

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СИСТЕМЫ

2003 ноябрь
№ 11 (75)

МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



Учредитель и издатель:
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА **VD MAIS**

Зарегистрирован Министерством информации Украины 24.07.96 г.
Свидетельство о регистрации: серия KB, № 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
В.Р. Охрименко

Технический редактор:
Г.Д. Местечкина

Набор:
С.А. Чернявская

Верстка:
М.С. Заславская

Дизайн:
А.А. Чабан
С.А. Молокович

Адрес редакции:
Украина, Киев,
ул. Жилианская, 29
Тел.: (044) 227-2262, 227-1356
Факс: (044) 227-3668
E-mail: info@vdmals.kiev.ua
Интернет: www.vdmals.kiev.ua
Адрес для переписки:
Украина, 01033 Киев, а/я 942

Цветоделение и печать
ДП "Такі справи"
т./ф.: 456-9020
Подписано к печати 02.12.2003
Формат 60x84/8
Тираж 1000 экз.
Зак. № 311-154-2050

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

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Г. Местечкина

DC/DC-преобразователи серии AV60C

с выходной мощностью 50-150 Вт 3

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

В. Макаренко

Цифровая обработка звуковых сигналов 10

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ ФИРМЫ ANALOG DEVICES

Прецизионные преобразователи 17

КОНКУРС: ЛУЧШАЯ РАЗРАБОТКА ГОДА

В. Боюн, Л. Возненко, И. Малкуш, А. Матвиенко, Ю. Сабельников

Видеокomпьютерный комплекс

для наблюдения за динамическими объектами 34

КОРПУСА И ШКАФЫ

А. Мельниченко

Корпуса и шкафы фирмы Schroff 36

КОММУНИКАЦИОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ

А. Мельниченко

Соединители фирмы Harting 39

В. Макаренко

Низкопрофильные миниатюрные мощные реле 40

ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ

А. Грачев

Очистка печатных узлов при поверхностном монтаже 43

СЕМИНАРЫ И ВЫСТАВКИ

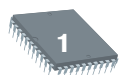
Особенности применения операционных усилителей 46

15-я международная выставка "Productronica-2003" 47

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

К. Скиба

Новый GSM/GPRS-модуль со встроенным GPS-приемником 48



CONTENTS

POWER SUPPLIES

AV60C Half-brick Series DC-DC Converter 3

DIGITAL SIGNAL PROCESSING

Digital Processing of Sound Signals 10

THE ANALOG DEVICES SOLUTIONS BULLETIN

Precision Converters 17

BEST DESIGN ANNUAL CONTEST

Video-computer's Dynamic Objects Observation Complex 34

CABINETS AND CASES

Schroff Cabinets and Cases 36

CONNECTION DEVICES

Harting Connectors 39

Low Profile Tiny Powerful Relays 40

SURFACE MOUNT TECHNOLOGY

Surface Mounting Units Cleaning 43

SEMINARS AND FAIRS

On Matter of Analog Devices' Seminar 46

15-th International Fair "Productronica-2003" 47

PERSPECTIVE PRODUCTS

First All-in-One GSM-GPRS and GPS Module 48



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
V.R. Ohrimenko

Typographer
G.D. Mestechkina

Type and setting
S.A. Chernyavskaya

Layout
M.S. Zaslavskaya

Design
A.A. Chaban
S.A. Molokovich

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

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

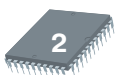
Fax:
(380-44) 227-3668

E-mail:
info@vdmals.kiev.ua

Web address:
www.vdmals.kiev.ua

Printed in Ukraine

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



DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СЕРИИ AV60C С ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТЬЮ 50-150 Вт

AC/DC-источники питания и DC/DC-преобразователи, сетевые фильтры и другие сетевые устройства фирмы Astec Power известны во всем мире. Их популярность связана с высокими выходными параметрами и сравнительно низкой стоимостью. Достоинством продукции фирмы Astec Power является постоянное расширение номенклатуры и улучшение технических характеристик новых изделий. Серии выпускаемых этой фирмой DC/DC-преобразователей типа AV60C, предназначенных для применения в системах и устройствах телекоммуникаций, посвящена приведенная ниже статья.

Г. Местечкина

DC/DC-преобразователи серии AV60C [1, 2], отличающиеся минимальной стоимостью по сравнению с аналогами, обеспечивают на одиночном выходе, гальванически развязанном со входом (изоляция выдерживает 1500 В), напряжение 3.3, 5.0, 12.0 или 15.0 В при выходной мощности от 50 до 150 Вт и соответственно максимальном токе нагрузки от 10 до 30 А (в зависимости от типа преобразователя).

Высокие КПД (типичное значение 85 %) и удельная мощность (3.34 Вт/см³) обеспечивают минимизацию габаритов преобразователя и возможность его размещения в стандартном корпусе габаритами 61.0×57.9×12.7 мм со стандартным расположением выводов. В DC/DC-преобразователях серии AV60C обеспечиваются все необходимые функции: дистанционного управления включением/выключением, контроля работоспособности и регулировки выходного напряжения в пределах ±10 %. Широкий диапазон входных напряжений от 36 до 75 В и наличие функций защиты от снижения входного напряжения за допустимые пределы, перенапряжения, перегрузки по току и КЗ на выходе, а также от перегрева позволяют расширить область их применения. Преобразователи серии AV60C содержат на входе фильтр электромагнитных помех, чем обеспечивается их соответствие требованиям международных стандартов по безопасности и электромагнитной совместимости, подтвержденное сертификатами аттестационных центров UL, CSA и TUV.

Конструктивные решения, принятые при разработке преобразователей серии AV60C, обеспечивают высокую плотность размещения компонентов, при этом силовые элементы размещаются на алюминиевом шасси, что улучшает теплообмен с окружающей средой. Применение многослойной печатной платы для размещения слаботочных цепей позволяет уменьшить габариты преобразователя и автоматизировать его изготовление.



На рис. 1 приведена блок-схема DC/DC-преобразователя серии AV60C, а в табл. 1, 2 – основные параметры и характеристики.

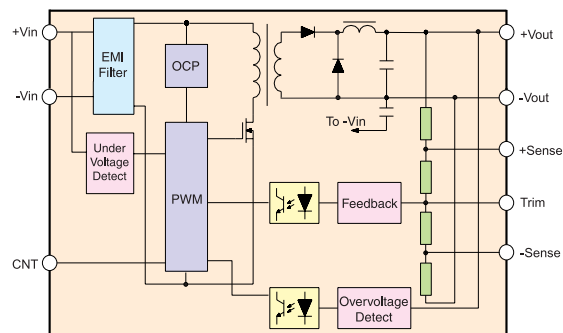


Рис. 1. Блок-схема DC/DC-преобразователя серии AV60C

Типовая схема подключения преобразователя серии AV60C приведена на рис. 2.

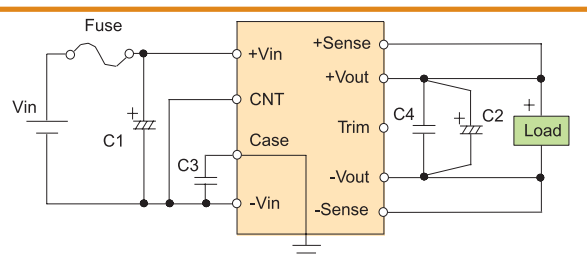


Рис. 2. Схема подключения DC/DC-преобразователя серии AV60C

Рекомендуемые значения: $C1 \geq 147 \text{ мкФ}/100 \text{ В}$, $C2 = 1000 \text{ мкФ}/10 \text{ В}$ для $P_0 = (50-75) \text{ Вт}$ или $C2 = 2200 \text{ мкФ}/10 \text{ В}$ для $P_0 = (100-150) \text{ Вт}$, $C3 = 4700 \text{ пФ}/2000 \text{ В}$, $C4 = 0.1 \text{ мкФ}/10 \text{ В}$.

В диапазоне температур $-20...100 \text{ }^\circ\text{C}$ $C1$ – электролитический или керамический, $C2$ – электролитический; $-40...100 \text{ }^\circ\text{C}$ $C1$ – только керамический, кроме того, для работы в этом диапазоне температур устанавливаются конденсаторы $C3$ и $C4$.

Таблица 1. Основные технические характеристики DC/DC-преобразователей серии AV60C

Техническая характеристика		Значение			
Уровень входного напряжения, В:	номинальное значение	36.0-75.0			
	максимальное значение	80.0			
	пиковое значение	100.0			
	минимальное значение:	откл.	30.0-35.0		
вкл.		31.0-36.0			
Выходная мощность, Вт		50/75/100/150			
КПД, %		81	84-85	86-87	86-87
Выходное напряжение/максимальный ток нагрузки, В/А:	50 Вт	3.3/10.0	5.0/10.0	12.0/4.0	15.0/3.3
	75 Вт	3.3/15.0	5.0/15.0	12.0/6.0	15.0/5.0
	100 Вт	3.3/20.0	5.0/20.0	12.0/8.0	15.0/6.7
	150 Вт	3.3/30.0	5.0/30.0	12.0/12.5	15.0/10.0
Диапазон регулировки $U_{\text{вых}}$, %		±10.0			
Нестабильность выходного напряжения, %, при изменении:	$U_{\text{вх}}=(36-75 \text{ В}), I_{\text{нагр}} - \text{макс.}$	0.02 (типов.), 0.2 (макс.)			
	$I_{\text{нагр}} - (10-100 \%)$	0.1 (типов.), 0.5 (макс.)			
Минимальный ток нагрузки		0.1 $I_{\text{макс}}$			
Время включения, мс:	типов.	20.0			
	макс.	35.0			
Управление вкл./выкл. (CNT):	напряжение, В	"1"	3.0-15.0		
		"0"	1.2 (макс.)		
	ток, мА	2.0 (макс.)			
Частота преобразования, кГц		300.0			
Температурный коэфф. напряжения, % $U_{\text{вых}}/^\circ\text{C}$		0.02			
Уровень шумов и пульсаций, (0-20 МГц), мВ		150.0	250.0		
Защита от перегрева корпуса, $^\circ\text{C}$		105			
Защита от перенапряжения, В		+	5.75-7.0	+	
Защита от КЗ на нагрузке, А:	50 Вт	+	17	+	+
	75 Вт		25		
	100 Вт		34		
	150 Вт		50		
Испытательное напряжение прочности изоляции, В		1500			
Наработка до отказа, млн ч		2.0			
Температура корпуса, $^\circ\text{C}$		-40...100			
Температура хранения, $^\circ\text{C}$		-55...125			
Масса, г		75			
Габаритные размеры, мм (дюймы)		61.0×57.9×12.7 (2.4×2.28×0.5)			
Безопасность		UL UL1950, CSA 22.2-950, TUV EN60950			

Защита входных цепей. Для защиты входа преобразователя от неправильной полярности подключения к источнику питания используются диоды, устанавливаемые как показано на рис. 3.

Изоляция между входом и выходом модулей AV60C выдерживает испытательное напряжение 1500 В.

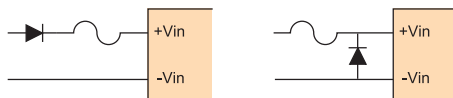


Рис. 3. Схема подключения диодов для защиты входных цепей

Диапазон изменения тока нагрузки. Преобразователи серии AV60C обеспечивают возможность изменения тока нагрузки в пределах от 10 до 100 % значения, соответствующего номинальной выходной мощности. Модули AV60C обеспечивают все выходные параметры, в том числе максимальное значение выходного тока, в широком диапазоне температур от -40°C до достижения температуры корпуса 100°C , а также после хранения в условиях воздействия температуры от -55 до 125°C .

Дистанционное управление включением/выключением выполняется подключением к выводу CNT логических сигналов "1" (3.0-15.0 В) или "0" (<1.2 В), причем

Таблица 2. Основные параметры DC/DC-преобразователей серии AV60C

Тип	Входное напряжение, В	Выходное напряжение, В	Ток нагрузки, А	КПД, %
AV60C-048L-033F10	36-75	3.3	10.0	81
AV60C-048L-050F10		5.0	10.0	84
AV60C-048L-120F04		12.0	4.0	85
AV60C-048L-150F03		15.0	3.33	86
AV60C-048L-033F15	36-75	3.3	15.0	81
AV60C-048L-050F15		5.0	15.0	85
AV60C-048L-120F06		12.0	6.0	86
AV60C-048L-150F05		15.0	5.0	87
AV60C-048L-033F20	36-75	3.3	20.0	81
AV60C-048L-050F20		5.0	20.0	85
AV60C-048L-120F08		12.0	8.0	87
AV60C-048L-150F06		15.0	6.7	87
AV60C-048L-033F30	36-75	3.3	30.0	81
AV60C-048L-050F30		5.0	30.0	85
AV60C-048L-120F12		12.0	12.5	87
AV60C-048L-150F10		15.0	10.0	87

коммутация сигнала управления может выполняться обычным переключателем или через контакты реле, транзистор с открытым коллектором, или для обеспечения гальванической развязки с источником управляющего сигнала – через оптопару, как показано на рис. 4. При наличии суффикса N в обозначении преобразователя его включение выполняется сигналом

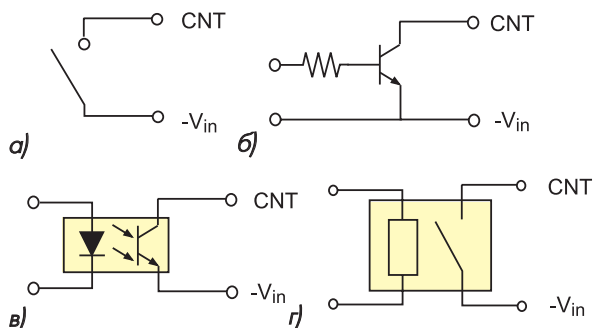


Рис. 4. Цепи коммутации включения/выключения модуля: пассивная (а), транзисторная (б), гальванически изолированная (в), релейная (г)

“0”, а выключение – “1”, при отсутствии суффикса, наоборот. Управление включением сигналом логической “1” предпочтительнее для производителей преобразователя. Возможность дистанционного включения/выключения модуля и наличие входа датчика контроля напряжения, на который через витую пару поступает сигнал с нагрузки, позволяют устанавливать преобразователи серии AV60C на удаленных и необслуживаемых объектах.

Причем, расстояние, на которое разнесены модуль и нагрузка, может быть достаточно большим в связи с тем, что к уровню сигнала на входе датчика добавляется 0.5 В для компенсации падения напряжения на проводах, соединяющих модуль с нагрузкой. Рабо-

тоспособность модулей не нарушается, если датчик не подключен к нагрузке.

Регулировка выходного напряжения. Выходное напряжение модуля может регулироваться в пределах $\pm 10\%$ от номинального значения, для этого к выходу Trim подключается внешний резистор (как показано на рис. 5), значение сопротивления которого определяется по формулам:

$$R_+ = \frac{U_0(100 + y) - (100 + 2y)}{1.26y}, \quad R_- = \frac{100}{y} - 2,$$

где U_0 – номинальное значение выходного напряжения, В; y – изменение выходного напряжения, %; $R_+(R_-)$ – значение сопротивления резистора для повышения (снижения) выходного напряжения, кОм.

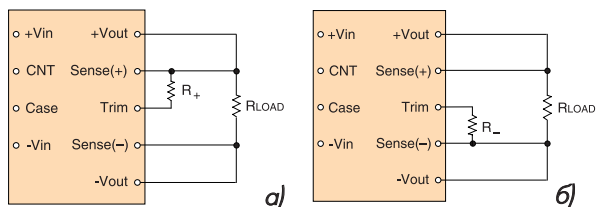


Рис. 5. Схемы подключения резистора для повышения (а) или снижения (б) выходного напряжения

Возможно определение значений R_+ и R_- для регулировки выходного напряжения по графикам рис. 6.

Возможность регулировки выходного напряжения также может не использоваться, при этом вход Trim остается открытым.

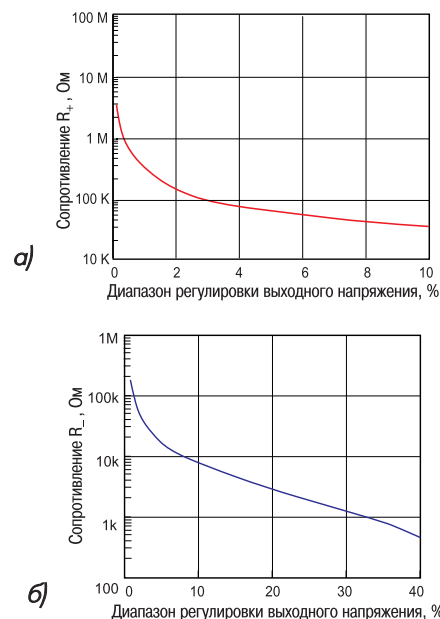


Рис. 6. Графики определения сопротивления резисторов для регулировки выходного напряжения R_+ (а) и R_- (б)

Защита от перегрузки обеспечивается в пределах изменения тока нагрузки от 110 до 140 % номинального значения и при наличии КЗ. При этом DC/DC-преобразователь запирается до тех пор, пока не будет устранена причина, вызвавшая срабатывание защиты, после чего работоспособность модуля восстанавливается автоматически.

Защита от перенапряжения имеет цепь обратной связи, которая активизируется, когда выходное напряжение находится в пределах 5.75-7.0 В (для преобразователей типа AV60C-048L-050F10/15/20/30). В этом случае на вход модуля поступает сигнал его выключения. Работа модуля возобновляется после повторного включения питания.

Выходные фильтры. Самым простым фильтром шумов и пульсаций на нагрузке может служить подключаемый к выходу конденсатор емкостью 2200 мкФ/10 В. В случае, если нагрузка находится на удалении от модуля, параллельно ей на минимально возможном расстоянии подключается керамический конденсатор емкостью 0.1 мкФ. Для обеспечения развязки аналоговых или цифровых цепей с динамическими нагрузками в дополнение к керамическому параллельно подключается танталовый электролитический конденсатор емкостью 10 мкФ.

Заземление. Во избежание появления паразитной петли обратной связи по цепи заземления при параллельном включении нескольких нагрузок (как показано на рис. 7, а) необходимо заземлять общий провод в одной точке (рис. 7, б).

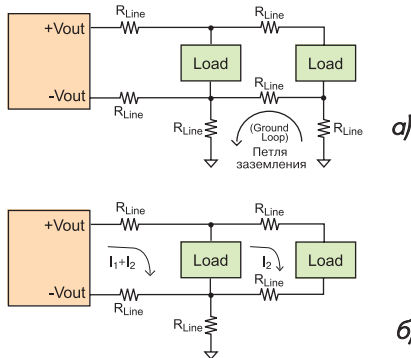


Рис. 7. Заземление общего провода при включении нескольких нагрузок: неправильное (а), правильное (б)

Параллельное подключение нагрузок. Во избежание появления паразитных связей между отдельными нагрузками, включенными параллельно (см. рис. 7, б), в случае, если протекающие в них токи достигают значительных величин, рекомендуется радиальное подключение нагрузок непосредственно к выходу преобразователя. Возможно также комбинированное включение, если по разным причинам нельзя обеспечить радиальное.

Резервирование. Для систем, к надежности работы которых предъявляются повышенные требования, применяется режим резервирования путем параллельного включения модулей (N+1), при котором не происходит перераспределение тока нагрузки. Отказ одного модуля не вызывает отказа второго. Разделение выходов производится

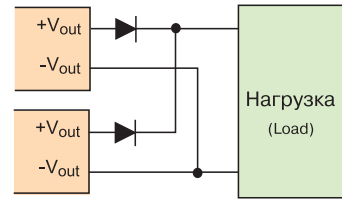


Рис. 8. Включение модулей в режиме резервирования (N+1)

диодными, включенными как показано на рис. 8. На нагрузку подается напряжение одного из источников (с более высоким выходным напряжением), при этом разделительный

диод второго преобразователя запирается, ток нагрузки модуля равен нулю "0" и он находится в режиме ожидания. При отказе первого преобразователя нагрузка автоматически подключается ко второму. В качестве разделительных, как правило, применяются диоды Шотки, имеющие минимальное падение напряжения в прямом включении, которое должно учитываться при выборе выходного напряжения преобразователя.

Защита от перегрева. DC/DC-преобразователи серии AV60C, имеющие высокий КПД и высокую удельную мощность, обеспечивают работу в широком диапазоне температур, ограниченном сверху температурой корпуса 100 °С. Высокая надежность преобразователей кроме систем защиты от перегрузки и перенапряжения поддерживается системой защиты от перегрева. Допустимая температура окружающей среды, на работу в которой рассчитаны модули, составляет 90 °С. Мощность, рассеиваемая модулем (P_D), определяется по формуле:

$$P_D = P_1 - P_0, \tag{1}$$

где P_1 и P_0 – соответственно мощность на входе и выходе модуля, отсюда КПД составляет

$$\eta = P_0 / P_1, \tag{2}$$

а из (1, 2) $P_D = P_0(1 - \eta) / \eta$.

На графиках рис. 9 показаны зависимости рассеиваемой модулем мощности от тока нагрузки и уровня напряжения на входе при напряжении на выходе 5 В для модулей с различной выходной мощностью.

Максимально допустимые значения рассеиваемой на модуле мощности при отсутствии теплоотвода в зависимости от условий конвекции и температуры окружающей среды показаны на рис. 10. В этом эксперименте скорость воздушного потока при естественной конвекции составляла от 0.05 до 0.1 м/с, а при принудительном обдуве изменялась от 0.5 до 4.0 м/с.

К примеру, для определения минимальной скорости обдува модуля типа AV60C-048L-050F30N (напряжение на входе которого составляет 48 В, ток нагрузки 25 А, а максимальная температура окружающей

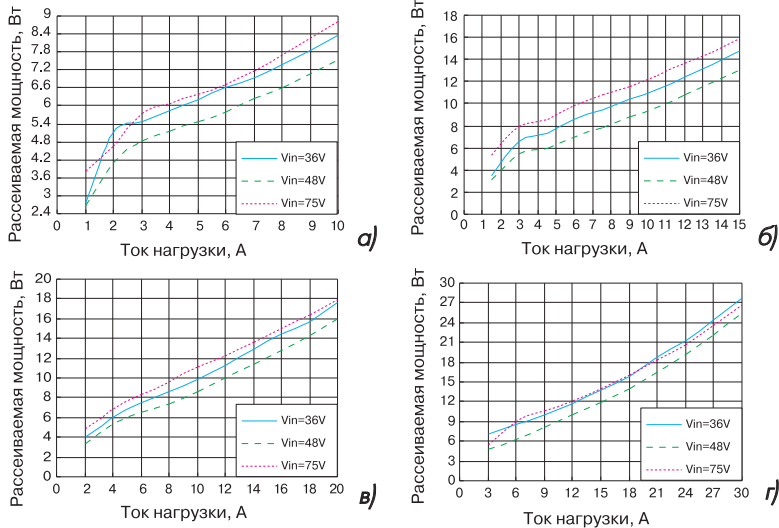


Рис. 9. Графики зависимости рассеиваемой модулем мощности от тока нагрузки для: AV60C-048L-050F10N (а), AV60C-048L-050F15N (б), AV60C-048L-050F20N (в), AV60C-048L-050F30N (г)

среды 40 °C) скорость обдува, исходя из графиков рис. 9, г и 10, должна быть не менее 3 м/с.

