

**ЭЛЕКТРОННЫЕ  
КОМПОНЕНТЫ  
И СИСТЕМЫ**2005 ноябрь  
№ 11 (99)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**Адрес редакции:**Украина, Киев,  
ул. Жилианская, 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 "Такі справи"  
т./ф.: (044) 458-4086  
Подписано к печати 30.11.2005  
Формат 60x84/8  
Тираж 1000 экз.  
Зак. № 511-154-2205Перепечатка опубликованных в журнале  
материалов допускается с разрешения редакции.  
За рекламную информацию ответственность несет  
рекламодатель.**АЦП и ЦАП**

В. Романов

**О сравнительной оценке и выборе оптимальной шкалы  
преобразования современных АЦП** ..... 3

В. Охрименко

**Интерфейс DSP Blackfin с АЦП** ..... 6**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ ФИРМЫ ANALOG DEVICES****ИМС для автомобильной электроники** ..... 11**ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ**

Г. Местечкина

**Импульсные стабилизаторы серии R-78xx-0.5** ..... 24

А. Мельниченко

**Стандарты на источники питания  
для аппаратуры военного назначения** ..... 27**КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ**

В. Вычужанин

**Электропривод расширительного клапана  
на основе программируемого устройства** ..... 31

А. Мельниченко

**Акустический метод обнаружения  
дефектов микросхем** ..... 35**ДИСПЛЕИ И ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ**

А. Мельниченко

**Флуоресцентные лампы с холодным катодом** ..... 38**СРЕДСТВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**

К. Скиба

**Новый высокопроизводительный  
GSM/GPRS-модуль Q2686 компании Wavocom** ..... 40**ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ**

А. Мельниченко

**Оптимизация процесса трафаретной печати** ..... 41**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ****Новые модели осциллографов Tektronix****типа TDS1001 и TDS2004** ..... 45**Цифровой термометр с удаленным сенсором** ..... 46**ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, ПРЕЗЕНТАЦИИ****Выставка "ChipEXPO-2005"** ..... 48**Фирмы и компании, представленные в журнале** ..... 48

*ADCs and DACs*

V. Romanov

**How to Compare Competitive ADCs  
and to Use Output-code Range  
of High-resolution ADCs** ..... 3

V. Ohrimenko

**Interface DSP Blackfin to ADC** ..... 6

*THE ANALOG DEVICES SOLUTIONS BULLETIN*

**Automotive ICs** ..... 11

*POWER SUPPLIES*

G. Mestechkina

**Regulators R-78xx-0.5 Series** ..... 24

A. Melnichenko

**Military Specification of Power Supplies** ..... 27

*CONTROL AND AUTOMATION*

V. Vichuganin

**The Electric Drive of the Valve on the Basis  
of the Programmed Device** ..... 31

A. Melnichenko

**Acoustic Method of Examination  
the Innards of a Chip** ..... 35

*DISPLAY AND OPTOELECTRONIC DEVICES*

A. Melnichenko

**Cold Cathode Fluorescent Lamps** ..... 38

*TELECOMMUNICATIONS*

K. Skiba

**New Quick Q2686  
for Industrial Wireless Solutions** ..... 40

*SURFACE MOUNT TECHNOLOGY*

A. Melnichenko

**Optimizing the Stencil Printing Process** ..... 41

*NEWS BRIEFS*

**Tektronix New Oscilloscopes TDS1001 and TDS2004** ..... 45

**Celsius-to-digital Thermometer Works  
with Remote Sensor** ..... 46

*EXHIBITIONS, SEMINARS, PRESENTATIONS*

**"ChipEXPO-2005" Exhibition** ..... 48

**Firms and Companies Represented in Journal** ..... 48

**ELECTRONIC  
COMPONENTS  
AND SYSTEMS**

November 2005  
No. 11 (99)

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. Ilija Brondz,

University of Oslo, Norway

**Type and setting**

S.A. Chernyavskaya

**Layout**

M.A. Bepaly

**Design**

A.A. Chaban

**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.

# О СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ И ВЫБОРЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ШКАЛЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ АЦП

**В** технических описаниях различных производителей одни и те же параметры АЦП нормируются разными техническими характеристиками, что затрудняет выбор нужного устройства. Применение АЦП с высоким разрешением позволяет оптимальным образом использовать шкалу преобразования, не приближаясь к крайним точкам шкалы, в которых погрешность может иметь максимальное значение. Как правильно оценить погрешность АЦП и выбрать оптимальным образом шкалу преобразования, показано в настоящей публикации.

**В. Романов**

## HOW TO COMPARE COMPETITIVE ADCS AND TO USE OUTPUT-CODE RANGE OF HIGH-RESOLUTION ADCS

**C**omparing devices from different manufacturers can be difficult due to differentiating styles of units measure. Using a high-resolution ADC simplifies or eliminates most of sensitive analog-front-end circuitry. How to compare different ADCs and use a high-resolution ADCs you can find in the article.

**V. Romanov**

Настоящая публикация подготовлена по материалам статей Бонни Бейкер (Bonnie Baker), инженера по применению аналоговых и аналогово-цифровых ИМС фирмы Microchip Technology [1, 2].

В технических описаниях (data sheet) различных производителей, как правило, содержатся разные технические параметры, характеризующие одни и те же свойства ИМС аналого-цифровых преобразователей. Это связано, прежде всего, с методами измерения и нормирования этих параметров. Например, такие широко используемые параметры на постоянном токе как единица младшего разряда – EMP (least-significant bit – LSB), диапазон полной шкалы преобразования (full-scale range – FSR), погрешность в процентах от полной шкалы, число двоичных разрядов, отношение сигнал/шум (signal-to noise ratio – SNR), отношение сигнал/шум плюс искажения (signal-to noise-ratio-and-distortion ratio – SINAD) на переменном токе измеряются и нормируются стандартным образом. Однако, в последнее время наряду с общепринятым получил распространение такой параметр, как миллионная доля (parts-per-million unit – ppm). Отметим, что этим параметром оценивают разрешение АЦП, начиная с 16 разрядов и выше. Для АЦП невысокой разрядности по-прежнему используют приведенную к полной шкале погрешность, выраженную в процентах. Почему же многие производители отказались от этого параметра для оценки АЦП высокой разрядности? Во-первых, потому что в этом случае численное значение погрешности в процентах содержит большое число нулей. Так, например, погрешность 12-разрядного АЦП в крайней точке шкалы может составить  $\pm 2.5\%$ . Если выразить эту погрешность в ppm, получим  $\pm 25\ 000$  ppm. И наоборот, если для 24-разрядного АЦП погрешность в крайней точке шкалы составляет  $\pm 0.005\%$ , то в ppm эта погрешность имеет более компактное выражение  $\pm 50$  ppm.

Во-вторых, единицы ppm целесообразно использовать вместо EMP для прецизионных АЦП, как это показано на рис. 1. Так, например, если интегральная нелинейность 24-разрядного АЦП составляет  $\pm 15$  ppm, это эквивалентно  $\pm 251$  EMP. Если диапазон полной шкалы такого АЦП составляет 5 В, то значение EMP будет равно 298 нВ. Для того, чтобы от погрешности в EMP



— ВД МАИС  
...  
1993 г.  
ВД МАИС  
...  
1996 г.  
...  
ВД МАИС



**Рис. 1. Зависимость интегральной нелинейности АЦП, выраженной в ЕМР и ppm, от выходного кода АЦП**

( $\Delta_{EMR}$ ) перейти к погрешности в единицах ppm ( $\Delta_{ppm}$ ), необходимо разделить значение погрешности в ЕМР на  $2^n$  (где  $n$  – число двоичных разрядов АЦП) и умножить частное от деления на  $10^6$ , т.е.

$$\Delta_{ppm} = \frac{\Delta_{EMR}}{2^n} \cdot 10^6. \quad (1)$$

Таким образом, используя простое выражение (1), можно привести к единому показателю параметры, характеризующие точность АЦП в технических описаниях разных производителей.

Во второй части нашей публикации остановимся на использовании АЦП с высоким разрешением. Рассмотрим это на примере измерительного канала с датчиком давления. В традиционных каналах на выходе датчика давления используется измерительный усилитель, затем фильтр нижних частот, как правило, четвертого или пятого порядка, содержащий как минимум два операционных усилителя, 10- или 12-разрядный АЦП (с опорным источником) на выходе фильтра и микроконтроллер, в котором имеются программы калибровки и коррекции погрешности измерительного канала. Таким образом, в измерительном канале может быть использовано до семи активных компонентов.

Вместо перечисленных компонентов на выходе датчика давления можно сразу включить 24-разрядный сигма-дельта АЦП [2] и простейший фильтр нижних частот первого порядка. Такое решение позволяет снизить уровень шумов и исключить погрешности, вызванные нестабильностью компонентов, используемых в традиционной схеме измерительного канала. Кроме того, калибровка и коррекция погрешности могут быть выполнены непосредственно в сигма-дельта АЦП. Погрешность смещения нуля 24-разрядного АЦП можно минимизировать, преобразовывая сигналы, эквивалентные кодам 000H и 001H. Отметим, что в сигма-дельта АЦП имеется несколько уровней входных сигналов, на которых необходимо проверять наличие и величину шумов. В связи с тем, что разрешение АЦП существенно превосходит эквивалентную точность датчика давления, можно легко переместить начало шкалы преобразования АЦП в точку с минимальной погрешностью смещения ( $\Delta_{CM}$ ) в соответствии с выражением (2).

$$\Delta_{CM} = (V[0:1] - 0.5V_{ILSB}) / V_{ILSB}, \quad (2)$$

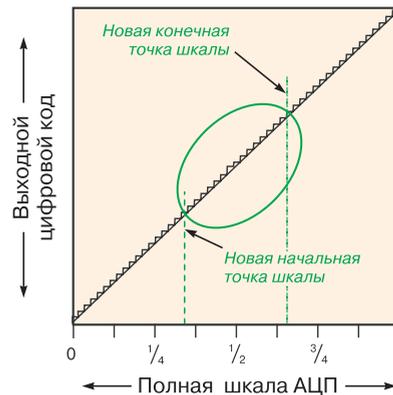
где  $V[0:1]$  – входной аналоговый сигнал вблизи нуля,

$V_{ILSB} = V_{REF} / 2^n$  – идеальная величина ЕМР,  $V_{REF}$  – напряжение опорного источника, равное диапазону полной шкалы преобразования,  $n$  – число двоичных разрядов АЦП.

Как следует из (2), начальную точку можно легко переместить в любую другую, в которой погрешность смещения ниже. Выражение для такого перемещения имеет следующий вид:

$$\Delta_{CM} = (V[x:(x+1)] - 0.5V_{ILSB}) / V_{ILSB}, \quad (3)$$

где  $x$  – код, в который переместилась начальная точка шкалы преобразования. Диаграмма, поясняющая эту процедуру, приведена на рис. 2.



**Рис. 2. Модифицированная передаточная характеристика АЦП со смещением начальной и конечной точек шкалы преобразования**

Подобную процедуру можно осуществить и с конечной точкой шкалы преобразования. В общем случае погрешность в конечной точке шкалы  $\Delta_{KT}$  определяется выражением

$$\Delta_{KT} = (V_{REF} - 2V_{ILSB} - V[2^N - 2] : [2^N - 1] - V[0:1]) / V_{ILSB}. \quad (4)$$

Перемещение конечной точки шкалы в оптимальную (исходя из минимума погрешности  $\Delta_{KT}$ ) область передаточной характеристики выполняется в соответствии с выражением:

$$\Delta_{KT} = (V_{REF} - 2V_{ILSB} - V[2^N - 2] : [2^N - 1] - V[0:1]) / V_{ILSB}, \quad (5)$$

где  $N$  – код, в который переместилась конечная точка шкалы преобразования. Перемещение конечной точки шкалы на передаточной характеристике АЦП показано на рис. 2.

Таким образом, использование 24-разрядного АЦП в канале с датчиком повышенной точности позволяет, во-первых, исключить ряд активных компонентов – источников дополнительной погрешности – и, во-вторых, сместить характеристику преобразования сигналов датчика в оптимальную (исходя из минимизации погрешности измерительного канала) область. При этом микроконтроллер освобождается от операций коррекции погрешности преобразования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Baker Bonnie. One in a million. – EDN, July 7, 2005.
2. Baker Bonnie. Using the basics for ADC range control. – EDN, April 14, 2005.



## GSM-модемы Wavесom – лучший способ обеспечить надежную беспроводную связь

Компания Wavесom, единственная в мире, предлагает полный модельный ряд GSM/GPRS-модемов, обеспечивающих простоту разработки инновационных устройств и раскрывающих широкие возможности беспроводной связи стандарта GSM. Модемы Wavесom могут найти применение в любых приложениях, в которых требуется передача голосовых сообщений, SMS или данных, в том числе с использованием высокоскоростного обмена по технологии GPRS (класс 10, скорость передачи/приема информации 42.8/85.6 кбит/с). Наличие встроенного TCP/IP-стека с поддержкой протоколов PPP, TCP, SMTP, POP3 и FTP упрощает доступ к ресурсам глобальных информационных сетей.

Семейство миниатюрных модулей WISMO Quik Q24xx\*, отличающихся широкими возможностями, позволяет создавать недорогие устройства обмена данными. Уникальный модуль WISMO Quik Q2501B, сочетающий возможности GSM/GPRS-модема и 16-канального GPS-приемника в одном компактном корпусе, идеально подходит для применения в автомобильной электронике, а внешний модем M1306B отличается простотой освоения и эксплуатации.

Все продукты Wavесom поддерживают технологию Open AT, позволяющую максимально использовать возможности GSM-модемов. Созданные с помощью Open AT программы выполняются GSM-модемами без использования внешних дорогостоящих компонентов. Как результат – создание в короткий срок экономичных, надежных и малогабаритных устройств повышенной функциональности.

Все модемы Wavесom сертифицированы в Украине\*\*.

\* Q2400A – модуль GSM 900/1800 МГц  
Q2406A – GSM/GPRS-модуль  
Q2406B – GSM/GPRS-модуль со встроенным TCP/IP-стеком.

\*\* Сертификаты соответствия UA1.030.0006040-04, UA1.030.0055986-04, UA1.030.0056579-04, UA1.030.0004299-05.

## ИНТЕРФЕЙС DSP BLACKFIN С АЦП

В предлагаемой статье приведены сведения о возможностях и параметрах АЦП AD7621, AD924x, AD922x, а также описан аппаратный интерфейс этих АЦП с сигнальными процессорами семейства Blackfin ADSP-BF53x.



**В. Охрименко**

## INTERFACE DSP BLACKFIN TO ADC

The AD7621, AD924x, AD922x is an analog-to-digital converter (ADC) that operates from a single power supply. The article describes the hardware interface between DSP Blackfin and ADC AD7621, AD924x, AD922x.

**V. Ohrimenko**

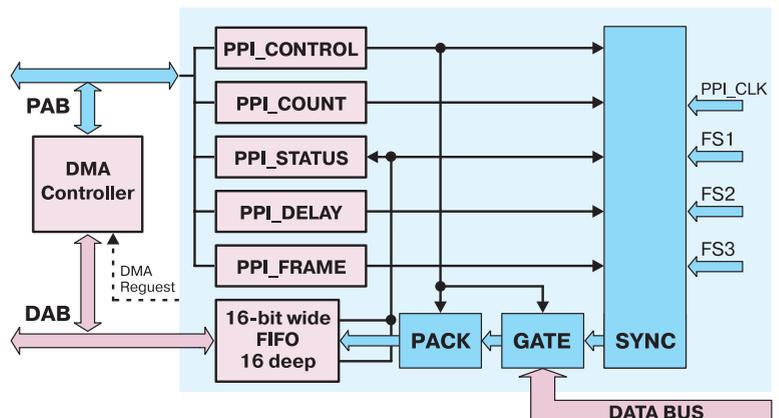
В [1] приведен пример подключения микросхемы высокоскоростного АЦП к сигнальному процессору ADSP-BF535. Ввод данных осуществляется через внешнюю шину данных с использованием контроллера прямого доступа к памяти (DMA). При этом для синхронизации процесса ввода потока данных необходимо, во-первых, использовать дополнительные внешние компоненты (FPGA), а, во-вторых, для создания программного обеспечения требуется четкое понимание структуры и особенностей работы контроллера DMA.

Преимущество сигнальных процессоров ADSP-BF531/2/3/4/6/7 и ADSP-BF561 в наличии встроенного скоростного параллельного периферийного интерфейса PPI (Parallel Peripheral Interface). PPI – это полудуплексный двунаправленный порт, поддерживающий прием/передачу данных в параллельном формате (от 8 до 16 разрядов). Благодаря наличию порта PPI имеется возможность непосредственного подключения стандартных внешних устройств (профессиональных и бытовых фото- и видеокамер, микросхем видеокодеков и т.п.), поддерживающих протоколы передачи данных, принятые в стандартах ITU-R 656/ITU-R 601. Более того, благодаря контроллеру PPI появилась возможность реализовать синхронный обмен данными в параллельном формате и со многими другими внешними устройствами ввода/вывода: высокоскоростными АЦП и ЦАП, микросхемами CMOS-датчиков изображения, TFT-LCD дисплеями. Контроллер PPI-порта обеспечивает прием/передачу данных в нескольких режимах. В процессе обмена данными через порт PPI в качестве линий ввода/вывода используется часть линий порта ввода/вывода общего назначения (GPIO). Число используемых линий GPIO зависит от модификации процессоров (ADSP-BF531/2/3, ADSP-BF561 или ADSP-BF534/6/7). Обмен данными между портом PPI и памятью осуществляется через

буфер FIFO объемом шестнадцать 16-разрядных слов. Прием/передача данных через PPI-порт производится в режиме прямого доступа к памяти с использованием канала DMA, причем этот канал имеет наивысший приоритет при обслуживании. Настройка параметров контроллера PPI-порта, а также длительности циклов приема/передачи данных осуществляется на программном уровне. Для этой цели используются пять регистров (PPI\_CONTROL, PPI\_STATUS, PPI\_DELAY, PPI\_COUNT и PPI\_FRAME). Структура контроллера PPI-порта приведена на рис. 1. В общем случае для управления обменом данными необходимо четыре сигнала: сигнал тактовой синхронизации PPI\_CLK и три сигнала кадровой синхронизации (PPI\_FS1, PPI\_FS2 и PPI\_FS3). Максимальная частота внешнего сигнала тактовой синхронизации PPI\_CLK составляет  $SCLK/2$  ( $133/2=66.5$  МГц).

Для управления работой PPI-порта используются пять 16-разрядных регистров:

- управления (PPI\_CONTROL)
- состояния (PPI\_STATUS)
- счетчика тактов задержки (PPI\_DELAY)
- счетчика числа принятых/переданных слов (PPI\_COUNT)
- числа строк в кадре (PPI\_FRAME).



**Рис. 1. Структура контроллера PPI-порта**

Содержимое регистра управления определяет режим работы PPI-порта, полярность управляющих сигналов, разрядность принимаемых/передаваемых данных и т.п. Всего имеется тринадцать режимов работы порта PPI.

В регистре состояния содержится информация о текущем состоянии PPI-порта.

Регистр счетчика тактов задержки (PPI\_DELAY) можно использовать во всех режимах работы порта PPI за исключением конфигураций ITU-R 656. Он содержит величину задержки от момента появления активного уровня сигнала PPI\_FS1 до начала процесса чтения/записи данных. Задержка выражается в числе тактов PPI\_CLK.

Регистр счетчика числа принятых/переданных слов (PPI\_COUNT) используется во всех конфигурациях режимов ITU-R 656. В режимах приема данных этот регистр содержит значение на единицу меньше, чем число считываемых через PPI-порт отсчетов в строке. В режимах передачи данных он содержит значение, на единицу меньше числа отсчетов, передаваемых через PPI-порт. Например, для передачи или приема ста отсчетов следует записать в PPI\_COUNT значение 99. В процессе работы содержимое этого регистра не инкрементируется. Поэтому его инициализация в начале приема данных новой строки не требуется. Однако необходимо, чтобы значение числа отсчетов, записываемое в регистр PPI\_COUNT, было согласовано с ожидаемым числом отсчетов в каждой строке, стобируемой сигналом PPI\_FS1.

Регистр числа строк в кадре (PPI\_FRAME) используется только в режимах приема и содержит значение числа строк в кадре. При приеме видеосигнала кадр обычно определяется как набор четного и нечетного полей, индицируемых сигналом PPI\_FS3 или маркером F в режиме ITU-R 656.

PPI-порт поддерживает несколько способов ввода данных в режимах работы, поддерживающих протоколы, принятые в стандартах ITU-R 656/ITU-R 601, а также в режимах ввода общего назначения (General Purpose – GP). Для обмена данными с АЦП/ЦАП, как правило, используются режимы работы общего назначения. Эти режимы предназначены для использования в различных приложениях сбора и передачи

цифровых данных. Различие между этими режимами состоит, в основном, в способе кадровой синхронизации. Если в конкретном режиме работы сигналы кадровой синхронизации (PPI\_FS1, PPI\_FS2 и PPI\_FS3) не используются, то соответствующие выводы можно использовать для реализации альтернативных функций (как выход одного из таймеров или программируемый порт ввода/вывода).

На рис. 2 приведена временная диаграмма последовательности операций при вводе данных в режимах общего назначения (General Purpose – GP) для общего случая. Рисунок иллюстрирует также последовательность операций в режиме приема данных с одним внешним сигналом кадровой синхронизации (PPI\_FS1). После приема контроллером PPI-порта внешнего импульса кадровой синхронизации PPI\_FS1 осуществляется задержка на заданное число тактов PPI\_CLK (значение записано в регистре PPI\_DELAY). Затем контроллер прямого доступа к памяти выполняет ввод числа слов, заданных в регистре PPI\_COUNT. Все новые слова данных, поступающие после того как уже принято заданное число отсчетов, игнорируются до появления следующего импульса кадровой синхронизации PPI\_FS1 и не пересылаются в память. Если следующий импульс PPI\_FS1 поступит до того, как будет принято заданное число отсчетов, происходит сброс счетчика числа принятых слов и инициализируется процедура нового подсчета. Это может вызвать потерю синхронизации работы контроллера DMA с процессом приема данных через PPI-порт. Режим с одним сигналом кадровой синхронизации предназначен, главным образом, для работы с аналого-цифровыми преобразователями.

