

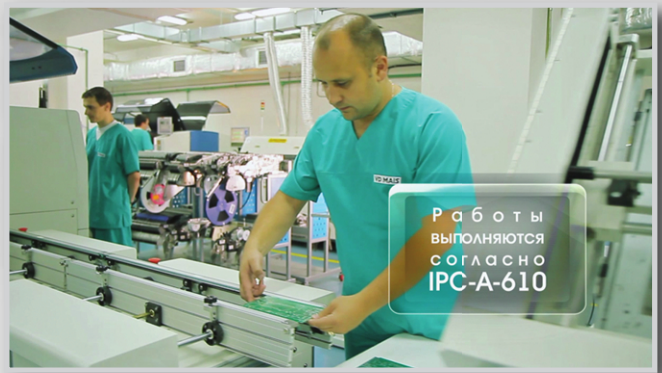


Устройства защиты для систем светодиодного освещения



В номере:

- Автоматические системы для измерения проводимости
- Сенсорные электроды для измерения биопотенциалов
- Особенности проектирования фильтров для прецизионных АЦП
- **Устройства защиты для систем светодиодного освещения**
- SPD-модули компании Mean Well
- Мультиметр-тепловизор FLUKE 279 FC
- Светодиоды большой мощности второго поколения XLAMP® XHP70.2
- Драйвер светодиодов с расширенными функциональными возможностями



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, ISO/TS 16949:2009 и ISO 13485:2003.

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, HANWHA Techwin, ESSEMTEC, TWS, PACE, SEHO, Phoenix Digital Tech с применением расходных материалов фирм AIM и Electrolube.

**ЭЛЕКТРОННЫЕ
КОМПОНЕНТЫ
И СИСТЕМЫ**2017 январь-март
№ 1 (217)МАССОВЫЙ
НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ**Учредитель и издатель:**
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ
ФИРМА VD MA/ISЗарегистрирован
Министерством информации
Украины 24.07.96 г.
Свидетельство о регистрации:
серия КВ, № 2081Б
Издается с марта 1996 г.**Директор фирмы VD MA/IS:**
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@vdmajs.ua**Интернет:** www.vdmajs.ua
www.ekis.kiev.ua**Адрес для переписки:**Украина, 03061 Киев, ул. М. Донца, 6
Подписано к печати 30.03.2017**В ПОМОЩЬ РАЗРАБОТЧИКУ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ**

- М. Паччигар, Р. Лиггеро
Автоматизированные средства проектирования систем с использованием прецизионных АЦП.....3
- М. Паччигар, А. Волш
Новое поколение поразрядных АЦП для систем сбора и обработки данных5
- Дж. Браянт
Как сделать прецизионный источник тока для нелинейно изменяющейся нагрузки 10
- Р. Ли, У. Кестер
Автоматические системы для измерения проводимости с самокалибровкой 11
- С. Ли, Дж. Круз
Сенсорные электроды для измерения биопотенциалов в ЭКГ, ЭЭГ и ЭМГ 14
- С. Кси
Особенности проектирования фильтров для прецизионных АЦП 16
- Р. Курран
Повышение точности систем сбора данных с помощью SiP-технологии21

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

- В. Котигорожко
Устройства защиты для систем светодиодного освещения ..22
- В. Раздобудько
SPD-модули компании Mean Well33

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

- В. Макаренко
Мультиметр-тепловизор FLUKE 279 FC34

ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА

- В. Макаренко
Светодиоды большой мощности второго поколения XLAMP® XHP70.240

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

- В. Цибулько
МС34063 и другие45
- В. Макаренко
Драйвер светодиодов с расширенными функциональными возможностями54

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

- Новое семейство мощных МОП-транзисторов класса X2 HiPerFET™**62
- Расцепитель нового поколения PXR от компании Eaton**64

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

ASK THE APPLICATIONS ENGINEER

M. Pachchigar, R. Liggiero
IGet ADC Data Beyond The Data Sheet3
 M. Pachchigar, A. Walsh
Next-Generation SAR ADC Addresses Pain Points of Precision Data Acquisition Signal Chain Design5
 J. Bryant
Precisian Current Outputs Are Easy to Make Chopped Amplifiers10
 R. Lee, W. Kester
Fully Automatic Self-Calibrated Conductivity Measurement System11
 S. Lee, J. Kruse
Biopotential Electrode Sensors in ECG/EEG/EMG14
 S. Xie
Practical Filter Design Challenges and Considerations for Precision ADCs16
 R. Curran
Improving Precision Acquisition Signal Chain Density Using SiP Technology21

ELECTRONIC COMPONENTS

V. Kotigorozko
Surge protection module for LED lighting22
 V. Razdobudko
Surge protection modules from Mean Well33

MEASURING INSTRUMENTS

V. Makarenko
True-rms thermal multimeter FLUKE 279 FC34

OPTOELECTRONIC COMPONENTS

V. Makarenko
LEDS of high power second-generation XLAMP® XHP70.240

POWER SUPPLIES

V. Tsibulko
MC34063 and others45
 V. Makarenko
LED driver with enhanced functionality54

BRIEF REPORTS

650V X2-class HiPerFET™ Family Power MOSFETS62
The release of a new generation of PXR from Eaton64



ELECTRONIC COMPONENTS AND SYSTEMS

January-March 2017
 No. 1(217)

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@vdmMais.ua
Web address:
 www.vdmMais.ua
 www.ekis.kiev.ua
 Printed in Ukraine

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

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СРЕДСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕЦИЗИОННЫХ АЦП *

GET ADC DATA BEYOND THE DATA SHEET

Выбирая АЦП с высоким разрешением, Вы не всегда можете найти все необходимые параметры в технической документации (data sheet). В статье рассмотрены новые средства проектирования систем с использованием прецизионных АЦП и особенности их применения.

М. Паччигар, Р. Лиггеро

Abstract – When selecting a high resolution ADC for a design, you often need to know about characteristics that may not be published in the data sheet. This article introduces a toolset to help see outside the data sheet.

M. Pachchigar, R. Liggiero

Компания LTX-Credence (LTXC) разработала средства проектирования, позволяющие анализировать параметры АЦП класса AD7960, предназначенные для построения измерительных устройств и автоматизированного тестового оборудования на основе этих преобразователей.

Преобразователь AD7960 – это 18-разрядный АЦП с дифференциальным входом и частотой выборки до 5 МГц, построенный на основе ЦАП с коммутируемыми конденсаторами (рис. 1).

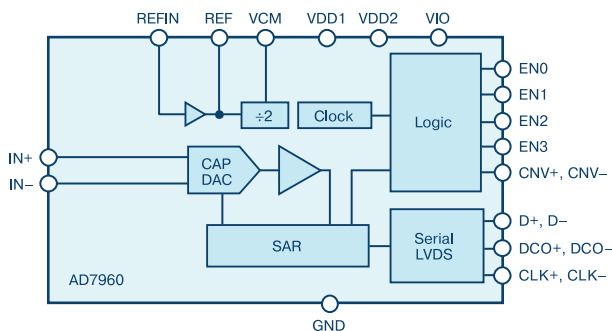


Рис. 1. Структурная схема АЦП семейства PuISAR AD7960

Время выборки АЦП составляет 100 нс или половину полного цикла преобразования. Его интегральная нелинейность составляет ± 0.8 E_{MP}, динамический диапазон – 99 дБ, нелинейные искажения – 117 дБ, время выборки до 200 нс, что вполне достаточно для построения систем сбора данных с малым потреблением и невысокой стоимостью. Цифровой последовательный LVDS-интерфейс преобразователя обеспечивает частоту передачи данных до 300 МГц. Внутренний тактовый генератор позволяет синхронизировать работу нескольких

АЦП в многоканальном режиме. Напряжение питания АЦП AD7960 находится в пределах от 1.8 до 5 В, при этом мощность рассеяния на частоте выборки 5 МГц составляет не более 39 мВт при внутреннем источнике тактовых импульсов, и 46.5 мВт – при внешнем источнике, причем зависимость мощности рассеяния от частоты выборки носит линейный характер, как показано на рис. 2. Источник опорного напряжения как внутренний, так и внешний, имеет уровни напряжения 2.048, 4.096 и 5 В, соответственно входной сигнал АЦП может составлять до 5 В.

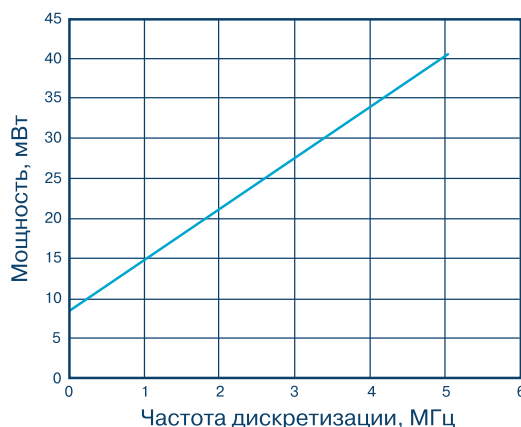


Рис. 2. Зависимость мощности рассеяния АЦП AD7960 от частоты выборки

Как отмечалось выше, разработанные средства проектирования Signature Analysis tool set являются приложением к data sheet АЦП и позволяют определить дополнительные параметры преобразователя, которые могут отсутствовать в технической документации. Средства проектирования АЦП компании LTXC представляют собой тестовый модуль (data

* Pachchigar M., Liggiero R. Get ADC Data Beyond The Data Sheet. www.analog.com/Technical_Article. Сокращенный перевод с английского и комментарии В. Романова.

converted test module или DCTM), включающий алгоритм обработки данных при тестировании АЦП, и являются прекрасным дополнением при анализе передаточной функции АЦП, как показано на рис. 3.

Линейность АЦП с высоким разрешением, его динамические параметры могут быть протестированы с применением средств DCTM. На рис. 4 приведены полученные с помощью средств DCTM зависимости интегральной и дифференциальной нелинейности АЦП на разных выходных кодах.

На рис. 5 приведены полученные аналогичным путем динамические параметры АЦП AD7960 в зависимости от частоты входного сигнала.

Уровень шума в полном динамическом диапазоне АЦП, полученный путем восстановления тестовых сигналов из цифровых кодов на выходе преобразователя, показан на рис. 6, причем, в отличие от данных data sheet, шумы АЦП показаны в каждой точке его шкалы.

Отметим, что теоретические расчеты шумовых характеристик анализируемого АЦП совпадают с тестовыми значениями. Таким образом, разработанный аппарат анализа параметров прецизионных АЦП является важным приложением к data sheet, предназначенным для проектирования систем сбора данных разного назначения с использованием прецизионных АЦП.

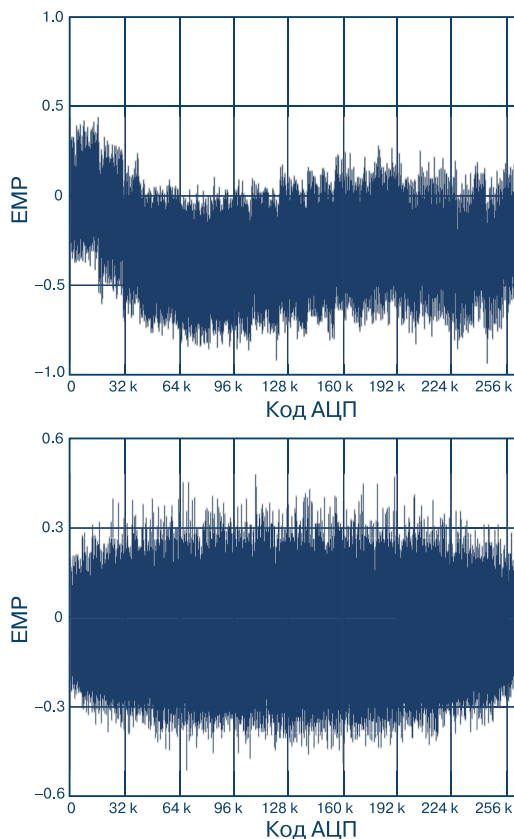


Рис. 4. Интегральная и дифференциальная нелинейность АЦП AD7960, полученные с помощью модуля DCTM

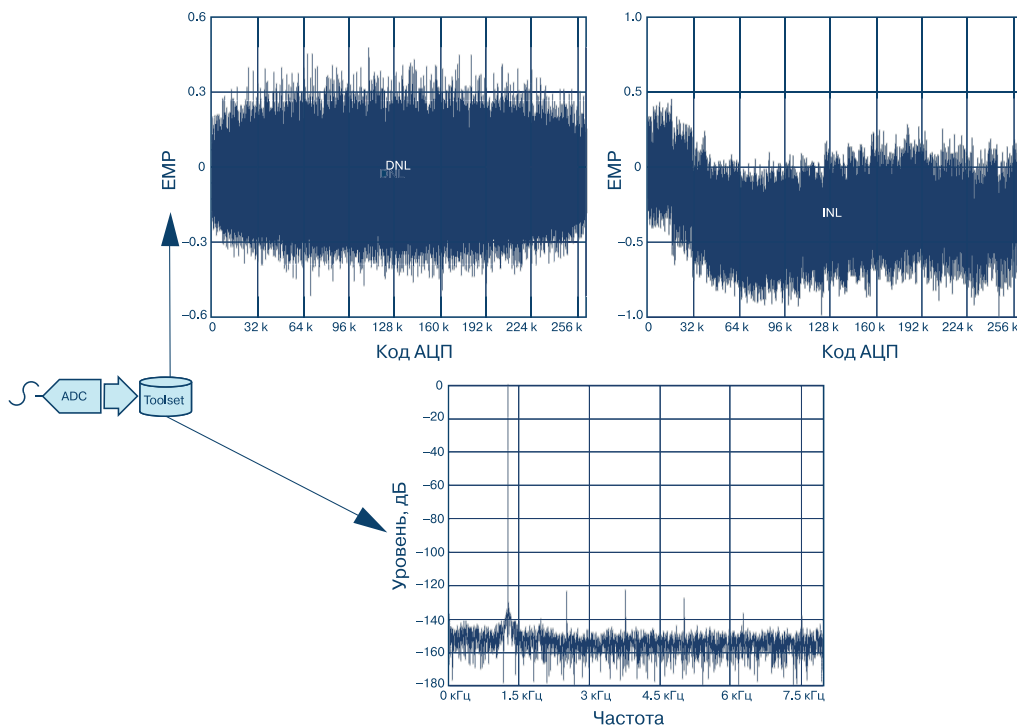


Рис. 3. Пример анализа параметров АЦП с помощью модуля DCTM

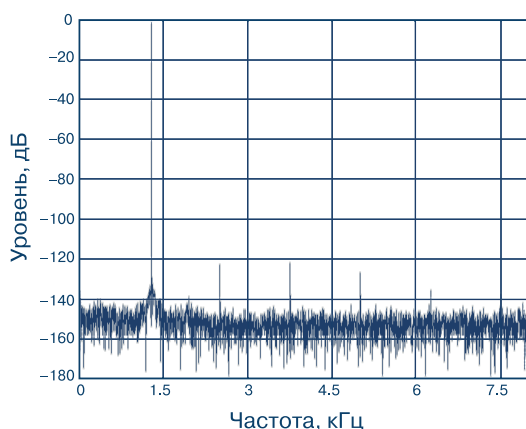


Рис. 5. Динамические параметры АЦП AD7960, полученные с помощью модуля DCTM

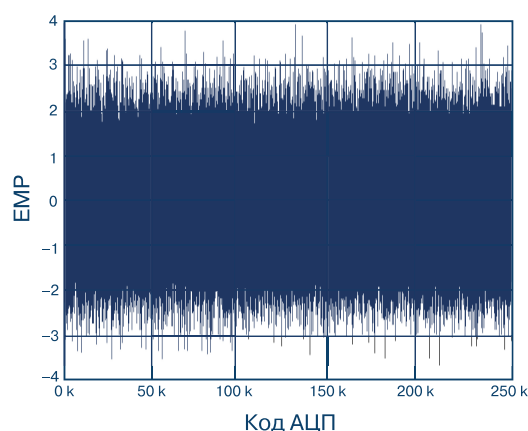


Рис. 6. Восстановленный модуль DCTM шум АЦП в разных точках шкалы преобразователя

ВЫВОДЫ

Компания LTXC разработала виртуальный инструмент DCTM для тестирования АЦП с высоким разрешением типа AD7960 (семейство преобразователей PulSAR), который является приложением к

технической документации и позволяет, в отличие от data sheet, анализировать основные параметры АЦП в каждой точке его шкалы.

DCTM-модуль обеспечивает выбор необходимого АЦП при построении систем сбора данных различного назначения.

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ПОРАЗРЯДНЫХ АЦП ДЛЯ СИСТЕМ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ *

NEXT-GENERATION SAR ADC ADDRESSES PAIN POINTS OF PRECISION DATA ACQUISITION SIGNAL CHAIN DESIGN

В статье рассмотрены особенности проектирования прецизионных систем сбора данных с использованием в них поразрядных АЦП нового поколения с разрешением 16-18 бит.

Abstract - The article discusses the common pain points encountered in designing a precision data acquisition signal chain and how to address them using the next generation of 16-/18-bit SAR ADCs.

