

ADI's A²B[®] technology

В номере:

- ИМС многоканальных АЦП
- Многоканальные АЦП с чередующимися выборками
- Особенности работы с опорными источниками
- Как измерить коэффициент ослабления синфазного сигнала
- Блоки питания компании Mean Well
- Мощные нитрид-галлиевые транзисторы (GaN)
- **Новые технологии от Analog Devices для построения мультимедийных систем автомобиля**
- Системы защиты IT-инфраструктуры на физическом уровне от Rittal
- Новое промышленное реле Omron



Три линии
автоматического монтажа
SMD-компонентов



Работы
выполняются
согласно
IPC-A-610



Автоматическая установка электронных компонентов



Samsung SP450 2D



Автоматизированная селективная пайка
для монтажа электронных компонентов
в отверстия печатной платы



Антистатическая защита компонентов

Участок пайки электронных компонентов
в отверстия печатной платы

КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОНИКИ

Полный цикл контрактного производства электроники:

- проектирование и изготовление печатных плат
- поставка комплектующих элементов
- автоматизированная сборка (до 1 500 000 SMD-компонентов в сутки)
- монтаж печатных плат любой сложности при серийном и мелкосерийном производстве
- контроль качества на каждом этапе выполнения работ

Система менеджмента качества фирмы сертифицирована на соответствие требованиям стандартов ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 и ISO/TS 16949:2009.

Монтаж производится в соответствии с требованиями IPC-A-610F.

Автоматизированная пайка выводных компонентов выполняется на установке селективной пайки PowerSelective производства компании SEHO. Пайка выполняется мини-волной в азотной среде. Скорость пайки 1...5 секунд на точку. Скорость пайки разъемов 3 мм за секунду.

Работы выполняются на оборудовании фирм Samsung, ESSEMTEC, TWS, PACE, SEHO, Phoenix Digital Tech с применением расходных материалов фирм AIM и Electrolube.

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СИСТЕМЫ

2016 январь-март
№ 1 (213)

МАССОВЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



Учредитель и издатель:
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА VD MAIS

Зарегистрирован
Министерством информации
Украины 24.07.96 г.
Свидетельство о регистрации:
серия КВ, № 2081Б
Издается с марта 1996 г.

Директор фирмы VD MAIS:
В.А. Давиденко

Главный редактор:
В.А. Романов

Редакционная коллегия:
В.А. Давиденко
В.В. Макаренко
В.Р. Охрименко
Д-р Илья Брондз,
факультет биологии
Университета г. Осло, Норвегия

Адрес редакции:

Украина, Киев,
ул. М. Донца, 6
Тел.: (0-44) 220-0101, 492-8852
Факс: (0-44) 220-0202
E-mail: ekis@vdmais.ua
Интернет: www.vdmais.ua
www.ekis.kiev.ua

Адрес для переписки:

Украина, 03061 Киев, ул. М. Донца, 6
Подписано к печати 30.03.2015

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

В ПОМОЩЬ РАЗРАБОТЧИКУ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

М. Паччигар
ИМС многоканальных АЦП и их преимущества по сравнению с одноканальными аналогами3
Я. Биверс
Быстродействующий АЦП с цифровым понижающим преобразователем частоты7
Г. Манганаро, Д. Робертсон
Многоканальные АЦП с чередующимися выборками9
Дж. Брайнт
Особенности работы с опорными источниками12
Дж. Брайнт
Что может произойти, если в проектируемых изделиях используют менее дорогие компоненты взамен рекомендованных13
Я. Биверс
Какой фильтр применять в инерциальной измерительной системе – КИХ фильтр или фильтр Калмана?14
Д. Толентино, С. Херера
Прецизионный преобразователь несимметричного сигнала в симметричный с регулировкой выходного динамического диапазона17
Г. Кастро
Как измерить и оценить коэффициент ослабления синфазного сигнала усилителя19

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

В. Охрименко
Блоки питания компании Mean Well22
В. Охрименко
Использование DC/DC ADP2370 в качестве драйвера светодиодов28

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В. Охрименко
Мощные нитрид-галлиевые транзисторы (GaN) компании EPC30
В. Макаренко
Новые технологии от Analog Devices для построения мультимедийных систем автомобиля36

ШКАФЫ И КОРПУСА

В. Макаренко
Системы защиты IT-инфраструктуры на физическом уровне от Rittal44

НОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ

И. Обалдиа, Дж. Френила
Многофункциональный биполярный ЦАП с высоким разрешением51

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

НМС7357: арсенид-галлиевый СВЧ-усилитель55
Цифровые температурные сенсоры высокой линейности57
В. Макаренко
Новые DC/DC-преобразователи мощностью 25 Вт серии MFK для тяжелых условий эксплуатации58
Новое промышленное реле Omron с тестовым переключателем61
Малогабаритные разъемы 369 серии для крепления на панелях63

ASK THE APPLICATIONS ENGINEER

M. Pachchigar
Integrated Multiplexed Input ADC Solution Alleviates Dissipation and Increased Channel Density Challenges ..3
 I. Beavers
Missing Half the Signal7
 G. Manganaro, D. Robertson
Interleaving ADCs Unraveling the Mysteries9
 J. Bryant
Voltage References Can Bite You12
 J. Bryant
When Second Sources Aren't13
 I. Beavers
Kalman or FIR Filter for My IMU?14
 D. Tolentino, S. Herrera
Versatile, Precision Single-Ended-to-Differential Signal Conversion Circuit with Adjustable Output Common Mode Boosts Dynamic Range17
 G. Castro
Where Art Thou CMRR?19

POWER SUPPLIES

V. Okhrimenko
Mean Well's AC/DC power supply22
 V. Okhrimenko
Using the ADP2370 as a LED driver.....28

NEW TECHNOLOGIES

V. Okhrimenko
GaN transistors30
 V. Makarenko
New technology from Analog Devices to build car multimedia systems36

CASES AND CABINETS

V. Makarenko
Rittal system of protection of IT-infrastructure on a physical level44

NEW COMPONENTS

E. Obaldia, J. Frenila
New complete, high resolution, and easy to use, universal solution51

BRIEF REPORTS

HMC7357: GaAs pHEMT MMIC55
World's Highest Performance Digital Temperature Sensors.....57
 V. Makarenko
NEW Interpoint® MFK Series™ 25 Watt DC-DC Converter.....58
G2RV industrial relay with unique lockable test-switch61
Deutsch 369 series panel-mount connectors63



ELECTRONIC COMPONENTS AND SYSTEMS

January-March 2016
 No. 1(213)

Monthly
 Scientific and Technical
 Journal

Founder and Publisher:
 Scientific-Production Firm
VD MAIS

Director
 V.A. Davidenko

Head Editor
 V.A. Romanov

Editorial Board
 V.A. Davidenko
 V.V. Makarenko
 V.R. Okhrimenko
 Dr. Iliia Brondz,
 Department of Biology,
 University of Oslo,
 Norway

Address:

M. Dontsia Str., 6,
 03061 Kyiv, Ukraine
Tel.:
 (380-44) 220-0101,
 492-8852 (multichannel)
Fax:
 (380-44) 220-0202
E-mail:
 ekis@vdmαιs.ua
Web address:
 www.vdmαιs.ua
 www.ekis.kiev.ua
 Printed in Ukraine

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

ИМС МНОГОКАНАЛЬНЫХ АЦП И ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА ПО СРАВНЕНИЮ С ОДНОКАНАЛЬНЫМИ АНАЛОГАМИ *

INTEGRATED MULTIPLEXED INPUT ADC SOLUTION ALLEVIATES DISSIPATION AND INCREASED CHANNEL DENSITY CHALLENGES

В статье рассмотрены особенности проектирования системы сбора данных с многоканальным АЦП на входе.

М. Паччигар

Abstract - This article highlights the design considerations for multiplex data acquisition systems and focuses on the integrated multiplexed input ADC solution.

M. Pachchigar

Многоканальные системы сбора данных имеют разную конфигурацию входных каналов. На их входе может быть одноканальный АЦП, усилитель и коммутатор или все эти функциональные узлы могут быть выполнены в виде одной ИМС. Такие системы предназначены для сбора и обработки сигналов, поступающих от различных датчиков физических величин, а именно: сенсоров температуры, давления, вибраций, сенсоров оптических сигналов, перемещений и т.п. Если в канале системы сбора данных использован один АЦП, опрос мультимплексора осуществляется последовательно для каждого канала или по заданной программе. В случае множества входных АЦП выборка входных сигналов происходит одновременно. Типовые структуры многоканальных систем сбора данных приведены на рис. 1-3. Более подробно остановимся на многоканальной структуре с одновременной выборкой, рис. 3. Она предназначена, как правило, для применения в автоматическом тестовом оборудовании, в системах управления шаговыми двигателями и т.п. Характерной особенностью систем без мультимплексоров на входе является отсутствие фазовой задержки между выборками в каждом канале. Преимуществом применения мультимплексора является уменьшение числа АЦП, что приводит к снижению стоимости и уменьшению габаритов проектируемых на основе таких АЦП систем. Однако быстродействие последних падает (в пересчете на канал) с ростом числа опрашиваемых

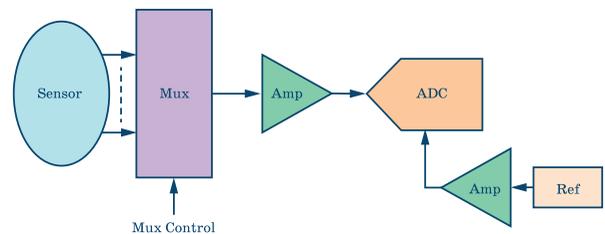


Рис. 1. Типовая многоканальная система сбора данных I

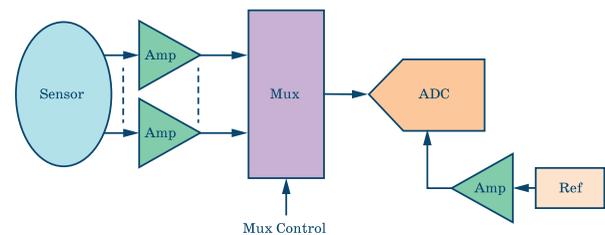


Рис. 2. Типовая многоканальная система сбора данных II

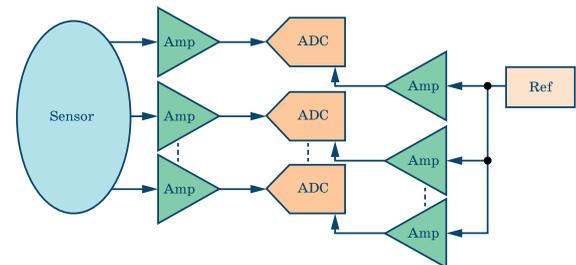


Рис. 3. Типовая многоканальная система сбора данных III

каналов. В системе с одним АЦП и многоканальным мультимплексором, как правило, используются преобразователи поразрядного

* Pachchigar M. *Integrated Multiplexed Input ADC Solution Alleviates Dissipation and Increased Channel Density Challenges*. *Analog Dialogue*, 50-01, January 2016. www.analog.com/analogdialog. Сокращенный перевод с английского и комментарии В. Романова.

уравновешивания, сочетающие в себе малые задержки и низкое потребление при достаточно высокой частоте выборки.

Одним из основных требований к многоканальным системам на основе мультиплексора является малое время реакции при переключении каналов и соответственно скачке входного сигнала до максимального значения. Кроме того, такие системы должны быть устойчивы к перекрестным помехам. Многоканальные АЦП должны быть совместимы с оптическими приемопередатчиками, а также ориентированы на применение в носимых компьютерных приборах. Таким требованиям отвечают ИМС АЦП AD7689.

Рынок современных оптических приемопередатчиков развивается в направлении пропускной способности 100 Гбит в секунду. Упрощенная структурная схема типового оптического модуля приведена на рис. 4. Она включает в себя приемник, передатчик, узел с перестраиваемым лазером (ITLA – integrated tunable laser assembly) и систему сбора данных. Упрощенная структура узла ITLA приведена на рис. 5. В составе этого узла содержится широкополосный перестраиваемый лазер. Передатчик включает драйвер и модулятор для управления лазером. Многоканальный АЦП обеспечивает мониторинг работы функциональных узлов оптического модуля.

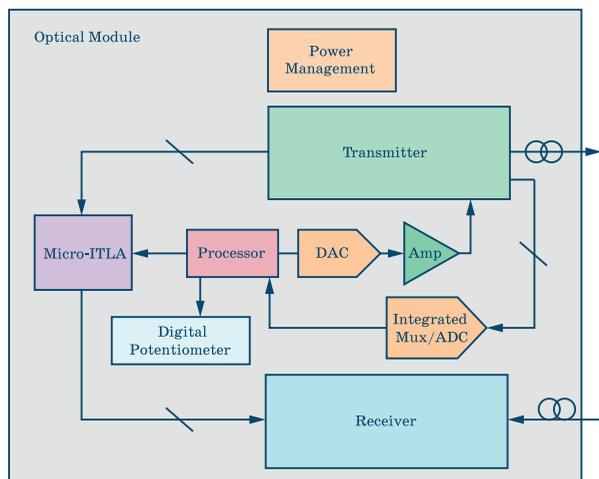


Рис. 4. Структурная схема типового оптического модуля

Структурная схема типового носимого медицинского монитора приведена на рис. 6. Монитор предназначен для съема медико-физио-

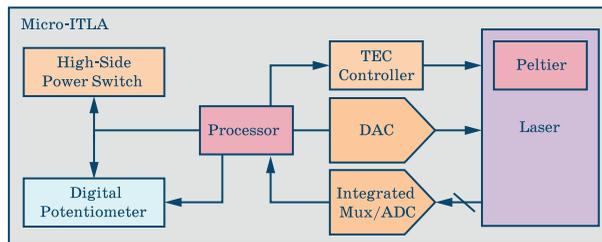


Рис. 5. Упрощенная структура узла ITLA

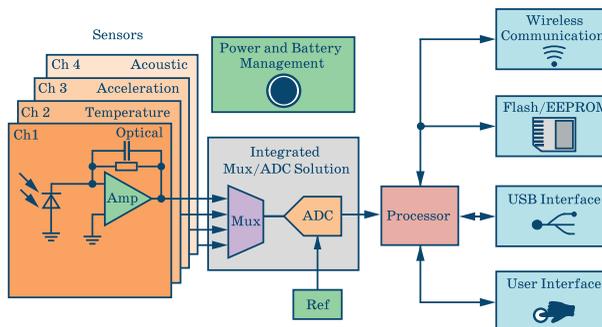


Рис. 6. Структурная схема носимого медицинского монитора

логических параметров пациента в реальном времени. Данные с выхода монитора могут передаваться на планшетный компьютер или мобильный телефон в формате Wi-Fi. В составе монитора имеются сенсоры, преобразующие основные медицинские параметры организма, частоты дыхания, уровня кислорода в крови, температуры и др. в электрические или оптические сигналы. Акустический сенсор, рис. 6, может быть использован для измерения кровяного давления, акселерометр – для оценки физической активности или положения пациента. Сигналы от разных датчиков требуют разной предварительной обработки, масштабирования и т.п. Некоторые сигналы различных датчиков должны быть преобразованы в код одновременно и привязаны к единому моменту времени для достоверной постановки диагноза.

Если кардиограмма является надежной оценкой состояния сердечной мышцы, то активность этой мышцы может быть оценена косвенным путем с использованием встроенных в браслет часов бисенсоров. Эти сенсоры измеряют частоту пульса и другие параметры пациента, позволяющие в большинстве случаев обойтись без съема кардосигналов. Оценки уровня кислорода в крови обеспечивается оп-

тическими датчиками (пара светодиод-фото-приемник). Носимый монитор имеет встроенный батарейный источник питания, многоканальный АЦП, микропроцессор или микроконтроллер, память для хранения данных, проводной и беспроводной интерфейсы, рис. 6. Учитывая, что на выходе сенсоров формируются сигналы низкого уровня, АЦП должен иметь большое отношение сигнал/шум, частота выходных сигналов сенсоров не превышает сотен герц, поэтому частота выборки данных АЦП должна составить более 10 кГц.

АЦП AD7682 и AD7689 – четырех- и восьмиканальные поразрядные преобразователи соответственно с разрешением 16 бит и максимальной частотой выборки 250 кГц. В их составе имеются и прецизионный опорный источник напряжения 2.5 или 4.096 В, и температурный сенсор. При проектировании систем или устройств на основе этих АЦП практически не требуются внешние компоненты. Узел управления мультиплексором обеспечивает как последовательный, так и программный опрос каналов, причем возможно сконфигурировать как симметричный, так и несимметричный входной канал АЦП. В составе АЦП имеются следующие интерфейсы: SPI, MICROWIRE, QSPI и др. Встроенный 14-разрядный регистр позволяет запрограммировать необходимый пользователю режим работы, включая алгоритм опроса каналов, конфигурацию мультиплексора, уровень напряжения опорного источника, пределы рабочих температур и т.п. Благодаря своим параметрам АЦП AD7682 и AD7689 являются наилучшим выбором для построения носимых медицинских мониторов и других портативных компьютерных устройств.

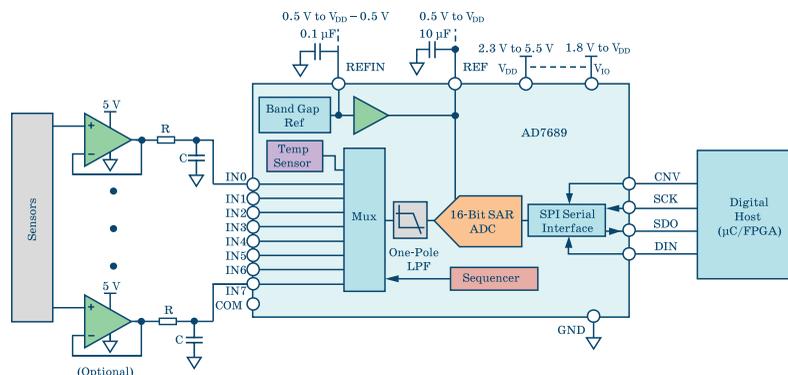


Рис. 7. Функциональная схема многоканальной системы сбора данных

На рис. 7 в качестве примера приведена функциональная схема многоканальной системы сбора данных на основе АЦП AD7689. Ширина полосы входного сигнала этого АЦП – несколько десятков мегагерц. Полоса входных драйверов – на порядок шире. Поэтому на выходе драйверов включены фильтры ФНЧ для защиты от наложения спектров.

Преобразователи AD7682 и AD7689 выполнены в миниатюрных корпусах размерами 2.39×2.39 мм типа WLCSP. На рис. 8 приведен рисунок обычного карандаша и кристалла АЦП. На рис. 9 показаны особенности монтажа этого кристалла на поверхность печатной платы.



Рис. 8. Сравнительные размеры ИМС АЦП и карандаша

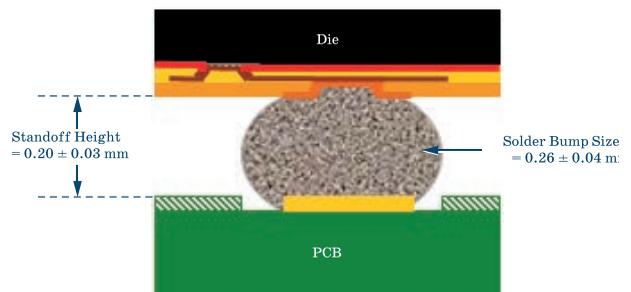


Рис. 9. Особенности монтажа ИМС АЦП на поверхность печатной платы

Преобразователи AD7682 и AD7689 используют цифровые источники питания для ядра (V_{pp}) и входов/выходов (V_{IO}) от 5 до 1.8 В. Значения токов потребления от этих источников в зависимости от пропускной способности приведены на рис. 10.

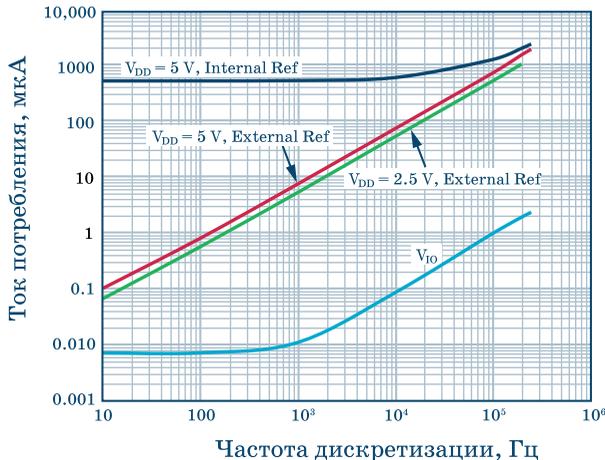


Рис. 10. Зависимость тока потребления АЦП от пропускной способности

Зависимости отношения сигнал/шум (SNR), числа достоверных двоичных разрядов (ENOB) и отношения сигнал/(шум плюс искажения) SINAD от величины опорного напряжения приведены на рис. 11.

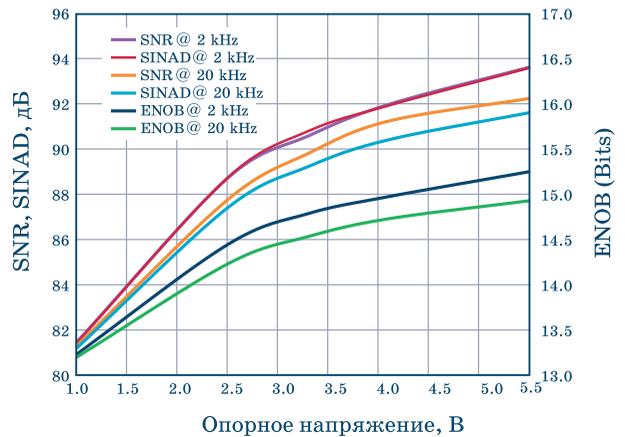


Рис. 11. Зависимости основных параметров АЦП от величины опорного напряжения

ВЫВОДЫ

1. Компания Analog Devices разработала новое поколение многоканальных АЦП для систем сбора и обработки данных и носимых компьютерных мониторов.
2. Применение АЦП нового поколения в проектируемых системах и устройствах позволит не только повысить их точность и быстродействие, но и уменьшить габариты, потребляемую мощность, а также снизить стоимость изделия в целом.

VD MAIS
Контрактное производство электроники
 (по стандарту IPC-A-610)

- автоматизированный монтаж SMD-компонентов (до 1,5 млн в сутки)
- автоматизированная селективная пайка компонентов, монтируемых в отверстия
- монтаж прототипов печатных плат
- 100% автоматический оптический контроль качества монтажа
- изготовление опытных образцов изделий
- мелко- и крупносерийное производство
- 10-летний опыт контрактного производства
- гарантия качества

Сертификация на соответствие требованиям стандартов ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 и ISO/TS 16949:2009.
 Цены – оптимальные.

Украина, 03061 Киев, ул. М. Донца, 6
 тел.: (0-44) 220-0101, 492-8852, факс: (0-44) 220-0202
 e-mail: info@vdmais.ua, www.vdmais.ua

VD MAIS
Печатные платы

- проектирование печатных плат
- технологическая подготовка производства
- изготовление любого количества плат:
 - по ГОСТ 23752-79
 - по стандарту IPC-A-600
- проектирование и изготовление трафаретов для нанесения паяльной пасты.

Сертификация на соответствие требованиям стандартов ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 и ISO/TS 16949:2009.
 Цены – оптимальные.

Украина, 03061 Киев, ул. М. Донца, 6
 тел.: (0-44) 220-0101, 492-8852, факс: (0-44) 220-0202
 e-mail: info@vdmais.ua, www.vdmais.ua

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ АЦП С ЦИФРОВЫМ ПОНИЖАЮЩИМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧАСТОТЫ *

MISSING HALF THE SIGNAL

Особенности применения цифровых преобразователей с понижением частоты в составе быстродействующих АЦП рассмотрены в настоящей публикации.

Я. Биверс

Abstract - Using an ADC's internal digital down converters for decimation is considered.

I. Beavers



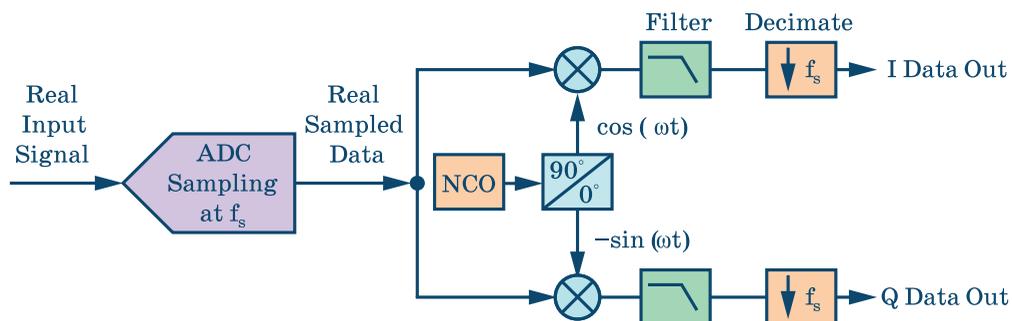
В современных быстродействующих АЦП, как правило, после аналого-цифрового преобразователя используется цифровая обработка сигнала. Одним из узлов, участвующим в такой обработке, является цифровой преобразователь частоты. Его применяют для ограничения полосы, уменьшая тем самым число цифровых отсчетов в канале передачи данных и обеспечивая выигрыш в отношении

сигнал/шум для малых сигналов.

Основные узлы цифрового преобразователя понижения частоты в составе быстродействующих АЦП выполняют следующие функции, рис.1:

- цифровой ФНЧ с КИХ-характеристикой ограничивает частоту выборки
- дециматор уменьшает частоту выборки данных, снимаемых с выхода АЦП.

Если I/Q-данные на выходе преобразователя (см. рис. 1) интерпретировать отдельно, то может показаться, что на выходе теряется мощность входного сигнала. В связи с тем, что в преобразователе имеет место расщепление I/Q-данных, которое сопровождается ослаблением спектральной плотности шума, создается впечатление, что мощность выходного сигнала на 6 дБ меньше полной шкалы АЦП. Однако комплексный сигнал на выходе преобразователя математически полностью эквивалентен своему оригиналу на входе и его мощность разделена между I/Q-данными.



АЦП с понижением частоты выходного сигнала

* Beavers I. Missing Half the Signal. Analog Dialogue, 49-12, декабрь 2015. www.analog.com/analogdialogue. Сокращенный перевод с английского и комментарии В. Романова.