Для определения максимальной выходной мощности модуля при скорости обдува 3.0 м/с и максимальной температуре окружающей среды 40 °C (для $U_{вх}=48$ В) по графику рис. 10 находим $P_D=21$ Вт, а из графика рис. 9, г ток нагрузки $I_0=26$ А, тогда $P_0=U_0 \times I_0=5 \times 26=130$ Вт.

Для увеличения допустимой выходной мощности модуля кроме принудительного обдува применяются теплоотводы различной конфигурации, которые соединяются с модулем с помощью винтов, при этом принимаются меры для снижения теплового сопротивления между поверхностью теплоотвода и корпусом модуля (типичное значение от 0.1 до 0.3 °C/Вт). Номенклатура теплоотводов (рис. 11) достаточно широка и может быть представлена в общем виде: WDXyy40, где x обозначает продольное (L) или поперечное (T) расположение ребер теплоотвода, yy – высоту ребер (в сотых долях дюйма). При этом площадь, занимаемая теплоотводом, остается неизменной, равной 61.0x57.9 мм, а высота варьируется от 0.25 до 1.0 дюйма. Например, WDT05040 представляет собой теплоотвод с поперечным расположением ребер (рис. 11, б) высотой 0.5 дюйма.

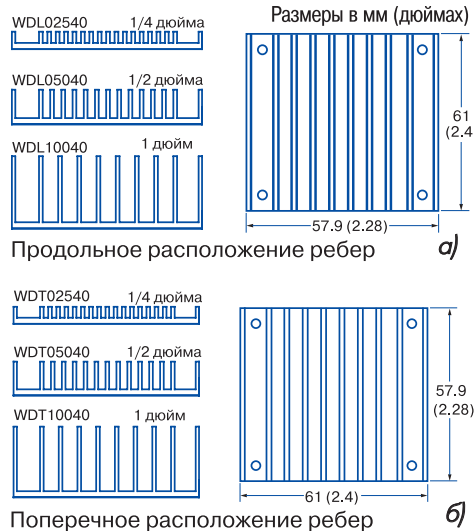


Рис. 11. Габаритные размеры теплоотводов типа WDL (а) и WDT (б)

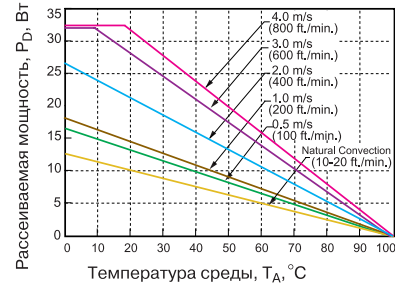


Рис. 10. Графики изменения допустимой рассеиваемой модулем мощности в зависимости от температуры среды и условий принудительного отвода тепла

Для выбора типа теплоотвода при отсутствии принудительного обдува можно воспользоваться графиком рис. 12. Так, для взятого ранее в качестве примера модуля AV60C-048L-050F30N при естественной конвекции, номинальном входном напряжении (48 В), 75 % нагрузке (22.5 А) и максимальной температуре окружающей среды 40 °C согласно рис. 9, г $P_D=19$ Вт, а высота теплоотвода из рис. 12 составит 1 дюйм. При этом допустимая температура окружающей среды может достигать 45 °C.

Возможен также другой подход для анализа тепловых характеристик модуля, используя его полное тепловое сопротивление. Этот метод особенно полезен в случае применения теплоотвода. Полное тепловое сопротивление модуля R_{CA} может быть определено из соотношения

$$R_{CA} = \Delta T_{C, \text{МАКС}} / P_D,$$

где $\Delta T_{C, \text{МАКС}}$ – разность температур корпуса модуля (T_C) и окружающей среды (T_A). Для серии преобразователей типа AV60C с выходной мощностью от 50 до 150 Вт и выходным напряжением 5 В зависимость теплового сопротивления от скорости обдува, полученная экспериментально, показана на

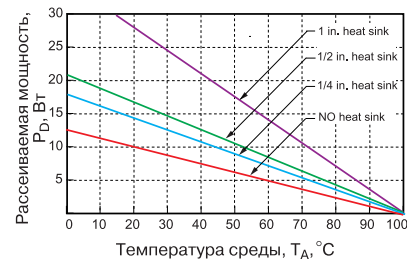


Рис. 12. Графики изменения допустимой рассеиваемой модулем мощности в зависимости от температуры среды и высоты ребер теплоотвода

рис. 13. Наивысшее значение теплового сопротивления соответствует условиям естественной конвекции. Приведенные на рис. 13 графики соответствуют различным условиям обдува при изменении высоты теплоотвода.

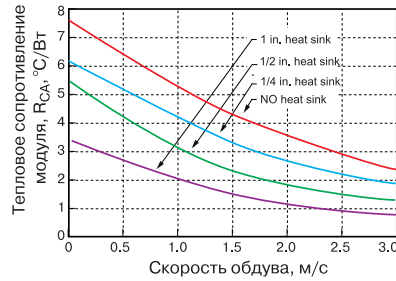


Рис. 13. Графики зависимости теплового сопротивления модуля от скорости обдува и высоты теплоотвода

Так, с учетом максимальной допустимой температуры корпуса модуля $T_C=100\text{ }^\circ\text{C}$ можно определить минимальную скорость обдува, необходимую для надежной работы модуля. Допустим, для рассматриваемого типа преобразователя AV60C-048L-050F30N принимаем $T_C=80\text{ }^\circ\text{C}$, тогда при рабочих условиях $U_{вх}=48\text{ В}$, $I_0=25\text{ А}$, $T_A=40\text{ }^\circ\text{C}$, из рис. 9, г определяем $P_D=20\text{ Вт}$, а затем вычисляем

$$R_{CA}=(T_C - T_A)/P_D=(80 - 40)/20=2\text{ }^\circ\text{C/Вт.}$$

Из рис. 13 находим, что без применения теплоотвода скорость обдува (V) должна быть больше 3 м/с, с теплоотводом высотой 0.25 дюйма $V=3.0\text{ м/с}$, 0.5 дюйма – $V=2\text{ м/с}$, 1.0 дюйм – $V=1.2\text{ м/с}$. Таким образом, при конструировании устройства возможен выбор оптимальных условий отвода тепла.

Кроме того, можно идти от обратного, задавшись

скоростью обдува, например, $V=2\text{ м/с}$, тогда при тех же рабочих условиях и найденных из графиков рис. 13 значениях R_{CA} (без теплоотвода $R_{CA}=3.8\text{ }^\circ\text{C/Вт}$, с теплоотводом высотой: 0.25 дюйма $R_{CA}=2.8\text{ }^\circ\text{C/Вт}$, 0.5 дюйма – $R_{CA}=2.0\text{ }^\circ\text{C/Вт}$, 1.0 дюйм – $R_{CA}=1.2\text{ }^\circ\text{C/Вт}$) максимальная температура корпуса модуля, определенная из формулы

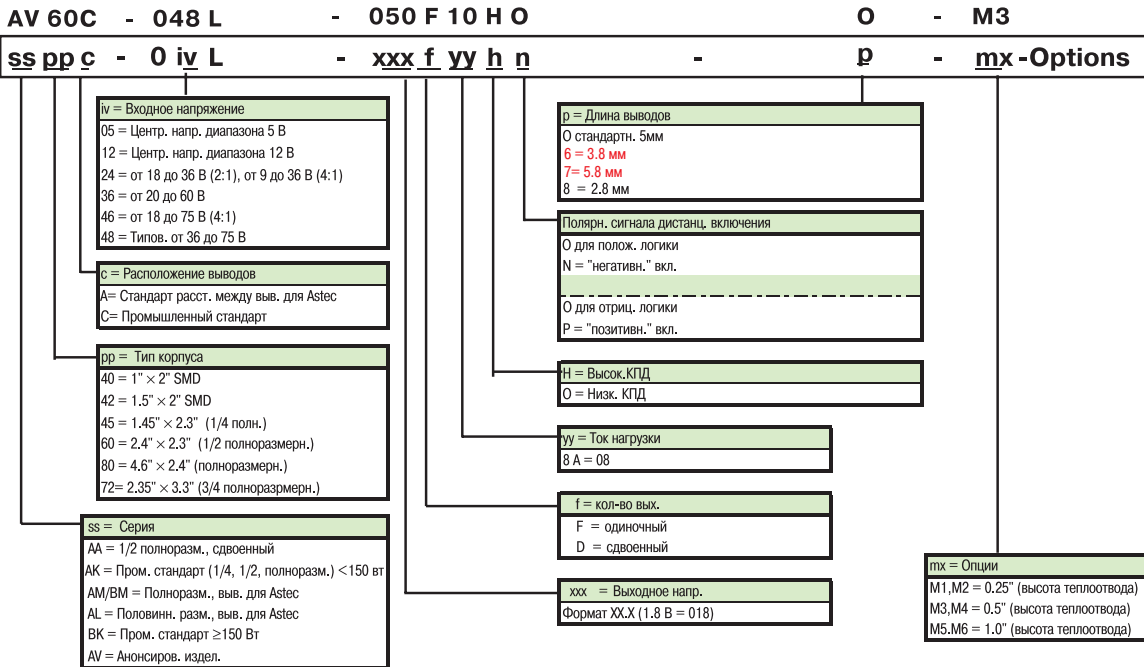
$$T_C=(R_{CA}\times P_D)+T_A,$$

будет равна соответственно 116, 96, 80 и 64 $^\circ\text{C}$. В этой конфигурации теплоотвод высотой 0.25 дюйма обеспечивает выполнение условия нормальной работы модуля ($T_C\leq 100\text{ }^\circ\text{C}$).

Пайка выводов модуля выполняется по стандартной технологии "волной припоя", при которой выводы на время 20-30 с нагреваются до температуры 110 $^\circ\text{C}$, а температура припоя достигает 260 $^\circ\text{C}$. При ручной пайке температура жала должна быть 425 $^\circ\text{C}$, а время пайки выводов не должно превышать 5 с.

Наработка до отказа (MTBF). Расчетное значение MTBF составляет 2 млн ч, что вполне соответствует возможностям модуля. Если ожидаемая температура окружающей среды превышает 25 $^\circ\text{C}$, рекомендуется применение теплоотвода, устанавливаемого таким образом, чтобы обеспечить наилучшие условия охлаждения потоком воздуха.

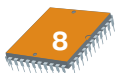
Пример обозначения модуля типа AV60C



Дополнительную информацию о DC/DC-преобразователях серии AV60C можно получить на фирме VD MAIS и в сети Интернет по адресу: www.astecpower.com

ЛИТЕРАТУРА:

- Power Solution, Edition 7 Catalog. – Astec Power, 2002.
- AV60C Half-brick Series Technical Reference Notes 48 V Input, 5V Output, 50-150 W DC-DC Converter, Rev. 01, ASTEC, June, 2002.



Які властивості повинна мати сучасна паяльна станція?*

- Ефективне управління температурою паяльного жала (контроль фактичної температури в точці пайки за допомогою того чи іншого виду термосенсора в контурі автоматичної системи регулювання).
- Достатній запас потужності для швидкого "підкачування" тепла в зону пайки і підтримки стабільної температури при пайці масивних з'єднань, коли розсіювання тепла велике.
- Відтворення результатів пайки незалежно від ступеню зносу паяльного жала чи його заміни.
- Цілком антистатичне виконання не тільки паяльника, але й електронного блоку керування.
- Зручність експлуатації, ергономічний дизайн.
- Безвідмовність при беззупинній роботі паяльної станції протягом тривалого часу.
- Пайка будь-яких типів мікросхем, що поверхнево монтуються, за допомогою технології "мікрохвиля" (крім мікросхем у корпусах БіДжіЕй та СіЕсПі).

**проведіть аналіз пропозицій на ринку України
і Ви переконаєтесь:
станція ERSA DIGITAL 2000A Tech -
(Ерса Діджитал 2000А -Теч)**

ЛІДЕР З УСІХ ПУНКТІВ



Відтепер на 10% дешевше!

ERSA®
EPCA

Сімметрон-Україна

тел (044) 239-2065

www.symmetron.com.ua

* За матеріалами монографії: А.О. Грачов, А.А.Мельник, Л.І.Панов, Поверхневий монтаж при конструюванні й виробництві електронної апаратури. - Одеса: ЦНТЕПІ ОНЮА, 2003. - с. 208-209 (428 с.)

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ

Во второй части статьи (первая часть опубликована в "ЭКиС" №10/03) рассмотрены особенности построения усилителей класса Т, приведены сравнительные характеристики усилителей классов D и Т, раскрыта зависимость параметров усилителей от различных факторов. Даны рекомендации по выбору транзисторов выходного каскада цифровых усилителей.

В. Макаренко

Усилители класса Т разработаны на базе технологии пакетной коммутации TriPath (в связи с этим они и получили наименование Т). Прототип усилителя класса Т, разработанный фирмой Power Acoustic, был впервые показан на выставке в Зинцхайме (Германия) в апреле 2000 года. Усилители, работающие в режиме класса D, выпускаются многими фирмами, но все они предназначены для работы в низкочастотных (басовых) каналах. На средних и верхних частотах звукового диапазона искажения, вносимые импульсным усилителем, становятся недопустимо высокими. Разработчики фирмы Power Acoustic, знакомясь с литературой по вычислительной технике и передаче данных, натолкнулись на описание технологии пакетной коммутации TriPath, которую применяет в своих концентраторах данных фирма Cisco – монополист на рынке широкополосных телекоммуникационных роутеров. Фирма Cisco отказалась передавать кому-либо полный алгоритм и топологию микросхемы, в которых реализована технология TriPath, но согласилась производить и программировать микросхемы по специальным требованиям Power Acoustic. На опытном макете усилителя получен минимальный КПД 75 % (при малой мощности в нагрузку) и максимальный – около 90 % (при максимальной мощности, отдаваемой в нагрузку). Нелинейные искажения не превышали 0.08 %.

В 2000 году при финансовой поддержке компаний Cisco, Intel и Texas Instruments была образована компания Tripath [1]. Специалистам компании удалось создать полностью цифровой усилитель звука на базе собственной технологии DPP (Digital Power Processing) с параметрами, аналогичными параметрам разработанных фирмой Power Acoustic усилителей. Этот усилитель в интегральном исполнении и называется усилителем класса Т.

КПД усилителей класса Т типичен для импульсных усилителей класса D. Однако уровень нелинейных искажений в усилителях класса D на средних и высоких частотах достигает единиц процентов. Уровень нелинейных искажений в пределах сотых долей процента – показатель хороших аналоговых усилителей, КПД которых не превышает 40...45 %. А вот сочетание высокого КПД и малых нелинейных искажений ранее никому реализовать не удавалось.

По мнению специалистов компании Tripath существуют принципиальные различия между усилителями классов D и Т, главное из которых состоит в используемом методе модуляции. Если в усилителях класса D применяют ШИМ-модуляцию и частота несущего колебания имеет фиксированное значение, то в усилителях класса Т выходные транзисторы коммутируются с частотой, изменяющейся по псевдослучайному закону (Dithering of the Switching Frequency), значение которой зависит от уровня входного сигнала. Такой способ модуляции аналогичен модуляции, используемой в технологии Spread Spectrum *, и позволяет получить в цифровых усилителях очень малые нелинейные искажения при сохранении высокого КПД.

Так как выходные транзисторы усилителей класса Т, как и усилителей класса D, работают в ключевом режиме, при их переключении возникают одинаковые искажения. Но благодаря тому, что в усилителе класса Т спектр гармоник "размазывается" в широкой полосе частот, спектральная плотность гармоник информационного сигнала и комбинационных искажений имеет очень малое значение. На рис. 1 приведены спектры сигнала частотой 1 кГц на выходе усилителей класса D (а) и Т (б) [3], а на рис. 2 – распределение энергии в спектре искажений этих же усилителей в широкой полосе частот.

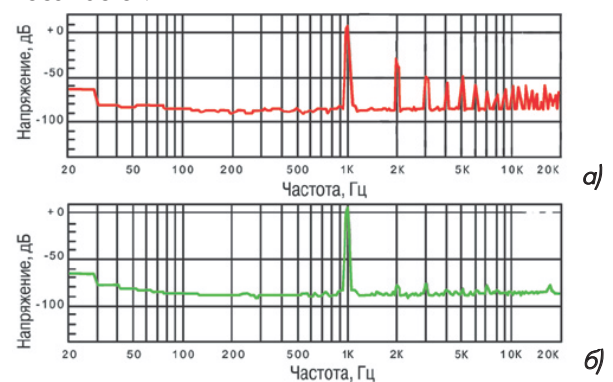


Рис. 1. Спектр искажений на выходе усилителей классов D (а) и Т (б)



Рис. 2. Распределение энергии в спектре искажений на выходе усилителей классов D и Т

* Для формирования сигналов Spread Spectrum (сигналов с расширенным спектром), отличающихся от других модулированных информационных сигналов, в которых энергия концентрируется возле несущего колебания, используется совершенно другой подход – распределение энергии сигнала в очень широкой полосе частот, хотя известно, что чем выше концентрация энергии сигнала для передачи отдельной единицы информации, тем выше эффективность модуляции.

Полоса частот, занимаемая информационным сигналом, может быть значительно расширена (коэффициент расширения от 10 до 10 000) за счет представления сигнала двоичными последовательностями с использованием нескольких различных методов. В результате расширения спектра появляются два полезных эффекта.

Эффект первый – рассредоточение энергии сигнала в пределах очень широкой полосы частот, что соответственно снижает спектральную плотность мощности в любой точке спектра. Уровень сигнала зависит от нескольких факторов, таких как передаваемая мощность, расстояние от передатчика, усиление антенны и ширина спектра. Рассредоточением энергии обеспечивается уменьшение уровня спектральных составляющих сигнала ниже уровня шума. Стандартный узкополосный приемник не может распознать сигналы Spread Spectrum, маскируемые шумами, в то время как приемник Spread Spectrum легко справляется с такой задачей.

Второй полезный эффект процесса Spread Spectrum заключается в том, что приемник может разделить полезный и мешающий сигналы, даже если мешающий имеет значительно более высокий уровень, чем полезный. Это объясняется тем, что в приемнике Spread Spectrum имеется копия последовательности Spread Spectrum, которая используется для восстановления сигнала. Узкополосные сигналы помех подавляются в процессе обработки. Устойчивость к помехам и сделала Spread Spectrum популярной технологией передачи данных.

Попадающий в пределы рабочей полосы приемника Spread Spectrum стандартный узкополосный сигнал типа АМ, ОАМ или CW (гармонический сигнал), как и сигнал Spread Spectrum, не несущий требуемой псевдошумовой (PN) кодовой последовательности, будут отфильтрованы и подавлены. В результате будет принят только один сигнал – именно тот, при формировании которого использована такая же PN-последовательность, как и в приемнике. Стороны могут обмениваться информацией только в случае, если им известна эта кодовая последовательность.

Выбор различных двоичных последовательностей обеспечивает возможность функционирования в пределах одной и той же полосы частот нескольких систем с использованием технологии Spread Spectrum независимо друг от друга. Уровень помех, вызванных работой систем Spread Spectrum, при правильном выборе параметров сигналов, незначителен, что дает возможность использовать тот же диапазон частот для передачи и приема сигналов с традиционными видами модуляции. Это позволяет разместить в одной полосе частот большое количество различных систем передачи данных.

Имеется много способов, используемых в военных и космических коммуникациях, распределения сигнала по широкой полосе частот. Однако для коммерческого применения разрешены только технологии Frequency Hopping (FH) и Direct Sequence (DS).

При использовании технологии Frequency Hopping (скачкообразной перестройки частоты) несущая частота радиопередатчика изменяется скачкообразно в определенной последовательности. При этом каждая из несущих частот и связанных с ней боковых полос должны оставаться в пределах ширины полосы, отведенной для работы системы связи. Только в случае, когда предполагаемый получатель знает последовательность скачков частоты передатчика, его приемник может отслеживать эти изменения частоты.

Если в двух различных передатчиках (при одновременной работе нескольких систем) попытаться использовать одну и ту же частоту (канал) одновременно, то данные будут передаваться повторно на следующей в последовательности частоте, а так как последовательности отличаются, то и частоты передатчиков станут различными.

Время, в течение которого сигнал занимает один из каналов, называется интервалом. Для предотвращения возникновения помех пользователям стандартных видов связи необходимо, чтобы интервал не превышал 10 миллисекунд.

В методе Direct Sequence (прямой последовательности) полоса сигнала расширяется за счет быстрого изменения фазы путем свертки информационного сигнала с псевдослучайной шумовой последовательностью. В приемнике исходный сигнал восстанавливается (в корреляторе) с использованием точно такой же последовательности. Длина последовательности определяет коэффициент расширения спектра. При одной и той же полосе частот чем длиннее последовательность, тем шире полоса частот, занимаемых сигналом, тем ниже скорость передачи и тем выше помехоустойчивость. Использование избыточности в частотной области эквивалентно повышению мощности узкополосного сигнала, что повышает помехозащищенность системы передачи информации. Таким образом, требуемый коэффициент ошибок даже при большой дальности передачи информации достигается при малых мощностях [2].



Рис. 3. Структурная схема стереофонического усилителя класса Т

Структурная схема усилителя класса Т показана на рис. 3 [1]. Устройство содержит входной усилитель, АЦП и цифровой сигнальный процессор, выполняющий преобразование цифрового входного сигнала в сигналы управления мощным выходным двухтактным каскадом. Для согласования маломощного выхода цифрового сигнального процессора со входом выходного каскада используются выходные драйверы. Кроме того, в усилителе имеются сервисные и диагностические схемы, а также системы защиты от перегрузки по току и напряжению (на рис. 3 не показаны).

На выходе усилителя включен фильтр нижних частот (внешний для усилителей, выпускаемых компанией Tripath), который выделяет низкочастотную составляющую модулированного сигнала, восстанавливая звуковой сигнал.

Изменение параметров усилителей класса Т при увеличении выходной мощности можно проиллюстрировать на примере ИМС ТК2051 [3] цифрового стереофонического усилителя, рассчитанного на долговременную работу при выходной мощности 50 Вт (номинальной мощности при нагрузке усилителя на сопротивление 8 Ом). При выходной мощности 35 Вт коэффициент гармоник не превышает 0.01 %. На рис. 4 показана зависимость коэффициента гармоник (K_f) этого усилителя от выходной мощности на частоте

сигнала, равной 1 кГц, а на рис. 5 – зависимость коэффициента гармоник от частоты сигнала при выходной мощности 10 Вт/канал.

Как следует из рис. 4, усилители класса Т чувствительны к перегрузкам. Если выходная мощность превышает 70 % номинального значения, то коэффициент гармоник стремительно увеличивается. Зависимость коэффициента гармоник от частоты выражена значительно слабее. Однако коэффициент гармоник не дает полного представления об искажениях, вносимых усилителем. Человеческое ухо наиболее чувствительно к интермодуляционным искажениям, спектр которых показан на рис. 6. Для обеспечения высокого качества звучания и точности воспроизведения необходимо, чтобы коэффициент интермодуляционных искажений в диапазоне частот от 20 Гц до 20 кГц не превышал 0.1 %. Зависимость КПД от выходной мощности иллюстрирует рис. 7. При выходной мощности 35 Вт КПД усилителя составляет примерно 85 % и мало изменяется в интервале выходных мощностей 15...50 Вт.