M. Pachchigar, A. Walsh

M. Pachchigar, A. Walsh

На рис. 1 приведена структура типовой прецизионной системы сбора данных, которая широко используется в автоматическом тестовом оборудовании, в промышленном и медицинском приборостроении и т.п. При проектировании таких систем необходимо обеспечивать ряд противоречивых требований, таких как малое энергопотребление, минимальные размеры, высокую плотность компо-

новки элементов и т.п. Вход поразрядного АЦП необходимо защитить от перенапряжений, желательно использовать для его работы однополярный источник питания, при этом обеспечить высокую производительность при низком потреблении и гальванической развязке по входу и выходу.

Высокие требования предъявляются к входному драйверу АЦП. Учитывая, что современные пораз-

* Pachchigar M., Walsh A. Next-Generation SAR ADC Addresses Pain Points of Precision Data Acquisition Signal Chain Design. www.analog.com/article/next-generation-sar-adc-addresses-precision-data-acquisition.html. Сокращенный перевод с английского и комментарии В. Романова.

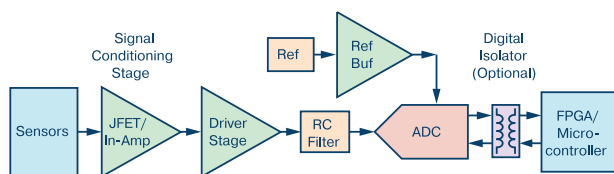


Рис. 1. Типовая структурная схема прецизионной системы сбора данных на основе АЦП поразрядного уравнивания

рядные АЦП строятся на основе коммутируемых конденсаторов, драйвер должен работать на емкостную нагрузку, при этом иметь широкий частотный диапазон и малое время установления выходного сигнала. Эти требования существенно ограничивают выбор серийных операционных усилителей в качестве драйверов таких АЦП. Использование RC-фильтра на выходе драйвера (рис. 1) еще более усложняет требования к нему.

В портативных компьютерных приборах на основе поразрядных АЦП, как правило, используются аккумуляторы в качестве автономного источника питания, что налагает высокие требования к энергопотреблению, а значит, к рассеиваемой мощности и габаритам аналогового интерфейса в целом. В таких приборах сложно обеспечить непрерывную работу всех канал АЦП с максимальным энергопотреблением, приходится по возможности обеспечивать режим с пониженным энергопотреблением и низким быстродействием для поддержания требуемого ресурса батарейного питания.

Многие АЦП как по инвертирующему, так и неинвертирующему входу не имеют защиты от перенапряжения и электростатического электричества. Разработчикам необходимо проектировать внешние цепи защиты от перенапряжения на входе АЦП, особенно, если уровни напряжений питания драйверов выше аналогичных уровней для АЦП. Использование диодов Шоттки в цепях защиты приводит к увеличению токов утечки и искажений во входных цепях АЦП.

Особые требования предъявляются к выбору процессора или контроллера на выходе АЦП. Как правило, в прецизионных системах используется гальваническая развязка между АЦП и контроллером. Это приводит к снижению быстродействия цепи передачи данных, которое и так невысоко, если выбран контроллер с малым потреблением. В этом случае важно иметь АЦП, отличающийся высоким быстродействием.

Новое семейство поразрядных АЦП AD4000/AD4003 имеет высокое быстродействие,

малое потребление, 16-18-разрядную точность и может работать от однополярного источника питания. АЦП этого семейства просты в использовании, что способствует быстрому продвижению на рынок разработанных на их основе устройств и систем. Особенности этих АЦП представлены на рис. 2.

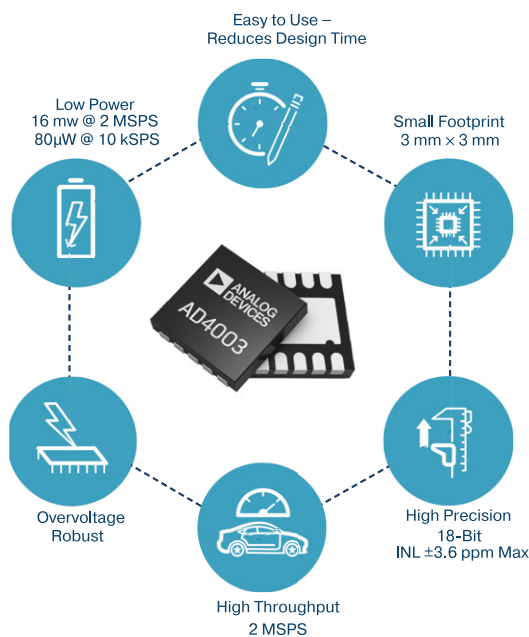


Рис. 2. Основные преимущества АЦП семейства AD4000/AD4003

Сочетание долговременного режима выборки, высокого входного импеданса с режимом сжатия динамического диапазона позволяет повысить удобство сопряжения АЦП данного семейства с драйвером, облегчив при этом выбор необходимого типа драйвера. Переход из рабочего режима в нерабочий (и наоборот), а также другие режимы работы преобразователя записываются в регистр АЦП через последовательный интерфейс. Важным является то, что новые АЦП совместимы по выводам с уже выпускаемыми много лет преобразователями семейства AD798x/AD769x, что позволяет заменить последние без перепроектирования устройства в целом.

Особенностями семейства АЦП AD4000/AD4003 является быстрое время преобразования, составляющее 290 нс, и быстрое время восстановления (время выборки), составляющее 100 нс. Отметим, что в АЦП предусмотрена возможность увеличения времени выборки, что позволяет снизить требования к времени установления сигнала на выходе драйвера с необходимой точностью, а также уменьшить частоту среза фильтра, что приводит к умень-

шению высокочастотных шумов на его выходе. Кроме того, увеличение сопротивления RC-фильтра повышает уровень защиты входа АЦП от перенапряжения и увеличивает устойчивость работы драйвера АЦП. Рассеиваемая мощность при увеличении времени выборки АЦП тоже уменьшается.

Наличие режима с высоким входным импедансом в АЦП нового семейства приводит к уменьшению входного тока для низкочастотных входных сигналов (ниже 10 кГц) или напряжения постоянного тока, а также к уменьшению нелинейных искажений в частотном диапазоне до 100 кГц.

Кроме того, высокое входное сопротивление АЦП уменьшает погрешность, вызванную дополнительным зарядом коммутируемых конденсаторов через этот резистор в режиме преобразования.

Зависимости входных токов АЦП в режиме с высоким входным импедансом и в стандартном режиме приведены на рис. 3. Отметим, что в высокоимпедансном режиме АЦП семейства AD4000/AD4003 могут работать с датчиками с значительно более высоким выходным сопротивлением по сравнению с АЦП предыдущих поколений.

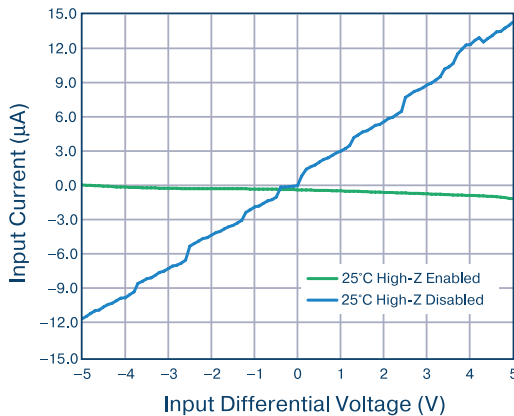


Рис. 3. Зависимость входного тока АЦП AD4003 от входного дифференциального напряжения в режимах с высоким и стандартным входным импедансом

На рис. 4 приведена типовая структура системы сбора данных, выполненная на основе АЦП нового семейства AD4000/AD4003. В ней, в отличие от аналогичной системы, рис. 1, снижены требования к времени установления драйвера и частоте среза RC-фильтра.

На рис. 5 приведены характеристики отношения сигнал/шум (SNR) системы сбора данных на основе АЦП AD4003 в режимах с высоким и стандартным входными импедансами.

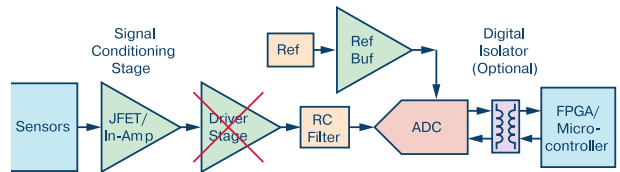


Рис. 4. Структурная схема прецизионной системы сбора данных на основе АЦП AD4000/AD4003

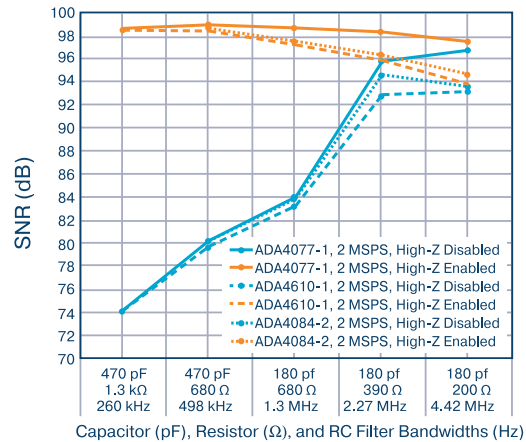


Рис. 5. Зависимость отношения сигнал/шум (SNR) АЦП AD4000/AD4003 от полосы RC-фильтра и типа драйвера

На рис. 6 приведены характеристики нелинейных искажений (TND) для той же самой системы.

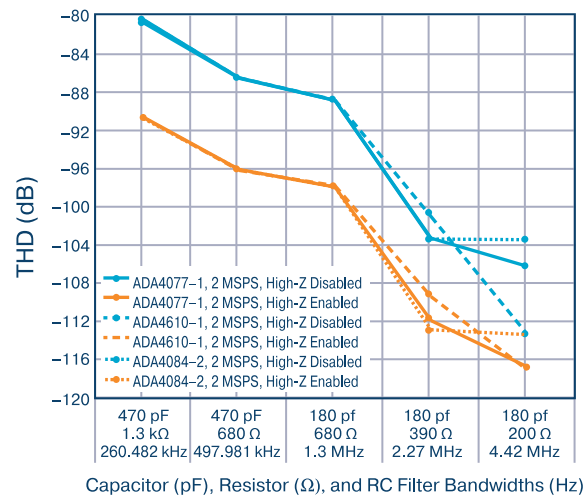


Рис. 6. Зависимость нелинейных искажений (THD) от полосы RC-фильтра и типа драйвера

Сравнительные характеристики нелинейных искажений плюс шум от частоты для АЦП AD4003 и различных типов драйверов приведены на рис. 7.

Отметим, что в случае превышения выходного сигнала драйвера допустимого входного напряже-

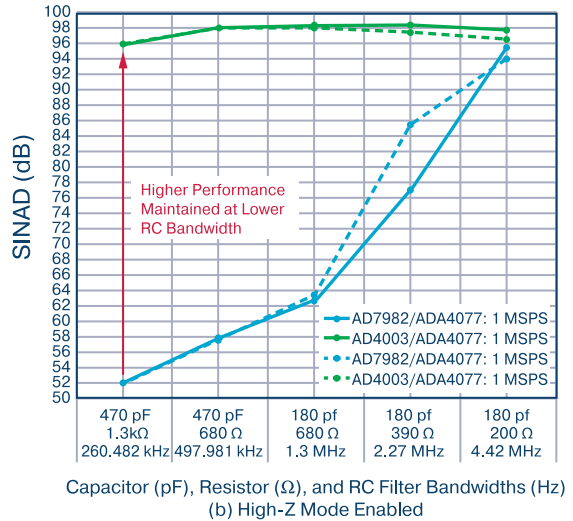
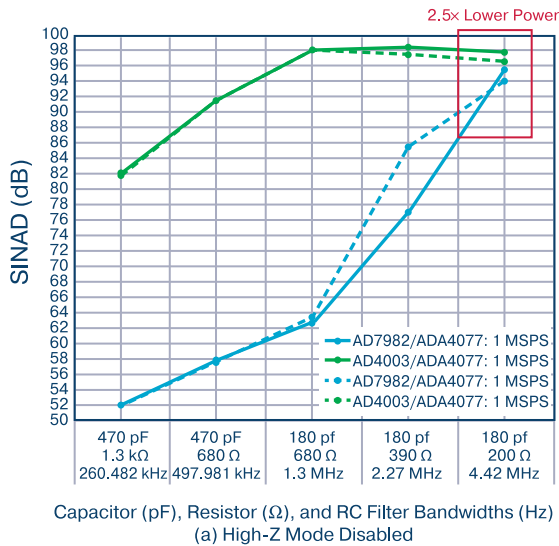


Рис. 7 Зависимость отношения сигнал/шум АЦП AD4000/AD4003 плюс искажения (SINAD) от частоты входного сигнала

ния АЦП в новом семействе преобразователей предусмотрены внутренние цепи ограничения входного напряжения, защищающие АЦП от разрушения.

В преобразователях нового семейства использован гибкий последовательный интерфейс, имеющий семь режимов работы, включающих турбо режим, который обеспечивает совмещение окончания цикла предыдущего преобразователя с началом следующего цикла выборки. Это позволяет уменьшить скорость потока данных в последовательном интерфейсе между АЦП и микроконтроллером.

В новых АЦП предусмотрен режим сжатия динамического диапазона преобразователя, если использовано однополярное питание драйвера, и его

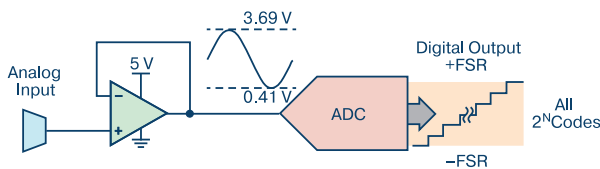


Рис. 8. Сжатие динамического диапазона АЦП AD4000/AD4003

динамический диапазон уменьшен и находится в пределах от 0.41 до 3.69 В, как показано на рис. 8.

Режимы потребления АЦП AD4000/AD4003 регулируются автоматически. После каждого цикла преобразования эти АЦП автоматически переходят в режим пониженного потребления. Зависимости производительности новых АЦП от режима потребления приведены на рис. 9.

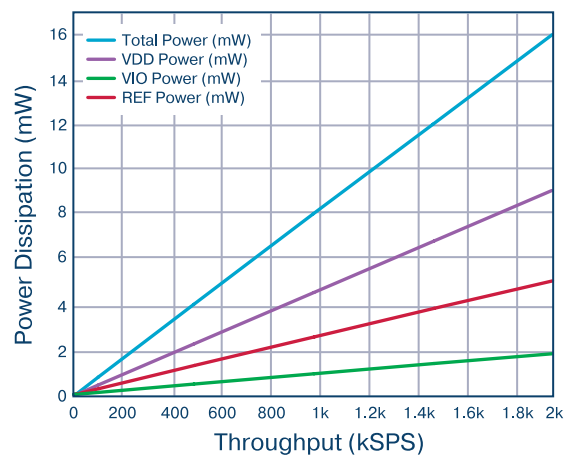


Рис. 9. Зависимость рассеиваемой мощности АЦП AD4003 от производительности

Такая особенность преобразователей нового поколения позволяет использовать их в режиме одиночных измерений или измерений с частотой несколько герц.

Рассмотренные особенности и преимущества нового семейства АЦП позволяют заменить ими преобразователи предыдущих поколений, обеспечив при этом более высокие точность и производительность, уменьшенное энергопотребление, гибкость и простоту эксплуатации. АЦП AD4000/AD4003 могут быть использованы во многих промышленных системах и устройствах, в том числе портативных с батарейным питанием, как показано на рис. 10.

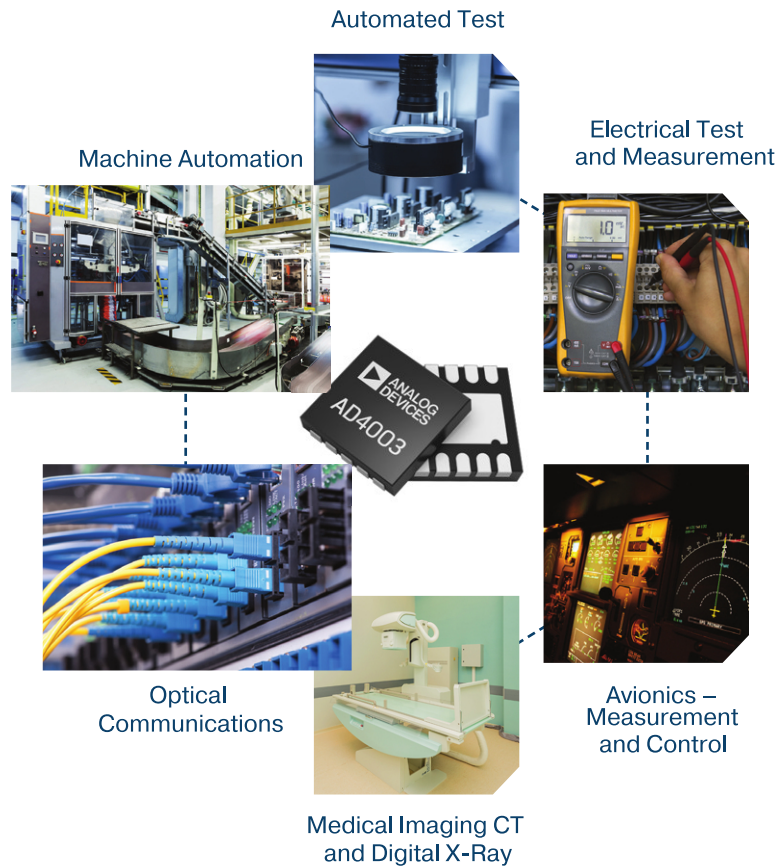


Рис. 10. Системное применение АЦП AD4000/AD4003

ВЫВОДЫ

Новое поколение поразрядных АЦП компании Analog Devices AD4000/AD4003 позволяет создавать новые устройства и системы, проектирование которых на основе преобразователей предыдущих

поколений сопровождалось существенными трудностями.