Портативные осциллографы ScoreMeter фирмы Fluke

Прочность, малые габариты, автономность, функциональность, надежность

Модель: Fluke...	190-204	190-104	190-502	190-202	190-102	190-62
Полоса пропускания, МГц	200	100	500	200	100	60
Частота дискретизации, макс., Гвыборок/с	2.5	1.25	5	2.5	1.25	0.625
Число каналов	4		2 + вход DMM			
Допустимое напряжение, пиковое, кВ	Между входами и любыми контактами входных разъемов – 1.0					
Длительность развертки	2 нс...2 мин	5 нс...2 мин	1 нс...2 мин	2 нс...2 мин	5 нс...2 мин	10 нс...2 мин
Длит. регистрируемых всплесков, мин., нс	8					
Чувствительность	2 мВ...100 В на деление					
Число измерительных курсоров	7					
Число автоматических измерений	30					
Длина записи, точек	27 500 на канал					
Число запоминаемых настроек	15					
Число сохраняемых осциллограмм	2					
Тип дисплея	TFT, полноцветный, диагональ – 153 мм, высокая частота обновления					
Тип синхронизации	Connect-and-View™, автоматическая, однократная, по фронту, с задержкой, по видеосигналу, по ширине импульса, внешним сигналом, по двум фронтам, по событию					
Тестирование состояния шин	-					
Питание	Li-Ion батарея, 7 часов работы					

МНОГОКАНАЛЬНЫЕ АЦП С ЧЕРЕДУЮЩИМИСЯ ВЫБОРКАМИ *

INTERLEAVING ADCS UNRAVELING THE MYSTERIES

В настоящей статье показано, как в многоканальном АЦП можно увеличить частоту выборки за счет чередования отсчетов каждого АЦП.

Abstract – It is described that interleaving is process of faster data series rate than operating sample rate of each data converter.

G. Манганаро, Д. Робертсон

G. Manganaro, D. Robertson

Применение в многоканальных АЦП принципа перемежающихся или чередующихся выборок позволяет повысить частоту выборки и тем самым увеличить скорость потока данных для последующей обработки. Принцип чередующихся выборок поясняется на рис. 1. Входной сигнал V_{IN} последовательно подключается к АЦП с УВХ на входе от ADC1 до ADCM. Благодаря тому, что выборка данных из каждого АЦП может быть ускорена в M раз, то суммарная частота отсчетов увеличивается тоже в M раз, как показано на временной диаграмме, рис. 1. Точность преобразования в режиме чередующихся отсчетов зависит от согласованности параметров используемых в

этом режиме АЦП. Поэтому до последнего времени такой режим был рекомендован для АЦП с разрешением не более 12 разрядов.

В оригинальном тексте настоящей публикации подробно рассмотрены методы, позволяющие повысить точность и частоту выборки АЦП с чередующимися выборками.

Простейшим случаем преобразователя с чередующимися выборками является АЦП, схема которого приведена на рис. 2,а. Как следует из рис. 2,б и 2,в, спектры полезного и ложного сигналов разнесены, что позволяет путем фильтрации исключить сигнал помехи, возникающий из-за перекоммутации преобразователей. На рис. 3 приведен реальный спектр двух АЦП типа AD9680 с частотой выборки 2 ГГц, при этом каждый АЦП имеет максимальную частоту выборки 1 ГГц, а сигнал на их входах сдвинут по фазе на 180 градусов. Из спектральной диаграммы следует, что неискаженной тон входного сигнала $f_{IN} = 400$ МГц, а ложный тон – на частоте 600 МГц или

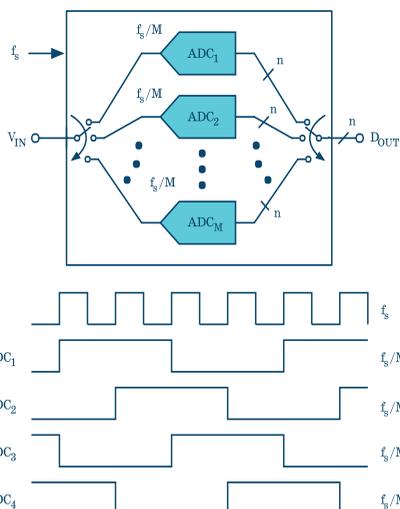


Рис. 1. Многоканальный АЦП с чередующимися выборками и временные диаграммы сигналов выборки данных

$$(f_s/2 - f_{IN}) = 2 \text{ ГГц}/2 - 0.4 \text{ ГГц}.$$

На спектральной диаграмме (рис. 3) также наблюдается множество ложных тонов, вызванных индивидуальными искажениями в каждом АЦП, однако их уровень не превышает -90 дБ, чем можно пренебречь для 14-разрядного АЦП.

Если число преобразователей с чередующимися выборками больше двух и равно, например, четырем, рис.4,а, то расположение

* Manganaro G., Robertson D. *Interleaving ADCs Unraveling the Mysteries. Analog Dialogue, volume 49 – July 2015. www.analog.com/analogdialog.* Сокращенный перевод с английского и комментарии В. Романова.

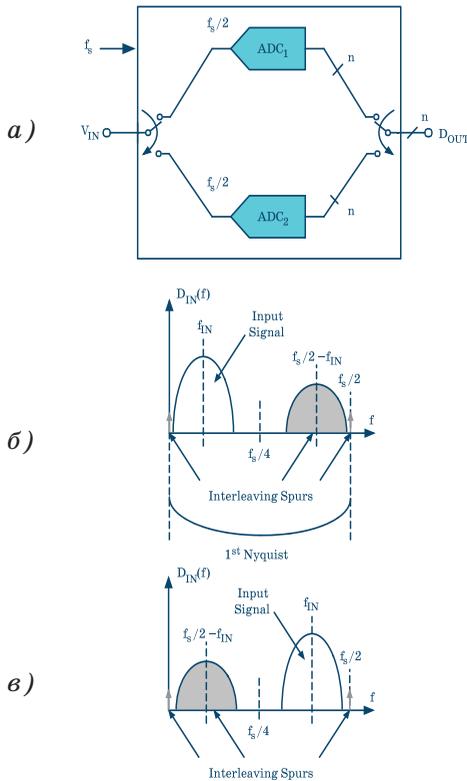


Рис. 2. Двухканальный АЦП с чередующимися выборками (а) и выходной спектр в узкой полосе, где $f_{IN} < f_s/4$ (б), и в полосе, где $f_s/4 < f_{IN} < f_s/2$ (в)

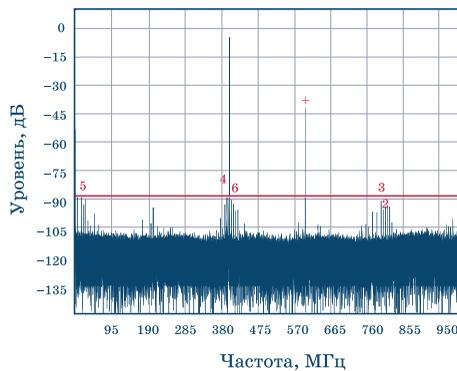


Рис. 3. Спектр выходного сигнала двухканального АЦП с частотой выборки 2ГГц

ложных сигналов не ограничивается диапазоном Найквиста, как показано на рис. 4,б. На рис. 5 показаны спектр входного сигнала $f_{IN} = 70$ МГц и спектры ложных сигналов для АЦП AD9652, число разрядов которого равно 16, а частота выборки 310 МГц. Однако, если согласовать параметры четырех АЦП AD9652, то можно существенно ослабить спектры ложных сигналов, как показано на рис. 6. Если ис-

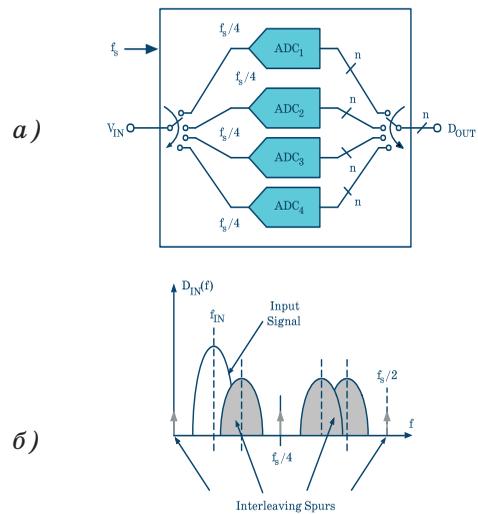


Рис. 4. Четырехканальный АЦП с чередующимися выборками (а) и спектр входного и ложного сигналов (б)

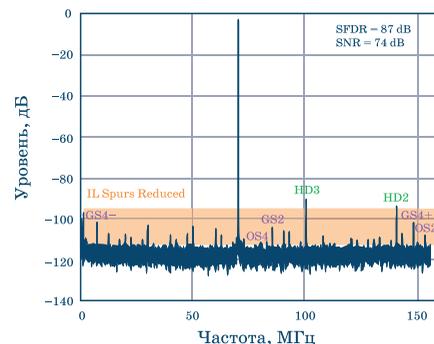
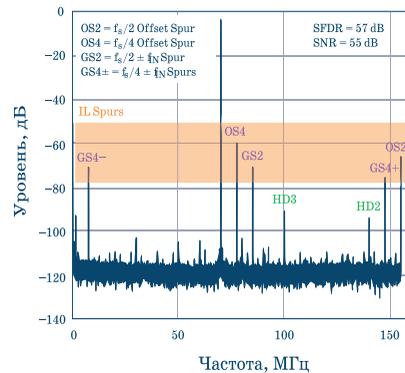


Рис. 6. Спектр выходного сигнала четырехканального АЦП с частотой входного сигнала 70 МГц и частотой выборки 310 МГц после согласования параметров в каждом канале

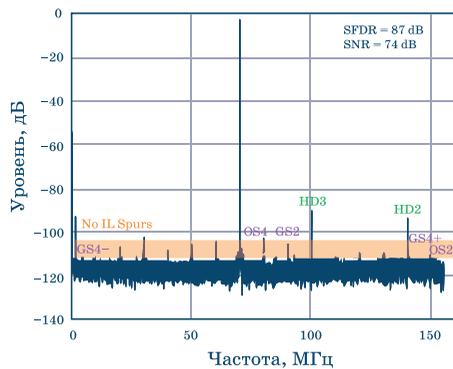


Рис. 7. Спектр выходного сигнала четырехканального АЦП с частотой входного сигнала 70 МГц и частотой выборки 310 МГц с применением рандомизации потока выходных данных

пользовать рандомизацию данных в каждом из четырех каналов четырехканального АЦП с чередующимися выборками, рис. 4,а, то

ложные сигналы будут ослаблены до уровня -100 дБ и ниже.

ВЫВОДЫ

1. Применения многоканальных АЦП с чередующимися выборками является эффективным средством повышения пропускной способности преобразователей.

2. Если спектр входного сигнала ограничен, то появление нежелательных ложных сигналов на выходе АЦП можно исключить путем цифровой фильтрации, так как спектры полезного и ложного сигналов разнесены в полосе частот.

3. Если спектр входного сигнала достаточно широк и на него накладывается спектр ложных сигналов, то следует тщательно согласовать входные каналы многоканального АЦП и рандомизировать поток выходных данных.

ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ

▪ производство

VD MAIS – крупнейший поставщик печатных плат на рынке Украины

7 аргументов в пользу печатных плат, поставляемых VD MAIS:

- принцип "все из одних рук"
- стабильное положение фирмы на рынке печатных плат
- высокая квалификация специалистов
- выбор проверенных фирм-изготовителей в зависимости от специфики заказа
- техническое сопровождение проекта при SMD-монтаже
- минимизация цен за счет объединения заказов
- сертификация систем экологического менеджмента и менеджмента качества фирмы согласно требованиям стандартов ISO 14001:2004 и ISO 9001:2008, и ISO/TS 16949:2009

предоставление документации по выходному контролю печатных плат

VD MAIS

PCB Professionally

тел.: (044) 220-0101, (057) 719-6718, (0562) 319-128, (032) 245-5478, (095) 274-6897, (048) 734-1954, info@vdmiais.ua, www.vdmiais.ua

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С ОПОРНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ *

Некоторые разработчики часто обращаются с вопросами в компанию Analog Devices, почему опорные источники, выпускаемые этой компанией, не обеспечивают гарантируемую точность. Ответ Вы можете найти в настоящей публикации.

Дж. Брайнт

VOLTAGE REFERENCES CAN BITE YOU

Abstract – Why does voltage references have how here near the accuracy, guaranteed on the data sheet. James Bryant answers to designers.

J. Bryant



Существуют три основные причины, которые могут вызвать проблемы при использовании опорных источников. Это отклонение эксплуатационных параметров от заданных, неправильно выбранные величины нагрузки и обратного тока на выходе опорного источника. Как справиться с двумя первыми причинами, указано в технической документации (data sheet). Однако третья причина, как правило, в data sheet не указана.

Большинство опорных источников имеют входной, выходной вывод и вывод земли. На выходе опорного источника поддерживается прецизионное напряжение при относительно большом диапазоне входных напряжений и изменении нагрузки. Однако при небольшой разнице входного и выходного напряжений опорного источника увеличивается погрешность напряжения на его выходе. Поэтому для поддержания высокой точности опорного напряжения следует обеспечить минимально допустимые параметры входного напряжения опорного источника.

Большинство опорных источников имеют защиту от КЗ по выходу, поэтому, выбирая сопротивление нагрузки, следует учесть минимальное значение выходного тока опорного источника, при котором срабатывает защита, и выходное напряжение источника уже не будет соответствовать заданному.

Следует учитывать и величину емкостной нагрузки опорного источника. Большинство опорных источников обеспечивают стабильную работу при использовании нагрузочных конденсаторов, емкость которых находится в широком диапазоне стандартных величин. Однако выпускаются и такие опорные источники, которые чувствительны к величине емкости нагрузки. Выход емкостной нагрузки за заданные пределы (указаны в data sheet) может привести к осцилляциям на выходе опорного источника. Если допустимые параметры нагрузки в data sheet не указаны, их следует установить экспериментально.

Третья проблема, вызывающая потерю точности источника опорного напряжения, заключается в том, что некоторые устройства, например, ИМС ADR291 и ADR292 ведут себя и как источники с вытекающим током (от плюса к минусу), т.е. Voltage sources, и как источники с втекающим или реверсным током (от минуса к плюсу), т.е. Sink sources. В data sheet рассматриваются особенности применения опорных источников, как правило, при реверсном токе в несколько десятков или сотен микроампер, но реверсный ток величиной даже в 5 мкА может ухудшить опорное напряжение источника. Это происходит тогда, когда

* Bryant J. Voltage References Can Bite You. Analog Dialogue 49-08, August 2015, www.analog.com/analogdialogue. Сокращенный перевод с английского В. Романова.

операционный усилитель в составе опорного источника включен по схеме с положительной обратной связью, подобно компаратору с гистерезисом. В этом случае, когда выход операционного усилителя имеет высокое выходное сопротивление, через резистор обратной связи будет протекать реверсный ток. Если известно, что подобное явление может происходить в

проектируемой схеме устройства, т.е. в опорном источнике на выходе может протекать реверсный ток, то между выходом этого источника и земляной шиной следует включить резистор необходимой величины. В этом случае реверсный ток не попадет в выходную цепь опорного источника.

ЧТО МОЖЕТ ПРОИЗОЙТИ, ЕСЛИ В ПРОЕКТИРУЕМЫХ ИЗДЕЛИЯХ ИСПОЛЬЗУЮТ МЕНЕЕ ДОРОГИЕ КОМПОНЕНТЫ ВЗАМЕН РЕКОМЕНДОВАННЫХ *

WHEN SECOND SOURCES AREN'T

Дж. Брайнт

J. Bryant



Проектируя сложные изделия, разработчики стараются минимизировать стоимость будущей разработки. Часто они используют не только рекомендованные в технической документации компоненты, но и их аналоги, отличающиеся более низкой стоимостью. В результате оказывается, что спроектированное изделие не обеспечивает необходимые параметры.

Теоретические расчеты и схемное моделирование проектируемого изделия в этих случаях могут оказаться бесполезными. Поэтому, совершая в определенной мере некорректную замену того или иного компонента, разработчики должны тщательно проверить ряд характерных факторов, которые могут привести к

деградации параметров проектируемого изделия. Ниже приведен краткий перечень тех факторов, которые потенциально могут привести к потере работоспособности изделия и их следует проверить экспериментально.

1. Необходимо проверить, как подключены неиспользуемые выводы в выбранном компоненте-аналоге. Возможно, внутренняя коммутация незадействованных выводов в используемом компоненте отличается от той, которая использована в рекомендованной ИМС.

2. Высококачественные и соответственно дорогие ОУ имеют большой входной импеданс даже при большом входном дифференциальном напряжении, в тоже время в недорогих ОУ входной импеданс может существенно уменьшаться при $U_{вх} > 600\text{мВ}$. При замене рекомендованного ОУ на менее дорогой аналог следует экспериментально проверить этот параметр, если он не указан в технической документации.

3. Некоторые «улучшенные» аналоги «старых» ИМС выполнены на основе более совершенной микроэлектронной технологии и имеют более широкий частотный диапазон, что при замене рекомендованной ИМС новым аналогом может привести к потере устойчиво-

Braynt J. When Second Sources Aren't. Analog Dialogue, 50-02, February, 2016. www.analog.com. Сокращенный перевод с английского В. Романова.

сти и росту шумов в измерительном тракте разрабатываемого изделия.

4. Более высокочастотные аналоги могут оказаться более чувствительными к нано- и пикосекундным выбросам и помехам в отличие от менее скоростных ИМС, которые были рекомендованы к применению.

5. Современные керамические конденсаторы, например, емкостью 10 нФ и напряжением 50 В, которые широко применяются в новых разработках, имеют гораздо меньшую индуктивность выводов и соответственно меньший импеданс в полосе высоких частот, что может

привести к потере устойчивости проектируемых изделий.

6. Кабели Ethernet, например типа Cat-5, разных производителей могут отличаться друг от друга основными параметрами. Замена рекомендованного типа кабеля его менее дорогим аналогом может привести к потере работоспособности проектируемого изделия.

Исходя из выше изложенного, всегда тестируйте свои изделия и их компоненты, руководствуясь при этом известным законом Мерфи: если что-то может испортиться, оно обязательно испортится.

КАКОЙ ФИЛЬТР ПРИМЕНЯТЬ В ИНЕРЦИАЛЬНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ – КИХ ФИЛЬТР ИЛИ ФИЛЬТР КАЛМАНА? *

В инерциальных измерительных системах для фильтрации потока данных (например, для децимации) используют цифровые КИХ-фильтры или фильтры Калмана. Рассмотрим, какой фильтр является лучшим выбором для разрабатываемой системы.

Я. Биверс

KALMAN OR FIR FILTER FOR MY IMU?

Abstract – In inertial measurement units for filtering of the data after sensors are used FIR filters or Kalman filters. The features of both filter applications are considered.

I. Beavers



Каждый из перечисленных фильтров выполняет разные функции. Для большинства систем они могут применяться независимо друг от друга. Их использование определяется системными требованиями. Поэтому, прежде всего, при выборе того или иного типа фильтра необходимо учитывать, какую роль они долж-

ны выполнять в системе. Если используется децимация с помощью КИХ-фильтра, это значит, что необходимо сузить полосу входного диапазона инерциальной системы до нижних частот. Это полезно, когда сенсор измеряет, например, частоту вращения. Таким образом, фильтром подавляет высокие частоты, которые не связаны с указанным типом движения. КИХ-фильтр является предпочтительным тогда, когда нет необходимости анализировать данные во всей полосе частот сенсора. Рассматриваются данные только в узкой полосе, остальные данные ослабляются КИХ-фильтром. Например, система имеет частоту вращения в полосе от 20 до 50 Гц, и хотя на выходе могут быть другие частоты, их можно не рассматривать. На рис. 1 показан способ использования КИХ-фильтра как ФНЧ с коэффици-

**Beavers I. Kalman or FIR Filter for My IMU? Rarely Asked Questions. Issue 127, March 2016. www.analog.com. Сокращенный перевод с английского В. Романова.*

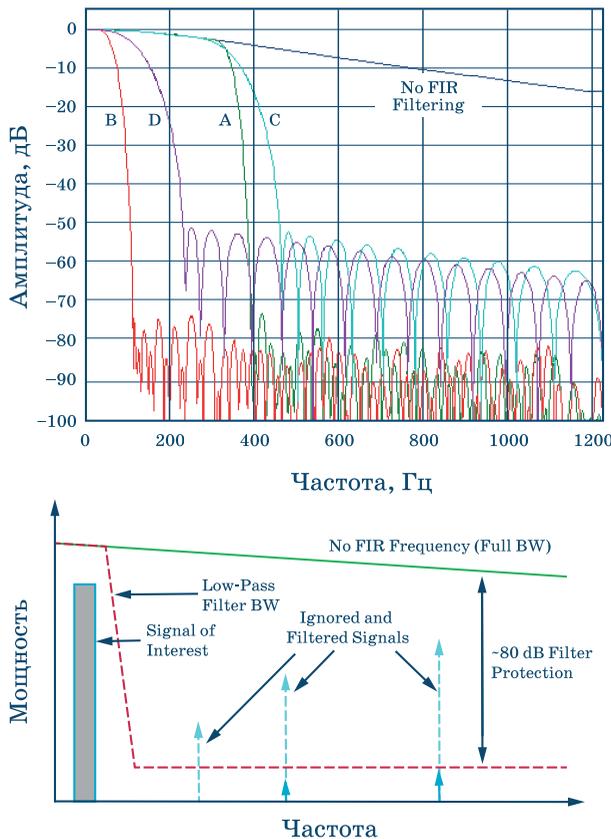


Рис. 1. Переходная характеристика КИХ-фильтра в составе сенсора ADIS16480 и пример его применения как ФНЧ в инерциальной измерительной системе

ентом ослабления 16.

Фильтр Калмана, названный в честь изобретателя Рудольфа Калмана, обеспечивает отличные от КИХ-фильтра системные преимущества. Термин «фильтр» в отношении фильтра Калмана не совсем уместен. Этот фильтр осуществляет рекурсивное оценивание потока данных. Его следует применять для определения расчетного положения с исключением шумов и погрешностей этого положения. Фильтр Калмана позволяет оценить ориентировочные углы поворота с учетом всех координат, полученных от инерциального сенсора. Упрощено уравнение, описывающее работу фильтра Калмана, выглядит следующим образом:

$$X_K = K_K \times Z_K + (1 - K_K) \times X_{K-1},$$

где, X_K – текущие данные, K_K – усиление Калмана, Z_K – измеряемая величина, X_{K-1} – предыдущие данные.

Мы рассматриваем K как интервал между соседними выборками координат, полученными на выходе инерциального сенсора. Каждая новая оценка сделана на основании предыдущей наилучшей оценки координаты с учетом коррекции погрешностей, вызванных внешними факторами. Начальное усиление Калмана или коэффициенты ковариации предварительно записаны в регистр инерциальной измерительной системы для вычисления корреляции между выходом инерциального сенсора и вектором на выходе системы. Оптимальная величина ковариации в такой системе зависит от специфических наблюдений. Поэтому процесс измерения в этой системе представляет собой итеративный процесс: его оценку, повторное измерение и т.д. Сенсор ADIS16480 содержит встроенный алгоритм в соответствии с итерационным процессом фильтра Калмана, который работает в темпе реального времени. Пример работы такого алгоритма показан на рис. 2. Из этого рисунка видно, как текущие значения скорости и положения вычисляются на основе предыдущих оценок.

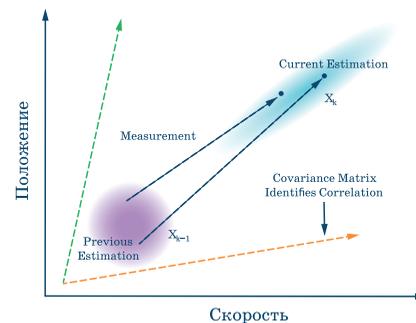
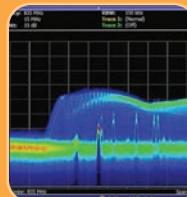


Рис. 2. Пример применения фильтра Калмана с двумя переменными (скорость и положение) в составе сенсора ADIS16480

VD MAIS
Измерительные приборы

- Осциллографы • Генераторы
- Логические анализаторы
- Анализаторы спектра
- Измерители параметров видеосигналов
- Источники питания • Частотомеры
- Мультиметры • Тепловизоры
- Виброметры



Дистрибуция и прямые поставки:
Tektronix, Fluke, Keithley, Rohde@Schwarz, Hameg, Uni-Trend

Украина, 03061 Киев, ул. М. Донца, 6
тел.: (0-44) 220-0101, 492-8852, факс: (0-44) 220-0202
e-mail: info@vdmiais.ua, www.vdmiais.ua

We make it *possible*

- диапазон рабочих температур от -90° до $+400^{\circ}$ C
- срок службы 30 лет



Цельнометаллические демпферы



Резиновые виброизоляторы



Силиконовые виброизоляторы



Цельнометаллические подушки



Тросовые амортизаторы



Малогабаритные
цельнометаллические
амортизаторы



Шнуры изоляции
электромагнитных волн



Пружинные изоляторы

Основным направлением работы фирмы Hutchinson, является производство широкого ряда цельнометаллических демпферов (амортизаторов, виброизоляторов, виброопор), как малогабаритных – для различного вида электронного и навигационного оборудования, так и крупногабаритных – для различных областей применения.

Все изделия имеют широкий диапазон статической нагрузки и устойчивы к воздействию агрессивной среды, сохраняют свои характеристики в диапазоне температур от -90° до $+400^{\circ}$ C. Срок службы не менее 30 лет.

Рабочим телом демпферов является металлическая подушка, изготовленная из нержавеющей CrNi стальной арматурной проволоки.

VD MAIS авторизованный торговый представитель фирмы
Hutchinson Stop-Choc GmbH & Co. KG (Германия) в Украине

тел./факс: (044) 220-0101, (057) 719-6718, (0562) 319-128, (032) 245-5478, (048) 734-1954
info@vdmals.ua; www.vdmals.ua



ПРЕЦИЗИОННЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НЕСИММЕТРИЧНОГО СИГНАЛА В СИММЕТРИЧНЫЙ С РЕГУЛИРОВКОЙ ВЫХОДНОГО ДИНАМИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА *

Особенности построения преобразователя несимметричного сигнала в симметричный на основе ОУ OP1177 и AD8476 рассмотрены в настоящей статье.

Д. Толентино, С. Херера

Устройства с дифференциальным входом/выходом используются в системах, в которых требуется обеспечить большое отношение сигнал/шум, высокую устойчивость к синфазным помехам и нелинейным искажениям. Это, как правило, драйверы прецизионных АЦП, преобразователей аудио- и видео-сигналов.