При малом уровне входных сигналов среднее значение несущей частоты модулированного сигнала составляет примерно 1.2 МГц. При такой частоте несущей спектр комбинационных искажений смещается в область высоких частот, лежащих за пределами звукового диапазона. Комбинационные составляющие по-

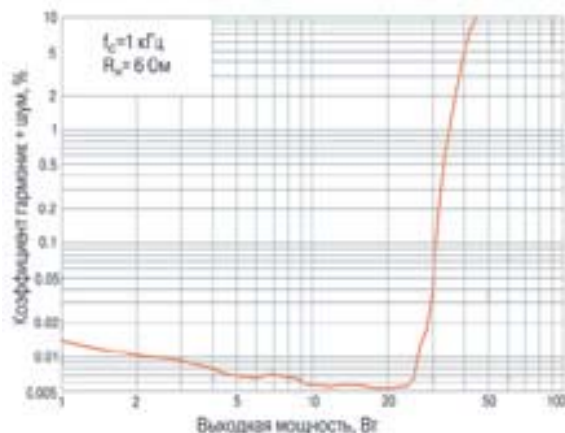


Рис. 4. Зависимость коэффициента гармоник усилителя ТК2051 от выходной мощности

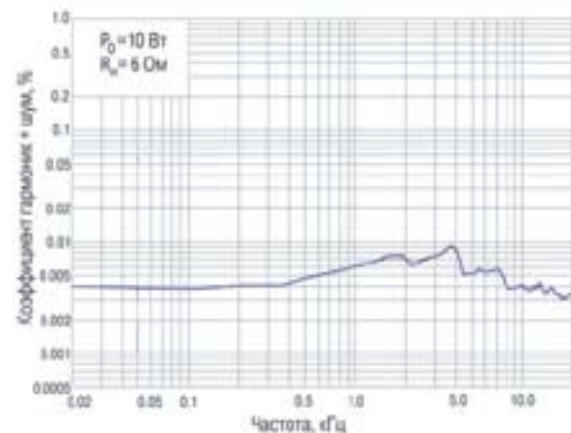


Рис. 5. Зависимость коэффициента гармоник усилителя ТК2051 от частоты

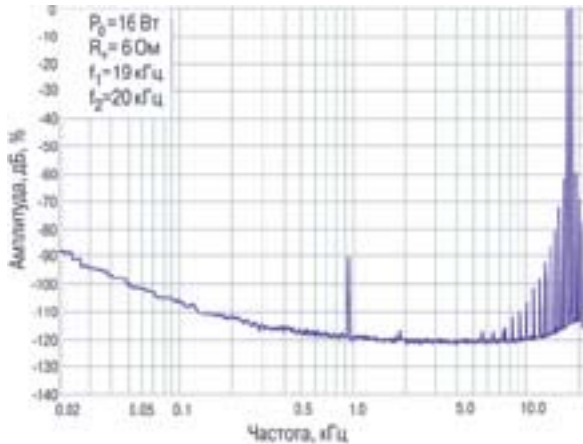


Рис. 6. Спектр интермодуляционных искажений усилителя TK2051

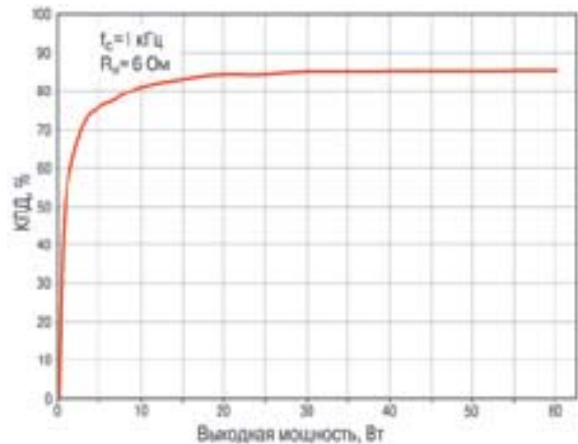


Рис. 7. Зависимость КПД усилителя TK2051 от выходной мощности

давляются выходным фильтром и измеренный K_T мал. По мере роста уровня входного сигнала частота переключения снижается, при этом КПД усилителя возрастает до максимального значения 85 %. При максимальном уровне входного сигнала переключение происходит приблизительно на частоте 200 кГц.

Зависимость КПД от частоты переключения объясняется особенностями режима работы транзисторов выходных каскадов ключевых усилителей (класса Т и D). На рис. 8 приведен фрагмент схемы (одного канала) усилителя класса Т типа TA0105A.

Выходной каскад представляет собой полумост, в котором силовые транзисторы включены последовательно по постоянному току. В такой схеме из-за инерционности транзисторов могут возникать сквозные токи (если управление транзисторами осуществляется строго противофазными сигналами) – протекание тока от источника питания к общему проводу через оба транзистора, минуя нагрузку. Один из транзисторов начинает открываться в то время, когда второй транзи-

стор еще не закрылся и наоборот. Это вредное и опасное явление, особенно при высоком напряжении питания. Для устранения сквозных токов необходимо ввести задержку включения транзисторов, чтобы один из транзисторов моста не мог открыться до тех пор, пока не закрылся другой. Этот режим в англоязычной литературе называется Break-Before-Make (BBM).

Вот эти задержки или (при их отсутствии) сквозные токи и являются основной причиной искажений. Есть, конечно, и другие причины.

Появление сверхбыстродействующих низковольтных МОП (MOSFET) транзисторов дало возможность сократить время задержки до 10...20 наносекунд и поднять тактовую частоту выходного модулятора до единиц мегагерц, что позволило, в конечном счете, снизить искажения сигнала.

В усилителях компании Tripath длительность задержки включения транзисторов программируется дискретно. Например, для TA0102A эти значения равны 145, 105, 65 и 25 нс [4]. При малых значениях за-

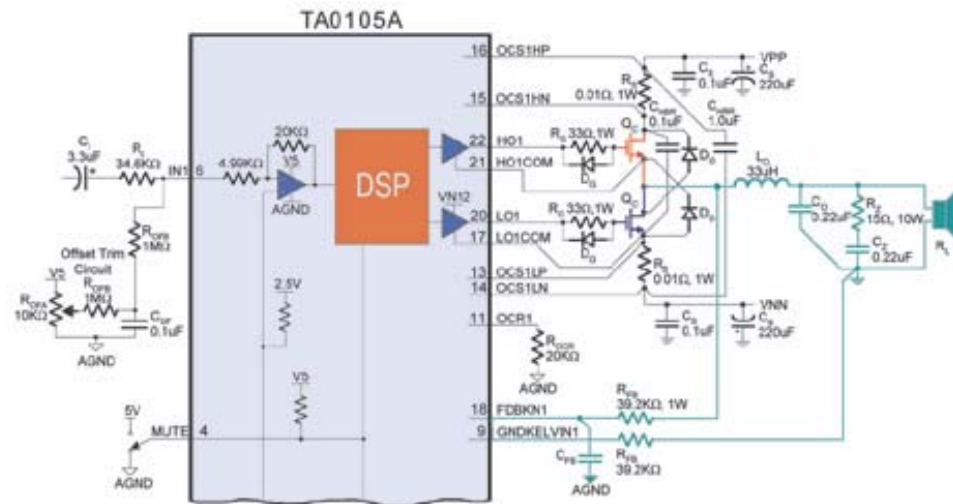


Рис. 8. Функциональная схема одного канала усилителя TA0105A

держки уровень искажений снижается, однако при этом возрастает мощность рассеивания на транзисторах, так как сквозные токи полностью не устраняются. Оптимальная величина задержки определяется параметрами компонентов, топологией печатной платы, температурой кристалла и выходной мощностью усилителя. При одной и той же задержке КПД усилителя зависит от частоты переключения выходных транзисторов. Чем ниже частота переключения, тем меньше потери мощности (ведь сквозные токи протекают только в момент переключения). Этим и объясняется рост КПД усилителей класса Т при увеличении выходной мощности.

Компания Tripath Technology выпускает целую серию усилителей класса Т с различной выходной мощностью, основные характеристики этих усилителей приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные характеристики усилителей класса Т

Тип	Выходная мощность (4 Ом), Вт	Напряжение питания, В	Коэффициент гармоник плюс шум (THD+N), типов., %	Корпус
TA1101B	2 10	12	0.04	30-PSOP
TA0102A	2 150	±28...±49	0.05	38-выводной модуль
	1 450			
TA0103A	2 250	±35...±60	0.04	38-выводной модуль
	1 900			
TA0104A	1 1000	±55...±92	1.0	38-выводной модуль
	2 500		0.1	
	2 300		0.02	
TA2020	2 20	13.5	0.05	32-SSIP
	2 10		0.03	
TA2022	2 100	±35	1.0	32-SSIP
	2 90		0.1	
	2 80		0.03	
TA3020	2 350	±65	0.1	48-DIP
	2 50		0.02	

В различных моделях усилителей в небольших пределах варьируется диапазон изменения несущей частоты модулированного сигнала: 0.1...1 МГц в TA1101B и TA2020, 0... 1.5 МГц в TA0102A. В TA0102A имеются встроенные схемы защиты, отключающие выходной каскад усилителя при отклонении напряжения питания за допустимые пределы, как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. Включение осуществляется автоматически при возвращении значения напряжения питания в заданные пределы. При коротком замыкании в нагрузке схема защиты отключает как усилитель, так и выходные транзисторы. Для измерения выходного тока последовательно с каждым из выходных транзисторов включен низкоомный резистор, предназначенный для контроля порога срабатывания схемы защиты от КЗ.

Усилители TA2022 и TA3020 – двухканальные с выходной мощностью 90 и 350 Вт соответственно. В состав каждого из усилителей входит одноразрядный дельта-сигма АЦП с частотой дискретизации 50 МГц и схемы обработки сигнала. TA2022 при выходной мощности 90 Вт на канал обеспечивает коэффициент гармоник плюс шум (THD+N) не более 0.1 % и КПД 90 %. TA3020 в сочетании с внешними мощными транзисторами обеспечивает выходную мощность до 350 Вт/канал на нагрузке 4 Ом при THD+N меньше 0.1 %. В мостовой схеме выходная мощность может быть увеличена до 1200 Вт.

Реализация вышеперечисленных параметров усилителей обеспечивается при условии, что входящие в их состав входной усилитель, аналого-цифровой преобразователь, сигнальный процессор, выходные драйверы и, конечно, мощные выходные транзисторы обладают соответствующими характеристиками. Чтобы уменьшить вносимые усилителем искажения, необходимо выбирать как можно выше несущую частоту модулированного сигнала, формируемого на выходе цифрового сигнального процессора. Главный фактор, который ограничивает максимальную частоту, – это быстродействие выходных транзисторов и от их правильного выбора зависят значения предельно достижимых параметров.

Выбор транзисторов выходного каскада

При выборе MOSFET транзисторов в первую очередь следует учитывать следующие параметры:

- допустимое напряжение сток-исток $U_{СИ}$ (Drain-Source Voltage – V_{DS}),
- максимальную рассеиваемую мощность $P_{МАКС}$ (Maximum Power Dissipation – P_D),
- сопротивление канала сток-исток в открытом состоянии $R_{СИ}$ (Drain-Source Resistance – $R_{DS(on)}$),
- величину заряда, накапливаемого на затворе MOSFET транзистора (Total Gate Charge – Q_g), этот параметр в некоторой степени аналогичен такому параметру как входная емкость транзистора $C_{вх}$.

Прежде всего, необходимо выбирать транзистор по допустимому напряжению сток-исток, которое не должно быть ниже 150 В [5], а уже затем учитывать другие параметры. В настоящее время целый ряд компаний производит транзисторы, пригодные для использования в усилителях класса Т: ST Microelectronics, Fairchild Semiconductor, International Rectifier Corporation и Intersil Corporation. В таблице 2 приведены характеристики некоторых типов транзисторов этих производителей, рекомендуемые в [5].

Для построения выходных каскадов усилителей большой мощности, собранных по мостовой схеме (или работающих на нагрузку с сопротивлением меньше, чем 4 Ома), необходимо включать несколько мощ-

Таблица 2. Основные характеристики MOSFET транзисторов

Тип	Производитель	V_{dss} , В	I_d , А	Q_g , нКл	$R_{DS(on)}$, Ом	P_d , Вт	Корпус
STW50NB20	St Microelectronics	200	50	84	0.047	280	TO247
IRFB41N15D	International Rectifier	150	41	72	0.045 (макс.)	200	TO220
STW38NB20	St Microelectronics	200	38	70	0.052	180	TO247
STU36NB20	St Microelectronics	200	36	70	0.052	160	MAX220
STW34NB20	St Microelectronics	200	34	60	0.062	180	TO247
FQA34N20	Fairchild Semiconductor	200	34	60	0.06	210	TO247
FQP34N20	Fairchild Semiconductor	200	31	60	0.06	180	TO220
IRFB31N20D	International Rectifier	200	31	70	0.082 (макс.)	200	TO220
STP19NB20	St Microelectronics	200	19	29	0.15	125	TO220
STP16NB25	St Microelectronics	250	16	29	0.22	125	TO220

ных транзисторов параллельно. В табл. 2 приведены параметры транзисторов, измеренные при температуре 25 °С. Однако при работе усилителя температура транзистора может быть значительно выше, что приводит к увеличению сопротивления открытого канала сток-исток (рис. 9). Это, в свою очередь, вызывает увеличение мощности, рассеиваемой на транзисторе. Поэтому следует выбирать транзистор с учетом максимальной рабочей температуры его корпуса, которая может достигать 150 °С. Из графика, приведенного на рис. 9 [6], следует, что сопротивление $R_{СИ}$ при изменении температуры от 25 до 150 °С увеличивается в 3 раза. Следовательно, величина максимального тока, протекающего через транзистор, должна быть уменьшена примерно в 3 раза по сравнению с приведенной в табл. 2. Это подтверждается и графиком зависимости величины допустимого тока стока транзистора от температуры (рис. 10). При температуре 150 °С величина допустимого тока снижается с 31 до 12 А. Перечисленные факторы делают необходимым включение нескольких выходных транзисторов параллельно. Одновременно с увеличением максимальной мощности, отдаваемой в нагрузку, уменьшается выходное сопротивление усилителя, что благоприятно

сказывается при работе на низкоомную нагрузку. При включении двух транзисторов (например, STW34NB20) параллельно можно обеспечить мощность в нагрузке 1...2 кВт.

КПД усилителя можно рассчитать по формуле

$$\eta = \frac{P_{НАГР}}{P_{НАГР} + P_{ПOT}}$$

где $P_{НАГР}$ – мощность, отдаваемая в нагрузку; $P_{ПOT} = (P_{АКТ.1} + P_{ПЕР.1}) n$ – мощность потерь на транзисторах выходного каскада; $P_{АКТ.1}$ – активная мощность, рассеиваемая на сопротивлении канала сток-исток одного транзистора

$$P_{АКТ.1} = I^2 R_{DS(on)}$$

I – среднеквадратическое значение тока, протекающего через транзистор; $P_{ПЕР.1}$ – мощность потерь на переключение на одном транзисторе и защитном диоде (D_0 на рис. 8)

$$P_{ПЕР.1} = 0.5 \cdot f \cdot T_f \cdot U \cdot I;$$

n – количество транзисторов в выходном каскаде; T_f – интервал времени, за который напряжение между стоком и истоком полевого транзистора изменяется от 0.1 до 0.9 максимального значения [6]; f – частота переключения транзистора; U – напряжение источника питания.

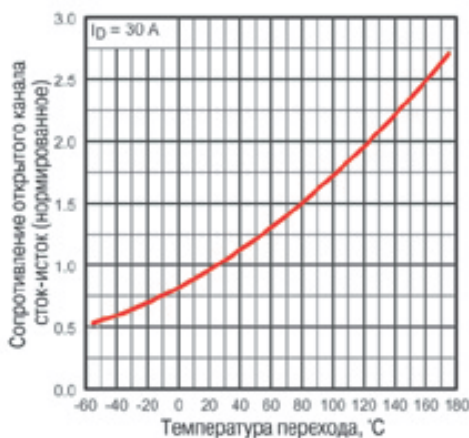


Рис. 9. Зависимость нормированного сопротивления канала сток-исток транзистора IRFB31N20D от температуры

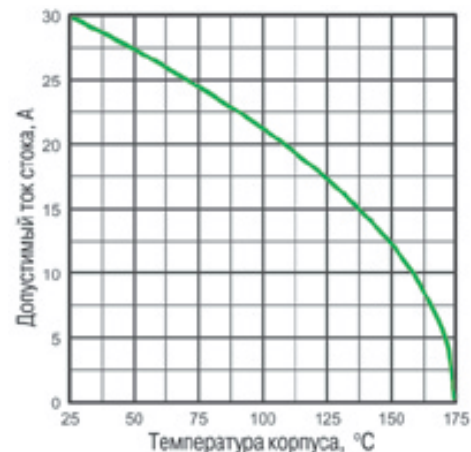


Рис. 10. Зависимость максимального тока стока транзистора IRFB31N20D от температуры

В соответствии с рекомендациями [5] величина суммарного заряда Q_g транзисторов, включенных параллельно, не должна превышать 130...150 нКл, иначе искажения, вносимые оконечным каскадом, становятся недопустимо большими. Из приведенных в табл. 2 данных следует, что при необходимости включения параллельно больше трех транзисторов возможно использование только транзисторов STP19NB20 и STP16NB25.

ЛИТЕРАТУРА:

1. <http://www.tripath.com>
2. <http://express.net.ua/test2/technology.html>
3. <http://www.tripath.com/downloads/an1.pdf>
4. http://www.eworld.ru/news/arh/litr01/ec_201.htm
5. <http://www.tripath.com/downloads/an10.pdf>
6. International Rectifier CD ROM Catalog 2003/irfs31n20d.pdf

Продолжение следует

Весь світ електронних компонентів ▶▶▶▶▶▶

E·X·P·O ELECTRONICA

експозитивна електроніка

7-а МІЖНАРОДНА СПЕЦІАЛІЗОВАНА ВИСТАВКА ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

18-21 травня 2004

РОСІЯ, МОСКВА
СК "ОЛІМПІЙСЬКИЙ"

www.expoelectronica.ru

СУСПІЛЬНО ЗА
АРДЭК
Знак гарантії

при офіційній підтримці:

Міністерство промисловості, науки і технологій РФ
Міністерство економічного розвитку та торгівлі РФ
Федеральний фонд розвитку електронної техніки РФ

РАСУ

організатори:

ІТЕ **PRIMEXPO**

Тел.: +7(812)380-6007,
380-6003, 380-6000.
Факс: +7(812) 380-6001,
e-mail: electron@primexpo.ru

**Оформить подписку на журнал можно:
в Украине:**

- в любом отделении связи по каталогу ГП "Пресса" (подписной индекс **40633**),
- через курьерские службы доставки: "Саммит", "KSS", "Идея", "Ділова преса", "Фактор-Запад", "Міська кур'єрська служба"
- через редакцию по электронной почте: info@vdmairs.kiev.ua
- на сайте: www.vdmairs.kiev.ua

в России:

- в любом отделении связи по объединенному каталогу "Пресса России" (подписной индекс **38554**)

Прецизионные преобразователи

Сентябрь 2003

Информационный бюллетень фирмы Analog Devices

В этом номере

Точный 16-разрядный ЦАП с выходным напряжением ± 13.6 В	18
32- и 40-канальные ЦАП с однополярным питанием	19
Сдвоенный 12-разрядный низковольтный ЦАП	19
Микросхемы для температурного мониторинга	20
Изолирующие микросхемы семейства iCoupler	22
Цифровые триммеры вместо электромеханических потенциометров	23
Сверхминиатюрные цифровые потенциометры	23
Таблица параметров цифровых потенциометров	24
Цифровые потенциометры – примеры применения	25
Микросхемы ключей и мультиплексоров	26
Семейство микроконвертеров	27
Микросхемы счетчиков энергии ...	29
Сигма-дельта АЦП	31
Быстродействующие многоканальные поразрядные АЦП	32
Многоканальные 12-разрядные АЦП	32
Совместимые по выводам поразрядные АЦП	33

Новый миниатюрный 16-разрядный АЦП поразрядного уравнивания отличается высоким быстродействием

Несмотря на то, что новые 16-разрядные АЦП выпускаются в миниатюрном корпусе типа MSOP, их быстродействие сравнимо с преобразователями в корпусах типа SOIC и составляет не менее 250 тысяч преобразований в секунду. Преобразователь AD7686 выпускается в корпусе 10-MSOP, имеет погрешность в пределах ± 3 EMP и частоту преобразования 550 кГц, что вдвое выше быстродействия ближайших аналогов. Размеры корпуса 10-MSOP (3x5 мм) ничем не отличаются от размеров корпуса 8-MSOP, однако два дополнительных вывода позволяют повысить гибкость последовательного интерфейса нового АЦП. Цепочечное объединение преобразователей AD7686 возможно по входу SDI. Данный вывод, кроме того, может быть использован для индикации состояния АЦП занят/свободен. Преобразователь AD7686 – представитель семейства, включающего семь поразрядных АЦП с одним источником питания, выполненных в миниатюрных корпусах, отличающихся высокими характеристиками и совместимых по выводам.



ПРИМЕНЕНИЕ

- приборы с батарейным питанием
- изолированные системы сбора данных
- медицинская аппаратура
- автомобильная электроника

- **Производительность:**
 - 550 кГц (ускоренный режим)
 - 450 кГц (нормальный режим)
 - 380 кГц (режим с внешним запуском)
 - максимальная интегральная нелинейность ± 3 EMP
- **типовое отношение сигнал/(шум+искажения) на частоте 10 кГц -89 дБ**
- **типовые нелинейные искажения на частоте 10 кГц -95 дБ**
- **диапазон сигнала на псевдодифференциальном входе от 0 до U_{REF}**
- **тип интерфейсов: SPI/QSPI/MICROWIRE/DSP**
- **диапазон рабочих температур -40...85 °C**

Параметры 16-разрядных АЦП

Тип АЦП	Частота выборки, кГц	Напряжение питания, В	Входное напряжение, В	Интегральная нелинейность, EMP	Разрядность с учетом пропуска кодов, биты	Тип корпуса	Стоимость, \$ *
AD7686	550	2.7...5.0	0... U_{REF}	± 3	16	10-MSOP	12.00
AD7688	550	2.7...5.0	$\pm U_{REF}$	± 1.5	16	10-MSOP	14.95
AD7685	250	2.7...5.0	0... U_{REF}	± 3	16	10-MSOP	8.00
AD7687	250	2.7...5.0	$\pm U_{REF}$	± 1.5	16	10-MSOP	8.95
AD7680	100	3...5	0... U_{REF}	± 4	15	6-SOT23, 8-MSOP	6.00
AD7683 **	100	2.7...5.0	0... U_{REF}	± 3	16	8-MSOP	6.50
AD7684 **	100	2.7...5.0	$\pm U_{REF}$	± 3	16	8-MSOP	6.50

* FOB-цена USA в партии 1000 шт., ** AD7683 и AD7684 – усовершенствованные преобразователи ADS8325 и ADS8321.



Перевод с английского В. Романова.