В ряде приложений, в которых для выделения кадров из принимаемого потока данных не генерируются сигналы периодической кадровой синхронизации, можно применять режим ввода данных без кадровой синхронизации. Существуют два способа инициализации приема данных, определяемых кодами специально выделенных в регистре PPI\_CONTROL разрядов. В первом случае (режим внешнего запуска) в начале операции передачи данных внешний источник формирует одиночный импульс кадровой синхронизации (PPI\_FS1), при этом значение разряда FLD\_SEL

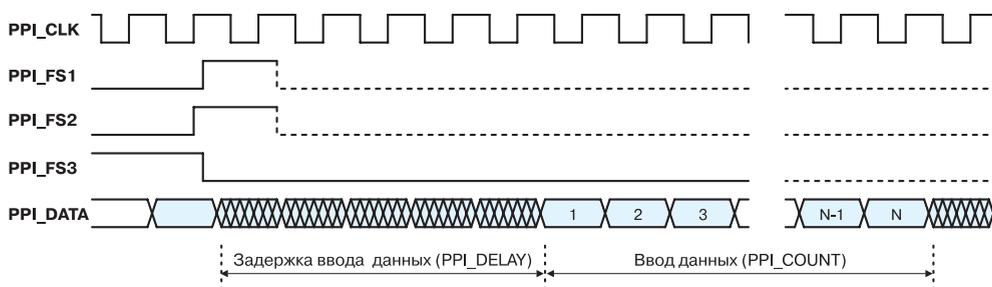


Рис. 2. Временная диаграмма ввода данных через PPI-порт

в регистре PPI\_CONTROL должно быть равно "0", а разрядов PORT\_CFG =  $b \neq 11$ . Во втором случае (режим внутреннего запуска) процесс инициируется программно записью "лог. 1" в разряды (PORT\_EN и FLD\_SEL), что соответствует режиму внутреннего запуска, при этом содержимое разрядов PORT\_CFG не должно быть равно "1". Все последующие операции с данными осуществляются с использованием контроллера DMA. Например, можно организовать прием данных поочередно в два буфера памяти размером 1 кбайт каждый. При заполнении одного буфера запись продолжается в режиме прямого доступа к памяти в другой буфер. Одновременно с этим из уже заполненного первого буфера в режиме DMA считываются данные, чем обеспечивается его освобождение и подготовка к последующим операциям записи нового массива данных.

Рассматриваемые в статье микросхемы АЦП предназначены для использования, в первую очередь, в высокоскоростных средствах связи, быстродействующих системах сбора/обработки данных, в высокоточных медицинских и измерительных приборах, автоматизированном контрольном оборудовании, сканерах, анализаторах спектра и т.п.

Микросхемы АЦП AD9240/43 и AD9220/23/21 построены на основе единой базовой архитектуры и различаются между собой, главным образом, значением основных параметров (частотой и разрядностью преобразования, а также потребляемой мощностью, типом корпуса и др.). В этих АЦП применяется четырехступенчатая конвейерная архитектура, в которой формируются дополнительные разряды, используемые для коррекции ошибки на второй, третьей и четвертой ступенях. Вследствие конвейерной архитектуры этих АЦП данные преобразования поступают на выход АЦП с задержкой в три тактовых цикла (рис. 3). Основные параметры рассматриваемых в статье АЦП приведены в таблице.

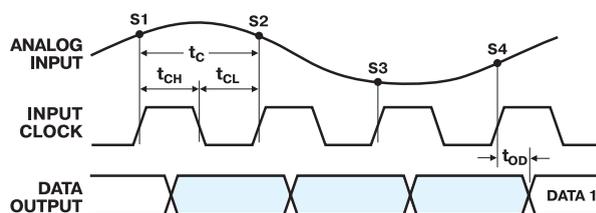


Рис. 3. Временная диаграмма вывода данных

**AD9240/43** – одноканальные 14-разрядные конвейерные АЦП с максимальной частотой выборки 10 МГц [2, 3]. Отношение сигнал/шум составляет 78.5 дБ (типичное значение), пропуски кодов отсутствуют. Структурная схема микросхемы AD9240 приведена на рис. 4.

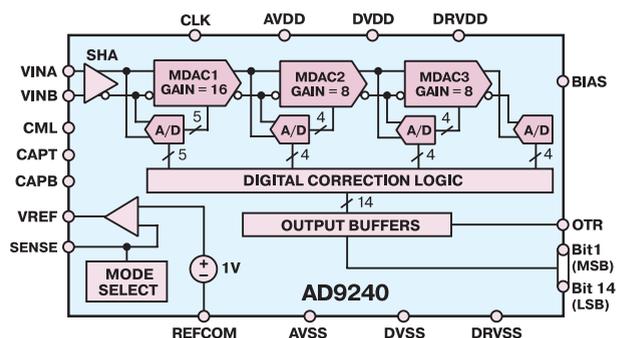


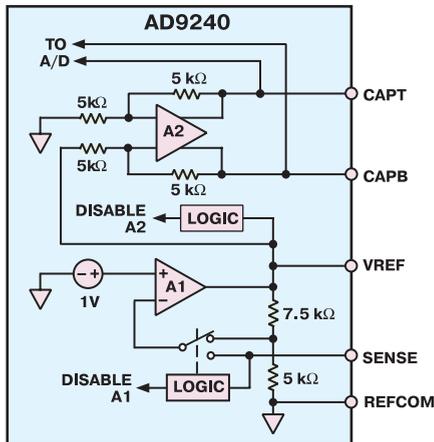
Рис. 4. Структурная схема АЦП AD9240

**AD9220/23/21** – одноканальные 12-разрядные конвейерные АЦП с максимальной частотой выборки 10 МГц [4]. Пропуски кодов отсутствуют.

АЦП AD9240/43 и AD9220/21/23 имеют встроенный источник эталонного напряжения. Эквивалентная электрическая схема формирования эталонного напряжения приведена на рис. 5. Благодаря возможности изменения коэффициента усиления соответствующим образом

#### Основные параметры АЦП

Наименование параметра	AD7621	AD9240	AD9243	AD9220	AD9223	AD9221
Макс. частота преобразования, МГц	3	10	3	10	3	1.5
Разрядность, бит	16	14	14	12	12	12
Интегральная нелинейность, ЕМР	максимальная $\pm 2$ типичная $\pm 1$	$\pm 2.5$	$\pm 2.5$	$\pm 0.5$	$\pm 0.5$	$\pm 0.4$
Отношение сигнал/шум, дБ	90	76	76	70	70	70
Принцип работы АЦП	последовательного приближения (SAR)	конвейерный				
Выходной интерфейс	параллельный + последовательный +	+ -				
Напряжение встроенного источника эталонного напряжения, В	2.048	1.0/2.5				
Потребляемая мощность, мВт	максимальная 86 типичная 70	330 285	145 110	310 254	130 100	70 59
Напряжение питания, В	аналоговых микросхем 2.5 цифровых схем 2.3...5.5	5 3/5				
Диапазон рабочих температур, °С	-40...85	-40...85				
Число выводов и тип корпуса	48-LQFP, 48-LFCSP	44-MQFP	28-SOIC, 28-SSOP			



**Рис. 5. Эквивалентная схема формирования эталонного напряжения**

щего (A1) выходного усилителя можно изменять напряжение на выходе VREF (см. рис. 5). Таким образом, можно получить два значения эталонного напряжения:  $1000 \pm 14$  или  $2500 \pm 35$  мВ. Выбор эталонного напряжения осуществляется на аппаратном уровне установкой уровня "лог. 0" или "лог. 1" на входе SENSE. Предусмотрена также возможность работы с внешним источником эталонного напряжения.

Микросхемы АЦП AD9240/43 выпускаются в корпусе типа 44-MQFP (размерами 13.45×13.45 мм). Микросхемы AD9220/21/23 – в корпусах типа 28-SOIC (размерами 18.10×10.65 мм) или 28-SSOP (10.5×8.2 мм). Диапазон рабочих температур от -40 до 85 °С.

**AD7621**, в отличие от микросхем, рассмотренных выше, – одноканальный 16-разрядный АЦП поразрядного уравнивания (SAR) с максимальной частотой выборки 3 МГц [5]. Отношение сигнал/шум составляет 90 дБ (типовое значение), пропуски кодов отсутствуют, интегральная нелинейность не более  $\pm 2$  EMP (единиц младшего разряда), типовое значение  $\pm 1$  EMP.

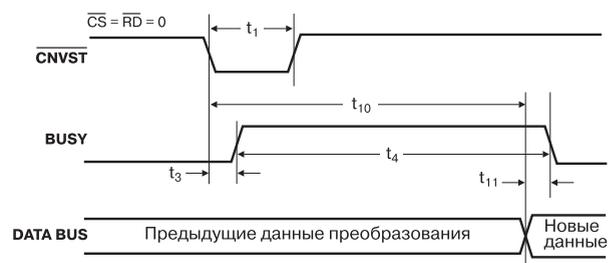
АЦП AD7621 имеет три режима работы, которые отличаются между собой скоростью преобразования и уровнем потребляемой мощности. В режиме Wideband warg максимальная частота преобразования составляет 3 МГц, а потребляемая мощность – не более 86 мВт (типовое значение 65 мВт). В режимах Normal mode и Impulse mode частота преобразования 2 и 1.25 МГц, а потребляемая мощность соответственно 60 и 50 мВт. Для передачи данных используется 8-/16-разрядный параллельный или последовательный интерфейс (последний совместим с протоколами SPI, QSPI, MICRO-WIRE). На рис. 6 приведена одна из возможных временных диаграмм вывода данных через параллельный порт АЦП в режиме master parallel interface. Для работы в этом режиме на входах микросхемы CS и RD необходимо установить уровень лог. "0" [5].

Линии вывода последовательного порта мультиплексированы с линиями вывода данных параллель-

ного порта. Переключение осуществляется на аппаратном уровне. Максимальная частота внешнего тактового сигнала при передаче данных через последовательный порт составляет 80 МГц. Напряжение цифровых сигналов совместимо по уровню с входными и выходными сигналами логических микросхем и микропроцессоров, напряжение питания которых составляет 2.5, 3.3 или 5.0 В. Выходные данные могут быть представлены в прямом двоичном или дополнительном коде. АЦП AD7621 содержит встроенный буферизированный источник эталонного напряжения (2.038...2.058 В). Соответственно напряжение входного сигнала равно  $\pm 2.048$  В. Предусмотрена также возможность работы с внешним источником эталонного напряжения. Кроме того, микросхема AD7621 снабжена встроенным температурным датчиком. Выход датчика подключен к одному из выводов микросхемы (TEMP). Чувствительность датчика 0.85 мВ/°С.

Микросхемы АЦП AD7621 выпускаются в корпусах типа 48-LQFP (размерами 9×7 мм) или 48-LFCSP (7.00×6.75 мм). Диапазон рабочих температур -40...85 °С.

При подключении выходного порта микросхем AD9240/43 и AD9220/21/23 к PPI-порту сигнальных процессоров ADSP-BF5xx сигнал тактовой частоты (см. рис. 3) следует подключить ко входу PPI\_CLK, а выходную шину данных (D0...D11/D13) АЦП – к линиям данных порта PPI (PPI0...PPI13/PPI13). На практике часто возникает необходимость ввода сравнительно небольшого по длительности аналогового сигнала (к примеру, длительностью в несколько миллисекунд). В этом случае в начале каждого интервала необходимо формировать стартовый сигнал, который следует подключить ко входу PPI\_FS1, что позволит, настроив соответствующим образом регистр PPI\_DELAY контроллера PPI, исключить из потока данных три первые "пустые" выборки АЦП.



$$\begin{aligned}
 t_1 &= (15 \dots 70) \text{ нс} \\
 t_3 &= 32 \text{ нс (макс.)} \\
 t_4 &= 283 \text{ нс (макс. при тактовой частоте 3 МГц)} \\
 t_{10} &= 283 \text{ нс (макс. при тактовой частоте 3 МГц)} \\
 t_{11} &= 2 \text{ нс}
 \end{aligned}$$

**Рис. 6. Временная диаграмма вывода данных через параллельный порт АЦП**

При использовании микросхемы AD7621 (в случае приема непрерывного потока данных) из сигналов, формируемых выходным портом АЦП, следует выбрать сигнал, стробирующий данные на параллельной шине АЦП, и подключить его ко входу PPI\_CLK. Выходная шина данных (D0...D15) АЦП подключается к соответствующим линиям данных PPI-порта.

Исчерпывающую информацию о работе рассмотренных типов АЦП и примеры подключения этих микросхем можно найти в литературе, приведенной в [2-5].

Более полную информацию о возможностях сигнальных процессоров семейства Blackfin и АЦП, выпускаемых фирмой Analog Devices, можно найти в сети Интернет по адресу: <http://www.analog.com>.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Interfacing the ADSP-BF535 Blackfin<sup>®</sup> Processor to High-Speed Converters (like those on the AD9860/2) over the External Memory Bus. – Analog Devices, 2003 ([www.analog.com](http://www.analog.com)).

2. Complete 14-Bit, 10 MSPS Monolithic A/D Converter AD9240. – Analog Devices, 1998 ([www.analog.com](http://www.analog.com)).

3. Complete 14-Bit, 3.0 MSPS Monolithic A/D Converter AD9243. – Analog Devices, 1998 ([www.analog.com](http://www.analog.com)).

4. Complete 12-Bit 1.5/3.0/10.0 MSPS Monolithic A/D Converters AD9221/AD9223/AD9220. – Analog Devices, 2003 ([www.analog.com](http://www.analog.com)).

5. 16-Bit, 2 LSB INL, 3 MSPS PulSAR<sup>®</sup> ADC AD7621. – Analog Devices, 2005 ([www.analog.com](http://www.analog.com)).

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](http://www.vdmais.kiev.ua)



## EPSCOS

### Компоненты 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](mailto:info@symmetron.com.ua)  
[www.symmetron.com.ua](http://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](mailto:kharkov@symmetron.com.ua)

## ИМС ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ Automotive ICs

Том 5, выпуск 4, 2005

Информационный бюллетень фирмы Analog Devices

### В этом номере

DSP в составе новых автомобильных систем ..	12
Средства программирования для аудиосистем .....	13
Монитор/драйвер для светодиодных фар .....	13
Телекоммуникационные системы для автомобильной промышленности .....	14
Преобразователи "емкость-код" .....	15
Цифровые потенциометры для автомобильной электроники.....	15
Микроконтроллеры для систем сбора данных .....	16
Температурные сенсоры ..	16
Сенсоры контроля концентрации выбросов ..	17
Ключи и мультиплексоры для автомобильной электроники .....	17
Программируемые усилители в автомобильной электронике .....	18
Усилитель для съема напряжения с катушки индуктивности.....	19
Дифференциальные усилители .....	19
Драйвер для видеосигналов .....	20
Интерфейс для полноцветных автомобильных дисплеев .....	20
DDS-синтезатор для автомобильных радаров ..	21
Акселерометр и гироскоп для автомобильной электроники .....	22

### Аналоговые, аналого-цифровые и цифровые ИМС для систем автомобильной электроники

#### Инновационные технологии обеспечивают высокое качество ИМС

Фирма Analog Devices разрабатывает, производит и поставляет на мировой рынок высококачественные аналоговые, аналого-цифровые и цифровые ИМС для систем автомобильной электроники. Многие ИМС этой фирмы стали промышленными стандартами благодаря высокому качеству, уровню интеграции и оптимальной стоимости. Эти ИМС имеют широкие возможности: они обрабатывают в реальном времени сигналы датчиков температуры, давления, скорости, ускорения, звуковые и электрические сигналы, преобразуют их в цифровой код с последующей цифровой обработкой.



Семейство ИМС для систем автомобильной электроники производства фирмы Analog Devices включает сенсоры, усилители, АЦП, ЦАП, цифровые сигнальные процессоры, ИМС для аудиосигналов и управления электропитанием, супервизоры, мультиплексоры, интерфейсы, опорные источники и т.д. Кроме того, разработчики законченных автомобильных систем могут оптимизировать их параметры благодаря использованию заказных БИС (ASIC) производства фирмы Analog Devices.

#### Качество и надежность

Применяя ИМС фирмы Analog Devices в системах автомобильной электроники, пользователь ожидает получить высокий уровень надежности и качества обслуживания. Программа качества фирмы Analog Devices (Total Quality Management – TQM) отвечает всем современным требованиям. В мире работает более 250 TQM-бригад этой фирмы, усилия которых направлены на постоянное совершенствование параметров ИМС.

Фирма Analog Devices является одним из основных поставщиков ИМС для автомобильной промышленности. Ее предприятия по выпуску ИМС для систем автомобильной электроники имеют сертификаты качества QS-9000. Методы и средства фирмы Analog Devices для испытания на надежность ИМС и повторяемость характеристик датчиков заслужили признание во всем мире. Все виды деятельности фирмы, такие как разработка, производство, испытания, дистрибуция, имеют международные сертификаты качества.



**Подробно ознакомиться с программой качества фирмы Analog Devices можно по адресу: [www.analog.com/quality](http://www.analog.com/quality).**

**Информацию о том, как получить образцы, технические описания (data sheets) и дополнительные сведения об ИМС, можно найти на web-сайте: [www.analog.com/bulletins/Vol5auto](http://www.analog.com/bulletins/Vol5auto).**

**ANALOG  
DEVICES**

Перевод с английского  
В. Романова.

## Модульные и интегральные сигнальные процессоры в составе новых автомобильных систем информатики



Средства автомобильной информатики – динамично развивающийся рынок электронных компонентов, включающий многоканальные аудио- и DVD-системы, навигационные системы и системы безопасности. Фирма Analog Devices поставляет на рынок автомобильной электроники широкий набор сигнальных процессоров. Это отличающийся невысокой стоимостью SigmaDSP, эффективный SHARC DSP для аудиоприменений и Blackfin DSP для систем средней производительности.

Фирма Analog Devices предлагает SigmaDSP для использования в аудиосистемах среднего класса, в его составе 28-разрядный сигнальный процессор с высококачественными аналоговыми периферийными устройствами. Этот процессор обрабатывает звуковые сигналы в эквалайзерах благодаря использованию алгоритмов, разработанных фирмами-партнерами, таких как Dolby Prologic II. Для аудиосистем высокого качества фирма Analog Devices предлагает аудиопроцессоры семейства SHARC.

В автомобильных аудио- и видеосистемах на основе стандарта MP3 предлагается использовать семейство сигнальных процессоров Blackfin, имеющих в своем составе 32-разрядное RISC-ядро, 16-разрядный умножитель-аккумулятор, 8-разрядный видео-процессор. Применение такого процессора позволяет исключить дополнительные компоненты для обработки сигналов.

Многофункциональная платформа сигнальных процессоров фирмы Analog Devices отвечает требованиям, предъявляемым как к современным, так и к перспективным системам автомобильной электроники.

Кроме сигнальных процессоров фирма Analog Devices производит широкий набор аналоговых и аналого-цифровых ИМС для автомобильных аудиосистем. К ним относятся аудиокодеки, усилители класса D и др.



### Аудиоусилители

- AD8532 – сдвоенный недорогой с одним источником питания и током нагрузки 250 мА
- AD8592 – сдвоенный, rail-to-rail по входу/выходу, с одним напряжением питания, током нагрузки 250 мА и экономичным режимом потребления

### Аудиоусилители мощности

- AD1990 – стереоусилитель класса D с выходной мощностью 5 Вт
- AD1992 – стереоусилитель класса D с выходной мощностью 10 Вт
- AD1994 – стереоусилитель класса D с выходной мощностью 25 Вт
- AD1996 – стереоусилитель класса D с выходной мощностью 40 Вт

### Мониторинг электропитания

- ADM809 – микропроцессорный супервизор с сигналом начальной установки низкого уровня, корпус 3-SOT23 или SC70

### Аудиопроцессоры

- AD1953 SigmaDSP – цифровой аудиопроцессор, 26/52 разряда, 3-канальный ЦАП, девять цифровых I/O
- AD1940 SigmaDSP – цифровой аудиопроцессор, 28/56 разрядов, 16 цифровых I/O

- ADAU1421 SigmaDSP – цифровой аудиопроцессор, 28/56 разрядов, кодек с двумя АЦП и восьмью ЦАП, 16 цифровых I/O

### АудиоЦАП

- AD1833A – многоканальный 24-разрядный сигма-дельта ЦАП с частотой выборки 192 кГц
- AD1852A – 24-разрядный сигма-дельта стерео-ЦАП с частотой выборки 192 кГц

### Аудиокодеки

- AD1835A – кодек с тактовой частотой 96 кГц, содержит два АЦП и восемь ЦАП с дифференциальными выходами
- AD1836A – кодек с тактовой частотой 96 кГц, содержит четыре АЦП и шесть ЦАП с дифференциальными выходами
- AD1938 – кодек с тактовой частотой 192 кГц, содержит ФАПЧ, четыре АЦП и восемь ЦАП с одинарными выходами
- AD1939 – кодек с тактовой частотой 192 кГц, содержит ФАПЧ, четыре АЦП и восемь ЦАП с дифференциальными выходами

### Встроенные процессоры

- Blackfin – микроконтроллер и DSP для обработки сигналов в системах среднего класса
- SHARC – высококачественный аудиопроцессор

Информацию о том, как получить образцы, технические описания (data sheets) и дополнительные сведения об ИМС, можно найти на web-сайте: [www.analog.com/bulletins/Vol5auto](http://www.analog.com/bulletins/Vol5auto).

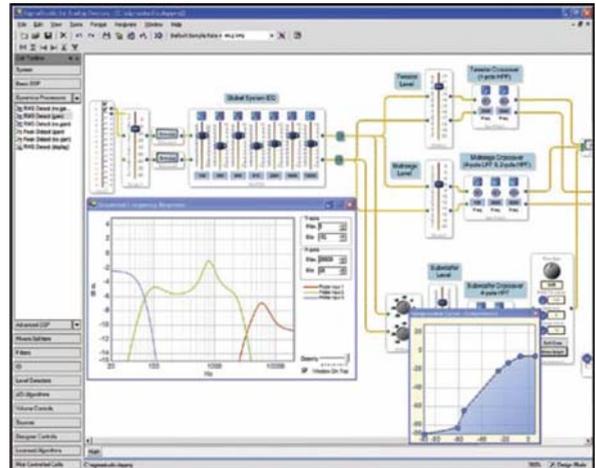
## Новые графические средства программирования облегчают проектирование аудиосистем



В настоящее время разработчики аудиосистем бытового и автомобильного назначения испытывают серьезные трудности при их проектировании. Фирма Analog Devices разработала две уникальные отладочные системы для графического проектирования аудиоприложений – это SigmaStudio и VisualAudio. Новый графический интерфейс пользователя позволяет разработчикам аналоговых узлов и блоков для цифровой обработки сигналов проектировать аудиоканалы с высокой точностью за более короткий промежуток времени.