Использование новых АЦП позволяет улучшить параметры проектируемых на их основе устройств и ускорить их продвижение на рынок за счет гибких программируемых параметров и конструктивной совместимости с АЦП предыдущих поколений.

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@vdmais.ua, www.vdmais.ua

VD MAIS
Электромеханические компоненты и компоненты систем автоматизации

- Низковольтная коммутационная аппаратура
- Программируемые промышленные контроллеры и компьютеры, ПО
- Шкафы • Крейты • Соединители • Корпуса
- Вентиляторы • Инструмент • Кабельная продукция • СКС • Системы маркировки

Дистрибуция и прямые поставки:
Acme-Portable, AMP Netconnect, Belden, Bopla, Eaton, EBM-Papst, HARTING, Hoffman, Kroy, Lapp Group, Molex, Phoenix Contact, Rittal, Schroff, Siemens, TE Connectivity, TKD, Wago

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

КАК СДЕЛАТЬ ПРЕЦИЗИОННЫЙ ИСТОЧНИК ТОКА ДЛЯ НЕЛИНЕЙНО ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ НАГРУЗКИ *

PRECISIAN CURRENT OUTPUTS ARE EASY TO MAKE CHOPPED AMPLIFIERS

Дж. Брайнт

J. Bryant

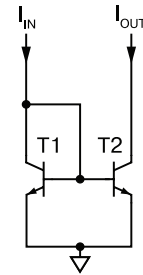


Рис. 1. Источник тока на основе токового зеркала

поступает на неинвертирующий вход усилителя, а выход усилителя управляет базой или затвором внешнего транзистора в цепи источника тока, рис. 2.

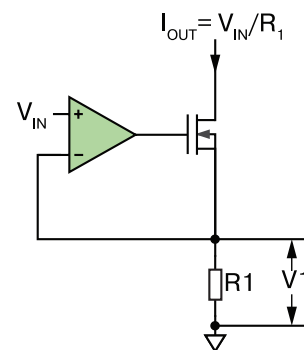


Рис. 2. Источник тока с входом по напряжению

В том случае, если источник тока должен быть двуполярным, используются стандартные операционные усилители и небольшой величины резистор (current-source resistor), как показано на рис. 3.

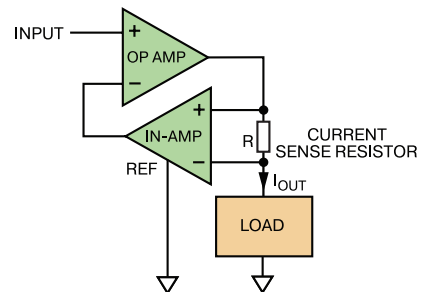


Рис. 3. Двуполярный источник тока

Просто ли сделать источник тока, работающий на нелинейно изменяющуюся резистивную нагрузку? Такое устройство достаточно легко реализовать. Оно может быть выполнено как на основе однополярных цепей, так и двуполярных. Предположим, нам необходим источник тока для светодиодных ламп. Если вход усилителя является входом по току, причем ток во входной цепи не изменяется с изменением внутреннего входного сопротивления, то для подобного устройства может быть использована схема токового зеркала, выполненная на одном кристалле и содержащая два согласованных биполярных транзистора одинаковой проводимости. Ток в таком устройстве, рис. 1, поступает на две базы транзисторов и один из коллекторов, два эмиттера заземлены, а выходной ток течет в нагрузку из другого коллектора. Проще токовое зеркало реализовать на транзисторах типа NPN чем PNP, хотя и то и другое возможно. Схема токового зеркала для формирования тока в заземленной нагрузке от положительного источника напряжения обеспечивает динамический диапазон 10^6 , если она выполнена на ИМС типа ADL5315 или ADL5317.

Если вход устройства представляет собой вход усилителя напряжения, необходимо использовать полевой или биполярный транзистор с резистором. В этом случае напряжение от источника напряжения

* Bryant J. *Precisian Current Outputs Are Easy to Make. Analog Dialogue*, 50-12, December, 2016.. www.analog.com, Сокращенный перевод с английского В. Романова.

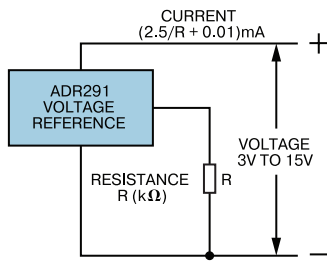


Рис. 4. Источник тока с входным источником изменяющегося напряжения

Если источник тока должен формировать ток постоянной величины при изменяющемся входном напряжении, то он может быть реализован по схеме, приведенной на рис. 4, причем резистор R может быть регулируемым.

Отметим, что незадолго до появления оригинальной публикации компания Linear Technology предложила для реализации прецизионных источников тока ИМС LT3092 с диапазоном входных токов от 500 мкА до 200 мА и LT3083 с диапазоном от 500 мкА до 3 А.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПРОВОДИМОСТИ С САМОКАЛИБРОВКОЙ *

FULLY AUTOMATIC SELF-CALIBRATED CONDUCTIVITY MEASUREMENT SYSTEM

В статье рассмотрены особенности автоматической систем для измерения проводимости жидкости.

The article focuses on conductivity measurements and features of the conductivity measurement systems.

Р. Ли, У. Кестер

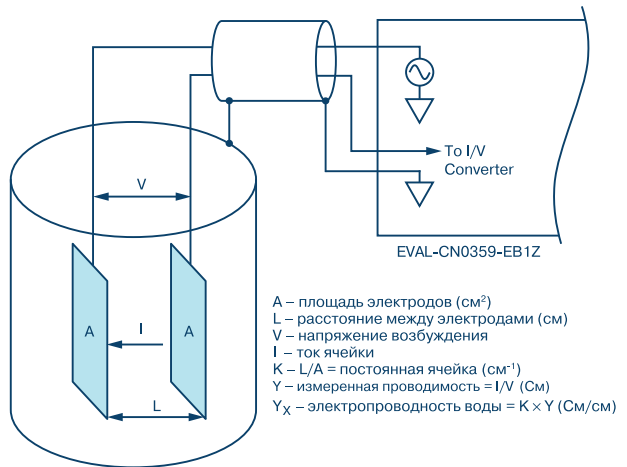
R. Lee, W. Kester

Для определения качества воды в настоящее время широкое применение получили системы для измерения проводимости жидкости. Качество воды определяется количеством в ней бактерий, pH-уровнем, химическим составом, фактором мутности и проводимости. Практически все жидкости проводят электрический ток благодаря наличию в их составе солей, кислот и других примесей. Чем их больше, тем, как правило, выше проводимость жидкости. Для оценки проводимости жидкости, как правило, используют обратную величину, т.е. сопротивление R, которое равно

$$R = L/A, \tag{1}$$

где L – расстояние между электродами (рис. 1), A – площадь электрода, – удельная проводимость.

Единицей для измерения проводимости является Сименс (См), а величина электропроводности определяется в См/см, мСм/см или мкСм/см. В настоящей статье использован символ Y для определения электропроводности жидкости.



- A – площадь электродов (см²)
- L – расстояние между электродами (см)
- V – напряжение возбуждения
- I – ток ячейки
- K – L/A = постоянная ячейки (см⁻¹)
- Y – измеренная проводимость = I/V (См)
- Y_x – электропроводность воды = K × Y (См/см)

Рис. 1. К пояснению принципа действия измерителя проводимости жидкости

Ячейка для определения электропроводности жидкости показана на рис. 1. В связи с тем, что электропроводность жидкости зависит от температуры

* Lee R., Kester W. Fully Automatic Self-Calibrated Conductivity Measurement System. Analog Dialogue, 50-11, November, 2016. Сокращенный перевод с английского В. Романова.

(температурная погрешность измерения составляет не менее 4%/°C), в составе ячейки используется температурный сенсор для измерения температуры. Показатель электропроводности для жидкостей нормируется при температуре 25 °C. Для компенсации температурной погрешности измерения электропроводности жидкости необходимо знать ее температурный коэффициент. Измерительные электроды выполнены, как правило, из стали, сплава палладия с титаном или графита. Они имеют заданные размеры с известной для измерительной ячейки константой. Теоретически эта константа может быть равна 1.0/см для электродов с площадью 1 см² каждый при расстоянии между ними 1 см.

Для чистой пресной воды с постоянной 1.0/см проводимость равна 1 мкСм/см, что соответствует сопротивлению 1 МОм.

Для морской воды сопротивление не превышает 30 Ом. Из-за большого разброса параметров электропроводности для разных жидкостей невозможно измерять электропроводность разных жидкостей с помощью одной и той же измерительной ячейки.

Чем больше сопротивление жидкости, тем должна быть больше площадь измерительных электродов и меньше расстояние между ними. Это позволяет не ухудшить точность при измерении больших сопротивлений. В измерителях электропроводности используются двух- и четырехполюсные ячейки (рис. 2), причем двухполюсные применяются для измерения низкой электропроводности, например, электропроводности питьевой воды, а четырехполюсные ячейки – для биологических или фармацевтических растворов.

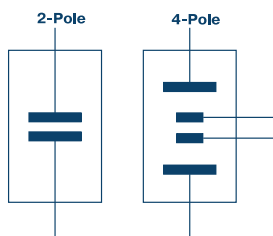


Рис. 2. Двух- и четырехполюсная измерительные ячейки

Двухполюсные ячейки имеют диапазон электропроводностей от 0.1/см до 1/см, а четырехполюсные – от 1/см до 10/см.

На рис. 3 приведена схема автоматического микропроцессорного измерителя электропроводности, отличающегося высокой точностью при измерении концентрации ионов в жидкости и предна-

значенного для измерения качества воды в промышленности, в том числе при выполнении химического анализа жидкости. Измеритель электропроводности имеет погрешность не более 0,3% (без калибровки) в диапазоне от 0.1 Ом до 10 МОм. В измерителе автоматически измеряется температура с помощью платинового термометра сопротивления, что позволяет привести результаты измерения электропроводности к температуре 25 °C. Ток возбуждения электродов – переменный с программируемой частотой. С помощью преобразователя на входе переменный ток преобразуется в постоянный, который затем кодируется 24-разрядным сигма-дельта АЦП. Измеритель имеет в своем составе ЖК-дисплей и интерфейс RS-485. Напряжение питания – от 4 до 7 В.

Напряжение возбуждения прямоугольной формы, прикладываемое к электродам, подается на клеммы +VEXC и –VEXC. Ключи управляются ШИМ-сигналом с выхода контроллера ADuCM360. На электроды не должна поступать постоянная составляющая напряжения возбуждения (для исключения роста дополнительной погрешности), поэтому рабочий цикл сигналов возбуждения должен строго соответствовать 50% в пределах одного периода ШИМ-сигнала. Схема возбуждения, выполненная на ОУ ADA4077-2, приведена на рис. 4.

Напряжение измерительной ячейки V1 поступает на измерительный усилитель AD8253 (U15, рис. 3). Неинвертирующий вход этого усилителя соединен с измерительной ячейкой через буферный каскад ADA4000-1 (U14, рис. 3) с током смещения не более 5 нА. Усилитель ADA4627-1 (U19, рис. 3) служит для преобразования тока в напряжение. Усилители U22 (рис. 3) – буферные каскады опорных источников напряжения. Каналы, выполненные соответственно на усилителях U10, U12, U13 и U16, U20 и U21 (рис. 3), являются каналами напряжения и тока: VOUT1 и VOUT2.

Путем несложных преобразований, приведенных в оригинале статьи, можно получить выражение для расчета электропроводности жидкости в следующем виде:

$$Y_x = (G_2 \times V_{OUT2}) / (G_1 \times V_{OUT1}) \times 1 \text{ [мСм]},$$

где G1, G2 – коэффициенты усиления PGA-усилителей AD8253, погрешность которых не превышает 0.4%.

Отметим, что общая погрешность измерения проводимости зависит от погрешностей усилите-

лей в измерительных цепях VOUN1, VOUT2, которые, в свою очередь, определяются точностью резисторов в прямой и обратной цепях усилителей ADA4638 и ADA4528. Результаты влияния погрешностей этих резисторов, точность каждого из которых составила 0.1% в диапазоне измеряемых сопротивлений жидкостей от 1 Ом до 1 МОм, на общую погрешность измерителя проводимости, получены путем моделирования и приведены на графике, (рис. 5). Из этого графика следует, что при условиях, указанных выше, погрешность измерения электропроводности не превышает 0.1%.

Схема измерения температуры в измерителе проводимости жидкости приведена на рис. 6 и представляет собою четырехпроводный измеритель температуры на основе платинового термометра сопротивления.

Подробное описание автоматического измерителя проводимости жидкости, представленного в настоящей публикации, рассмотрено в работе

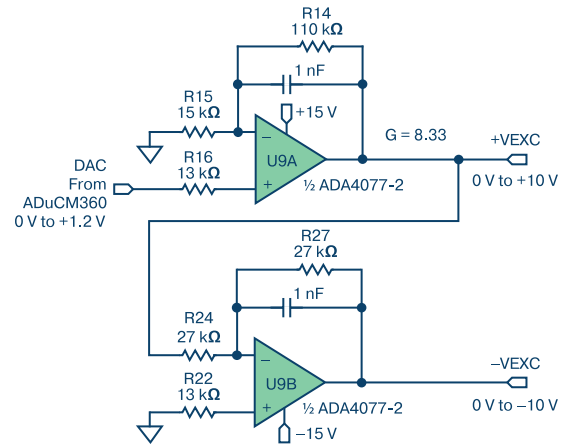


Рис. 4. Схема возбуждения измерительных электродов

CN-0359 Circuit Note. Fully Automatic High Performance Conductivity Measurement System. Analog Devices, Inc.

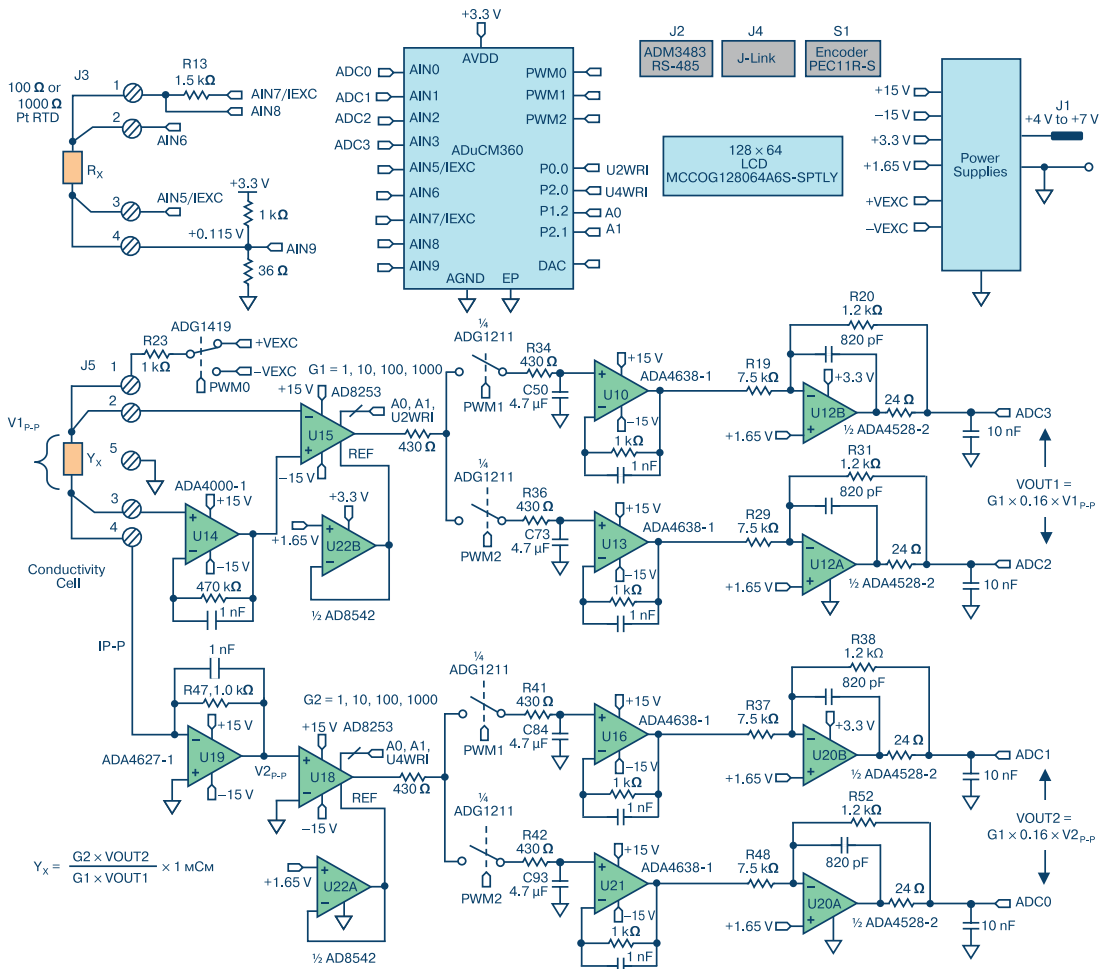


Рис. 3. Упрощенная схема измерительного канала измерителя электропроводности жидкости

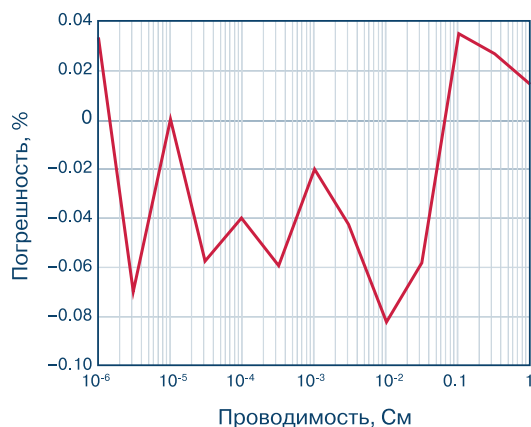


Рис. 5. График погрешности измерителя проводимости

ВЫВОДЫ

Компания Analog Devices разработала измерительную платформу для построения автоматических измерителей электропроводности жидкостей в

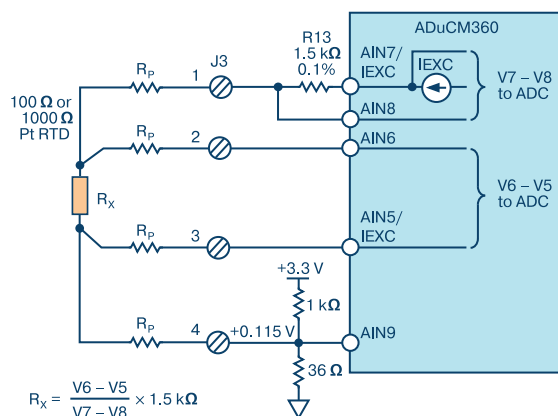


Рис. 6. Схема четырехпроводного измерителя температуры

водоснабжении, химической и фармацевтической промышленности.