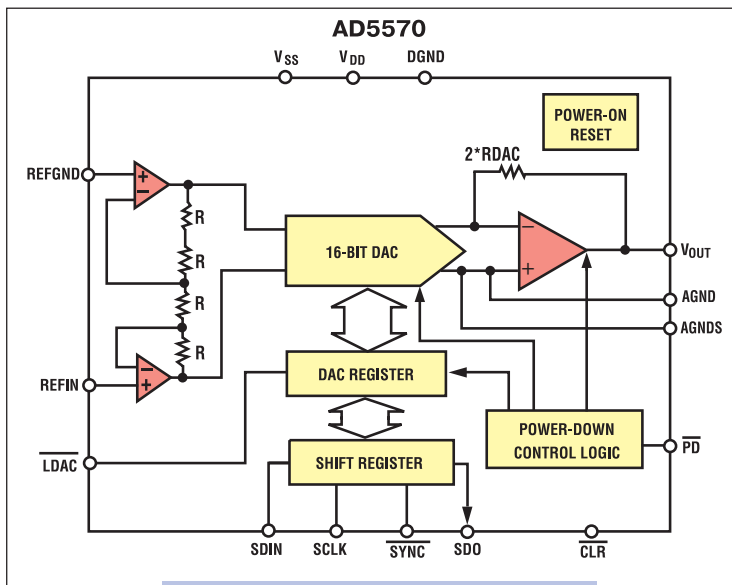
* Цена FOB USA в партии 1000 штук.

Точный 16-разрядный ЦАП с выходным напряжением ±13.6 В

Для построения высокоточных приборов и промышленного оборудования требуются ЦАП с высокой интегральной линейностью и широким диапазоном выходного напряжения.



Решение AD5570 – самый точный и миниатюрный 16-разрядный ЦАП с интегральной нелинейностью в пределах ± 1 ЕМР во всем диапазоне рабочих температур и напряжений питания. Это единственный 16-разрядный ЦАП с последовательным интерфейсом, совместимым со стандартными типа SPI/QSPI/MICROWIRE/DSP/°C. Выпускаемый в корпусе 16-SSOP, преобразователь AD5570 по габаритам на 20 % меньше, чем ближайшие менее точные аналоги. Вход опорного источника имеет внутренний буферный каскад, что позволяет исключить внешний усилитель или дорогой опорный источник со встроенным буфером. Напряжение питания этого ЦАП ± 12 или ± 15 В, цифровой интерфейс совместим с логическими уровнями 3 или 5 В. К особенностям ЦАП относятся следующие: установление на выходе напряжения 0 В по включению питания, возможность чтения записанных данных, цепочечное объединение нескольких ЦАП, очистка регистра ЦАП с установлением на выходе напряжения 0 В (вход CLR), асинхронный режим преобразования (вход LDAC), режим с пониженным энергопотреблением ($I_{потр} \leq 20$ мкА), диапазон рабочих температур $-40...125$ °C.



AD5570

ПРИМЕНЕНИЕ

- устройства промавтоматики
- тестовое оборудование
- автоматизированные системы управления
- системы сбора данных
- универсальные измерительные приборы

\$ 22.29

Особенности	Преимущества
Интегральная нелинейность ± 1 ЕМР	Высокая точность позволяет легко обеспечить бюджет погрешности сложной системы
Напряжение питания ± 12 или ± 15 В	Обеспечивается совместимость с промышленными уровнями сигналов, широкий входной диапазон, улучшенное отношение сигнал/шум, улучшенный уровень шага квантования
Установка в нуль по включению питания	Наличие управления по включении питания
Обнуление регистра ЦАП	Режим обнуления регистра ЦАП позволяет откалибровать его или проконтролировать работоспособность
Тип корпуса 16-SSOP	Обеспечивает сверхплотный монтаж
Последовательный интерфейс	Обеспечивает простоту развязки подключения, не требует дополнительных выводов
Цифровой интерфейс с логическими уровнями 3 и 5 В	Низкое потребление, малый уровень напряжения питания, обеспечивается сопряжение с DSP/μC и портативными приборами
Чтение данных	Обеспечивает диагностику и перезапись данных
Цепочечное объединение ЦАП через последовательный интерфейс	Позволяет подключить несколько ЦАП к одной шине
Наличие управляющего входа LDAC	Обеспечивает асинхронный режим
Режим энергосбережения	Позволяет снизить мощность рассеяния, увеличивает ресурс батарейного питания

32- и 40-канальные ЦАП с однополярным питанием, выполненные в микрокорпусах

ЦАП с большим числом каналов широко используются в оптических сетях и тестовом оборудовании. Фирма Analog Devices – единственный производитель преобразователей с большим числом каналов, высоким разрешением, программируемыми характеристиками, которые удовлетворяют всем системным требованиям.



AD5380 и AD5382 – новое семейство промышленных 40- и 32-канальных ЦАП с разрешением 14 разрядов и напряжением питания 5 В. Кроме того, фирмой Analog Devices выпускаются совместимые по выводам с указанными выше ЦАП 12-разрядные преобразователи AD5381 и AD5383. Все преобразователи этого семейства имеют встроенный опорный источник, что исключает необходимость использования внешнего источника и тем самым уменьшает размеры и стоимость законченного устройства в целом. Смещение нуля и наклона передаточной характеристики этих ЦАП регулируется программно, что позволяет автоматизировать калибровку и подгонку преобразователей. ЦАП данного семейства отличаются высокими функциональными возможностями, в частности, имеют режимы ускорения установки выходного напряжения и изменения выходного напряжения одновременно во всех каналах.

Преобразователи имеют rail-to-rail выход в диапазоне напряжений питания до 5 В, содержат параллельный и два последовательных интерфейса: типа SPI и I²C.

Отметим, что в случае возникновения необходимости обеспечить биполярное выходное напряжение, следует использовать биполярный 40-канальный 14-разрядный ЦАП AD5379, сведения о котором можно получить в сети Интернет по адресу: www.analog.com/AD5379

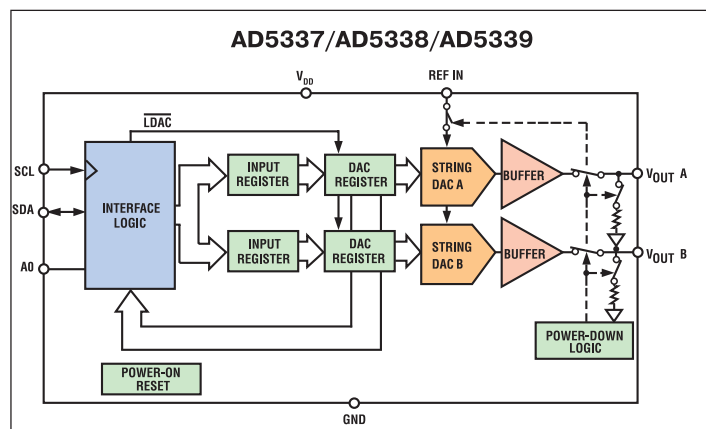
ПРИМЕНЕНИЕ

- оптические ключи и сети
- системы управления микрозеркалами
- тестовое оборудование с программируемыми калибраторами уровней

Тип ЦАП	Число каналов	Количество разрядов, биты	Напряжение питания, В	Стоимость, \$
AD5380	40	14	5	49.50
AD5381	40	12	5	39.50
AD5382	32	14	5	42.50
AD5383	32	12	5	34.50
AD5379 (биполярный)	40	14	+5, +12, -12	67.75

Сдвоенный 12-разрядный низковольтный ЦАП в корпусе 8-MSOP

AD5339 – сдвоенный 12-разрядный ЦАП с I²C интерфейсом. Преобразователь работает при напряжении питания от 2.5 до 5.5 В, потребляет не более 375 мкА, имеет типовую погрешность ±2 ЕМР. Максимальное значение погрешности ±8 ЕМР. ЦАП отличается высокой монотонностью, что позволяет использовать его в цепях управления электропитанием, а низкое потребление соответствует требованиям, предъявляемым к I²C интерфейсу. Если требования к точности невысоки, могут быть использованы менее точные ЦАП этого семейства, например, AD5337 (разрешение 8 разрядов) и AD5338 (разрешение 10 разрядов). Стоимость ЦАП этого семейства в партии 1000 шт. находится в пределах от \$ 1.23 до 4.80 в зависимости от разрешения и условий эксплуатации.



Самые миниатюрные цифровые температурные сенсоры с погрешностью $\pm 1^\circ\text{C}$

При разработке температурных сенсоров этого семейства была решена комплексная задача повышения точности при одновременном уменьшении размеров.



Новые цифровые температурные сенсоры с ШИМ-выходом имеют минимальные размеры и низкое потребление, что особенно важно в промышленных системах управления и контроля. Выходное напряжение сенсоров TMP05 и TMP06 представляет собой сигнал прямоугольной формы, длительность которого пропорциональна абсолютному значению измеряемой температуры. Оба сенсора имеют погрешность $\pm 1^\circ\text{C}$ в диапазоне температур от 0 до 70°C . Диапазон рабочих температур от -55 до 150°C , диапазон напряжений питания от 2.7 до 5.5 В. Сенсоры производятся в корпусах типа 5-SC70 или SOT-23. Оба сенсора работают в трех режимах: цепочечного подключения к одному контроллеру, непрерывного измерения температуры (мониторинга температуры) и в режиме однократных измерений, что снижает мощность потребления до 8.25 мкВт.



TMP05 \$ 0.95
TMP06 \$ 0.95

Контроль температуры – только одна из функций, которые выполняют температурные сенсоры в режиме мониторинга

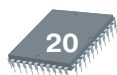
Широкий спектр применений требует введения в ИМС дополнительных каналов для мониторинга уровней напряжения, перегрузок в ОУ, скорости вращения вентилятора и т. п. В настоящее время подобные ИМС, отличающиеся малыми размерами, низким потреблением и невысокой стоимостью, выпускаются фирмой Analog Devices.



Семейство ADT7x1x преобразователей температуры в код содержит многофункциональные АЦП и ЦАП для выполнения широкого набора дополнительных функций. Эти микросхемы общего применения позволяют наиболее эффективно выполнять температурный мониторинг. Применение данных ИМС позволяет упростить процесс проектирования, уменьшить размеры проектируемых изделий и их стоимость за счет выполнения одной микросхемой нескольких функций.

Параметры преобразователей температуры в код

Тип преобразователя	Разрядность, бит		Локальный и дистанционный температурный мониторинг	Тип интерфейса	Температурная погрешность, $^\circ\text{C}$ (в диапазоне 0...85 $^\circ\text{C}$)	Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$	Напряжение питания и ток потребления, В/мА	Стоимость, \$
	АЦП	ЦАП						
ADT7516	10, 4 канала	12, счетверенный	+	SMBus/SPI	± 2	-40...120	(2.7...5.5)/2.2	6.95
ADT7517	10, 4 канала	10, счетверенный	+	SMBus/SPI	± 2	-40...120	(2.7...5.5)/2.2	4.35
ADT7518	10, 4 канала	8, счетверенный	+	SMBus/SPI	± 2	-40...120	(2.7...5.5)/2.2	3.20
ADT7411	10, 8 каналов	—	+	SMBus/SPI	± 2	-40...120	(2.7...5.5)/2.2	1.99
ADT7316	—	12, счетверенный	+	SMBus/SPI	± 2	-40...120	(2.7...5.5)/2.2	5.80
ADT7317	—	10, счетверенный	+	SMBus/SPI	± 2	-40...120	(2.7...5.5)/2.2	3.15
ADT7318	—	8, счетверенный	+	SMBus/SPI	± 2	-40...120	(2.7...5.5)/2.2	2.00



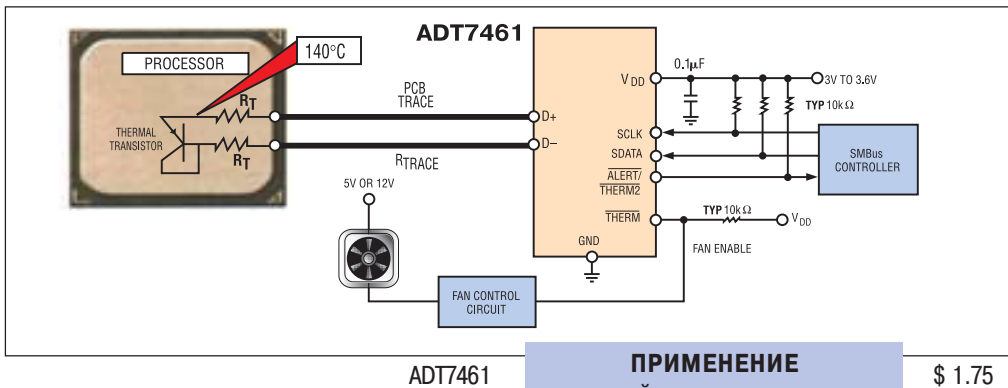
Температурный монитор с погрешностью $\pm 1^\circ\text{C}$ в диапазоне температур до 150°C позволяет исключить начальное смещение температуры

Современные процессоры и, в частности, графические процессоры представляют собой СБИС с миллионами транзисторов в корпусе. При включении питания такой СБИС происходит быстрый нагрев окружающего пространства. Для контроля уровня нагрева окружающего пространства необходимы температурные сенсоры, работающие в диапазоне температур до 150°C . Однако стандартные температурные мониторы работают в диапазоне температур не более 120°C . Кроме того, при измерении температуры вблизи корпуса СБИС возникают погрешности смещения из-за последовательного включения чувствительного элемента (диода) и температурного монитора, т. к. в эту цепь последовательно с температурным диодом включены контактные площадки для установки ИМС монитора, выводы ИМС, проводники соединений между диодом и монитором на печатной плате.



ADT7461 представляет собой температурный монитор с последовательным интерфейсом. Его точность $\pm 1^\circ\text{C}$, диапазон до 150°C , температурным сенсором является выносной диод. Кроме того, в составе монитора имеется встроенный температурный сенсор. Широкий диапазон и высокая точность измерения температуры позволяют эффективно управлять системой охлаждения графического процессора.

Монитор автоматически исключает влияние последовательного включения элементов монтажа на точность измерения температуры. Для этого не требуется учитывать сопротивление последовательно включенных элементов монтажа, если даже величина этого сопротивления достигает 1 кОм . Монитор имеет, кроме того, два выхода прерывания, которые могут быть использованы в системе охлаждения. Выход ALERT является сигналом прерывания в случае выхода за допустимые пределы температуры, измеряемой встроенным в монитор или выносным сенсором. Выход THERM имеет релейную характеристику. По сигналу с этого выхода можно включать вентилятор или отключать питание процессора, температура которого контролируется монитором.



Особенности:

- расширенный диапазон измерения температуры вплоть до 150°C
- исключение погрешности измерения из-за последовательно включенных элементов монтажа
- погрешность $\pm 1^\circ\text{C}$ при использовании выносного температурного сенсора
- наличие двух выходов прерывания ALERT и THERM
- совместимость по выводам с монитором ADM1032
- интерфейс типа SMBus
- корпус типа 8-SOIC или 8-MSOP

ПРИМЕНЕНИЕ

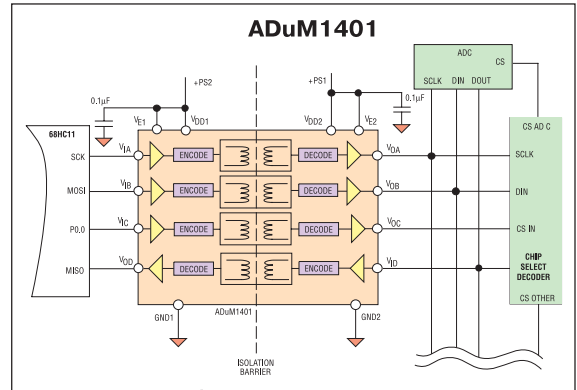
- системный мониторинг температуры графических и других процессоров
- системы связи
- ноутбуки
- настольные компьютеры
- бытовая электроника



Подробную информацию о температурных мониторах можно получить в сети Интернет по адресу: www.analog.com/temp-sensors

Многоканальные изоляторы входов/выходов семейства *iCoupler* позволяют уменьшить размеры, снизить стоимость и потребляемую мощность проектируемых изделий

Фирма Analog Devices анонсировала новое семейство 3- и 4-канальных цифровых изоляторов входов/выходов на основе технологии *iCoupler*. Первая ИМС этого семейства одноканального изолятора ADuM1100 была отмечена в 2000 году журналом "Electronic Products Magazine" как лучшая разработка года. Благодаря использованию гальванической электромагнитной развязки с помощью встроенного в кристалл трансформатора микросхемы этого семейства обеспечивают прием и передачу сигналов по одним и тем же каналам, в отличие от оптических изоляторов. 3- и 4-канальный изоляторы, соответственно ADuM130x и ADuM140x, обеспечивают различные конфигурации каналов приема/передачи данных и выполнены в корпусе 16-SOIC.



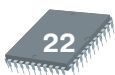
Семейство многоканальных изоляторов ADuM130x/ADuM140x обладает несомненными преимуществами перед традиционными оптоизоляторами. Одним из примеров этих преимуществ является разработка 4-проводного SPI-интерфейса для изолированного контроллера на ПЛИС. Замена оптоизоляторов (18 компонентов вместе с дополнительными) одним многоканальным на основе технологии *iCoupler* с двумя конденсаторами (всего три компонента вместо восемнадцати) позволила уменьшить на треть стоимость и на две трети – размеры проектируемого изделия. Кроме того, уменьшилось потребление от 50 до не менее чем 10 раз, как, например, при выполнении операций по обмену данными между контроллером и интерфейсом.

Особенности:

- низкое потребление при выполнении операции:
 - 1.3 мВт/канал при напряжении питания 3 В и скорости обмена от 0 до 2 Мб/с
 - 39 мВт/с при напряжении питания 3 В и скорости обмена до 100 Мб/с
- логические уровни 3/5 В
- диапазон рабочих температур -40...100 °С
- скорость передачи данных от 0 до 100 Мб/с
- искажения длительности передаваемых импульсов в пределах 2 нс
- рассогласование по каналам в пределах 2 нс
- соответствие требованиям UL, CS и VDE стандартов по электромагнитной совместимости

Тип монитора	Число входов со стороны напряжения питания		Макс. скорость передачи данных, Мб/с	Макс. задержка при напр. питания 5 В, нс	Макс. искажения длительности импульса, нс	Стоимость, \$
	V _{DD1}	V _{DD2}				
ADuM1300ARW	3	0	1	100	50	2.22
ADuM1300BRW	3	0	10	50	3	2.97
ADuM1300CRW	3	0	100	32	2	3.99
ADuM1301ARW	2	1	1	100	50	2.22
ADuM1301BRW	2	1	10	50	3	2.97
ADuM1301CRW	2	1	100	32	2	3.99
ADuM1400ARW	4	0	1	100	50	2.96
ADuM1400BRW	4	0	10	50	3	3.96
ADuM1400CRW	4	0	100	32	2	4.48
ADuM1401ARW	3	1	1	100	50	2.96
ADuM1401BRW	3	1	10	50	3	3.96
ADuM1401CRW	3	1	100	32	2	4.48
ADuM1402ARW	2	2	1	100	50	2.96
ADuM1402BRW	2	2	10	50	3	3.96
ADuM1402CRW	2	2	100	32	2	4.48

Подробная информация об изоляторах семейства входов/выходов *iCoupler* размещена на сайте: www.analog.com/iCoupler



Цифровые триммеры вместо электромеханических потенциометров

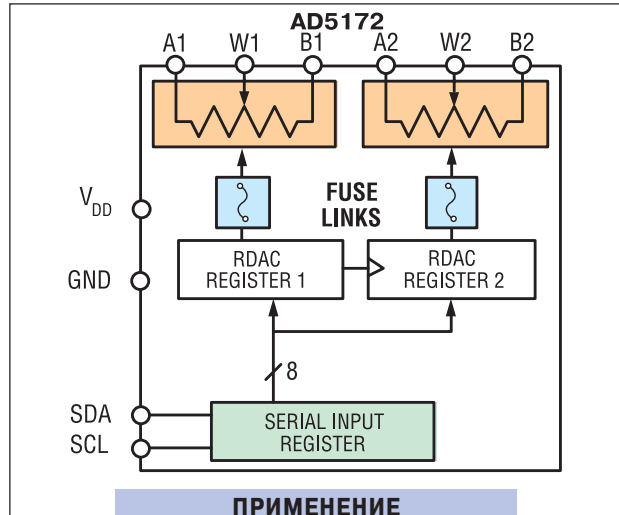


Электромеханические потенциометры используются более 100 лет. Их применение увеличивает время изготовления и отладки законченного изделия. Механические потенциометры чувствительны к вибрациям и изменениям температуры, периодически требуют ручной подстройки и в целом снижают качество управляемых контроллерами современных изделий.



Фирма Analog Devices анонсировала миниатюрные энергонезависимые цифровые потенциометры с минимальным потреблением. Это одно- и двухканальные устройства на 64 и 256 положений, величина сопротивления которых изменяется программным путем. Они обладают теми же характеристиками, что и традиционные электромеханические потенциометры и переменные резисторы. Цифровые потенциометры могут иметь разные значения полного сопротивления и ТКС. Выбрав программно нужное значение сопротивления, пользователь фиксирует эквивалентный код в энергонезависимой памяти, точно так же, как подвижный контакт электромеханического потенциометра фиксируется компаундом. Такие однократно программируемые потенциометры имеют специальный вывод для чтения записанного кода через I²C интерфейс. Если код остается неизменным, можно не сомневаться в том, что значение сопротивления этого потенциометра не изменилось под воздействием помех, электростатического электричества, температуры или отключения напряжения питания. Цифровые потенциометры потребляют не более 1 мкА и имеют напряжение питания в диапазоне от 2.7 до 5.5 В. Фирма Analog Devices по заказу поставляет оценочные платы с цифровыми потенциометрами и необходимое программное обеспечение к ним для упрощения программирования.

Технические параметры данных потенциометров приведены в таблице, помещенной на стр. 24.



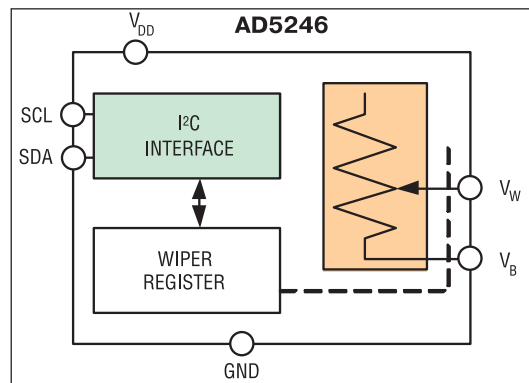
ПРИМЕНЕНИЕ

- цепи регулировки смещения и наклона передаточной характеристики датчиков \$ 0.99
- системы, однократно калибруемые на конечной стадии производства \$ 0.71
- цепи регулировки напряжений в источниках питания \$ 1.30
- замена электромеханических потенциометров в новых изделиях \$ 1.30
- замена электромеханических потенциометров в новых изделиях \$ 0.68

Сверхминиатюрные цифровые потенциометры на 128 положений, выполненные в корпусе SC70 размерами 2×2 мм

ММ

Фирма Analog Devices анонсировала сверхминиатюрные цифровые потенциометры, отличающиеся высоким разрешением. Эти устройства имеют двухвыводной переменный резистор, разрешение которого составляет 128 положений. Потенциометры предназначены для работы в промышленном диапазоне температур. Выпускаются две конфигурации таких переменных резисторов: с реостатным (AD5247) и потенциометрическим (AD5246) выходами. Потенциометры предназначены для использования в недорогих портативных приборах с батарейным питанием. Ток потребления потенциометров не превышает 1 мкА, напряжение питания — от 2.7 до 5.5 В. Возможность считывания кода, эквивалентного величине сопротивления, а также установка в среднюю точку шкалы по включению питания упрощают процесс регулировки. AD5246/AD5247 — идеальные для программируемой регулировки сопротивлений, токов или напряжений в любой электронной аппаратуре.