Новая отладочная среда построена на основе гибкой платформы программного обеспечения и позволяет уменьшить стоимость проектирования, сократить время разработки и увеличить надежность аудиосистем. Инженерные решения отличаются высокой эффективностью, время продвижения новых проектов на рынок существенно снижается.

Подробную информацию о новых программных продуктах можно получить по адресу: [www.analog.com/processors/tools](http://www.analog.com/processors/tools) и [www.analog.com/sigmastudio](http://www.analog.com/sigmastudio).



## Монитор/драйвер постоянного напряжения для управления светодиодными фарами

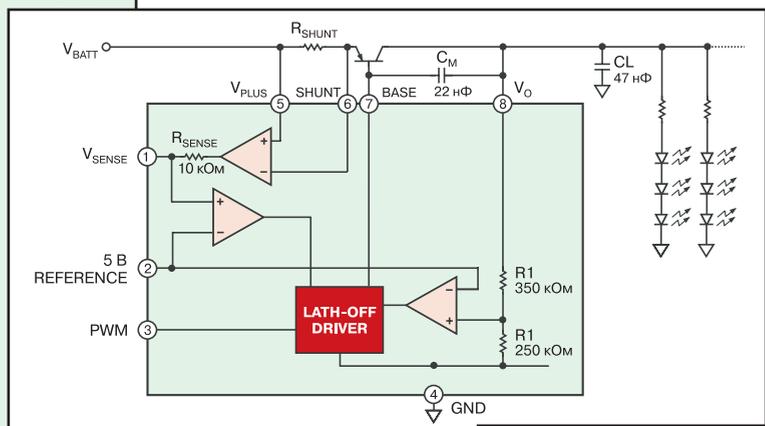


В автомобильных осветительных системах на смену лампам накаливания приходят светодиодные фары. Это позволяет улучшить эффективность и увеличить время эксплуатации, удовлетворить всевозрастающие требования к эстетическому виду автомобильных фар. Кроме того, новые светодиодные фары имеют более высокую надежность, защиту от частичного выключения, невысокую мощность управления, обеспечены контролем яркости и имеют невысокую стоимость.



ИМС монитора/драйвера AD8240 для управления светодиодными фарами позволяет оптимизировать параметры за счет защиты от перегрева, обеспечивает управление яркостью, контроль отказов, причем выходное управляющее напряжение постоянного тока практически не зависит от изменения температуры окружающей среды. Совместно с внешним транзистором AD8240 формирует напряжение питания светодиодной матрицы 12 В (как это показано на рисунке), при этом осуществляется мониторинг входного напряжения и защита от короткого замыкания. Контроль частичных отказов позволяет оптимально управлять яркостью фар и поддерживать достаточную яркость сигнализации торможения. Предусмотрена защита светодиодов от ложного отключения или разрыва цепи питания. Выход по постоянному напряжению позволяет минимизировать стоимость и сложность системы управления автомобильным освещением. Один и тот же проводник осуществляет подачу питания (роль "земли" выполняет шасси) и обеспечивает мониторинг и контроль тока питания при включении сигнальных огней. Дополнительное снижение стоимости обеспечивается исключением индуктора из цепи управления автомобильными огнями. ИМС AD8240 отвечает требованиям, предъявляемым к системам автомобильного освещения, и выпускается в корпусе 8-MSOP.

- ШИМ-вход для управления яркостью светодиода
- контроль режима холостого хода светодиода
- защита от превышения тока потребления
- стабилизация постоянного напряжения питания
- диапазон напряжений питания от 9 до 27 В
- диапазон стабилизации напряжения питания от 12.5 до 27 В
- ток потребления 300 мкА
- ток потребления в режиме покоя 10 мкА
- диапазон рабочих температур от -40 до 125 °С



### ПРИМЕНЕНИЕ

- автомобильные фары

## Системы телематики производства фирмы Analog Devices для автомобильной промышленности



**В** настоящее время наблюдается быстрое развитие автомобильных навигационных систем, аудио- и видео- систем, систем связи, не требующих ручного управления. К таким системам предъявляются высокие требования по обеспечению надежности, особенно при организации связи и управления. Кроме того, такие системы должны быть оптимальными по стоимости.

**Телекоммуникации**

- физический уровень подключения мобильного телефона к системе аварийного оповещения, организация мобильной Bluetooth-сети
- подключение к хост-процессору

**Навигационные системы**

- GPS-системы
- определение координат по скорости движения, курсу и времени

**Решение**

Фирма Analog Devices имеет широкий набор ИМС и других средств для систем автомобильной телематики. Это цифровые сигнальные процессоры семейства Blackfin, многочисленные аналоговые ИМС, программное обеспечение, отладочные средства, которые позволяют создавать эффективные системы автомобильной телематики.

**Обработка речи**

- распознавание речи
- преобразование текста в голосовое сообщение
- подавление шумов и эхо-сигналов от одного или нескольких микрофонов

**Обработка аудиосигналов**

- системы декодирования FM/MPX/MP3
- блок считывания данных с CD-ROM
- широкополосный стереоэквалайзер
- управление уровнем громкости, настройка

**Встроенные процессоры**

- высококачественный процессор Blackfin DSP ADSP-BF532
- процессор Blackfin DSP для обработки видеоизображений ADSP-BF533
- процессор Blackfin DSP для автомобильных систем ADSP-BF534

**АЦП**

- AD1871: сигма-дельта АЦП для стереоаудиосигналов с разрешением 24 бит и частотой выборки 96 кГц
- AD7923: 4-канальный 12-разрядный АЦП с частотой выборки 200 кГц и блоком управления выбором канала
- AD7924: 4-канальный 12-разрядный АЦП с частотой выборки 1 МГц и блоком управления выбором канала

**Радиочастотные чипсеты**

- чипсет GPS-приемника ADSST-NAV2400
- чипсет GPS-приемника ADSST-NAV2500

**Акселерометр**

- ADXRS150: датчик угловой скорости

**Усилители мощности**

- SSM2211: усилитель мощности с малым уровнем искажений и выходной мощностью 1.5 Вт
- SSM2250: моноусилитель мощности с выходной мощностью 1.5 Вт и стереоусилитель с выходной мощностью 250 мВт

**Аналоговые интерфейсы**

- AD73311L: одноканальный аналоговый процессор с напряжением питания 3 В для систем общего назначения, включая телефонию и речевые сигналы
- AD73322L: двухканальный аналоговый процессор с напряжением питания 3 В для систем общего назначения, включая телефонию и речевые сигналы

**Мониторинг электропитания**

- ADM809: микропроцессорный супервизор с активным сигналом запуска низкого уровня в корпусе 3-SOT23 или SC70

**Предварительный усилитель**

- SSM2167: микрофонный предусилитель сигналов низкого уровня с кодеком, выполняющим компрессию сигнала и уменьшение уровня шумов

**Аудиокодеки**

- AD74111: 24-канальный сигма-дельта кодек с входным/выходным напряжением 2.5 В
- AD1836A: кодек, содержащий 4 АЦП и 6 ЦАП (с дифференциальными выходами) с частотой выборки 96 кГц

**Операционные усилители**

- AD8591: одноканальный, CMOS, rail-to-rail по входу/выходу с одним источником питания, выходным током ±250 мА и экономичным режимом
- ADA4851-x: недорогой, быстродействующий, rail-to-rail по выходу с экономичным режимом

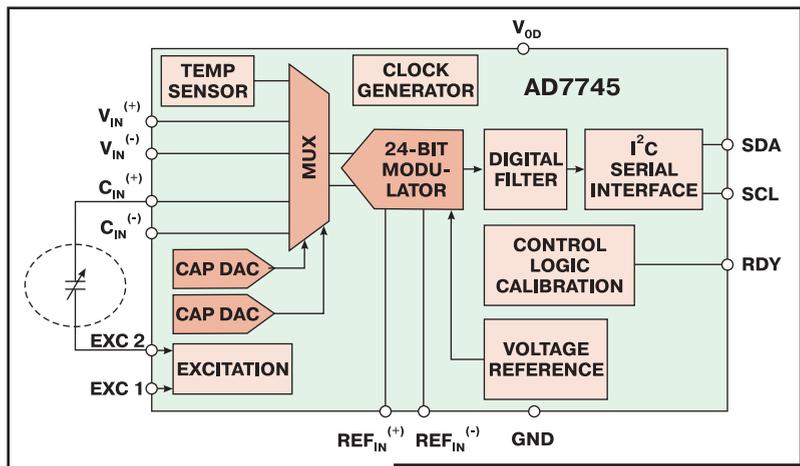
**Информацию о том, как получить образцы, технические описания (data sheets) и дополнительные сведения об ИМС, можно найти на web-сайте: [www.analog.com/bulletins/Vol5auto](http://www.analog.com/bulletins/Vol5auto).**

## Новые прецизионные преобразователи "емкость-код" для применения в системах автомобильной электроники



Датчики положения на основе эффекта Холла широко применяются в системах автомобильной электроники. Благодаря новому семейству преобразователей "емкость-код" производства фирмы Analog Devices разрешение этих датчиков существенно возросло. Кроме того, применение этих датчиков позволяет повысить точность привода рулевого управления, положения педалей газа, что в свою очередь увеличивает безопасность управления автомобилем в целом.

Емкостные сенсоры имеют широкое применение. Они обеспечивают высокую чувствительность и устойчивость и имеют невысокую стоимость. Преобразователи "емкость-код" семейства AD774x позволили улучшить разрешение синусно-косинусных исполнительных механизмов до 4 аФ (среднеквадратичное значение) в диапазоне 4 дюйма. Возможна поставка оценочных плат преобразователей семейства AD774x.



### ПРИМЕНЕНИЕ

- измерители давления
- датчики положения
- датчики потока
- датчики влажности
- датчики обнаружения примесей

### Особенности преобразователей семейства AD774x

- разрешение не хуже 4 аФ (эквивалентно 21 двоичному разряду)
- погрешность 4 фФ
- ток потребления 700 мкА
- нелинейность  $\pm 0.01\%$
- диапазон рабочих температур от  $-40$  до  $125$  °C
- тип корпуса 16-TSSOP

Подробную информацию о преобразователях семейства AD774x можно найти по адресу: [www.analog.com/CDC](http://www.analog.com/CDC).

## Цифровые потенциометры облегчают проектирование автомобильных систем



Цифровые потенциометры фирмы Analog Devices отвечают требованиям по надежности и механической прочности, предъявляемым к системам автомобильной электроники. Они применяются в автомобильных навигационных системах, измерительных каналах для линейаризации характеристик сенсоров, в системах освещения автомобиля и управления двигателем. Компактные, управляемые контроллером ИМС потенциометров AD5227 и AD5228 являются идеальными для применения в системах управления уровнем громкости аудиоаппаратуры, особенно, если возможность управления вручную ограничена. В системах управления ЖКИ-панелями, энергонезависимой памятью ИМС AD5258/AD5232/AD5254 заменяют электромеханические потенциометры, что позволяет обеспечить программную подстройку с помощью специальных контроллеров. AD5231/AD5254 используются в приборной панели для регулировки и калибровки спидометров. ИМС AD5207 применяются для упрощения калибровки резервной камеры дистанционного измерения расстояния.

Подробную информацию об ИМС цифровых потенциометров можно найти по адресу: [www.analog.com/digitalpots](http://www.analog.com/digitalpots).

Тип ИМС	Число каналов	Разрешение (число шагов)	Тип интерфейса	Номинальное сопротивление, кОм	Диапазон напряжений, В	ТКН, ppm/°C	Тип корпуса
<b>Энергозависимая память</b>							
AD5228	1	32	кнопки	10, 50, 100	5.5	35	8-SOT23
AD5227	1	64	контроллер	10, 50, 100	5.5	35	8-SOT23
AD5207	2	256	SPI	10, 50, 100	$\pm 3/5.5$	500	14-TSSOP
<b>Энергонезависимая память</b>							
AD5258			I <sup>2</sup> C	1, 10, 50, 100	5.5	300	10-MSOP
AD5232	1	64	SPI	10, 50, 100	3/5.5	300	16-TSSOP
AD5254	2	256	I <sup>2</sup> C	1, 10, 50, 100	3/5.5	300	20-TSSOP

[www.analog.com/bulletins/Vol5auto](http://www.analog.com/bulletins/Vol5auto)

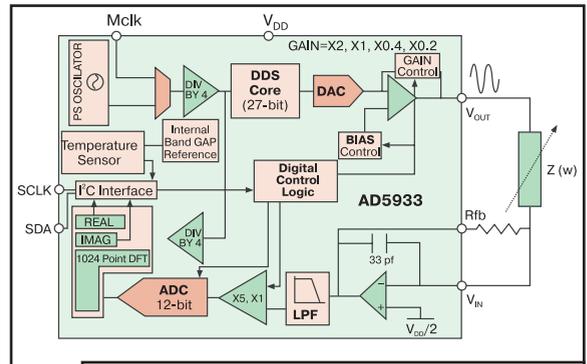




## Новые сенсоры контроля концентрации выбросов двигателей внутреннего сгорания

Развитие автомобильных систем сбора данных привело к широкому использованию сенсоров с чувствительным элементом, выполненным в виде импеданса. К таким сенсорам относятся устройства для анализа и контроля концентрации выбросов двигателей внутреннего сгорания. На выходе такого сенсора формируется частотный сигнал, анализ амплитуды и фазы которого позволяет вычислить значение искомого импеданса. До последнего времени создание таких устройств требовало сложной обработки сигнала, при этом использовалось большое число дискретных компонентов, увеличивалось время проектирования и снижалась его эффективность.

ИМС AD5933 и AD5934 – первые в мире интегральные преобразователи импеданса, в составе которых имеются частотные генераторы и 12-разрядные АЦП (AD5933 с частотой выборки 1 МГц, AD5934 – 250 кГц). Частотный генератор возбуждает комплексное сопротивление, величина которого находится в диапазоне от 100 Ом до 10 МОм, сигналом с частотой, приблизительно равной 100 кГц. Отклик с выхода комплексного сопротивления, которое может содержать активную и реактивную (емкостную и индуктивную) составляющие, поступает на вход АЦП в составе этой ИМС, а затем обрабатывается с помощью встроенного DSP, использующего ДПФ (дискретное преобразование Фурье). ДПФ-алгоритм позволяет вычислить реальное значение активного сопротивления и значения реактивных сопротивлений в каждой заданной точке частоты качания. Отсюда легко вычислить значение импеданса и откалибровать систему контроля концентрации выбросов.



### ПРИМЕНЕНИЕ

- измерители импедансов
- химические сенсоры
- сенсоры обнаружения вредных примесей
- мониторинг выбросов аккумуляторных батарей
- системы неразрушающего контроля
- мониторинг антикоррозийных покрытий
- анализ свойств материалов

### ОСОБЕННОСТИ

- максимальная частота выходного напряжения возбуждения 100 кГц
- диапазон измеряемого с точностью 0.5% импеданса от 0.1 кОм до 10 МОм
- DSP для вычисления (с помощью алгоритма ДПФ) мнимой и действительной составляющих импеданса
- разрешение по частоте возбуждения эквивалентно 21 двоичному разряду (<0.1 Гц)
- качание частоты возбуждения задается через последовательный интерфейс I<sup>2</sup>C
- разрешение АЦП с выборкой 12 бит
- частота выборки АЦП до 1 МГц, интегральная нелинейность ±1 EMP
- встроенный температурный сенсор с погрешностью ±2 °С
- диапазон рабочих температур от -40 до 125 °С

## Ключи и мультиплексоры для применения в системах автомобильной электроники

Фирма Analog Devices является ведущим поставщиком ИМС ключей и мультиплексоров для применения в системах автомобильной электроники. Они используются в автомобильных, телевизионных и аудиосистемах, автомобильных радарх, в системах управления антеннами и т.п. Для ускорения разработки фирма Analog Devices предлагает широкий выбор таких ИМС, выполненных в разных корпусах. Эти ИМС могут быть использованы в сложных условиях эксплуатации, характерных для автомобильных систем.

**Подробную информацию об этих ИМС можно получить по адресу: [www.analog.com/switch-mux](http://www.analog.com/switch-mux).**

Тип ИМС	Напряжение питания, В	Конфигурация	Типовое сопротивление замкнутого ключа, Ом	Типовая емкость разомкнутого ключа, пФ	Полоса частот пропускания, МГц	Особенности	Тип корпуса
ADG1211/ ADG1212/ ADG1213	±15, 12, ±5	4 однополюсных на одно направление	120	2	700	минимальная емкость разомкнутого канала 1 пФ, инжекционный заряд 1 пК	16-TSSOP, 16-LFCSP
ADG1408/ ADG1409	±15, 12, ±5	8 одинарных каналов, 4 диффер. канала	3	15	50	максимальное сопротивление замкнутого ключа 5 Ом	16-TSSOP, 16-LFCSP
ADG804	1.65...3.6	4 канала	0.5	24	33	4-канальный мультиплексор	10-MSOP
ADG849	1.8...5.5	однополюсный на два направления	0.5	52	38	CMOS-ключ	5-SC70
ADG859			–	–	–		SOT66
ADG819			0.5	80	17		WLCSP, 6-SOT23, 6-MSOP

## Программируемые усилители с фильтрацией электромагнитных помех



Разработчики электромагнитных компонентов для автомобильной промышленности должны обеспечивать высокую надежность, возможность обработки аналоговых сигналов в измерительном канале, начиная от сенсора до АЦП, и невысокую стоимость этих компонентов. Кроме того, эти ИМС должны выполнять коррекцию погрешностей сенсора.

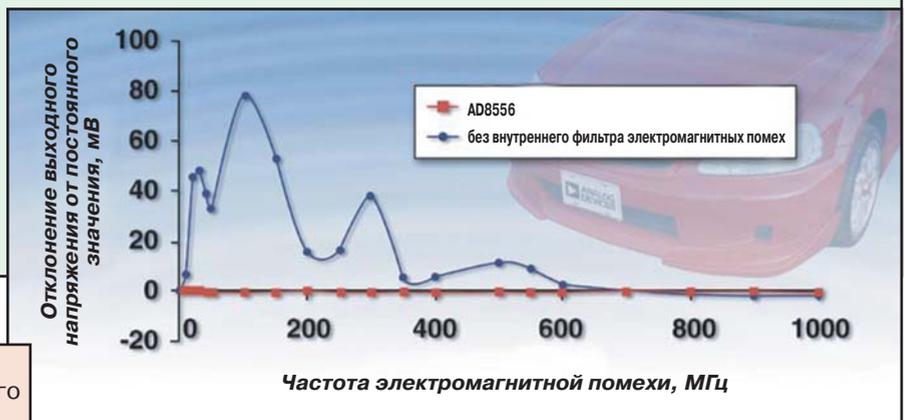


ИМС AD8555 и AD8556 – высокоинтегрированные прецизионные программируемые усилители, обеспечивающие обработку аналоговых сигналов в измерительном канале. Коэффициент усиления программируется в диапазоне от 70 до 1280 через однопроводный интерфейс, напряжение смещения нуля корректируется в зависимости от величины напряжения питания. Усилитель AD8555 может быть перепрограммирован в соответствии с моделью погрешности измерительного канала.

Параметры усилителя AD8555: входное напряжение смещения нуля 10 мкВ, температурный дрейф этого напряжения 60 нВ/°С в диапазоне рабочих температур. Параметры усилителя AD8556: входное напряжение смещения нуля 11 мкВ, температурный дрейф этого напряжения 65 нВ/°С в диапазоне рабочих температур. Оба усилителя выполнены по запатентованной фирмой Analog Devices технологиям Auto-Zero и DigiTrim, обеспечивающим высокую точность обработки аналоговых сигналов в измерительном канале. Усилители AD8555 и AD8556 имеют много встроенных функций: они позволяют определять режимы обрыва и короткого замыкания, фильтровать низкочастотные сигналы, ограничивать в случае необходимости выходное напряжение. Все это дает возможность использовать их в измерительных каналах АЦП низкого уровня, уменьшать размеры и стоимость законченных изделий за счет исключения дополнительных внешних компонентов. Возможность считывания и изменения корректирующих кодов позволяет повысить эксплуатационную надежность. Работа этих усилителей на большую емкостную нагрузку дает возможность располагать их в непосредственной близости от сенсора и подключать к терминалу длинным кабелем. Подключение внешней емкости к выводу ИМС усилителей FILT дает возможность уменьшить влияние электромагнитных помех на измерительный канал. Усилитель AD8556 имеет встроенные RC-фильтры на каждом из выходов, что дополнительно увеличивает коэффициент ослабления электромагнитных помех.

Усилитель AD8555 предназначен для работы в диапазоне температур от -40 до 125 °С, а AD8556 – в диапазоне температур от -40 до 140 °С.

Оба усилителя отвечают требованиям стандартов AEC-Q100, ISO9001/TS16949, ориентированных на применение ИМС в автомобильной промышленности. Усилители выпускаются в корпусах 8-SOIC и 16-LFCSP размерами 4x4 мм.



### ПРИМЕНЕНИЕ

- сенсоры давления и воздушного потока
- сенсоры уровня топлива
- сенсоры контроля положения пассажиров
- тензометры
- прецизионные датчики тока

- детектирование обрывов и коротких замыканий в кабеле подключения
- устойчивая работа при большой емкости нагрузки
- максимальное напряжение смещения нуля 10 мкВ
- максимальный температурный дрейф смещения нуля 60 нВ/°С
- диапазон рабочих температур AD8555 от -40 до 125 °С
- диапазон рабочих температур AD8556 от -40 до 140 °С

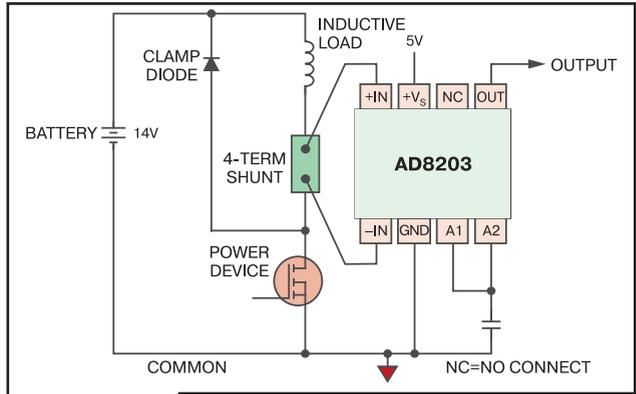
Подробную информацию о DigiTrim и Auto-Zero технологиях можно получить по адресу:  
[www.analog.com/DigiTrimwhitepaper](http://www.analog.com/DigiTrimwhitepaper).