Измеритель проводимости имеет внутренний калибратор, который позволяет обеспечить точность измерения электропроводности жидкости не хуже 0.1%.

СЕНСОРНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ БИОПЕНЦИАЛОВ В ЭКГ, ЭЭГ И ЭМГ *

BIOPOTENTIAL ELECTRODE SENSORS IN ECG/EEG/EMG

В настоящей публикации рассмотрены особенности сенсорных электродов для съема биопотенциалов с поверхности кожи пациента.

С. Ли, Дж. Круз

Abstract - Electrode interfaces are considered in the article.

S. Lee, J. Kruse

Электрокардиографы (ЭКГ), электроэнцефалографы (ЭЭГ) и электромиографы (ЭМГ) предназначены для оценки состояния соответственно сердца, головного мозга и мышц пациента путем измерения и анализа биопотенциалов, снимаемых с поверхности его кожи. Нервные импульсы и мышечные сокращения могут быть исследованы путем измерения ионных токов, протекающих через тело пациента.

Чувствительными элементами в измерительной схеме являются сенсорные электроды. Ионы могут иметь как положительный заряд (катионы), так и отрицательный (анионы). Сенсорные электроды

предназначены для съема биопотенциалов, образованных движением ионных токов в теле человека, и преобразования их в электрический ток. Сенсорная часть электрода покрыта электролитом, который контактирует с кожей пациента и с металлической частью, подключенной к проводнику, с которого снимается электрический ток, поступающий на вход медицинского прибора. Ток формируется в результате электрохимической реакции между электролитом и металлическим электродом.

Наиболее распространенные электроды выполнены из серебра и хлорида серебра (Ag/AgCl) с потенциалом на выходе не более 220 мВ. Эти электро-

* Lee S., Kruse J. *Biopotential Electrode Sensors in ECG/EEG/EMG*. www.analog.com/medicalCs. Сокращенный перевод с английского и комментарии В. Романова.

ды относятся к классу неполяризованных электродов, которые имеют преимущество по сравнению с поляризованными, а именно, они более устойчивы к внешним воздействиям (движениям пациента), которые могут привести к изменению потенциала на их выходе. Эквивалентная схема этого электрода приведена на рис. 1. Электроды типа Ag/AgCl имеют самый низкий импеданс среди аналогов, что важно в ЭКГ и ЭЭГ, так как изменения потенциалов при таких исследованиях имеют низкочастотный характер. В клинических условиях кожа пациента претерпевает специальную подготовку (обезжиривание, удаление посторонней влаги и т.п.) перед установкой электрода.

Дифференциальный кардиосигнал имеет типовую амплитуду 1.8 мВ при смещении до 300 мВ. Та-

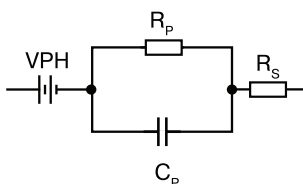


Рис. 1 Эквивалентная схема медицинского электрода

ким образом, усиливая кардиосигналы в 100 раз, мы доводим смещение до 30 В.

Компания Analog Devices разработала операционные усилители AD8220 и AD8224 для усиления кардиосигналов. При типовом напряжении питания усилителей ±5 В, оно может быть увеличено до ±7.5 В.

При работе с поляризованными электродами усилитель может вызвать поляризацию такого электрода при ослаблении его контакта с кожей пациента. На рис. 2 приведены схемы усилителей с входным каскадом на основе полевых (JFET) транзисторов компании Analog Devices типа AD8641/ AD8642/ AD8643, ток смещения которых не более 1пА. Ток смещения измерительных усилителей типа AD8220

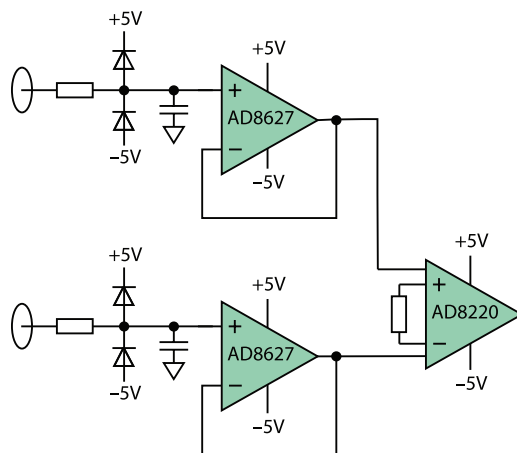


Рис. 2 Аналоговый интерфейс сенсорных электродов на основе ОУ AD8627

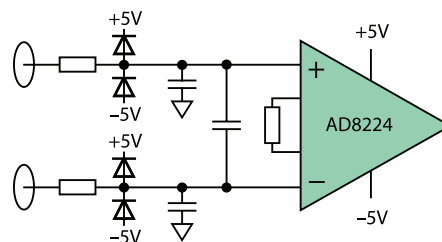


Рис. 3 Аналоговый интерфейс сенсорных электродов на основе ОУ AD8224

и AD8224 (рис. 3) составляет не менее 20 пА.

ВЫВОДЫ

Сенсорные электрохимические электроды, применяемые в медицине для съема биопотенциалов, имеют ряд конструктивных и схемотехнических особенностей. Учет этих особенностей позволяет создавать для них надежные интерфейсы на основе измерительных усилителей с сверхмалыми токами смещения.

VD MAIS
Печатные платы

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

Сертификация на соответствие требованиям стандартов ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, ISO 13485:2003 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

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, ISO 13485:2003 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

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ АЦП *

PRACTICAL FILTER DESIGN CHALLENGES AND CONSIDERATIONS FOR PRECISION ADCS

В статье показано, какие преимущества обеспечивают в АЦП аналоговые и цифровые фильтры.

Abstract – The article discusses the design challenges and consideration associated with implementing analog and digital filters into the ADC signal chain to achieve optimum performance.

С. Кси

S. Xie

Прецизионные АЦП широко используются в измерительных приборах, промышленных контроллерах, системах управления двигателями и т.п. Причем поразрядные преобразователи при 18-разрядной точности имеют частоту выборки несколько мегагерц, в то время, как сигма-дельта АЦП имеют разрешение до 24 бит, но их частота выборки не превышает единиц килогерц. Однако для обоих типов АЦП характерны шумы в измерительном канале. Одним из методов ослабления шумов является использование как аналоговых, так и цифровых фильтров. В статье рассмотрены особенности применения ФНЧ фильтров в составе прецизионных АЦП, как показано на рис. 1.



Рис. 1. Общая структура системы сбора данных с аналоговым фильтром на входе АЦП и цифровым на его выходе

Идеальный фильтр имеет высокую крутизну АЧХ при переходе из полосы пропускания в полосу подавления сигнала и идеальную равномерность АЧХ в режиме пропускания (см. пунктирную характеристику фильтра на рис. 2). Для идеального фильтра характерно ослабление сигнала (в полосе подавления) до нуля. Однако АЧХ реальных фильтров далеко не идеальны (см. цветные характеристики на рис. 2). В режиме пропускания вместо идеальной линии наблюдаются неравномерная характеристика. Крутизна АЧХ реального фильтра тоже неидеальна, что способствует появлению шумов при переходе из

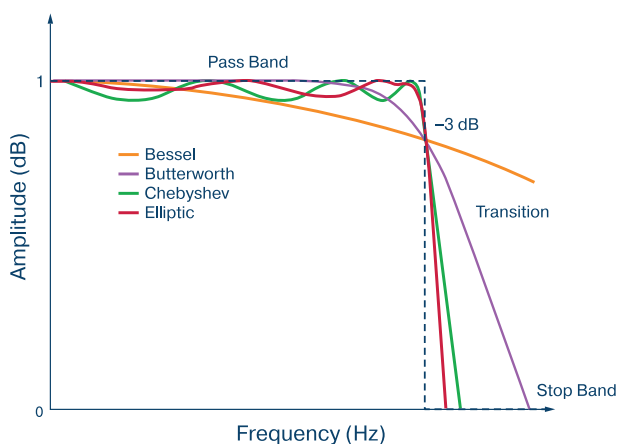


Рис. 2. АЧХ идеального и реальных фильтров

полосы пропускания в полосу подавления. Кроме того, реальные фильтры, в отличие от идеальных, вносят задержку в цепь сигнала.

Аналоговый ФНЧ ослабляет высокочастотный шум в сигнальной цепи АЦП и помогает очистить цепь сигнала от наложения помех, вызванных дискретизацией аналогового сигнала в АЦП. Он также ослабляет высокочастотные сигналы в сигнальной цепи преобразователя. Кроме того, аналоговый ФНЧ на входе АЦП может защитить АЦП от перенапряжения и от превышения уровня входного тока.

Цифровые фильтры используются на выходе АЦП (рис. 1). Они ослабляют шумы, возникшие в процессе кодирования сигнала. Известно, что в реальных АЦП частота выборки зачастую превышает удвоенную частоту Найквиста. Поэтому цифровой фильтр может быть использован как для ослабления входных шумов АЦП, шумов, вызванных источ-

* Xie S. *Practical Filter Design Challenges and Considerations for Precision ADCs Analog Dialogue*, 50-04, April, 2016. Сокращенный перевод с английского и комментарии В. Романова.

ником питания (например, импульсным DC/DC-преобразователем), опорным источником, цифровым интерфейсом, а также для ослабления шума квантования, теплового шума кристалла АЦП и т.п. Таким образом, цифровой фильтр позволяет увеличить отношение сигнал/шум и, как следствие, разрешение АЦП.

В таблице 1 приведены достоинства и недостатки аналоговых и цифровых фильтров.

Фильтр защиты от наложения спектров (antialiasing filter), используется на входе АЦП. Идеальный фильтр этого типа имеет строго постоянный единичный коэффициент усиления в полосе пропускания, причем ослабление низкочастотной составляющей помехи соответствует теоретическому значению.

Реальные АЦП имеют различную величину входных резисторов, что должны учитывать разработчики фильтров. Некоторые рекомендации к проектированию аналоговых RC-фильтров изложены в статье: A. Walsh, "Front End Amplifier and RC-Filter Design for Precision SAR ADC", Analog Dialogue, 46, № 4, 2012, в которой рассмотрены АЦП семейства AD7980 (рис. 3). Согласно расчетам частота среза этого фильтра составляет 3,11 МГц. Некоторые разработчики в качестве отзывов на приведенный на рис. 3 пример отмечают, что частота среза может быть ниже, т.к. частота входного сигнала не превышает 100 кГц.

Однако, если заузить полосу пропускания АЦП, то это может привести к недопустимому увеличению времени установления входного сигнала и за заданное время выборки запоминающий конденса-

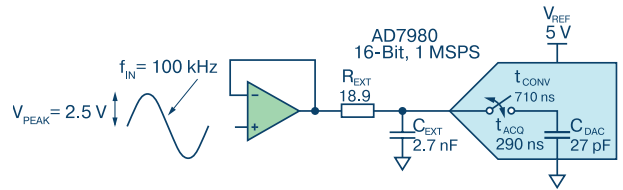


Рис. 3. RC-фильтр на входе АЦП AD7980

тор АЦП не успеет полностью зарядиться, тем самым будет уменьшена точность преобразования АЦП. Поэтому при выборе параметров внешнего RC-фильтра необходимо учитывать время выборки АЦП. Отметим, что некоторые сигма-дельта АЦП не имеют входного буфера и включение RC-фильтра на их входе приводит к увеличению входного сопротивления. В качестве альтернативы можно использовать АЦП с высоким входным импедансом, например, ADAS3022, входной импеданс которого составляет 500 МОм.

В многоканальных АЦП аналоговый фильтр можно включить между выходом мультиплексора и входом АЦП, рис. 4. Однако в этом случае при пере-

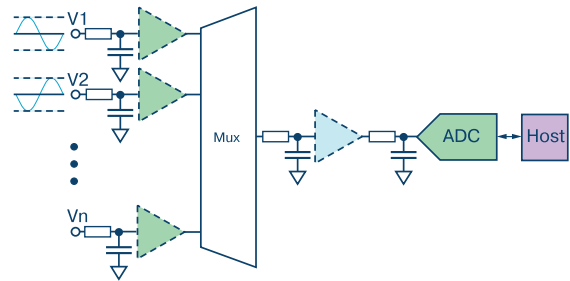


Рис. 4. Входная цепь многоканального АЦП с возможными вариантами включения RC-фильтра

Таблица 1. Достоинства и недостатки аналоговых и цифровых фильтров

Параметр	Аналоговый фильтр	Цифровой фильтр
Сложность проектирования	Высокая для высококачественных фильтров	Невысокая
Стоимость	Высокая (зависит от стоимости компонентов)	Невысокая
Задержка	Малая	Большая
Аддитивный шум	Генерируется компонентами с тепловым шумом	Генерируется процессами квантования
Защита АЦП по входу	Есть	Нет
Программируемость параметров	Нет	Есть
Дрейф параметров	Есть	Нет
Погрешность, вызванная старением компонентов	Есть	Нет

ключении каналов на входе фильтра будет скачкообразно изменяться сигнал, что приведет к ограничению пропускной способности измерительного канала. Желательно аналоговый RC-фильтр включать на входе каждого канала, рис. 4, но в этом случае сложность и стоимость устройства будет выше, чем в предыдущем случае.

В случае высокого уровня шумов особенно в первой зоне Найквиста следует выбирать аналоговый фильтр с высокой крутизной АЧХ. Однако фильтры первого порядка, как правило, не обеспечивают необходимую крутизну АЧХ, и вместо них используют фильтры высоких порядков, АЧХ которых приведены на рис. 5.

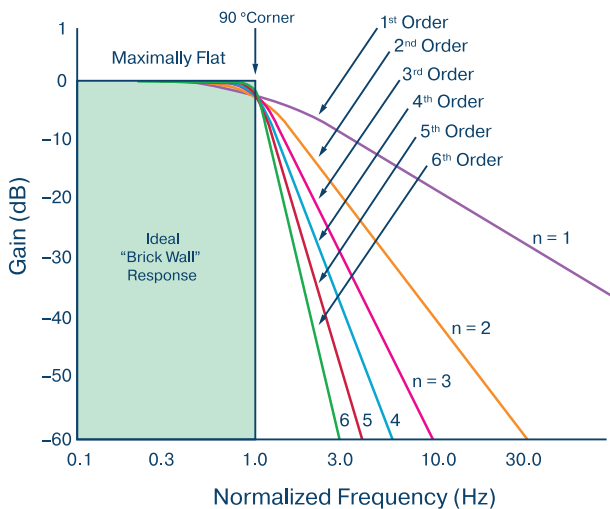


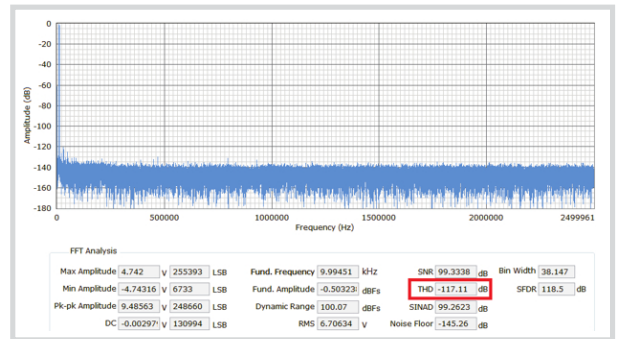
Рис. 5. АЧХ фильтров нижних частот Баттерворта разных порядков

В ряде применений, например, системах реального времени, многоканальных системах или системах управления двигателями необходимо учитывать фазовые задержки фильтров.