ПРИМЕНЕНИЕ

- цепи управления варакторов \$ 0.52
- цепи регулировки смещения и наклона передаточных характеристик CAL-систем и устройств \$ 0.52
- взамен электромеханических потенциометров в новых устройствах

Таблица параметров цифровых потенциометров

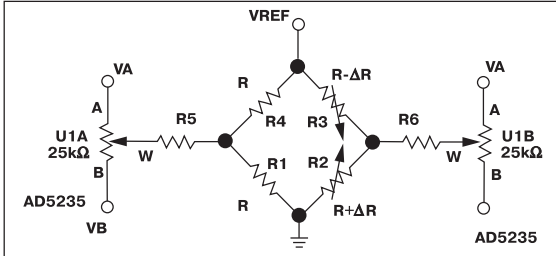
Тип потенциометра	Число каналов	Число положений	Тип интерфейса	Полное сопротивление, кОм	Диапазон напр. на выводах, В	TKC, ppm/°C	Особенности	Тип корпуса						Стоимость, \$
								SC70	SOT-23	MSOP	TSSOP	SOIC	PDIP	
Многofункциональные потенциометры														
AD5200	1	256	SPI	10, 50	±3, 5,5	500							0.98	
AD5201	1	33	SPI	10, 50	±3, 5,5	500							0.54	
AD5220	1	128	UP/DOWN	10, 50, 100	5.5	800							0.99	
AD7376	1	128	SPI	10, 50, 100, 1000	±15, 28	300							2.95	
AD8400	1	256	SPI	1, 10, 50, 100	5.5	500							1.29	
AD5241	1	256	I ² C	10, 100, 1000	±3, 5,5	30							1.02	
AD5260	1	256	SPI	20, 50, 200	±5, 15	35							1.98	
AD5280	1	256	I ² C	20, 50, 200	±5, 15	35							1.98	
AD5245	1	256	I ² C	5, 10, 50, 100	5.5	35							0.70	
AD5160	1	256	SPI	5, 10, 50, 100	5.5	35							0.70	
AD5161	1	256	SPI/I ² C	5, 10, 50, 100	5.5	35	SPI/I ² C интерфейсы						0.71	
AD5246	1	128	I ² C	5, 10, 50, 100	5.5	35	Реостатный						0.58	
AD5247	1	128	I ² C	5, 10, 50, 100	5.5	35							0.58	
AD5207	2	256	SPI	10, 50, 100	±3, 5,5	500							1.17	
AD5222	2	128	UP/DOWN	10, 50, 100, 1000	±3, 5,5	35							1.78	
AD8402	2	256	SPI	1, 10, 50, 100	5.5	500							1.95	
AD5242	2	256	I ² C	10, 100, 1000	±3, 5,5	30							1.39	
AD5262	2	256	SPI	20, 50, 200	±5, 15	35							2.17	
AD5282	2	256	I ² C	20, 50, 200	±5, 15	35							2.17	
AD5243	2	256	I ² C	2.5, 10, 50, 100	5.5	35							1.10	
AD5162	2	256	SPI	2.5, 10, 50, 100	5.5	35	Однореостатный						1.10	
AD5248	2	256	I ² C	2.5, 10, 50, 100	5.5	35	Двухреостатный						1.10	
AD5203	4	64	SPI	10, 100	5.5	700							1.61	
AD5204	4	256	SPI	10, 50, 100	±3, 5,5	700							2.23	
AD8403	4	256	SPI	1, 10, 50, 100	5.5	500							2.95	
AD5263	4	256	SPI/I ² C	20, 50, 200	±5, 15	30	SPI/I ² C интерфейс						3.50	
AD5206	6	256	SPI	10, 50, 100	±3, 5,5	700							2.90	
Потенциометры с энергонезависимой памятью														
AD5231	1	1024	SPI	10, 50, 100	±3, 5,5	600							2.20	
AD5251	2	64	I ² C	1, 10, 50, 100	±3, 5,5	600	Энергонезавис. память						2.16	
AD5252	2	256	I ² C	1, 10, 50, 100	±3, +5.5	600	Энергонезавис. память						2.63	
AD5232	2	256	SPI	10, 50, 100	±3, 5,5	600							2.95	
AD5235	2	1024	SPI	25, 250	±3, 5,5	35	Энергонезавис. память						5.63	
ADN2850	2	1024	SPI	25, 250	±3, 5,5	35	16-LFCSP						6.50	
AD5255	3	512 2, 128 1	I ² C	25, 250	±3, 5,5	35	Энергонезавис. память						5.63	
ADN2860	3	512 2, 128 1	I ² C	25, 250	±3, 5,5	35	24-LFCSP						6.22	
AD5233	4	64	SPI	10, 50, 100	±3, 5,5	600							2.74	
AD5253	4	64	I ² C	1, 10, 50, 100	±3, 5,5	600	Энергонезавис. память						2.73	
AD5254	4	256	I ² C	1, 10, 50, 100	±3, 5,5	600	Энергонезавис. память						3.31	
Однократно программируемые потенциометры														
AD5273	1	64	I ² C	1, 10, 50, 100	5.5	300							0.75	
AD5171	1	64	I ² C	5, 10, 50, 100	5.5	35							0.83	
AD5170	1	256	I ² C	2.5, 10, 50, 100	5.5	35	Двукратнопрограммир.						1.10	
AD5172	2	256	I ² C	2.5, 10, 50, 100	5.5	35							1.44	
AD5173	2	256	I ² C	2.5, 10, 50, 100	5.5	35	Двухреостатный						1.44	

↓
Подробная информация о цифровых потенциометрах находится в брошюре, содержание которой можно найти в сети Интернет по адресу:
www.analog.com/DigitalPots

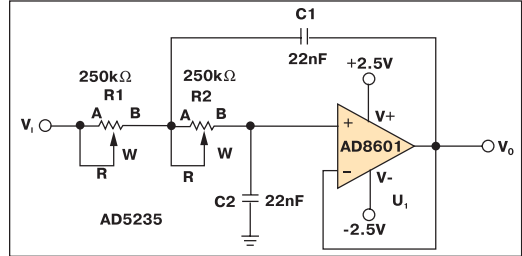


Цифровые потенциометры – примеры применения

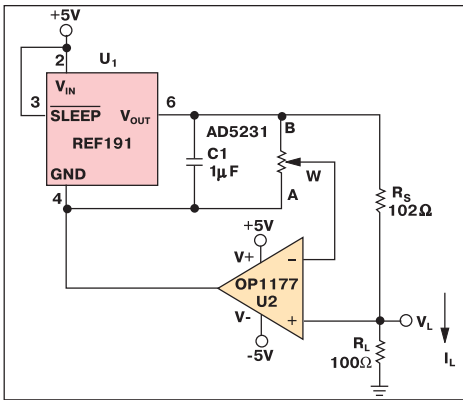
Калибровка сенсоров



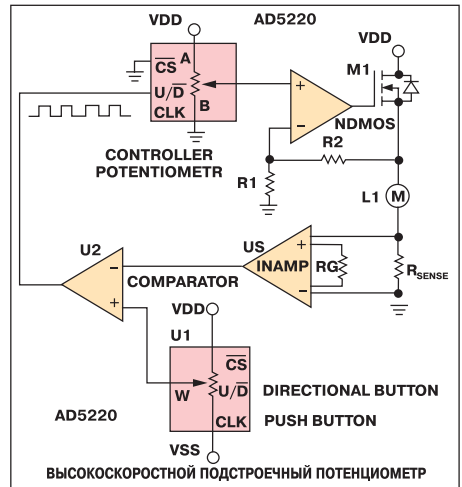
Активные фильтры низкой частоты



Программируемый источник тока



Регулировки в цепях обратной связи



Цифровые потенциометры

- гибкие в управлении
- энергонезависимая память, в том числе однократно программируемая
- миниатюрный корпус
- невысокая стоимость
- автоматизированная регулировка
- высокая точность: 10 разрядов и выше

Электромеханические потенциометры

- высокое напряжение
- низкая стоимость
- механическая регулировка
- подверженность механическому износу
- подверженность вибрациям
- невысокая точность
- большой температурный дрейф

ЦАП

- высокая точность
- высокое разрешение
- высокое быстродействие
- высокая стоимость
- миниатюрный корпус

Регулировка смещения мощных ВЧ усилителей

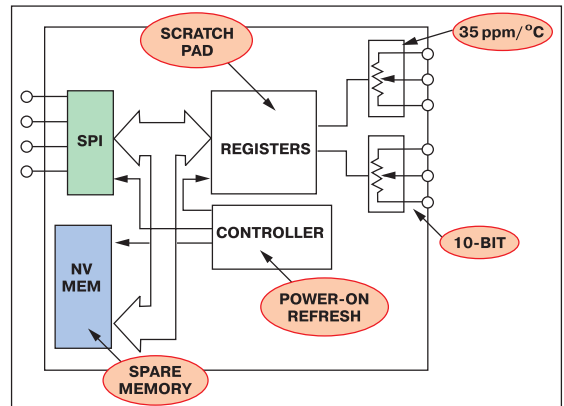
- однократно программируемая память для уменьшения уровня радиочастотных излучений
- автоматическая калибровка
- миниатюрный корпус

Управление яркостью и контрастностью ЖК-дисплеев

- невысокая стоимость
- регулировка выполняется пользователем



AD5235



Набор лучших в мире ключей

В программе фирмы Analog Devices лучшие в мире ключи, отличающиеся минимальным сопротивлением (R_{ON}) в замкнутом состоянии, наибольшим числом каналов, миниатюрным корпусом и минимальной паразитной емкостью. Новые изделия имеют максимальную полосу пропускания (для КМОП-ключей), минимальное сопротивление R_{ON} , самое большое число каналов. Кроме того, в программе фирмы Analog Devices новые цифровые ключи и трансляторы уровней.

Первые в мире широкополосные КМОП-ключи, работающие в диапазоне частот до 1 ГГц

ADG918/ADG919 – первые в мире широкополосные ключи, выполненные по КМОП-технологии, обеспечивающие уровень изоляции 37 дБ и потери на частоте до 1 ГГц в пределах 0.7 дБ. Эти ключи имеют характеристики арсенид-галлиевых устройств, при этом отличаются сравнительно невысокой стоимостью и низкой мощностью потребления (18 дБм макс.) в диапазоне до единиц гигагерц. Ключи предназначены для применения в беспроводных системах и высокочастотных коммутаторах. Они выпускаются в миниатюрных корпусах типа MSOP и CSP.

Семейство цифровых шинных переключателей обеспечивает оптимальные частоту переключения и мощность потребления

Это первые шинные переключатели фирмы Analog Devices, обеспечивающие сверхбыстрое переключение и субнаносекундную задержку. Данные переключатели передают сигналы в диапазоне от 1.8 до 3.3 В, что исключает необходимость применения внешних компонентов. Особенности и преимущества этих ключей рассмотрены ниже.

Высокое быстродействие

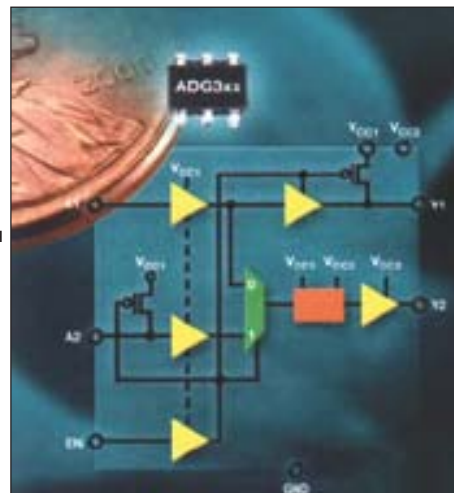
ADG3257 – быстродействующий переключатель с напряжением питания 5/3.3 В с архитектурой: счетверенный 2:1 мультиплексор/демультиплексор. Сопротивление R_{ON} этого переключателя составляет 2 Ом, задержка 100 пс при скорости передачи данных 933 Мб/с. Переключатель предназначен для использования в локальных вычислительных сетях, маршрутизаторах, распределенных системах, модулях памяти ПК.

Низкое потребление

ADG3245/ADG3246/ADG3247 – переключатели с низким потреблением. При отсутствии переключения их потребление не превышает 1 мкА (типичное значение 1 нА). Эти ключи предназначены для применения в портативных устройствах, таких как ноутбуки и т. п.

Трансляторы уровней

ADG3231/ADG3232/ADG3233 – низковольтные трансляторы уровней, мультиплексоры и ключи соответственно, выпускаемые в корпусе 6-SOT23. Это минимальных размеров корпус для устройств с таким числом выводов.



Сверхминиатюрный многоканальный мультиплексор с минимальным сопротивлением R_{ON}

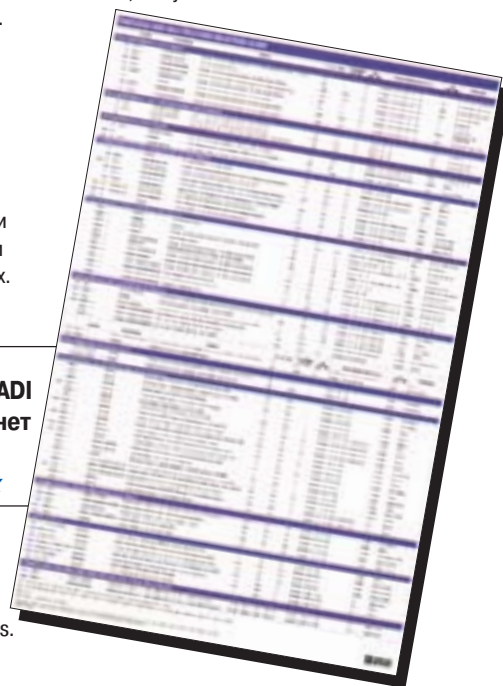
Среди традиционных аналоговых ключей фирмы Analog Devices новое семейство ADG8xx отличается минимальным сопротивлением R_{ON} при напряжении питания от 1.8 до 5.5 В. Ключи выпускаются в миниатюрном корпусе SOT23. Сопротивление R_{ON} , не превышающее 0.25 Ом, и нагрузочная способность 400 мА позволяют использовать эти ключи в портативных устройствах. Ключи работают в расширенном диапазоне температур от -40 до 125 °С.

Многоканальные коммутаторы ADG731 (с последовательным SPI-интерфейсом) и ADG732 (с параллельным интерфейсом) имеют архитектуру 32:1 и выпускаются в корпусе CSP размерами 7×7 мм. Кроме того, эти ключи могут иметь вдвоенную архитектуру 2×(16:1).

Фирма Analog Devices выпускает ключи и коммутаторы для изделий с высокой плотностью компоновки элементов. Для этого используются миниатюрные корпуса CSP или ключи в бескорпусном исполнении. Если высота компонентов не должна превышать 0.8 мм, используются ключи в корпусах SC70 или SOT23.

Мобильные телефоны и персональные цифровые ассистенты – основные устройства, в которых применяются такие сверхминиатюрные ключи и мультиплексоры фирмы Analog Devices.

**Подробную информацию
о ключах и мультиплексорах ADI
можно получить в сети Интернет
по адресу:
www.analog.com/switch-mux**

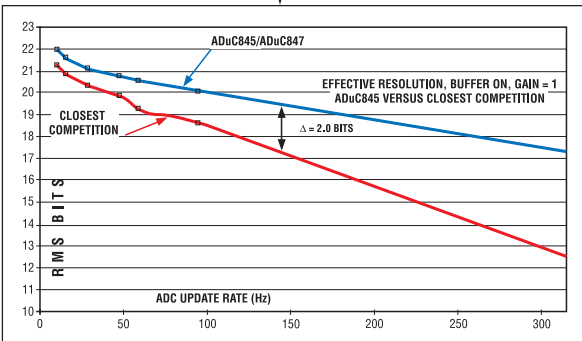


Микроконвертеры фирмы Analog Devices – это точные преобразователи со встроенным контроллером и Flash-памятью

Новое семейство микроконвертеров ADuC84x содержит преобразователи, бытродействие которых в 12 раз выше, чем бытродействие АЦП, используемых в предыдущих поколениях микроконвертеров. В сочетании с ядром одноканального или Flash-микроконтроллера 8052 и Flash-памятью новое семейство ADuC84x позволяет создавать программируемые пользователем системы на кристалле, предназначенные для промышленных применений.



Микроконвертеры ADuC844/ADuC845/ADuC846/ADuC847 являются интеллектуальными преобразователями, в составе которых по два АЦП, температурный сенсор и PGA-усилитель для усиления сигналов низкого уровня. Преобразователи со встроенными цифровыми фильтрами и программируемой скоростью передачи данных являются идеальными устройствами для измерения низкочастотных сигналов в широком динамическом диапазоне. Микроконвертеры используются в интеллектуальных датчиках, весоизмерительных приборах, хроматографах, измерителях давления, счетчиках энергии, медицинских и температурных мониторах и во многих других измерительных устройствах. ADuC844/ADuC846 и ADuC845/ADuC847 отличаются друг от друга наличием в последних дополнительных аналоговых входов. ADuC846 отличается от ADuC844 тем, что оба АЦП в его составе 16-разрядные, а в ADuC844 один из них – 24-разрядный. Все микроконвертеры семейства ADuC84x выпускаются в корпусах типа CSP или QFP и могут работать при температуре 125 °C. ADuC844/ADuC846 совместимы по выводам с микроконвертерами предыдущих семейств, что позволяет модернизировать электронную аппаратуру путем простой замены старого микроконвертера новым.



Несмотря на более высокий уровень интеграции, новые микроконвертеры превосходят по основным параметрам ближайшие аналоги.

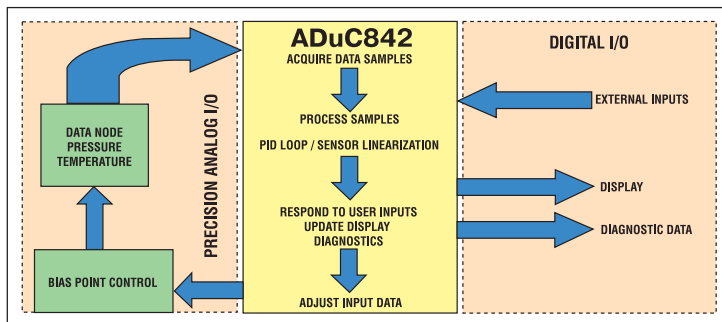


Тип микроконвертера	АЦП, бит	ЦАП/ШИМ, бит	Микрокон-троллер 8051, одноканальный, MIPS	Flash-память, байт	RAM, байт	Особенности	Стои-мость, \$**
ADuC844	Сдвоенный 24/16, Σ - Δ , 100 Гц	12-разр., сдвоенный ШИМ	12.6	62 К (программ) *, 4 К (данных)	256+2 К	Эффективное разрешение 21 бит на частоте 60 Гц в Σ - Δ АЦП	11.35
ADuC845	Сдвоенный 24, Σ - Δ , 10 каналов, 1.3 кГц	12-разр., сдвоенный ШИМ	12.6	62 К (программ) *, 4 К (данных)	256+2 К	Эффективное разрешение 21 бит, 10 одинарных, 5 дифференциальных AIN	13.16
ADuC846	Сдвоенный 16/24, Σ - Δ , 100 Гц	12-разр., сдвоенный ШИМ	12.6	62 К (программ) *, 4 К (данных)	256+2 К	Совместим по выводам с 16-разр. ADuC844	9.94
ADuC847	24-разрядный, Σ - Δ , 10 каналов, 1.3 кГц	сдвоенный ШИМ	12.6	62 К (программ) *, 4 К (данных)	256+2 К	Эффективное разрешение 21 бит, 10 одинарных и 5 дифференциальных каналов	9.42

* возможны модификации с объемом Flash-памяти 62, 32 и 8 К, ** стоимость для Flash-памяти объемом 8 К

Микроконвертер ADuC842 содержит быстрые 12-разрядные АЦП и ЦАП, а также одноктактный Flash-контроллер 8052

Микроконвертер ADuC842 – идеальное устройство для построения классических измерительных и управляющих систем. Он обеспечивает согласование входного диапазона с диапазоном выходных сигналов датчиков, кодирование и обработку этих сигналов, включая линеаризацию и ПИД-регулирование. ЦАП в составе микроконвертера формируют управляющие сигналы в требуемом диапазоне напряжений. Высокопроизводительное ядро ADuC842 в сочетании с многоканальным 12-разрядным АЦП с частотой выборки 400 кГц позволяют не только выполнять обработку сигналов, но и в процессе этой обработки осуществлять функции самодиагностики и контроля. К другим особенностям этого микроконвертера следует отнести наличие ШИМ-выходов, сдвоенного 12-разрядного ЦАП с выходом по напряжению, опорного источника с ТХН 20 ppm/°C, последовательных интерфейсов типа UART, SPI и I²C и работу от встроенного или кварцевого генератора частотой 32 кГц.



Тип микроконвертера	Производительность ядра, MIPS	Память Flash/EE, кбайт	Тип корпуса	Стоимость, \$
ADuC814	1.3	8	28-TSSOP	4.52
ADuC841 ¹	16	62	CSP 8×8 мм	6.56-9.64
ADuC842 ²	16	62	CSP 8×8 мм	6.56-9.64
ADuC843 ³	16	62	CSP 8×8 мм	5.15-6.95

¹ Совместим по выводам с ADuC812 и ADuC831.

² Совместим по выводам с ADuC832.

³ Аналогичен ADuC842, но без встроенных ЦАП.

Новые средства отладки микроконвертеров

Все микроконвертеры обеспечены удобными средствами отладки, которые входят в состав недорогих наборов типа QuickStart.



Разработчик может выбрать между поставляемым непосредственно фирмой Analog Devices отладочным набором QuickStart или поставляемыми фирмами-партнерами наборами QuickStart Plus. Последние имеют более широкие возможности, информацию о которых можно получить в сети Интернет по адресу: www.analog.com/microconverters

Тип средства отладки	Набор QuickStart	Набор QuickStart Plus
Оценочная плата	✓	✓
Источник питания с кабелем	✓	✓
Загрузчик Windows	✓	✓
Примеры программ	✓	✓
Документация	✓	✓
Отладочная среда:	✓	✓
• Product Manager	✓	✓
• Source Code Editor	✓	✓
• Integrated Assembler	✓	✓
• Simulator	✓	✓
• Code Download and Debug	✓	✓
• Entry Level C Compiler		✓
• C-Source Debug Capabilities		✓
Порт для подключения		✓
Стоимость, \$	75.00	299.00

Микросхемы счетчиков энергии

В настоящее время многие фирмы разрабатывают электронные счетчики энергии: бытовые, размещенные внутри здания, промышленные и др. Счетчики, разработанные на дискретных компонентах, требуют длительного времени аттестации. Кроме того, разработка счетчика на дискретных компонентах (АЦП, усилителях, источниках опорного напряжения, микропроцессоре), включая прикладные ПО, требует существенных временных затрат.