## Высококачественные дифференциальные усилители для съема напряжения с катушки индуктивности



Считыватели токов с катушек индуктивности как низкого, так и высокого уровня должны обеспечивать высокую точность при измерении малых сигналов в резистивных шунтах. Величина шунтирующего резистора выбирается, исходя из противоречивых требований, связанных с уменьшением потерь мощности, с одной стороны, и обеспечением максимального уровня измеряемого сигнала, с другой. Кроме того, при таких измерениях необходимо учитывать особенности организации заземления и других межсоединений.

Дифференциальные усилители AD8202 и AD8203 имеют расширенный динамический диапазон, который выходит за пределы диапазона напряжений питания. При считывании токов высокого уровня с большой точностью эти усилители позволяют использовать недорогие ключи в цепи считывания тока. Коэффициент усиления AD8202 20 В/В и AD8203 – 14 В/В. Имеется возможность программирования коэффициента усиления с помощью внешнего резистора.



- коэффициент усиления AD8203 14 В/В и AD8202 – 20 В/В
- типовой температурный дрейф напряжения смещения нуля 0.3 мкВ/°С
- типовой температурный дрейф коэффициента усиления 1 ppm/°С
- коэффициент ослабления синфазного сигнала в полосе частот от 0 до 10 кГц составляет 80 дБ
- диапазон рабочих температур от -40 до 125 °С

### ПРИМЕНЕНИЕ

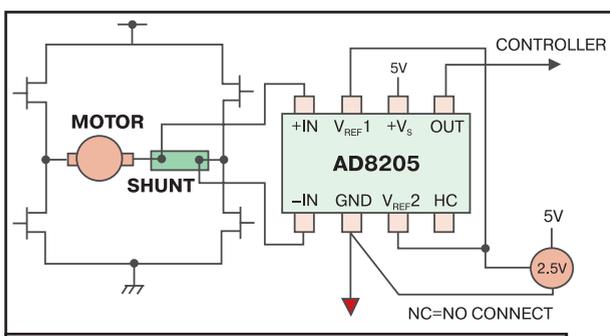
- цепи линейного управления
- цепи ШИМ-управления с соленоидом
- электронные коробки передач
- системы инъекции в дизельных двигателях
- ШИМ-управление бесколлекторными двигателями

**Посетите семинар в сети Интернет по адресу: [www.analog.com/online/seminars](http://www.analog.com/online/seminars) на тему: "Current Sensing in Automotive Solenoid Applications" ("Считывание токов в цепях автомобильной электроники").**

## Дифференциальный усилитель с одним источником питания для управления двигателем



Точное измерение слабых дифференциальных сигналов на фоне высоковольтной синфазной составляющей позволяет обеспечить высококачественное управление двигателями. Усилитель AD8205 – прецизионный дифференциальный усилитель с одним источником питания, который имеет высокую точность в диапазоне больших синфазных



### ПРИМЕНЕНИЕ

- управление серводвигателями (в системах управления дверью, стеклоочистителями, ветровым и дверным стеклами автомобиля)
- гидравлические системы управления
- электрические цепи с индуктивной нагрузкой
- электрические коробки передач
- системы инъекции в дизельных двигателях

сигналов и обеспечивает реверсивный режим управления двигателями, включая управление сервоприводами окна, двери, ветрового стекла и стеклоочистителей автомобиля.

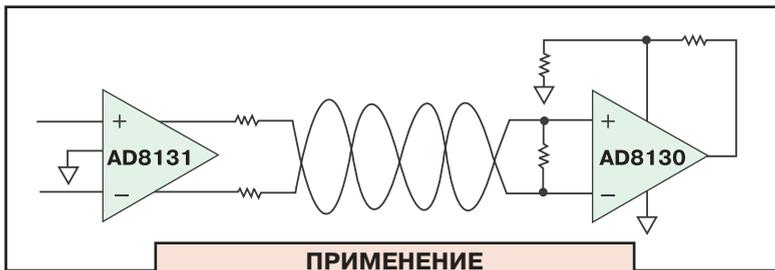
Усилитель AD8205 позволяет усиливать слабые дифференциальные сигналы, поступающие на его вход. При мониторинге больших токов на выходе усилителя включается низкоомный шунт, на котором выделяется дифференциальный сигнал низкого уровня (в милливольтном диапазоне). Усилитель AD8205 усиливает дифференциальный сигнал и ослабляет его синфазную составляющую. Усилитель AD8205 выпускается в корпусе 8-SOIC.

- уровень входного синфазного сигнала от -2 до 65 В
- температурный дрейф напряжения смещения нуля 15 мкВ/°С
- температурный дрейф коэффициента усиления 30 ppm/°С
- ослабление синфазного сигнала в полосе частот от 0 до 20 кГц составляет 80 дБ
- диапазон рабочих температур от -40 до 125 °С

## Дифференциальный драйвер и приемник для видеосигналов



Дифференциальный драйвер AD8131 и приемник AD8130 обеспечивают передачу и прием видеосигналов по витой паре, что позволяет заменить дорогой коаксиальный канал связи. В драйвере AD8131 имеется хорошо согласованный выходной дифференциальный каскад, позволяющий минимизировать электромагнитную помеху. Приемник AD8130 имеет большой коэффициент ослабления синфазного сигнала, что позволяет подавить синфазную помеху на выходе витой пары. Канал передачи видеосигналов, представленный на рисунке ниже, предназначен для использования в системах автомобильной телематики и обеспечения безопасности движения транспортного средства.



**ПРИМЕНЕНИЕ**

- камеры наружного и бокового обзора
- игровые приставки

### Драйвер AD8131

- фиксированный коэффициент усиления, равный 2
- высокое согласование выходных каскадов -60 дБ на частоте 10 МГц
- регулируемая синфазная составляющая выходного сигнала
- частотный диапазон сигнала полной мощности 400 МГц
- максимальная скорость нарастания выходного сигнала 2000 В/мкс
- диапазон рабочих температур от -40 до 125 °С

### Приемник AD8130

- коэффициент ослабления синфазного сигнала 70 дБ на частоте 10 МГц
- входной импеданс по дифференциальному входу 1 МОм
- частотный диапазон сигнала полной мощности 270 МГц
- максимальная скорость нарастания выходного сигнала 1090 В/мкс
- диапазон рабочих температур от -40 до 125 °С



### ИМС AD9985 – интерфейс

для автомобильного дисплея, имеющий диапазон рабочих температур от -40 до 85 °С. Он содержит высококачественный 8-разрядный АЦП и систему тактировки на основе ФАПЧ с минимальным уровнем дрожания импульсов. В интерфейсе имеется функция автоматической калибровки напряжения смещения нуля АЦП, что позволяет исключить калибровку вручную в процессе эксплуатации и тем самым упростить управление дисплеем в целом. В ИМС AD9985, кроме того, предусмотрены регулировка наклона передаточной характеристики, синхронизация процесса обработки сигналов, ограничение генерируемых сигналов и форматирование выходных данных.

ИМС AD9985 имеет все необходимые узлы для кодирования графических и видеосигналов. Применение новой интерфейсной ИМС позволяет уменьшить стоимость законченной системы и ускорить процесс ее проектирования. При этом качество визуализации данных не ухудшается.

## Интерфейс для автомобильного дисплея

Увеличение объема информации, необходимой для управления транспортным средством, привело к появлению бортовых RGB-дисплеев. В настоящее время в разработке находятся автомобильные навигационные системы, видеокамеры, игровые приставки, приемники сигналов спутникового TV. Все перечисленные устройства должны подключаться к средствам визуализации, таким как полноцветные дисплеи. Автомобильные дисплеи по основным параметрам, стоимости, удобству эксплуатации не должны отличаться от современных офисных и домашних дисплеев. В то же время необходимо учитывать, что они эксплуатируются в жестких климатических условиях, однако изменение параметров окружающей среды не должно влиять на качество изображения автомобильных дисплеев.



**Подробную информацию об ИМС AD9985 можно получить по адресу: [www.analog.com/AD9985](http://www.analog.com/AD9985).**

**Информацию о том, как получить образцы, технические описания (data sheets) и дополнительные сведения об ИМС, можно найти на web-сайте: [www.analog.com/bulletins/Vol5auto](http://www.analog.com/bulletins/Vol5auto).**

## Прямые цифровые синтезаторы для генерирования сигналов автомобильных радаров



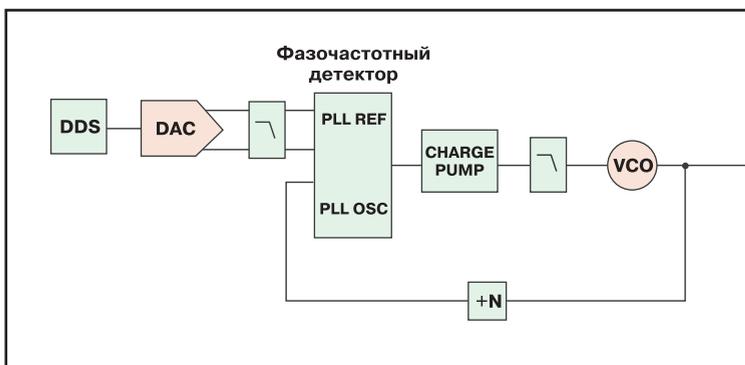
Одним из последних достижений автомобильной электроники является автомобильный радар, который позволяет определить координаты транспортного средства, скорость других транспортных средств и пешеходов и т.п. Если скорость следующего впереди автомобиля снижается, то благодаря радару может быть снижена и скорость автомобиля, находящегося сзади. Если скорость идущего впереди автомобиля увеличится, то скорость автомобиля с радаром вновь принимает заданное программой значение. Совершенствование автомобильных радаров поможет избежать столкновений и других ДТП благодаря автоматизированному управлению тормозной системой и контролю направления движения.

В автомобильных радарх используются генераторы импульсов на основе частотной модуляции. Частотное представление сигналов позволяет использовать более короткие импульсы для обмена данными. Частотно-модулированные сигналы за счет сжатия могут иметь более компактную форму представления. Формирование коротких импульсов возможно на основе диодов Ганна или ГУН, управление которыми выполняется с помощью ЦАП. Отметим, что линейность генераторов развертки в полосе от 100 МГц до 2.4 ГГц должна быть достаточно высокой.



Построить генератор, необходимый для автомобильного радара, можно на основе синтезаторов семейства AgileRF производства фирмы Analog Devices. Синтезаторы этого семейства в одной ИМС содержат ФАПЧ и DDS-синтезатор. ИМС синтезатора AD9956 формирует синусоидальный сигнал частотой до 2.7 ГГц. Синтезатор включает 48-разрядный регистр для задания частоты с необходимым разрешением и 24-разрядный регистр для управления разрешением качания частоты (разрешение может составлять 24 Гц на частоте 400 МГц). В составе генератора имеется масштабируемый генератор накачки заряда, входной делитель в каждом частотно-фазовом канале, а также предусмотрен выходной синхросигнал для управления запуском сигналов.

Существует много схемотехнических решений построения генераторов для автомобильных радаров на основе ИМС AD9956, одно из которых приведено на рисунке. В приведенной схеме DDS-синтезатор используется как опорный генератор целочисленного ФАПЧ-синтезатора. Использование DDS-синтезатора в качестве опорного генератора позволяет минимизировать качание частоты, что обеспечивает высокое качество сигналов опорного генератора. Другим решением является использование DDS-синтезатора в цепи ОС ФАПЧ-синтезатора, который выполняет функцию программируемого целочисленного делителя высокой частоты. В последнем случае используется меньше внешних компонентов (таких, например, как тактовый генератор DDS-синтезатора), но и линейность качания частоты при этом ниже из-за синтеза синусоиды  $1/x$ -функцией. Каждое из рассмотренных решений имеет свои преимущества и недостатки, с которыми можно ознакомиться подробнее в техническом описании (data sheet) на ИМС AD9956.



**Подробную информацию об ИМС семейства AgileRF AD9956 можно получить по адресу: [www.analog.com/AD9956](http://www.analog.com/AD9956).**

DDS-синтезатор используется как опорный генератор ФАПЧ-синтезатора в автомобильном радаре.

## Акселерометры и гироскопы на основе iMEMS-технологий обеспечивают устойчивое управление автомобилем

Управление динамикой автомобиля и скоростью вращения отдельных механизмов требует использования систем, отличающихся высокой устойчивостью в условиях механических нагрузок (ударов и вибраций) и изменений температуры. Построение таких систем невозможно без применения акселерометров и гироскопов.

ИМС ADXRS150 представляет собой твердотельный гироскоп, выполненный на основе iMEMS-технологии. В составе сенсора имеется сигнальный кондиционер, сенсор температуры (позволяющий выполнить калибровку параметров гироскопа) и прецизионный опорный источник. ИМС выполнена в коммерческом исполнении и легко встраивается в цифровую систему управления с самокалибровкой, которая выполняется при активации сенсора.

ИМС ADXL203 представляет собой двухосный акселерометр. Время безотказной работы ИМС достигает  $10^9$  часов. ИМС имеет высокую точность и низкое потребление. В ее состав входит сигнальный кондиционер. ИМС ADXL203 используется для измерения динамического ускорения (параметров вибраций) и статического ускорения (силы притяжения). Полный диапазон составляет  $\pm 1.7$  g, уровень шумов 110 мкг/Гц, чувствительность 1 мг (угол магнитного наклона 0.06°), что позволяет контролировать угол наклона транспортного средства с высокой чувствительностью в полосе не более 60 Гц.

### ADXRS150

- диапазон  $\pm 150$  °/с
- чувствительность 12.5 мВ/°/с
- полоса частот 0.04 кГц
- спектральная плотность шума 0.05 °/с/ $\sqrt{\text{Гц}}$
- нелинейность 0.1% от полной шкалы
- напряжение питания от 4.75 до 5.25 В
- ток потребления 6 мА
- диапазон рабочих температур от -40 до 85 °С
- тип корпуса 32-BGA размерами 7×7×3 мм

### ADXL203

- диапазон  $\pm 1.7$  g
- чувствительность 1000 мВ/g
- погрешность чувствительности  $\pm 6$  мВ/g
- аналоговый выходной сигнал
- полоса частот до 2.5 кГц
- спектральная плотность шума 110 мкг/ $\sqrt{\text{Гц}}$
- напряжение питания от 3 до 6 В
- ток потребления 0.7 мА
- диапазон рабочих температур от -40 до 125 °С
- тип корпуса 8-LCC размерами 5×5×2 мм
- время безотказной работы  $10^9$  часов



### ПРИМЕНЕНИЕ

- определение скорости вращения
- динамический контроль поведения автомобиля
- стабилизация положения средств отображения данных



www.analog.com

### ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОФИС

One Technology Way  
P.O. Box 9106  
Norwood, MA  
02062-9106 U.S.A.  
Тел.: +1 781 329 4700  
Факс: +1 781 326 8703  
Интернет:  
<http://www.analog.com>

### ОФИС В АВСТРИИ

Breitenfurter Strabe 415  
1230 Wien  
Austria  
Тел.: +43-1-8885504-76  
Факс: +43-1-8885504-85  
Интернет:  
<http://www.analog.com>

### ДИСТРИБЬЮТОР В УКРАИНЕ VD MAIS

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОФИС**  
ул. Жилианская, 29, а/я 942  
01033 Киев, Украина  
Тел.: +380-44-492-8852  
Факс: +380-44-287-3668  
E-mail:  
[info@vdmαιs.kiev.ua](mailto:info@vdmαιs.kiev.ua)  
Интернет:  
<http://www.vdmαιs.kiev.ua>

### ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА:

Харьков  
Т./ф.: +380-57-716-4266  
Днепропетровск  
Т./ф.: +380-562-319-128  
Донецк  
Т./ф.: +380-62-385-4947  
Севастополь  
Т./ф.: +380-692-544-622

# Радио хобби

ПОЛУГОДОВАЯ подписка всего 25 ГРИВЕНЬ



<http://radiohobby.go.to>

Подписка в любом почтовом отделении Украины (индекс 74221), России и других стран СНГ (индекс 45955)

<b>ХОЧЕШЬ</b>	<b>СДЕЛАТЬ САМ</b>	MP3-плеер? Ламповый High-End? Сабвуфер? Радиостанцию? Периферию для своего ПК? Программатор мобильного? Бесперебойник?
	<b>БЫТЬ В КУРСЕ</b>	последних достижений мировой электронной техники и технологий?
	<b>ИМЕТЬ ПОД РУКОЙ</b>	схемный дайджест лучших конструкций из трех десятков журналов США, Японии, Англии, Германии, Чехии, Франции?
	<b>УМЕТЬ ЭФФЕКТИВНО РАБОТАТЬ</b>	в эфире, в сети INTERNET и любительской FidoNET?



## Тематика журнала

- ✓ любительская и профессиональная связь
- ✓ аудиотехника ламповая и транзисторная, Hi-Fi и High-End
- ✓ телевидение
- ✓ микроконтроллеры, автоматика
- ✓ бытовая и автомобильная электроника
- ✓ ремонт, обмен опытом
- ✓ новые электронные компоненты, техника и технология
- ✓ измерительная техника
- ✓ компьютеры, ИНТЕРНЕТ, ФидоНет в радиолубительской и инженерной практике
- ✓ схемотехнический дайджест из трех десятков зарубежных журналов

Адрес редакции:  
03190, Киев-190, а/я 568,  
Тел./факс (044)4437153,  
E-mail: radiohobby@mail.ru  
Fido: 2:463/197.34

электронні компоненти  
технологічне обладнання

нам 8 років

**Симметрон-Україна**  
Київ, вул. М. Раскової, 13, оф. 903

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

**VD MAIS**

Компоненты систем автоматизации производства

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

Дистрибутор

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

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

**ЗАО РЕЛКОМ СП**

**ПРОИЗВОДСТВО И ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ**

Украина, Чернигов, Толстого 90  
www.relkomsp.cn.ua  
тел./факс (04622) 4-64-05  
моб. тел. (097) 337-3-747

**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/м).
- **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

## ИМПУЛЬСНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ СЕРИИ R-78xx-0.5

В статье приведены основные характеристики импульсных стабилизаторов R-78xx-0.5, выпущенных фирмой RECOM в новом исполнении вместо аналоговых этой же серии.



### REGULATORS R-78xx-0.5 SERIES

The new switch-mode converter range from RECOM that unites both the specifications and the simple application of the ubiquitous 78xx linear regulators with an extremely high efficiency of up to 97% to give a minuscule heat generation that avoids all of the physical and mechanical problems associated with heat sinks and waste heat transportation.

Г. Местечкина

G. Mestechkina

Приведенные в [1] особенности выпущенных фирмой RECOM стабилизаторов серии R-78xx-0.5 с импульсным преобразованием не дают полного представления обо всех технических характеристиках этих источников. Настоящая публикация позволяет шире ознакомиться с их возможностями, а также с рекомендациями по их применению.

Основной особенностью понижающих неизолированных стабилизаторов новой серии R-78xx-0.5 с одним выходным напряжением 1.8, 2.5, 3.3, 5.0, 6.5, 9.0, 12 или 15 В и током нагрузки 0.5 А является высокий КПД, величина которого достигает 97%. Это позволяет устанавливать стабилизатор, выполненный в корпусе SIP3 размерами 11.5×7.5×10.2 мм, на печатную

плату любого устройства с распределенной нагрузкой. Такая возможность установки стабилизаторов R-78xx-0.5 в непосредственной близости от нагрузки позволяет отнести их к классу источников напряжения POL (Point-of-Load) и обеспечивается благодаря тому, что стабилизаторы не требуют принудительной вентиляции и не нуждаются в теплоотводе. Высокий КПД предопределяет и широкий диапазон рабочих температур от -40 до 85 °С. Кроме того, минимальные уровни радиоизлучений и пульсаций на входах/выходах позволяют устанавливать их на небольшом расстоянии от электронных компонентов, расположенных на плате. По расположению и назначению выводов стабилизаторы совместимы с аналоговыми источниками этой же серии.

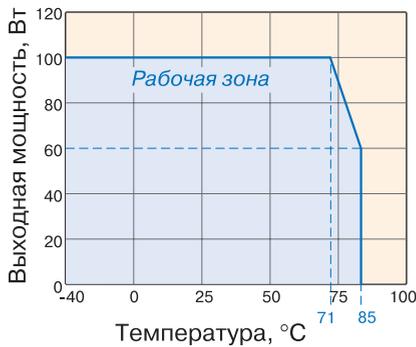
точниками этой же серии.

Не менее важной особенностью, обеспечиваемой стабилизаторами новой серии, является широкий диапазон входных напряжений 7:1 (4.75-34 В), который, естественно, сужается при увеличении выходного напряжения, поскольку источники относятся к классу понижающих, для которых входное напряжение должно превышать выходное. Так, для выходного напряжения 15 В он составляет 18-34 В, т.е. 1:2, что тоже немало.

В стабилизаторах имеются две функции защиты: продолжительной защиты от КЗ и защиты от перегрева. Кроме того, по отдельному заказу стабилизаторы выпускают с лю-

Табл. 1. Основные технические характеристики импульсных стабилизаторов серии R-78xx-0.5

Наименование параметра	Значение		
	мин.	типов.	макс.
<b>Вход</b>			
Входное напряжение, В	4.75		34
КПД, %	71	90	97
Входной ток при КЗ, мА		10	30
<b>Выход</b>			
Выходное напряжение	1.5		15.5
Ток нагрузки, мА	50		500
Максимально допустимый ток нагрузки, мА			2000
Рассеиваемая мощность, Вт			0.4
Погрешность установ. $U_{\text{вых}}$ , %, при 100% $I_{\text{нагр}}$	-	±2.0	±3.0
Нестабильность $U_{\text{вых}}$ при изменении	$U_{\text{вх}}$ от мин. до макс.; 100% $I_{\text{нагр}}$ ; $U_{\text{вых}}=(1.5-6.5)/(9-12.6)$ В	0.2/0.1	0.4/0.2
	$I_{\text{нагр}}=(10-100)\% I_{\text{ном}}$ ; $U_{\text{вых}}=(1.5-6.5)/(9-12.6)$ В	0.4/0.25	0.6/0.4
Напряжение пульсаций шумов, п-п, мВ	без дополнит. конденсатора на выходе; $U_{\text{вых}}=(1.5-6.5)/(9-12.6)$ В с конденсатором 100 мкФ	20/30	30/40
Температурный коэфф. напряж., %/°С (-40...85 °С)			0.15
Емкость нагрузки, мкФ			220
Частота преобразования, кГц	280	330	380
Диапазон температур, °С	рабочих	-40	85
	хранения	-55	125
Температура корпуса, °С			100
Тепловое сопротивление корпуса, °С/Вт			70
Защита от	КЗ		+
	перегрева, °С		160



**Рис. 1. График изменения выходной мощности в диапазоне рабочих температур**

бым уровнем выходного напряжения в пределах от 1.5 до 15 В.