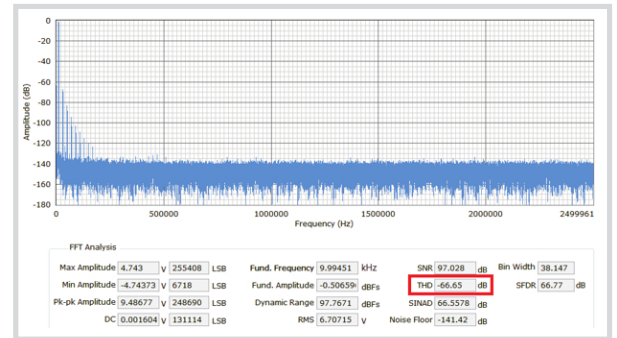
В системах с низким уровнем нелинейных искажений следует обращать особое внимание на выбор компонентов в цепи сигналов, т.к. они, как правило, нелинейные.

В аналоговом фильтре нелинейные искажения могут вносить и резисторы, и конденсаторы. Лучшим выбором при проектировании RC-фильтров являются пленочные резисторы и керамические конденсаторы. Спектр шумов керамических конденсаторов, используемых в оценочной плате EVAL – AD7960FMCZ АЦП AD7960, приведен на рис. 6.

В настоящее время, как в поразрядных, так и в сигма-дельта преобразователях широко используется сверхвыборка сигнала, что облегчает разработку цифровых фильтров для таких АЦП. Применен-



(a) 0603 1nF NP0 Cap



(b) 0603 1nF X7R Cap

Рис. 6. Нелинейные искажения, вносимые керамическими конденсаторами

ние сверхвыборки (рис. 7) с последующей децимацией цифровых отсчетов теоретически позволяет увеличить отношение сигнал/шум в $f_s/2 \cdot OSR$ раз, где OSR – Oversampling Rate или отношение частоты сверхвыборки к частоте Найквиста. Правда, это справедливо только для шума квантования. В реальных системах имеется много других источников шумов: это тепловые шумы компонентов, шумы источников питания и опорных источников, шумы, вызванные дрожанием тактовых сигналов, и др. Поэтому с помощью сверхвыборки трудно обеспечить теоретически возможное ослабление шумов.

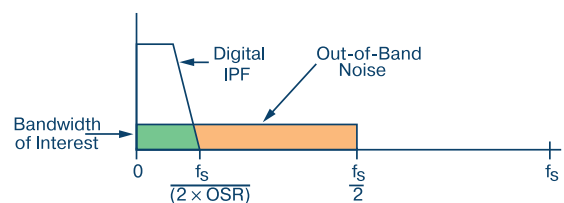
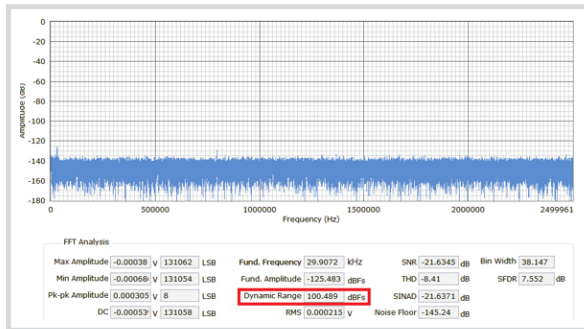


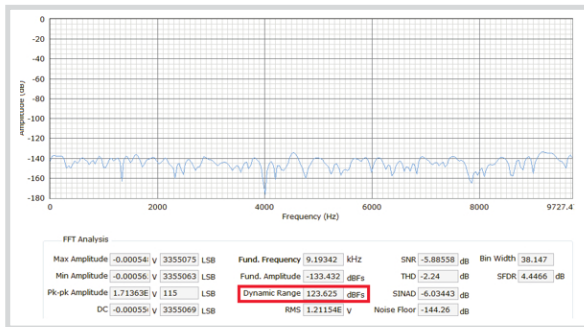
Рис. 7. АЧХ АЦП со сверхвыборкой

В работе Application note AN-1279 (www.analog.com/AN1279) показано, что динамический диапазон АЦП AD7960 со сверхвыборкой 256x достигает 123 дБ. Этот АЦП используется для визуализации данных в спектроскопии, МРТ, газовой

хроматографии, в системах анализа вибраций, сейсмических системах и многих других. Из рис. 8 следует, что практические результаты отличаются от теоретических не более, чем на 2 дБ.



(a) Dynamic Range without OSR



(b) Dynamic Range with OSR = 256

Рис. 8. Динамический диапазон АЦП без сверхвыборки (а) и со сверхвыборкой *256 (в)

Цифровые фильтры в составе поразрядных и сигма-дельта АЦП могут быть реализованы на основе ПЛИС типа FPGA, сигнальных процессоров и контроллеров. Ряд АЦП компании Analog Devices выпускается со встроенными цифровыми фильтрами. К ним относится преобразователь AD7606 с встроенным цифровым фильтром первого порядка. Встроенные цифровые фильтры имеют сигма-дельта АЦП семейств AD7175-х и AD7124-х.

Как было отмечено в таблице, недостатком цифровых фильтров является задержка во времени, что ограничивает их применение в системах реального времени. Особенно этот недостаток проявляется в многоканальном режиме. В новых сигма-дельта АЦП компании Analog Devices предусмотрена программная оптимизация параметров цифрового фильтра для уменьшения задержки при коммутации каналов.

Как отмечалось выше, чем выше частота сверхвыборки, тем проще реализовать цифровой фильтр. Это объясняется следующим образом. Если частота выборки во много раз превышает значение, соответствующее теореме Найквиста, аналоговый фильтр надежно ослабляет высокочастотные помехи. Децимация отсчетов на выходе в этом случае не приводит к потере информации. Если на входе отсутствует аналоговый фильтр для ослабления шумов, вызванных наложением спектров, цифровой фильтр в результате децимации после процедуры сверхвыборки может сам воспроизвести ложные спектры, как показано на рис. 9.

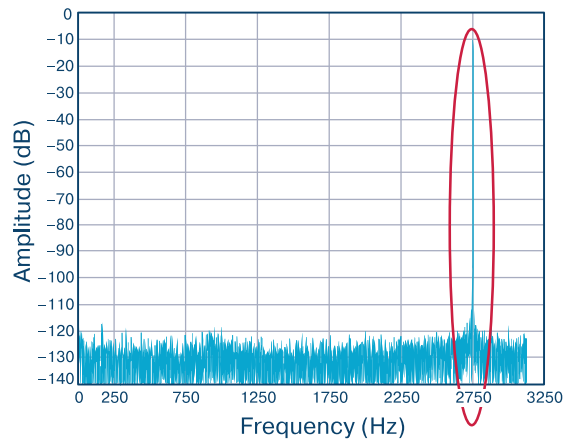


Рис. 9. Появление ложного спектра при сверхвыборке, превышающей частоту Найквиста

ВЫВОДЫ

1. Применение аналоговых фильтров на входе как поразрядных, так и сигма-дельта АЦП может привести к увеличению нелинейности входного измерительного канала. Цифровые фильтры на выходе могут привести к задержке в цепи передачи данных.
2. Оптимальное проектирование систем, включающих аналоговые фильтры на входе АЦП и цифровые фильтры на выходе, является не простой задачей.
3. Приведенные в статье рекомендации помогут в проектировании прецизионных АЦП с аналоговым фильтром на входе и цифровым фильтром на выходе.

We make it *possible*

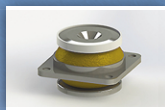
- диапазон рабочих температур от -90° до $+400^{\circ}$ C
- срок службы 30 лет



Цельнометаллические демпферы



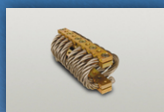
Резиновые виброизоляторы



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



ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ СИСТЕМ СБОРА ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ SiP-ТЕХНОЛОГИИ *

IMPROVING PRECISION ACQUISITION SIGNAL CHAIN DENSITY USING SiP TECHNOLOGY

В статье рассмотрена SiP-технология (система-в-корпусе), которая позволяет улучшить точность систем сбора данных.

P. Курран

Abstract - Using system-in-package (SiP) technology provides improving precision data acquisition signal chain. The technology is considered in the article.

R. Curran

Увеличение плотности компоновки систем сбора данных путем применения SiP-технологии (система-в-корпусе) получило распространение в последних разработках компании Analog Devices, в частности, в семействе ИМС ADAQ798x. В одном корпусе этой ИМС содержится несколько устройств, включая необходимые пассивные компоненты.

Корпус ADAQ798x имеет размеры 5×4×2 мм и содержит конфигурируемую систему аналого-цифрового преобразования и масштабирования входных сигналов. Функциональная схема ADAQ798x приведена на рис. 1. Она включает входной усилитель, буфер опорного источника, АЦП и LDO-стабилизатор напряжения с необходимыми пассивными компонентами. В цепях питания и опорного источника АЦП включены развязывающие конденсаторы, которые находятся в непосредственной близости от кристалла АЦП, что уменьшает влияние паразитных сопротивлений выводов.

Благодаря высокой плотности компоновки уве-

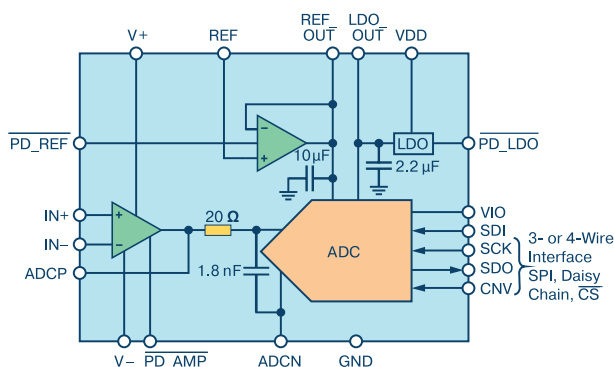


Рис. 1. Функциональная схема ADAQ798x

личивается скорость заряда запоминающей емкости УВХ поразрядного АЦП. Буферный усилитель внешнего опорного источника имеет единичное усиление и высокий входной импеданс. На входе

АЦП включен ФНЧ. Основные параметры ИМС ADAQ798x при опорном напряжении 5 В следующие:

- время выборки 290 нс
- полоса пропускания не менее 4.4 МГц
- цикл преобразования не более 1 мкс
- минимальный уровень шума АЦП, с.к.з. – 44.4 мкВ
- динамический диапазон не менее 92 дБ
- температурный диапазон –55...125 °С

Миниатюрный корпус ИМС ADAQ798x содержит четырехслойную печатную плату толщиной 0.35 мм. Все электронные компоненты залиты компаундом. Если бы данная система была реализована с помощью современного поверхностного монтажа, она бы занимала вдвое большую площадь. 3D модель сборки ИМС ADAQ798x приведена на рис. 2.

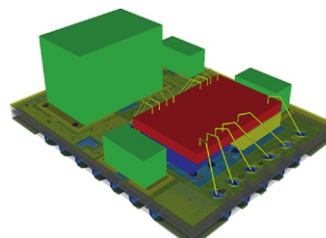


Рис. 2. 3D модель сборки ADAQ798x

ВЫВОДЫ

1. Использование новой SiP-технологии компоновки систем сбора и обработки данных, таких как ADAQ798x, позволяет улучшить их точность, повысить надежность, уменьшить размеры проектируемых на основе такой технологии устройств.

2. Новая SiP-технология дает возможность использовать выполненные на ее основе устройства в экстремальных условиях эксплуатации.

* *Curran R. Improving Precision Acquisition Signal Chain Density Using SiP Technology. Analog Dialogue, V. 51, Jan, 2017. Сокращенный перевод с английского В. Романова.*

УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ДЛЯ СИСТЕМ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ



SURGE PROTECTION MODULE FOR LED LIGHTING

В статье рассматриваются устройства защиты для систем светодиодного освещения: TMOV25/SMOV25 и LSP05/LSP10.

Abstract - T The article discusses the features of the surge protection module TMOV25/SMOV25 and LSP05/LSP10.

В. Котигорожко

V. Kotigorozko



Компания Littelfuse – ведущий производитель разного рода компонентов для "защиты" электротехнических устройств. Одно из направлений – производство варисторов и варисторных модулей, основное назначение которых – защита от перенапряжений [1-7].

ВВЕДЕНИЕ

В реальных условиях эксплуатации во входных электрических цепях светотехнического оборудования могут возникать различные виды перегрузок. Наиболее часто в процессе эксплуатации сталкиваются с перенапряжениями, вызванными электромагнитными импульсами естественного (мощные грозовые разряды) и искусственного происхождения (излучения радиопередающих антенн, высоковольтных линий передачи электроэнергии, сетей электрифицированных железных дорог и т.п.). Не секрет, что наибольшие перенапряжения связаны с грозовыми разрядами. Кроме того, перенапряжения могут возникать вследствие переходных процессов при работе оборудования, например, при коммутации индуктивных нагрузок или в результате воздействия электростатических разрядов, а также в результате аварий на линиях электропередач.

Воздействие электромагнитных импульсов любого происхождения на электронные компоненты (ИМС и пр.) приводит к изменению их параметров, как за счет непосредственного поглощения энергии, так и вследствие воздействия на них индуцированных в электрических цепях оборудования импульсов напряжения и тока.

Термин "перенапряжение" (surge) используется для описания переходных процессов в линиях электропередач, длительность которых составляет всего несколько микросекунд, а амплитуда – тысячи вольт и ампер. Уровень перенапряжения, как правило, во много раз превышает напряжение пробоя изоляции электрооборудования, что может привести как к разрушению изоляции, так и к повреждению оборудования. Часто повторяющиеся перенапряжения со сравнительно низкой амплитудой сокращают срок службы оборудования и увеличивают затраты на его ремонт. Все электронное оборудование подвергается воздействию скачков напряжения, генерируемых как в электрической сети, расположенной на территории промышленных предприятий, так и во входящих линиях электропередач.

Чтобы защитить оборудование от скачков напряжения, применяются разнообразные устройства защиты (Surge Protection Devices – SPD), созданные на базе разных технологий и отличающиеся своими характеристиками и возможностями. Перенапряжение может служить причиной отказа, деградации или временной неисправности электронных устройств и систем. Первостепенная проблема для производителей и пользователей промышленного электронного оборудования – это применение эффективных SPD-устройств. На протяжении многих лет многочисленные международные и региональные организации стандартизации исследовали возможные источники импульсов перенапряжения и анализировали их характеристики с целью разработки эффективных стандартов по защите электротехнических устройств.

тронного оборудования от воздействия перенапряжений. В результате этой работы появились соответствующие стандарты. К их числу относятся:

- IEEE C62.41.1. Guide on the surge environment in low-voltage (1000V and less) AC power circuits
- IEEE C62.41.2. Recommended practice on characterization of surges in low-voltage (1000V and less) AC power circuits
- IEEE C62.45. Recommended practice on surge testing for equipment connected to low-voltage (1000V and less) AC power circuits
- UL1449. UL standard for safety for surge protective devices.

В стандарте IEEE C62.41.2 приведены рекомендованные характеристики (рис. 1, табл. 1, 2) основных тестовых импульсов для разной категории оборудования, которая определяется местом его расположения (рис. 2) [3]. В качестве основных тестовых импульсов предлагается использовать два типа импульсов, обозначаемых как:

- 0.5 μ s/100 kHz (0.5 мкс/100 кГц)
- 1.2/50 - 8/20 μ s combination wave.

Эти импульсы рекомендуется использовать при тестировании SPD-устройств.

Импульс типа 0.5 мкс/100 кГц характеризует переходной колебательный процесс, возникающий при перенапряжении в линии электропередач, вследствие, например, мощного грозового разряда. Кроме того, рекомендуется использовать вспомогательные тестовые импульсы. Это импульс типа 10/1000 мкс, а также пачки импульсов, обозначаемые в стандарте как EFT 5/50 ns (Electrical Fast Transient) burst waveform.

Устройства защиты от перенапряжений предотвращают протекание импульсов тока через защищаемое устройство вследствие замыкания его на общий провод. Они также ограничивают напряжение до значений, совместимых с характеристиками подсоединенных приборов.