Фирма Analog Devices уже выпустила на мировой рынок 75 млн твердотельных счетчиков энергии и продолжает наращивать усилия в этом направлении. В этом году фирма освоила еще несколько недорогих счетчиков энергии переменного тока. Эти микросхемы семейства ADE включают сигма-дельта АЦП, сигнальный процессор с фиксированной точкой, который обеспечивает точность измерения энергии не хуже 0.1 %. Кроме того, в новых микросхемах расширен диапазон входных токов. В составе новых счетчиков PGA-усилитель, позволяющий согласовать микросхему с источником входных сигналов без внешних компонентов, а также точный опорный источник. Микросхемы счетчиков имеют биполярные аналоговые входы при однополярном напряжении питания 5 В. Несмотря на то, что основное назначение таких ИМС – измерение электроэнергии, они могут быть использованы для одновременной обработки двух независимых сигналов. Счетчики работают в промышленном диапазоне температур от -40 до 85 °С. Широкая номенклатура счетчиков энергии позволяет разработчикам выбрать оптимальное решение, исходя из системных требований. В таблице приведены характерные особенности каждой из микросхем. Фирма Analog Devices осуществляет поддержку разработчиков, что позволяет сократить время проектирования. Подробную информацию о счетчиках энергии можно получить в сети Интернет по адресу: www.analog.com/energymeter

ПРИМЕНЕНИЕ

Измерение энергии на переменном токе:

- сетевые счетчики энергии
- интеллектуальные бытовые счетчики
- системы защиты электродвигателей
- мониторинг по мощности промышленного оборудования
- автоматизированные системы
- АЦП
- весоизмерительные системы

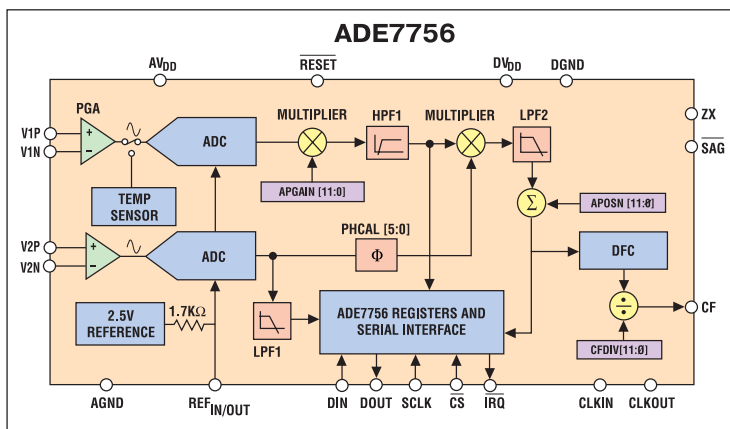
Тип счетчика	Однофазный						Трехфазный	
	ADE7751	ADE7753	ADE7755	ADE7756	ADE7757	ADE7759	ADE7752	ADE7754
Тип микросхемы								
Тип входного устройства								
Шунт или трансформатор тока	•	•	•	•	•	•	•	•
Катушка Роговского		•				•		
Основные особенности								
Активная энергия	•	•	•	•	•	•	•	•
Полная мощность, эффективное напряжение и ток		•						
Реактивная энергия		•						
ВЧ импульсный выход	•	•	•	•	•	•	•	•
НЧ импульсный выход	•		•		•		•	
Аппаратная калибровка	•	•	•	•	•	•	•	•
Программная калибровка		•		•		•		•
Послед. порт с прерываниями		•		•		•		•
Сообщение об отказах	•						•	•
Встроенный генератор					•			
Встроенный супервизор *		•		•		•		•
Стадия разработки и стоимость								
Стадия разработки	Серийный	Опытный	Серийный	Серийный	Серийный	Серийный	Серийный	Серийный
Стоимость, \$	2.83	3.19	1.89	2.31	1.89	3.11	4.02	5.12

* Может включать все или одно: пиковый детектор, детектор перехода через ноль, запись пикового значения, измерение периода и т. д.

Однофазный счетчик энергии ADE7756 с последовательным интерфейсом

В дополнение к измерению активной мощности счетчик ADE7756 обеспечивает мониторинг источников питания, детектирует переходы через ноль для ускорения процесса калибровки, анализирует форму волны переменного напряжения для определения качества электроэнергии. В качестве аналогового интерфейса в ADE7756 использован шунт или трансформатор тока.

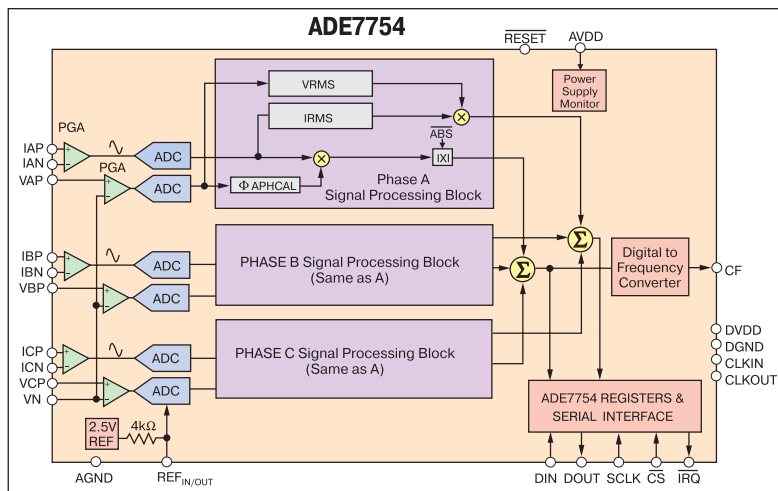
Наличие двунаправленного выходного последовательного интерфейса позволяет построить оптимальную структуру измерения энергии, обеспечивает коррекцию смещения нуля в каждом канале, а также калибровку по фазе и мощности. Имеется версия счетчика энергии ADE7756, в которой содержится встроенный цифровой интегратор в канале измерения тока для сопряжения с катушкой Роговского. Отключив его, можно использовать ИМС совместно с шунтом или токовым трансформатором. Для компенсации дополнительной погрешности используется встроенный температурный сенсор и измеритель периода. ИМС ADE7753 выпускается в корпусе 20-SSOP, совместима по выводам с ADE7759 и ADE7756 и отличается от них более широкими функциональными возможностями.



Подробную информацию о счетчике электроэнергии ADE7756 можно получить в сети Интернет по адресу: www.analog.com/ADE7756

Трехфазный счетчик энергии ADE7754 измеряет активную и полную энергию, среднеквадратичные значения напряжения и тока и содержит последовательный интерфейс

Это первый однокристалльный многофункциональный трехфазный счетчик энергии с цифровой калибровкой. Счетчик содержит регистры активной и полной мощности, измеряет среднеквадратичные и пиковые значения напряжения и тока, детектирует спад напряжения, имеет выход для калибровки частоты выходных импульсов, определяет период входного напряжения. В состав счетчика входят температурный сенсор и схема измерения периода. Счетчик ADE7754 представляет собой 3- или 4-проводную распределенную систему. Данный счетчик, как и другие счетчики с последовательным интерфейсом, может использоваться в качестве супервизора источника питания. ADE7754 выпускается в корпусе 24-SOIC.



Подробную информацию о счетчике энергии ADE7754 можно получить в сети Интернет по адресу: www.analog.com/ADE7754

Сигма-дельта АЦП, сочетающие высокие параметры и широкие функциональные возможности



ПРИМЕНЕНИЕ

- преобразователи с токовой петлей от 4 до 20 мА
- портативные устройства с батарейным питанием
- портативные измерительные приборы
- измерители сигналов сенсоров
- измерители температуры
- измерители давления
- весоизмерительные приборы



Экономичные сигма-дельта АЦП с низким уровнем шумов

Семейство сигма-дельта АЦП AD779x имеет низкий уровень шумов (1.5 мкВ), низкое потребление (65 мкА) и обладает высокими функциональными возможностями. В его составе внутренний тактовый генератор и буферные каскады. Преобразователь выполнен в корпусе 10-MSOP.

Особенности:

- среднеквадратичный уровень шумов 1.5 мкВ
- ток потребления 65 мкА
- встроенный тактовый генератор
- встроенный буферный усилитель
- ослабление сетевых помех на частоте 50/60 Гц
- температурный дрейф нуля 10 нВ/°С
- монитор батарейного питания
- экономичный режим, потребление в котором составляет 25 мкА
- спящий режим, потребление в котором не превышает 1 мкА

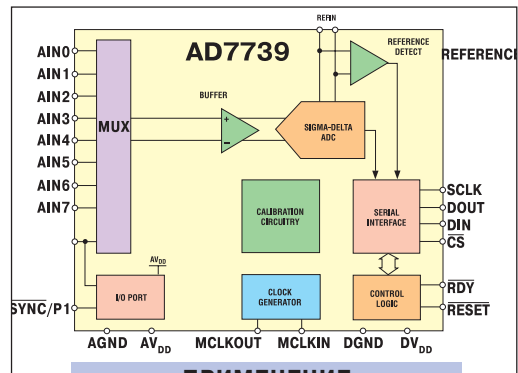
Тип АЦП	Разрешение, бит	Макс. ток потребления, мкА	Наличие буферного усилителя	Наличие PGA-усилителя	Стоимость, \$
AD7790	16	160	+	+	2.95
AD7791	24	160	+	-	3.83
AD7788	16	90	-	-	1.99
AD7789	24	90	-	-	2.95



Широкополосные сигма-дельта АЦП с низким уровнем шумов

Новые 24-разрядные сигма-дельта АЦП отличаются сочетанием высокой производительности и точности, а также низким уровнем шумов. Преобразователи этого семейства не имеют пропусков кодов, частота преобразования в них программируется пользователем вплоть до 15.4 кГц. В их состав входят дополнительные встроенные узлы, расширяющие функциональные возможности данных АЦП. Диапазон рабочих температур новых преобразователей от -40 до 105 °С.

Тип АЦП	Мин/макс вх. диапазон, В	Число вх. каналов	Частота выборки для 16-разрядных АЦП, кГц	Стоимость, \$
AD7732	±5/±10	2, дифф.	2	8.50
AD7734	±5/±10	4, одинарн.	2	8.50
AD7738	0.625/2.5	4 дифф., 8 одинарн.	8.5	7.77
AD7739	0.625/2.5	4 дифф., 8 одинарн.	4	7.65



ПРИМЕНЕНИЕ

- программируемые логические контроллеры
- распределенные системы управления
- системы обработки данных
- медицинские и промышленные измерительные приборы

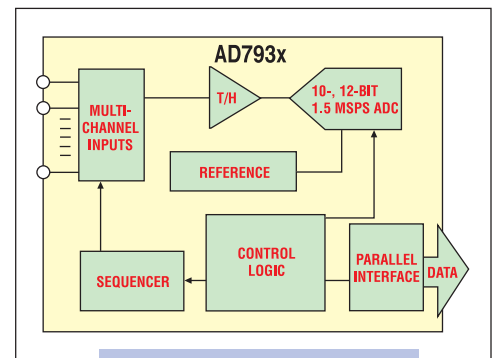
Самые быстродействующие в мире многоканальные поразрядные АЦП

Семейство AD973x включает многоканальные 10- и 12-разрядные АЦП с частотой выборки 1.5 МГц. Считывание цифровых данных в этом АЦП происходит через параллельный интерфейс, напряжение питания от 2.7 до 5.25 В. В составе АЦП 4- и 8-канальные АЦП с управляющим регистром, позволяющим программировать выбор нужного канала. Входы АЦП могут быть одинарными псевдодифференциальными или полностью дифференциальными. Конфигурация входных каналов задается встроенным управляющим регистром путем установки соответствующего разряда в нужное состояние. Процесс выборки и преобразования входных сигналов осуществляется с помощью стандартной логики, что обеспечивает простоту сопряжения АЦП с микропроцессорами или DSP. Выборка и преобразование сигналов осуществляются по команде CONVST. Преобразователи AD7938/AD7939 имеют встроенный опорный источник высокой точности напряжением 2.5 В, который может быть использован при кодировании аналоговых сигналов. Кроме того, данные преобразователи могут работать с внешним опорным источником, диапазон напряжения которого составляет от 100 мВ до 3.5 В.

Особенности АЦП семейства AD793x:

- производительность 1.5 млн преобразований в секунду
- напряжение питания от 2.7 до 5.25 В
- 8 аналоговых входов с управляющим регистром
- встроенный высокоточный опорный источник напряжения 2.5 В
- быстродействующий параллельный интерфейс, работающий в режимах обмена словами и байтами.

Тип АЦП	Разрешение, бит	Частота выборки, МГц	Число каналов	Стоимость, \$
AD7938	12	1.5	8	7.35
AD7938-6	12	0.6	8	4.85
AD7934	12	1.5	4	7.10
AD7934-6	12	0.6	4	4.60
AD7939	10	1.5	8	3.75
AD7933	10	1.5	4	3.50



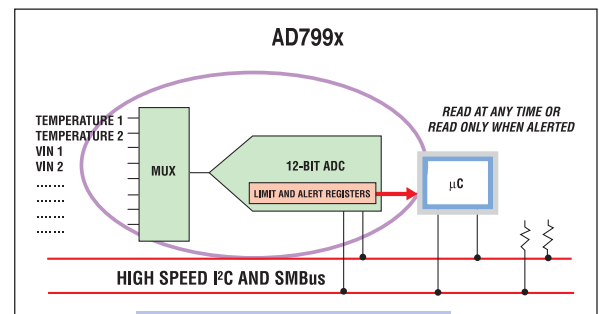
ПРИМЕНЕНИЕ

- системы сбора данных
- промышленное оборудование
- измерительные приборы
- средства телекоммуникаций

Многоканальные интеллектуальные 12-разрядные АЦП с I²C интерфейсом

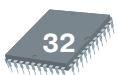
Семейство AD799x – это 10- и 12-разрядные многоканальные АЦП поразрядного уравнивания с I²C и SMBus интерфейсами, которые позволяют управлять процессом преобразования в различных режимах: циклическом, ускоренном и т. п. Время преобразования АЦП этого семейства не более 2 мкс, напряжение питания от 2.7 до 5.5 В. В составе семейства 2-, 4-, и 8-канальные АЦП в корпусах типа 10-MSOP, 16-TSSOP и 20-TSSOP соответственно.

Тип АЦП	Разрешение, бит	Частота выборки, кГц	Число каналов	Стоимость, \$
AD7992	12	188	2	3.50
AD7994	12	188	4	3.50
AD7993	10	188	4	2.75
AD7998	12	188	8	3.75
AD7997	10	188	8	3.00



ПРИМЕНЕНИЕ

- системы сбора данных с I²C интерфейсом
- измерительные приборы и системы управления
- медицинская измерительная аппаратура
- мониторы напряжения

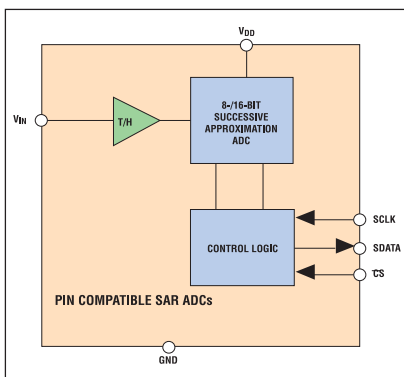


Совместимые по выводам поразрядные АЦП в миниатюрных корпусах

Разработчики стремятся сократить время, затрачиваемое на разработку нового изделия. С этой целью фирма Analog Devices выпускает новые ИМС, совместимые по выводам с имеющимися на рынке электронными компонентами.



Фирма Analog Devices анонсировала новые ИМС, позволяющие существенно сократить время разработки нового изделия. Это семейства AD747х и AD746х 8-, 10- и 12-разрядных АЦП, которые не только совместимы по выводам между собой, но кроме того, эти семейства включают самые миниатюрные 14- и 16-разрядные АЦП типа AD7940 и AD7680. Данные преобразователи выполнены в миниатюрном корпусе 6-SOT23 и имеют сверхнизкое потребление, например, 8-разрядные АЦП семейства AD746х при частоте выборки 100 кГц рассеивают не более 150 мкВт.



ПРИМЕНЕНИЕ

- приборы с батарейным питанием
- портативное оборудование
- медицинская измерительная аппаратура
- распределенные системы сбора данных

Тип АЦП	Разрешение, бит	Частота выборки, кГц	Напряжение питания, В	Стоимость, \$
AD7478/AD7468	8	1000/100	1.8...5.25	0.95/1.05
AD7477/AD7467	10	1000/100	1.8...5.25	2.50/1.25
AD7476/AD7466	12	1000/100	1.8...5.25	4.00/2.05
AD7940	14	100	2.5...5.25	4.25
AD7680	16	100	2.5...5.25	6.00

Информационные бюллетени фирмы Analog Devices

- АЦП • ЦАП • Усилители • ИМС для систем телекоммуникаций •
- ИМС для управления электропитанием и тепловыми режимами • ИМС для оптических сетей •

Центральный офис

One Technology Way
P.O. Box 9106
Norwood,
MA 02062-9106 U.S.A.
Тел.: +1 781 329 4700
(1 800 262 5643,
только для США)
Факс: +1 781 326 8703
Интернет:
<http://www.analog.com>

Офис в Германии

Am Westpark 1 - 3
D-81373 München
Germany
Тел.: +89 76903-0
Факс: +89 76903-157
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**

а/я 942, Киев 01033
Украина
Тел.: +380 44-227-2262
Факс: +380 44-227-3668
E-mail:
info@vdmαιs.kiev.ua
Интернет:
<http://www.vdmαιs.kiev.ua>

ВИДЕОКОМПЬЮТЕРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

Описываемый в статье видеокомпьютерный комплекс "ВКК-1" предназначен для автоматизации процесса визуального контроля исследуемых объектов и проведения анализа полученных результатов. Дана структурная схема видеокomплекса и приведено описание основ функциональных узлов и систем.

В. Боюн, Л. Возненко, И. Малкуш,
А. Матвиенко, Ю. Сабельников

Назначение

Видеокомпьютерный комплекс "ВКК-1" предназначен для автоматизации процесса визуального контроля динамических параметров исследуемых объектов. Объектом видеосъемки является поле размерами от 1.5x2.0 см до 12x16 см, на котором могут размещаться предназначенные для исследования один или несколько физических, химических, биологических или других образцов.

Комплекс позволяет производить автоматическую видеосъемку образцов с различным масштабом и заданной периодичностью в течение определенного интервала времени. Перенастройка масштаба осуществляется путем изменения высоты размещения камеры над образцом и смены объектива.

Комплекс обеспечивает широкие возможности создания, накопления, выделения изменений, поиска и просмотра изображений в базе данных образцов по различным параметрам (дате, времени, номеру).

Обеспечивается возможность длительной автоматической работы видеокомпьютерного комплекса в режиме энергосбережения и сохранение его работоспособности при краткосрочных перебоих в системе энергоснабжения.

Состав и структура комплекса

Видеокомпьютерный комплекс состоит из:

- персонального компьютера (ПК)
- видеостенда (ВС)
- системы электропитания.

Внешний вид видеокомпьютерного комплекса представлен на рис. 1, структурная схема – на рис. 2.

В комплексе используется персональный компьютер с операционной системой Windows-98.

Видеостенд предназначен для проведения автоматической видеосъемки серии объектов в стационарных



Рис. 1. Внешний вид комплекса "ВКК-1"

условиях и включает:

- видеокамеру (ВК)
- предметный стол со штативом
- систему подсветки
- светозащитный корпус.

Для проведения видеосъемки выбрана **видеокамера**, разработанная в Институте кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины [1], что обусловлено следующими обстоятельствами.

Выпускаемые современные фото- и видеокамеры имеют ряд встроенных автоматических установок и корректировок: автоэкспозицию, баланс белого, коррекцию цветов, гамма-коррекцию и др., которые обеспечивают высокое качество изображения с учетом восприятия человеком. Однако в системах автоматического видеонаблюдения за изменяющимися по цвету и яркости объектами использование автоэкспозиции и гамма-коррекции не позволит соблюсти постоянство условий видеосъемки и приведет к искажению результатов контроля изменяющихся параметров исследуемых объектов. Эти установки не могут быть запрещены пользователем.

В разработанной видеокамере вышеуказанные автоматические установки и коррекции могут быть отключены, что обеспечивает постоянство условий видеосъемки и возможность анализа изменений видеопоследовательности и интегральных характеристик.

Предметный стол служит для размещения на нем шаблонов с образцами и крепления штатива, на котором устанавливаются видеокамера и система подсветки. Штатив обеспечивает возможность изменения высоты размещения видеокамеры и системы подсветки над образцами.

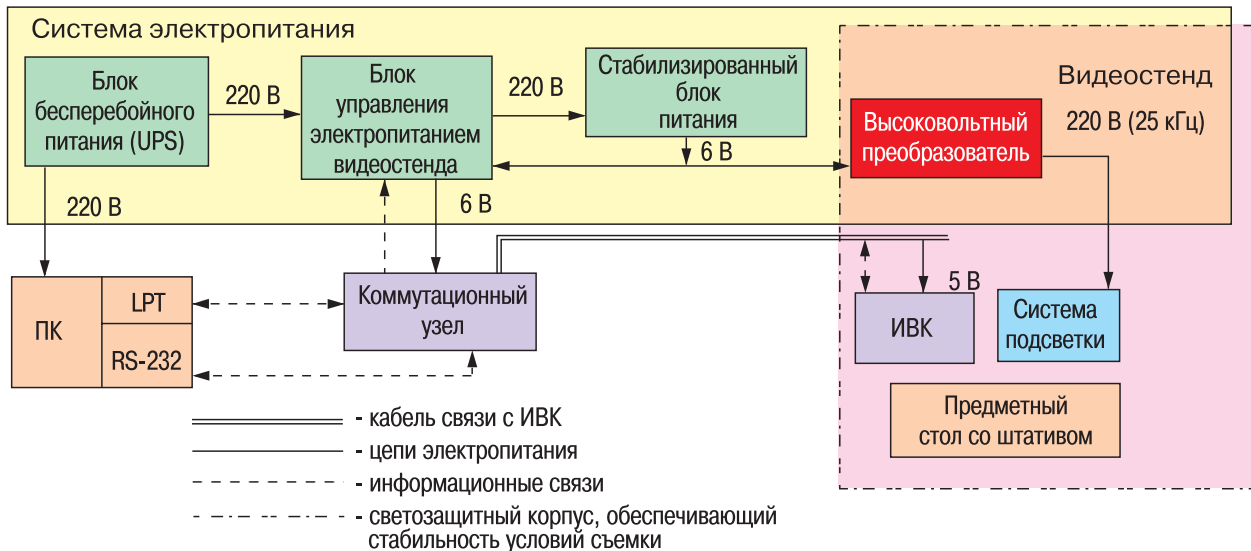


Рис. 2. Структурная схема видеокomпьютерного комплекса "BKK-1"

Система подсветки выполнена на двух лампах дневного света, напряжение питания которых для исключения влияния сетевой помехи формируется в преобразователе постоянного напряжения 6 В в переменное напряжение 220 В, 25 кГц. Система подсветки размещается на штативе под видеокамерой и обеспечивает равномерное и стабильное во времени освещение предметного стола.

Светозащитный корпус исключает зависимость качества проведения видеосъемки от внешних условий.

Все детали видеостенда, находящиеся в зоне подсветки и объектива, в том числе светозащитный корпус, для предотвращения бликов окрашены черной матовой краской.

Система электропитания содержит блок бесперебойного питания, блок управления электропитанием, стабилизированный блок питания 6 В и высоковольтный преобразователь для питания системы подсветки.

Основное назначение системы электропитания – бесперебойное снабжение видеокomпьютерного комплекса электропитанием и отключение электропитания видеостенда в промежутках между сеансами видеосъемки.