Своеобразной реакцией на вводимый в Европейском сообществе и странах Америки с 1 июля 2006 г. запрет на применение свинца в электронных компонентах и устройствах стало исполнение стабилизаторов по бессвинцовой технологии в соответствии с требованиями стандарта RoHS.

Основные параметры и технические характеристики стабилизаторов серии R-78xx-0.5 приведены в табл. 1, 2.

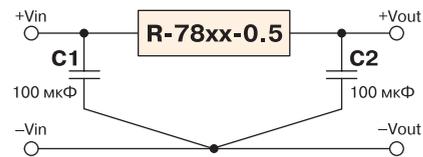
**Табл. 2. Основные параметры импульсных стабилизаторов серии R-78xx-0.5**

Тип (корпус SIP3)	Вх. напряж., В	Вых. напряж., В	Ток нагрузки, А	КПД, %	
				U <sub>вх.мин</sub>	U <sub>вх.макс</sub>
R-781.8-0.5	4.75-34	1.8	0.5	82	71
R-782.5-0.5	4.75-34	2.5		87	77
R-783.3-0.5	4.75-34	3.3		91	81
R-785.0-0.5	6.5-34	5.0		94	86
R-786.5-0.5	8.0-34	6.5		95	88
R-789.0-0.5	11-34	9.0		96	92
R-7812-0.5	15-34	12.0		97	94
R-7815-0.5	18-34	15.0		97	95

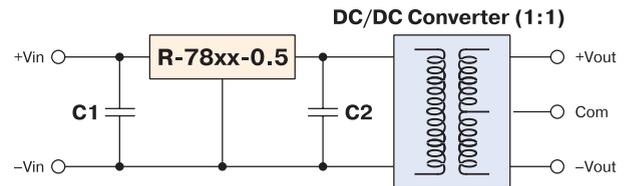
Диапазон рабочих температур источников -40...71 °C при 100% нагрузке может быть расширен до 85 °C при линейном снижении тока нагрузки до 60% I<sub>ном</sub>, как показано на рис. 1. На рис. 2 приведена схема подключения преобразователя к источнику питания и нагрузке.

Примеры схем подключения стабилизаторов серии R-78xx-0.5 с использованием изолированного DC/DC-преобразователя приведены на рис. 3.

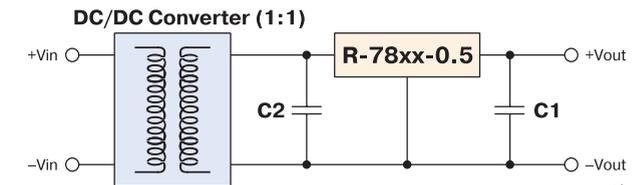
Схема, приведенная на рис. 3, а, обеспечивает при подключении к выходу R-78xx-0.5 изолированного DC/DC-преобразователя получение сдвоенного изолированного от входа источника напряжения с высоким КПД и широким диапазоном входного напряжения (4.75-34 В). Схема, показанная на рис. 3, б, иллюстрирует возможность получения изолированного стабилизированного источника напряжения с одним



**Рис. 2. Схема подключения стабилизатора серии R-78xx-0.5 к источнику питания и нагрузке**



а)



б)

**Рис. 3. Схема подключения стабилизатора серии R-78xx-0.5 с использованием изолированного DC/DC-преобразователя на выходе (а) или на входе (б)**

выходом, обеспечивающего его применение в архитектуре POL и имеющего широкий диапазон входного напряжения.

В заключение необходимо сказать, что специалисты фирмы RECOM готовят к выпуску серию импульсных стабилизаторов R-78xx-1.0 с током нагрузки 1 А.

Дополнительную информацию о продукции фирмы RECOM можно получить в сети Интернет по адресу: [www.recom-international.com](http://www.recom-international.com) или на фирме VD MAIS.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Альтернатива линейным стабилизаторам // ЭКис – Киев: VD MAIS, 2005, 2005, № 10.
2. INNOLINE DC/DC-Converter R-78xx-0.5 Series. – RECOM, 24-Aug-2005.

**Измерительная техника**

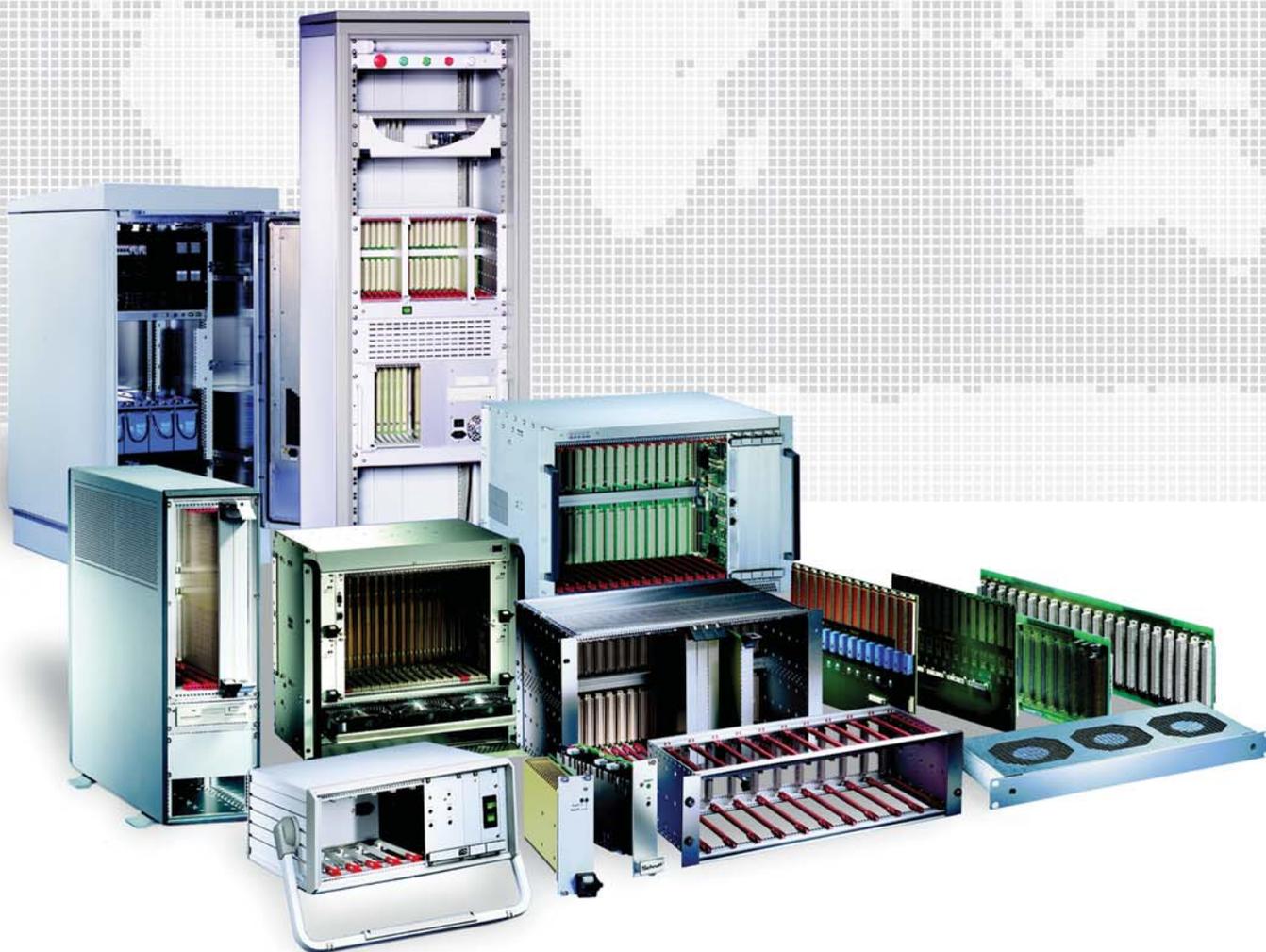
- Осциллографы
- Генераторы
- Источники питания
- Анализаторы спектра
- Логические анализаторы

---

Дистрибьютор  
**HAMEG, METEX INSTRUMENTS, TEKTRONIX**

---

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



## Шкафы, корпуса, крейты

**VD MAIS предлагает** широкий ассортимент конструктивов фирмы Schroff, предназначенных для электронного и электротехнического оборудования, который включает шкафы, стойки, крейты, шасси и панели, средства поддержания климата, встраиваемые модули, источники питания и т.д. Это позволяет создавать на их базе изделия любого назначения для разных условий эксплуатации от сейсмо- и пожароустойчивых до радиационнозащищенных, от работающих в широком диапазоне температур и влажности с системами охлаждения/вентиляции до используемых в нормальных климатических условиях.

VD MAIS предоставляет бесплатные консалтинговые услуги по выбору необходимой заказчику конфигурации изделий и внесению изменений в стандартные конструктивы.

## СТАНДАРТЫ НА ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДЛЯ АППАРАТУРЫ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ \*

В статье приведен перечень ряда действующих в различных странах стандартов, в которых регламентированы требования к источникам питания аппаратуры военного назначения и даны краткие рекомендации по разработке источников, удовлетворяющих этим требованиям.

### MILITARY SPECIFICATION OF POWER SUPPLIES

In this article is given the list of military specification for power supplies and the recommendations for the developers.

**А. Мельниченко**

**A. Melnichenko**

Разработку источников питания для военной аппаратуры следует вести с учетом универсальности их применения, а также соответствия международным военным стандартам.

Военные стандарты для источников питания (ИП) содержат следующие основные характеристики:

- входное напряжение
- требования по электромагнитной совместимости
- требования к работе ИП в условиях воздействия окружающей среды с заданными параметрами.

Кроме того, в стандарты включены рекомендации по оценке качества ИП и выбору компонентов.

Как правило, стандарты содержат сведения о той технике, в которой должно использоваться готовое изделие, например, об армейских транспортных средствах, технике военно-морских сил или авиационной. Стандарты часто обновляются, поскольку появляются новые виды техники. Хотя более ранние стандарты и заменяются новыми, однако чаще всего используются вместе с ними. Для того чтобы область использования источников питания была как можно шире, они должны удовлетворять самым строгим требованиям стандартов.

Основное содержание и обозначения некоторых из военных стандартов приведены в таблицах 1-3.

Многие из содержащихся в них требований могут быть выполнены с использованием промышленных DC/DC-преобразователей, но проект в целом может оказаться ненадежным и дорогим. Альтернативой является либо использование DC/DC-преобразователей, соответствующих военным стандартам, либо надежных промышленных версий, к которым добавлены внешние фильтры

для обеспечения соответствия требованиям этих стандартов.

При разработке системы электропитания следует учитывать взаимосвязь различных факторов, влияющих на ее работу (рис. 1).

Рассмотрим теперь некоторые параметры систем питания, требования к которым определяются военными стандартами, и возможные варианты их выполнения.

#### Номинальное напряжение питания

Номинальное значение напряжения питания большинства промышленных DC/DC-преобразователей находится в пределах 18-36 В, что приемлемо для ря-

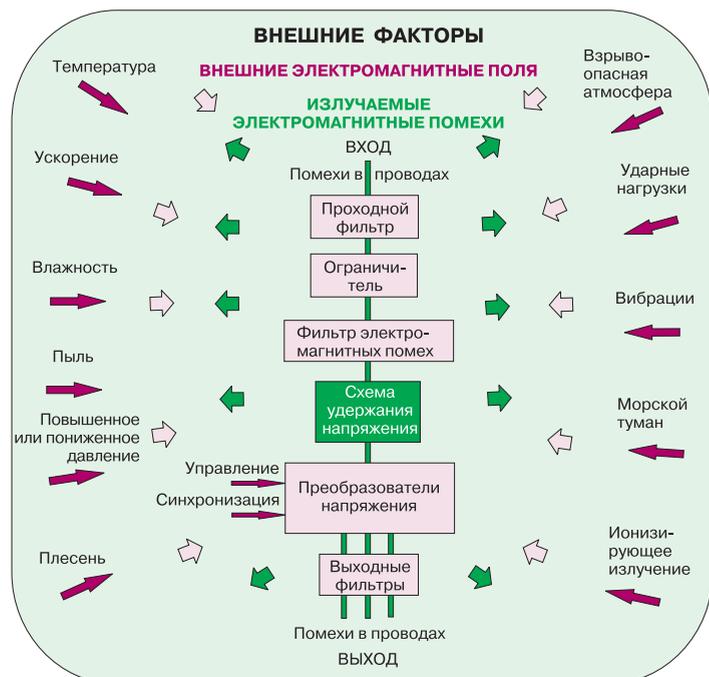


Рис. 1. Факторы, влияющие на работу изделия

\* По материалам статьи: Martin Brabham. Military Specification of Power Supplies // "Power Systems Design" Europe, September 2005.

да военных применений с учетом падения напряжения в цепях подавления помех. Преобразователи для военных применений часто имеют более широкий диапазон входных напряжений, например, 15-50 В. Это позволяет упростить, а иногда и совсем отказаться от применения схем ограничения выбросов напряжения.

#### **Выход напряжения питания за пределы допустимого диапазона**

При кратковременном уменьшении напряжения питания ниже допустимого разработчик должен предусматривать автоматический или ручной перезапуск системы питания. Одной из причин резкого спада напряжения может быть, например, запуск холодного автомобильного двигателя. Технически возможно разработать систему питания, работающую и при таком напряжении, однако это скажется на ее КПД и габаритах.

Если напряжение падает на время, не превышающее нескольких миллисекунд, для его поддержания можно обойтись включением нескольких конденсаторов. Другим вариантом является использование

повышающего преобразователя. Хотя он занимает меньше места, чем конденсаторы, его применение связано с повышением стоимости, снижением надежности и возможным увеличением акустического шума.

#### **Ограничение выбросов напряжения**

На входе преобразователя необходимо предусматривать также защиту от повышения входного напряжения выше допустимого значения. Это может проявиться как в виде выброса напряжения, так и повышения напряжения на более длительное время. Применение ограничителя напряжения позволяет упростить цепи подавления помех.

Выбор оптимального способа подавления помех требует учета внутреннего сопротивления источника помех и максимально допустимого произведения напряжения помехи на время ее действия. При большом внутреннем сопротивлении источника помех и малой длительности действия помехи решение может быть сравнительно простым. В противном случае приходится применять специальные схемы защиты. Так, при небольшом времени действия помехи можно

**Таблица 1. Военные стандарты, содержащие требования по электромагнитной совместимости**

Стандарт	Разработка	Основное содержание
NATO ACTP 500	НАТО	Новый стандарт, основанный на базе стандарта 461E. Является одним из первых стандартов, в которые включены требования как американских, так и европейских стандартов.
MIL-STD-461C	США	Более ранняя, но все еще действующая версия стандарта США по электромагнитной совместимости.
MIL-STD-461D	США	Стандарт США по электромагнитной совместимости.
MIL-STD-461E	США	Последняя версия стандарта по электромагнитной совместимости, содержащего методы испытаний и включающего измерение помех в проводах, электромагнитного излучения, а также чувствительности к действию помех.
MIL-STD-462	США	Содержит методы испытаний для стандарта MIL-STD-461D, которые были впоследствии включены в стандарт MIL-STD-461E.
DEF-STAN 59-41	Англия	Во многом аналогичен стандартам MIL-STD-461D/E, но содержит различные методы измерения помех в проводах.
GAM EG 13B	Франция	Национальный стандарт Франции по электромагнитной совместимости.
VG95370	Германия	Национальный стандарт Германии по электромагнитной совместимости.
EN55022	Европа	Стандарт не является военным. Определяет уровни излучений для промышленного оборудования. Может быть применен к военной аппаратуре, работающей совместно с аппаратурой невоенного назначения.
DO160 C&D	США	Стандарт для гражданской авиации, содержащий требования по электромагнитной совместимости, методы проверки, требования ко входному напряжению и к параметрам окружающей среды.

**Таблица 2. Военные стандарты, содержащие требования по напряжению питания**

MIL-STD 704 A до F	США	Определяет входные напряжения (постоянные и переменные), принятые для авиационной аппаратуры.
MIL-STD 1275 A & B	США	Определяет требования к напряжению питания аппаратуры для военных транспортных средств США с питанием от 28 В постоянного тока.
DEF-STAN 61-5 part 6	Англия	Определяет требования к напряжению питания аппаратуры для военных транспортных средств Англии с питанием от 28 В постоянного тока.

**Таблица 3. Военные стандарты, содержащие параметры окружающей среды и требования к выбору компонентов**

MIL-STD 810 D, E, & F	США	Определяет требования к параметрам окружающей среды для различной аппаратуры военного назначения.
DEF-STAN 00-353	Англия	То же, что и предыдущий (для Англии).
MIL-STD 202	США	Содержит методы тестирования электронного и электротехнического оборудования.
MIL-STD 883	США	Содержит методы тестирования гибридных микросборок, в том числе некоторых типов DC/DC-преобразователей.

использовать простой ограничитель напряжения ("transorb"): варистор и последовательно включенную катушку индуктивности. В случае длительного действия помех и при малом сопротивлении источника помех возможно придется использовать КМОП-транзисторы. Их применение позволит выполнить требования стандартов MIL-STD 704A и MIL-STD 1275A, допускающих повышение максимального напряжения питания до 80 и 100 В соответственно.

#### **Помехи во входных и выходных цепях питания**

Помехи, наводимые в проводах питания (как синфазные, так и дифференциальные) необходимо фильтровать. Входы питания необходимо располагать как можно дальше от источников помех. Предпочтительно использовать источники с частотой преобразования более 400 кГц, так как допустимый уровень помех на этих частотах выше. Для уменьшения уровня помех желательно также использовать преобразователи с резонансными контурами, в которых форма тока близка к синусоидальной, а уровень гармоник существенно снижен.

#### **Пульсации напряжения питания**

В стандартах, таких как MIL-STD 1275 A/B и DEF-STAN 61-5 part 6, содержатся достаточно жесткие требования к допустимому уровню пульсаций напряжения питания в широком диапазоне частот. Неверный подход при разработке фильтра может привести к тому, что его эффективность будет недостаточна. Кроме того, пульсации напряжения питания могут вызвать повышенный уровень пульсаций выходных напряжений источника, что окажется неприемлемым для питания аппаратуры.

#### **Влияние параметров окружающей среды**

Для того чтобы быть уверенным в надежной работе преобразователей в заданном диапазоне температур, необходимо внимательно изучить их технические условия. Для работы при температуре порядка 100 °С можно использовать гибридные преобразователи в металлическом корпусе, смонтированные на хорошо отводящем тепло основании. В военных стандартах оговорен также и ряд других параметров окружающей среды: влажность, морской туман, вибрации и др.

#### **Электромагнитные излучения**

В стандартах оговорен как уровень излучений, возникающих при работе источника питания, так и уровень внешних помех, при которых он должен нормально функционировать. Хотя эти параметры относятся ко всему изделию, однако наибольший вклад в уровень паразитных излучений вносят помехи, возникающие во входных и выходных цепях преобразователя. Чтобы удовлетворить требования стандартов, следует грамотно выполнить соединения между преобразователем и остальной частью изделия, приме-



**Рис. 2. Конфигурируемый блок питания фирмы XP Power серии MCC с входным напряжением 28 В постоянного тока и номинальной выходной мощностью 400 Вт**

няя, где это необходимо, экранирование.

На рис. 2 показан конфигурируемый блок питания фирмы XP Power серии MCC со входным напряжением 28 В постоянного тока и номинальной мощностью 400 Вт. Он удовлетворяет требованиям стандартов MIL-STD 461E и MIL-STD 1275B. Его конструкция соответствует требованиям национальных стандартов DEF-STAN 61-5 part 6 и DEF-STAN 59-41. В блоке питания использованы промышленные DC/DC-преобразователи, защищенные от действия температуры во всем диапазоне, оговоренном для аппаратуры военного назначения. Блок может быть сконфигурирован для различных выходных напряжений. Имеется отдельный выход с нестабилизированным напряжением, имеющим низкий уровень пульсаций, который может быть использован для питания цепей, чувствительных к помехам, что исключает необходимость применения дополнительных фильтров.

## **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



**VD MAIS:**  
**10 000 м<sup>2</sup>**  
**печатных**  
**плат в год**

# Изготовление печатных плат

## Печатные платы от VD MAIS — это:

- исходные данные на проектирование и изготовление, предоставленные в любом виде
- изготовление особо сложных плат:
  - ширина проводника до 0.05 мм
  - зазор до 0.05 мм
- 100% электрическое тестирование печатных плат
- широкий спектр различных покрытий, наносимых на слой меди
- срочное (1-2 дня) изготовление опытных образцов печатных плат методом фрезерования
- срочное (7-10 дней) изготовление печатных плат по стандарту IPC-A-600G
- сверхнизкие цены на изготовление при заказах от 1000 дм<sup>2</sup>
- поставки и услуги с отсрочкой платежа до 1-3 месяцев

**VD MAIS**

01033 Киев, а/я 942, ул. Жиланская, 29, тел./факс: (380-44) 492-8852 (многоканальный), 287-5281, 287-5297, 287-1356, 287-1389, 287-4249, факс: (380-44) 287-3668, e-mail: info@vdmiais.kiev.ua, http://www.vdmiais.kiev.ua

## ЭЛЕКТРОПРИВОД РАСШИРИТЕЛЬНОГО КЛАПАНА НА ОСНОВЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО УСТРОЙСТВА

Предлагается схема управления шаговым электродвигателем электронного расширительного клапана, выполненного на основе программируемой логической интегральной схемы.

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

### THE ELECTRIC DRIVE OF THE VALVE ON THE BASIS OF THE PROGRAMMED DEVICE

The circuit of management of the step-by-step electric motor of the electronic valve executed on the basis of the programmed logic integrated circuit is offered.

**V. Vichuganin**

В системах охлаждения различного назначения в качестве дросселирующего устройства широко используются электронные расширительные клапаны (ЭРК). Они предназначены для регулирования точной подачи хладоносителя и поддержания заданного перепада давления до 40 и более бар на испарителе в воздухоохладителях, охладителях жидкости, теплонасосных установках, системах кондиционирования воздуха, морских холодильных установках. В качестве привода клапана обычно используется пропорциональное устройство дискретного типа, управляющее исполнительным элементом (иглой клапана). Система управления (СУ) должна реализовывать прямое цифровое управление исполнительным устройством, что в конечном итоге позволит обеспечить с заданной точностью перепад давления в системе охлаждения.