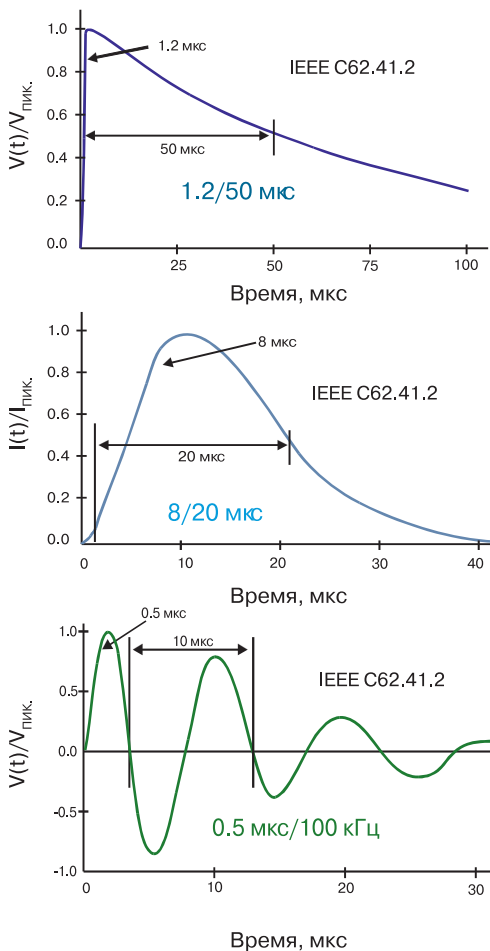


Рис. 1. Характеристики тестовых импульсов

Основные параметры устройства защиты от перенапряжений – допустимый ток, рассеиваемая мощность и напряжение ограничения. При воздействии импульса перенапряжения ограничивается выброс напряжения до безопасного уровня, при этом ток протекает через устройство защиты на общий провод, минуя защищаемую цепь. При отсутствии импульсов устройство защиты представляет собой разомкнутую цепь с током утечки.

Классификация оборудования (IEEE Std C62.41.2)

Категория	Использование
A	Внутри помещений. Офисы, магазины, и жилые помещения.
B	Уличное освещение возле зданий
C Low	Коммерческое и промышленное освещение, освещение складов и гаражей.
C High	Уличное освещение, парковки, освещение на открытом воздухе.

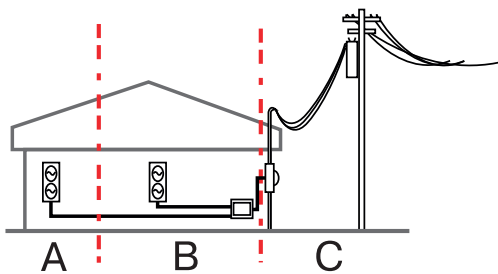


Рис. 2. Классификация оборудования (IEEE Std C62.41.2)

Таблица 1. Параметры тестовых импульсов

Категория	Тестовые импульсы (IEEE Std C62.41.2-2002)					
	Импульс 0.5 мкс/100 кГц			Импульс 1.2/50 мкс, 8/20 мкс		
	Макс. напряжение, кВ	Макс. ток, кА	Сопротивление, Ом	Макс. напряжение, кВ	Макс. ток, кА	Сопротивление, Ом
A	6	0.2	30	6	0.5	12
B	6	0.5	12	6	3	2

Таблица 2. Параметры тестовых импульсов

Категория	Тестовые импульсы (IEEE Std C62.41.2-2002)		
	1.2/50 мкс	8/20 мкс	0.5 мкс/100 кГц
	Макс. напряжение, кВ	Макс. ток, кА	Сопротивление, Ом
C Low	6	3	6
C High	10	10	6

Для защиты радиоэлектронных устройств от перенапряжений помимо традиционных плавких предохранителей, простейших RC- и LC-фильтров, широко используются специализированные приборы. Это, например, газоразрядные трубки (Gas Discharge Tube – GDT), металлооксидные варисторы (Metal-Oxide Varistor – MOV) и полупроводниковые ограничители напряжения (Transient Voltage Suppression Diode – TVS), сравнительные характеристики которых приведены на рис. 3 и в табл. 3.

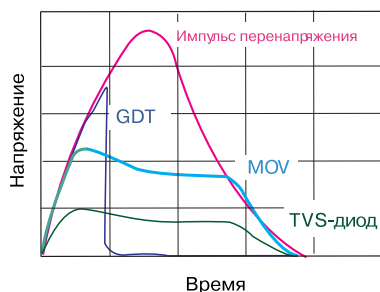


Рис. 3. Сравнительные характеристики устройств защиты от перенапряжения

В статье рассматриваются параметры и особенности варисторов и SPD-модулей, выпускаемых компанией Littelfuse.

ВАРИСТОРЫ

Металлооксидный варистор (со структурой "металл - окисел") – это, по сути, нелинейный резистор, предназначенный для защиты электротехнических устройств от бросков (скачков) напряжения. Типовая вольтамперная характеристика (ВАХ) варистора приведена на рис. 4.

Эквивалентная схема замещения варистора типа V130LA20A и его ВАХ приведены на рис. 5.

В последнее время широко применяются т.н. варисторы типа TMOV (Thermally self-protected MOV), содержащие встроенный термopредохранитель.

Варисторы подключаются параллельно защищаемому оборудованию и последовательно с внутренним сопротивлением источника помех. При отсутствии напряжения варисторы характеризуются

Таблица 3. Характеристики устройств защиты

Характеристика	GDT	MOV	TVS
Ток, кА (импульс 8/20 мкс)	1...100	0.1...100	0.1...15
Время реакции	Медленное (нс)	Быстрое (нс)	Очень быстрое
$U_{\text{макс.ограничения}}$	Высокое	Среднее	Низкое
Ток утечки	Нет	Низкий	Низкий
Остаточный ток	Да	Нет	Нет
Эффект старения	Да	Да	Нет

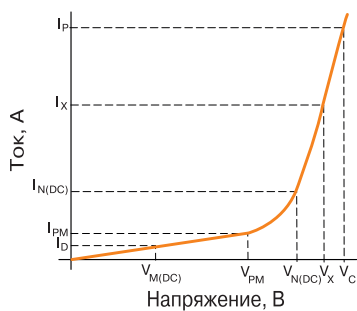


Рис. 4. Типовая вольтамперная характеристика варистора

высоким сопротивлением (1000 МОм) и малым током утечки, поэтому при этих условиях их можно считать диэлектриками. При наличии импульса перенапряжения его сопротивление резко уменьшается до долей ома и основной ток помехи протекает через варистор, а не через защищаемое оборудование. При этом поглощенная энергия рассеивается в виде тепла. По сравнению с TVS-диодами варисторы допускают значительно больший ток (до нескольких тысяч ампер). Преимущество варисторов – сравнительно высокое быстродействие. Как и газовые разрядники, варисторы являются элементами многократного действия, однако их сопротивление после затухания импульса помехи восстанавливается значительно быстрее.

Малое время срабатывания, высокие электрические характеристики в широком диапазоне рабочих температур, а также высокая надежность в сочетании с небольшими габаритами помогают в ряде случаев обеспечить длительный срок эксплуатации защищаемого электротехнического оборудования. Недосток варисторов – сравнительно большая собственная емкость, ограничивающая возможность их применения в высокочастотных приборах. В зависимости от конструкции, типа и напряжения ограничения величина емкости может составлять от 80 до 25000 пФ. Использование варисторов в

фильтрах, совмещающих функцию ограничения напряжения с фильтрацией, может быть полезно в ряде приложений. Кроме того, в сравнении с газоразрядными ограничителями варисторы отличаются гораздо меньшей максимально допустимой рассеиваемой мощностью.

К основным электрическим характеристикам варисторов относятся [7]:

- V_C – максимальное напряжение ограничения. Это максимальное напряжение, которое способен выдержать варистор без повреждения.
 - $V_{M(DC)}$ – номинальное напряжение постоянного тока. Это максимальное приложенное напряжение постоянного тока на протяжении длительного времени.
 - I_D – ток через варистор при напряжении равном $V_{M(DC)}$.
 - $V_{M(AC)/RMS}$ – номинальное напряжение переменного тока. Среднеквадратическое значение максимального синусоидального напряжения приложенного на протяжении длительного времени.
 - $V_{N(DC)}$ – классификационное номинальное напряжение варистора. Это падение напряжения при протекании тестового импульса тока ($I_{N(DC)}$), величина и длительность которого указывается производителем варисторов.
 - I_{TM} – максимальное значение амплитуды импульса тока (8/20 мкс), при котором варистор не выйдет из строя и обеспечит ограничение напряжения на заданном уровне.
 - W_{TM} – максимально допустимая поглощаемая энергия (Дж) при протекании через варистор одиночного импульса тока оговоренной длительности и амплитуды.
 - C – емкость варистора, измеряемая в закрытом состоянии, т.к. величина емкости зависит от приложенного напряжения и тока через варистор.
- Варисторы – это недорогое и достаточно эффективное средство для подавления переходных

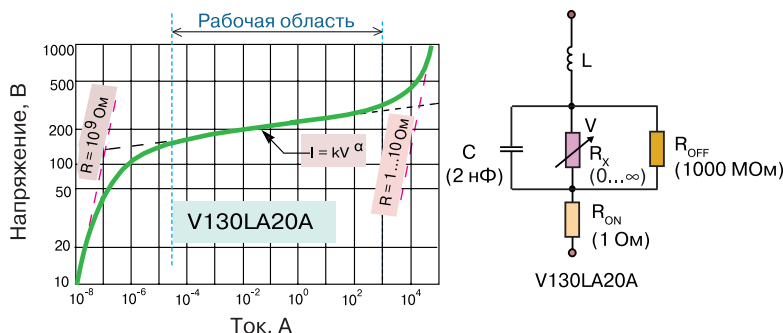


Рис. 5. Эквивалентная схема замещения варистора типа V130LA20A и его ВАХ

процессов во многих приложениях. Они также широко применяются в SPD-модулях, размещаемых на входе драйверов светодиодов. Однако с течением времени в результате воздействия мощных импульсов перенапряжения или часто случающихся сравнительно небольших перепадов напряжения варисторы стареют, т.е. изменяются их первоначальные параметры. В частности, увеличивается ток утечки, что в свою очередь приводит к повышению температуры варистора, даже при рабочем напряжении не выходящем за пределы допуска. Термочувствительный элемент (термопредохранитель), размыкающий цепь протекания тока (Thermal Cut-Off – TCO), расположенный рядом с варистором может обеспечить отключение варистора от цепи питания (рис. 6) при повышении его температуры, что позволяет избежать катастрофических последствий его перегрева (например, воспламенения).

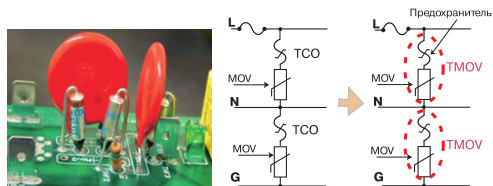
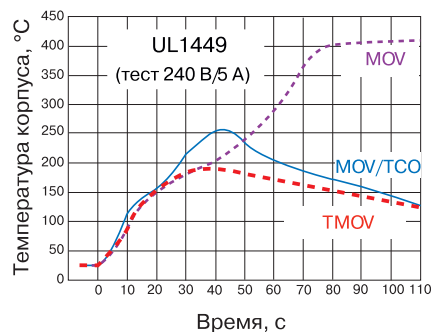


Рис. 6. Термопредохранитель + тиристор (TCO + MOV)

Более эффективную защиту можно обеспечить со встроенным в корпус варистора термопредохранителем. Это варисторы серии TMOV компании Littelfuse. На рис. 7 приведены сравнительные характеристики разных вариантов защиты варисторов и печальные результаты их перегрева. Как видно температура корпуса у варисторов серии TMOV значительно ниже в сравнении с MOV или MOV/TCO.

Варисторы серии TMOV25S рассчитаны на вполне конкретное рабочее напряжение переменного тока. Превышение рекомендованных значений может привести к их перегреву и повреждению. В корпусе варисторов серии TMOV25S содержится запатентованный интегрированный термочувствительный элемент, который размыкает цепь протекания тока через варистор в случае его перегрева из-за превышения допустимых параметров и при достижении критической температуры корпуса, что позволяет предотвратить его возгорание или взрыв. Варисторы серии TMOV25S соответствуют рекомендациям стандарта безопасности UL1449, предложенного американской компанией по стандартизации и сертификации Underwriters Laboratories (UL) для защиты оборудования от импульсных перена-



а)



б)

Рис. 7. Сравнительные характеристики средств защиты (а) и результаты перегрева варисторов (б)

пряжений в сети.

Варисторы TMOV25S выпускаются в двух модификациях. Это традиционные двухвыводные, а также трехвыводные варисторы. Последние содержат вывод для подключения средств индикации. Принцип действия проиллюстрирован на рис. 8.

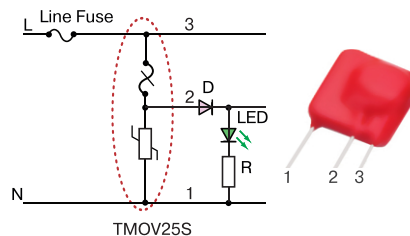


Рис. 8. Варисторы серии TMOV25S

В табл. 4 приведены параметры трехвыводных варисторов серии TMOV25S. Максимально допустимое напряжение устройства тепловой защиты 600 В, при этом средняя потребляемая мощность в переходном процессе не должна превышать 1.5 Вт. Диапазон рабочих температур -55...85 °С. Зависимость числа импульсов от амплитуды и длительности импульсного тока приведена на рис. 9.

Варисторы серии SMOV25S также имеют встроенные средства защиты от перегрева, которые содержат микропереключатель, используемый для индикации отключения варистора от сети, и обеспечивающий гальваническую развязку цепи

Таблица 4. Параметры трехвыводных варисторов серии TMOV25

Тип	Диаметр, мм	Температура 85 °C				Температура 25 °C			
		Режим				Напряжение $V_{N(DC)}$, В (при токе 1 мА)		Макс. напр. ограничения, В (100 А, 8/20 мкс)	Емкость, пФ ($f = 1$ МГц)
		Непрерывный		Импульсный					
		Напряжение, В		Энергия, Дж (импульс 2 мс)	$I_{\text{макс.}}$, кА (8/20 мкс)	Мин.	Макс.	V_C	C
$V_{M(AC)RMS}$	$V_{M(DC)}$	W_{TM}	I_{TM}						
TMOV25SP115M	25	115	150	170	20	162	198	295	3200
TMOV25SP130M		130	170	190		184.5	225.5	335	2800
TMOV25SP140M		140	180	210		198	242	355	2500
TMOV25SP150M		150	200	220		216	264	390	2300
TMOV25SP175M		175	225	250		243	297	450	1900
TMOV25SP200M		200	265	270		283	345	530	1700
TMOV25SP230M		230	300	300		324	396	585	1500
TMOV25SP250M		250	320	330		351	429	640	1400
TMOV25SP275M		275	350	350		387	473	700	1250
TMOV25SP300M		300	385	370		423	517	765	1150
TMOV25SP320M		320	420	390		459	561	825	1080
TMOV25SP385M		385	505	430		558	682	1010	900
TMOV25SP420M		420	560	460		612	748	1100	820
TMOV25SP440M		440	585	470		643.5	786.5	1160	790
TMOV25SP460M		460	615	490		675	825	1220	750
TMOV25SP510M		510	670	520		738	902	1335	680
TMOV25SP550M		550	745	550		819	1001	1475	630
TMOV25SP625M		625	825	600		900	1100	1625	550
TMOV25SP750M	750	970	670	1080	1320	1950	460		

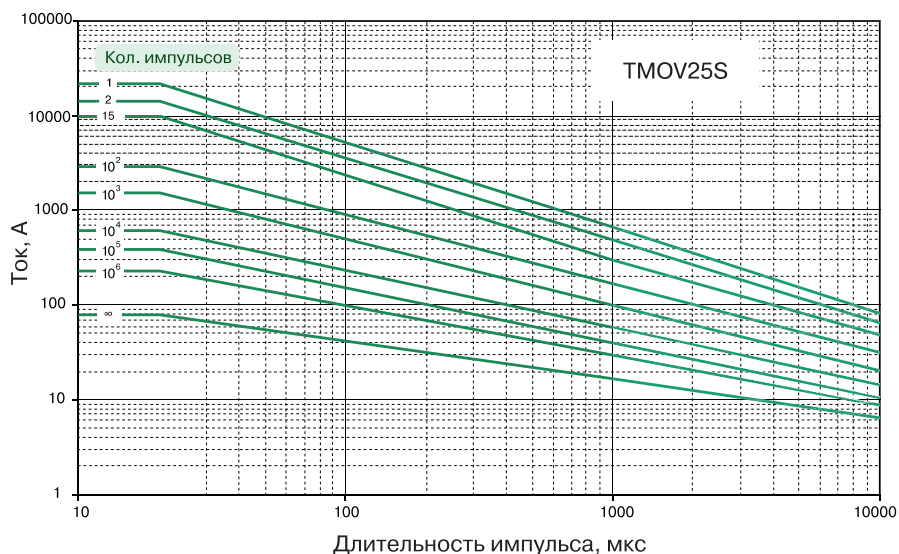


Рис. 9. График зависимости числа импульсов от амплитуды и длительности импульсного тока

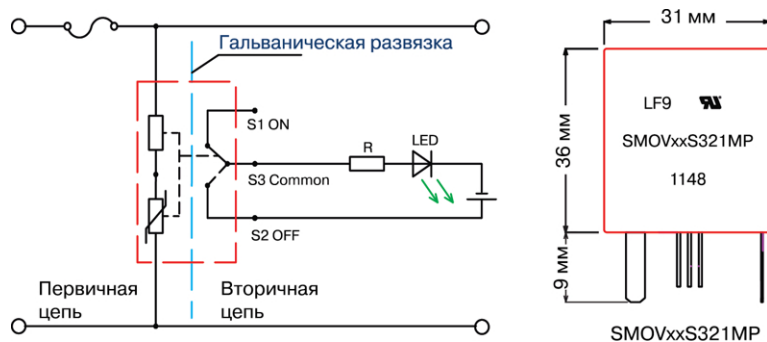


Рис. 10. Варисторы серии SMOVxxS

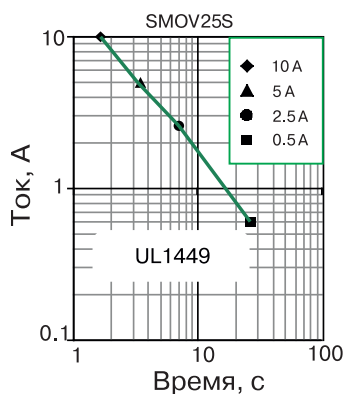


Рис. 11. Время реакции варисторов SMOVxxS

индикации от первичной сети. Это гарантирует безопасность и упрощает конструкцию пользовательского устройства. Кроме того, это позволяет уменьшить индуктивность выводов. На рис. 10 приведена схема подключения варисторов серии SMOVxxS, на рис. 11 – время реакции в зависимости от тока (SMOV25S).