Авторами настоящей статьи ранее была предложена схема преобразователя несимметричного сигнала в симметричный дифференциальный, рис. 1, с коэффициентом усиления, равным 1. Она имеет высокое входное сопротивление, максимальный входной ток смещения равен 2 нА, максимальное смещение нуля, приведенное ко входу, равно 60 мкВ, температурный дрейф этого смещения 0.7 мкВ/°С.

Однако в большинстве случаев в таких преобразователях желательно иметь коэффициент усиления больше 1, при этом иметь возможность управлять динамическим диапазоном выходного симметричного сигнала. Схема такого преобразователя приведена на рис. 2. Ее поведение описывается следующим выражением:

$$V_{OUT,DIFF} = V_{OP} - V_{ON} = 2[V_{IN}(1 + R_F/R_G) - V_{REF}].$$

Если R_G отсутствует, коэффициент усиления преобразователя будет равен 2. Выходное

VERSATILE, PRECISION SINGLE-ENDED-TO-DIFFERENTIAL SIGNAL CONVERSION CIRCUIT WITH ADJUSTABLE OUTPUT COMMON MODE BOOSTS DYNAMIC RANGE

Abstract – It is described precision single-ended-to-differential converter based on OP1177 and AD8476.

D. Tolentino, S. Herrera

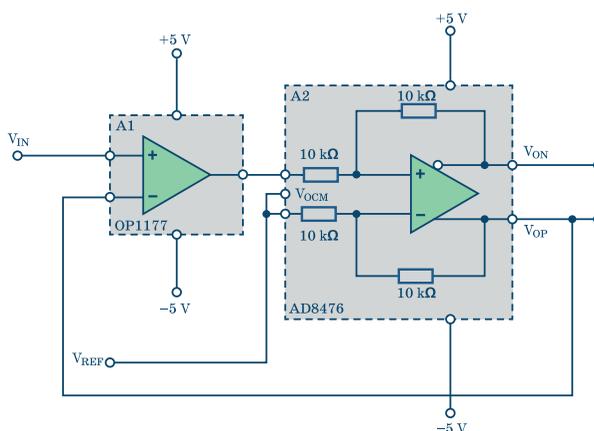


Рис. 1. Схема преобразователя несимметричного сигнала в симметричный с коэффициентом усиления, равным 1

напряжение усилителя A1 (OP1177) может быть записано следующим образом:

$$V_{OUT,OP1177} = (V_{OUT,DIFF}/G_{DIEF,A2}) + V_{REF}.$$

Отметим, что уровень V_{REF} является центральной точкой между максимальным и минимальным выходным напряжением и, как правило, эта точка лежит посередине между уровнями напряжений питания для обеспечения максимального динамического диапазона выходного сигнала.

Схема, приведенная на рис. 2, может быть модифицирована путем включения дополни-

* Tolentino D., Herrera S. Versatile, Precision Single-Ended-to-Differential Signal Conversion Circuit with Adjustable Output Common Mode Boosts Dynamic Range. Analog Dialogue, v.49, November, 2015. www.analog.com/analogdialogue. Сокращенный перевод с английского и комментарии В. Романова.

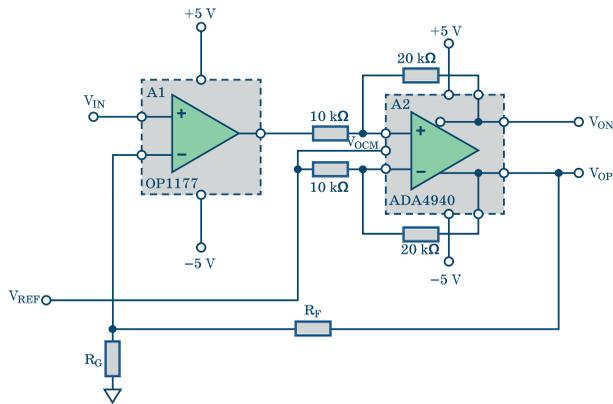


Рис. 2. Схема преобразователя несимметричного сигнала с регулируемым выходным динамическим диапазоном

тельных резисторов R1 и R2 для регулировки динамического диапазона дифференциального

сигнала на ее выходе, рис. 3, что важно при использовании преобразователя в качестве драйвера АЦП с разными диапазонами входного дифференциального сигнала.

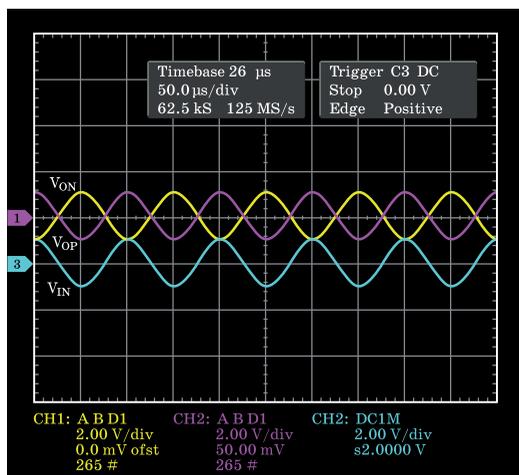
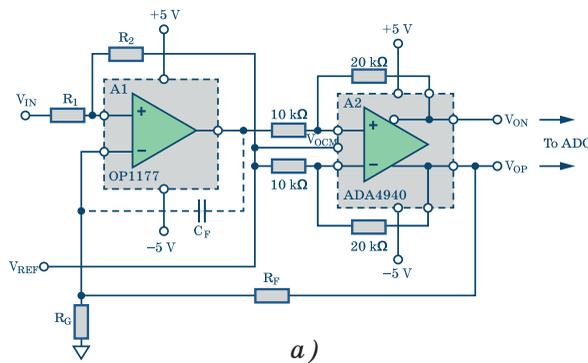
На осциллограммах, рис. 3,б и 3,в видно, как синфазное выходное напряжение изменяется от нуля до 2.5 В.

Если $R_1 = R_G$ и $R_2 = R_F$, то путем несложных преобразований можно получить, что

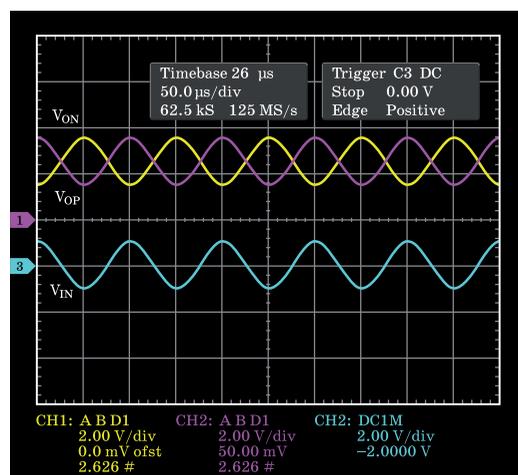
$$V_{OUT, DIFF} = 2(R_F/R_G)V_{IN},$$

причем синфазное напряжение V_{OCM} на выходе второго усилителя будет равно половине V_{REF} .

Учитывая, что преобразователь, схема которого приведена на рис. 3, представляет собой многокаскадный усилитель с глубокой обратной связью, необходимо ограничить его полосу



б)



в)

Рис. 3. Схема преобразователя несимметричного сигнала с регулируемым синфазным напряжением на выходе (а), осциллограммы работы преобразователя несимметричного сигнала в симметричный с нулевым синфазным напряжением (б) и преобразователя несимметричного сигнала в симметричный с синфазным напряжением 2.5 В (в)

пропускания частотой, при которой его фазовая характеристика еще не меняет знак. Для этого в цепь обратной связи усилителя А1 необходимо включить корректирующую емкость C_F , которая ограничивает полосу пропускания всего преобразователя. Так, например, если полоса пропускания усилителя А1 при единичном усилении равна 4 МГц, а полоса пропускания усилителя А2 при коэффициенте усиления 2 равна 50 МГц, ограничив полосу пропускания 1 МГц, мы практически исключим возможность колебательного режима во всем рабочем частотном диапазоне преобразователя.

ВЫВОДЫ

1. Для сопряжения датчиков с несимметричным выходом с АЦП, у которого симметричный вход, используются преобразователи несимметричного сигнала в симметричный.

2. Эти преобразователи должны иметь возможность регулировать коэффициент усиления и величину синфазного напряжения на выходе, сохраняя при этом высокие точность и быстродействие.

3. Такие возможности обеспечивают операционные усилители компании Analog Devices.

КАК ИЗМЕРИТЬ И ОЦЕНИТЬ КОЭФФИЦИЕНТ ОСЛАБЛЕНИЯ СИНФАЗНОГО СИГНАЛА УСИЛИТЕЛЯ *

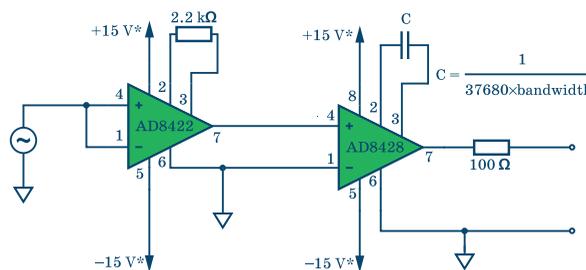
WHERE ART THOU CMRR?

Как измерить и оценить коэффициент ослабления синфазного сигнала усилителя показано в настоящей публикации.

Г. Кастро

Abstract – How to estimate the effect of common-mode signals at the output of OA is considered in the article.

G. Castro



* Фильтрующие конденсаторы по цепям питания были опущены для ясности

Рис. 1. Схема измерения КОСС усилителя AD8422

Коэффициент ослабления синфазного сигнала усилителя (КОСС) определяется отношением коэффициента усиления дифференциального сигнала к коэффициенту усиления синфазного сигнала. Для того, чтобы измерить КОСС измерительного усилителя, можно воспользоваться схемой, приведенной на рис. 1.

На входы измерительного усилителя AD8422B с коэффициентом усиления 10 подается один и тот же сигнал. Второй усилитель AD8428 с коэффициентом усиления 2000 предназначен для усиления сигнала низкого уровня на выходе измерительного усилителя AD8422B. На входах первого усилителя сиг-

Castro G. Where Art Thou CMRR? Analog Dialogue, 50-01, January 2015.
www.analog.com/analogdialog. Сокращенный перевод с английского В. Романова.

нал изменяется в диапазоне от 40 мВ до 2 В, на его выходе имеем разностный сигнал 20 мкВ. Отсюда КОСС = $2 \text{ В} / 20 \text{ мкВ} = 100 \text{ дБ}$.

Однако в технической документации (data sheet) на этот усилитель указано, что КОСС на постоянном токе для AD8422В равен 114 дБ. Суть такого расхождения заключается в том, что при оценке КОСС конкретной схемы не был учтен ее коэффициент усиления, равный 10 или 20 дБ. Тогда КОСС измерительного усилителя составит уже 120 дБ. Следуя этому замечанию, можно предположить, что, увеличив коэффициент усиления первого усилителя до 100 или 40 дБ, мы доведем КОСС этой схемы до 140 дБ. Однако с увеличением коэффициента усиления измерительного усилителя будет расти сигнал на его выходе, т.к. его входные сигналы даже на постоянном токе неидентичны. Таким образом, увеличив коэффициент измерительного усилителя в схеме на рис. 1 в 10 раз, мы, возможно, увеличим его КОСС на 10 или менее децибел. Кроме того, на переменном

токе два канала измерительного усилителя еще более рассогласованы чем на постоянном токе. Об этом свидетельствует зависимости КОСС AD8422 от частоты при разных коэффициентах усиления, как показано на рис. 2.

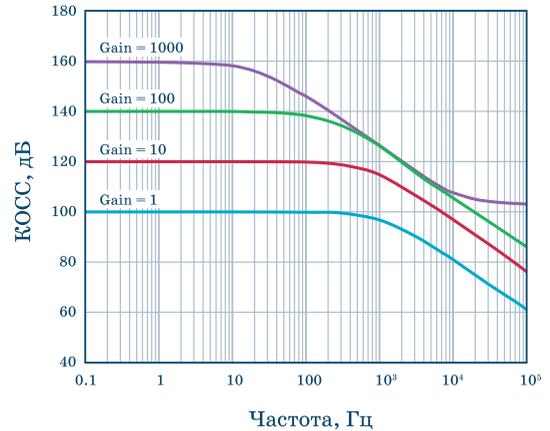


Рис. 2. Зависимости КОСС усилителя AD8422 от частоты входного сигнала при разных значениях коэффициента усиления



[20 лет на рынке печатных плат]

ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ

- проектирование
- производство

НПФ VD MAIS предлагает:

- проектирование
- технологическую подготовку производства
- изготовление любого количества
 - по ГОСТ 23752-79
 - по стандарту IPC-A-600
- проектирование и изготовление трафаретов для нанесения паяльной пасты
- качество работы, соответствующее требованиям стандартов ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 и ISO/TS 16949:2009

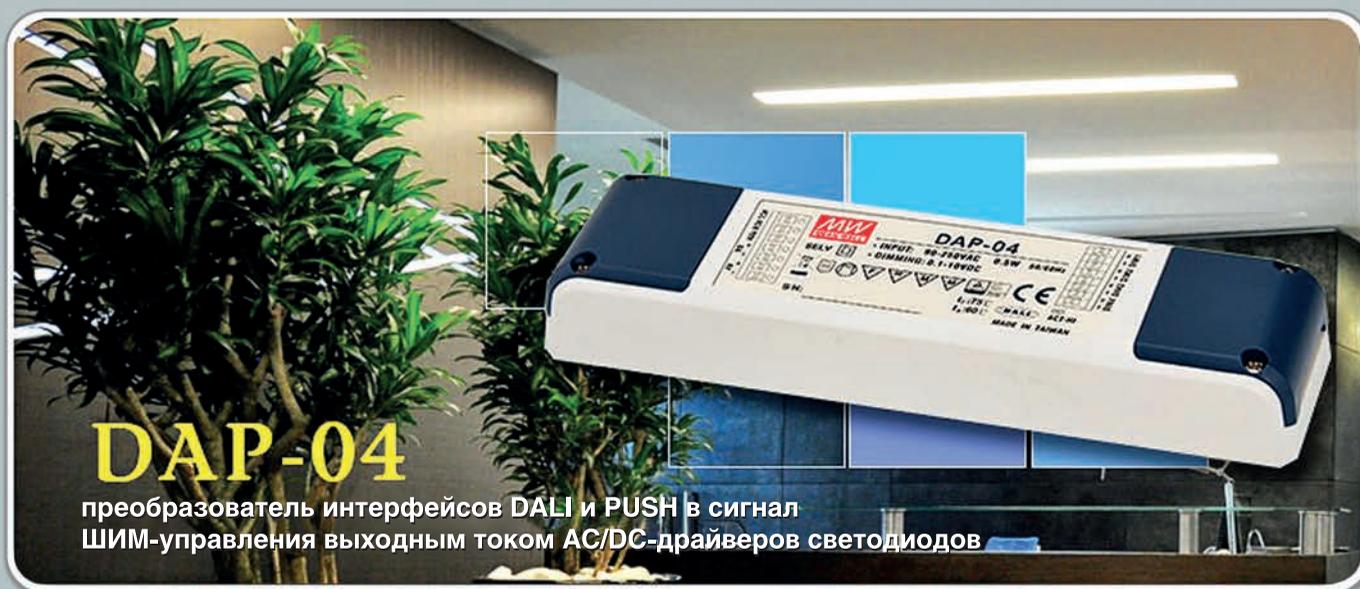


VD MAIS

PCB Professionally

тел.: (044) 220-0101, (057) 719-6718, (0562) 319-128, (032) 245-5478,
(095) 274-6897, (048) 734-1954, info@vdmajs.ua, www.vdmajs.ua

DAP-04 – интеллектуальное управление многоканальной светодиодной системой



DAP-04

преобразователь интерфейсов DALI и PUSH в сигнал ШИМ-управления выходным током AC/DC-драйверов светодиодов

Основные характеристики:

- диапазон входного напряжения переменного тока от 90 до 305 В (47-63 Гц)
- потребляемая мощность – 0,5 Вт
- 4 канала управления, каждый из которых рассчитан на подключение 20-и драйверов светодиодов, имеющих функцию "3-in-1"
- диапазон регулировки скважности импульсов ШИМ-управления от 1 до 100%
- диапазон рабочих температур -30...60 °С при естественной конвекции воздуха
- габаритные размеры 165×46×23 мм, масса – 0,16 кг

Применение в системах светодиодного освещения внутри помещений:

- в офисах
- в объектах торговли
- для декоративной подсветки

3 года гарантии



www.meanwell.com



VD MAIS – авторизованный дистрибьютор компании Mean Well в Украине

тел.: (044) 220-0101, (057) 719-6718, (0562) 319-128, (032) 245-5478,
(095) 274-6897, (048) 734-1954, info@vdmairs.ua, www.vdmairs.ua

БЛОКИ ПИТАНИЯ КОМПАНИИ MEAN WELL *

В статье приведены технические характеристики и возможности блоков питания HEP-240/320, EPS-45S/65S, SGA12/18/25 выходной мощностью от 12 до 320 Вт.

В. Охрименко



MEAN WELL'S AC/DC POWER SUPPLY

Abstract – The main characteristics and possibilities of AC/DC Power Supplies are considered in the article.

V. Okhrimenko

Компания Mean Well постоянно расширяет номенклатуру блоков питания. В статье рассматриваются технические характеристики и возможности некоторых блоков питания, выпущенных компанией в последнее время [1-4].

HEP-240/320

AC/DC-преобразователи HEP-240/320, соответственно мощностью 240 и 320 Вт, ориентированы на применение в промышленных устройствах автоматизации, в оборудовании, используемом на нефтеперерабатывающих заводах и шахтах, средствах телекоммуникации, в осветительных устройствах придорожных рекламных щитов и указателей [1, 2].

Блоки питания HEP-240/320 (рис. 1) изготавливаются в герметичном алюминиевом корпусе, заполненном теплопроводящим силиконовым компаундом, и предназначены для эксплуатации при температуре окружающей среды $-55... 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха $20...95\%$ на высоте до 5000 м. Диапазон входных напряжений $90...305\text{ В}$ переменного тока.

Модификации блоков питания HEP-240/320 соответствуют степени защиты от внешних воздействий IP65 или IP68 (по заказу).



Рис. 1. Блоки питания HEP-240/320

В соответствии со стандартом уровень защиты IP68 должен обеспечивать пыленепроницаемость, а также защиту от воздействия при длительном погружении в воду (должно быть исключено проникновение воды в оболочку в количествах, вызывающих вредное воздействие). Блоки питания выдерживают вибрации уровнем до 10 г в диапазоне частот $20...500\text{ Гц}$ и кратковременные перенапряжения до 6 кВ . Гарантийный срок 6 лет.

Структура блока питания HEP-320 приведена на рис. 2, основные параметры – в табл. 1, 2. В блоках питания предусмотрена защита от

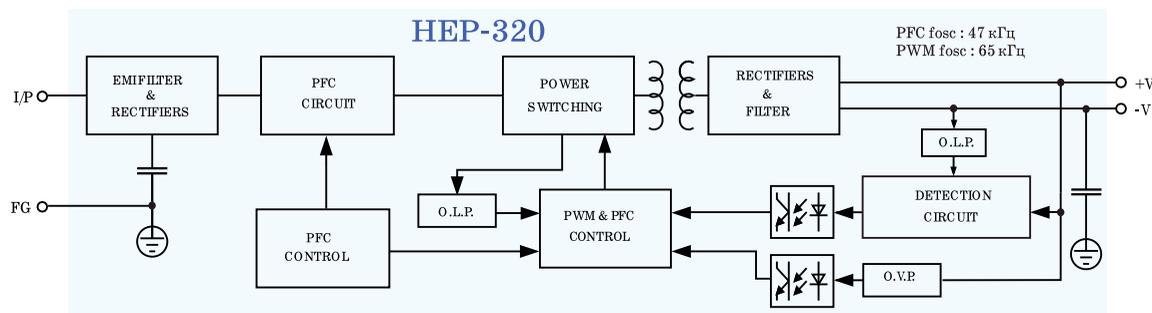


Рис. 2. Структура блоков питания HEP-240/320

Таблица 1. Основные параметры блоков питания НЕР-320

Наименование параметра	Обозначение					
	НЕР-320-12	НЕР-320-15	НЕР-320-24	НЕР-320-36	НЕР-320-48	НЕР-320-54
Вход						
Диапазон вх. напряжений, В	90-305 В переменного тока (47-63 Гц); 127-431 В постоянного тока					
Вх. ток, А (вх. напряж. перем. тока, В)	3.5 (115), 1.65 (230), 1.45 (277)					
Коэффициент мощности (PF), типов.	PF > 0.98 (115 В), PF > 0.95 (230 В), PF > 0.94 (277 В), при нагрузке 100%					
КПД, типов., %	91	92	94	94	94.5	95
Ток утечки, не более, мА	0.75 (277 В переменного тока)					
Выход						
Номинальное вых. напряж., В	12	15	24	36	48	54
Номинальный вых. ток, А	22	19	13.34	8.9	6.7	5.95
Вых. мощность, Вт	264	285	320.16	320.4	321.6	321.4
Диапазон регулировки вых. напряж., В	10.8...13.5	13.5...17	21...26	32...39	43...52	49...58
Диапазон регулировки вых. тока., А	11...22	9.5...19	6.67...13.34	4.45...8.9	3.35...6.7	2.07...5.95
Отклонение вых. напряж., %	±3.0	±2.0	±1.0			
Уровень шумов и пульсаций вых. напряж., п-п, макс. в полосе 20 МГц, мВ	150			250		350
Безопасность и ЭМС						
ЭМС	Соответствуют требованиям стандартов: UL60950-1, IP65 (IP68); TUV EN60950-1; EN55022 (CISPR22) Class B, EN61000-3-2,-3; EN61000-4-2,3,4,5,6,8,11, EN55024					
Прочность изоляции, кВ	3.75 (перем. тока, выв. I/P-O/P); 2.0 (перем. тока, выв. I/P-FG); 1.5 (перем. тока, выв. O/P-FG)					
Сопrotивление изоляции, не менее, МОм	100 (500 В пост. тока, 25 °С, влажность 70%)					
Надежность, окружающая среда, габаритные размеры						
Наработка до отказа, мин., тыс. ч (MIL-HDBK-217F, 25 °С)	154.2					
Диапазон рабочих температур, °С	-55...70					
Относительная влажность воздуха, %	20...95					
Габаритные размеры, мм	252.0×90.0×43.8					
Масса, кг	1.88					

Таблица 2. Основные параметры блоков питания НЕР-240

Наименование параметра	Обозначение					
	НЕР-240-12	НЕР-240-15	НЕР-240-24	НЕР-240-36	НЕР-240-48	НЕР-240-54
Вход						
Диапазон вх. напряжений, В	90-305 В переменного тока (47-63 Гц); 127-431 В постоянного тока					
Вх. ток, А (вх. напряж. перем. тока, В)	2 (115), 1.05 (230), 0.9 (277) при вых. напряжении 12 В; 2.5 (115), 1.3 (230), 1.1 (277) при вых. напряжении 15...54 В					
Коэффициент мощности (PF), типов.	PF > 0.98 (115 В), PF > 0.95 (230 В), PF > 0.92 (277 В), при нагрузке 100%					
КПД, типов., %	90	90	92.5	92.5	93	93.5
Ток утечки, не более, мА	0.75 (277 В переменного тока)					
Выход						
Номинальное вых. напряж., В	12	15	24	36	48	54
Номинальный вых. ток, А	16	15	10	6.7	5	4.45
Вых. мощность, Вт	192	225	240	241.2	240	240.3
Диапазон регулировки вых. напряж., В	11.2...12.8	14...16	22.4...25.6	33.5...38.5	44.8...51.2	50...57
Диапазон регулировки вых. тока., А	8...16	7.5...15	5...10	3.3...6.7	2.5...5	2.23...4.45
Отклонение вых. напряж., %	±2.5	±2.0	±1.0			
Уровень шумов и пульсаций вых. напряж., п-п, макс. в полосе 20 МГц, мВ	150			250		350
Безопасность и ЭМС						
ЭМС	Соответствуют требованиям стандартов: UL60950-1, IP65 (IP68); TUV EN60950-1; EN55022 (CISPR22) Class B, EN61000-3-2,-3; EN61000-4-2,3,4,5,6,8,11, EN55024					
Прочность изоляции, кВ	3.75 (перем. тока, выв. I/P-O/P); 2.0 (перем. тока, выв. I/P-FG); 1.5 (перем. тока, выв. O/P-FG)					
Сопротивление изоляции, не менее, МОм	100 (500 В пост. тока, 25 °С, влажность 70%)					
Надежность, окружающая среда, габаритные размеры						
Наработка до отказа, мин., тыс. ч (MIL-HDBK-217F, 25 °С)	171.3					
Диапазон рабочих температур, °С	-55...70					
Относительная влажность воздуха, %	20...95					
Габаритные размеры, мм	244.2×68.0×38.8					
Масса, кг	1.3					

короткого замыкания, перегрузки по току и напряжению, а также от перегрева.

Регулировка выходного напряжения и тока

осуществляется с помощью потенциометров, оси которых выведены на переднюю панель. В модификациях блоков питания НЕР-240/320,

соответствующих степени защиты от внешних воздействий IP68, не предусмотрена возможность регулировки выходного напряжения и тока, что обусловлено герметизацией корпуса. На рис. 3 приведена зависимость допустимого выходного тока блоков питания НЕР-240/320 от температуры окружающей среды.

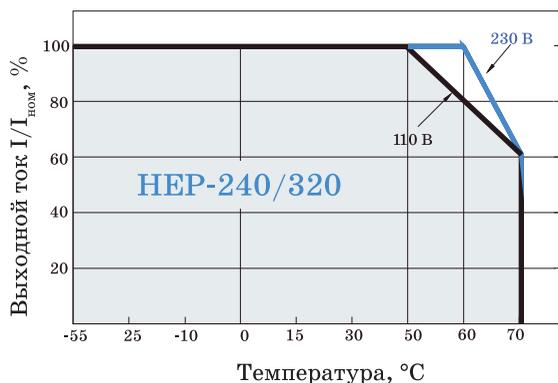


Рис. 3. Зависимость допустимого выходного тока блоков питания НЕР-240/320 от температуры окружающей среды

EPS-45S/EPS-65S

EPS-45S/EPS-65S – малогабаритные (76.2×50.8×24 мм), низкопрофильные (U1) блоки питания без кожуха, соответственно выходной мощностью 45 и 65 Вт (рис. 4) [3].



Рис. 4. Блок питания EPS-45S

При отсутствии нагрузки потребляемая мощность менее 0.1 Вт. Блоки питания EPS-45S/65S не содержат корректора мощности. В блоках предусмотрена защита от короткого замыкания и перегрузки, а также возможность регулировки выходного напряжения и свето-

диодный индикатор включения питания. Для подключения к сети переменного тока на п.п. блока питания имеется трехконтактный разъем типа JST ВЗР-VH. Подключение к защитному заземлению не предусмотрено, т.к. блоки питания EPS-45S/EPS-65S относятся ко II классу оборудования. Основные параметры блоков EPS-45S приведены в табл. 3. Гарантийный срок 3 года.