При разработке СУ ЭРК на первом этапе необходимо выбрать тип пропорционального исполнительного устройства. В качестве такого устройства может быть использован шаговый двигатель (ШД), представляющий собой электромеханическое устройство, преобразующее сигнал управления в угловое (или линейное) перемещение ротора с точной фиксацией его в заданном положении. Благодаря возможности управления перемещением ротора на любой угол ШД обладает высокими характеристиками, которые могут быть успешно использованы при конструировании исполнительного устройства дискретного типа – ЭРК системы охлаждения.

При выборе типа ШД электропривода расширительного клапана предпочтение было отдано гибриднему типу двигателя с шагом 7.5 градусов. По сути, это двигатели с постоянными магнитами, но с большим числом полюсов [1, 2]. Выбранный тип ШД (PM5525-01) оценивался по частоте собственных круговых колебаний, коэффициенту внутреннего демпфирования, предельным механическим и динамическим характеристикам.

С использованием предельных механических и динамических характеристик была выбрана частота управляющих импульсов, подаваемых на фазовые

обмотки ШД. Предельные механические характеристики устанавливают зависимость допустимого момента сопротивления от частоты управляющих импульсов в установившемся режиме работы. С ростом частоты управляющих импульсов сказывается запаздывание в нарастании тока и при некоторой предельной частоте момент двигателя становится равным нулю. Для ШД эта частота может достигать нескольких килогерц. Предельные динамические характеристики, представляющие зависимость частоты приемистости от момента сопротивления и момента инерции нагрузки, позволяют осуществить окончательный выбор частоты управляющих импульсов. Частота приемистости – это максимальная частота управляющих импульсов, при которой возможен пуск двигателя без потери шага. Эта частота растет при увеличении максимального синхронизирующего момента, уменьшении шага, снижении постоянной времени обмоток, нагрузки и момента инерции. Обычно для ШД частоту приемистости рекомендуется выбирать в пределах 40...1000 Гц.

Таким образом, ЭРК с ШД должен обрабатывать как единичные импульсы управления, так и последовательность импульсов с частотой, определяемой предельными динамическими характеристиками. Установлено, что на частотах 200...400 Гц ШД может быть точно остановлен в пределах одного шага. Из-за инерционности на больших частотах такая остановка затруднительна. Поэтому при разработке системы прямого управления исполнительным устройством ЭРК (с точной обработкой положения и с малым моментом инерции) была использована частота перемещения ротора ШД, находящаяся в пределах 40...400 Гц. Скорость вращения ШД определялась частотой управляющих импульсов из указанного диапазона. В каждый интервал времени подача импульсов на фазовые обмотки приводит к повороту вала двигателя на фиксированный угол в 7.5 градусов. Угол поворота контролируется подсчетом числа шагов (импульсов).

Из существующих биполярной и униполярной кон-

фигурций обмоток ШД предпочтение было отдано униполярной, т.к. в решаемой задаче не требуется повышенный момент двигателя. Это позволяет уменьшить габариты ЭРК, работать с меньшими потерями, а также существенно упростить разрабатываемую схему СУ. Для униполярного ШД СУ на выходе должна иметь четыре ключевых устройства, но в целом устройство проще, чем СУ для биполярного двигателя.

Для управления фазами ШД можно использовать СУ на основе универсального или специализированного микроконтроллера, а также программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС). Устройства, выполненные на основе микроконтроллеров или микропроцессоров, легко программируются, потребляют мало энергии и без сложностей включаются в схему. Однако ПЛИС обладают большим числом выводов, настраиваемым сопряжением входов и выходов с любыми стандартными логическими ИМС, способностью заменить несколько микросхем, включая микропроцессор, регистры портов, интерфейс и т.п. Кроме того, ПЛИС имеют сокращенный проектно-технологический цикл, обеспечивают реконfigurирование цифровых систем и удобство программирования пользователем. Все это способствует постоянному расширению сферы их применения [3]. Учет архитектурных особенностей и в ряде случаев преимуществ ПЛИС перед микроконтроллерами позволяет выполнять на их основе конкурентоспособные изделия.

В настоящее время производители предлагают разнообразные программируемые логические устройства: простые, матричные и сложные (SPLD, PAL, CPLD), а также программируемые пользователем базовые матричные микросхемы (FPGA). Они обладают специфическими характеристиками и сочетанием таких параметров, как быстродействие, экономичность, высокий уровень интеграции и низкая стоимость. При этом, в связи с тем, что производители ПЛИС проводят политику промышленной стандартизации, задача их выбора существенно облегчается. При выборе конкретного типа, серии и семейства ПЛИС разработчики обычно руководствуются сложностью, выраженной в числе логических элементов, и доступностью средств разработки. И так как цена ПЛИС пропорциональна ее емкости, то для реализации разрабатываемого устройства необходимо подбирать ПЛИС оптимальной емкости. Кроме того, следует учитывать, что степень интеграции ПЛИС достигла уровня, при котором на размер кристалла уже практически не влияет общее число вентиляей.

Исходя из перечисленных особенностей и преимуществ, реализация проектируемой импульсной СУ ШД ЭРК осуществлена на ПЛИС. При проектировании устройства использовалась свободно распространяемая САПР Quartus II ver.4.2, позволяющая реализовать проект на базе ПЛИС фирмы Altera. Система проектирова-

ния имеет полный цикл и поддерживает сквозной процесс от ввода и контроля до программирования микросхем. Она представляет собой архитектурно независимую среду проектирования, легко приспособляющуюся к конкретным проектным требованиям. Файл описания проекта создан в текстовом редакторе пакета. Описание проекта цифрового устройства, реализуемого на ПЛИС, выполнено на языке VHDL [4], являющемся входным языком используемой САПР. При описании алгоритма функционирования разработанного устройства учитывалась последовательность включения и выключения силовых ключей, тем самым обеспечивалась реализация используемого полшагового режима управления ШД. Этот способ управления является комбинацией полношагового с включением одной фазы и полношагового с включением двух фаз управления. В результате угловое перемещение ротора составляет половину угла шага для полношаговых способов управления. Кроме уменьшения шага этот способ управления по сравнению с полношаговым позволяет частично избавиться от явления резонанса, а также обеспечивает повышение разрешающей способности. Способ не требует формирования ступенчатого тока питания обмоток ШД. Фрагмент программного VHDL-описания работы устройства приведен ниже.

После отладки компонентов схемы на основе созданных при компиляции выходных файлов выполнено моделирование работы проекта с помощью подсистемы (Simulator) пакета Quartus II ver.4.2. При этом проверялись внутренние временные соотношения проекта. Компиляция выполнена с учетом заданных требований: обеспечения временных характеристик проекта и оптимизации используемых ресурсов ПЛИС. В результате компиляции создан файл для программирования и конфигурирования ПЛИС фирмы Altera, позволяющий использовать полшаговый режим управления фазами ШД.

При компиляции проекта была выбрана ПЛИС семейства MAX7000S (EPM7064SLC44-5), имеющая 64 логических элемента. Процент использования выбранной ПЛИС при реализации схемы управления составил 77%.

Для реализации схемы импульсного управления фазами ШД разработана принципиальная электрическая схема устройства, приведенная на рис. 1. На принципиальной схеме DD1 – генератор тактовых импульсов (микросхема КХО-800). Для коммутации обмоток двигателя используются транзисторные ключи с открытым коллектором, входящие в состав микросхемы DD3 (ULN2004A). Микросхема состоит из транзисторных пар с высоковольтными выходами и с общим катодным соединением диодов для переключения индуктивной нагрузки. Предельное значение выходного тока каждой транзисторной пары – 500 мА. Мощность выбираемого ШД ограничена максимальным током через

**Фрагмент программного VHDL-описания работы устройства,  
используемого в схеме управления на ПЛИС, при числе шагов 2000**

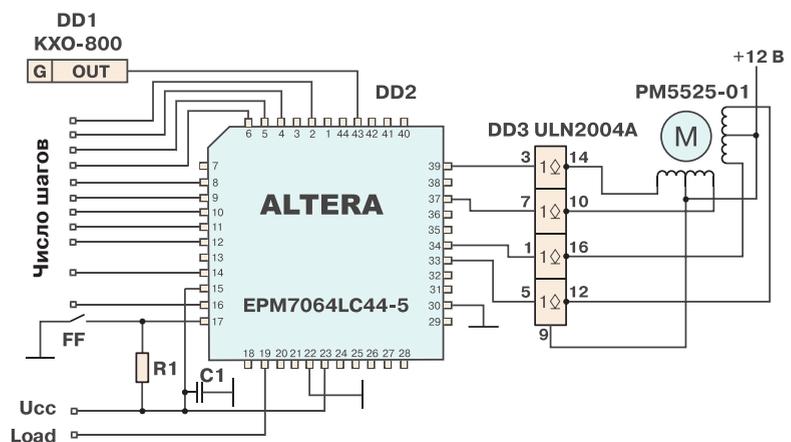
```

entity Main is
port(
    Clk: in bit;
    Revers: in bit;
    Load: in bit;
    StepNum: in integer range 0 to 2000;
    A,B,C,D: out bit
);
end Main;
architecture Struct of Main is
signal i: integer range 0 to 7;
signal Step: integer range 0 to 2000;
signal Ena: bit;
begin
    process(Clk)
    begin
        if (Clk'event and Clk='1') then
            case i is
            when 0 =>
                A <=(not Revers) and Ena;
                B <=Revers and Ena;
                C <='0';
                D <='0';
                i <=i+1;
            when 1 =>
                A <=(not Revers) and Ena;
                B <=Revers and Ena;
                C <=(not Revers) and Ena;
                D <=Revers and Ena;
                i <=i+1;
            when 2 =>
                A <='0';
                B <='0';
                C <=(not Revers) and Ena;
                D <=Revers and Ena;
                i <=i+1;
            when 3 =>
                A <=Revers and Ena;
                B <=(not Revers) and Ena;
                C <=(not Revers) and Ena;
                D <=Revers and Ena;
                i <=i+1;
            when 4 =>
                A <=Revers and Ena;
                B <=(not Revers) and Ena;
                C <='0';
                D <='0';
                i <=i+1;
            when 5 =>
                A <=Revers and Ena;
                B <=(not Revers) and Ena;
                C <=Revers and Ena;
                D <=(not Revers) and Ena;
                i <=i+1;
            when 6 =>
                A <='0';
                B <='0';
                C <=Revers and Ena;
                D <=(not Revers) and Ena;
                i <=i+1;
            when 7 =>
                A <=(not Revers) and Ena;
                B <=Revers and Ena;
                C <=Revers and Ena;
                D <=(not Revers) and Ena;
                i <=0;
            when others => null;
            end case;
        end if;
    end process;
end Struct;

```

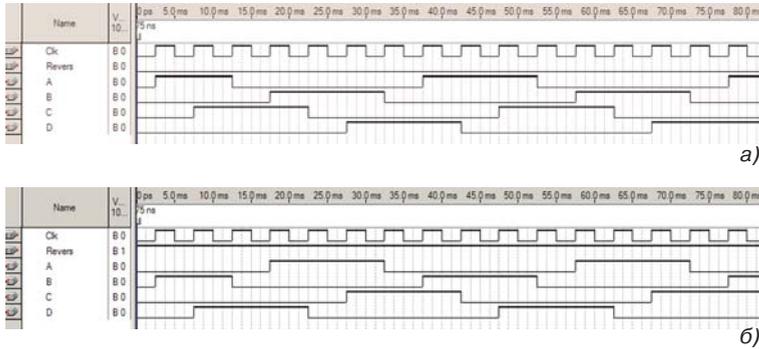
один ключ и аппаратной суммарной мощностью, рассеиваемой микросхемой DD3. Все выводы микросхемы снабжены внутренними защитными диодами, т.е. каждая полуобмотка ШД (рис. 1) зашунтирована диодом, что устраняет коммутационные выбросы напряжения. Транзисторные ключи DD3 обеспечивают усиление сигналов и защиту выводов ПЛИС от возможного проникновения напряжения питания ШД.

Выбранный в качестве ШД электродвигатель PM5525-01 (рис. 1) рассчитан на напряжение питания 12 В, ток фазы 400 мА, имеет крутящий момент 1.6 кгхсм, момент инерции 30 кгхсм<sup>2</sup>, угловой шаг 7.5 градусов. Реверсивное управление двигателем задается логическим уровнем сигналов FF (рис. 1).



**Рис. 1. Принципиальная электрическая схема СУ ШД**

При моделировании работы разработанной СУ ШД на базе ПЛИС при частоте управляющих импульсов, равной 40 Гц, были получены результаты, пока-



**Рис. 2. Результаты моделирования СУ, реализованной с учетом возможностей ПЛИС, при прямом направлении вращения ШД (а) и при обратном (б)**

занные на временных диаграммах рис. 2, подтверждающие работоспособность схемы в полном соответствии с предъявленными к ней требованиями.

Разработанная СУ ШД ЭРК на ПЛИС позволяет реализовать полшаговый способ управления фазовыми обмотками. В результате обеспечивается возможность рабочего открытия расширительного клапана в

пределах от 50 до 75% от полного открытия и точное регулирование расхода хладоносителя в широком диапазоне. Система быстро и точно адаптируется к небольшим изменениям в нагрузке. Использование системы управления ЭРК обеспечивает движение хладоносителя в испаритель и обратно. Устройство управления ШД ЭРК отличается доступностью элементной базы, относительной простотой реализации и настройки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами: Л.: Энергоиздат, 1982.
2. Шелтинг Г., Байсе А. Электрические микромашины: М.: Мир, 1997.
3. Вычужанин В.В. Состояние рынка и динамика применений ПЛИС фирмы Altera // CHIP NEWS, 2005, № 4.
4. Суворова Е.А., Шейнин Ю.Е. Проектирование цифровых систем на VHDL. – СПб. БХВ. С.-Петербург, 2003.

<p><b>КОМПОНЕНТИ RFID систем</b></p> <p><b>PHILIPS</b></p> <p><b>Infineon technologies</b></p>	<p><b>КОМПОНЕНТИ БЕЗДРОТОВИХ СИСТЕМ</b></p>	<p><b>Однокристалльні трансивери</b></p> <p><b>NORDIC SEMICONDUCTOR</b></p>
<p><b>GSM/GPRS модеми</b></p> <p><b>SIEMENS</b></p> <p><b>Sony Ericsson</b></p>	<p><b>GPS приймачі</b></p> <p><b>Fastrax</b></p> <p><b>ublox</b></p>	<p><b>ВЧ і НВЧ КОМПОНЕНТИ</b></p> <p><b>MITSUBISHI ELECTRIC</b></p>
<p><b>Симметрон-Україна</b></p> <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>		

## АКУСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ МИКРОСХЕМ \*

**В** статье описан разработанный фирмой Sonoscan метод создания трехмерного акустического изображения микросхем в корпусах BGA, используемый для отбраковки изделий с дефектами, которые могут привести к их отказу.

**А. Мельниченко**

Одним из методов неразрушающего исследования внутреннего строения микросхем является создание акустического изображения с помощью ультразвука. Этот метод позволяет обнаруживать дефекты в пластмассовых корпусах, кристалле и подложке микросхем, которые могут привести к отказу.

Отказы в работе микросхем в процессе эксплуатации нередко являются следствием скрытых дефектов, возникающих в их корпусах на этапе изготовления и монтажа микросхем. Если отказ возник непосредственно после изготовления или монтажа микросхемы, он может быть выявлен в процессе тестирования. Однако бывает так, что дефект проявляется не сразу.

Наиболее типичными дефектами являются расслаивания, трещины и пустоты. Все эти дефекты связаны с нарушением однородности структуры корпуса. Их проявление достаточно предсказуемо. В процессе эксплуатации в результате циклических изменений температуры размеры дефекта постепенно увеличиваются пока он не достигнет проводника, это может привести к нарушению электрического контакта и отказу микросхемы.

Наиболее щадящим является акустический метод обнаружения скрытых дефектов в корпусах. Необходимость в его применении непрерывно растет, поскольку с внедрением бессвинцовой технологии монтажа увеличивается вероятность возникновения дефектов, обусловленных более высокими температурами пайки, а также появлением новых материалов корпусов микросхем.

В пластмассовых корпусах (BGA и других) дефекты могут возникать на различной глубине. Дефекты в объеме компаунда (например, изолированная каверна) не представляют большой опасности. Дефекты на границе компаунда и подложки (наиболее частым дефектом здесь является расслаивание) можно также рассматривать как имеющие малое влияние на надежность, если они расположены вдали от проводников и площадок. Однако расслаивания на границе компаунда и кристал-

## ACOUSTIC METHOD OF EXAMINATION THE INNARDS OF A CHIP

**T**his article describes a non-invasive method to create a three-dimensional image that can help to detect potentially dangerous flaws in plastic BGA packages.

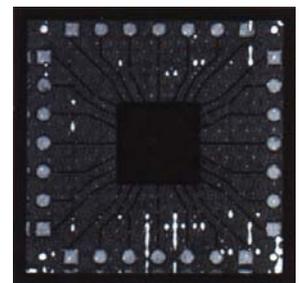
**A. Melnichenko**

ла представляют наибольшую опасность, так как они могут повредить как сам кристалл, так и подложку.

Акустическое изображение создается благодаря тому, что ультразвук отражается от границы двух сред, имеющих различную плотность. Так, каверна внутри корпуса видна из-за отражения ультразвука от границы компаунда и находящегося внутри каверны воздуха. Следует заметить, что время запаздывания сигнала, отраженного от объектов, находящихся на различной глубине, неодинаково. Ограничивая прием отраженных сигналов лишь узким временным интервалом, оператор может исследовать слой микросхемы, находящийся на определенной глубине, например, на границе компаунда и подложки.

Акустическое изображение слоя микросхемы в корпусе BGA, находящегося на границе компаунда и подложки, показано на рис. 1. На нем видны кристалл, дорожки на поверхности подложки, площадки для присоединения проводников. Кроме того, на изображении видно несколько белых пятен – это места отслоения компаунда от подложки. Белый цвет обусловлен большой амплитудой отраженного сигнала. Уровень этого сигнала зависит от разности акустического сопротивления двух сред, представляющего собой произведение плотности материала на скорость распространения звука в нем.

Как видно из рис. 1, большинство расслоений имеют малые размеры и находятся вдали от критических зон. Ни одно из расслоений не соприкасается с кристаллом, однако несколько из них соседствуют с ним, а некоторые находятся на контактных площадках. Кроме того,



**Рис. 1. Акустическое изображение микросхемы BGA в зоне контакта компаунда и подложки (белые пятна – области расслоения)**

\* По материалам статьи: *The singing detective*. – "European semiconductor", February 2005, Vol. 27 No: 1. (<http://eurosemi.eu.com/eurosemi2004/front-end/news-full.php?id=5755>).

предполагается наличие дефекта в месте расположения кристалла (небольшая область с повышенной яркостью посреди него), который находится за пределами исследуемого слоя.

В разработанном фирмой Sonoscan методе используются данные послойного исследования микросхем на различной глубине для создания их трехмерного изображения. На рис. 2 представлено трехмерное изображение микросхемы, показанной на рис. 1. На нем удален компаунд, но оставлены расслоения в толще подложки. Удалена также часть кристалла для исследования возникшего на нем дефекта.

Расслоения в подложке окрашены в красный цвет, поскольку выбрана цветовая шкала, в которой красным обозначен отраженный сигнал с наибольшей амплитудой. Дефект на поверхности кристалла также окрашен красным цветом и

представляет собой область расслоения между компаундом и кристаллом. Такие дефекты считаются намного опаснее, чем расслаивания на подложке, так как, расширяясь, они могут нарушить целостность проводников на поверхности кристалла.

Часть кристалла, расположенная слева от области расслоения, удалена. Правая стенка образовавшейся выемки проходит как раз по месту расслоения. Голубое кольцо представляет собой акустическую тень, отбрасываемую на кристалл находящейся сверху областью расслоения. Однако в видимой части кристалла дефекты не наблюдаются. При необходимости могут быть "вырезаны" и другие части кристалла. Одним из преимуществ этого метода является возможность исследования микросхем под различными углами зрения и с образованием срезов любого вида.

Поверхность кристалла другой микросхемы в корпусе BGA показана на рис. 3. Дефект здесь весьма значителен: около 70% поверхности кристалла (обозначенной красным цветом) отслоилось от компаунда, из-за чего вероятность нарушения целостности проводников на поверхности кристалла очень велика. Здесь красным цветом обозначены области с наибольшим "отрицательным" отражением, т.е. области, где ультразвук, распространяясь в среде с высоким акустическим сопротивлением (например, компаунде), встреча-



**Рис. 3. Акустическое изображение поверхности кристалла микросхемы в корпусе BGA (красным цветом обозначена зона расслоения между компаундом и кристаллом)**

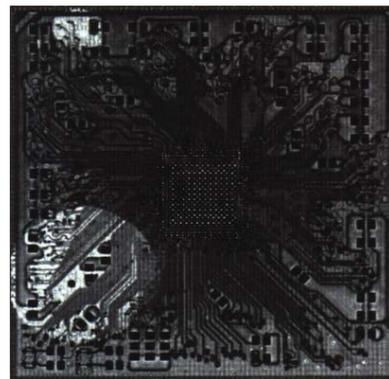
ет среду с низким акустическим сопротивлением (например, воздух в зоне расслоения).

При создании акустической картины толщина расслоения не имеет большого значения. Эксперименты показали, что уровень отраженного сигнала при изменении толщины воздушного промежутка в пределах от 100 до 1000 ангстрем почти не меняется. Края расслоения окрашены в желтый цвет, что свидетельствует о некотором уменьшении уровня отраженного сигнала. Это может означать, что расслоение в них появилось совсем недавно. Проводники вокруг кристалла также окрашены в желтый цвет, но не из-за наличия дефекта, а из-за неравномерности их профиля и малого диаметра.

В микросхемах, выполненных в корпусе BGA, дефекты обнаруживаются не только в кристалле или компаунде корпуса. На рис. 4 показано акустическое изображение подложки микросхемы. Чтобы получить это изображение, ультразвук должен пройти сквозь компаунд, кристалл и подложку. Поэтому для исследования была выбрана более низкая частота ультразвука (30 МГц), т.к. с понижением частоты затухание сигнала уменьшается.

Два светлых пятна на рис. 4 представляют собой расслоения между слоями подложки. Возможно, они появились в результате механических напряжений, возникших в результате нагрева. Расширяясь, эти расслоения могут привести к нарушению целостности проводников в переходных отверстиях.