Диапазон рабочих температур $-45...75$ °С. Максимально допустимое напряжение устройства тепловой защиты 1500 В, средняя потребляемая мощность в переходном процессе не должна превышать 1.5 Вт. Сопротивление замкнутых контактов микропереключателя – 70 мОм, допустимый ток – 0.1 А, напряжение – 12 В.

SPD-МОДУЛИ

Компания Littelfuse выпускает автономные устройства защиты от импульсных перенапряжений для защиты уличных и промышленных светодиодных светильников, которые удовлетворяют рекомендациям стандартов UL1449 и IEC61643-11. Среди них LSP05/LSP10 с максимальным импульсным током 20 (LSP10) и 10 кА (LSP05). Достоинства этих модулей – пожаробезопасность, возможность про-

стой замены неисправных модулей, герметичность (IP66), небольшие габариты (48×48×30 мм). Сферы применения: уличное и промышленное освещение, светофоры, сигнальные огни аэродромов и пр.

Импульсные перенапряжения могут служить причиной значительного сокращения срока службы светодиодных светильников, что в свою очередь снижает экономический эффект от их применения. Компания Littelfuse выпускает средства защиты разного назначения, в том числе и ориентированные на применение со светодиодными светильниками.

Уличные светильники, которые согласно стандарта IEEE C62.41 относятся к оборудованию категории C High, подвергаются воздействию перенапряжений, в первую очередь, вызванных грозовыми разрядами. Как правило, они расположены на открытых участках местности и смонтированы на высоких опорах.

Хотя некоторые светодиодные светильники и содержат встроенные в блок питания устройства защиты, компания Littelfuse рекомендует использовать автономные SPD-модули.

Во-первых, в этом случае светильник в результате замены SPD-модуля может быть просто модернизирован для адаптации к разным условиям эксплуатации в зависимости от конкретного региона и приложения.

Во-вторых, это делает светильник более универсальным и экономически эффективным.

Варисторы широко используются в системах защиты от перенапряжений благодаря быстрому отклику, небольшим размерам, высокой поглощаемой энергии, а также их низкой стоимости. Однако в процессе эксплуатации они неизбежно деградируют и с течением времени уже не обеспечивают эффективную защиту. Наличие автономного SPD-модуля дает возможность его простой замены в случае неисправности.

Варисторы и SPD-модули предназначены для ограничения перенапряжений длительностью несколько микросекунд. Однако в реальности возможно временное превышение рабочего напряжения, вызванное "потерей нейтрали или заземления", неправильным подключением в процессе монтажа или другими причинами, что может привести к перегреву, воспламенению и даже пожару. В стандарте UL1449 и IEC61643-11 определены конкретные условия испытаний, гарантирующие безопасность SPD-модулей. Надежные устройства защиты от перенапряжений должны содержать термомпредохранитель для защиты варисторов от перегрева.

При перегреве варистора из-за временного превышения напряжения или увеличенного тока утечки и как следствие его неисправности, он не предохраняет нагрузку от воздействия импульсов перенапряжения. Поэтому важно обеспечить соответствующую индикацию, что гарантирует своевременную замену неисправных устройств сотрудниками сервисных служб.

Основные электрические параметры SPD-модулей серии LSP05/LSP10 [5]:

$U_{НОМ}$ – номинальное рабочее напряжение.

$U_{МАКС}$ – максимальное напряжение (среднеквадратичное значение).

$I_{МАКС}$ – максимально допустимый импульсный ток (8/20 мкс).

$I_{НОМ}$ – номинальный ток, гарантирующий работоспособное состояние (15 импульсов 8/20 мкс).

U_{MLV} – среднее напряжение ограничения при воздействии 15 импульсов 8/20 мкс амплитудой $I_{НОМ}$ (стандарт UL1449).

U_p – максимальное напряжение ограничения (стандарт IEC 61643-11).

Основные параметры некоторых SPD-модулей серии LSP05/10 даны в табл. 5. Как правило, варисторы, содержащиеся в модуле, включаются между линиями (L) и нейтралью (N), линией (L) и заземлением (G), нейтралью (N) и заземлением (G). Диапазон

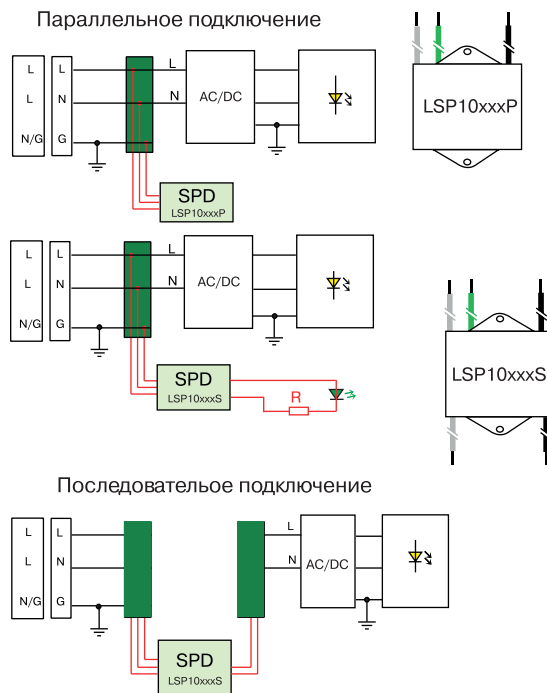


Рис. 12. Последовательное и параллельное подключение модулей серии LSP10

рабочих температур -45...85 °С.

Предусмотрено два возможных варианта подключения SPD-модулей к силовой цепи питания светильника.

Параллельное подключение (рис. 12, 13).

SPD-модуль подключается параллельно нагрузке. При перегреве SPD-модуль автоматически отключается от линии, однако нагрузка находится под напряжением и светильник остается в рабочем состоянии. Поскольку SPD-модуль отключен (по сути, отключен только варистор), то последующие всплески сетевого напряжения могут вывести из строя светильник. Для индикации отключения защиты предусмотрена возможность подключения внешнего светодиода, указывающего на неисправность модуля. В интеллектуальных системах можно использовать дистанционную сигнализацию, в этом

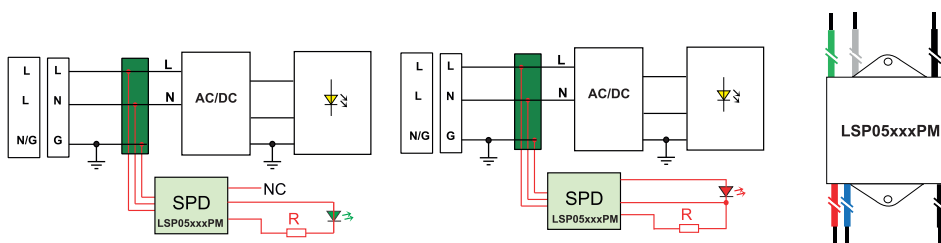


Рис. 13. Структурная схема подключения модулей серии LSP05

Таблица 5. Основные параметры некоторых SPD-модулей серии LSP05/10

Тип	$U_{НОМ}$, В	$U_{МАКС}$, В	$I_{МАКС}$, кА	$I_{НОМ}$, кА	U_{MLV} , В (UL1449)	U_p , В (IEC 61643-11)		
Серия LSP10 (последовательное или параллельное подключение)								
LSP10120	120	150	20	10	L-N: 740	900		
LSP10240	240	275			L-G: 740			
					N-G: 670			
LSP10277	277	320			L-N: 1130	1200		
					L-G: 1130			
LSP10347	347	420			N-G: 1060			
					L-N: 1330	1400		
LSP10480	480	510			L-G: 1330			
					N-G: 1260			
LSP10347	347	420			L-N: 1750	1900		
					L-G: 1750			
LSP10480	480	510			N-G: 1680			
			L-N: 2020	2100				
LSP10480	480	510	L-G: 2020					
			N-G: 1960					
Серия LSP05 (параллельное подключение)								
LSP05120	120	150	10	5	L-N: 680	800		
					L-G: 680			
					N-G: 630			
LSP05240	240	275			L-N: 1100	L-G: 1100	1200	
								N-G: 1100
N-G: 1220								
	L-N: 1600	L-G: 1600			1700			
						N-G: 1580		
L-N: 1780							L-G: 1780	1900
	N-G: 1730							

случае в сервисный центр поступает сигнал о необходимости замены неисправного SPD-модуля.

Последовательное подключение (рис. 12).

SPD-модуль подключается последовательно с нагрузкой (фактически последовательно с нагрузкой включается только предохранитель). В этом случае при отключении SPD-модуля нагрузка также отключается от сети, что предотвращает выход светильника из строя при последующих перенапряжениях в линии. Одновременно с этим погасший светильник служит в качестве индикации неисправно-

сти. Такая схема подключения более предпочтительна, т.к. замена только модуля обходится дешевле, чем замена светильника, в случае параллельного подключения SPD-модуля.

Зависимость числа импульсов от амплитуды и длительности импульсного тока приведена на рис. 14 (LSP10).

На рис. 15 приведены структурные схемы подключения SPD-модулей типа LSP05/10. При выборе их параметров в случае импульсного тока (i_1) следует руководствоваться следующим. Чтобы умень-

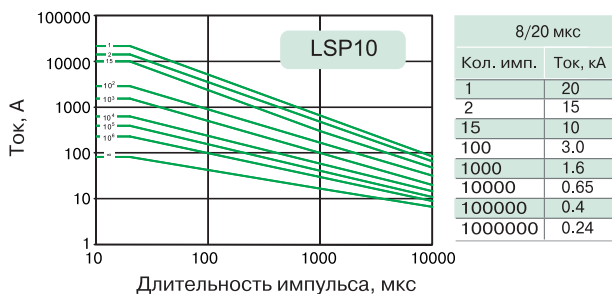


Рис. 14. Графики зависимости числа импульсов от амплитуды и длительности импульсного тока (LSP10)

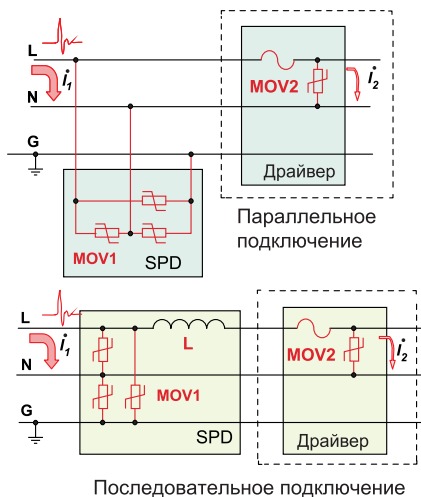


Рис. 15. Структурные схемы подключения SPD-модулей LSP05/10

шить импульсный ток (i_2) через встроенный в драйвер варистор, максимальное рабочее напряжение и максимальное напряжение ограничения варистора MOV2 должно быть больше, чем MOV1. Такое соотношение позволит предотвратить перегорание варистора MOV2 и как следствие необходимость замены светильника. Кроме того, следует учитывать, что $V_{MOV2} = V_{MOV1} + L(di/dt)$.

Необходимо отметить, что использование нескольких варисторов одного типа, подключенных параллельно, существенно не увеличивает эффективность защиты, т.к. разные экземпляры варисторов, даже из одной партии, отличаются параметрами. Это может привести к тому, что ток распределится неравномерно, в результате чего один из варисторов перегреется.

Ответ на вопрос гарантируют ли SPD-модули 100% защиту от перенапряжений – вполне очевиден. Нет, не гарантируют. SPD-модули обеспечивают эффективную защиту от наиболее распространенных видов перенапряжения в силовых це-

пях. Эти импульсы индуцированы мощными грозовыми разрядами. В случае, прямого удара молнии, что является очень редким явлением, не избежать серьезных повреждений оборудования. Нет устройств, способных предотвратить повреждения от прямого удара молнии. SPD-модули также не могут решить проблемы, связанные с временным повышением сетевого напряжения, вызванным серьезной неисправностью в сети электропитания, или потерей "нейтрали/земли". В этом случае сетевое напряжение превышает номинальное значение в течение нескольких секунд, что может служить причиной неисправности SPD-модуля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для защиты входных цепей светотехнических устройств от воздействия перенапряжений могут использоваться различные методы защиты. Одним из недорогих и эффективных схемотехнических способов защиты светодиодных светильников от воздействия выбросов напряжения во входных силовых цепях является применение варисторов.

Срок службы светодиодных светильников для наружного освещения во многом определяется наличием эффективных средств защиты от импульсных перенапряжений в силовых цепях. Применение специализированных SPD-модулей серии LSP05/LSP10 компании Littelfuse гарантирует защиту светодиодного светотехнического оборудования от перенапряжений.

Более полную информацию о варисторах и SPD-модулях компании Littelfuse можно найти в [1-7] или в фирме VD MAIS – официальном дистрибьюторе компании Littelfuse.

ЛИТЕРАТУРА

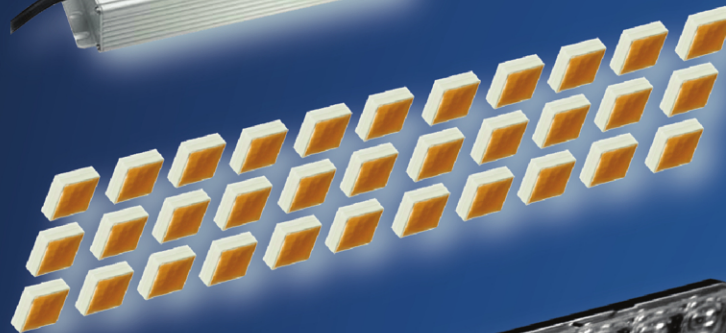
1. LED Lighting Surge Protection Modules Design and Installation Guide.
2. Light-Emitting Diode (LED) Design Guide.
3. IEEE C62.41.2-2002. IEEE Recommended practice on characterization of surges in low-voltage (1000V and less) AC power circuits.
4. TMOV25S Varistor Series.
5. Surge Protection Module. LSP05 and LSP10 Series. New Product Introduction. April 2016.
6. Surge Protection Module. LED Lighting Surge Protection > LSP05.
7. Product catalog & design guide. Metal-Oxide Varistor (MOV).

Недорогие светильники для промышленного освещения

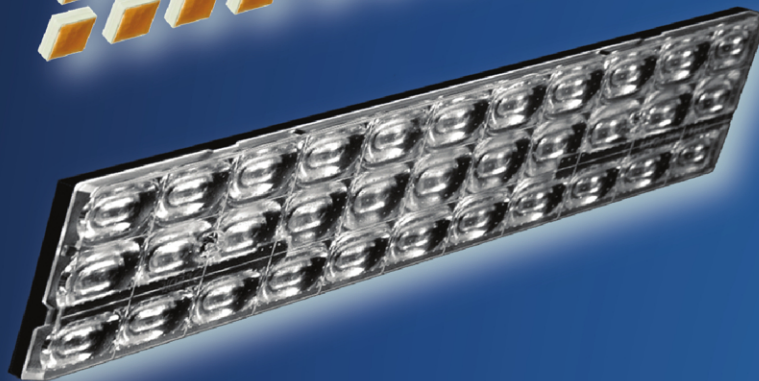
на базе светодиодов XLamp MHB-B



HLG-120H-C500
HV output



XLamp MHB-B
33 шт.



FLORENCE-3R



Основные преимущества XLamp® MHB-B:

- самая низкая удельная стоимость на единицу светового потока [лм/\$] из всех светодиодов, выпускаемых компанией Cree
- керамический корпус
- температура кристалла до 105 °C
- время, за которое деградация светового потока составляет 10%, не менее 21 400 часов.

