5, ±12, ±15	–
	строенный	5, ±12; 5, ±15	–
Регулировка вых. напряжения		(90-105)% U _{ном}	(90-110)% U _{ном}
Диапазон регулировки тока нагрузки, % I _{ном}		0-100	0-100
Прочность изоляции, В		1500	1500
Сопrotивление изоляции, МОм		100 (500 В)	100 (500 В)
Нестабильность вых. напряж., % U _{ном} , при изменении:	вх. напряж. (U _{вх})	±1	±1 (S: U _{вх} , I _{нагр} (0-100%), температуры)
	I _{нагр}	±2 (25-100% I _{ном})	
Встроенный входной LC-фильтр		+	+
Частота преобразования, кГц		250	420
Внешняя синхронизация		+	+
Защита от КЗ (длительная)		+	+
Защита от:	перегрузки, % I _{ном}	–	110
	перенапряжения, % U _{ном}	–	120
	перегрева, °С	–	115 (корпус)
	снижения вх. напряжения, В	8.9/17.5/35	10.5/16
Дистанционное вкл./выкл.		+	+
"Мягкий" запуск		+	+
Диапазон температур (для корпуса), °С:	рабочих	I: -40...95; M: -40...105; -40...71 (окруж. среды)	-40...105 (-55...105 – опция "Т")
	хранения	I: -40...105	-55...125
Электромагнитная совместимость		соответствует стандартам MIL-STD-461C/D	
Наработка до отказа, тыс. ч		700 (при температуре платы 40 °С)	
Габаритные размеры, мм (дюйм)		76.2×50.8×12.7 (3×2×0.5)	36.8×57.9×12.7 (1.45×2.28×0.5)

Таблица 3. Основные параметры модулей MGDI-35 и MGDM-75

Обозначение	Входное напряжение, В	Выходное напряжение, В	Ток нагрузки, А	Опции
MGDSI-35-H/O/Q-B	20 (9-36)/ 28 (18-75)/ 72 (36-140)	3.3	7.0	–
MGDSI-35-H/O/Q-C		5.0	7.0	
MGDSI-35-H/O/Q-E		12.0	2.9	
MGDSI-35-H/O/Q-F		15.0	2.3	
MGDBI-35-H/O/Q-C	20 (9-36)/ 28 (18-75)/ 72 (36-140)	±5	±4.0 *	–
MGDBI-35-H/O/Q-E		±12	±1.7 *	
MGDBI-35-H/O/Q-F		±15	±1.3 *	
MGDTI-35-H-CE	20 (9-36)/ 28 (18-75)/ 72 (36-140)	5.1, ±11.8	4.0, ±1.1 *	–
MGDTI-35-H-CF		5.1, ±14.9	4.0, ±0.9 *	
MGDTI-35-O-CE		5.1, ±11.7	4.0, ±1.1 *	
MGDTI-35-O-CF		5.1, ±14.7	4.0, ±0.9 *	
MGDTI-35-Q-CE		5.0, ±12.25	4.0, ±1.1 *	
MGDTI-35-Q-CF		5.0, ±15.0	4.0, ±0.9 *	
MGDS-75-H/O-B	24 (9-45)/ 28 (16-80)	3.3	12.5/15	/Т, /S
MGDS-75-H/O-C		5.0	12.5/15	
MGDS-75-H/O-E		12.0	6.25/6.25	
MGDS-75-H/O-F		15.0	5.0/5.0	
MGDS-75-H/O-I		24.0	3.125/3.125	
MGDS-75-H/O-J		28.0	2.7/2.7	

* В таблице приведены максимальные значения токов нагрузки каждого источника, при этом суммарная мощность не должна превышать 35 Вт.

не освоен. Модули MGDM-75 выпускаются только в исполнении Military (M), поэтому буква M в обозначении опускается, а буква S означает одинарный выход.

Дополнительную информацию об изделиях компании Gaia Converter можно получить в фирме VD MAIS или в сети Интернет по адресу: <http://www.gaia-converter.com>

Примеры обозначения модулей:

Диапазон входных напряжений, В: H – 20 (9-36), O – 28 (18-75), Q – 72 (36-140)

MGDSI-35-Q-C{Опции}

Число выходов: S – один, B – два, T – три

Выходная мощность: 35 Вт

Исполнение: I – промышленное

Выходное напряжение, В: B – 3.3, C – 5.0, E – 12, F – 15

Диапазон входных напряжений, В: H – 24 (9-45) В, O – 28 (16-80)

MGDS-75-O-C /T

S – один выход

Выходная мощность: 75 Вт

/T – расширен диап. темп. до -55 °С

/S – дополнительное экранирование

Выход, В: B – 3.3, E – 12, F – 15, I – 24, J – 28

ЛИТЕРАТУРА

1. Местечкина Г. Комплексные решения самых сложных задач электропитания // ЭКИС. – Киев: VD MAIS, 2004, № 10.
2. Gaia Converter FC04-035.10/04 Revision B.
3. Gaia Converter FC03-032.09/04 Revision C.



НОВЫЕ DC/DC-преобразователи компании Gaia Converter

МОЩНОСТЬЮ **35** и **75** Вт

НПФ VD MAIS –
дистрибутор компании Gaia Converter в Украине

ПРИМЕНЕНИЕ:

Транспорт – оборудование подвижных составов:

- железных дорог
- городского транспорта:
 - трамваев
 - метро
- местного подвижного состава

Промышленность:

- оборудование промышленных установок
- управление энергетическими комплексами
- робототехника, системы автоматизации
- охранные системы контроля состояния окружающей среды

Авиация и военная техника:

- коммерческая и военная авиация
- военная наземная техника
- военно-морская техника
- вооружение (торпеды, ракеты)

ПРЕИМУЩЕСТВА:

- высокая удельная мощность
- широкий диапазон рабочих температур
- высокая стабильность характеристик