Алгоритмическое и программное обеспечение

Разработаны алгоритмы разрезания поля изображения на отдельные фрагменты и компоновки из них видеопоследовательностей, методы выделения динамических изменений в каждом из образцов, методы интегрального представления динамических изменений в изображениях образцов или некоторой их части.

Программное обеспечение включает:

- подсистему настройки видеосъемки
- подсистему видеосъемки
- подсистему обработки и визуализации видеоданных.

Комплекс обеспечивает следующие возможности по визуализации изображений образцов:

- покaдровый просмотр
- просмотр двух кадров (соседних по времени или произвольных) для их сравнения
- просмотр видеопоследовательности во времени с одинарной и двойной плотностью размещения образцов на экране с возможностью прорезивания и прокрутки всей видеопоследовательности
- одновременный просмотр для сравнения видеопоследовательностей образцов с возможностью индивидуальной или общей их прокрутки
- просмотр разностных изображений образцов относительно первого, соседнего или произвольного кадра для оценки динамики изменений между ними.

Комплекс обеспечивает возможность графического отображения интегральных и разностных характеристик изображений образцов, а также позволяет идентифицировать точки на графике интегральных характеристик с визуальными изображениями образцов. Кроме того, в процессе автоматической видеосъемки допускается одновременная работа оператора с подсистемой обработки и визуализации видеоданных.

Видеокomпьютерный комплекс передан для опытной эксплуатации в одну из организаций г. Киева.

Более подробную информацию о видеокамере и видеокomпьютерном комплексе "BKK-1" можно получить в Институте кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины по тел.: (044) 266-2149.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Боюн В., Сабельников Ю. Интеллектуальная видеокамера//ЭКИС. – Киев: VD MAIS, 2002, № 2.

КОРПУСА И ШКАФЫ ФИРМЫ SCHROFF *

Третья статья о продукции фирмы SCHROFF (см. "ЭКиС" №№ 9, 10 за 2003 г.) содержит краткую информацию о средствах оптимизации кабельной разводки в шкафах, принадлежностях для операторов серверных шкафов и средствах поддержания климата в корпусах.

А. Мельниченко

Средства оптимизации кабельной разводки в шкафах

Часть дополнительного оборудования шкафов, применяемых в телекоммуникационных сетях, предназначена для облегчения разводки и коммутации кабелей как внутри шкафа, так и вне его.

Дополнительное оборудование включает:

- 19-дюймовый коммутационный короб для размещения средств управления климатом в шкафу, устройств освещения, датчиков с унифицированным кабельным подключением и набором необходимых принадлежностей
- металлические коробки для внешней подводки кабелей к шкафам или разводки их в промышленных помещениях с легкоъемными панелями для укладки кабелей различной конфигурации со степенью защиты от воздействия окружающей среды до IP 66
- средства проводки и укладки кабельных стволов через верхнюю крышку шкафов, собранных в стенку (до 600 сетевых кабелей на шкаф)
- гибкую пространственную систему распределения кабелей на основе С-рельса с элементами крепления кабелей
- пластиковые кабельные каналы с боковыми пазами сечением 66x66 и 30x66 мм
- кронштейны для крепления кабелей различных типов
- специальные кронштейны для оптоволоконных кабелей различных типов
- различные панели с кронштейнами для горизонтальной разводки кабелей



* Каталог фирмы Schroff, 2001 г.

- панели и лотки для вывода кабеля из глубины шкафа на переднюю панель
- различные скобы для горизонтальной поддержки кабеля за коммутационной панелью
- коммутационные панели под все основные стандартные типы соединителей
- кронштейны и шины для монтажа телекоммуникационных кросс-соединителей различных систем (LSA+ и других)
- специализированные кабельные вводы с электромагнитной защитой для ввода кабельных стволов в шкаф или субблок
- средства ввода кабелей через стандартизованные стальные (IP 65) и пластиковые (IP 67) кабельные сальники типа PG для диаметра кабеля от 7 до 42 мм (фирмы RST).

Принадлежности для операторов серверных шкафов:

- выдвижной 15-дюймовый TFT-монитор в корпусе 1U глубиной 585 мм (разрешение 1024x768 точек, яркость 250 кд/м², ресурс подсветки 35 000 часов, интерфейс VGA)
- выдвижные клавиатуры высотой 1U и 2U
- 8-портовый переключатель консоли высотой 1U, масштабируемый до 64 портов и совместимый с IBM PC-, Apple-, SUN- и UNIX-системами.



Средства поддержания климата в корпусах

Средства поддержания климата служат для обеспечения необходимого климатического и температурного режима в корпусах. Для этих целей поставляются различные варианты кондиционеров, вентиляторов, фильтров, нагревателей, а также устройства управления и коммутации, в том числе:

- воздушные кондиционеры для врезки в боковые панели шкафов с отводимой мощностью от 0.4 до 2.6 кВт, предназначенные для непрерывной работы, со степенью защиты IP 54, встроенной системой отвода конденсата и удобной для обслуживания конструкцией
- приточные и вытяжные врезные вентиляторы производительностью от 24 до 625 м³/ч с питанием от сети переменного тока или напряжением 24 В постоянного тока и степенью защиты IP 54 (пылевлагозащищенные), в том числе со встроенной электромагнитной защитой

- 19-дюймовые воздушные нагнетатели различной конструкции производительностью до 575 м³/ч с питанием от сети переменного тока или напряжением 24 В постоянного тока и вспомогательными элементами для обеспечения оптимального воздушного потока
- 19-дюймовые вентиляторные блоки от трех до двадцати вентиляторов производительностью до 192 м³/ч каждый, со встроенными выключателями или без них, питанием от сети переменного или постоянного тока и вспомогательными элементами для обеспечения оптимального воздушного потока
- вентиляторы различных типоразмеров для комплектования вентиляторных блоков и индивидуального использования с питанием от сети переменного тока или напряжением 12, 24 или 48 В постоянного тока
- специализированные версии вентиляторов и вентиляторных блоков для установки под верхнюю крышку шкафов различных типов
- специальная версия 19-дюймового вентиляторного блока со встроенной схемой контроля производительности
- автономный универсальный регулятор производительности вентиляторов
- термостаты с интегрированными и выносными датчи-



- ками температуры
 - термостат с цифровой индикацией температуры
 - регулятор влажности
 - нагреватели мощностью от 20 до 550 Вт, в том числе со встроенными термостатами и вентиляторами.
- Более подробные сведения об основных параметрах и применяемости того или иного оборудования для конкретной модели шкафа содержатся в недавно выпущенных новых каталогах фирмы Schroff, а также в сети Интернет по адресу: www.schroff.biz*



**03058, м.Київ,
вул.Ніжинська, 29-Е, офіс 9
тел./факс (044) 490-74-99, (044) 490-74-30
E-mail: info@chipnews.com.ua
<http://chipnews.com.ua>**

Оформити передплату по Україні можна:

- по каталогу «Укрпошти», передплатний індекс – 21934;
- по каталогу агентства «KSS», «Ідея», «Самміт», «ПресЦентр» з кур'єрською доставкою;
- через редакцію, з будь-якого номера.

Журнал «Chip News Украина / Инженерная микроэлектроника» – науково-технічний журнал. На його сторінках подаються огляди, статті, схеми, рекомендації щодо застосування виробів електронної техніки, аналізуються ринок електронних компонентів, стан та тенденції його розвитку, економічні та правові питання в області мікроелектроніки, наводяться відомості щодо дистриб'юторів та фірм-виробників.

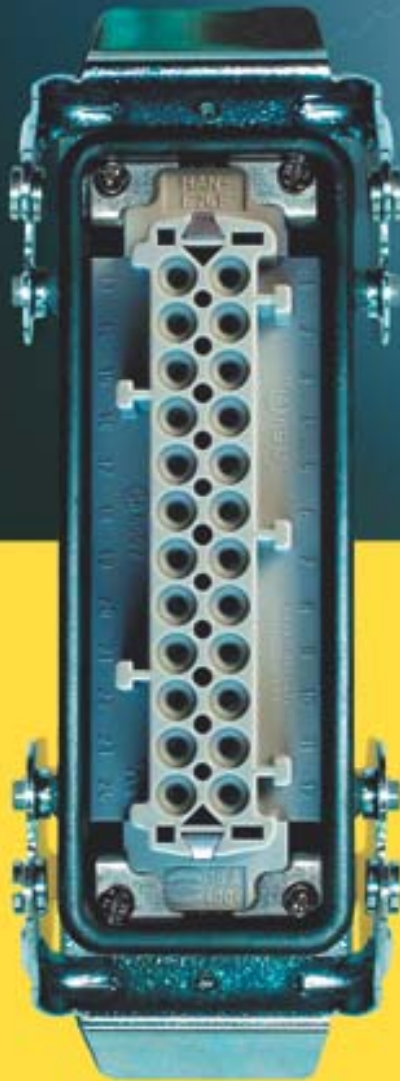
Розділ «Инженерная микроэлектроника» – про мікроконтролерні системи, засоби їх розробки та налагодження, а також про компоненти цих систем (інтегральні мікросхеми, датчики, електромеханічні та феромагнітні вироби, пасивні компоненти).

Журнал призначений для інженерів, розробників, керівників, які використовують у своїх розробках закордонні та вітчизняні електронні компоненти.

Періодично і тільки для передплатників журналу прикладається один або два CD-диска різних фірм-виробників.



Потужні з'єднувачі від фірми HARTING



**Потужні з'єднувачі
серії Han
з низьким перехідним
контактним опором,
які розраховані на роботу
у несприятливих
умовах
довкілля**



Порядок складання
комбінованого
з'єднувача
серії
Han-Modular



- Комутація токів до 100 А
- Номінальна напруга до 600 В
- Число контактів до 216
- Низький перехідний опір контактів
- Можливий секційний набір контактів різних видів, включаючи секції з робочою напругою до 5 кВ та секції для екранованих проводів
- Висока надійність з'єднання контактів та фіксації проводів
- Способи фіксації проводів: гвинтом, обтиском чи пружиною

Велика кількість аксесуарів до з'єднувачів серії Han

СОЕДИНИТЕЛИ ФИРМЫ HARTING

В статье дана краткая информация о соединителях фирмы Harting, предназначенных для коммутации силовых цепей (серии Han).

А. Мельниченко

Фирма Harting является одним из мировых лидеров в производстве различных соединителей для: коммутации силовых цепей (серии Han), соединения плоских кабелей, субминиатюрных соединителей (серии D), а также предназначенных для микроэлектронных устройств (с шагом 1.27 мм), оптических кабелей и др.

Соединители для коммутации силовых цепей серии Han с номинальным током от 10 до 100 А, номинальным напряжением 600 В и числом контактов до 216 отличаются большим разнообразием вариантов исполнения. Соединители могут с успехом использоваться в самых неблагоприятных условиях окружающей среды. Области их применения: машиностроение, медицинская техника, транспорт, электрооборудование и др., т. е. любые, в которых необходимо надежное и безопасное соединение при работе в широком диапазоне температур. Выпускаются следующие типы соединителей:

- Han E с фиксацией проводов винтом (с элементом защиты провода при креплении)
- Han ES с фиксацией проводов пружиной
- Han ESS с фиксацией проводов пружиной и возможностью подключения двух проводов к каждому контакту
- Han EE, Han D и Han DD с фиксацией проводов обжимом
- Han A (низкопрофильные) с фиксацией проводов винтом или обжимом
- Han Com с контактами разного диаметра в одном корпусе и фиксацией проводов винтом или обжимом
- Han HsB с фиксацией проводов винтом или обжимом
- Han Q с фиксацией провода обжимом.

Необходимо отметить, что соединение обжимом имеет ряд преимуществ по сравнению с другими способами. Основные из них следующие:

- обеспечивается стабильность качества соединения, а, значит, переходного сопротивления
- большое усилие обжима приводит к холодной сварке провода с контактом, что уменьшает коррозию провода
- разделка провода более точно соответствует типу применяемого контакта
- минимальная стоимость.

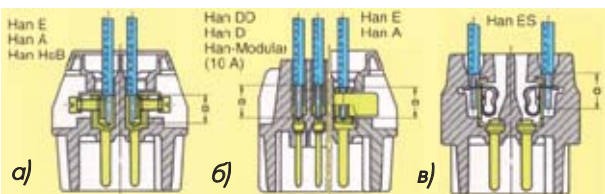
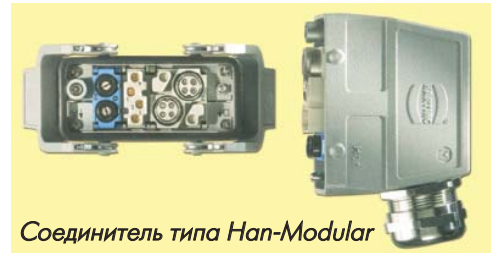


Рис. 1. Способы фиксации проводов в контактах соединителя: а) винтом, б) обжимом, в) пружиной



Соединитель типа Han-Modular

На рис. 1 показаны различные способы фиксации проводов в контактах соединителя. Контакты, предназначенные для соединения обжимом, как правило, поставляются отдельно. Основные параметры соединителей сведены в таблицу.

Особо следует остановиться на серии Han-Modular. Эта серия включает широкий набор отдельных секций, из которых подобно детскому конструктору можно собирать соединители, в корпусе которых размещены контакты различного вида. Секции собираются на специальной рамке и вставляются в кожух. Параметры контактов некоторых секций превышают параметры

Основные параметры соединителей серии Han

Тип соединителя	Макс. число контактов	Макс. ток, А	Сечение провода, мм ²
Han E	48	16	2.5
Han ES	48	16	0.14-2.5
Han ESS	48	16	0.14-2.5
Han EE	48	16	0.5-4.0
Han D	128	10	0.14-2.5
Han DD	216	10	0.14-2.5
Han A	32	16	0.5-4.0
Han Com	6/36	100	0.5-35
Han HsB	12	35	6.0
Han Q	8	16	0.5-2.5

описанных выше соединителей. Так, например, здесь имеются секции с рабочим напряжением до 5 кВ, а также секции, предназначенные для экранированных проводов.

Для ввода кабелей внутрь распределительных шкафов выпускаются клеммные колодки с фиксацией провода винтом (Han E AV) или обжимом (Han ES AV) с коммутируемым током до 16 А и числом контактов от 6 до 24. При их применении достигается экономия места и снижение затрат.

Выпускаются также различные принадлежности для соединителей:

- корпуса и кожухи, в том числе с элементами фиксации
- кабельные втулки и уплотнители
- крепежные элементы для установки соединителей на рельс
- инструмент для обжима проводов и др.

Дополнительную информацию о соединителях фирмы Harting можно найти в сети Интернет по адресу: www.HARTING.com

НИЗКОПРОФИЛЬНЫЕ МИНИАТЮРНЫЕ МОЩНЫЕ РЕЛЕ

В статье приведены характеристики миниатюрных низкопрофильных реле типа RY II производства Tyco Electronics/Schrack, предназначенных для коммутации цепей с общей потребляемой мощностью до 2000 В·А с максимальным напряжением между контактами 440 В переменного тока. Реле устанавливаются на печатные платы методом монтажа в отверстия.

В. Макаренко

Высота профиля реле типа RY II, производимых компанией Schrack концерна Tyco Electronics, составляет всего 12,3 мм, что является одним из лучших показателей для изделий такого класса. Контакты реле рассчитаны на коммутацию переменного тока 8 А/250 В. Максимальное значение напряжения между контактами – 440 В переменного тока. Допустимая величина коммутируемого через контакты реле импульсного тока составляет 30 А (при длительности импульсов не более 4 с и скважности не менее 10). Реле выдерживают длительные вибрации с амплитудой до 5 г в диапазоне частот 10...500 Гц и кратковременные ударные нагрузки амплитудой до 100 г.

Выпускаются реле с группой контактов на переключение, нормально замкнутыми и нормально разомкнутыми контактами. Для гальванического покрытия контактов используется один из трех составов – AgCdO, AgSnO₂ или AgNi 0.15 (с золотым покрытием или без него), что обеспечивает надежную работу реле в различных условиях эксплуатации. Монтаж реле осуществляется пайкой или установкой в специальные разъемы. Мощность, необходимая для переключения реле, не превышает 220 мВт. В таблице приведены некоторые характеристики реле типа RY II [1, 2].

На рис. 1 приведены графики зависимости отношения допустимого напряжения на обмотке реле к номинальному значению при изменении температуры окружающей среды и различных значениях комму-



тируемых токов. Из графиков следует, что при работе реле в широком диапазоне температур или при повышенной температуре окружающей среды напряжение на обмотке следует выбирать близким к номинальному. При температуре 80 °С допускается превышение напряжения относительно номинального значения не более, чем на 20 %.

Величина испытательного напряжения (среднеквадратическое значение) между обмоткой и контактами реле не менее 5000 В, а между разомкнутыми контактами – 1000 В. Такая изоляция соответствует напряжению 250 В для степени загрязнения 3, категории допустимых напряжений III по требованиям МЭК 60664 и категории изоляции C/250 VDE 0110b. Реле соответствуют классу защиты II согласно стандартам: EN60730, EN60335, EN60950 и EN50178.

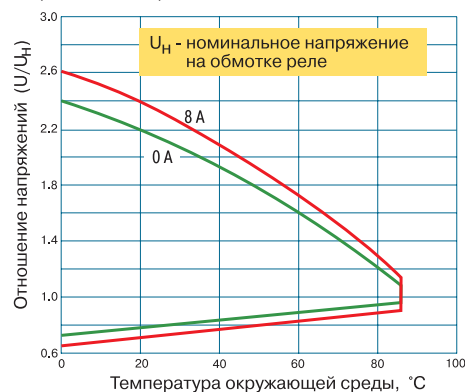


Рис. 1. Зависимость допустимого напряжения на обмотках реле RY II от температуры окружающей среды

Характеристики реле типа RY II

Код обмотки	Номинальное/максимальное напряжение, В	Напряжение срабатывания, В	Напряжение отпускания, В	Сопротивление обмотки, Ом	Номинальный ток обмотки, мА
005	5/11.8	3.5	0.5	113+10 %	44.0
006	6/14.1	4.2	0.6	164+10 %	36.7
012	12/28.2	8.4	1.2	620+10 %	19.3
024	24/56.4	16.8	2.4	2350+10 %	10.2
048	48/112.8	33.6	4.8	9600+10 %	5.0

Примечание: в таблице указаны значения напряжений постоянного тока на обмотках реле, приведенные параметры измерены при температуре окружающей среды 20 °С.

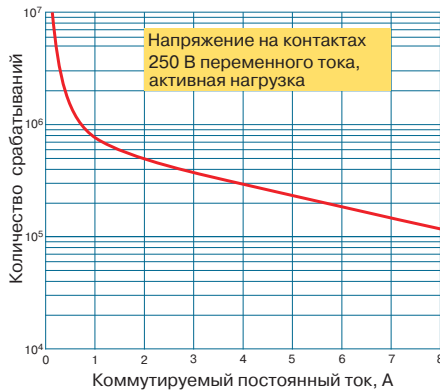


Рис. 2. Зависимость гарантированного количества срабатываний реле RY II от величины коммутируемого тока

Широкий диапазон рабочих температур (от -40 до 85 °С) и большая продолжительность гарантированного срока службы контактов (10⁵ срабатываний при токе 6 А и напряжении 250 В переменного тока) позволяют использовать реле с нормально замкнутыми и нормально разомкнутыми контактами для коммутации индуктивных нагрузок. Это дает возможность использовать реле типа RY II в системах контроля нагревателей, таймерах, системах контроля и управления температурой в бытовых и промышленных помещениях и во многих других системах.

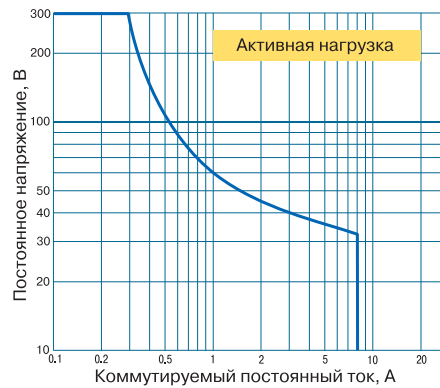


Рис. 3. Зависимость допустимого напряжения на контактах реле RY II от величины коммутируемого постоянного тока

На рис. 2 приведена зависимость количества срабатываний реле типа RY II от величины коммутируемого тока (при активной нагрузке), а на рис. 3 – зависимость допустимого напряжения на контактах реле от величины коммутируемого постоянного тока.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Tyco Electronics/Catalog 1308242, Issued 3-03 – 2003.
2. <http://www.schrackrelays.com/pdf/RYII.pdf>

Електронні компоненти. Шафи і корпуси. Системи промавтоматики. Обладнання SMT. Вимірювальні прилади. Розробка, виготовлення і монтаж друкованих плат.

VD MAIS

Україна, 01033 Київ, а/с 942, вул. Жиланська, 29
 тел.: (044) 227-1389, 227-5281, факс: (044) 227-3668
 e-mail: info@vdmajs.kiev.ua, http://www.vdmajs.kiev.ua

ДИСТРИБ'ЮТОР

AIM, ANALOG DEVICES, ASTEC POWER, DDC, ELECTROLUBE, ESSEMTEC, GEYER ELECTRONIC, FILTRAN, INTERPOINT, KINGBRIGHT, MURATA, PACE, RECOM, SAMSUNG, SCHROFF, TEMEX COMPONENTS, TYCO ELECTRONICS (AMP), VISION, WAVECOM, WHITE ELECTRONIC, ZARLINK

<http://www.symmetron.com.ua>

Он-лайн або Офф-лайн замовлення більше ніж 60 тисяч найменувань зі складу:

Ел. компоненти, паяльне та антистатичне обладнання, вимірювальні прилади, монтажний інструмент, технічна література.

Симметрон-Україна

ELECOM ТОВ «Елеком»
 електронні компоненти - поставки

Більше 33 мільйонів найменувань електронних компонентів від більше ніж 2900 постачальників з усього світу.

Звертайтеся - знайдеться все!

Україна, Київ, 01135, вул. Павловська, 29
 тел.: +38 (044) 216-70-10, факс: +38 (044) 461-79-90
 web: www.elecom.kiev.ua, e-mail: office@elecom.kiev.ua

sonitron
veleman
murata
MOTOROLA
INTELEON ELECTRIC
 International xos Rectifier
 Kingbright
Intersil
Honeywell
EPSON
DAIICHI YOKO
CRYDOM

ЕЛЕКТРОННІ КОМПОНЕНТИ
 від провідних виробників електроніки

Активні та пасивні компоненти
 Оптикоелектронні компоненти
 Вимірювальні прилади
 Акустичні компоненти
 Паяльне обладнання
 Інструмент
 Датчики

СП ТОВ "ТД "Чип і Діп"
 03042 м. Київ
 вул. Чистяківська, 2, оф. 18
 chip@optima.com.ua

т.: (+380 44) 4590217
 т./ф.: (+380 44) 4422088
 chip-dip@ukr.net

Повне очищення?!
Це цілком можливо!



Ефективні засоби очищення друкованих вузлів

Для очищення друкованих вузлів широке використання знаходять миючі засоби, наприклад, FLU, SWA, SWAX, ULS фірми Electrolube (Великобританія), Aimterge фірми AIM (США) та ін.

Використання миючих засобів для очищення друкованих вузлів, що зібрані за технологією поверхневого монтажу, забезпечує стабільність параметрів електронної апаратури і підвищує її надійність.