SGA12/18/25(U/E)

SGA12/18/25(U/E) – компактные AC/DC-адаптеры с фиксированным выходным напряжением, соответственно мощностью 12/18/25 Вт [4]. Адаптеры относятся к классу источников питания с ограничением выходной мощности (Limited Power Sources – LPS). Их выходные параметры соответствуют рекомендациям стандарта IEC60950-1. Потребляемая от сети мощность при отсутствии нагрузки менее 0.075 Вт, что удовлетворяет действующие нормы по энергосбережению, изложенные в стандартах EISA 2007/DoE Level VI и EU ErP. Габаритные размеры адаптеров 62.2×27.4×39.5 (SGA12U/E) или 75.5×32×47.5 мм (SGA18/25U/E). Корпус изготовлен из не поддерживающего горение пластика и соответствует рекомендациям авторитетной американской компании Underwriters Laboratories (UL), занимающейся стандартизацией и сертификацией в области техники безопасности. Согласно стандарту на горючесть пластмасс UL94-V0 горение должно прекращаться в течение 10 с (допускается образование капель из горящих частиц). Адаптеры SGA относятся к оборудованию II класса (двойная изоляция) и не имеют средств для соединения с защитным заземлением. Для подключения к сети переменного тока выпускаются модификации адаптеров с двухполюсными сетевыми вилками, используемыми в странах Европы (тип E) или США (тип U), что соответствует обозначению адаптеров при заказе – SGAxxE или SGAxhU. Выходной разъем – стандартный штекер с внутренним диаметром 2.1 мм. Модификации адаптеров SGA12 с выходным напряжением 5 В выпускаются также с разъемом типа USB Type A.

В адаптерах предусмотрена защита от короткого замыкания, перегрузки и превыше-

Таблица 3. Основные параметры блоков питания EPS-45S

Наименование параметра	Обозначение						
	EPS-45S-3.3	EPS-45S-5	EPS-45S-7.5	EPS-45S-12	EPS-45S-15	EPS-45S-24	EPS-45S-48
Вход							
Диапазон вх. напряжений, В	80-264 В переменного тока (47-63 Гц)						
Вх. ток, А (вх. напряж. перем. тока, В)	1.2 (115), 1(230)						
КПД, типов., %	80	83	85	88	89	90	91
Ток утечки, не более, мА	0.25 (264 В переменного тока)						
Выход							
Номинальное вых. напряж., В	3.3	5	7.5	12	15	24	48
Номинальный вых. ток, А	8	8	5.4	3.8	3	1.9	0.94
Номинальный вых. мощность, Вт	26.4	40	40.5	45.6	45	45.6	45.1
Диапазон регулировки вых. напряж., В	3.1-3.6	4.7-5.5	7.12-8.3	11.4-13.2	13.5-16.5	22.8-27.6	45.6-52.8
Отклонение вых. напряж., %	±2				±1		
Уровень шумов и пульсаций вых. напряж., п-п, макс. в полосе 20 МГц, мВ	80			120	150	240	300
Надежность, безопасность, окружающая среда							
Прочность изоляции, кВ	3 (перем. тока, выв. I/P-O/P)						
Сопrotивление изоляции, не менее, МОм	100 (500 В пост. тока, 25 °С, влажность 70%)						
Наработка до отказа, мин., тыс. ч (MIL-HDBK-217F, 25 °С)	726.2						
Диапазон рабочих температур, °С	-30...70						
Относительная влажность воздуха, %	20...90						
Габаритные размеры, мм	76.2×50.8×24.0						
Масса, кг	0.11						

ния напряжения на выходе.

Сферы применения – бытовые электронные приборы, средства телекоммуникаций, офисная аппаратура. Основные параметры адаптеров SGA12E мощностью 12 Вт приведены в табл. 4.

Дополнительную информацию о продукции компании Mean Well можно найти в сети Интернет по адресу: www.meanwell.com или в фирме VD MAIS, официальном дистрибьюторе Mean Well в Украине.

Таблица 4. Основные параметры блоков питания SGA12E

Наименование параметра	Обозначение							
	SGA12E05 -P1J, USB	SGA12E07 -P1J	SGA12E09 -P1J	SGA12E12 -P1J	SGA12E15 -P1J	SGA12E18 -P1J	SGA12E24 -P1J	SGA12E48 -P1J
Диапазон вх. напряжений	90-264 В переменного тока частотой 47-63 Гц							
Вх. ток, А (вх. напряж. перем. тока, В)	0.5 (115), 0.25(230)							
Номинальное вых. напряж., В	5	7.5	9	12	15	18	24	48
Номинальный вых. ток, А	2.4	1.6	1.33	1.0	0.8	0.666	0.5	0.25
КПД, типов., %	80	83	83	83	84.5	85	85	86
Отклонение вых. напряж., %	±5	±5	±5	±3	±3	±3	±2	±2
Уровень шумов и пульсаций вых. напряж., п-п, макс. в полосе 20 МГц, мВ	50	50	80	80	80	80	100	100
Диапазон рабочих температур, °С	-20...60							
Относительная влажность воздуха, %	20...90							
Габаритные размеры, мм	62.2×27.4×39.5							
Масса, кг	0.1							
Гарантия, лет	3							

ЛИТЕРАТУРА

1. 320W single output switching power supply HEP-320 series. – Mean Well, 2015.
2. 240W single output switching power sup-

ply HEP-240 series. – Mean Well, 2015.

3. 45W single output switching power supply EPS-45S series. – Mean Well, 2015.
4. www.meanwell.com.

VD MAIS
Оборудование и материалы для монтажа/демонтажа электронных компонентов (ЭК)



- Паяльное и ремонтное оборудование
- Системы очистки воздуха - Устройства трафаретной печати - Системы установки компонентов - Паяльные печи: конвекционной и селективной пайки, пайки волной
- Испытательное оборудование
- Системы визуального контроля
- Координатно-фрезерные станки
- Технологические материалы монтажа ЭК
- Средства антистатической защиты

Дистрибуция и прямые поставки:
AIM, Bernstein, Charleswater, Electrolube, Essemtec, KIC, Kolver, LPKF, Magic Ray, Miele, Nordson, Optilia, PACE, PDT, Hanwha Techwin, Seho, TWS, Vision, Weiss

Украина, 03061 Киев, ул. М. Донца, 6
тел.: (0-44) 220-0101, 492-8852, факс: (0-44) 220-0202
e-mail: info@vdmmais.ua, www.vdmmais.ua

VD MAIS
Контрактное производство электроники
(по стандарту IPC-A-610)



- автоматизированный монтаж SMD-компонентов (до 1,5 млн в сутки)
- автоматизированная селективная пайка компонентов, монтируемых в отверстия
- монтаж прототипов печатных плат
- 100% автоматический оптический контроль качества монтажа
- изготовление опытных образцов изделий
- мелко- и крупносерийное производство
- 10-летний опыт контрактного производства
- гарантия качества

Сертификация на соответствие требованиям стандартов ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 и ISO/TS 16949:2009.
Цены – оптимальные.

Украина, 03061 Киев, ул. М. Донца, 6
тел.: (0-44) 220-0101, 492-8852, факс: (0-44) 220-0202
e-mail: info@vdmmais.ua, www.vdmmais.ua

стивного делителя в цепи обратной связи. В установившемся режиме напряжение обратной связи на входе FB равно эталонному напряжению встроенного источника ($V_{REF} = 800 \text{ мВ}$). В усилителе ошибки сравнивается напряжение обратной связи с эталонным напряжением. Если вместо одного из резисторов в делителе подключить один или несколько последовательно включенных светодиодов, то изменяя сопротивление датчика тока (резистор R_{SENSE}) можно регулировать ток через последовательно подключенные светодиоды, который определяется из простого выражения

$$I_{LED} = 800 \text{ мВ} / R_{SENSE}$$

Схема подключения светодиодов к ADP2370 приведена на рисунке. Резисторы R7 и R8 выполняют роль R_{SENSE} . Благодаря резисторам R6 и R9 на входе усилителя D2 происходит усреднение напряжения, снимаемого с датчиков тока. Коэффициент усиления D2 определяется соотношением резисторов R2 и R3. Изменяя коэффициент усиления можно

регулировать ток через светодиоды и, соответственно, их яркость. При коэффициенте равном 5.32 ток каждого светодиода примерно 320 мА. В приведенной схеме подключения регулировка яркости осуществляется изменением напряжения смещения на неинвертирующем входе усилителя D2 с помощью переменного резистора R4. Если величина сопротивления R4 уменьшается, ток светодиодов снижается. Для защиты от перегрева можно параллельно резистору R4 подключить терморезистор.

Более полную информацию о параметрах и особенностях применения микросхем ADP2370/71 можно найти в [1, 2].

ЛИТЕРАТУРА

1. High Voltage, 1.2 MHz/600 kHz, 800 mA, Low Quiescent Current Buck Regulator. – 2014, Analog Devices (www.analog.com).
2. Using the ADP2370 as an LED driver. – February 2016, EDN-Europe (www.edn-europe.com).

ОФИСНЫЙ ЦЕНТР VD MAIS

Если Вам необходимо провести семинар, тренинг или презентацию, добро пожаловать в офисный центр НПФ VD MAIS!

К Вашим услугам современный конференц-зал площадью 300 кв. м, рассчитанный на 250 мест, который идеально подходит для проведения тренингов, семинаров и конференций.

Для ведения деловых встреч имеются комнаты для переговоров. Офисный центр расположен в живописном парке "Отрадный". Зал оборудован мультимедийным проектором, микрофоном, LCD-монитором, компьютером, удобной мебелью, системой кондиционирования и гардеробной. Возможна организация "кофе-паузы", а также обедов в ресторане "VD Restaurant Park".



Обращаться по адресу: г. Киев, ул. М. Донца, 6
 ekis@vdmajs.ua
 тел.: (0-44) 220-0101 (внутр. 1209)
 факс: (0-44) 220-0202
 Контактное лицо: Скиба Юлия

VD MAIS
 The Professional Distributor

МОЩНЫЕ НИТРИД-ГАЛЛИЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ (GAN) КОМПАНИИ EPC

GAN TRANSISTORS

В статье рассмотрены мощные нитрид-галлиевые транзисторы компании EPC.

Abstract – The article presents a summary of the GaN transistors.

В. Охрименко

V. Okhrimenko

Перспективные сферы применения нитрид-галлиевой (GaN) технологии – традиционная оптоэлектроника, системы и устройства спутниковой связи, военные радары, системы мобильной связи, СВЧ-устройства большой мощности, а также системы, к которым предъявляются повышенные требования по температурной и радиационной устойчивости.

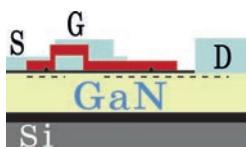
Кроме того, в настоящее время нитрид-галлиевые транзисторы успешно применяются в высокочастотных DC/DC-преобразователях для различных приложений, усилителях мощности класса D, мощных инверторах, системах беспроводной передачи энергии и пр.

Преимущество нитрида галлия в сравнении с традиционным кремнием – широкая запрещенная зона – 3.5 эВ (у кремния 1.1 эВ). Вследствие этого GaN-приборы могут работать при более высоких температурах и менее чувствительны к ионизирующему излучению (что немаловажно для космической электроники и устройств специального назначения). Кроме того, они более устойчивы к термическим и электромагнитным воздействиям. Максимальная напряженность электрического поля более чем в десять раз больше, чем у кремния. Благодаря более высокой плотности носителей заряда GaN-транзисторы выдерживают большие токи.

ВВЕДЕНИЕ

Компания EPC (Efficient Power Conversion) была основана Алексом Лидовым (Alex Lidow), одним из создателей транзистора HEXFET POWER MOSFET, который продолжительное время работал в компании International Rectifier. В ноябре 2007 г. он организовал компанию EPC [1-4].

Рынок силовых полупроводниковых прибо-



ров является чрезвычайно насыщенным и отличается жесточайшей конкуренцией. В течение прошедших десятилетий технология изготовления и соответственно характеристики

MOSFET (МОП)-транзисторов неуклонно совершенствовались. Это планарные HEXFET, TrenchFET, Super-Junction MOSFET и многие другие. Однако очевидные преимущества нитрид-галлиевой технологии заставили производителей электронных компонентов начать разработку и производство полупроводниковых изделий на ее основе. В настоящее время ряд компаний предлагает приборы на базе этой технологии, одна из таких компаний – EPC, деятельность которой сосредоточена на разработке силовых транзисторов.

Компания EPC в течение последних лет решила ряд технологических проблем и усовершенствовала структуру нитрид-галлиевых транзисторов. В результате были разработаны уникальные транзисторы серии eGaN (Enhancement Mode Gallium Nitride Power Transistor Technology), во многом превосходящие по ряду параметров традиционные силовые MOSFET-транзисторы. В настоящее время компания EPC – признанный лидер сегмента мощных транзисторов на рынке полупроводниковых приборов и выпускает широкую номенклатуру транзисторов на базе нитрид-галлиевой структуры. Эти транзисторы постепенно вытесняют традиционные силовые кремниевые MOSFET-транзисторы в ряде приложений.

ХАРАКТЕРИСТИКИ GAN-ТРАНЗИСТОРОВ

Параметры некоторых нитрид-галлиевых транзисторов компании EPC приведены в табл. 1.

eGaN-транзисторы серии EPC800x предназначены для работы в субгигагерцевом диапазоне. Именно с ВЧ-приложений начиналось

Таблица 1. Параметры некоторых eGaN-транзисторов компании EPC

Тип	$U_{си}$, В	$R_{си(макс.)}$, МОм, ($U_{зи} = 5$ В)	Q_3 , нК	$Q_{зи}$, нК	$Q_{зс}$, нК	Q_{RR} , нК	I_c , А	Размеры LGA-корпуса, мм
EPC2023	30	1.3	20	5.8	1.9	0	60	6.1×2.3
EPC2030	40	2.4	18	5.2	3.4		31	4.6×2.6
EPC2015C		4.0	8.7	3	1.4		36	4.1×1.6
EPC2815		4.0	10.5	3	2.2		33	
EPC2014C		16.0	2.0	0.7	0.3		10	1.7×1.1
EPC8004		110	0.37	0.12	0.047		2.7	2.1×0.85
EPC8007		160	0.302	0.097	0.025			
EPC8008		325	0.177	0.067	0.012			
EPC2020		2.0	16	5.00	2.0			
EPC2031	60	2.6	17.0	5.20	3.20		31	4.6×2.6
EPC2035	45	0.88	0.3	0.2	1		0.9×0.9	
EPC2021	80	2.5	15.0	3.8	2.1		60	6.1×2.3
EPC2029		3.2	13.0	4.0	2.5		31	4.6×2.6
EPC2038	100	2800	0.044	0.016	0.005		0.5	0.9×0.9
EPC2022		3.2	13	3.7	2		60	6.1×2.3
EPC2032		4	14	4.2	3.1		31	4.6×2.6
EPC2016C		16	34	1.1	0.55		18	2.1×1.6
EPC2033	150	7	10.0	3.5	1.7		31	4.6×2.6
EPC2018		25	5.0	1.3	1.7		12	3.6×1.6
EPC2034	200	10	8.5	2.6	1.4		31	4.6×2.6
EPC2010C		25	3.7	1.3	0.7		22	3.6×1.6
EPC2025	300	150	1.9	0.61	0.3		4	1.95×1.95
EPC2027	450	400	1.7	0.60	0.25			

продвижение нитрид-галлиевых транзисторов на рынок.

Компания EPC предлагает также интегральные сборки транзисторов (табл. 2). Как правило, сборки содержат два транзистора с симметричной или несимметричной структу-

рой и ориентированы на использование в качестве ключей в полумостовых преобразователях. На рис. 1 приведена схема подключения транзисторныхборок. При симметричной структуре геометрические размеры транзисторных ячеек идентичны и, соответственно,

Таблица 2. Параметры транзисторныхборок

Тип	Структура	$U_{си}$, В	$R_{си(макс.)}$, МОм, ($U_{зи} = 5$ В)	Q_3 , нК	$Q_{зи}$, нК	$Q_{зс}$, нК	I_c , А	Размеры LGA-корпуса, мм
EPC2100	Асимметричная	30	8/2	3.5/15	1.4/4.6	0.57/2.6	9.5/38	6.1×2.3
EPC2101		60	11.5/2.7	2.7/12	1/3.7	0.5/2.5		
EPC2102	Симметричная	60	4.4	6.8	2.3	1.4	23	
EPC2103		80	5.5	6.5	2.0	1.3		
EPC2104		100	6.3	7	2.0	1.2		
EPC2105	Асимметричная	80	14.5/3.5	2.5/10	1/3.2	0.5/2	9.5/38	

сопротивления ($R_{си}$) верхнего и нижнего ключей одинаковы. Такие сборки ориентированы на использование в усилителях класса D, приводах электродвигателей и других приложениях, в которых нагрузка обоих транзисторов практически одинакова. При асимметричной структуре размеры транзисторов отличаются примерно в четыре раза, при этом их параметры также разные. Такие сборки ориентиро-

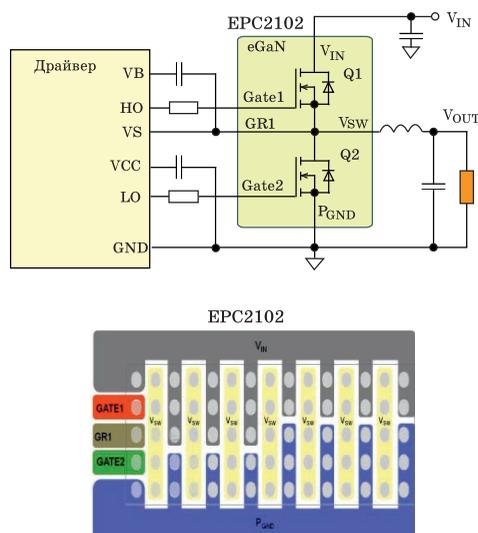


Рис. 1. Структурная схема подключения транзисторных сборок

ваны на использование в некоторых типах DC/DC-преобразователей.

Кроме того, в настоящее время компания выпускает две транзисторные сборки, содержащие три транзистора, один из которых предназначен для использования в качестве bootstrap-диода. Это EPC2107 и EPC2108, параметры которых приведены в табл. 3. Схема подключения транзисторных сборок

EPC2107/08 приведена на рис. 2.

Сопротивление открытого канала ($R_{си}$) – одна из важнейших характеристик, определяющих потери мощности на транзисторе. По сравнению с MOSFET-транзисторами нитрид-галлиевые имеют более стабильные характеристики. Сопротивление открытого канала в диапазоне температур 25...125 °C изменяется примерно в 1.4 раза. Сопротивление канала MOSFET-транзисторов – более чем в 2.2 раза. Зависимость сопротивления от максимального рабочего напряжения для GaN-транзисторов значительно слабее, чем у MOSFET. Например, сопротивление транзистора EPC2023 (30 В) составляет 1.3 мОм, а EPC2034 (200 В) – 10 мОм.

В отличие от MOSFET-транзисторов нитрид-галлиевые характеризуются меньшим максимально допустимым напряжением затвор-исток ($V_{зи}$). Например, $-4 В < V_{зи} < 6 В$ (EPC2102) или $-5 В < V_{зи} < 6 В$ (EPC2815). Кроме того, ток утечки затвора намного превышает те значения, которые присущи MOSFET-транзисторам. Например, максимальный ток утечки затвора транзисторов EPC2102 при напряжении $U_{зи} = 5 В$ составляет 7 мА, а при напряжении $U_{зи} = -4 В$ – 360 мкА. Максимальный ток утечки транзистора EPC2035 размерами всего 0.9×0.9 мм при напряжении $U_{зи} = 5 В$ составляет 1 мА, при напряжении -4 В – 250 мкА.

eGaN-транзистор EPC2035 с током стока 1 А, кроме того, что имеет миниатюрные размеры, отличается малыми значениями входной и выходной емкости, а также зарядом затвора (табл. 4). Сравнительные величины суммарного заряда затвора для MOSFET- и нитрид-галлиевых транзисторов приведены на рис. 3. Транзистор EPC2035 имеет низкое тепловое со-

Таблица 3. Параметры транзисторных сборок EPC2107/08

Тип	Uси, В	$R_{си(макс.)}$, мОм, ($U_{зи} = 5 В$)	$Q_з$, нК	$Q_{зи}$, нК	$Q_{зс}$, нК	Q_{RR} , нК	I_c , А	Размеры LGA-корпуса, мм
EPC2107	100	320	0.16	0.065	0.04	0	1.7	1.35×1.35
EPC2108	60	190	0.22	0.085	0.045			

Таблица 4. Параметры транзистора EPC2035

Тип	Uси, В	$R_{си(макс.)}$, мОм, ($U_{зи} = 5 В$)	Свх (макс.), пФ	Свых (макс.), пФ	$Q_{зи}$, нК	$Q_{зс}$, нК	Rз, Ом	I_c , А	Iс (имп.), А	Размеры LGA-корпуса, мм
EPC2035	60	45	115	90	250	160	0.5	1	24	0.9×0.9

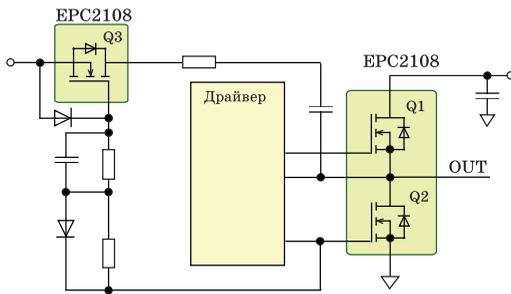


Рис. 2. Структурная схема подключения EPC2107/08

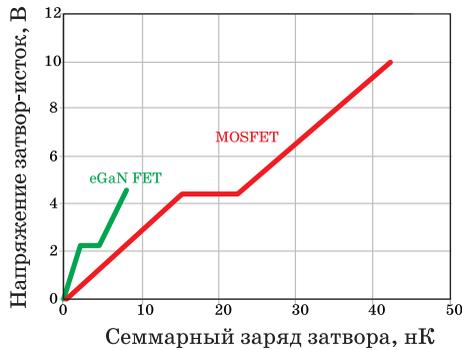


Рис. 3. Суммарный заряд затвора MOSFET-и нитрид-галлиевых транзисторов

противление кристалл-корпус всего 6.5 °C/Вт и предназначен для эксплуатации в диапазоне рабочих температур -40...150 °C.

Величина входной и выходной емкости во многом определяет быстродействие транзистора. Структура eGaN-транзисторов гарантирует минимальные значения емкостей $C_{зи}$ и $C_{зс}$, что позволяет коммутировать с гигагерцевой частотой напряжение в сотни вольт.

eGaN-транзисторы имеют пороговое напряжение ($U_{зи пор.}$) – 0.7...2.5 В (рис. 4). С одной стороны, это – преимущество, т.к. потенциально позволяет сократить потери мощности при коммутации. Но, к сожалению, из-за больших входных токов – труднодостижимо. Кроме того, низкое пороговое напряжение уменьшает устойчивость транзисторов при быстрых (dU/dt) изменениях напряжения на стоке транзистора.

Сопротивление затвора ($R_з$) определяет скорость перезарядки входной емкости. eGaN-транзисторы характеризуются низким сопротивлением затвора (см. табл. 4), что позволило повысить их быстродействие и устойчивость при быстрых изменениях напряжения на стоке.

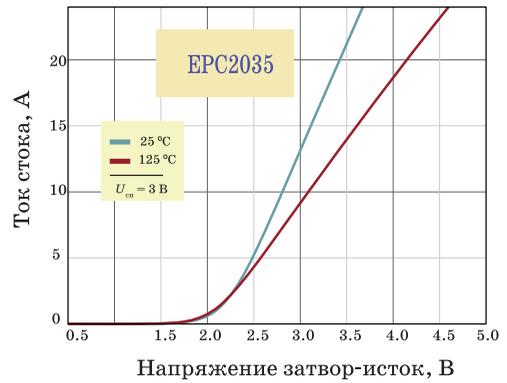


Рис. 4. Проходные характеристики eGaN-транзисторов

Структура eGaN-транзисторов не имеет встроенного обратного диода в классическом исполнении, который содержится в MOSFET-транзисторах. Однако имеется канал обратной проводимости, который выполняет функцию встроенного обратного диода. При этом, при обратном протекании тока не происходит накопления неосновных носителей ($Q_{RR} = 0$, см. табл. 1), в отличие от MOSFET-транзисторов. Т.е. потенциально отсутствуют т.н. потери на восстановление обратного диода.

На рис. 5 приведена эквивалентная схема eGaN-транзистора и пути протекания тока при быстрых изменениях напряжения (dU/dt) на стоке транзистора.

Такая ситуация характерна для разного рода мостовых и полумостовых преобразовате-

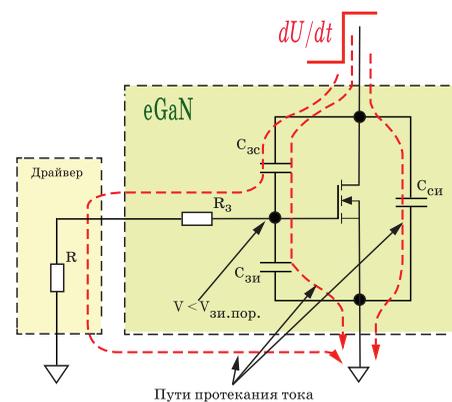


Рис. 5. Эквивалентная схема eGaN-транзистора и пути протекания сквозного тока

лей. В момент закрывания нижнего транзистора и открывания верхнего происходит зарядка емкостей конденсаторов ($C_{си}$, $C_{зс}$, $C_{зи}$), и как следствие протекание "сквозного" тока.

ДРАЙВЕРЫ

До недавнего времени преимущества силовых транзисторов, изготовленных с использованием нитрид-галлиевой технологии, было затруднительно реализовать на практике, и не в последнюю очередь из-за отсутствия специализированных драйверов.

LM5113 (Texas Instruments) – высокоинтегрированный драйвер, ориентированный на использование в полумостовых структурах, построенных на базе eGaN FET. Драйвер позволяет повысить эффективность использования мощных eGaN-транзисторов в разных приложениях и, соответственно, увеличить их КПД. На рис. 6 приведена структура ИМС LM5113. Драйвер верхнего ключа предназначен для управления транзисторов с рабочим напряжением до 100 В.