Технические характеристики	MGDM/I-35	MGDM-75	
Выходная мощность, Вт	35	75	
Диапазон входного напряжения, В	9-36, 18-75, 36-140 (1:4)	9-45, 16-80 (1:5)	
КПД, %	85	86	
Выходное напряжение, В	одинарный	3,3, 5, 12, 15	3,3, 5, 12, 15, 24, 28
	сдвоенный	±5, ±12, ±15	-/-
	строенный	5, ±12; 5, ±15	-/-
Диапазон рабочих температур, °С (корпус)	Серия М: -40...105 Серия I: -40...95	-40...105	
Габаритные размеры, мм (дюйм)	76.2×50.8×12.7 (3×2×0.5)	36.8×57.9×12.7 (1.45×2.28×0.5)	
Электромагнитная совместимость	Соответствует стандарту MIL-STD-461C/D		

Качество производства
сертифицировано на соответствие стандарту
ISO 9001: 2000

МИКРОСХЕМЫ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ДЛЯ СВЕТОДИОДОВ

В статье рассмотрены параметры выпускаемых компанией SiTI (Silicon Touch Technology Inc.) микросхем источников питания для светодиодов. Микросхемы DD211, DD212, DD231, DD233, DD311 предназначены для работы в устройствах с низковольтными автономными источниками питания.



HIGH POWER CHARGE PUMP FOR WHITE LEDs WITH LOW SUPPLY VOLTAGE

IC DD211, DD212, DD231, DD233, DD311 is designed specifically for driving a white LEDs as a light source with low supply voltage.

В. Охрименко

V. Ohrimenko

Как правило, типовое значение напряжения питания портативной аппаратуры находится в диапазоне 1.8...4.2 В. Для подсветки клавиатуры, а также цветных и монохромных жидкокристаллических (LCD) дисплеев в такой аппаратуре используются светодиоды синего, оранжевого и белого цвета свечения. Эти светодиоды отличаются сравнительно большим прямым падением напряжения (примерно 3.5...4.0 В). Многие производители импульсных источников питания (в том числе и компания SiTI) выпускают специализированные микросхемы, обеспечивающие питание светодиодов [1, 2].

Микросхему DD211 можно использовать в качестве источника питания светодиодов с белым или синим цветом свечения, имеющих высокое прямое падение напряжения. Аналогично импульсным повышающим преобразователям, реализованным на основе метода "charge pump", микросхема DD211 обеспечивает удвоение напряжения питания. В схеме включения используется только один внешний конденсатор емкостью 0.1 мкФ. Встроенный генератор формирует выходные импульсы частотой 350 кГц (скважность 1.3). Для ограничения выходного тока имеется встроенный резистор. Микросхема DD211 изготовлена по КМОП-технологии, имеет низкий ток потребления (всего 0.75 мА) и выпускается в малогабаритном корпусе SOT-25.

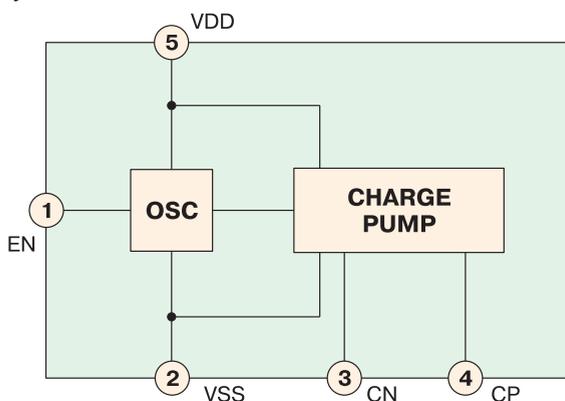


Рис. 1. Структурная схема микросхемы DD212

Для питания светодиодов в микросхеме DD212 производится удвоение напряжения питания. В схеме включения используется только один внешний конденсатор емкостью 1 мкФ. Максимальный импульсный ток 520 мА. Выходные импульсы имеют частоту 350 кГц (скважность 2). На рис. 1 приведена структурная схема микросхемы DD212, на рис. 2, 3 – соответственно схема включения и временная диаграмма ее работы. Для ограничения выходного тока используется внешний резистор R_{ext} сопротивлением (4-5 Ом).

Микросхемы DD231 и DD233 представляют соответственно трех- и четырехканальные источники постоянного тока, используемые для подключения трех или четырех светодиодов. Изменение тока через светодиоды производится с помощью устанавливаемого в цепи уп-

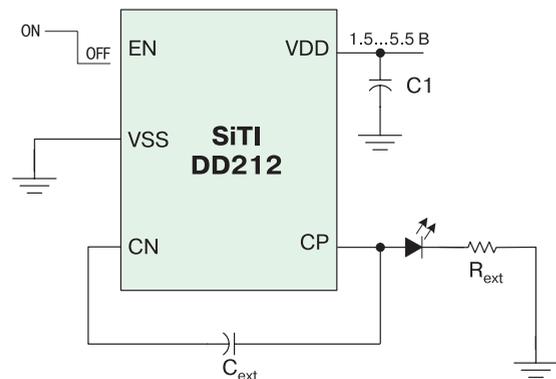


Рис. 2. Схема включения DD212

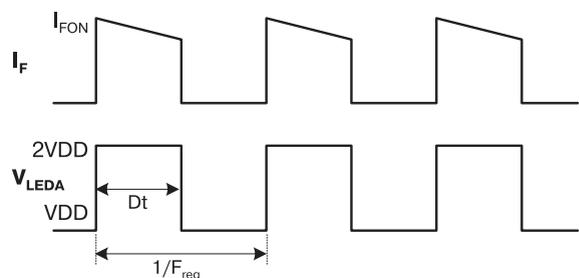


Рис. 3. Диаграмма работы DD212

Таблица параметров микросхем источников питания светодиодов

Тип	Напряжение питания, В	Число выходов	Макс. выходной ток, мА		Сквозность импульсов	Емкость внешнего конденсатора, мкФ	Диапазон рабочих температур, °С	Тип корпуса
			импульсный	среднее значение				
DD211	2.0-3.3	1	25-37	17-27	1.3	0.1	-40...85	SOT-25
DD212	1.5-5.5	1	480-520	240-260	2.0	1.0		
DD231	2.7-6.0	3	-	5-30	-	-	-20...85	SOT-26
DD233		4						8-SOP, 8-MSOP