Акустический метод исследования микросхем в корпусах BGA имеет два преимущества: во-первых, он позволяет отбраковать микросхемы с дефектами, которые могут снизить их надежность, и, во-вторых, получить информацию, используемую для корректировки технологического процесса их изготовления. На многих предприятиях по изготовлению микросхем он широко используется для оперативного контроля процесса производства не содержащих свинец компонентов. Там, где вопросы надежности являются первоочередными, этот метод позволяет своевременно отбраковывать компоненты с дефектами, которые могут привести к отказу.



**Рис. 4. Акустическое изображение подложки микросхемы BGA (белые пятна – расслоения между слоями подложки)**



В этой серии выпускаются 2 станции: двуканальная MBT 301 и трехканальная MBT 350. Стабилизация температуры жала паяльника обеспечивается применением технологий SensaTemp и TempWise. На входящем в состав станции ЖК-дисплее отображается температура жала паяльника в каждом канале. При активировании режима сканирования отображаются заданная и реальная температуры жала паяльника в каждом канале.

## МНОГОКАНАЛЬНЫЕ РЕМОНТНЫЕ ПАЙЛЬНЫЕ СТАНЦИИ СЕРИИ MBT 300



MBT 301



MBT 350

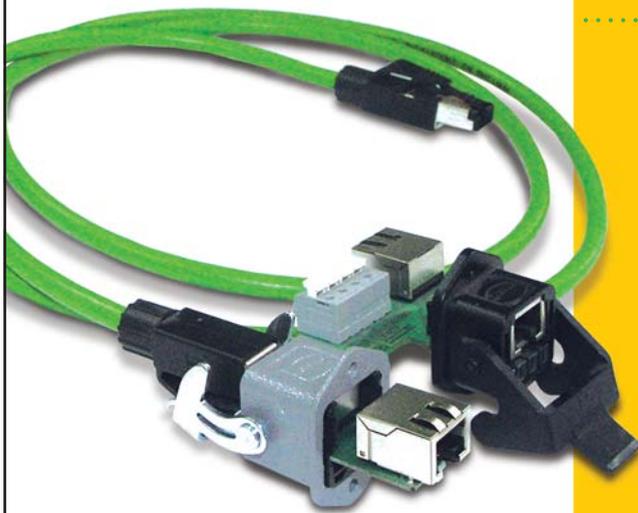
Диапазон регулирования температуры нагревателя, °C	37...482 (SensaTemp), 205...454 (TempWise)
Точность поддержания температуры, °C	±1
Макс. сопротивление заземления наконечника, Ом	2
Система автоматического отключения	есть
Возможность введения пароля для защиты от несанкционированной смены режима пайки	есть
Тип подключаемого термоинструмента	D-100, SX-80 (MB 301), TD-100, SX-80, MT-100 (MBT 350)
Габаритные размеры, мм	135×165×260

VD MAIS – дистрибьютор фирмы PACE в Украине ([www.vdmais.kiev.ua](http://www.vdmais.kiev.ua))



## ШТЕКЕРЫ серии HARTING RJ Industrial Ethernet

Простота и надежность монтажа с одним проколом кабеля, промышленное применение в жестких условиях эксплуатации



- Исполнение кабельное или блочное
- Конструктивная база: разъем RJ 45
- Класс защиты от воздействия окружающей среды: IP 20, IP 65/IP 67
- Используемые кабели (длиной до 100 м):
  - жесткие и гибкие AWG22
  - гибкие промышленные AWG24
  - жесткие с силовыми жилами AWG23
- Диапазон рабочих температур -40...70 °C
- Число циклов размыкания: до 750
- Сертифицированы для сетей PROFINet

VD MAIS – официальный дистрибьютор  
фирмы HARTING в Украине  
[www.vdmais.kiev.ua](http://www.vdmais.kiev.ua)



[www.harting.com](http://www.harting.com)

## ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЕ ЛАМПЫ С ХОЛОДНЫМ КАТОДОМ \*

**В** статье приведены основные характеристики и особенности эксплуатации флуоресцентных ламп с холодным катодом.

### COLD CATHODE FLUORESCENT LAMPS

**T**he article note describes the characteristics of Cold Cathode Fluorescent Lamps, like their Temperature Dependence, Lamp current and Lamp voltage characteristics etc.

**А. Мельниченко**

**A. Melnichenko**

Флуоресцентные лампы с холодным катодом (Cold Cathode Fluorescent Lamps – CCFL) широко используются в качестве источников белого света для подсветки жидкокристаллических дисплеев. Эти лампы имеют ряд положительных качеств, выгодно отличающих их от других источников света.

Флуоресцентная лампа с холодным катодом представляет собой заполненную парами ртути запаянную стеклянную трубку. При приложении к трубке высокого напряжения испускаемые катодом электроны ускоряются и сталкиваются с атомами ртути, переводя их в нестабильное состояние. Возвращение атомов ртути в стабильное состояние сопровождается ультрафиолетовым излучением с длиной волны около 254 нм. Попадая на слой фосфора, покрывающий стенки лампы изнутри, это излучение преобразуется в видимый свет. Основные преимущества ламп CCFL:

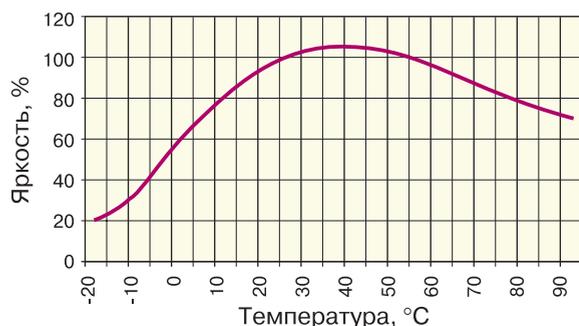
- высокая равномерность излучаемого спектра
- КПД около 60 лм/Вт (вдвое выше, чем КПД светодиодов)
- большой срок службы (более 25 тыс. часов)
- стабильность параметров
- возможность изменения яркости
- дешевизна
- малая масса.

Лампы CCFL имеют ряд уникальных особенностей, которые должны быть рассмотрены для того, чтобы

максимизировать их КПД и срок службы. Отметим, что данные были сняты на лампе одного типа, и что для других ламп они могут несколько отличаться. Однако, описанные здесь общие тенденции характерны для всех ламп CCFL.

### Зависимость параметров от температуры

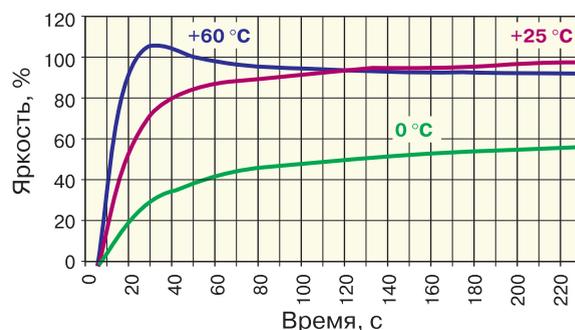
Как показано на рис. 1, 2, и 3, параметры ламп в большой степени зависят от температуры. При низких температурах яркость лампы существенно снижается (см. рис. 1), а напряжение, необходимое для ее зажигания, значительно возрастает (рис. 2). Изменение яркости лампы после ее включения, происходящее в результате ее разогрева, показано на рис. 3.



**Рис. 1. Зависимость яркости лампы от температуры окружающей среды**



**Рис. 2. Зависимость напряжения зажигания лампы от температуры окружающей среды**



**Рис. 3. Изменение яркости лампы, вызванное саморазогревом, при различных температурах окружающей среды**

\* По материалам фирмы MAXIM ([http://www.maxim-ic.com/appnotes.cfm/appnote\\_number/3528](http://www.maxim-ic.com/appnotes.cfm/appnote_number/3528)).

**Влияние формы тока на параметры лампы**

КПД ламп (отношение излучаемой энергии к потребляемой) в значительной мере зависит от формы тока, протекающего через лампу. Наибольший КПД достигается при синусоидальной форме тока. С увеличением пик-фактора тока КПД ламп снижается. На рис. 4 показаны две формы тока с примерно одинаковым действующим значением. В те промежутки времени, когда ток несинусоидальной формы превышает некоторый порог, яркость лампы практически не увеличивается и почти вся энергия рассеивается в виде тепла.



**Рис. 4. Формы тока через лампу**

Наличие постоянной составляющей в токе, протекающем через лампу, приводит к осаждению ртути на одном из ее электродов. Во избежание этого уровень постоянной составляющей в токе лампы необходимо уменьшать настолько, насколько это возможно.

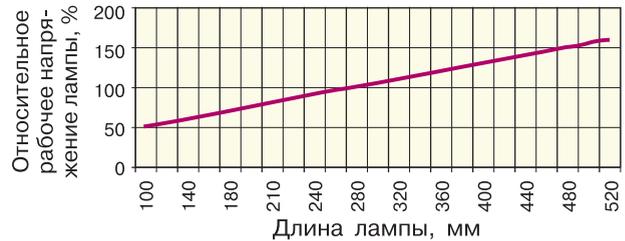
Типовое среднеквадратичное значение тока большинства ламп находится в пределах от 3 до 8 мА. На рис. 5 показана зависимость светового потока лампы от проходящего через нее тока. Видно, что при токах, близких к номинальному, эта зависимость линейна, а при токах, превышающих  $(1.3-1.4)I_{ном}$ , носит нелинейный характер. Кроме снижения КПД лампы питание ее током, существенно превышающим номинальный, приводит к сокращению срока ее службы. Кроме того, при использовании нескольких ламп для подсветки экранов мониторов или телевизоров яркости этих ламп должны быть согласованы между собой с высокой степенью точности во избежание неравномерной засветки.



**Рис. 5. Зависимость яркости лампы от протекающего через нее тока**

**Рабочее напряжение**

Как напряжение зажигания, так и рабочее напряжение ламп зависят от их длины и диаметра. С увеличением длины и уменьшением диаметра лампы ее рабочее напряжение увеличивается (рис. 6).



**Рис. 6. Зависимость рабочего напряжения на лампе от ее длины**

Интересной особенностью ламп является их отрицательное сопротивление, означающее, что при увеличении тока через лампу напряжение на ней уменьшается (рис. 7). Поэтому при использовании нескольких ламп для подсветки постоянно светотдачи достигается питанием каждой лампы от отдельного трансформатора, что позволяет поддерживать номинальную величину тока через лампы с высокой точностью.



**Рис. 7. Вольт-амперная характеристика лампы**

**Напряжение зажигания**

Для зажигания лампы необходимо ионизировать находящийся в ней газ. Для этого на несколько сотен микросекунд к лампе следует приложить напряжение, в 1.2-1.5 раза превышающее рабочее. До ионизации сопротивление лампы составляет несколько сотен мегаом и носит преимущественно емкостный характер. После ионизации сопротивление становится активным, а его значение падает до величины нескольких сотен килоом. Для уменьшения нагрузки на лампу напряжение зажигания должно быть симметричным, синусоидальной или близкой к ней формы, без крутых фронтов. Как было указано выше, напряжение зажигания изменяется в зависимости от температуры (рис. 2). Время зажигания лампы имеет широкий разброс и может изменяться в два и более раз даже при одинаковых значениях температуры и напряжения.

## НОВЫЙ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЙ GSM/GPRS-МОДУЛЬ Q2686 КОМПАНИИ WAVECOM

Рассмотрены особенности высокопроизводительного GSM/GPRS-модуля Q2686 семейства Q26xx производства компании Wavocom.

К. Скиба



### NEW QUICK Q2686 FOR INDUSTRIAL WIRELESS SOLUTIONS

It is described features of more power and less space GSM/GPRS Q2686 module.

К. Skiba

Компания Wavocom анонсировала новый высокопроизводительный GSM/GPRS-модуль Q2686 – первый в новом семействе Q26xx.

Новое семейство отличается от Q24xx большей вычислительной мощностью, (обеспечиваемой благодаря использованию нового процессорного ядра ARM9), меньшими размерами, поддержкой всех GSM-диапазонов: 850/900/1800/1900 МГц, работой с цифровыми аудио-сигналами и целым рядом дополнительных интерфейсов.

Новый модуль имеет в 6 раз большую в сравнении с модулями Q24xx производительность и новую операционную систему 6.60 с интегрированными протоколами для работы в сети Интернет. Благодаря использованию нового поколения программного обеспечения Open AT 4.0, (оптимизированного для приложений, критичных к скорости исполнения), наличию 36 линий ввода/вывода общего назначения, расширенному температурному диапазону и дополнительным режимам пониженного энергопотребления (минимальное потребление около 5 мкА) модуль Q2686 является оптимальным для решения задач беспроводной связи в промышленных телеметрических и измерительных системах.

*Особенности модуля Q2686:*

- процессорное ядро ARM9, разрядность 32 бит, тактовая частота 104 МГц, производительность 30 MIPS, встроенная память: flash – 32 Мбит, RAM – 16 Мбит (Q2686F); flash – 64 Мбит, RAM – 16 Мбит (Q2686G)
- программное обеспечение:
  - операционная система 6.60
  - программный отладочный комплекс Open AT 4.0
  - поддержка более 350 AT-команд
  - календарь и часы реального времени
- поддержка четырех GSM-диапазонов: 850/900/1800/1900 МГц
- взаимозаменяемость с CDMA-модулем Q2638
- наличие двух вариантов подключения антенны (разъем под пайку в верхней части модуля, либо Hirose U.fe – в нижней)
- выполнен по бессвинцовой технологии
- диапазон рабочих температур:
  - класс А от -20 до 55 °С

- класс В от -30 до 70 °С
- класс С от -40 до 85 °С

- конструктивные особенности:
  - экранирование от влияния радиопомех
  - габаритные размеры 40×32.2×3.9 мм
  - масса менее 9 г.

Модуль имеет новый 100-контактный разъем, на который выведены следующие интерфейсы:

- USB
- I<sup>2</sup>C
- SIM-карты (3/1.8 В, поддержка 5 В с внешним контроллером)
- два UART-порта
- PCM-аудиоинтерфейс
- два аналоговых входа/выхода для голосовой связи
- два АЦП (10 бит, 0...2 В, 216 кГц)
- 36 входов/выходов общего назначения
- две линии прерывания
- клавиатура 5×5 кнопок
- ЖКИ-интерфейс (SPI)
- напряжение питания 3.6 В (возможность прямого подключения к Li-Ion аккумулятору).

Модуль прошел тестирование на соответствие директивам R8TTE, стандартам GCF-CC и CE. Производство сертифицировано на соответствие требованиям стандарта ISO TS 16949.

Дополнительную информацию о продукции компании Wavocom можно получить в фирме VD MAIS или в сети Интернет по адресу: <http://www.wavocom.com>.

	<h3>ПЛАТАН-УКРАЇНА</h3> <p>електронні компоненти</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Активні та пасивні компоненти           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Датчики</li> <li>• Вимірювальні прилади</li> <li>• Оптиелектроніка</li> <li>• Акустичні компоненти</li> <li>• Вимірювальні прилади</li> </ul> </li> <li>• Паяльне обладнання та інструмент</li> </ul> <p>м. Київ, вул. Чистяківська, 2, оф. 18 т/ф 494-37-92 (93, 94) 442-20-88 <a href="mailto:platan@svitonline.com">platan@svitonline.com</a></p>
--	---

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ТРАФАРЕТНОЙ ПЕЧАТИ \*

**В** статье освещаются вопросы оптимального выбора параметров процесса трафаретной печати.

### OPTIMIZING THE STENCIL PRINTING PROCESS

**T**he stencil printing process is a key procedure in surface mount technology. Despite its complexity, this process can be, and should be, optimized.

**А. Мельниченко**

**A. Melnichenko**

Процесс трафаретной печати представляет собой ключевое звено в технологии поверхностного монтажа (более половины дефектов монтажа появляется из-за ошибок при печати), поэтому для получения оптимальных результатов монтажа его необходимо понимать во всех подробностях. И, несмотря на сложность этого процесса, он может и должен быть оптимизирован.

#### Введение

При производстве любого вида продукции обычно существует оптимальное соотношение между временем, необходимым для выпуска изделия, и качеством его изготовления. Одним из способов достижения такого оптимума является изучение статистических данных всех аспектов производственного процесса.

В оптимизации процесса трафаретной печати важную роль играют характеристики оборудования. Последние модели оборудования разработаны с учетом необходимости уменьшения производственных дефектов выпускаемой продукции и повышения объемов ее выпуска. Оборудование для трафаретной печати имеет ряд вспомогательных систем, не относящихся непосредственно к производственному процессу: двух- и трехмерные системы контроля результатов печати, системы для установки угла наклона ракеля, системы вакуумной очистки ракеля, автоматические системы установки плат и юстировки их положения относительно ракеля и др.

#### Особенности процесса печати

Важность совершенствования навыков и методов печати для достижения высокого качества продукции невозможно переоценить. Ниже приведен перечень некоторых факторов, от которых зависит качество печати:

- выбор стратегии оптимизации процесса печати
- скорость нанесения паяльной пасты
- способ движения ракеля и печатной головки
- способ нанесения пасты на платы со сквозными отверстиями
- применение резинового ракеля и выбор его оптимальной жесткости
- эффективное использование техники "downstop" и "snapp-off"

- разработка трафарета оптимальной формы
- хорошее знание принципа работы систем контроля.

#### Оптимизация процесса печати

Одним из методов оптимизации процесса трафаретной печати является решение проблем, возникающих при нанесении пасты. Учитывая то, что в большинстве случаев система in-line-контроля не предназначена для проверки каждой дорожки на каждой плате, следует запрограммировать ее таким образом, чтобы контроль выполнялся в наиболее характерных местах, по которым можно судить о качестве печати на всей плате. Важно также иметь как можно более полное представление о многообразии возможностей, предоставляемых компьютерной программой, которая управляет системой контроля, чтобы наиболее эффективно использовать ее в каждом конкретном случае.

#### Паяльная паста

Для достижения приемлемого результата печати следует поддерживать необходимое соотношение между силой давления ракеля, скоростью его движения и составом паяльной пасты. Пасты одного состава следует наносить быстро, в то время как скорость нанесения паст другого состава должна быть уменьшена. Если ракель оставляет на поверхности трафарета тонкий слой пасты, силу давления следует увеличивать до тех пор, пока эта поверхность не станет чистой. Скатывание пасты при проходе ракеля может служить признаком того, что сила его давления близка к оптимальной. Слишком большая скорость движения ракеля приводит к неполному заполнению апертур трафарета, особенно по краям площадок. Следствием скольжения ракеля поверх трафарета по тонкому слою пасты может быть недостаточный выход пасты из трафарета и появление на площадках платы островков, не покрытых пастой.

#### Неполный выход пасты из трафарета

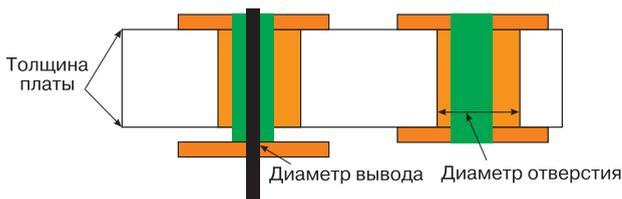
Иногда случается, что после прохода ракеля паста остается на трафарете. Это может происходить по двум причинам. Во-первых, несмотря на то, что давление ракеля близко к оптимальному, возможно, что расстояние между трафаретом и платой ("downstop")

\* По материалам статьи: Alden Johnson. *Optimizing the stencil printing process.* – "Global SMT & Packaging", February 2005.

слишком мало. Во-вторых, может отсутствовать жесткое основание под платой, из-за чего она может прогибаться. В результате изменяется угол наклона ракеля в месте касания, а также сила его давления на плату.

### Печать на платы со сквозными отверстиями

Трафаретная печать также может быть использована для нанесения пасты на платы со сквозными отверстиями. Необходимая площадь апертуры трафарета вокруг этих отверстий должна рассчитываться с учетом заполнения их достаточным количеством припоя. Требуемый объем припоя вычисляют как разность между объемом отверстия и объемом продетого сквозь него вывода (рис. 1). Затем рассчитывают площадь апертуры вокруг такого отверстия, чтобы объем заполняющей ее пасты вдвое превышал вычисленный объем припоя (т.к. припой занимает около 50% объема пасты). Согласно стандарту IPC-A-610 В не менее 75% объема между выводом и стенками отверстия должны быть заполнены припоем, причем в пределах угла не менее 270° – без пропусков.



Объем пасты, необходимый для заполнения отверстия =  
(объем отверстия – объем вывода) × 2  
 $V = H \times (3,14 \times D^2 / 4 - 3,14 \times d^2 / 4) \times 2$   
или  $V = 1,57 \times H \times (D^2 - d^2)$ ,  
где  $D$  – диаметр отверстия,  $d$  – диаметр вывода,  
 $T$  – толщина трафарета,  $H$  – толщина платы.  
Сторона апертуры квадратной формы вычисляется  
как  $A = (V/T)^{1/2}$ .

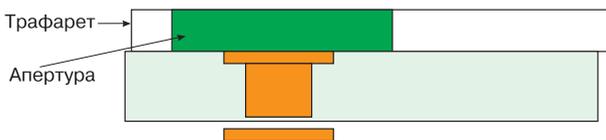


Рис. 1. Расчет объема пасты для пайки в сквозные отверстия

### Применение пластмассовых ракелей

Операторы должны быть знакомы с тем, что пластмассовые ракели имеют различную твердость и знать, в каких случаях какой ракель следует использовать. Для трафаретной печати твердость ракелей обычно выбирают в пределах от 90 до 110 единиц по Шору (шкала А). Если использовать более мягкие полиуретановые ракели, то на длинных апертурах может наблюдаться явление "вычерпывания" из них пасты. Чтобы избежать этого, в таком случае предпочтительно использовать металлические ракели. Для трафаретов, имеющих лишь апертуры малых размеров, а также для ступенчатых трафаретов применение поли-

уретановых ракелей может обеспечить получение более плотных отпечатков, а также уменьшить износ трафарета. Ступенчатые трафареты – это трафареты, имеющие области разной толщины и используемые при изготовлении плат, на которых расположены как крупногабаритные компоненты (разъемы и др.), так и компоненты с малым шагом выводов.

### Контактная печать

Контактная печать характеризуется тем, что в течение всего процесса печати трафарет находится в контакте с платой (рис. 2). После заполнения апертур пастой его отделяют от платы.

Для контактной печати угол наклона ракеля к плате (без прижима) составляет обычно 60° для металлических ракелей и 50° – для резиновых. При использовании принтера фирмы Speedline Technologies с программируемой печатной головкой (MPM Balanced Control Programmable Print Head) имеется возможность подстройки этого угла в пределах ±5° от номинального. Сила давления на ракель должна быть достаточной для того, чтобы поверхность трафарета оставалась чистой, однако не слишком большой, чтобы не повредить его. При чрезмерном давлении после прохода ракеля на трафарете могут остаться следы от краев платы (этот эффект носит название "coining"). Кроме того, возможно повреждение тонких перегородок между апертурами.