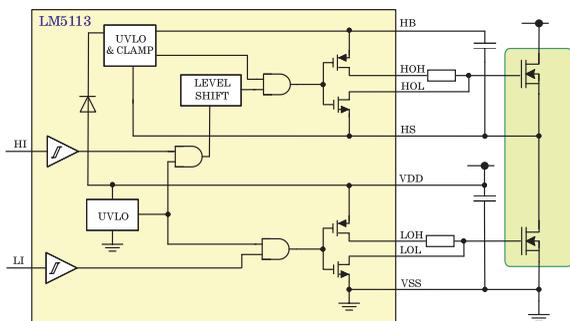


Рис. 6. Структура ИМС LM5113

Напряжение смещения верхнего ключа ($U_{зи}$) генерируется с использованием встроенного bootstrap-диода с временем восстановления 40 нс (типичное значение). Этот метод широко применяется в мостовых и полумостовых структурах разнообразных преобразователей. Однако вследствие того, что максимально допустимое напряжение затвор-исток eGaN-транзисторов – всего 6 В, в ИМС LM5113 предусмотрено ограничение напряжения смещения на уровне 5.2 В (типичное значение), что позволяет не превышать максимально допустимое напряжение затвор-исток. Входы драйвера LM5113 совместимы со стандартными логическими TTL уровнями и, кроме того, способны при напряжении питания 4.5...5.5 В выдерживать входное напряжение до 14 В. Для независимого формирования вытекающего и втекающего токов реализовано два независи-

мых выхода (HON, HOL и LON, LOL), что позволяет более эффективно управлять процессом переключения транзистора. Максимальный вытекающий ток составляет 1.2 А, втекающий – 5 А.

Микросхемы LM5113 выпускаются в корпусе WSON-10 (размерами 4×4 мм) или DSBGA (2×2 мм) и предназначены для эксплуатации при температуре кристалла до 150 °С.

Кроме того, компания выпускает ИМС LM5114. Это драйвер eGaN-транзистора, работающего в ключевом режиме. На рис. 7 приведена структура драйвера LM5114.

Микросхемы LM5114 выпускаются в кор-

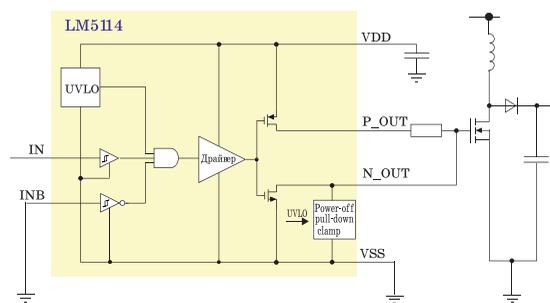


Рис. 7. Структура ИМС LM5114

пусе SOT-23-6 или WQFN-6 (размерами 3×3 мм). Рекомендованная максимальная температура кристалла 125 °С. По расположению выводов ИМС LM5114 совместима с MAX5048.

Компания Texas Instruments предоставляет также PSpice-модели полумостового драйвера с использованием ИМС LM5113 – это LM5113 PSpice Transient Model (Rev. B) и LM5113 TINA-TI Transient Reference Design, соответственно для ПО OrCAD и TINA-TI. Использование этих моделей позволяет получить предварительную оценку характеристик драйвера, а также ускорить и упростить разработку устройств, создаваемых на базе микросхемы LM5113.

Кроме того, на web-сайте компании EPC представлены PSpice-, LTSpice-, TSpice- и Spectre- модели, ориентированные на использование с соответствующими программными пакетами моделирования.

Spice-модели многих eGaN FET-транзисторов компании EPC включены в библиотеку компонентов популярного пакета моделирования NI Multisim v.14.0, что позволяет использовать его не только для оценки характери-

стик транзисторов, но и для анализа работы созданных на их базе устройств. К примеру, на рис. 8 приведен фрагмент (NI Multisim v.14) одного из возможных вариантов полумостового преобразователя, а на рис. 9 – осциллограммы, поясняющие его работу. Цвет кривых на осциллограммах соответствует цвету проводников, подключенных ко входам осциллографа XSC2. Частота несущей – 800 кГц (U2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Транзисторы на основе нитрида галлия постепенно вытесняют с рынка традиционные силовые MOSFET-транзисторы. Их меньшее по сравнению с MOSFET-транзисторами сопротивление ($R_{сн}$) в режиме насыщения позволяет повысить мощность и КПД преобразователей, а меньший заряд затвора – увеличить частоту переключения. По разным оценкам КПД пре-

образователей, созданных с использованием eGaN-транзисторов, может достигать 98-99%, при этом транзисторы могут работать при температуре до 150 °С. Кроме того, миниатюрные размеры гарантируют их применение в разнообразных портативных устройствах.

Более полную информацию о eGaN-транзисторах и драйверах см. [1-4].

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://epc-co.com/epc>.
2. Enhancement-Mode Gallium Nitride Power Transistor Technology. – EPC.
3. Using Enhancement Mode GaN-on-Silicon Power FETs (eGaN FETs) . – EPC.
4. LM5113. 5A, 100V Half-Bridge Gate Driver for Enhancement Mode GaN FETs. – Texas Instruments.

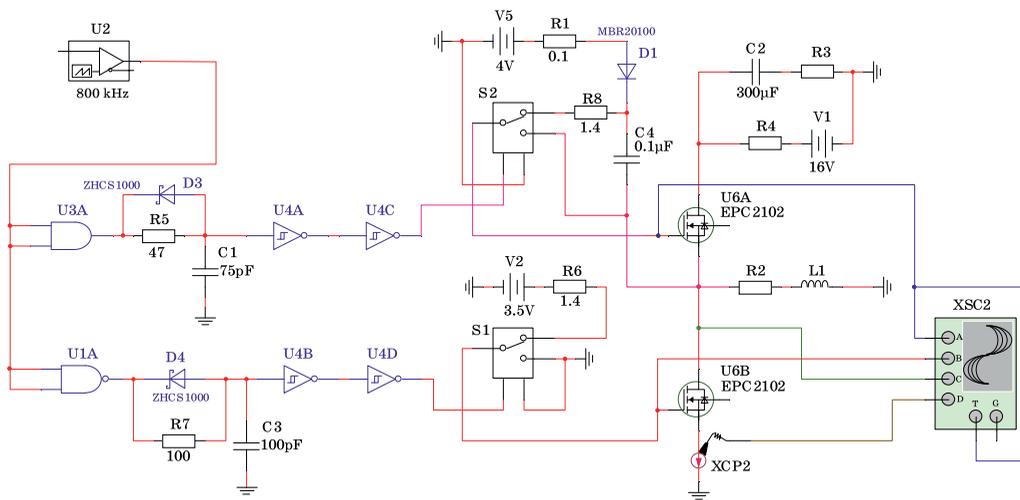


Рис. 8. Фрагмент модели полумостового преобразователя

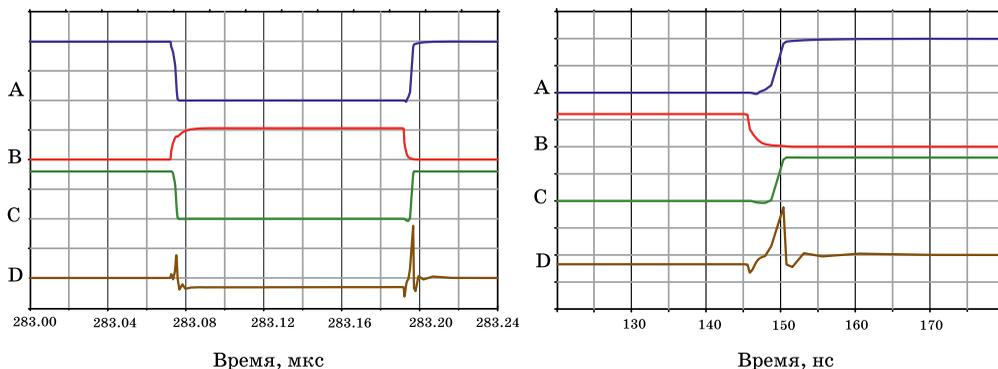


Рис. 9. Осциллограммы сигналов полумостового преобразователя, поясняющие его работу

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТ ANALOG DEVICES ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЯ

В статье приведена краткая информация о используемых в настоящее время технологиях передачи мультимедийных данных в автомобилях и о новой технологии и шине передачи данных A2B, предложенных компанией Analog Devices. Показаны преимущества использования такой технологии и приведены основные технические характеристики приемопередатчиков для ее реализации.

В. Макаренко



NEW TECHNOLOGY FROM ANALOG DEVICES TO BUILD CAR MULTIMEDIA SYSTEMS

Abstract – The article presents brief information about the currently used technologies for transmission of multimedia data in vehicles and new technology and data bus A²B suggested by Analog Devices. The advantages of the use of this technology and the main technical characteristics of the transceivers for its implementation are considered.

V. Makarenko

ВВЕДЕНИЕ

Производители автомобилей стремятся сделать будущие поколения транспортных средств безопаснее, умнее и экономичнее, чем их предшественники. Число электронных систем в автомобиле продолжает увеличиваться, а их сложность непрерывно возрастает. Электронные управляющие устройства ECUs (Electronic Control Unit) устанавливаются практически во всех выпускаемых автомобилях. Наиболее насыщенные такими устройствами автомобили бизнес- и премиум класса поддерживают такие технологии, например, как активное шумоподавление, подключение к Интернету, адаптивный круиз-контроль (ACC), контроль дистанции спереди (Front Assist), ассистент движения по полосе (Lane Assist), контроль слепых зон (Blind Spot Sensor) и ассистент выезда с парковки. Мультимедийные системы таких автомобилей поддерживают многоканальные системы передачи звука, прием цифрового телевидения и многое другое.

Так как количество таких устройств непрерывно растет, то увеличиваются масса и стоимость кабельных жгутов, необходимых для передачи всей этой информации, обеспечивающих подключение между различными устройствами. Эта дополнительная масса, в свою очередь, увеличивает расход топлива и снижает эффективность транспортного средства. Автопроизводители должны сбалансировать свои желания при установке дополнительных информационно-развлекательных систем с бога-

той функциональностью, с необходимостью соблюдения государственных стандартов топливной эффективности. Снижение массы кабелей, необходимых для подключения различных систем, может привести к улучшению топливной экономичности.

Компания Analog Devices предложила новую технологию передачи данных и шину для ее реализации [1...3], получившую название A2B. Отличительной особенностью шины является высокая пропускная способность (до 50 Мбит/с). Передача данных осуществляется по неэкранированной витой паре на расстояние до 10 м, а управление устройствами, подключенными к этой шине, осуществляется по шинам I²C и I²S.

Чтобы оценить, насколько новая технология передачи данных лучше уже используемых в автомобильной промышленности, рассмотрим основные особенности используемых в настоящее время технологий.

СУЩЕСТВУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Традиционно автомобильные аудиосистемы связаны либо отдельными кабелями, по которым передаются аналоговые сигналы, либо цифровой шиной в цифровых мультимедийных системах. Автомобильные аналоговые аудиосистемы требуют специализированного дорогостоящего экранированного кабеля для передачи каждого аудиосигнала от музыкального центра до громкоговорителя.

В современных премиум аудиосистемах,

поддерживающих технологии многоканальной передачи звука (5.1 или 7.1), Dolby или DTS декодирование, количество необходимых кабелей стремительно растет. Кроме того, необходимость использования аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей увеличивает общую стоимость системы.

При использовании для передачи данных цифровых шин, таких как MOST® или Ethernet AVB, удается значительно сократить число необходимых кабелей. Однако дополнительную производительность и гибкость систем с применением этих технологий в большинстве случаев можно обеспечить только с использованием дополнительного оборудования и программного обеспечения, что приводит к удорожанию таких систем.

ТЕХНОЛОГИЯ MOST®

Обозначение этой системы шин передачи данных происходит от “Media Oriented Systems Transport (MOST) Cooperation” [4]. Различные автопроизводители, их поставщики комплектующих изделий и разработчики программного обеспечения пришли к соглашению использовать единую систему для реализации ускоренной передачи данных.

Понятие “Media Oriented Systems Transport” распространяется на сеть, ориентированную на передачу данных информационно-развлекательных средств. Это означает, что в отличие от шины CAN телеграммы (пакеты данных) с конкретными адресами передаются определенному получателю.

Для каждого источника информации предусмотрена определенная скорость передачи данных (рис. 1).

Для реализации сложной информационно-развлекательной системы используется оптический способ передачи данных, так как скорость передачи данных по шине CAN недостаточна для передачи высокопроизводительных мультимедийных приложений. Например, для передачи одного цифрового телевизионного сигнала со стереозвуком необходима скорость около 6 Мбит/с. Шина MOST позволяет передавать данные со скоростью до 21.2 Мбит/с.

Блоки управления каждого из устройств, подключенного к шине, посылают данные в

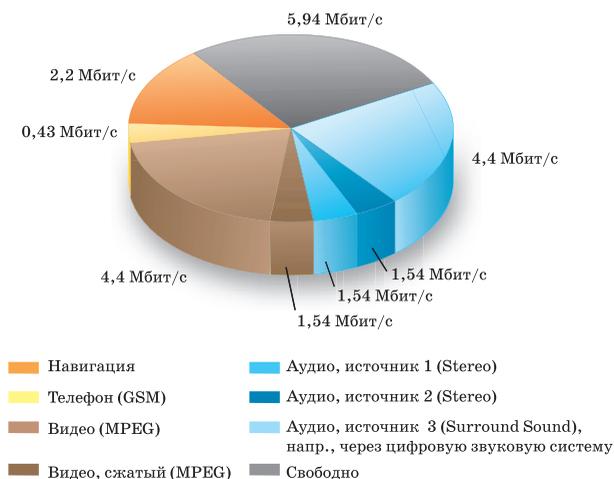


Рис. 1. Скорость передачи данных от различных источников в системе MOST

одном направлении по световоду к следующему блоку управления по кольцу (рис. 2). Этот процесс продолжается до тех пор, пока эти данные снова не вернутся в тот же блок управления, который их и отправлял. На этом кольцевая цепь замыкается. Диагностика шины MOST осуществляется через диагностический интерфейс шины данных и при помощи диагностики по CAN-шине.

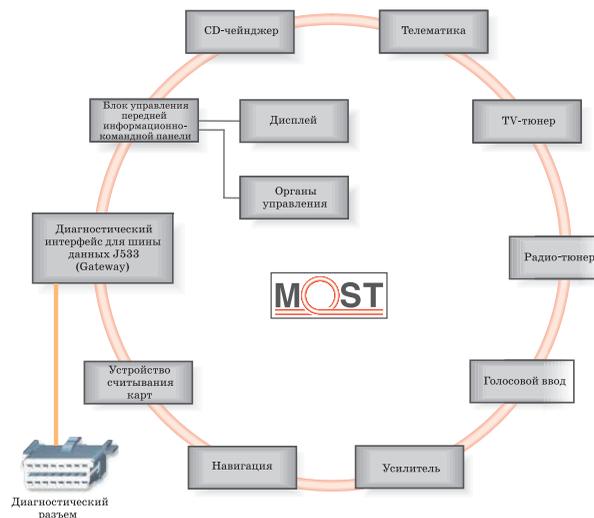


Рис. 2. Кольцевая структура шины MOST

Блок управления передней информационно-командной панели системы MOST выполняет функции системного администратора:

- управление состоянием системы
- отправка телеграмм по шине MOST
- управление пропускной способностью

шины.

Шина может работать в одном из трех режимов.

Спящий режим (Sleep)

Обмена данными в шине MOST не происходит. Устройства находятся в режиме готовности и могут быть активированы оптическим запускающим импульсом от системного администратора. Ток покоя устанавливается минимально возможным.

Условия для перехода всех устройств в спящий режим:

- блоки управления всех устройств подают сигналы о своей готовности переключиться в спящий режим
- через диагностический разъем не поступает никаких запросов от других шин
- диагностика не проводится.

Помимо вышеперечисленных условий шина MOST может переключаться в спящий режим администратором батареи через диагностический разъем при разряженном стартерном аккумуляторе или активированием режима транспортировки через диагностический тестер.

Режим готовности (Standby)

Пользователь не наблюдает активности системы, хотя система шины MOST активирована. Не активированы только устройства вывода информации (дисплей, усилитель и др.).

Этот режим активен при запуске двигателя, а также при холостой работе системы. Активация режима готовности осуществляется путем подачи сигналов управления:

- через диагностический разъем от других шин (например, открыванием двери водителя, переводом зажигания в положение включено)
- блоком управления шины MOST (например, входящим телефонным вызовом).

Рабочий режим (Power-ON)

В этом режиме блоки управления устройств включены и по шине MOST происходит обмен данными. Для перехода в рабочий режим необходимо чтобы шина находилась в режиме готовности (Standby) и активация может осуществляться либо выбором функции работы системы пользователем (например, включение радиоприемника) либо через диагностический разъем сигналами от других шин.

Системный администратор посылает по кольцу отрезки телеграмм (фреймы) с тактовой частотой 44,1 кГц к следующему блоку управления. Фиксированная тактовая частота делает возможной передачу синхронных данных. Синхронные данные передают информацию, как звук и анимация (видео), которые должны посылаться всегда с равными промежутками времени.

Постоянная тактовая частота 44,1 кГц соответствует частоте дискретизации CD- и DVD-плееров, DAB-радио и, таким образом, делает возможным подключение этих устройств к шине MOST. Данные по шине передаются пакетами (фреймами) длиной 64 байта.

ТЕХНОЛОГИЯ ETHERNET AVB

Технология Audio Video Bridging (AVB) позволяет устранить потенциальные проблемы при переводе профессионального аудио- и видео-контента в сеть Ethernet. AVB – это семейство протоколов, разрабатываемых IEEE (тем же институтом что и стандартизовал сам Ethernet), т.е. не требующих никаких авторских отчислений. Такие гиганты IT-индустрии как Broadcom, Cisco, Harman, Intel, Xilinx основали AVNU Alliance, в который уже сейчас входит 50 компаний [5...8]. Эта некоммерческая организация занимается развитием, продвижением, сертификацией на совместимость продуктов AVB.

Семейство протоколов AVB включает в себя:

- 802.1BA – описывает общую архитектуру системы AVB, в том числе автоматическое обнаружение и задание параметров устройств
- 802.1AS – отвечает за синхронизацию
- 801.Qav – расширяет 802.1Q в части обслуживания чувствительных ко времени потоков
- 801.Qat – дополняет 802.1Q протоколом резервирования потоков.

Все конечные устройства подразделяются на Talker, Listener и Endpoint. Talker, или передающее устройство, осуществляет передачу контента в сеть. Listener, или приемное устройство, этот контент получает. Endpoint, или конечная точка, представляет собой любое

устройство, которое может принимать и/или передавать трафик AVB. Таким образом, конечная точка может быть как передатчиком, так и приемником или выполнить обе функции одновременно. Помимо этого, вводится понятие потока, под которым подразумевается поток медиаданных от передатчика к приемнику. Стандарт AVB предусматривает возможность вещания от одного источника сигнала (например, микрофона) на несколько приемных устройств.

В качестве примера [8] рассмотрим простую сеть (рис. 3), в которой в качестве источника сигналов используются микрофон и гитара и два приемных устройства – 2 громкоговорителя. Аналоговые сигналы, формируемые источниками сигналов, преобразуются в цифровой код, а затем в цифровой поток данных в соответствии с протоколом AVB. Для передачи и кодирования оцифрованного сигнала по сети предназначены экспандеры и конвертеры.

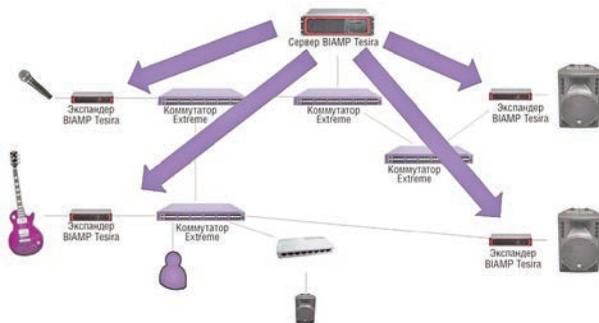


Рис. 3. Обнаружение и настройка AVB-устройств в сети

Каждое аналоговое устройство снабжено такой парой устройств (рис. 3).

Для управления потоками в сети AVB предназначен сервер управления (на рис. 3 это BIAMP Tesira). С его помощью оператор системы AVB производит настройку подключенных к сети устройств. Кроме того, система управления осуществляет обнаружение подключенных к сети устройств.

Синхронизация

В большом помещении, например, в концертном зале, громкоговорители, воспроизводящие звук, находятся в разных его частях, и поэтому возникает проблема синхронизации. Необходимо сделать так, чтобы сигнал в эти громкоговорители поступал в одно и то же вре-

мя, иначе те, которые находятся ближе к источнику, будут воспроизводить его раньше, чем расположенные дальше от него громкоговорители и подключенные к нему через несколько коммутаторов, каждый из которых вносит задержку при прохождении сигнала. Одновременность воспроизведения всеми громкоговорителями в такой системе обеспечивается протоколом синхронизации.

Для этого все устройства обмениваются пакетами данных (каждое из них должно поддерживать протокол 802.1AS). Кроме того, автоматически или путем настройки вручную в сети назначается так называемый гранд-мастер, который становится единственным эталоном времени в сети. Это может быть любое сетевое устройство (на рис. 3 это Biamp Tesira). Оно может получать точное время как из сети (с любого сетевого устройства по протоколу NTP), так и от какого-то внешнего источника (например, от установленного рядом эталона времени).

Гранд-мастер сообщает всем остальным устройствам, сколько сейчас времени, при этом протокол учитывает, что пакеты, идущие к конкретному экспандеру, передаются по различным путям. Каждое устройство AVB на пути прохождения пакета записывает в пакете 802.1AS вносимую им задержку. Все задержки суммируются и отражаются в пакете данных 802.1AS. Таким образом, в поступившем на конечное устройство пакете содержится информация о фактической задержке сигнала при его передаче по сети.

Устройства не только синхронизируют свои часы и получают информацию о точном времени, но и определяют задержку, вносимую любыми сетевыми узлами. Зная точное время и величину задержки на каждом этапе, можно рассчитать так называемое презентационное время, когда должен быть воспроизведен сигнал на всех получателях. Оно определяется исходя из самого худшего варианта прохождения сигнала от источника к устройству воспроизведения. Соответственно, звук с гитары отправляется на дальний громкоговоритель раньше, чем на ближний, поэтому на оба громкоговорителя он приходит одновременно.

Это одно из самых главных достижений группы стандартов AVB: обеспечение синхронизации по времени в сети Ethernet при пред-

сказуемых задержках, благодаря чему достигается синхронное воспроизведение звука и видео.

Резервирование потоков

Что происходит после определения задержек в сети? Когда оператор АВ-системы указывает, что звук от гитары и барабанов должен поступать на оба громкоговорителя, сервер управления информирует соответствующие экспандеры о том, какому конечному оборудованию нужно передавать звук (его экспандерам). Затем в действие вступает протокол резервирования потоков (Stream Reservation Protocol – SRP).

В соответствии с протоколом каждый источник сигнала посылает запрос, который называется Talker Advertise – дословно "объявление говорящего". В ответ экспандеры, которым эти потоки предназначаются, отправляют сообщение о готовности (Listener ready). Оно опять проходит весь путь по сети до первоначальных экспандеров, откуда передается звук. Сетевые коммутаторы отслеживают все совершаемые действия и при обратном прохождении пакетов с информацией о готовности устройств каждый из них резервирует требуемую пропускную способность для данного конкретного потока.

Это одно из самых важных добавлений в стандарт, так как оно позволяет гарантировать требуемую полосу для трафика. Причем речь идет не о гарантии средствами QoS, а о жестком выделении требуемой пропускной способности. До 75% пропускной способности интерфейса может быть отдано под AVB, а 25% оставлено для другого трафика, чтобы AVB не занимал всю полосу канала.

Если полосы не хватает, например, коммутатор уже и так обслуживает достаточно много потоков AVB на определенном интерфейсе, то этот коммутатор пошлет специальное сообщение в обе стороны о невозможности организовать требуемый поток.

В рассматриваемом примере аудиопотоки поступают напрямую от источников к устройствам воспроизведения, но на практике они, скорее всего, будут проходить через систему микширования.

Столкновение приоритетов

Если какой-нибудь пользователь начинает загружать из Интернета файл большого объе-

ма и этот процесс требует значительной пропускной способности какого-либо интерфейса, то полосу, выделенную для потоков AVB, этот трафик не сможет использовать. Однако при просмотре, например, потокового видео или в случае проведения ресурсоемкой телеконференции конкурирующий за полосу трафик тоже имеет высокий приоритет.

Как следствие, коммутатор с поддержкой DiffServ будет пытаться отправить и поток AVB, и поток IP-TV с одним и тем же приоритетом. Отсутствие распределения отправки пакета во времени может привести к переполнению буферов памяти. Чтобы этого не происходило, в рамках группы стандартов AVB принят еще один стандарт – FQTSS.

Он обеспечивает своего рода формирование трафика (shaping), но не совсем обычное – на основе кредитных буферов. FQTSS распределяет пакеты по времени, то есть обеспечивает равномерный, плавный поток пакетов AVB, что исключает возникновение разницы в задержке, позволяя избежать джиттера.

Из рассмотренного примера можно сделать вывод о том, что технология AVB, позволяющая осуществлять передачу видео- и аудио-контента в сеть Ethernet, разрабатывалась не для применения в автомобилях. Как следствие стоимость установки такой системы в автомобиле должна быть чрезвычайно высока и поэтому ее устанавливают только в автомобилях премиум класса некоторых производителей.

ШИНА A²B®

Компания Analog Devices предлагает свое решение построения многоканальных аудиосистем в автомобилях – шину A²B®. Применение этой шины позволяет уменьшить массу кабельной электропроводки до 75%, обеспечивая при этом высокую точность передачи цифрового потока данных. Шина оптимизирована для аудио приложений обеспечивая высокое качество звука при снижении стоимости системы в несколько раз по сравнению с используемыми в автомобильной промышленности системами.

В своей простейшей конфигурации шина A²B обеспечивает пропускную способность 50 Мбит/с по неэкранированной витой паре на расстоянии до 10 м. Управление всеми устрой-

ствами, подключенными к шине, осуществляется либо по шине I²C, либо по I²S.

Передача данных осуществляется путем мультиплексирования (передачи данных с временным разделением каналов). Одновременно с передачей данных обеспечивается двусторонняя синхронизация данных, времени, сигналов управления и напряжения питания по одиночной или двойной витой паре.

A²B[®] обеспечивает прямое подключение между устройствами а также между целой цепочкой устройств. Одно из устройств является ведущим (мастером), а остальные – ведомыми. В качестве ведущего используется приемопередатчик и хост-контроллер. Он является генератором временных меток, осуществляет синхронизацию и кадрирование всех подчиненных узлов. Ведущее устройство программируется по шине I²C. Расширение этой шины управления встраивается в поток данных шины A²B делая возможным прямой доступ к регистрам и информации о состоянии ведомых приемопередатчиков (рис. 4).