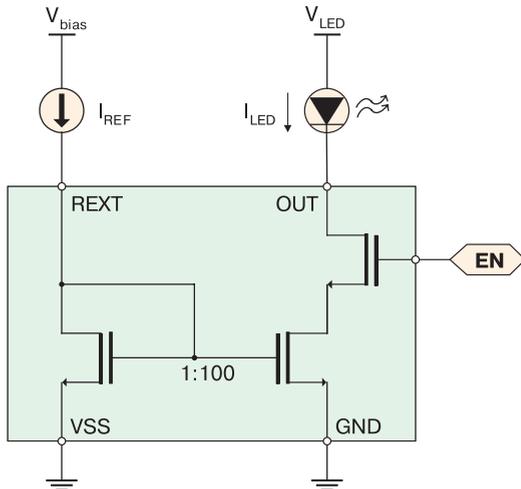


Рис. 4. Структурная схема микросхемы DD311

равления внешнего резистора сопротивлением от 12 до 70 кОм. Максимальный ток через каждый светодиод 30 мА, максимальное напряжение источника питания светодиодов 17 В. В источнике тока ИМС DD233, кроме того, имеется вход разрешения ENABLE. Микросхема

DD231 изготавливается по КМОП-технологии и выпускается в малогабаритном корпусе SOT-26, DD233 – в корпусе 8-SOP или 8-MSOP.

Микросхема DD311, структурная схема которой приведена на рис. 4, – источник постоянного тока, реализованный по схеме "токавого зеркала". Максимальный выходной ток 1 А, максимальное напряжение источника питания 33 В. В микросхеме предусмотрен вход разрешения ENABLE. Микросхема DD311 выпускается в малогабаритном корпусе TO-252. Для регулирования тока используется внешний резистор.

В таблице приведены основные параметры выпускаемых компанией SiTI микросхем источников питания для светодиодов.

Более детальную информацию о микросхемах источников питания для светодиодов, выпускаемых компанией SiTI, можно найти в сети Интернет по адресу: <http://www.siti.com.tw>

ЛИТЕРАТУРА:

1. High power charge pump for white leds with low supply voltage. – SiTI, 2004 (<http://www.siti.com.tw>).
2. <http://www.siti.com.tw>

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ФИРМЫ SHROFF *

В статье приведены краткая характеристика и основные параметры источников питания, выпускаемых фирмой Schroff.

А. Мельниченко

SCHROFF POWER SUPPLY UNITS

Schroff power supply units performances are examined.

А. Melnichenko

Фирма Schroff – известный производитель корпусов и шкафов для электронного оборудования – выпускает в широкой номенклатуре и источники питания. Большинство их выполнено в виде стандартных модулей, предназначенных для установки в 19-дюймовые корпуса (рис. 1). Высота модулей равна 3 и 6U (1U = 44.5 мм), ширина – от 3 до 14HP (1HP = 5.08 мм), глубина – 172 мм.

Несколько иное конструктивное исполнение имеют источники питания семейства "Open Frame". Они

выполнены в виде субблоков со встроенными вентиляторами (рис. 2).



Рис. 1. Модули источников питания

* Electronic Packaging. – Каталог фирмы Schroff 39601-302, 08/2003.

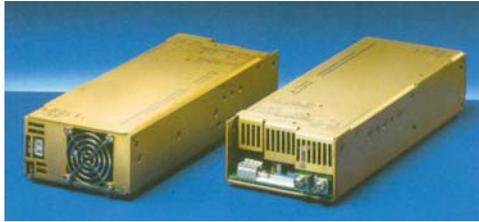


Рис. 2. Субблоки источников питания со встроенными вентиляторами



Рис. 3. Блок питания в 19-дюймовом корпусе

Таблица 1. Выходные параметры импульсных источников питания

Число выходов	I _{вых} , А при U _{вых} , В:								P _{макс} , Вт	Ширина, НР		
	3.3	5.0	12	-12	15	-15	24	48				
1	-	6.0	3.5	-	-	2.8	-	-	1.7	-	42	3
		9.0	4.2			3.4			2.1	1.1	50	6
		16	8.3			6.6			4.2	-	100	6
		22	11			8.8			5.5	-	130	12
2	-	9	4	-	-	-	-	-	93	-	93	8
		9	-	-	-	-	2	-	93	-	101	8
		-	4.2	4.2	-	-	-	-	102	-	102	8
		-	-	-	3.4	3.4	-	-	100	-	100	8
3	-	8	2.5	2.5	-	-	-	-	100	-	100	8
		8	-	-	2	2	-	-	132	-	132	12
		16	2.8	1.4	-	-	-	-	150	-	150	8 *
		16	-	-	2.2	1.1	-	-	224	-	224	12 *
		20	4	3	-	-	-	-	224	-	224	12 *
		28	7	3	-	-	-	-	250	-	250	8
4	-	40	40	5.5	1.5	-	-	-	350	-	350	8 *
		40	30	12	3	-	-	-	-	-	-	-

* Высота 6U, остальных – 3U.

Таблица 2. Выходные параметры источников питания "Open Frame"

Число выходов	U _{вых} , В	I _{вых} , А	P _{макс} , Вт	Глубина, мм *
3	(4.5-5.5)/(4.8-15.2)/(4.8-15.2)	35/7.5/5	200	252.2
	(3-5.5)/(3-15)/(3-15)	70/10/8	450	310
	(4.75-6)/(12-15)/(12-15)	100/8/6	600	370
4	(4.5-5.5)/(4.8-15.2)/(4.8-15.2)/(2-15)	30/7.5/4/3.5	200	252.2
	(4.5-5.5)/(4.8-15.2)/(4.8-15.2)/(15-28)	30/7.5/4/2	200	252.2
	(4.5-5.5)/(23.5-28.5)/(4.8-15.2)/(2-15)	30/4/4/3.5	200	252.2
	(23-25)/(4.8-15.2)/(4.8-15.2)/(2-15)	6/7.5/4/3.5	200	252.2
	(3-5.5)/(3-15)/(3-15)/(5-28)	60/10/8/10	450	310
	(3-5.5)/(3-15)/(3-15)/(3-15)	60/10/8/10	450	310
	(24-28)/(3-15)/(3-15)/(3-15)	12/10/8/10	450	310

* Ширина 127 мм, высота – 66 мм.