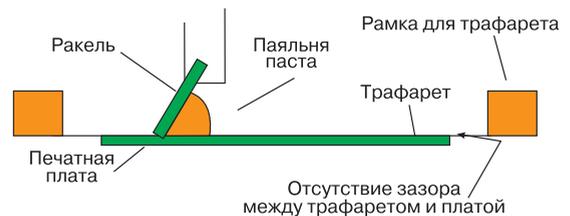


Рис. 2. Контактная печать

### Что такое "downstop" и "snapp-off"?

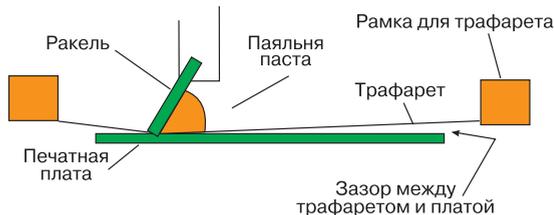
Термин "downstop" должен быть хорошо знаком работникам, имеющим дело с трафаретной печатью. Он обозначает расстояние, на которое под давлением ракеля опускается трафарет, закрепленный на некоторой высоте над платой. Это расстояние не должно быть слишком большим, так как это может привести к преждевременному износу трафарета. При слишком малом расстоянии сила давления ракеля на трафарет может быть недостаточной. Чаще всего это расстояние устанавливают в пределах от 1.6 до 1.9 мм.

Различают контактную печать "snapp-off" и, так называемую, "медленную печать snapp-off".

Печать "snapp-off" характеризуется наличием зазора между платой и трафаретом. В процессе прохода ракеля в месте его контакта с трафаретом последний прогибается до соприкосновения с платой (рис. 3). Этот способ используется при монтаже плат

с высокой плотностью установки компонентов, плат с различным выходом пасты, и в случаях, когда желательно сократить длительность производственного цикла.

"Медленной печатью snapp-off" называют печать, при которой после прохода ракеля происходит медленное отделение трафарета от платы. Поскольку разные пасты имеют различное время выхода из апертуры, задержка при отделении трафарета позволяет пасте осесть. При этом процент ее выхода из апертуры увеличивается.



**Рис. 3. Печать "snapp-off"**

### Трафарет

В некоторых случаях необходимо иметь трафарет с различными рисунками. Возникает вопрос, каким должно быть расстояние между ними?

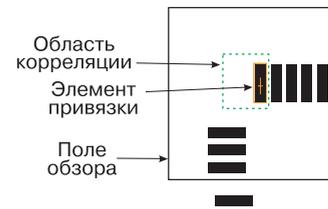
Для контактной печати это расстояние делают, как правило, не менее трех дюймов, а с учетом некоторого запаса для обеспечения движения ракеля предпочтительно его увеличение до 4 дюймов (100 мм). При печати на принтере фирмы Speedline Technologies, в котором установлена печатная головка с дозатором пасты (MPM Rheometric Pump Print Head), расстояние между рисунками может быть уменьшено до 0.75 дюйма (19 мм).

Для получения хороших результатов печати необходимо, чтобы минимальный размер трафарета соответствовал определенным требованиям. Так, если используется рапель обычной формы (trailing edge blade), то минимальная длина трафарета должна быть больше длины платы на 7 дюймов (178 мм). Если же используется рапель заостренной формы (diamond shaped blade), то она должна быть больше длины платы на 1 дюйм (25 мм). Ширина трафарета должна быть больше ширины ракеля, по меньшей мере, на 1 дюйм.

Для хорошего отделения трафарета от платы рисунки на нем рекомендуется располагать ближе к его середине. Если рисунок смещен в сторону, то после снятия трафарета на плате может возникнуть рисунок в виде шершавой кожицы из-за того, что при отделении трафарета преодолеваются силы сцепления флюса, который просачивается между трафаретом и платой.

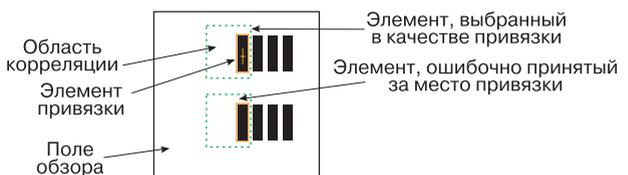
Для выравнивания положения трафарета относительно платы рекомендуется использовать маркеры. Если стандартные маркеры отсутствуют, приемлемые результаты можно получить, используя вместо них

площадки платы и апертуры трафарета. Для этого лучше всего подходят площадки, не похожие на другие, например, площадка под крайний вывод микросхемы QFP (рис. 4). Система автоматического выравнивания положения платы может ее легко распознать. Перед выравниванием следует проверить, не загрязнена ли используемая для этого апертура.



**Рис. 4. Пример правильного выбора площадки для привязки трафарета к плате (вывод микросхемы в корпусе QFP)**

На рис. 5 показан пример неправильного выбора площадки для привязки. Это место на плате не является единственным, поэтому система выравнивания может ошибочно выполнить привязку к другому месту, имеющему аналогичный вид.



**Рис. 5. Пример неправильного выбора площадки для привязки (вывод микросхемы в корпусе DIP)**

### Система 2D-контроля

Часто задают вопрос, каким образом следует использовать систему 2D-контроля. Эта система предназначена лишь для оперативной проверки и не заменяет сложные системы контроля. Наличие системы 2D-контроля лишь помогает в разработке технологического процесса и придает уверенность в его управляемости.

Если технологический процесс не претерпевал изменений, то, казалось бы, нет и необходимости в системе контроля. Однако некоторые из плат содержат перспективные компоненты, особенно компоненты с малым шагом выводов, точность нанесения пасты для которых необходимо контролировать. Система 2D-контроля и предназначена для того, чтобы удостовериться в том, что отпечатки находятся в нужных местах и процент выхода пасты соответствует заданному. Применение системы контроля помогает своевременно произвести коррекцию технологического процесса и, исключив бракованные платы, сэкономить время и средства.

Статистика показывает, что примерно 90% дефектов печати можно обнаружить путем проверки количества пасты, нанесенной на площадки платы. Так, не-

достаточное количество пасты на площадке может привести к возникновению дефекта при пайке. Наиболее эффективным способом контроля процента выхода пасты является сравнение изображений площадок с нанесенными на них отпечатками пасты с изображениями непокрытых пастой площадок (рис. 6).

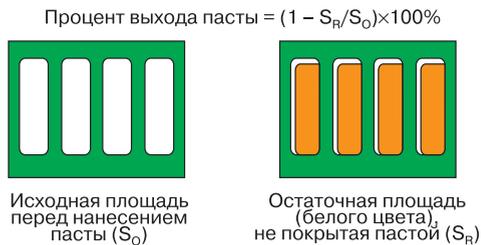


Рис. 6. Расчет процента выхода пасты

### Преимущества параллельного выполнения операций

В современных принтерах для нанесения пасты предусмотрена возможность выполнения ряда дополнительных операций. Однако это имеет смысл лишь в том случае, если они активно используются в работе. Большим неудобством является то, что чаще всего эти операции могут выполняться лишь последовательно.

В идеальном случае желательно, чтобы некоторые (если не все) дополнительные операции могли выполняться одновременно с основной. Это позволит оптимизировать как время производственного цикла, так и уве-

личить объем выпускаемой продукции. Например, если чистка трафарета будет выполняться одновременно с позиционированием очередной платы с помощью оптической системы, две дополнительные операции будут выполняться одновременно. В результате сокращается цикл производства и повышается качество продукции.

Применение оборудования, в котором предусмотрена возможность параллельного выполнения нескольких операций, дает ощутимые преимущества. Такие операции как, например, очистка трафарета и контроль готовых изделий могут выполняться чаще без снижения скорости выпуска продукции.

### Заключение

В электронной промышленности прослеживается тенденция уменьшения размеров компонентов. Учитывая это, а также то, что в настоящее время происходит переход к бессвинцовым припоям, для компаний, стремящихся достичь успеха на рынке, все более актуальным становится требование "делать все хорошо с первого раза". Исправление дефектов – довольно трудоемкий и дорогостоящий процесс. К тому же, при более высоких температурах, характерных для бессвинцовых припоев, он может привести к перегреву как платы, так и компонентов.

Подробное исследование всех проблем, возникающих при печати, будет способствовать оптимизации процесса монтажа и улучшению качества выпускаемых изделий.

**MASTAK PLUS**

Україна, м. Київ, вул. Прохорова, 15, оф. 88  
 тел.: +38 (044) 537-6322, 537-6326  
 факс: +38 (044) 278-0125  
 e-mail: info@mastak-ukraine.kiev.ua  
 http://www.mastak-ukraine.kiev.ua

**ПОСТАВКА ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ**

РЕЕСТРАЦІЯ ТА ПІДТРИМКА ПРОЄКТІВ  
 ВИКОНАННЯ КОМПЛЕКСНИХ ПОСТАВОК  
 ГИГУЧКІ УМОВИ ОПЛАТИ  
 ІНДИВІДУАЛЬНИЙ ПІДХІД

**ОСНОВНИЙ НАПРЯМОК:**  
 Xilinx, Atmel, Grenoble, TI/BB,  
 TI-RFID, IRF

**А ТАКОЖ:**  
 AD, Micron, NEC, Maxim/Dallas,  
 IDT, Altera, AT та ін.

**VD MAIS**

Оборудование и материалы для SMT.  
 Печатные платы

Устройства трафаретной печати • Установщики 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

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



### Внимание подписчиков ЭКИС! Вышли из печати новые каталоги, изданные VD MAIS:

"Общий каталог продукции",  
 "Измерительные приборы" (в 2 частях),  
 "AC/DC-, DC/DC-преобразователи",  
 "DC/DC-преобразователи 6...30 Вт",

а также компакт-диски с перечнями и техническими характеристиками изделий компаний:  
 Astec Power, Recom International, Gaia Converter, Murata, Sonitron, Tyko Electronics, Geyer Electronics, PACE, Kingbright, Agilent Technologies, Fordata, Cotco.

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

Каталоги и диски бесплатно рассылаются по запросу оформившим подписку на 2005-2006 гг.

## НОВЫЕ МОДЕЛИ ОСЦИЛЛОГРАФОВ TEKTRONIX ТИПА TDS1001 И TDS2004 TEKTRONIX NEW OSCILLOSCOPES TDS1001 AND TDS2004

Tektronix объявил о выпуске новых моделей осциллографов, которые дополняют 1000 и 2000 серии: TDS1001 и TDS2004.

Новая модель TDS1001 заняла нижнюю позицию ценового диапазона среди всех выпускаемых разными производителями цифровых запоминающих осциллографов (ЦЗО). Фактически – это 2-канальный осциллограф со сниженной до 40 МГц полосой пропускания и стандартным монохромным TFT-дисплеем.

Модель TDS2004 – стандартный осциллограф с полосой пропускания 60 МГц, с цветным TFT-дисплеем и числом каналов, увеличенным до 4. TDS2004 занял нижнюю позицию ценового диапазона среди всех 4-канальных ЦЗО.

Новые модели, как и все осциллографы Tektronix, имеют высокие технические характеристики, гарантированное качество изготовления, удобный и интуитивно понятный интерфейс, а также малую массу. Компания Tektronix разработала модели TDS1001 и TDS2004, продолжая традицию предложения отличного качества по разумным ценам. Эти модели могут быть наиболее эффективным по цене решением для покупателей в секторе сервисного обслуживания и ремонта, обучения (тем более, что новые приборы также подпадают под действие специальной программы Tektronix для учебных заведений), а также для разработчиков и наладчиков.

"Как лидер на рынке осциллографов Tektronix продолжает поставлять покупателям непревзойденную комбинацию характеристик, качества исполнения и цены", – сказал Боб Блюм, ведущий менеджер Tektronix. "Сегодняшним введением на рынок моделей TDS1001 и TDS2004 Tektronix предоставляет новые возможности покупателям с ограниченным бюджетом, которым нужен стандартный осциллограф с гарантированными характеристиками для разработки, наладки и тестирования их устройств".

Все осциллографы Tektronix серий TDS1000 и TDS2000 обладают существенными преимуществами по сравнению с аналогами. Эти преимущества включают: меньшие массу и габариты, гарантированные характеристики, более высокую частоту дискретизации в реальном времени, большее число каналов, 3 года гарантии.

Новые модели с рекордно низкими ценами разработаны и производятся компанией Tektronix, приобрести их можно в НПФ VD MAIS по цене менее \$1000 ([www.vdmals.kiev.ua](http://www.vdmals.kiev.ua)).



## Подписка на 2006 год уже идёт...

### Оформление подписки в Украине:

- в любом отделении связи по каталогу ГП "Преса" (подписной индекс 40633)
- через курьерские службы доставки:
  - "Саммит" (индекс 12342)
  - "KSS" (индекс 10403)
  - "Идея" (индекс 10236)
- через редакцию по электронной почте: [ekis@vdmals.kiev.ua](mailto:ekis@vdmals.kiev.ua)
- на сайте [www.vdmals.kiev.ua](http://www.vdmals.kiev.ua)

### В России: **только** через редакцию ЭКИС:

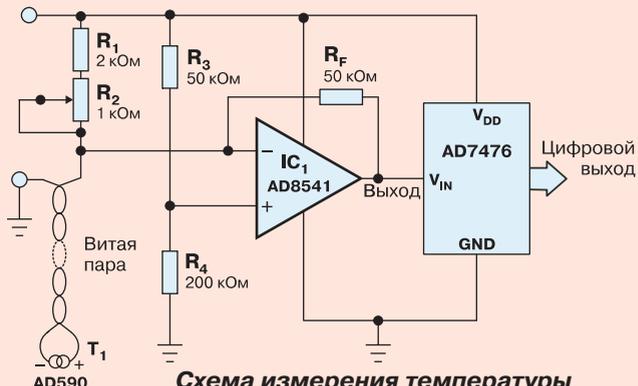
- [ekis@vdmals.kiev.ua](mailto:ekis@vdmals.kiev.ua)
- [www.vdmals.kiev.ua](http://www.vdmals.kiev.ua)

## ЦИФРОВОЙ ТЕРМОМЕТР С УДАЛЕННЫМ СЕНСОРОМ \* CELSIUS-TO-DIGITAL THERMOMETER WORKS WITH REMOTE SENSOR

*Elana Lian, Chan Tran (Analog Devices)*

На рисунке представлена схема измерения температуры с погрешностью не более 1 °С в диапазоне температур от 0 до 100 °С. Схема содержит недорогой температурный сенсор типа AD590, rail-to-rail усилитель AD8541, АЦП AD7476, четыре резистора и подстроечный потенциометр. В качестве подстроечного может быть использован цифровой потенциометр AD8400 или AD5273. В этом случае калибровку схемы можно осуществлять программно. Резистор  $R_F$  сопротивлением 50 кОм в цепи обратной связи должен быть прецизионным, погрешностью остальных резисторов можно пренебречь, если перед началом измерений выполнена калибровка.

Удаленный температурный сенсор имеет коэффициент преобразования 1 мкА/К. На выходе усилителя в результате преобразования тока в напряжение получаем коэффициент преобразования, равный 50 мВ/°С в диапазоне выходных сигналов от 0 до 5 В. В этом случае 0 В соответствует 0 °С, а 5 В – 100 °С. Усилитель AD8541 имеет малый ток смещения, большой коэффициент ослабления синфазного сигнала, смещение нуля этого ОУ не превышает 1 мВ. Размах выходного напряжения (при напряжении питания 5 В) составляет от 25 мВ до 4.965 В, что ограничивает точность термометра погрешностью 0.5 °С. Таким образом, гарантированная точность термометра находится в пределах 1 °С. Калибровка термометра производится при температуре 25 °С. В этом случае выходное напряжение усилителя составляет 1.250 В. В заключение отметим, что токовый выход температурного сенсора AD590 имеет хорошую помехозащищенность и может быть подключен к усилителю с помощью обычной витой пары.



**Схема измерения температуры с погрешностью 1 °С в диапазоне температур от 0 до 100 °С**

\* E. Lian, Ch. Tran. Celsius-to-digital thermometer works with remote sensor. – EDN, April, 2004.  
Сокращенный перевод с английского В. Романова.

### ОФОРМЛЕНИЕ ПОДПИСКИ НА ЖУРНАЛ «ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СИСТЕМЫ» через редакцию

Стоимость годовой подписки 54.00 грн. (840 руб.).

Стоимость полугодовой подписки 27.00 грн. (420 руб.).



#### Подписной талон на 2006 г.

№1  №2  №3  №4  №5  №6  №7  №8  №9  №10  №11  №12

Название организации

Адрес доставки (город, улица, дом, офис)

Почтовый индекс

Факс (код)

Контактное лицо

Заполненный подписной талон необходимо отправить по факсу: (044) 287-3668  
или e-mail: astratova@vdmals.kiev.ua, после чего Вы получите счёт на оплату.

## Оборудование фирмы Samsung для организации сборки печатных плат



### Устройство трафаретной печати SP450V

Размер печатной платы, мм	(50×50×0.3)...(400×400×4)
Размер рамки, мм	736×736×(38...40)
Универсальный адаптер, мм	(650×550×38)...(550×650×40)
Точность печати, мм	0.025
Тип чистки	сухая, влажная или сжатым воздухом (стандартная)
Габаритные размеры, мм	1400×1820×1500



### Автоматическая система установки компонентов CP45FV NEO

Число головок	6	
Число питателей, максимальное	104 питателя ленточного типа (8 мм)	
Размер печатной платы, мм:	стандарт	(50×30×0.38)...(460×400×4.2)
	по заказу	(50×100×0.38)...(510×460×4.2)
Производительность, компонент/ч	8000...15 000	
Точность установки корпусов, мм:	чип 0603 (0201)	±0.08
	чип 1005	±0.1
	QFP	±0.04
Габаритные размеры, мм	1650×1540×1350	



### Автоматическая система оптического контроля качества пайки компонентов AI 500

Типоразмеры контролируемых компонентов:	R/C-чипы	0603 мм (0201 дюйм) и более
	ИМС	шаг 0.3 мм и более
Метод контроля	256 уровней серого/RGB	
Тип освещения	3-уровневое на основе белых светодиодов с высокой световой отдачей	
Тип камеры	цветная ПЗС-камера	
Поле обзора, мм	20×15 (стандартное)	
Разрешение, мкм/пиксел	15 (стандартное)	
Скорость контроля, с/поле обзора	0.23	
Размер печатной платы, мм:	AI 500C	(50×50×0.4)...(330×330×4.0)
	AI 500CL	(50×50×0.4)...(460×460×4.0)
Максимальное расстояние до платы, мм:	сверху	25
	снизу	25
Габаритные размеры, мм:	AI 500C	1200×1200×1300
	AI 500CL	1440×1200×1300

VD MAIS обеспечивает установку оборудования, выполняет пусконаладочные работы, включая технологическое сопровождение и обучение.

Ознакомиться с работой "живого" оборудования можно на VD MAIS.

e-mail: info@vdmals.kiev.ua  
http://www.vdmals.kiev.ua  
тел.: (044) 492-8852 (многок.)



## ChipEXPO-2005

С 18 по 20 октября в московском Экспоцентре проходила 3 Международная выставка "ChipEXPO-2005", собравшая 232 участника и привлекшая внимание 12 тыс. посетителей, 90% которых составили специалисты в области электроники.

Участниками выставки стали компании из России, Украины, Беларуси, стран западной Европы, Китая и США.

Удачное размещение экспозиции выставки, тематические стенды, охватывающие значительный спектр российской электроники, создали деловую атмосферу для посетителей выставки и обеспечили эффективный обмен информацией между ее участниками.

Как всегда, на выставке были широко представлены российские издания, специализирующиеся в области электроники, компьютерной автоматизации, электронных компонентов и технологий, такие как "Chip News", "Электроника НТБ", "Компоненты и технологии", "СТА", "МКА", "Датчики и системы", "Современная электроника", "Производство электроники", а также журналы "ЭКиС" (Украина) и "Электроника ИНФО" (Беларусь).

Размещение стендов периодических изданий практически в зоне расположения стендов производителей и дистрибьюторов электронных компонентов, новейших технологий и оборудования позволило большинству посетителей внимательнее ознакомиться со специализированными изданиями, до которых на предыдущих выставках они далеко не всегда доходили. Подтверждением этому может служить повышенное внимание посетителей выставки к стенду "ЭКиС", что, смеем надеяться, говорит также о повышении уровня его информативности и глубины раскрытия новых достижений современной электроники.

На выставке ChipEXPO-2005 были проведены два важных для ее участников совещания: "Статус второго поставщика: опыт, проблемы и варианты решения" и уже традиционное и очень полезное для СМИ: "Совещание главных редакторов СМИ, работающих на рынке электроники и электронных компонентов". Совещание главных редакторов журналов, пользующихся заслуженной популярностью у специалистов в области электроники, позволило обменяться опытом привлечения новых читателей и поделиться планами создания новых рубрик и углубленного освещения новых достижений науки и техники.

Выставка была не только демонстрацией достижений в области электроники и новых технологий, но и местом деловых встреч, принятия решений, в том числе о проведении новых специализированных выставок, таких как выставка-форум по современной электронике для транспорта и транспортных коммуникаций "СЭТ-2006" (Москва, 21-23 февраля 2006 г.) и Международная выставка по системам и средствам отображения информации "Дисплей-2006" (Москва, май-июнь 2006 г.).

В целом выставка успешно выполнила свою роль: собрала под одной крышей специалистов в области электроники, чтобы помочь им увидеть достижения и оценить перспективы ее развития и свое место на современном рынке.

Остается пожелать организаторам успехов в подготовке и проведении выставки "ChipEXPO-2006".



**Открытие выставки  
"ЧипЭКСПО-2005"**



**Генеральный директор  
и директор по связям  
с общественностью  
ЗАО "ЧипЭКСПО" А. Биленко  
и Е. Архипова (справа налево)  
у стенда "ЭКиС"**

## Фирмы и компании, представленные в журнале

Фирма, компания	Страница	Фирма, компания	Страница
<b>Altera</b>	<b>31</b>	Samsung	47
<b>Analog Devices</b>	1 стр. обложки, <b>6, 11</b>	Schroff	26
Harting	37	<b>Tektronix</b>	2 стр. обложки, <b>45</b>
Murata	3 стр. обложки	Wago	10
PACE	37	<b>Wavecom</b>	5, <b>40</b>
<b>Recom</b>	<b>24</b>		