Шина может быть использована для:

- управления аудиоустройствами
- построения системы активного шумоподавления (Active noise cancellation – ANC)



Рис. 4. Структура приемопередатчиков шины A²B

- подключения нескольких микрофонов для осуществления громкой связи и создания автомобильной коммуникационной системы.

В табл. 1 приведены основные характеристики шины A²B.

Последовательная топология позволяет обеспечить высокую скорость обмена информацией на расстоянии до 40 м при расстоянии между соседними узлами до 10 м. Кроме того, в отличие от кольцевой топологии, при использовании которой отказ на любом участке приведет к полной неработоспособности систе-

мы. При использовании линейной топологии отказ одного из узлов приведет к неработоспособности устройств, подключенных после него (рис. 5). Благодаря встроенным функциям диагностики можно быстро выяснить причину неисправности.

В качестве дополнительного преимущества шины A²B следует отметить полностью детерминированную систему задержки (2 цикла задержки) независимо от места расположения

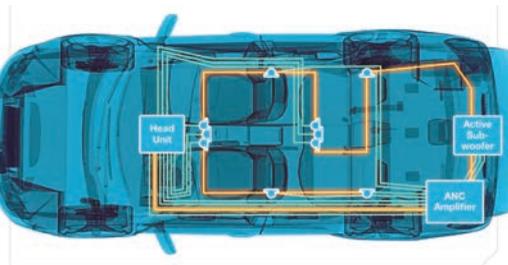


Рис. 5. Прокладка шины A²B в автомобиле

устройства, подключенного к ней. Эта характеристика чрезвычайно важна для развивающихся приложений, таких как технология активного шумоподавления, где данные от нескольких датчиков, расположенных в различных местах автомобиля, должны быть обработаны в реальном времени и без временных сдвигов между ними.

Передача цифровых сигналов по шине может осуществляться с частотой дискретизации 44.1 или 48 кГц. Поддерживается разрядность цифровых слов 12, 16 и 24 бита. Это обеспечивает значительную гибкость системы и возможность подключения широкого спектра аудио устройств ввода/вывода.

Диагностика на системном уровне является важным компонентом технологии, использующей шину A²B. Все устройства, подключенные к шине, имеют возможность идентифицировать различные неисправности. В их числе:

- замыкание проводов между собой
- замыкания провода на общий провод или на шину питания.

Благодаря таким свойствам системы, в случае возникновения неисправности в каком-либо узле он отключается, а все узлы, расположенные между ним и мастером, продолжают функционировать.

Таблица 1. Основные особенности и характеристики шины A²B

Высокая скорость передачи информации (50 Мбит/с)	Поддержка до 32 исходящих и нисходящих аудиоканалов
Передача данных, сигналов управления, сигналов синхронизации времени и питание удаленных устройств по одной витой паре проводов.	Снижение стоимости системы при использовании недорогого неэкранированного (UTP) кабеля.
Один ведущий, несколько ведомых, простая линейная топология	Последовательное соединение поддерживается с нулевой загрузкой процессора.
Поддержка фантомного питания	Исключается необходимость локальных источников питания либо прокладки отдельного провода.
Встроенная система диагностики	Удобная система обнаружения неисправностей и коррекции параметров
Полностью конфигурируется с помощью ПО SigmaStudio™ с графическим интерфейсом	Малое время, требуемое для выхода на рынок

Проектирование шины A²B значительно упрощается благодаря использованию графической среды SigmaStudio™, с помощью которой можно настроить регистры всех устройств, используя дружественный пользователю интерфейс (рис. 6).

Компания Analog Devices разработала три микросхемы приемопередатчиков для организации шины A²B (табл. 2).

Применение шины A²B для построения многоканальных аудиосистем, а также для расширения функциональных возможностей систем обработки и формирования звука в ав-

томобиле дает возможность сократить число кабелей, повысить качество звука и снизить стоимость таких систем.

Кроме того, учитывая высокую пропускную способность шины, можно обеспечить передачу по ней высокоскоростного видеоконтента, что значительно расширяет ее функциональные возможности.

Такая шина может найти применение и в домашних многокомнатных мультимедийных системах, что позволит значительно упростить прокладку кабелей и сократить их количество до одного.

Таблица 2. Характеристики приемопередатчиков для реализации шины A²B

Параметр	AD2401WCCSZ ^{1,2}	AD2402WCCSZ ^{1,2}	AD2410WCCSZ ^{1,2}
Функция "мастер"	–	–	+
Число приемопередатчиков в ИМС	1 (А)	2 (А и В)	2 (А и В)
Поддержка I ² S/TDM	–	–	+
Число микрофонных входов	4	4	4
Максимальная длина кабеля между соседними узлами, м	10	10	10
Диапазон рабочих температур, °С	-40...105	-40...105	-40...105

¹ Z – RoHS,

² W – сертифицированы для применения в автомобильной промышленности.

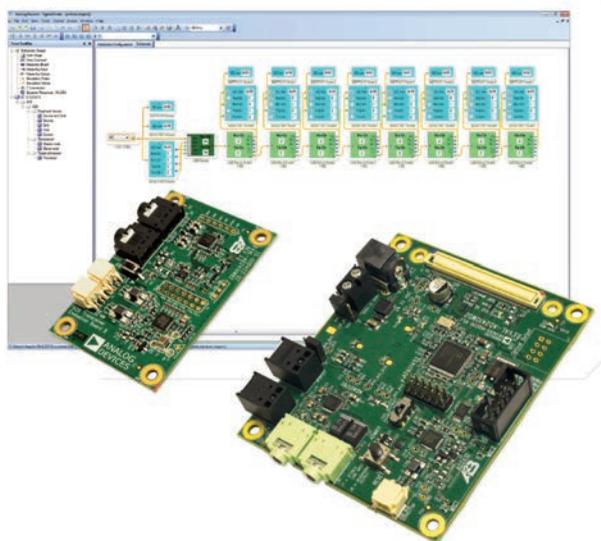


Рис. 6. Рабочее окно программы SigmaStudio™ и приемопередатчики шины A²B

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.analog.com/media/en/techni->

[cal-documentation/technical-articles/New-Digital-Bus-Architecture-Reduces-Audio-System-Costs.pdf](http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/technical-articles/New-Digital-Bus-Architecture-Reduces-Audio-System-Costs.pdf).

2. http://www.analog.com/en/about-adi/news-room/press-releases/2014/10_21_14_Automotive_Bus_Technology.html.

3. http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD2401_2402_2403_2410.pdf.

4. http://vwts.ru/electro/lin_most_blue-tooth_rus.pdf.

5. https://en.wikipedia.org/wiki/Audio_Video_Bridging.

6. <http://habrahabr.ru/company/muk/blog/174153/>.

7. <http://www.osp.ru/iz/ethernet/articles/13039323>.

8. http://www.zlgmcu.com/xmos/AVB/AVB_networking.pdf.

Han® B Connector Housing –
корпус соединителя с высокой степенью защиты от воздействия окружающей среды, соответствующей классу IP67.

Оптимальная защита. Минимум усилий при сочленении. Универсальность применения.

- простота монтажа, соответствие изоляции классу защиты IP67
- специальное фланцевое уплотнение с использованием перегородок между группами контактов
- подтвержденное результатами испытаний высокое контактное давление при минимуме усилий сочленения, достигнутое благодаря использованию фиксирующих рычагов HARTING Han-Easy Lock®
- простота сборки с фиксацией положения отдельных групп контактов размерами Han® 6 В, 10 В, 16 В и 24 В

www.HARTING.com

People | Power | Partnership

VD MAIS – официальный дистрибьютор компании HARTING в Украине
 тел.: (044) 220-0101, (057) 719-6718, (0562) 319-128, (032) 245-5478,
 (095) 274-6897, (048) 734-1954, info@vdmairs.ua, www.vdmairs.ua

СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ФИЗИЧЕСКОМ УРОВНЕ ОТ RITTAL

RITTAL SYSTEM OF PROTECTION OF IT-INFRASTRUCTURE ON A PHYSICAL LEVEL FROM

В статье приведена краткая информация о системах физической защиты ИТ-оборудования, предлагаемых компанией Rittal: модульных помещениях безопасности, мобильных контейнерах для центров обработки данных и о модульных сейфах.

T The article presents brief information about the systems physical protection of IT equipment offered by the company Rittal: modular security rooms for data centres, mobile container data centers and modular safes.

В. Макаренко

V. Makarenko

При создании центров обработки данных (ЦОД) или разветвленной ИТ-инфраструктуры предприятия все большее значение уделяется всем аспектам безопасности таких систем. Это относится не только к хорошо известным системам антивирусной защиты и межсетевым экранам, но и к системам защиты от физических угроз. Кроме защиты от такой весьма реальной угрозы как кража со взломом и воровство, они также включают в себя системы защиты от считывания данных посредством облучения ИТ-оборудования, а также “традиционные” системы защиты от огня, дыма, влаги и пыли. Не менее важна физическая инфраструктура, которая обеспечивает питание и охлаждение для этих компонентов, а также позволяет отслеживать все рабочие параметры компонентов системы.

Немецкая страховая компания Gerling провела исследование (табл. 1), выясняя, как долго может функционировать предприятие после полной остановки информационной системы [1].

Говоря другими словами, достаточно продолжительный простой ИТ-инфраструктуры может привести к тому, что предприятие просто перестанет функционировать. При этом ответственность за то, чтобы этого не произошло, целиком и полностью лежит на руководстве компании. Необходимо также отметить, что даже непродолжительный перерыв в работе информационной структуры зачастую приводит к потере значительных средств. При анализе этих данных становится понятна значимость ИТ-безопасности для любой компании или организации в любой стране.

Таблица 1. Средняя продолжительность функционирования предприятия после полной остановки информационной системы

Страховые компании	5.5 дней
Производственные компании	5 дней
Торговые/дистрибьюторские компании	2.5 дня
Банки	2 дня
Производственные компании с "just in time" * производственной системой	12...24 часа

* точно в срок

Чтобы защитить всю важную инфраструктуру предприятия, необходима реализация интегрированной концепции безопасности, за которой закрепилось название критичной для сети физической инфраструктуры (Network Critical Physical Infrastructure – NCPI).

NCPI означает интегрированную архитектуру обеспечения безопасности на физическом технологическом уровне вычислительных центров и центров данных, в которую входят электропитание, распределение мощности, шкафы, проводка и кабельная канализация, а также охлаждение и вентиляция. Современные NCPI имеют модульный характер, а значит, масштабируемы. Кроме того, они обеспечивают сквозное управление всеми задействованными компонентами.

Именно такие системы и предлагает компания Rittal. Причем компания предлагает ре-

шения не только для крупных ЦОД, но и недорогие решения для микро-ЦОД [2, 3], которые позволяют при необходимости расширять инфраструктуру.

Если защиту от таких факторов воздействия, как коррозионные газы, несанкционированный доступ, электромагнитное излучение, взрывы, вандализм, кражи, пыль, можно попытаться осуществить стандартными методами и средствами, то защиту от огня, т.е. от высокой температуры (огонь) и влажности (вода) обычным строительным методом реализовать невозможно [4].

При воздействии высоких температур обычные строительные материалы начинают отдавать влагу, которой они содержат в количестве до 40...60%. Таким образом, добиться соблюдения требуемого для работы IT-оборудования уровня температуры и влажности в обычном помещении не удастся никогда. В европейских нормах для центров обработки данных (EN 1047-2-1999 ИТ. Методы и средства физической защиты. Классификация. Комнаты и контейнеры данных) регламентируется уровень влажности. А в нормах на строительство обычных зданий из кирпича и бетона (EN 1363) – требования по обеспечению уровня влажности не определены.

Проведенные испытания показали, что при нагревании в течение 90 минут обычных строительных конструкций (бетон, кирпич) в комнате размером 5×6×3 м образуется 870 л воды [1], что недопустимо для центров обработки данных, в которых установлено и функционирует IT-оборудование.

На рынке средств в области физической защиты IT-структур существует ряд решений, позволяющих гарантированно обеспечить должную безопасность.

Среди таких решений:

- модульные помещения безопасности для центров обработки данных (ЦОД), коммутационных узлов
- модульные сейфы безопасности для защиты удаленных узлов IT-инфраструктуры, коммутационных стоек
- сейфы для хранения носителей информации.

Конструкция модульных помещений безопасности представляет собой решение, состоящее из элементов стен, потолка и пола, дверей, люков притока свежего воздуха и сброса избыточного давления, специальных кабельных вводов (рис. 1).

Элементы стен и потолка – это сэндвич-панель, внутри которой есть слои специальных



Рис. 1. Модульное помещение безопасности

веществ, которые обеспечивают защиту от высоких температур и проникновения влаги. Особенность вещества состоит в том, что при нагревании оно не меняет свое физическое состояние и этот процесс происходит с поглощением тепла. Другими словами, стены поглощают тепло, не позволяя ему проникать внутрь зоны ЦОД.

Элементы конструкции создаются таким образом, чтобы обеспечить независимость от самой структуры здания, при этом оптимальным образом вписываясь в него (колонны, выступы и прочие строительные особенности).

1. Система дверей. Огнезащитная дверь с системой автоматического закрывания. Реализована система "антипаника" при открытии изнутри.

2. Вентиляционный люк для обеспечения необходимого притока воздуха. Автоматически закрывается в случае пожара. Система закрытия на случай тревоги, комбинированный электрический и механический привод.

3. Система кабельных вводов, предназначенная для осуществления ввода в помещения кабелей питания, информационных кабелей, труб систем кондиционирования и пожаротушения. Установка может быть осуществлена

без отключения оборудования. Комната может быть инсталлирована с использованием "открытых" кабельных вводов без остановки работы центра.

Используя такую конструкцию, можно говорить о гарантированной защите ЦОД от любых рисков физического воздействия.

На рис. 2 приведены варианты модульных помещений безопасности, предлагаемых компанией Rittal [5].

Помещения безопасности (рис. 2) делятся на:

1. Базовые (Basic protection room)
2. Базовые плюс (Basic protection room Plus)
3. С высокой степенью доступности ** (High Availability room)

** Способность ИТ-сервисов обеспечивать некий гарантированный уровень обслуживания даже при отключениях или отказах части оборудования. Это могут быть и запланированные события, например, регламентные работы или резервное копирование, и нештатные ситуации, например, сбои и/или отказы, аппаратуры, питания и аварии.

Кроме помещений безопасности и оборудо-

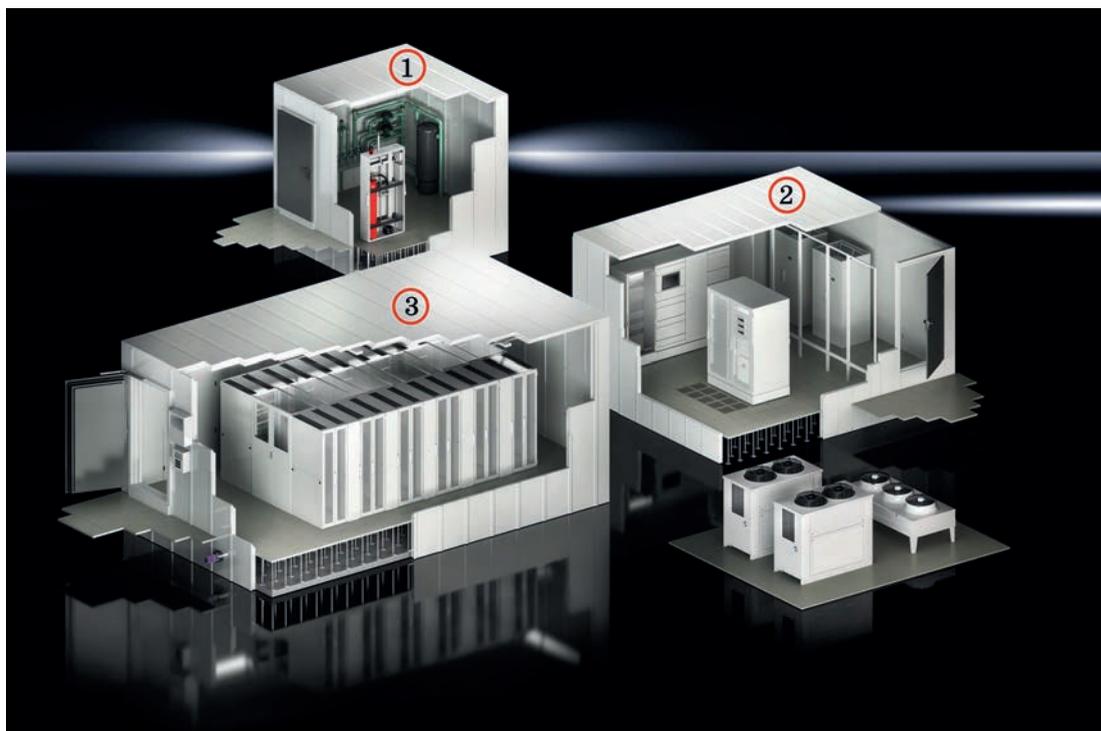


Рис. 2. Варианты модульных помещений безопасности, предлагаемых компанией Rittal.

вания для них компания Rittal предлагает потребителям эффективные, мобильные контейнеры для ЦОД Plug & Play (рис. 3). Они обеспечивают:

- готовность к вводу в эксплуатацию на момент поставки
- качественно проработанное решение от компании
- идеальное решение для временного или мобильного использования.

Компания Rittal предлагает:

- ЦОД-контейнеры с прямым естественным охлаждением
- ЦОД-контейнеры с комплектом элементов системы охлаждения (Liquid Cooling Package)
- ЦОД-контейнеры с ISO-размерами и с Liquid Cooling.

Благодаря предварительно сконфигурированным готовым модулям ЦОД, возможно создание стандартизированных инфраструктур ЦОД. Модули ЦОД включают в себя все необходимые компоненты, например, ИТ-системы шкафов, системы защиты и распределения питания, охлаждения, мониторинга и решения в области безопасности. Все модули ЦОД являются предсобранными, поставляются со склада и позволяют быстро сформировать не-

обходимое заказчику решение.

ИТ-сейфы безопасности Rittal

Для любых требований по безопасности бизнеса компания Rittal имеет необходимую продукцию [5, 6]. Помимо помещений безопасности, оптимальную защиту ИТ-оборудования от физических рисков предоставляют сейфы безопасности. Это оборудование предназначено для средних предприятий. Компактные сейфы, выполняющие функции физической оболочки отдельных серверных шкафов, обеспечивают высокую степень защиты, занимая при этом минимальную площадь. Такие свойства, как модульность и масштабируемость, позволяют при необходимости увеличивать количество защищенного оборудования.

Различные уровни защиты позволяют выбрать соответствующее потребностям решение.

Помимо физической оболочки в форме ИТ-сейфа безопасности следующие компоненты позволяют расширить сейф Rittal до полностью оснащенного компактного ЦОД:

- энергоэффективная система климат-контроля различного исполнения



Рис. 3. Мобильные контейнеры для ЦОД

- модульная система распределения питания
- системы пожаробнаружения и пожаротушения
- система мониторинга
- серверная стойка в качестве 19" несущей конструкции.

Ниже приведена краткая информация о двух типах сейфов безопасности.

Модульный сейф Light

Модульный сейф Light Rittal предоставляет базовую защиту для одного или нескольких серверных шкафов, а также для компактных ЦОД. По причине своего малого веса модульный сейф Light хорошо подходит для установки в тех местах, где пол имеет низкую нагрузочную способность (рис. 4). Опционально выбираемая однодверная система позволяет разместить сейф в ограниченном пространстве.

Преимущества модульного сейфа Light Rittal:



Рис. 4. Модульный сейф Light

- малая масса
- доступны размеры 47 ЕВ и 33 ЕВ для стоек глубиной 1000 мм
- уровень защиты от огня F30

- уровень взломостойкости WK 2.

Компактный базовый сейф

Компактный базовый сейф, оснащенный системой контроля микроклимата, предоставляет надежную базовую защиту для малых ЦОД (рис. 5).

Сейф обеспечивает следующие степени защиты:



Рис. 5. Компактный базовый сейф

- уровень огнестойкости F90 (по DIN 4102) – более 10 минут при соблюдении предельных значений 70 °С и относительной влажности воздуха < 85%

- защиту от пыли и струй воды IP55 (EN 60529)

- уровень взломостойкости WK 2 (EN 1627).

Сейф с системой микроклимата монтируется на заводе и поставляется готовым к эксплуатации.

Преимущества компактного базового сейфа Rittal

- базовая защита для малых ЦОД
- поставка системы в сборе со встроенным контролем микроклимата
- совместимость с другим инфраструктурным оборудованием

• удобство обслуживания и проведения сервисных работ.

Возможны варианты поставки сейфов с одной и двумя дверями.

Модульные сейфы защищают оборудование, которому необходима оптимальная рабочая температура. В зависимости от уровня тепловыделения в сейф может быть установлена система охлаждения мощностью от 2,5 до 30 кВт. Системы охлаждения оснащены раздельными, герметично отделенными друг от друга внутренним и внешним контурами.

Таким образом, пыль и коррозионные газы не могут попасть в модульный сейф через систему контроля микроклимата. Внутренний и внешний блоки соединяются через систему трубопроводов теплоносителя (воды) и каналы управления, которые заводятся через кабельные вводы сейфа и надежно изолированы с точки зрения противопожарной защиты.

Холодный воздух забирается с задней стороны сейфа и подается внутрь горизонтально

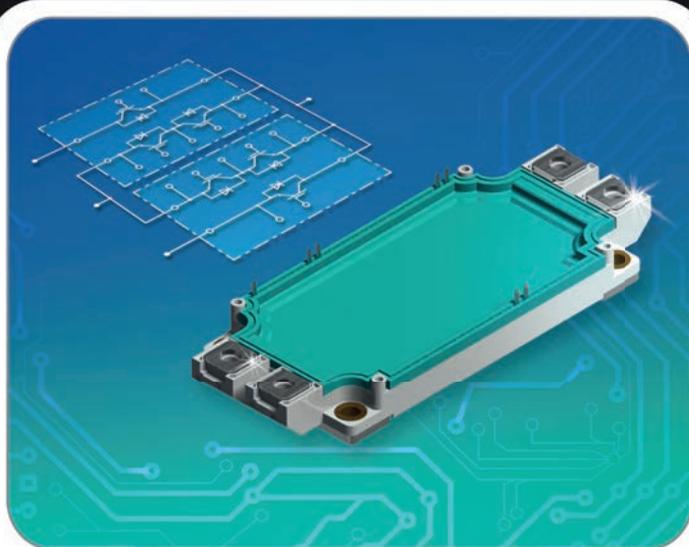
на 19" монтажный уровень. Специальные воздуховоды служат для целенаправленной подачи воздуха, предотвращая столкновение воздушных потоков и обеспечивая энергоэффективное охлаждение.

Более подробную информацию о системах физической защиты IT-оборудования можно найти на сайте компании Rittal.

ЛИТЕРАТУРА

1. http://mx1.algorithm.org/arch/85/85_5.pdf.
2. <http://www.theengineer.co.uk/supplier-network/product/white-paper-on-physical-security-in-it-and-data-centre-technology/>.
3. http://www.rittal.com/com-en/content/en/unternehmen/presse/pressemeldungen/pressemeldung_detail_51456.jsp.
4. http://www.rittal.com/imf/none/5_3483/.
5. http://www.rittal.com/imf/none/5_793/.
6. http://www.rittal.com/imf/none/5_2265/.

SimBus F... гибкие решения для 2- и 3-уровневых топологий



Особенности

- несложное распараллеливание
- надежная конструкция
- короткое замыкание до 10 мс.
- очень малый заряд затвора
- область безопасной работы при обратном смещении 2×1
- защитные диоды
- быстрое и мягкое восстановление
- малое прямое падение напряжения

Приложения

- системы управления двигателями переменного тока
- системы управления приводами роботов
- инверторы солнечных батарей
- инверторы бесперебойных источников питания
- сварочное оборудование
- системы индукционного нагрева
- насосы, вентиляторы

Наименование	U _{кэ} , В	I _{к80} , А
MIXA225PF1200TSF	1200	250
MIXA300PF1200TSF	1200	325
MIXA450PF1200TSF	1200	450
MIXA600PF1200TSF	1200	600
MIXA600PF650TSF	650	490
MIXA225RF1200TSF	1200	250
MIXA600AF650TSF	650	490
MIXA600CF650TSF	650	490
MIXA430LD1200TSF	1200/650	430/345

New



VD MAIS – поставщик продукции компании IXYS в Украине

тел.: (044) 220-0101, (057) 719-6718, (0562) 319-128, (032) 245-5478,
(095) 274-6897, (048) 734-1954, info@vdmiais.ua, www.vdmiais.ua





Hoffman – гарантия надежной работы оборудования

- широкий ассортимент кондиционеров, теплообменников, термоэлектрических охладителей, вентиляторов, нагревателей для корпусов, термостатов и принадлежностей
- инженерные ресурсы: циклические термокамеры, аэродинамические испытания, камеры соляного тумана, промывка под высоким давлением, акустическая камера
- возможность модифицировать и разрабатывать решения по индивидуальным заказам
- сертификация на соответствие требованиям стандартов ISO 9001, EN, UL, cUL

Области применения:

- автоматизация производства
- машиностроение
- IT и телекоммуникации
- пищевая промышленность
- энергетика
- системы защиты и безопасности
- транспорт и его инфраструктура

www.hoffmanonline.com



VD MAIS – официальный дистрибьютор фирм Schrott&Hoffman в Украине

тел.: (044) 220-0101, (057) 719-6718, (0562) 319-128, (032) 245-5478,
(095) 274-6897, (048) 734-1954, info@vdmals.ua, www.vdmals.ua

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ БИПОЛЯРНЫЙ ЦАП С ВЫСОКИМ РАЗРЕШЕНИЕМ *

NEW COMPLETE, HIGH RESOLUTION, AND EASY TO USE, UNIVERSAL SOLUTION

В статье рассмотрены особенности нового многофункционального биполярного ЦАП и преимущества его архитектуры в системном применении.

Abstract – The article will explore the latest advances in bipolar DAC architectures and how these topologies can address and system challenges.

И. Обалдия, Дж. Френила

E. Obaldia, J. Frenila

Системы сбора данных используются для измерения электрических и физических величин, таких как напряжения и токи, давление, температура и др. В этих системах широко применяются микропроцессоры и микроконтроллеры для обработки сигналов. Системы сбора данных содержат сенсоры, усилители, преобразователи данных, контроллеры со встроенным программным обеспечением, поддерживающим обработку данных по заданному алгоритму.