Все источники питания можно разделить на следующие группы:

- импульсные источники питания
- линейные источники питания
- преобразователи постоянного напряжения.

Кроме того, выпускаются блоки питания в 19-дюймовых корпусах (рис. 3).

Импульсные источники питания

Импульсные источники выпускаются под различными торговыми марками: "slimpower", "есорpower", "maxpower". Их преимуществом является большая удельная

4 выходных напряжения (регулируемых). Их параметры приведены в табл. 2.

Линейные источники питания

Эти источники отличаются высокой точностью поддержания выходного напряжения, малыми пульсациями и очень малым уровнем электромагнитных помех. Они удовлетворяют требованиям, предъявляемым к источникам питания медицинской аппаратуры. Напряжение питания – переменное, 230 В частотой 50 Гц. Основные параметры источников приведены в табл. 3.

мощность. КПД составляет порядка 80-83%. Источники отличаются широким диапазоном входных напряжений (от 90-100 до 254-264 В переменного тока частотой 50 Гц или от 100-120 до 340-360 В постоянного тока). В источниках мощностью выше 100 Вт обеспечивается коррекция коэффициента мощности (Power Factor Correction). Наличие цепи распределения тока (active Current Share Bus) позволяет организовать параллельную работу источников. При работе источников большой мощности с выходными токами, близкими к предельным, необходим их принудительный обдув. Выпускаются источники с различным числом выходных напряжений (от 1 до 4). Их основные параметры приведены в табл. 1.

Импульсные источники питания семейства "Open Frame" выпускаются на 3 и

Таблица 3. Выходные параметры линейных источников питания

Число выходов	I _{вых} , А при U _{вых} , В:				P _{макс} , Вт	Ширина, НР *
	5	12	15	24		
1	1.5	1.1	1.0	0.6	8-16	6
	4.0	2.8	2.2	1.5	20-36	10
	6.0	4.2	3.5	2.5	30-60	14
2	2×1.4	–	–	–	14	10
	–	2×0.4	–	–	10	6
	–	2×1.0	–	–	24	10
	–	2×1.5	–	–	45	14
	–	–	2×0.4	–	12	6
	–	–	2×1.0	–	30	10
	–	–	2×1.5	–	45	14
3	0.5	2×0.2	–	–	8	6
	1.5	2×0.5	–	–	20	10
	3.0	2×1.0	–	–	39	14

* Высота 3U.

Таблица 4. Основные параметры преобразователей напряжения

Число выходов	U _{вх} , В	U _{вых} , В	I _{вых} , А	P _{макс} , Вт	Ширина, НР *
1	20-72	5	20	100	6
		12	8.5	102	6
		15	6.7	100	6
2	20-72	(12-15)/(12-15)	4.5/4.5	108	6
3	20-72	5/(12-15)/(12-15)	10/2/2	98	6
4	36-75	3.3/5/12/-12	40/40/5.5/1.5	250	8
			45/30/12/3	350	8

* Высота 3U.

Преобразователи постоянного напряжения

Преобразователи имеют один или несколько выходов, гальванически изолированных друг от друга и от первичной цепи. Некоторые из них имеют вход дистанционного включения. Основные параметры преобразователей приведены в табл. 4.

Блоки питания

Блоки с выходной мощностью от 100 до 1000 Вт и выходным напряжением 56 В предназначены для питания устройств телекоммуникации. Их высокая надежность достигается резервированием встроенных источников питания. Наличие внутренней аккумуляторной батареи напряжением 48 В и емкостью 7 А·ч позволяет обеспечить бесперебойное питание при кратковременном пропадании входного напряжения. Напряжение питания блоков – переменное 230 В (195-256) частотой 50 Гц, габаритные размеры (Ш×В×Г) 426.7×133.4×275 мм.

Дополнительную информацию об источниках питания фирмы Schroff можно получить в сети Интернет по адресу: www.schroff.biz или в фирме VD MAIS.



Компоненты систем автоматизации производства

Низковольтная коммутационная аппаратура • Программируемые промышленные контроллеры и компьютеры, ПО • Шкафы • Корпуса • Крейты • Соединители • Кабельная продукция • Инструмент • Термотрансферные принтеры

Дистрибьютор

BERNSTEIN, BOPLA, HARTING, KROY, LAPPKABEL, PORTWELL, RABBIT, RITTAL, SCHROFF, SIEMENS, TYCO ELECTRONICS, WAGO

Украина, 01033 Киев, а/я 942, ул. Жилианская, 29
тел.: (044) 492-8852, 287-1389, факс: (044) 287-3668
e-mail: info@vdm.kiev.ua, www.vdm.kiev.ua



ПЛАТАН-УКРАЇНА
електронні компоненти

- Активні та пасивні компоненти
- Датчики
- Вимірювальні прилади
- Оптикоелектроніка
- Акустичні компоненти
- Вимірювальні прилади
- Паяльне обладнання та інструмент

м. Київ, вул. Чистяківська, 2, оф. 18
т/ф 494-37-92 (93, 94) 442-20-88
platan@svitonline.com



Оборудование и материалы для SMT. Печатные платы

Устройства трафаретной печати • Установки ручные, полуавтоматические, автоматические • Печи оплавления припоя • Системы визуального контроля • Координатно-фрезерные станки • Электромеханические отвертки • Инструмент • Технологические материалы для SMT • Проектирование и изготовление печатных плат

Дистрибьютор

AIM, CHARLESWATER, ELECTROLUBE, ESSEMTEC, KOLVER, LPKF, PACE, SAMSUNG, SIMATEC, TECHNOPRINT, VISION

Украина, 01033 Киев, а/я 942, ул. Жилианская, 29
тел.: (044) 492-8852, 287-1389, факс: (044) 287-3668
e-mail: info@vdm.kiev.ua, www.vdm.kiev.ua

ЧП "АНВИТ"

Предлагает оборудование для измерения механических величин производства Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, ФРГ:

- **ДАТЧИКИ**
вес (1 кг ... 470 т), сила (10 Н ... 10 МН), давление (10...15000 Бар), перемещение (2...50 мм), деформации (до 2 мм/мм).
- **КОНТРОЛЛЕРЫ**
для прессов, систем АСУ ТП, испытательных стендов.