VD MAIS –
офіційний дистриб'ютор фірм AIM та Electrolube



ОЧИСТКА ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ ПРИ ПОВЕРХНОСТНОМ МОНТАЖЕ

Рассмотрены особенности очистки печатных узлов от различных загрязнений, появляющихся в процессе изготовления и сборки плат, а также монтажа компонентов на их поверхность.

Приведены характеристики моющих сред и дан перечень основных способов очистки, используемых при сборке электронной аппаратуры.

А. Грачев

Переход при производстве электронной аппаратуры от монтажа электронных компонентов в отверстия к монтажу на поверхность печатных плат (с учетом необходимости обеспечения стабильности параметров и надежности этой аппаратуры) влечет за собой повышение требований к качеству очистки печатных узлов (ПУ). Это объясняется, прежде всего, тем, что изменение конструкции компонентов и увеличение плотности компоновки при поверхностном монтаже сопровождается уменьшением (до 0,05 мм) зазора между платой и корпусами chip-компонентов, платой и микросхемами в PLCC, BGA, CSP и других корпусах.

При этом в момент оплавления паяльной пасты жидкий флюс за счет капиллярных сил затягивается под корпус компонента и заполняет малый зазор корпуса-плата, что значительно усложняет очистку платы от остатков флюса. Это связано с тем, что проникновение и циркуляция моющей жидкости в этих зазорах затруднены. Из вышесказанного очевидно, что для очистки ПУ должна быть выбрана оптимальная технология.

После выполнения операций изготовления печатных плат и пайки компонентов на поверхности ПУ могут находиться остатки травильных растворов, жировые, масляные, солевые загрязнения, продукты их разложения, а также сухие остатки флюсов, затвердевшая канифоль, продукты деструкции, окисления, твердые частицы и т. д. Особо следует отметить такие загрязнения как остатки флюса после пайки. Материалы, используемые в качестве флюсов для пайки компонентов, могут относиться к смолосодержащим и не содержащим смол. Основу смолосодержащих флюсов, как правило, составляют спиртовые растворы канифоли, представляющие собой смесь органических кислот. Главный компонент этой смеси – абиетиновая кислота, растворяющая окислы металлов с образованием комплексных соединений. Уровень кислотности флюса на основе канифоли очень мал, но в результате растворения и в процессе нагрева при пайке происходит его активация.

В современной технологии поверхностного монтажа наибольшее распространение получили кани-

фольные слабоактивированные флюсы и флюсы с низким содержанием твердых веществ на синтетической основе. Эти флюсы (NoClean) обычно не требуют очистки ПУ после сборки. Однако существует ряд причин, вынуждающих, тем не менее, производить очистку остатков таких флюсов.

Среди основных причин можно назвать следующие:

1. Высокая температура среды. Чистая специально обработанная канифоль и искусственные смолы при нагревании до температуры 170 °С являются хорошими изоляторами, при более высоких температурах канифоль сначала размягчается, а затем начинает плавиться, что сопровождается образованием в ней карбоксильных ионов. В результате возникающей (при температуре выше температуры пайки и наличии влаги) ионизации изменяются диэлектрические свойства канифоли и она становится проводником.

2. Повышенная влажность среды. Снижение поверхностного сопротивления платы при выполнении сборки и монтажа, связанное с тем, что канифольные остатки флюса при наличии тонкого слоя влаги могут стать проводимыми, приобретает особое значение в современных условиях развития производства электронной аппаратуры.

Кроме того, продукты гидролиза канифоли, выявляемые в виде визуально различного белесого налета на поверхности плохо отмытого ПУ, также влияют на величину поверхностного сопротивления платы.

3. Контроль функционирования ПУ. Неудаленные остатки флюса могут покрывать тестовые контактные площадки. Так как канифоль при комнатной температуре является хорошим изолятором, тестовые площадки могут иметь высокое сопротивление, что не позволит провести контроль функционирования ПУ.

Наличие вышеперечисленных загрязнений на ПУ снижает сопротивление между проводниками печатной платы. Возрастают токи утечки и переходные сопротивления контактов, появляются дополнительные паразитные емкости и индуктивности. Кроме того, наличие загрязнений на плате может стать причиной низкой эффективности влагозащитных покрытий из-за их слабой адгезии к поверхности, а при длительном хранении аппаратуры – вызвать ухудшение электроизоляционных и влагозащитных свойств этих покрытий. В итоге это приведет к ускоренному адсорбированному пылевому загрязнению ПУ в процессе эксплуатации и сокращению ресурса эксплуатации и хранения электронной аппаратуры.

Поэтому разработка технологического процесса поверхностного монтажа компонентов на плату тре-

бует обоснованного выбора припоев и паяльных паст для обеспечения выполнения обязательного условия удаления после пайки остатков флюса, особенно в случае необходимости нанесения на ПУ влагозащитного покрытия. После монтажа компонентов выбор способа очистки ПУ и требуемых моющих сред необходимо производить, исходя из вида и свойств загрязнений, подлежащих очистке.

Кроме того, следует учесть, что используемые моющие средства должны соответствовать ряду требований:

- иметь возможно большее поверхностное натяжение, чтобы облегчить проникание в зазоры между корпусами компонентов и платой, или обладать как можно меньшим поверхностным натяжением для обеспечения циркуляции в ограниченных объемах
- быть инертными по отношению к элементам конструкции ПУ и используемого оборудования
- быть пожаровзрывобезопасными и нетоксичными
- иметь минимальную стоимость и обладать возможностью регенерации
- быть экологически чистыми.

Наличие порой противоречивых требований затрудняет выбор моющих средств, поэтому чаще всего он проводится не столько по техническим характеристикам, сколько исходя из их стоимости. Для облегчения выбора моющей жидкости можно воспользоваться количественной оценкой ее моющих свойств с учетом ряда основных характеристик: индекса смачивания WI (Wetting Index), индекса эффективности EI (Efficient Index) и коэффициента, характеризующего количественно моющую способность, KB (Kauri Botanol), значение которого колеблется от 30 до 140 [1].

$$WI = \frac{1000 \text{ (плотность)}}{\text{(вязкость)} \times \text{(поверхностное натяжение)}},$$

$$EI = \frac{(WI) \times (KB) \times (T_{кип})}{100\ 000},$$

где $T_{кип}$ – температура кипения.

Более высокие значения этих показателей соответствуют лучшим моющим свойствам жидкости. В настоящее время для очистки ПУ находят применение два типа жидкостей:

- водные растворы моющих средств
- органические растворители.

Водорастворимые загрязнения, а также адсорбированные загрязнения (пыль, волокна тканей, абразив, металлические включения и т. д.), связанные с поверхностью ПУ силами физической адсорбции, удаляют применением водных моющих растворов, в том числе с использованием поверхностно активных веществ (ПАВ). Для очистки ПУ от остатков травильных растворов, активаторов флюсов, органических кислот и продуктов разложения флюсов традиционно исполь-

зуется спирто-бензиновая смесь. При этом спирт смывает остатки канифоли, а бензин удаляет жиры и масла. Одним из основных недостатков такой моющей среды является низкая эффективность очистки: плохо удаляются остатки флюсов на основе синтетических смол, остатки активаторов, минеральные соли.

В этом случае удаление этих загрязнений возможно очисткой ПУ в водных растворах технических моющих средств, содержащих поверхностно-активные вещества, либо для этих целей используется изопропиловый спирт, применение которого требует соблюдения определенных условий работы. Окончательная очистка ПУ при этом должна проводиться промывкой изделий деионизованной водой с последующей сушкой [2].

В последнее время для очистки ПУ широко используются современные моющие средства, например, FLU, SWA, SWAX, ULS фирмы Electrolube (Англия), Airmtempе фирмы AIM (США) и других зарубежных фирм.

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

Очиститель на водной основе типа Safewash Extra (SWAX) удаляет остатки паяльной пасты и клея для крепления компонентов при поверхностном монтаже, имеет легкий запах, при его использовании не требуется вытяжная вентиляция [3].

При очистке ПУ нашел широкое применение целый ряд технологических процессов очистки. Наиболее распространенными являются:

- ручная очистка с использованием тампона, кисти
- механическая очистка щетками при одновременной струйной подаче моющего очистителя
- очистка в ванне с барботирующим моющим раствором
- струйная очистка, производимая направлением на ПУ струи моющей жидкости под давлением
- погружение в моющую среду с наложением ультразвука.

Следует отметить, что наиболее эффективным методом является очистка погружением ПУ в ультразвуковую ванну, в которой при наличии ультразвукового излучения в результате возникновения больших давлений моющая жидкость как бы разрывается, образуя полости и каверны. Газы, пары и воздух, растворенные в жидкости, проникают в них, вследствие чего возникают мелкие пузырьки, которые быстро захлопываются. Этот процесс, сопровождающийся образованием ударных волн с большим мгновенным давлением, носит название ультразвуковой кавитации.

Рекомендуемые моющие среды и способы очистки ПУ с учетом вида загрязнений

Вид загрязнений	Средство очистки	Способ очистки, один из:
твердые частицы	бензин	многократное погружение в ванну в кассете
пыль		
жиры		
масла		
минеральные соли	отмывочные среды, выпускаемые фирмами Electrolube, AIM, или их водные растворы	многократное погружение в ванну в кассете, струйная очистка, очистка в ванне с барботажем, ультразвуковая очистка
остатки активаторов флюса, входящего в паяльную пасту		
флюсы на синтетической основе		
канифольные и водорастворимые флюсы		
оксидные и сульфидные пленки	спирто-бензиновая смесь, изопропиловый спирт, отмывочные среды на спиртовой основе	многократное погружение в ванну в кассете, струйная очистка, очистка в ванне с барботажем
продукты разложения флюсов		
остатки паяльных паст		
остатки клеев для крепления компонентов		
остатки травильных растворов		

Под действием кавитации происходит механическое разрушение пленки загрязнений на поверхности печатной платы и под компонентами в том числе.

Помимо механического разрушения загрязнений под действием акустических течений, возникающих в ультразвуковой ванне, происходит интенсификация химического взаимодействия моющей жидкости и загрязнений. Кроме того, имеющиеся в моющей жидкости не связанные с кавитационными процессами мелкие пузырьки воздуха и газов (проникающие в поры, щели и зазоры под компонентами) под действием ультразвуковых колебаний интенсивно колеблются, что ускоряет разрушение слоя загрязнений.

Ультразвуковая очистка ПУ проводится в установках различной мощности, работающих на частоте 22 или 44 кГц. Важным условием обеспечения эффективности ультразвуковой очистки ПУ является выбор моющей среды и оптимальных технологических параметров процесса: температуры моющей среды и времени обработки изделий в ультразвуковой ванне. В водных растворах моющих сред максимальный эффект кавитации проявляется при температуре $T=(50-60)^\circ\text{C}$, при этом время обработки ПУ в ультразвуковой ванне составляет 1.5-3 минуты. Следует учесть, что при ультразвуковой очистке ПУ все компоненты, расположенные на плате, должны быть нечувствительны к ультразвуковому воздействию. Особенно это касается микросхем с высокой степенью интеграции элементов в кремниевом кристалле. Поэтому изделие, подлежащее очистке, должно быть проверено на стойкость компонентов к воздействию ультразвука. Недостатком процесса ультразвуковой очистки является сложность установки и контроля интенсивности ультразвукового излучения в моющей среде.

В работе [4] отмечается, что важную роль в очист-

ке ПУ играет процесс ополаскивания, который целесообразно выполнять после операции очистки в два этапа. Предварительное ополаскивание при комнатной температуре 25°C должно обеспечить удаление остатков промывочной жидкости и загрязнений, оставшихся на ПУ после извлечения из ванны. Окончательное ополаскивание рекомендуется проводить в очищенной воде (степень очистки 1-5 МОм/см) при температуре $40-50^\circ\text{C}$, при которой уменьшается поверхностное натяжение воды и повышается растворимость загрязнений. Рекомендуемые среды и способы очистки ПУ приведены в таблице.

Контроль качества очистки ПУ может проводиться прямыми и косвенными методами. Прямые методы предусматривают оценку качества очистки ПУ. При контроле косвенными методами определяется концентрация загрязнений в последней ванне. Из основных наиболее простых методов контроля следует отметить [5]:

- испытание на разрыв водной пленки (тонкая пленка воды не имеет разрывов пока она не станет настолько тонкой, что испарение вызовет появление сухих мест, либо не появятся интерференционные цвета), критерием качества очистки служит время от извлечения ПУ из воды до разрыва водной пленки (метод позволяет обнаружить наличие до $(0.2-0.5) \cdot 10^{-7} \text{ г/см}^2$ загрязнений)
- метод распыления на поверхность деионизированной (бидистиллированной) воды (при этом чистая поверхность покрывается сплошным тонким слоем воды, а в местах загрязнений поверхность не смачивается, что позволяет обнаружить наличие до $1.6 \cdot 10^{-8} \text{ г/см}^2$ загрязнений)
- метод измерения поверхностного сопротивления печатной платы или узла основан на использовании специальных тестовых структур (при наличии на пла-

те загрязнений, в том числе под корпусами, его величина, особенно под воздействием влаги и тепла, резко снижается)

- метод, основанный на измерении сопротивления дистиллированной воды до и после контрольной очистки в ней ПУ.

Таким образом, использование рассмотренных мощных средств, способов очистки и контроля качества очистки ПУ, собранных по технологии поверхностного монтажа, обеспечит стабильность параметров электронной аппаратуры и повышение ее надежности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Григорьев В.Н., Казанов А.А., Джингарадзе А.К. Монтаж на поверхность, технология, контроль качества. – М.: Издательство стандартов, 1991.
2. Грачев А. Особенности монтажа микросхем в корпусах BGA, CBGA, CSP//ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2003, № 7.
3. Техническая информация по расходным материалам и технологии производства фирм AIM (США), Electrolube (Англия). – Киев: VD MAIS, 2002.
4. Роль воды в процессах отмывки печатных узлов. Поверхностный монтаж. – Бюллетень фирмы OSTEC. 2003, № 4.
5. Грачев А., Мельник А., Панов Л. Поверхностный монтаж при конструировании и производстве электронной аппаратуры. Одесса, ЦНТЭПИ, 2003.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

27, 29 и 31 октября соответственно в **Киеве, Харькове и Одессе** были проведены организованные фирмой VD MAIS семинары, посвященные особенностям применения современных операционных усилителей. Докладчики семинара – известные специалисты фирмы Analog Devices James Bryant и Chris Muriel. На каждом из семинаров были рассмотрены следующие проблемы:

- основы построения современных ОУ: базовые технологии и схемотехнические решения (James Bryant)
- измерительные и дифференциальные усилители в качестве драйверов современных АЦП и ЦАП (Chris Muriel)
- особенности конструирования радиоэлектронной аппаратуры на основе прецизионных и высокочастотных ОУ (James Bryant).

Слушатели семинаров были ознакомлены с возможностями различных технологий построения ОУ, таких как биполярная, FET, JFET BiCMOS, CMOS, особенностями voltage feedback, current feedback, rail-to-rail и др. Были даны рекомендации по применению каждого типа ОУ в зависимости от системных требований.

Chris Muriel подробно осветил вопрос использования усилителей в качестве драйверов современных АЦП и ЦАП. На конкретных примерах было показано,



James Bryant и Chris Muriel с главным редактором "ЭКиС" В. Романовым (слева направо)



как сохранить разрешение и не снизить быстродействие преобразователей при сопряжении их с измерительными и дифференциальными усилителями.

Подробно рассмотрены особенности проектирования аналогово-цифровых систем на основе сверхвысокочастотных и прецизионных АЦП, включающие оптимальную разводку печатной платы, заземление

аналоговых и цифровых узлов, снижение влияния паразитных ЭДС, индуктивностей, емкостей и сопротивлений.



Материалы семинара могут быть направлены подписчикам журнала "ЭКиС" по запросу.



15-я международная выставка "Productronica 2003" *



11-14 ноября 2003 г. в г. Мюнхене проходила очередная международная выставка "Productronica 2003", на которой демонстрировались современные и перспективные средства производства интегральных микросхем, микросистем, печатных плат и материалов для них, кабельных изделий.

Были широко представлены средства сборки электронного оборудования, в том числе SMT-технологии, средства тестирования отдельных блоков и конечной продукции на всех этапах производства, включая финишный контроль.

К отличительным особенностям мировой микроэлектронной промышленности (как следует из экспозиции "Productronica 2003") можно отнести следующие:

1. Промышленное освоение установки бескорпусных кристаллов методом Flip-Chip непосредственно на печатную плату (без промежуточного корпусирования), что потребовало существенного увеличения точности оборудования для поверхностного монтажа. Эта технология применялась ранее для изготовления гибридных ИМС и микросборок, ее использование для сборки печатных плат удешевляет изделие, позволяет снизить массогабаритные показатели, повысить производительность выпуска конечной продукции.

2. Тестовое оборудование, как правило, построено на основе бесконтактных оптических технологий (AOI-технологий – Automatic Optical Inspection Technologies). Тестирование печатных плат и готовых изделий с помощью мультиигольчатых контактных устройств практически уходит в прошлое. Вместо таких сложных электромеханических систем используется интеллектуальная оптическая головка, совмещенная с игольчатой (в которой имеется несколько иголок). Эта головка в режиме сканирования осуществляет визуальный контроль и электрическое тестирование собранной печатной платы.

3. На рынке автоматов для сборки, испытаний и тестирования электронной аппаратуры появились новые

производители. Отдельные автоматы объединяются в гибкие автоматические системы и для их оптимального взаимодействия требуется сложное программное обеспечение. Это ПО, как правило, не может быть разработано ни производителями отдельных автоматов, ни конечными пользователями сборочных линеек (на выставке были представлены разработки такого ПО, которое создается под конкретную продукцию производителя электронной аппаратуры).

4. Широкое внедрение получают MEMS-технологии.

Гораздо шире были представлены на выставке автоматы и полуавтоматические установки для изготовления кабельных изделий, выполненных на основе проволочных и оптоволоконных технологий.

В работе выставки приняли участие сотрудники фирмы VD MAIS и члены редколлегии журнала "ЭКИС". Были проведены переговоры о поставках нового высокопроизводительного оборудования на предприятия Украины, достигнуты соглашения с консультационными фирмами о подготовке методических материалов по сборке электронной аппаратуры для публикации на страницах журнала "ЭКИС", а также организации семинаров и консультаций в Украине по IPC-стандартам, SMT-технологиям и другим направлениям в области производства электронной аппаратуры.

Информационные материалы о новинках выставки "Productronica 2003" будут опубликованы в очередных выпусках журнала "ЭКИС".



Н. Малиновский (VD MAIS) на выставке

* По материалам выставки "Productronica 2003" подготовил В. Романов.

Каталоги, изданные фирмой VD MAIS в 2003 г.



Новые каталоги вызывают интерес благодаря систематизации информации, ее разделению на отдельные направления, а также являются бесплатным приложением к журналу "ЭКИС" для всех его подписчиков, подтвердивших свою заинтересованность в получении любого или нескольких каталогов из выпускаемой серии.

НОВЫЙ GSM/GPRS-МОДУЛЬ СО ВСТРОЕННЫМ GPS-ПРИЕМНИКОМ



Компания WAVECOM анонсировала выпуск нового GSM/GPRS/GPS модуля Q2501. Новый модуль пополнил ряд технических средств, разрабатываемых компанией WAVECOM и предназначенных для использования в автомобильной электронике.

К. Скиба

Модуль, представляющий собой устройство, объединяющее в компактном корпусе современный GSM/GPRS-тракт и 16-канальный GPS-приемник, предназначен для использования в охранных, телеметрических и автомобильных системах. Он позволяет упростить и удешевить систему в целом, а также повысить ее надежность и универсальность, благодаря интеграции GSM- и GPS-трактов в одном корпусе и поддержке передачи информации как по GSM-каналу 900/1800 МГц, так и в режиме пакетной передачи данных GPRS с максимальной скоростью до 115 кбит/с. Модуль Q2501 может работать в двух режимах: в режиме GSM Master производится непосредственная передача данных с приемника GPS в GSM/GPRS-тракт, а через него, в свою очередь, через GSM-сеть на внешнее (удаленное) устройство, а в режиме Stand-alone (автономном) GSM/GPRS-тракт и GPS-приемник работают независимо друг от друга и их управление осуществляется с помощью AT-команд. В состав устройства входят два антенных разъема либо один универсальный (по желанию заказчика). Модуль соответствует всем требованиям, предъявляемым к автомобильной электронике по диапазону температур, влажности и виброустойчивости.

Модуль поддерживает полный набор инструкций, состоящий из более чем 550 AT-команд, предназначенных для управления GSM/GPRS-трактом, а также специальный набор AT-команд для управления GPS-приемником. Устройство может содержать дополнительные протоколы (по желанию заказчика): Open AT 2.0, IP-протоколы (TCP/IP, POP3, SMTP), IBM MQ/ISDP.

Основные характеристики модуля Q2501:

GSM/GPRS-тракт:

- E-GSM 900/1800 МГц
- ETSI GSM Phase 2+
- класс 4 (максимальная мощность передатчика 2 Вт для диапазона 900 МГц)
- класс 1 (максимальная мощность передатчика 1 Вт для диапазона 1800 МГц)
- среднее значение тока потребления 260 мА при соединении GSM 900 МГц и максимальной мощности
- среднее значение тока потребления 190 мА при соединении GSM 1800 МГц и максимальной мощности
- в режиме ожидания ток потребления менее 3.5 мА

- встроенный температурный датчик
- стандартные опции при голосовом соединении
- режимы работы FR/EFR/HR
- эхо- и шумоподавление
- полностью дуплексный режим hands-free
- GPRS кл. 10 (до четырех каналов на прием и до двух – на передачу)
- схемы кодирования CS1-CS4
- передача SMS- и EMS-сообщений

GPS-приемник:

- 16 каналов
- точность 3 м (2 м при наличии корректирующих данных)
- время запуска: 3.5/33/41 с (горячий/теплый/холодный запуск)
- длительность повторного вхождения в синхронизм менее 1 с
- встроенная активная GPS-антенна.

Модуль поддерживает следующие интерфейсы:

- антенные: два отдельных разъема для GSM/GPRS- и GPS-трактов, либо один универсальный (дополнительная возможность)
- напряжение питания 3.6 В
- 80-контактный интерфейсный разъем.

Модуль оснащен 80-контактным разъемом, на котором выполнены следующие интерфейсы:

GSM/GPRS-тракт:

- 3 В интерфейс для SIM-карты с распознаванием (1.8 и 5 В как дополнительная возможность)
- 2 микрофона и 2 динамика
- SPI-интерфейс
- 10 контактов для подключения клавиатуры 5x5
- 1 выход для зуммера
- 1 АЦП и 1 ЦАП
- 1 светодиод
- 6 универсальных линий ввода/вывода данных
- 4 линии вывода
- 1 линия ввода
- 2 интерфейса RS-232 со скоростью передачи данных до 115 кбит/с

GPS-приемник:

- 2 интерфейса RS-232 со скоростью передачи данных до 115 кбит/с
- синхроимпульс
- навигационное счисление пути.

Механические и климатические требования:

- диапазон рабочих температур от -35 до +70 °С
- диапазон температур хранения от -40 до +85 °С
- габаритные размеры 58x32x6 мм
- масса менее 15 г (включая экран).

Серийный выпуск модуля Q2501 намечен на второй квартал 2004 года.