Если такая система выполняет функции управления, необходимо, чтобы сенсоры, пре-

образующие физическую величину в электрический сигнал, имели достаточную чувствительность. Кроме того, следует учитывать погрешности в канале измерения этой системы, прежде всего такие, как погрешность смещения и погрешность усиления измерительного сигнала. В высококачественных системах сбора данных выполняется автоматическая калибровка и коррекция погрешности измерительного канала.

На рис. 1 приведена функциональная схема системы для измерения давления.

В ней показано, как биполярные ЦАП типа

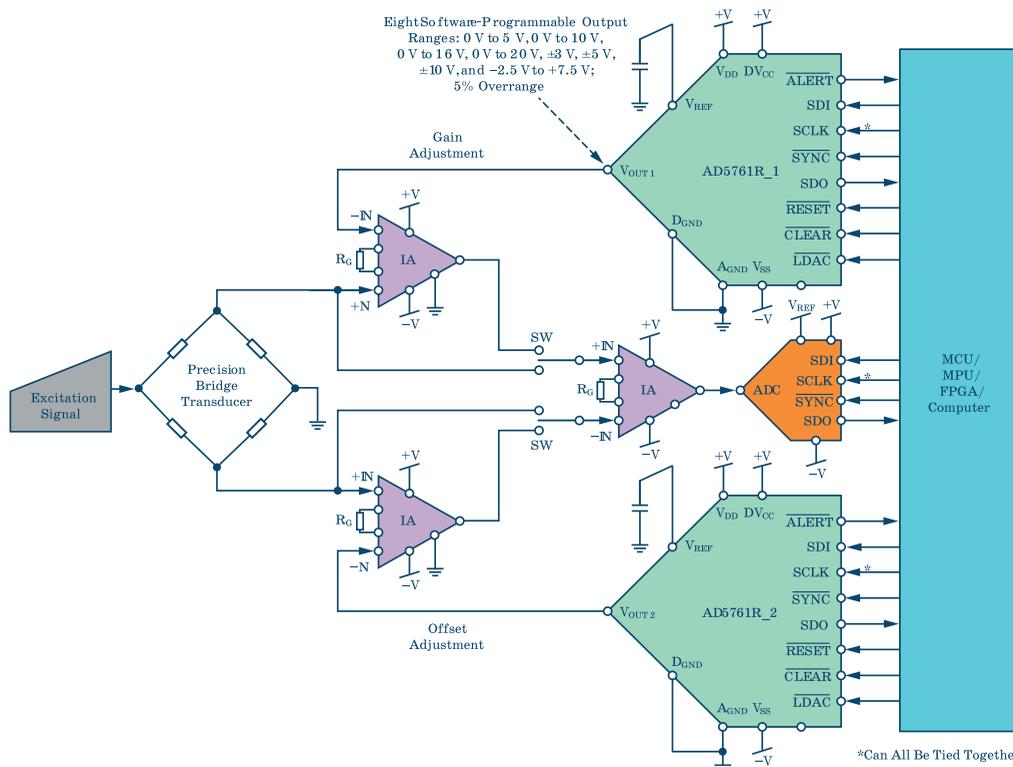


Рис. 1. Функциональная схема системы сбора данных с автоматической калибровкой

AD5761R используются для автоматической коррекции погрешностей коэффициента усиления и смещения нуля. Прецизионный мостовой преобразователь на входе системы преобразует давление в напряжение. Амплитуда напряжения на выходе мостового преобразователя не превышает нескольких десятков милливольт, поэтому выходной сигнал преобразователя усиливается измерительным усилителем. В малый сигнал на выходе мостового преобразователя вносят искажения температурный дрейф усилительного каскада, наводки и разброс параметров пассивных компонентов.

Благодаря использованию в системе сбора данных ЦАП типа AD5761R осуществляется коррекция погрешности измерительного канала. Применение биполярного ЦАП существенно упрощает процесс калибровки. ЦАП AD5761R легко программируется через четырехпроводной SPI-интерфейс.

На рис. 2 приведена структурная схема простой автоматической системы для измерения физических величин. Так, например, термопары с холодным спаем для компенсации нели-

нейности широко применяются в промышленном оборудовании. Полученное на выходе термопары напряжение усиливается, фильтруется и преобразуется в цифровой код, который поступает в процессор для последующей обработки. Затем обработанные процессором данные поступают в ЦАП, который формирует управляющий сигнал для управления исполнительными механизмами: вентиляторами, компрессорами, охлаждательными установками и т.п. Подобные системы могут быть использованы для измерения давления, вибраций и других механических величин. Такие системы применяются в химической промышленности, транспортных системах и т.п.

Биполярный ЦАП AD5761R отличается высоким разрешением, содержит опорный источник с малым дрейфом. Выходной диапазон этого ЦАП легко программируется. Он может использоваться не только для управления исполнительными механизмами, но и коррекции погрешности измерительных каналов систем сбора данных. ЦАП AD5761R выпускается в корпусе типа LFCSP или TSSOP и может

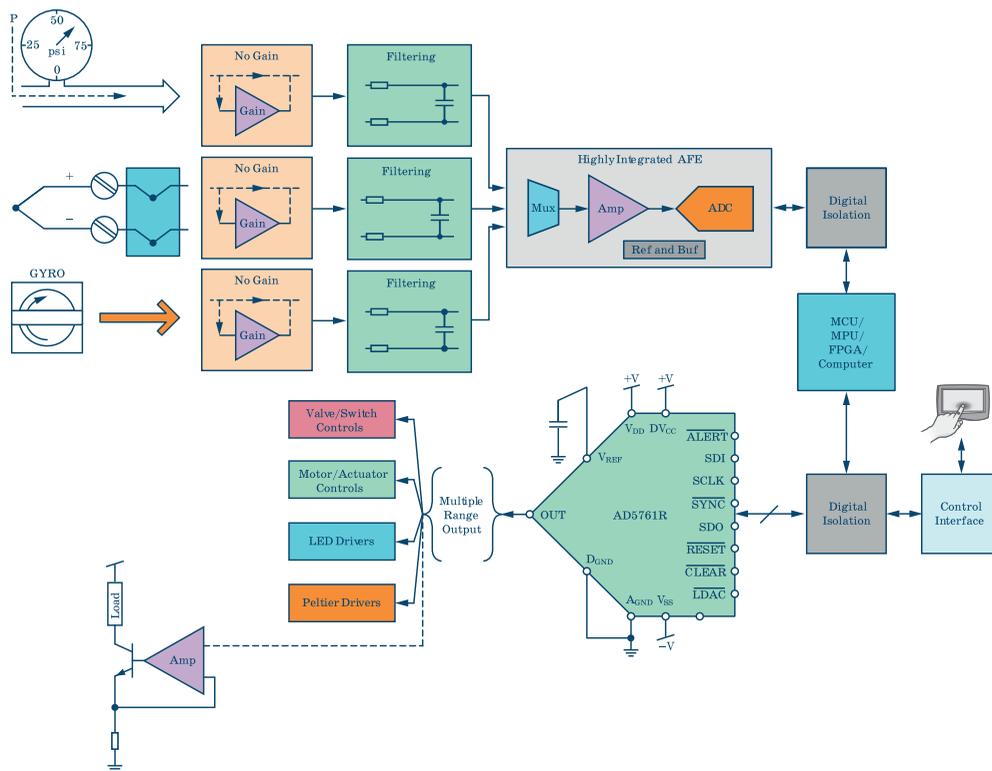


Рис. 2. Структурная схема простой автоматической системы для измерения физических величин

работать в диапазоне температур от -55 до 125 °С.

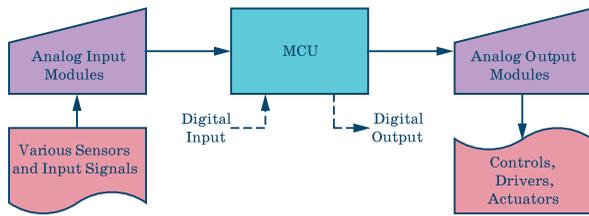


Рис. 3. Узлы системы управления

Высококачественные ЦАП широко применяются в логических контроллерах, рис. 3.

На рис. 4 приведена схема промышленного контроллера, в котором вход электрически изолирован от выхода. Контроллер представляет собой четыре независимых узла: аналоговый входной, аналоговый выходной, цифровой входной и цифровой выходной узлы. К входам этого контроллера подключены различные сенсоры, отличающиеся амплитудой и частотой выходного сигнала. В таких системах необходимо обеспечить высокие точность и

разрешение как входных, так и выходных цепей. Если необходимо обеспечить точность 16 разрядов и выше, на входе промышленного контроллера используются сигма-дельта АЦП с высоким разрешением, а на выходе применяются прецизионные ЦАП с выходом по току или напряжению. Применение на выходе промышленных контроллеров ЦАП типа AD5761R кроме высокой точности и разрешения позволяет обеспечить высокий уровень интеграции и простоту применения проектируемого устройства в целом.

ЦАП находят широкие применения в контуре управления двигателями, в частности, в инфузионных насосах. Инфузионные насосы используются в клиниках для долговременно дозированного введения растворов, высокоактивных лекарственных препаратов, питательных веществ в вену пациента. В них задается скорость, доза препарата и равномерность ее подачи. Это сложные, высокоточные и высоконадежные устройства, содержащие множество сенсоров, таких как сенсоры отказа, сенсоры отключения питания, сенсоры передав-

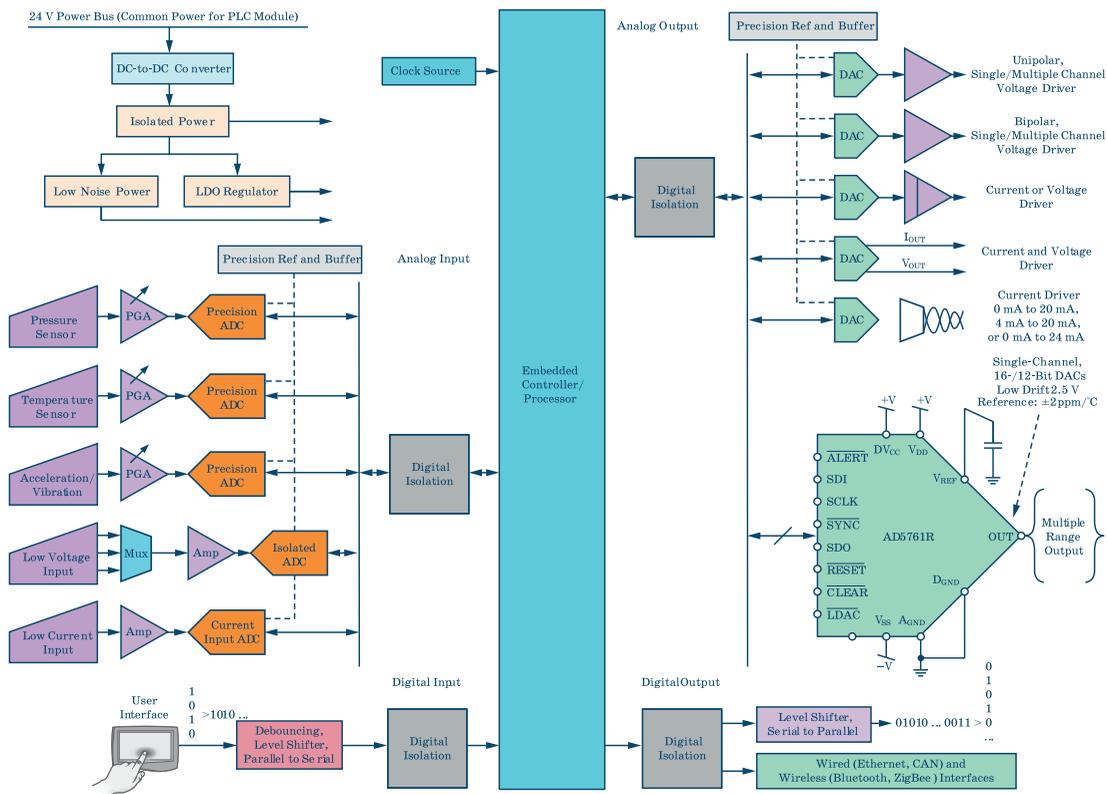


Рис. 4. Функциональная схема программируемого логического контроллера

ливания трубки, сенсоры воздуха в линии, сенсоры давления и др. Они, как правило, включают библиотеки лекарств с программно перестраиваемыми пределами для избегания неконтролируемого потока лекарств, запоминают тысячи событий терапии, включая лоты лекарств, дату и время их введения. Во время работы инфузионного насоса встроенный микроконтроллер непрерывно получает данные ото всех датчиков, включая данные работы двигателя, вырабатывает управляющие воздействия, которые через прецизионный ЦАП типа AD5761R поступают на исполнительные механизмы, рис. 5.

ВЫВОДЫ

1. Биполярный прецизионный ЦАП типа AD5761R может быть использован в современных промышленных контроллерах, системах сбора данных и системах контроля и управления различного назначения.
2. Благодаря высокому разрешению, программируемости выходных напряжений, многофункциональности, наличию высокоточного встроенного опорного источника этот преобразователь позволяет повысить системные параметры и уменьшить размеры проектируемых на его основе изделий.

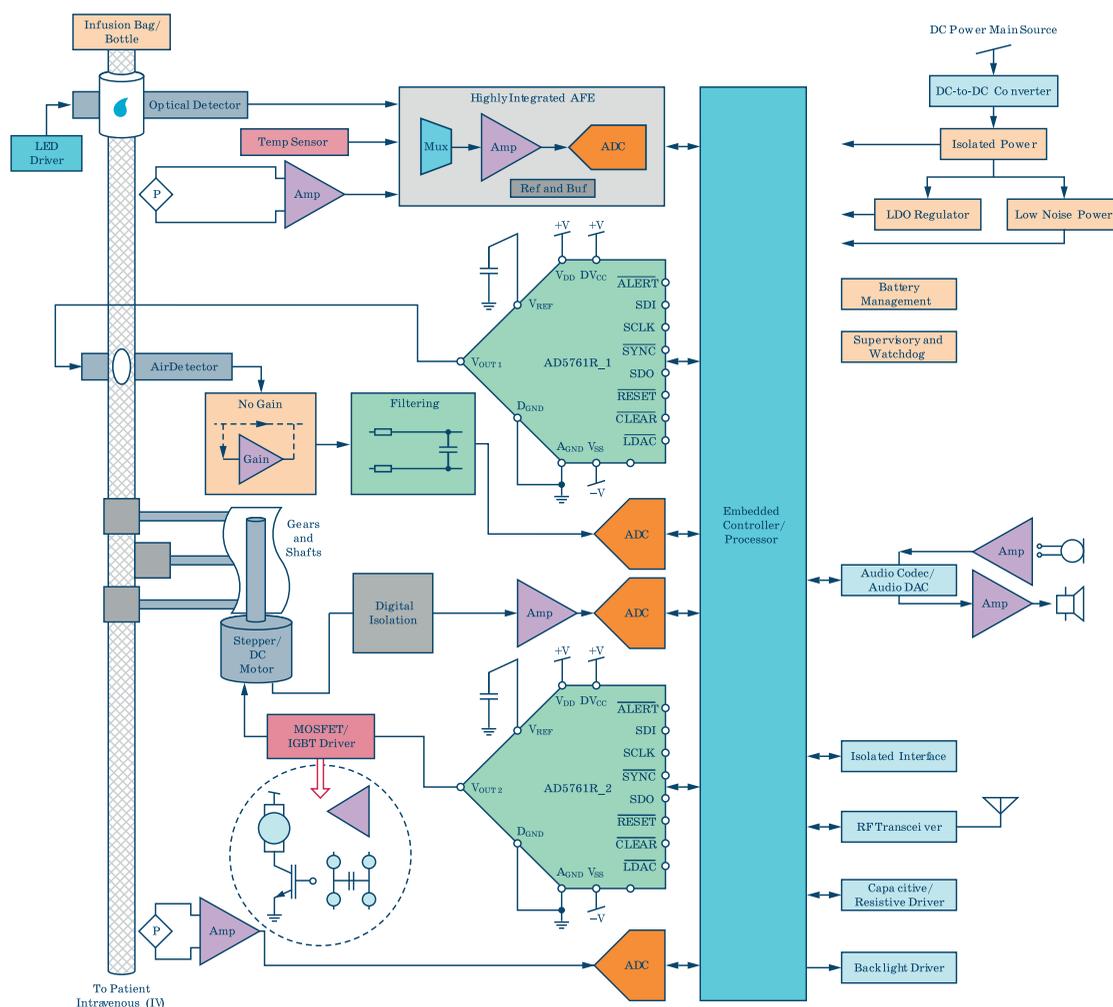


Рис. 5. Система управления инфузионного насоса

* Obaldia E., Frenila J. New complete, high resolution, and easy to use, universal solution. Analog Dialogue, 49-12, December 2015, www.analog.com. Сокращенный перевод с английского и комментарии В. Романова.

НМС7357: арсенид-галлиевый СВЧ-усилитель

НМС7357: GaAs pHEMT MMIC



В 2014 г. компания Analog Devices приобрела полный пакет акций компании Hittite Microwave Corporation, которая специализировалась на выпуске с использованием современных технологий высококачественных твердотельных СВЧ-усилителей, а также средств измерения для диапазона ВЧ/СВЧ.

НМС7357LP5GE – сверхвысокочастотная интегральная микросхема (Monolithic Microwave Integrated Circuit – MMIC). Монолитный арсенид-галлиевый усилитель мощности НМС7357LP5GE создан на базе технологии с использованием псевдоморфных транзисторов с высокой подвижностью электронов (High Electron Mobility Transistor – HEMT). Выходная мощность усилителя 2 Вт, диапазон частот 5.5...8.5 ГГц. В таблице даны основные параметры усилителя НМС7357LP5GE. На рис. 1 приведена его структура, на рис. 2 – зависимость коэффициента усиления (GAIN), мощности насыщения (P_{SAT}) и мощности на уровне P1 от тока потребления (I_{DD}).

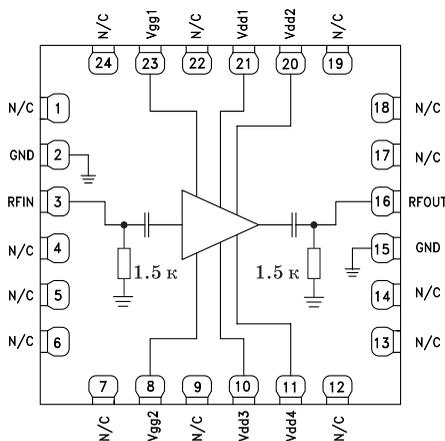


Рис. 1. Структура ИМС НМС7357LP5GE

Дополнительную информацию о предлагаемых компанией Analog Devices СВЧ-усилителях можно найти в сети Интернет по адресу: www.analog.com или в фирме VD MAIS, официальном дистрибьюторе Analog Devices в Украине.

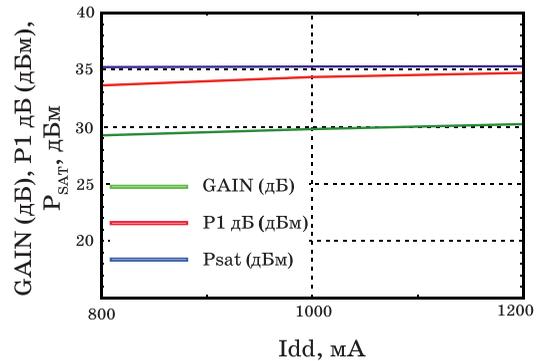


Рис. 2. Зависимость коэффициента усиления (GAIN), мощности насыщения (P_{SAT}) и мощности на уровне P1 от тока потребления (I_{DD})

Таблица. Основные параметры ИМС НМС7357LP5GE

Параметр	Значение
Коэффициент усиление (GAIN), дБ	29
Нестабильность коэффициента усиление, дБ/°С	0.0214
Диапазон частот, ГГц	5.5...8.5
Мощность насыщения (PSAT), дБм	35
Мощность на уровне P1, дБм	34.5
Максимальная входная мощность, дБм	22
Напряжение питания, В	8
Ток потребления (I_{DD}), мА	1200
Напряжение смещения, В	-2...-0.4
Входное и выходное сопротивление, Ом	50
Максимальная рассеиваемая мощность (PDISS) при температуре 85 °С, Вт	12.6
Диапазон рабочих температур, °С	-40...85
Тепловое сопротивление, °С/Вт	7.5
Кол. выводов, тип корпуса и габаритные размеры (мм)	24-plastic SMT (5x5)

* <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/hmc7357.pdf>

СВЕТОДИОДЫ КОМПАНИИ CREE – РЕВОЛЮЦИЯ СВЕТА

Дискретные светодиоды XP-E, MX-6, **XB-D**, **XT-E**,
светодиодная сборка CXA20 для ненаправленных
источников света, применяемых в помещениях



- А- и Е-лампы
- люстры
- напольные лампы
- канделябры
- бра
- настольные лампы



CREE 
LED Light
www.cree.com

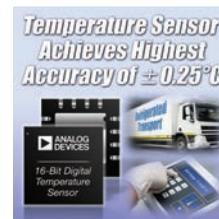


VD MAIS – официальный дистрибьютор компании Cree в Украине

тел.: (044) 220-0101, (057) 719-6718, (0562) 319-128, (032) 245-5478,
(095) 274-6897, (048) 734-1954, info@vdmairs.ua, www.vdmairs.ua

ЦИФРОВЫЕ ТЕМПЕРАТУРНЫЕ СЕНСОРЫ ВЫСОКОЙ ЛИНЕЙНОСТИ *

WORLD'S HIGHEST PERFORMANCE DIGITAL TEMPERATURE SENSORS



Компания Analog Devices освоила выпуск цифровых температурных сенсоров с лучшими в мире параметрами. Это сенсоры ADT7420 и ADT7320, которые обеспечивают 16-разрядное разрешение и высокую линейность в пределах $\pm 0.25\text{ }^{\circ}\text{C}$ в диапазоне температур от -20 до $105\text{ }^{\circ}\text{C}$. Высокая точность этих сенсоров позволяет исключить операцию усреднения в процессе измерения температуры, что дает возможность увеличить быстродействие, надежность и точность проектируемых на их основе систем контроля и управления.

Применение температурных сенсоров ADT7420 и ADT7320 не требует специальных средств калибровки. Сенсоры содержат интерфейсы I²C (ADT7420) и SPI (ADT7320).

Напряжение питания температурных сенсоров - от 2.7 до 5.5В, диапазон рабочих температур $-40\text{...}150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Типовой ток потребления 210 мкА при напряжении питания 3.3 В. Отметим, что сенсоры имеют режим пониженного потребления, при этом ток потребления составляет 46 мкА, а также режим отключения от электропитания. При системном применении сенсоры определяют выход температуры за заданные программно пределы.

Основное применение температурных сенсоров:

- замена термопар и термометров сопротив-

ления

- медицинское оборудование
- цепи компенсации температуры холодного спая
- системы тестирования и промышленного контроля
- контроль температуры при хранении и транспортировке продуктов питания
- системы мониторинга температуры окружающей среды
- кондиционеры, вентиляторы, системы отопления, бойлеры и т.п.

Функциональная схема сенсора ADT7420 приведена на рис. 1, а на рис. 2 – временные характеристики сенсоров.

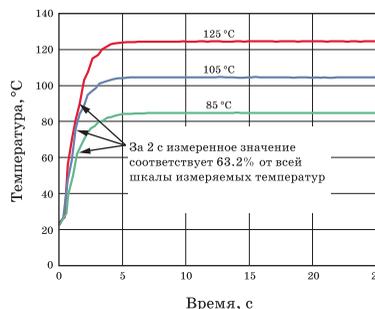


Рис. 2. Временные характеристики сенсоров

* <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADT7420.pdf>

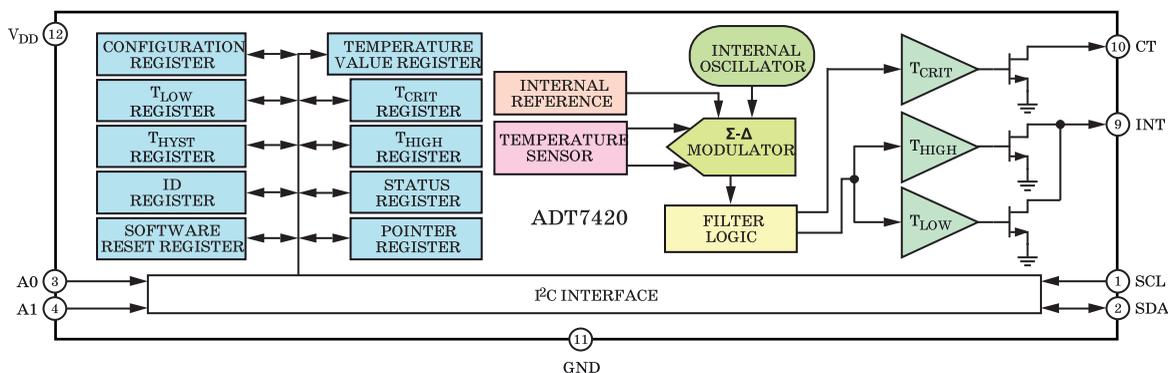


Рис. 1. Функциональная схема сенсора ADT7420

НОВЫЕ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ МОЩНОСТЬЮ 25 Вт СЕРИИ MFK ДЛЯ ТЯЖЕЛЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ



В статье приведена краткая информация о серии новых DC/DC-преобразователей большой мощности серии MFK, предназначенных для тяжелых условий эксплуатации, и о помехоподавляющих фильтрах, выпускаемых компанией Interpoint.

NEW INTERPOINT® MFK SERIES™ 25 WATT DC-DC CONVERTER

Abstract – The article presents brief information about the new series of DC/DC converters high power series MFK and EMI filters, manufactured by Interpoint company.

В. Макаренко

V. Makarenko

Новые DC/DC-преобразователи Interpoint® MFK Series™ имеют широкий диапазон входных напряжений от 16 до 50 В, выходную мощность 25 Вт и при этом обеспечивают КПД 87% и удельную мощность 42 Вт/дюйм³ [1].