03067 Киев, ул. Гарматная, 8, оф. 6
т./ф.: (044) 451-4699 (многоканальный), т.: 537-3305
<http://www.anwit.com.ua>, e-mail: but@ukmet.net



ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СОЕДИНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ *

Производство телекоммуникационного оборудования – одна из наиболее быстроразвивающихся отраслей электронной промышленности. Для создания конкурентоспособной продукции в этой отрасли требуются наиболее современные решения. В статье рассмотрены некоторые направления развития соединителей для телекоммуникационного оборудования.

REFERENCE DIRECTIONS OF CONNECTORS OF TELECOMMUNICATION DEVICES ENHANCEMENT

Reference directions developments of connectors of telecommunication devices are presented.

**М. Леонтьев, технический специалист
ООО "Акцент" (г. Санкт-Петербург)**

M. Leont'ev

Backplane-разъемы

Практически ни одно крупное телекоммуникационное изделие не обходится без разъемов, предназначенных для соединения плат расширения с основной (кросс) платой. Как правило, эти платы располагаются под прямым углом друг к другу. В зарубежной литературе подобный тип соединения получил название Backplane.

Наиболее часто для этой цели используются соединители стандарта DIN 41612 (рис. 1, 2). Этот стандарт был разработан для нужд телекоммуникационной промышленности в 60 годах прошлого века и широко используется по сей день. Помимо типового расположения кросс-платы и плат расши-

рения под прямым углом, стандарт позволяет осуществлять как параллельное соединение, называемое мезонинным (Mezzanine), при котором одна плата расположена параллельно другой, так и соединение плат между собой в одной плоскости. Среди соединителей, отвечающих требованиям данного стандарта, встречаются серии, имеющие различные электрические параметры: комбинированные разъемы с коаксиальными либо силовыми вставками, а также соединители с экраном, ослабляющим воздействие помех на сигнал. Разъемы стандарта DIN 41612 имеют шаг между рядами и между контактами 2.54 мм ($1/10$ дюйма). Число рядов соединителей – от 2 до 5, общее число контактов – до 160. Для изделий с функцией "горячей замены" производятся соединители с контактами разной высоты, что позволяет разнести во

времени коммутацию разных цепей (например, цепей питания и сигнальных). Среди соединителей этого стандарта есть и кабельные, предназначенные для соединения с периферийными устройствами.

Если число контактов соединителей стандарта DIN 41612 недостаточно для выполнения задачи, можно использовать несколько соединителей данного типа. В случае, когда по какой-либо причине это не удастся, используют соединители семейства AMP-HDI (High-Density – высокой плотности), которые имеют такой же шаг, как и разъемы стандарта DIN 41612, но увеличенное до 440 число контактов (рис. 3).

Но прогресс, как известно, не стоит на месте. В 80 годах XX века были разработаны новые стандарты: IEC 61076-4-101 и IEC 917 (DIN 43355). Корпорация Tyco Electronics/AMP выпускает соединители

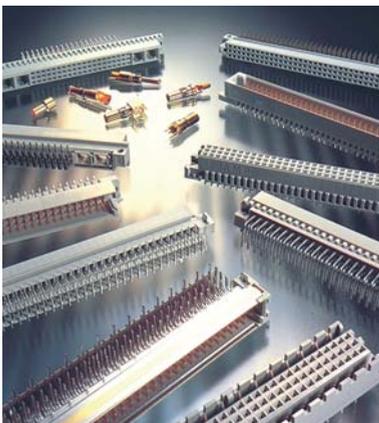


Рис. 1. Соединители стандарта DIN 41612



Рис. 2. Применение соединителей DIN 41612



Рис. 3. Соединители типа AMP-HDI

* Леонтьев М. Основные направления совершенствования соединителей в телекоммуникационных изделиях // ЭК, 2003, № 1. – Москва: ООО "ИД Электроника". Статья перепечатана с разрешения редколлегии журнала "Электронные компоненты" (www.elcpr.ru).

под названием Z-PACK HM (рис. 4, 5), соответствующие этим



Рис. 4. Соединители типа Z-PACK HM

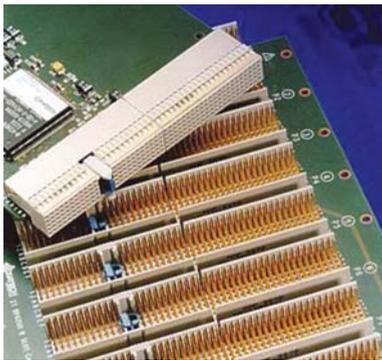


Рис. 5. Применение соединителей Z-PACK HM

стандартам. Эти соединители имеют расстояние между рядами и между контактами 2 мм. Главное их отличие от соединителей стандарта DIN 41612 в том, что разъемы Z-PACK (подобно детскому "конструктору") могут набираться встык и образовывать колодки необходимой длины, позволяя из набора компонентов получать сборки различной сложности. Кроме того, соединители этого семейства имеют модули с оптическими контактами, использование которых связано с тенденциями современных технологий в области телекоммуникационного оборудования. Соединители семейства Z-PACK обеспечивают расширение возможностей экранирования и имеют контакты различной высоты для устройств с функцией "горячей" замены. Число контактов в стандартном исполнении – 5 или 8. Для сигналов с высокой скоростью

передачи были разработаны модули Z-PACK HM-Zd (рис. 6, 7). Благо-

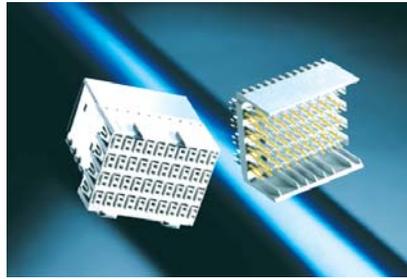


Рис. 6. Соединители типа Z-PACK HM-Zd

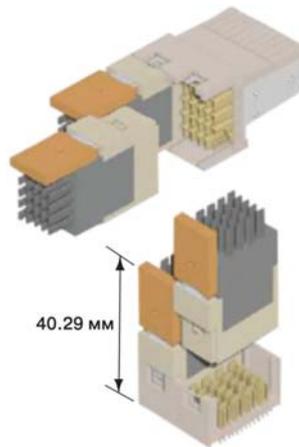


Рис. 7. Кабельный разъем серии Z-PACK HM-Zd

даря особой конструкции эти модули обеспечивают устойчивую связь при скорости передачи до 5 Гбод на каждую пару контактов. Кроме того, каждая пара контактов модуля имеет Г-образный экран (рис. 8) и образует "дифференциальную пару" или квазикоаксиальное соединение. Модули Z-PACK HM-Zd могут включаться в колодку стандартных соединителей Z-PACK HM. Помимо соединителей семейства Z-PACK для решения подобных задач также используют соединители типа

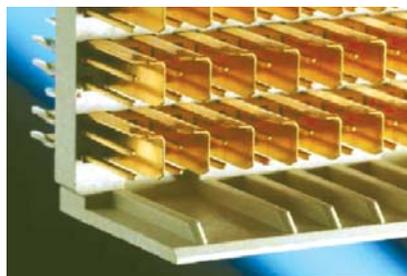


Рис. 8. Г-образный экран разъема типа Z-PACK HM-Zd

MultiGig RT (рис. 9), плотность размещения контактов в которых со-

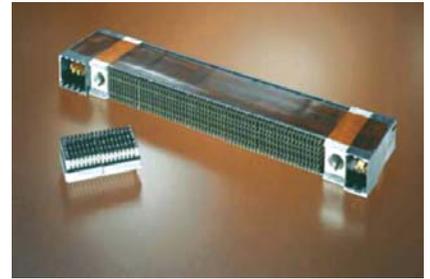


Рис. 9. Соединители типа MultiGig RT

ставляет 113 контактов на квадратный дюйм, предназначенные для сигналов со скоростью передачи до 6.4 Гбод. Контакты этих соединителей выполнены на печатной плате, а контакты ответной части разъема подпружинены, что обеспечивает высокую надежность соединения и долговечность разъема.

В настоящее время большинство телекоммуникационных изделий ведущих зарубежных компаний строится на базе соединителей стандарта Z-PACK HM.

Перспективной разработкой в этой области на данный момент являются соединения, построенные по технологии MPI (Metallized Particle Interconnect) – соединение на основе металлизированных частиц (рис. 10). Данная технология позволяет соединять платы между собой таким образом, чтобы свес-

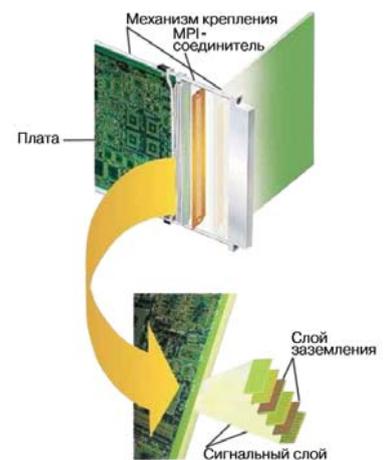


Рис. 10. Конструкция соединения MPI SI (боковой интерфейс)

ти к минимуму влияние соединения на электрические параметры сигнала. Соединение, выполненное по технологии MPI, основано на пленке из полимерного материала, в которую вставлены металлизированные частицы. Таким образом, в материале формируются микроколонны диаметром 0.635 и высотой 1 мм. Электрические характеристики этих микроколонн оптимизированы для прохождения сигнала с высокой скоростью, их индуктивность – менее 0.04 нГн, а емкость не превышает 0.01 пФ.

Благодаря небольшой высоте колонны практически "прозрачны" на гигагерцовых скоростях передачи сигнала. MPI-колонна имеет среднюю задержку распространения сигнала не более 30 пс.

Мезонинные разъемы

Мезонинные (параллельные) соединения встречаются в изделиях телекоммуникационной промышленности не менее часто, чем Backplane. Для подобных соединений на современном рынке также наблюдаются определенные тенденции развития. В связи с минимизацией конечных изделий растут требования к плотности расположения контактов. Увеличилась и скорость прохождения сигналов, вследствие чего понадобились дополнительные меры по экранированию контактов. Подробно мезонинные соединения рассмотрены в [1], поэтому остановимся только на последних разработках в данной области. Среди них, в первую очередь, следует отметить соединители стандарта MICTOR (рис. 11). Соединители



Рис. 11. Соединители серии MICTOR

этого семейства имеют защитный экран, что позволяет ослабить воздействие помех на сигнал и обеспечить его прохождение с минимальными искажениями. Для подобных соединений можно также использовать и упомянутую выше технологию MPI, которая обеспечивает превосходный контакт, и благодаря небольшим размерам MPI-колонн позволяет добиться высокой плотности их размещения (рис. 12, 13).



Рис. 12. MPI-соединение "плата-плата"

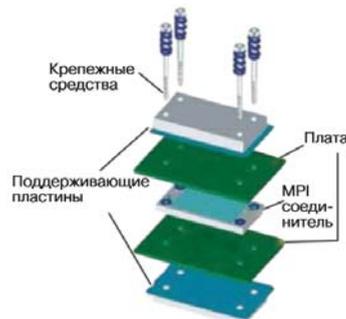


Рис. 13. Конструкция MPI-соединения "плата-плата"

Соединения кабель-плата

Эту группу соединителей можно условно разделить на две части: соединители под круглый и плоский (шлейф) кабели.