Основные характеристики преобразователей:

- диапазон входных напряжений 16...50 В
- выходные напряжения в преобразователях с одним выходным напряжением 1.8, 2.5, 3.3, 5, 12, 15 и 28 В
- выходные напряжения в преобразователях с двумя выходными напряжениями ± 5 , ± 7 , ± 12 и ± 15 В
- защита от пониженного напряжения на входе

- защита от короткого замыкания на выходе
 - частота переключений преобразователя (типичное значение) 500 кГц
 - выдерживает в течение 1 с напряжение на входе до 65 В
 - диапазон рабочих температур от -55 до 125 °С
 - обеспечивают полную изоляцию первичной и вторичной цепей
 - габаритные размеры 37.08×28.70×9.14 мм.
- Гальваническая развязка первичной и вторичной цепи обеспечивается высокочастотными трансформаторами как в прямой цепи, так и в цепи обратной связи. На рис. 1 приведена функциональная схема преобразователя с двумя

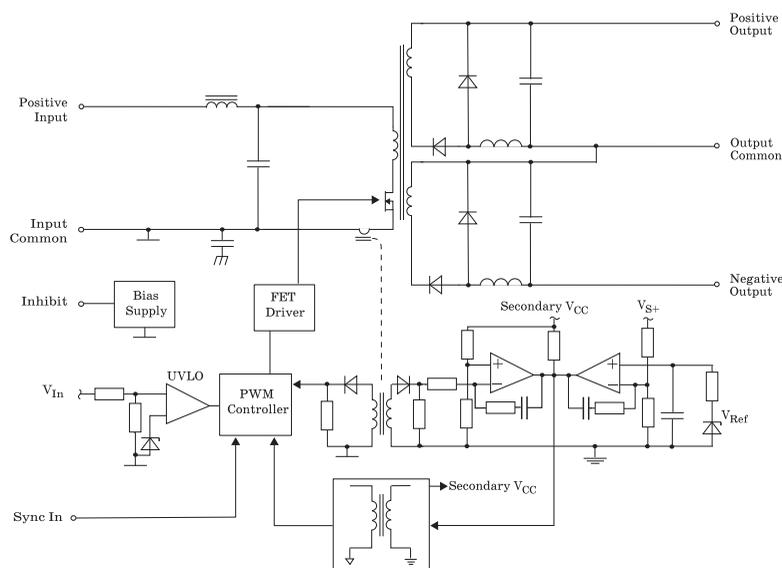


Рис. 1. Функциональная схема DC/DC-преобразователя серии MFK с двумя выходными напряжениями

мя напряжениями на выходе.

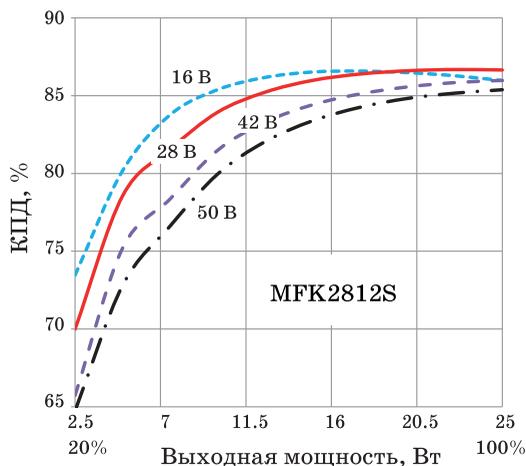
Акустический шум преобразователя в звуковом диапазоне частот не превышает 50 дБ. Время нарастания выходного напряжения от 50 до 100% не более 400 мкс.

Встроенные конденсаторы фильтра уменьшают потребность в подключении внешних компонентов. Для удовлетворения требованиям стандартов MIL-STD-461C и MIL-STD-461D по уровню кондуктивных помех, создаваемых при работе преобразователей, рекомендуется использовать фильтр FMCE-0328, выпускаемый компанией Crane Aerospace & Electronics (Interpoint) [2].

Включение/выключение преобразователя обеспечивается путем отключения внутреннего силового ключа. В результате отключения на выходе напряжение падает до нуля, а ток потребления преобразователя уменьшается. Для отключения преобразователя на вход Inhibit необходимо подать напряжение низкого уровня (менее 0.8 В). Для включения преобразователя необходимо подать напряжение 8.5...12 В на этот же вход. Ток управления по входу Inhibit не превышает 4 мА.

Частота коммутации преобразователя может быть синхронизирована с частотой внешнего генератора тактовых сигналов. Диапазон изменения частоты от 450 до 550 кГц.

Система защиты от короткого замыкания ограничивает выходной ток величиной 115% от номинального значения, а система защиты от пониженного напряжения на входе отключает преобразователь при $U_{вх} < 15$ В.



Пульсации входного тока в диапазоне частот от 10 кГц до 20 МГц не более 80 мА (30 мА типовое значение).

На рис. 2 приведены зависимости КПД двух типов преобразователей (MFK2812D – $U_{вых} = 12$ В и MFK2815D – $U_{вых} = 15$ В) при различных напряжениях на их входе и различной мощности, отдаваемой в нагрузку.

Фильтр электромагнитных помех FMCE-0328, рекомендованный для применения совместно с преобразователями серии MFK, имеет следующие характеристики:

- вносимое затухание на частоте 500 кГц не менее 60 дБ (типовое значение)
- диапазон входных напряжений от -0.5 до 50 В
- выходной ток 3 А
- входная и выходная емкости не более 0.024 мкФ
- диапазон рабочих температур от -55 до 125 °С
- габаритные размеры 37.08×28.70×8.38 мм
- масса 32 г
- соответствует требованиям стандартов
 - ♦ MIL-STD-461C CE03
 - ♦ MIL-STD-461D, E и F CE102
 - ♦ MIL-STD-461C CS01
 - ♦ MIL-STD-461D, E и F CS101
 - ♦ MIL-STD-704 A-E 28 VDC power bus.

Фильтр обеспечивает эффективное подавление помех в диапазоне частот от 100 кГц до 50 МГц. Падение постоянного напряжения на фильтре не превышает 2% от значения входного напряжения.

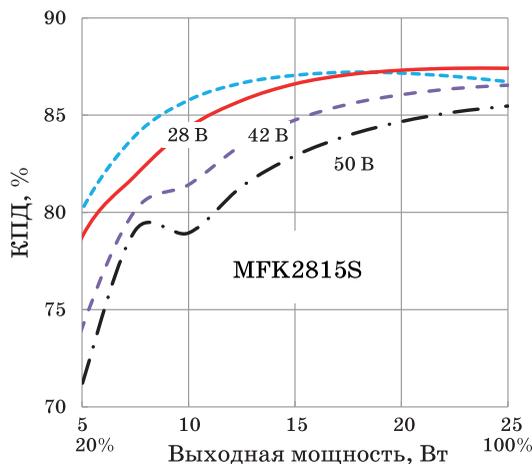


Рис. 2. Зависимости КПД преобразователей серии MFK от входного напряжения и выходной мощности

Принципиальная схема фильтра приведена на рис. 3, а графики зависимости сопротивления и вносимого затухания от частоты – на рис. 4.

Эффективность применения фильтра помех иллюстрирует рис. 5. На рис. 5,а приведен спектр помех на входе преобразователя без фильтра, а на рис. 5,б с фильтром FMCE-0328.

Более подробную информацию о DC/DC-преобразователях серии MFK и различных помехоподавляющих фильтрах можно найти в [3] и на сайте компании Grane (Interpoint).

ЛИТЕРАТУРА

1. http://www.interpoint.com/product_documents/MFK_DC_DC_Converters.pdf
2. http://www.interpoint.com/product_documents/FMCE-0328_EMI_Input_Filters.pdf
3. http://www.interpoint.com/news/article/new_interpoint_mfk_series_25_watt_dc_dc_converter.

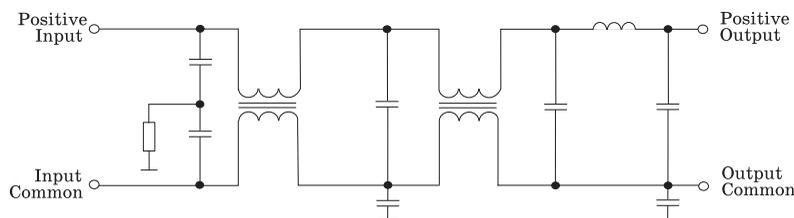
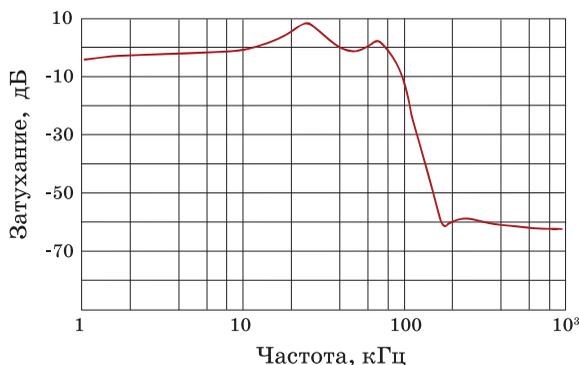
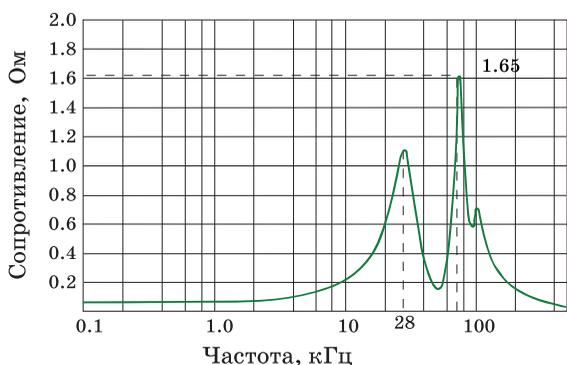


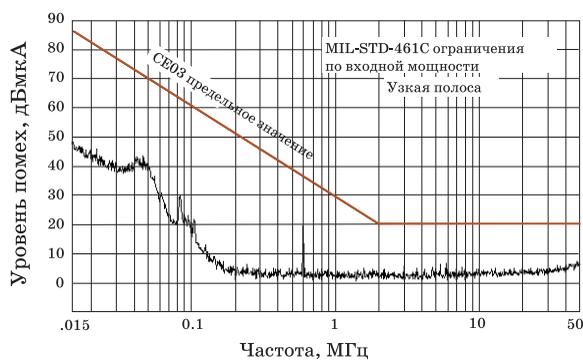
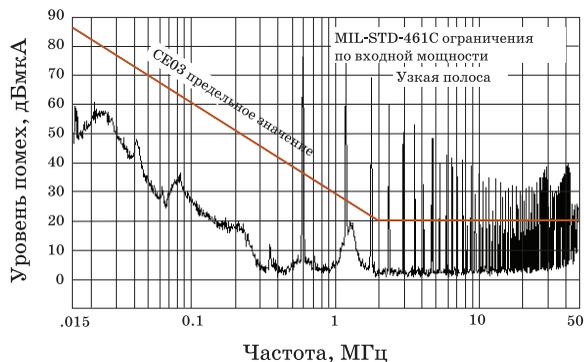
Рис. 3. Принципиальная схема фильтра FMCE-0328



а)

б)

Рис. 4. Графики зависимости сопротивления фильтра (а) и вносимого затухания (б) от частоты



а)

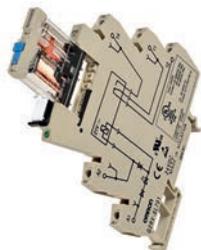
б)

Рис. 5. Графики спектра шумов на входе преобразователя серии MFK без использования помехоподавляющего фильтра (а) и с использованием фильтра FMCE-0328 (б)

НОВОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ РЕЛЕ OMRON С ТЕСТОВЫМ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕМ



G2RV INDUSTRIAL RELAY WITH UNIQUE LOCKABLE TEST-SWITCH



Реле предназначено для использования в интеллектуальных автоматизированных системах "умных" промышленных предприятий будущего. Это новое реле дополняет серию реле G2RV и имеет запатентованный запираемый тест-переключающий механизм, который позволяет операторам и инженерам проверять функционирование устройств, машин или для имитации работы привода, когда один или более модулей работают в автономном режиме, либо были отключены.

Тест-выключатель оснащен поворотной защитной крышкой для предотвращения случайного нажатия, а также дает возможность операторам видеть, что переключатель защищен, если смотреть издали, что очень важно при эксплуатации устройств в опасных условиях.

Тест-выключатель оснащен поворотной защитной крышкой для предотвращения случайного нажатия, а также дает возможность операторам видеть, что переключатель защищен, если смотреть издали, что очень важно при эксплуатации устройств в опасных условиях.

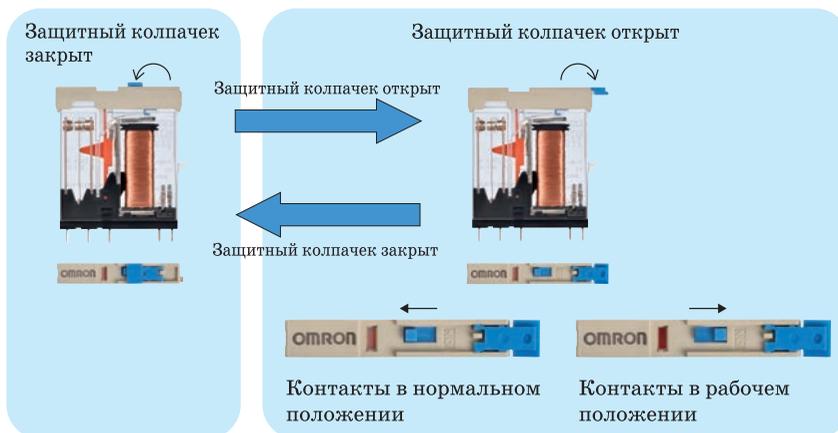


Рис. 1. Положения тест-переключателя в различных режимах работы реле

Основные характеристики реле G2RV-SL

Тип	Контакты	Напряжение питания обмотки	Характеристики контактной группы	Число срабатываний
G2RV-SL	SPDT (группа на перекл.)	12, 24 В (DC) 24, 48 В (AC/DC) 110, 230 В (AC)	250 В (AC) 6 А (резистивная нагрузка) 250 В (AC) 2.5 А 30 В (DC) 6 А (резистивная нагрузка) 30 В (DC) 2 А (L/R = 7 мс)	50 000
		12...48 В (DC) 24...230 В (AC)	400 В (AC) 2 А (резистивная нагрузка)	6 000

Если тест-переключатель в левом положении (рис. 1), реле работает в нормальном режиме. А если в правом, то контакты реле принудительно переключаются механическим толкателем, приводимым в движение тест-переключателем.

Это единственное тонкое промышленное реле на рынке, которое разработано специально для таких применений. Толщина реле G2RV составляет всего 6 мм.

Реле с такой толщиной идеально подходит для компактных панелей и оборудования, обладая при этом высокими характеристиками по долговечности и надежности, необходимыми для промышленных применений.

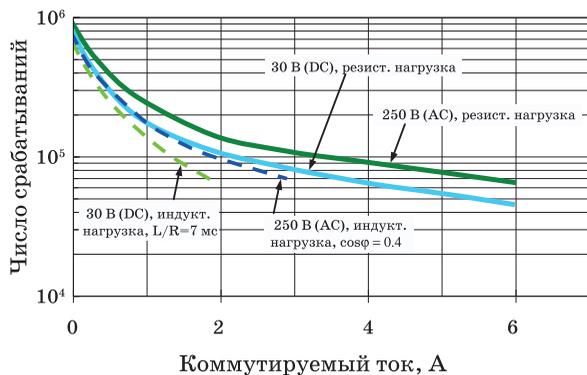
Зависимости гарантированного числа сра-

батываний реле от коммутируемого тока при различных напряжениях и максимального коммутируемого тока от величины коммутируемого напряжения приведены на рис. 2.

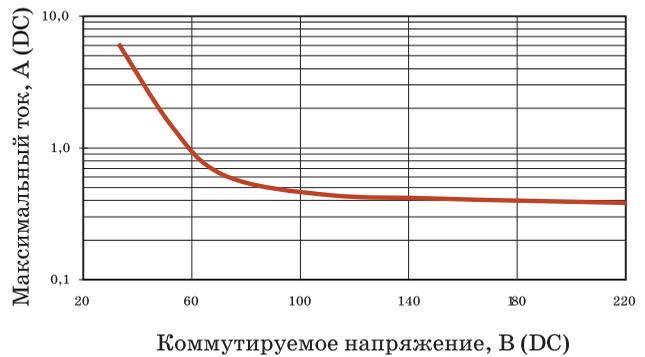
Более подробную информацию о характеристиках реле можно найти в [1, 2].

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://industrial.omron.eu/en/news/product-news/g2rv-test-switch?page=1&limit=10>.
2. <https://downloads.omron.eu/IAB/Products/Switching%20Components/Electromechanical%20Relays/Industrial%20Plug-in%20Relays/G2RV/J11E/J11E-EN-07+G2RV+Datasheet.pdf>.



а)



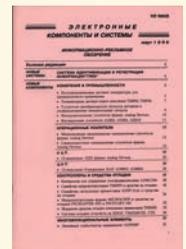
б)

Рис. 2. Зависимости гарантированного числа срабатываний реле от коммутируемого тока при различных напряжениях (а) и максимального коммутируемого тока от величины коммутируемого напряжения (б)



УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Вот уже 20 лет мы знакомим Вас с новейшими достижениями в области электроники, которые неразрывно связаны с развитием нано- и микроэлектронных технологий, созданием новых электронных компонентов и систем. С ростом интеграции электронных компонентов увеличивается сложность их применения и проектирования на их основе инновационных изделий. Производство таких изде-



лий невозможно без новых роботизированных линий по сборке и монтажу отдельных элементов и систем в целом.

Знакомя Вас с новыми тенденциями в области электронных технологий, мы используем опыт как транснациональных компаний, так и достижения научно-производственной фирмы VD MAIS, который за эти годы достиг мирового уровня.

Наш журнал с 2014 года издается в современном электронном формате и доступен разработчикам сложной техники не только в Украине, но и в других странах ближнего и дальнего зарубежья.

Желаем Вам, дорогие наши читатели, новых творческих успехов, всегда рады оказать Вам необходимую помощь в проектировании и создании новых устройств и систем на основе современных электронных компонентов и технологий.

МАЛОГАБАРИТНЫЕ РАЗЪЕМЫ 369 СЕРИИ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ НА ПАНЕЛЯХ



DEUTSCH 369 SERIES PANEL-MOUNT CONNECTORS



Компания TE connectivity освоила выпуск новых разъемов серии 369, отличающихся высокой надежностью и предназначенных для использования в аэрокосмической промышленности.

Конструкция разъемов обеспечивает легкий, быстрый монтаж на платы, панели, кронштейны, шасси или рамы. Интегрированные защелки не требуют никаких дополнительных элементов крепления. Достаточно вставить разъем в прорезанное в панели отверстие, и он будет надежно зафиксирован. Демонтировать разъем также можно очень быстро. Предусмотрена возможность установки разъемов на панели различной толщины. Разъемы комплектуются уплотнителями (шумопоглощающими прокладками) для надежной фиксации разъемов на панелях при значительных вибрациях.

Соединители прямоугольной формы позволяют эффективно использовать поверхность панели для установки большого количества разъемов (рис. 1). Новые разъемы полностью совместимы со стандартными разъемами 369 серии.

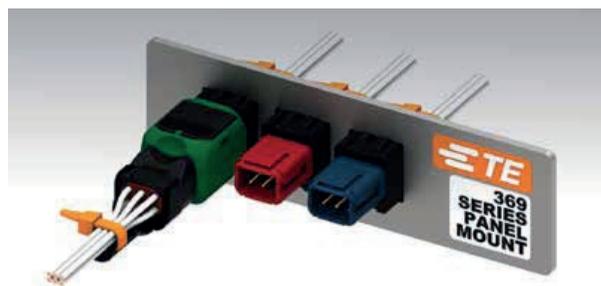


Рис. 1. Крепление малогабаритных разъемов серии 369 на панели

Кнопка фиксации обеспечивает надежное сопряжение соединителей.

Разъемы обеспечивают полную герметизацию места соединения и могут эксплуатироваться в помещениях с высокой влажностью.

Использование композитных материалов для изготовления разъемов обеспечивает низкую токсичность, слабое выделение дыма и позволяет удовлетворять требованиям аэрокосмической промышленности по воспламеняемости.

Малогабаритные разъемы 369 серии пред-

назначены для использования в таких системах аэрокосмической промышленности:

- освещения
- обслуживания пассажирских кресел
- развлечений
- управления жалюзи на иллюминаторах
- камбуза.

Основные характеристики разъемов:

- используемые материалы
 - уплотнения: флуоресцирующий силикон
 - корпуса: полиэфиримид (PEI)
 - контактов: позолоченный медный сплав
- электрические характеристики
 - сопротивление изоляции: ≥ 5000 МОм
 - диэлектрическая прочность: 1500 В (среднеквадратичное значение), ток утечки меньше

2 мА

- рабочий ток: 5 А.

Общие характеристики:

- диапазон рабочих температур -55...175 °С
- показатель уровня степени защиты IP67
- выдерживаемое уплотнением давление 12.1 кПа (соответствует перепаду высоты 15 км)

- выдерживаемые вибрации по EN2591-403,

метод В, уровень Е, 8 часов/ось

- долговечность: 500 циклов соединения минимум
- удары по EN2591-402, метод А, степени жесткости 100
- защищенность от воздействия влаги по EN2591-315
- воспламеняемость, дым, токсичность в соответствии с требованиями FAR 25.853, приложение F.

Габаритные размеры разъемов приведены на рис. 2.

Более подробную информацию о характеристиках разъемов серии 369 можно найти в [1, 2].

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.te.com/usa-en/about-te/news-center/deutsch-369-series-panel-mount-connectors.html>.

2. http://www.te.com/commerce/DocumentDelivery/DDEController?Action=srchrtv&DocNm=1-1773876-1_369panelmt&DocType=DS&DocLang=EN.

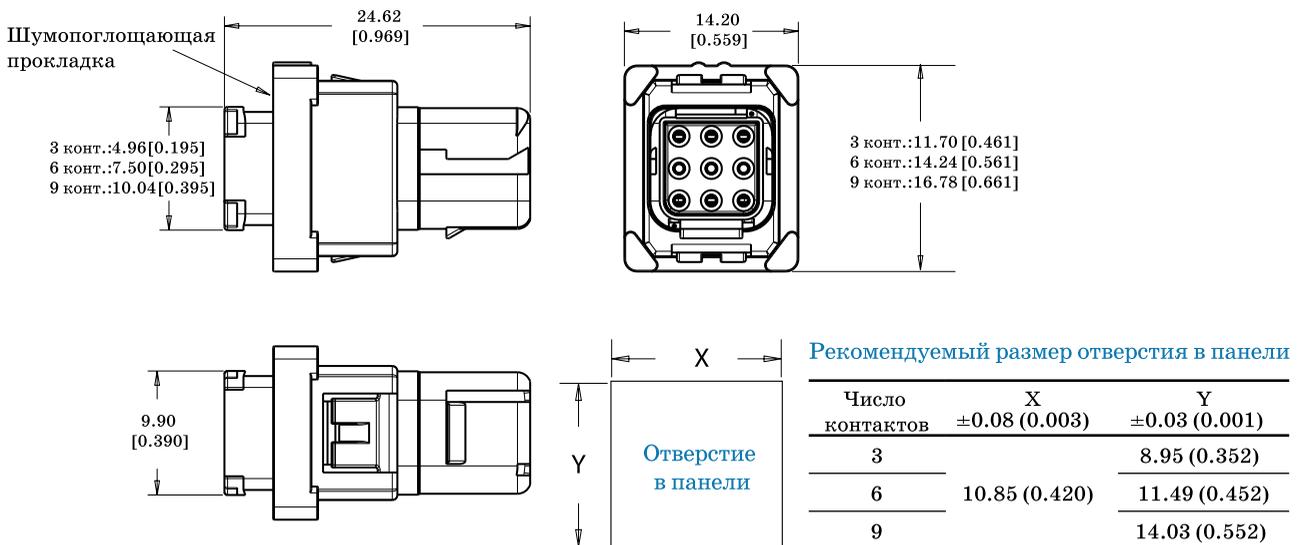


Рис. 2. Габаритные размеры малогабаритных разъемов серии 369

1 прибор. 6 инструментов. Неограниченные возможности



MDO3000 – 6-in-1 – осциллограф и анализатор спектра со множеством совмещенных функций

Комбинированный осциллограф MDO3000, предназначенный для исследования аналоговых, цифровых и РЧ-сигналов, содержит анализатор спектра и функциональный генератор, а также обеспечивает возможность выполнения функций наиболее востребованных приборов.

Уникальность прибора не только во множестве совмещенных в нем функций, а и в возможности постоянного их наращивания и повышения точности измерения. Исходную конфигурацию прибора определяет пользователь и дополняет ее по мере необходимости.

6 встроенных инструментов:

- модели с полосой частот от 100 МГц до 1 ГГц, 2 или 4 канала, 5 гигавыборок за секунду, объем памяти 10 млн точек на канал
- анализатор спектра 9 ГГц-3 ГГц с полосой захвата 3 ГГц
- логический анализатор: 16 каналов, временное разрешение 121 пс
- генератор сигналов произвольной/специальной формы: 50 МГц, 13 типов сигналов стандартной формы и сигнал произвольной формы
- анализатор протоколов с функцией запуска, декодирования и анализа протоколов последовательной передачи данных
- цифровой вольтметр с 4-разрядным разрешением



VD MAIS – официальный дистрибьютор компании Tektronix в Украине

тел.: (044) 220-0101, (057) 719-6718, (0562) 319-128, (032) 245-5478,
(095) 274-6897, (048) 734-1954, info@vdmiais.ua, www.vdmiais.ua

Tektronix

www.tektronix.com

Научно-технический журнал.
Предназначен для разработчиков
и производителей электронной
и электротехнической аппаратуры,
средств телекоммуникаций, компьютерных
и управляющих систем, промышленной
и транспортной электроники.
Издается с 1996 года.
Учредитель и издатель журнала –
НПФ VD MAIS.

НПФ VD MAIS

Центральный офис:

03061 Киев
ул. М. Донца, 6
Тел.: (+38-044) 220-0101, 492-8852
Факс: (+38-044) 220-0202
E-mail: info@vdmajs.ua
[http:// www.vdmajs.ua](http://www.vdmajs.ua)

Ukraine

03061 Kyiv, M. Dontsia St. 6
tel.: (+38-044) 220-0101, 492-8852
fax: (+38-044) 220-0202

Региональные представительства:

61070 Харьков
ул. Академика Проскуры, 1
тел./факс: (057) 719-6718, 716-4266
s.momot@vdmajs.ua

49006 Днепропетровск
пр. Пушкина, 55, оф. 504
тел./факс: (0562) 319-128
a.bandurko@vdmajs.ua

65005 Одесса
ул. Головкинская, 36, оф. 20
тел./факс: (048)734-1954
a.bilous@vdmajs.ua

79058 Львов
пр. В. Чорновола, 67, оф. 319
тел./факс: (032) 245-5478
s.luschak@vdmajs.ua

Запорожье
Руслан Моисеенко
r.moisejenko@vdmajs.ua
тел. (+380-95) 274-6897