Для соединителей под круглый кабель характерна тенденция уплотнения расположения контактов, а также использование технологии IDC (соединение посредством прокола изоляции). Среди них следует отметить разъемы CHAMP 0.8 мм (рис. 14). Получившие наибольшее распространение соединители типа D-sub (рис. 15), предназначенные для этой цели, подробно описаны в [2, 3].

Среди соединителей под плоский кабель наиболее широко используется семейство разъемов AMP-LATCH (рис. 16). Достаточно заглянуть в системный блок любого современного компьютера, чтобы увидеть одну или несколько шин, выполненных с применением этих разъемов. Для малогабаритных изделий были разработаны соединители серии AMP Micro-Match (рис. 17). Это миниатюрные низкопрофильные двухрядные разъемы, контакты которых распо-



Рис. 14. Соединители семейства CHAMP 0.8 мм



Рис. 15. Соединители типа D-sub

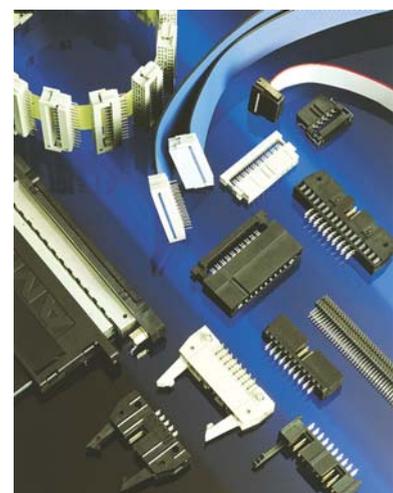


Рис. 16. Соединители серии AMP-LATCH



**Рис. 17. Соединители
серии AMP Micro-MaTch**

ложены в шахматном порядке. Помимо более компактных размеров, отличающих эту группу соединителей, в ней реализованы некоторые технические решения, позволяющие избежать "феттинг-коррозии" (когда под воздействием вибрации контакт совершает микродвижения, вызывающие истирание защитной оксидной пленки и нарушение контакта). Розетки разъемов типа Micro-MaTch (рис. 18)

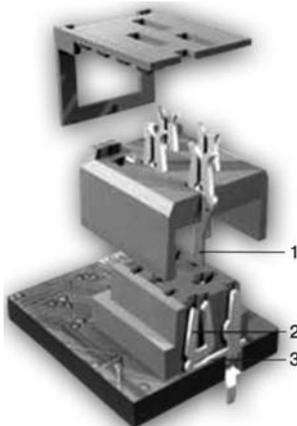
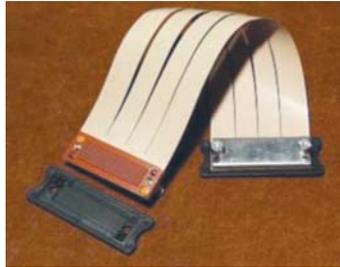


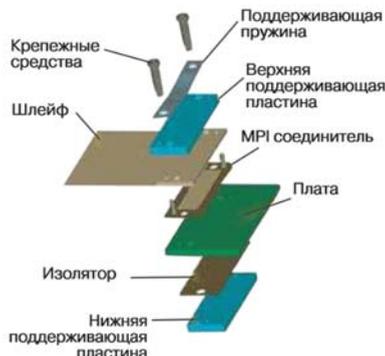
Рис. 18. Технология AMP Micro-MaTch: 1 – контакт PIN, 2 – контакт Socket, 3 – пружина

имеют подпружиненные гнезда, что позволяет избежать возникновения этих микродвижений и гарантирует надежность контакта на весь срок эксплуатации разъемов.

Для сигналов с высокой скоростью передачи соединение платы с плоским кабелем возможно с применением MPI-технологии (рис. 19, 20).



**Рис. 19. MPI-соединение
"шлейф-плата"**



**Рис. 20. Конструкция
MPI-соединения
"шлейф-плата"**

Соединители для подведения электропитания

Помимо соединителей для коммутации информационных сигналов в телекоммуникационных изделиях широко используются разъемы для подведения питания. Как правило, подобные задачи решаются при помощи соединителей серии Mate-n-Lok (рис. 21), которые подробно



**Рис. 21. Соединители
серии Mate-n-Lok**

рассмотрены в [4]. В этой области необходимо отметить тенденцию использования комбинированных разъемов, позволяющих коммутировать цепи источников питания различной мощности. Один из примеров соединителей этого типа – разъемы серии AMPPOWER Multi Pin (рис. 22). Самые мощные контакты



**Рис. 22. Соединители
серии AMPPOWER Multi Pin**

разъемов этой серии рассчитаны на ток силой до 185 А.

В заключение можно отметить, что в настоящее время развитие соединителей для нужд телекоммуникационной промышленности идет в следующих направлениях. В первую очередь, это унификация соединителей (как пример можно привести соединители семейства Z-PACK, которые подобно "конструктору" позволяют решать сложные задачи, пользуясь набором простых элементов). Во-вторых, в связи с тем, что в современной технике должны обеспечиваться высокая скорость передачи сигналов и минимальные искажения, для решения этих задач необходимо сочетание оптических и проводных линий передачи. И, наконец, уменьшение габаритных размеров оборудования требует миниатюризации соединителей и расширения ассортимента комбинированных разъемов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Леонтьев М. Разъемы для мезонинных соединений // ЭК – М-ва: ООО "ИД Электроника", 2002, № 6.
2. Леонтьев М. Компания "Акцент": дистрибуция разъемов и техническое сопровождение проектов // ЭК – М-ва: ООО "ИД Электроника", 2001, № 5.
3. Леонтьев М. Компания "Акцент": дистрибуция разъемов и техническое сопровождение проектов (соединение кабеля с печатной платой) // ЭК – М-ва: ООО "ИД Электроника", 2001, № 6.
4. Леонтьев М. Соединители семейства Mate-n-Lok и инструмент для установки контактов на кабель // ЭК – М-ва: ООО "ИД Электроника", 2002, № 3.

**ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО
ПРИМЕНЕНИЯ!**



Малогабаритные
корпуса
INLINE



Электротехнические
и электронные шкафы
PROLINE

УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ

Наличие модификации шкафа, рассчитанной на большие статические нагрузки, возможность работы в сейсмоопасных условиях и при воздействии электромагнитных полей.

МНОВОВАРИАНТНОСТЬ

Поставка шкафа в сборе или отдельными узлами с возможностью выбора габаритных размеров и аксессуаров.

ПРОСТОТА МОНТАЖА

Обеспечение доступа к размещаемому в шкафу оборудованию с любой стороны благодаря легко съемным стенкам.

ЗАЩИТА ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА

Наличие механических защелок и кодового электронного замка на дверях.

Schroff®

VD MAIS – авторизованный дистрибьютор
продукции фирмы **SCHROFF** в Украине

www.schroff.biz

ЕЛЕКТРОННІ ТА
ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ
КОМПОНЕНТИ

НЕДЕЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

elcom
Ukraine 2005
ufi
Approved
Event

С 25 по 28 апреля в выставочном центре "КиевЭкспоПлаза" в рамках "Недели промышленных технологий 2005" прошли семь выставок, экспозиции которых были размещены в двух павильонах общей площадью около 15 000 кв. м

Участниками выставок стали более 500 компаний (в 1.5 раза больше, чем в 2004 г.) из 17 стран мира. Число посетителей превысило 14.5 тыс. Зарубежные участники составили около 20% общей численности представленных компаний, что свидетельствует о росте международного экономического сотрудничества производителей современной техники, а также о признании мировым сообществом научно-технического и промышленного потенциала Украины. Об этом же говорит и проект "Изобретения и инновации", призванный привлечь частный капитал к финансированию прикладной науки и изобретательства, разработки национальных инновационных программ, которые, исходя из анализа опыта мировой экономики, являются наиболее перспективными как для отдельных предприятий, так и для целых стран.

На семи выставках: "Элком Украина – Энергетика. Энергосбережение. Электротехника", "Промышленное освещение", "Электронные и электромеханические компоненты", "МашМет – машиностроение и металлообработка", "Сварка", "Трубопроводный транспорт" и "Изобретения и инновации" был продемонстрирован весь спектр промышленного оборудования и технологий для этих областей промышленности. К чести строителей "Недели промышленных технологий 2005" – компании "Евроиндекс" – следует отметить высокий уровень организации выставок, начиная с этапа подготовки и заканчивая их проведением.

Наибольший интерес для читателей нашего журнала, ставшего участником выставки "Электронные компоненты", несомненно, представляют две из вышеперечисленных: "Электронные и электромеханические компоненты" и "Элком Украина", в которых приняла участие и фирма VD MAIS, издатель журнала ЭКИС.

В рамках экспозиции "Элком Украина" были продемонстрированы современные технологии производства, передачи и распределения электроэнергии, энергосбережения, системы автоматического управления и мн.др. На выставке "Эле-



ктронные компоненты" были широко представлены полупроводниковые и электромеханические компоненты, датчики и микросхемы, источники питания, пассивные компоненты и др. электронные устройства, необходимые для разработки и изготовления современной техники.

Важной частью выставок стала и программа специализированных мероприятий – тематических конференций, семинаров, презентаций. Журнал "ЭКИС", используя удачный опыт 2004 года, организовал в рамках проведения выставки "Электронные компоненты" конференцию на тему "Современные электронные компоненты, приборы и технологии". Прочитанные специалистами высокого уровня А. Валентиком, В. Охрименко, А. Лукушиным, Н. Малиновским и В. Зинченко доклады вызвали интерес слушателей, число которых превысило 60 человек. Участниками конференции стали разработ-

чики новой электронной техники, которым был предложен комплексный подход к решению стоящих перед ними задач, начиная с выбора элементной базы, измерительного оборудования, оборудования и материалов для поверхностного монтажа и включая проектирование и изготовление печатных плат. Такой выбор тематики докладов является отражением подхода фирмы VD MAIS к предоставлению заказчику полного комплекса услуг.

При всех позитивных сторонах организации выставок не вызывают сомнения, что эффективность проведения выставки "Электронные компоненты" могла быть значительно выше при ее размещении в одном павильоне с выставкой "Элком Украина", т.к. они во многом являются взаимодополняющими и привлекают одну и ту же аудиторию посетителей.

Это касается и стендов специализированных изданий, в том числе "ЭКИС", "ChipNews Украина", "Электронные компоненты Украина" и др., также размещенных в пределах выставки "Электронные компоненты".

Резюмируя, хочется отметить, что "Неделя промышленных технологий 2005" стала местом встречи промышленной элиты Украины, наиболее знакомым промышленным форумом, позволила установить новые деловые связи, расширить сотрудничество с зарубежными партнерами, дала новый импульс повышению конкурентоспособности отечественной продукции, а "Неделе промышленных технологий 2006" хочется пожелать еще полнее отразить успехи и перспективы развития промышленности Украины в 2006 г.

МАШИНОСТРОЕНИЕ
2005 МЕТАЛЛУРГИЯ

17-20 мая в Запорожье прошла XIII Международная специализированная выставка "Машиностроение. Металлургия 2005", широко известная в деловых кругах стран СНГ, Восточной и Центральной Европы и собравшая 240 участников. Ими стали не только ведущие отраслевые предприятия со всех промышленных регионов Украины, но и известные во всем мире фирмы, лидирующие в машиностроительной и металлургической про-

мышленности. Среди участников выставки была и фирма VD MAIS, представившая промышленные шкафы и корпуса, средства автоматизации (промышленные компьютеры, контрольно-измерительную аппаратуру, устройства телеметрии), источники питания, коммутационные изделия и др.

Выставка привлекла внимание более 10 тыс. посетителей. Результатом работы выставки стала не только демонстрация достижений, но и обмен опытом, установление новых контактов, оценка перспектив развития тяжелой промышленности Украины, перед которой уже сегодня открываются новые широкие горизонты.