Применение светодиодов серии MHB-B вместо светодиодов средней и малой мощности позволяет уменьшить стоимость светодиодов, несмотря на более высокую стоимость одного экземпляра (при той же интенсивности света потребуется меньшее число светодиодов), уменьшить габариты и массу светильника.



VD MAIS – официальный дистрибьютор компаний **MEAN WELL**, **CREE** и **LEDIL** 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

SPD-МОДУЛИ КОМПАНИИ MEAN WELL

SURGE PROTECTION MODULES FROM MEAN WELL

В статье приведены технические характеристики и возможности устройств защиты для систем светодиодного освещения.

Abstract - The article article discusses the features of the Mean Wells surge protection modules SPD-20.

В. Раздобудько

V. Razdobudko

Компания Mean Well, производитель разнообразных драйверов светодиодов и блоков питания, выпускает также модули защиты драйверов от перенапряжений в электросети – т.н. SPD-модули (Surge Protection Devices – SPD) [1, 2]. Основные технические характеристики модулей серии SPD-20 даны в таблице. Схема подключения приведена на рисунке. Предусмотрена возможность только параллельного подключения к нагрузке, кроме того, предусмотрена индикация неисправности модуля.

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.

ЛИТЕРАТУРА

1. 20kA Surge protection device. SPD-20 series (www.meanwell.com).
2. www.meanwell.com.

Таблица. Основные параметры SPD-модулей

Наименование параметра	Тип	
	SPD-20-240P	SPD-20-277P
Рабочее напряжений переменного тока (50/60 Гц), В	240	277
Макс. напряжение переменного тока, В	300	320
Макс. напряжение переменного тока в непрерывном режиме, В	300	—
Номинальный ток, кА	5	
Макс. ток (импульс 8/20 мкс), кА	20	
Степень защиты	IP67	
Стандарты	UL1449 (3-изд.), CS22.2 NO.8, EN61643-11 (только SPD-20-240P)	
Время реакции, нс (не более)	25	
Диапазон рабочих температур, °C	-40...70	
Габаритные размеры, мм	90×70×50	
Масса, кг	0.39	

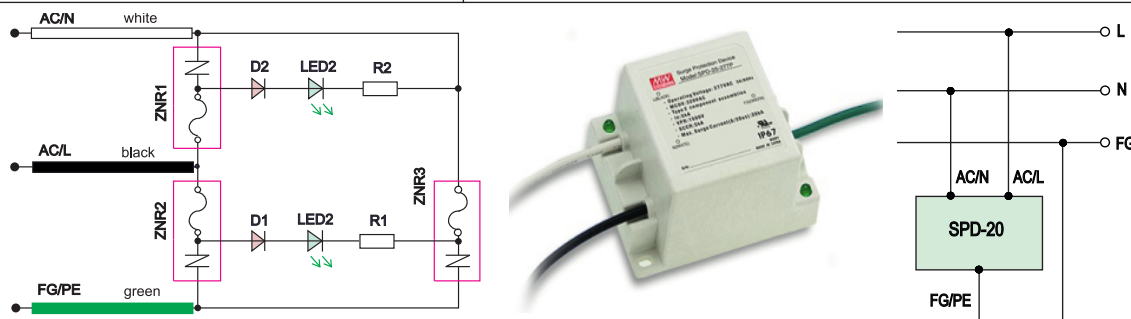


Рис. 1. Схема подключения SPD-модулей

МУЛЬТИМЕТР-ТЕПЛОВИЗОР FLUKE 279 FC

В статье приведена краткая информация о мультиметре-тепловизоре Fluke 279 FC, позволяющем не только измерять токи, напряжения и параметры цепей, но и температуру удаленных объектов. Это дает возможность не только ускорить поиск неисправностей электротехнического оборудования, но и проводить аудит оборудования, помещений и зданий..

В. Макаренко

Электрикам и техническим специалистам, ответственным за обеспечение работоспособности и безопасной работы производственных систем, известно, что чем скорее удастся обнаружить неисправность, тем быстрее можно ее устранить и восстановить работоспособность системы. Цифровой мультиметр необходим для поиска и точной диагностики неисправностей в электрических и электронных системах. Но часто поиск неисправности занимает больше времени, чем ее устранение.

Мультиметры-тепловизоры предназначены для ускорения поиска и устранения неисправностей электрооборудования. Они позволяют увидеть нагретые зоны высоковольтного оборудования и трансформаторов, обнаружить нагрев предохранителей, проводов, изоляторов, соединителей, соединений и выключателей. Сканирование с использованием тепловизора в приборе 279 FC (рис. 1) помогает быстро и с безопасного расстояния обнаружить многие проблемы электротехнического оборудования. Объединение двух приборов в одном – мультиметра и тепловизора, уменьшает массу и увеличивает производительность оборудования, необходимого для поиска неисправностей [1]. По завершении ремонта факт устранения неисправности можно проконтролировать с помощью тепловизора. Тепловизор можно использовать не только для поиска неисправностей, но и для аудита оборудования, помещений и зданий (например, для поиска путей утечки тепла).

Fluke 279 FC – полнофункциональный про-

TRUE-RMS THERMAL MULTIMETER FLUKE 279 FC

Abstract – The article presents brief information about the true-rms thermal multimeter Fluke 279 FC, allowing not only measuring the currents, voltages and parameters of the circuits, but also the temperature of remote objects. This gives you the opportunity not only to speed up troubleshooting of electrical equipment and audit equipment, facilities and buildings.

V. Makarenko

фессиональный цифровой мультиметр со встроенным тепловизором с разрешением 80×60 пикселей, который поддерживает функции iFlex® и Fluke Connect®.



Рис. 1. Мультиметр-тепловизор Fluke 279 FC

Поддержка функции iFlex® (гибкие токовые клещи) расширяет возможности для измерений переменного тока силой до 2500 А в стесненных и труднодоступных местах. Большой полноцветный ЖК-экран упрощает считывание четких изображений и результатов измерений. Заряжаемая литий-ионная батарея обеспечивает работу прибора в течение полного рабочего дня при нормальных условиях эксплуатации.

Встроенная функция Fluke Connect® позволяет выполнять беспроводную передачу данных на смартфон и экономить время при предоставлении отчетности о выполнении работы. Повышается эффективность поиска и устранения неисправностей благодаря мгновенному анализу и мониторингу в реальном масштабе времени результатов измерений на экране смартфона.

Основные функциональные возможности прибора:

- полнофункциональный мультиметр со встроенным тепловизором
- 15 функций измерения, включая: напряжение переменного тока с фильтром нижних частот, напряжение постоянного тока, сопротивление, целостность цепи, емкость, проверка диодов, мин./макс./средн., переменный ток (с помощью iFlex), частота
- термография позволяет быстро и безопасно выявлять многие проблемы в электроустановках без необходимости выполнения требующих времени испытаний и проверок
 - приспособление iFlex расширяет возможности и позволяет поместить прибор в труднодоступные места для измерения переменного тока силой до 2500 А
 - сохранение изображения тепловизора и результатов измерений мультиметра в памяти смартфона с помощью беспроводной связи на расстоянии до 6.1 м (при отсутствии препятствий)
 - разрешение изображения тепловизора 80×60 пикселей
 - цветной ЖК-дисплей с диагональю 3.5 дюйма / 8.89 см
 - заряжаемая литий-ионная батарея обеспечивает работу прибора в течение полного рабочего дня (не менее 10 часов)
 - гарантия три года
 - автоматическое выключение при простое для экономии заряда батареи
 - категории измерений CAT III 1000 В, CAT IV 600 В
 - дополнительные принадлежности: гибкие токоизмерительные датчики Fluke i2500-10 или i2500-18 iFlex®, зарядное устройство переменного тока Fluke BC500TDMM и литий-ионная батарея Fluke BP500 3000 мАч
 - прочная конструкция, выдерживающая падение с высоты 3 м

- чехол с двойным упрочненным резиновым покрытием для усиления защиты
- удобный ремень (заказывается дополнительно) позволяет повесить прибор при использовании щупов (рис. 2).

Основные параметры мультиметра:

- измерение напряжения до 1000 В переменного и постоянного тока
- измерение силы переменного тока до 2500 А
- измерение температуры от –10 до 200 °С
- измерение сопротивления до 50 МОм
- проверка целостности цепи
- проверка диодов
- регистрация минимальных и максимальных значений для автоматической фиксации изменений
- измерение частоты сигнала
- измерение емкости до 9999 мкФ
- точное измерение среднеквадратичного значения напряжения и тока негармонических сигналов
- диапазон рабочих температур от -10 до 50 °С
- относительная влажность:
 - ◆ от 0 до 90% (в диапазоне температур 0...35 °С)
 - ◆ от 0 до 75% (в диапазоне температур 35...40 °С)
 - ◆ от 0 до 45% (в диапазоне температур 40...50 °С)
- масса 0.8 кг
- габаритные размеры 5.7×9.4×21.6 см
- гарантийный срок 3 года.

При измерении сигналов переменного тока



Рис. 2. Мультиметр-тепловизор подвешивается на ремне при измерениях с помощью щупов

Таблица 1. Технические характеристики Fluke 279 FC

Режим измерения	Предел измерения / разрешающая способность	Погрешность
Переменное напряжение	600.0 мВ / 0.1 мВ	1.0% + 3 (45...500 Гц)
	6.000 В / 0.001 В	
	60.00 В / 0.01 В	1.0% + 3 (45...65 Гц)
	600.0 В / 0.1 В	4.0% + 3 (65...200 Гц)
	1000 В / 1 В	15% + 3 (200...500 Гц)
Напряжение постоянного тока	600.0 мВ / 0.1 мВ	0.09% + 2
	6.000 В / 0.001 В	
	60.00 В / 0.01 В	
	600.0 В / 0.1 В	
	1000 В / 1 В	0.15% + 2
Проверка целостности цепи	+	
Сопротивление	600.0 Ом / 0.1 Ом	0,5% + 2
	6.000 кОм / 0.001 кОм	0.5% + 1
	60.00 кОм / 0.01 кОм	
	600.0 кОм / 0.1 кОм	
	6.000 МОм / 0.001 МОм	1.5% + 3
	50.00 МОм / 0.01 МОм	
Проверка диодов	2.000 В / 0.001 В	1% + 2
Емкость	1000 нФ / 1 нФ	1.2% + 2
	10.00 мкФ / 0.01 мкФ	
	100.0 мкФ / 0.1 мкФ	
	9999 мкФ / 1 мкФ	10% типовое значение
Переменный ток	999,9 А / 0.1 А	3.0% + 5 (45...500 Гц)
	2500 А / 1 А (с iFlex)	
Частота	99.99 Гц / 0.01 Гц	0,1% + 1
	999.9 Гц / 0.1 Гц	

осуществляется усреднение результатов измерения по 40 отсчетам, а при измерении сигналов постоянного тока – по 12 отсчетам.

Передача данных на смартфон осуществляется по Bluetooth. Дальность радиосвязи на открытом пространстве при отсутствии препятствий до 20 м, при наличии препятствий (стена из гипсокартона) до 6.5 м, при наличии препятствий (бетонная стена или стальной электрический шкаф) до 3.5 м.

На рис. 3 показана комплектация мультиметра-тепловизора Fluke 279 FC. Более подробную информацию по параметрам прибора можно найти в [1], а рекомендации по настройке и измерениям с помощью Fluke 279 FC в [2].

В комплект мультиметра-тепловизора



Рис. 3. Комплектация мультиметра-тепловизора Fluke 279 FC

Таблица 2. Входные характеристики Fluke 279 FC

Режим измерения	Параметр	Значение
Переменное напряжение	Входной импеданс (номинальный)	> 10 МОм, <100 пФ
	Коэффициент подавления синфазного сигнала (разбаланс 1 кОм)	> 60 дБ на частотах от 0 до 60 Гц
	Защита от перегрузки	1100 В (среднеквадратичное значение)
Напряжение постоянного тока	Входной импеданс (номинальный)	> 10 МОм < 100 пФ
	Коэффициент подавления синфазного сигнала (разбаланс 1 кОм)	> 120 дБ при пост. токе, 50 Гц или 60 Гц
	Нормальный режим подавления	> 60 дБ при 50 или 60 Гц
	Защита от перегрузки	1100 В (среднеквадратичное значение)
При измерении напряжения переменного/постоянного тока менее 1 В	Входной импеданс (номинальный)	> 10 МОм, <100 пФ
	Коэффициент подавления синфазного сигнала (разбаланс 1 кОм)	> 120 дБ на пост. токе и при частоте сигнала 50 или 60 Гц
	Нормальный режим подавления	> 60 дБ при частоте сигнала 50 или 60 Гц
	Защита от перегрузки	1100 В (среднеквадратичное значение)
Сопротивление/емкость	Напряжение проверки на обрыв цепи	<2.7 В пост. тока
	Напряжение при измерении на пределе 6 МОм	<0.7 В постоянного тока
	Напряжение при измерении на пределе 50 МОм	<0.9 В постоянного тока
	Типовой ток короткого замыкания	<350 мА
	Защита от перегрузки	1100 В (среднеквадратичное значение)
Проверка целостности цепи/проверка диодов	Напряжение проверки на обрыв цепи	<2.7 В пост. тока
	Типовой ток короткого замыкания	<1.1 мА

279 FC/iFlex TRMS входят:

- мультиметр-тепловизор 279 FC TRMS
- измерительные провода TL175 (1 пара)
- гибкий токоизмерительный датчик iFlex 45.72 см (18 дюймов)
- заряжаемая литий-ионная батарея и зарядное устройство
- мягкий переносной футляр
- ремень для подвески.

С помощью мультиметра-тепловизора с функцией Fluke Connect неисправность обычно можно устранить за одно посещение объекта. Следует начать со сканирования оборудования для получения первоначальных данных о местонахождении неисправности.

При обнаружении нагретой зоны следует

надеть средства индивидуальной защиты (СИЗ) и использовать цифровой мультиметр для дальнейшего поиска неисправности. При обнаружении неисправности следует обесточить оборудование и подключить цифровой мультиметр для мониторинга состояния цепи.

Чтобы документально зафиксировать устранение неисправности с использованием сохраненных результатов измерений и теплового изображения, можно использовать приложения Fluke Connect на смартфоне за пределами опасной зоны.

Использование этой системы позволяет сэкономить время на поиск и устранение неисправностей, сократить время простоев и повысить эффективность работы персонала и

Таблица 3. Параметры инфракрасной камеры

Параметр	Предел измерения / разрешающая способность
Температура, измеряемая инфракрасной камерой в центральной точке	от -10 до 200 °C / 0.1 °C (± 5 °C или $\pm 5\%$ при температуре 25 °C, выбирается большее значение)
Коэффициент излучения	0.95 (постоянное значение)
Разрешающая способность	80x60 пикселей
Частота кадров изображения	8 Гц
Тепловая чувствительность (тепловой эквивалент шума NETD)	<200 мК
Спектральный диапазон ИК	от 7.5 до 14 мкм
Отношение расстояния к размеру измеряемого пятна	162:1
Зона обзора	36° (ширина) × 27° (высота)
Механизм фокусировки	фиксированный фокус
Съемка изображений	изображение доступно для контроля перед сохранением
Носитель данных	внутренняя память емкостью до 100 изображений
Передача изображений	функции Fluke Connect® / SmartView®
Формат файлов	is2
Размер экрана дисплея	диагональ 8.9 см (3.5 дюйма)

всего предприятия.

Подробные рекомендации по применению Fluke 279 FC можно найти в [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.fluke.com/fluke/ruru/cifrov%D1%8Be-multimetr%D1%8B/wireless-testers/fluke->

[279-fc.htm?pid=80929.](http://www.fluke.com/fluke/ruru/cifrov%D1%8Be-multimetr%D1%8B/wireless-testers/fluke-279-fc.htm?pid=80929)

2. [http://assets.fluke.com/manuals/279FC__umrus0000.pdf.](http://assets.fluke.com/manuals/279FC__umrus0000.pdf)

3. http://support.fluke.com/find-sales/Download/Asset/9901943_RUS_A_W.PDF

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: конвекции и селективной пайки, пайки волной
- Испытательное оборудование
- Системы визуального контроля
- Координатно-фрезерные станки
- Технологические материалы монтажа
- Средства антистатической защиты

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

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

VD MAIS

Разработка и серийное производство электроники

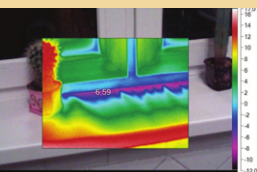
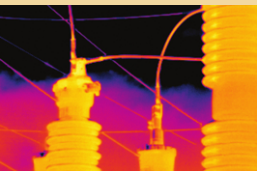
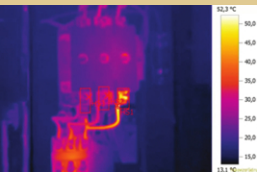


- разработка электрических схем
- проектирование и изготовление печатных плат
- комплектация изделий электронными компонентами и конструктивами
- контрактное производство (по стандарту IPC-A-610H):
 - автоматизированный монтаж SMD-компонентов и автоматизированная селективная пайка компонентов, монтируемых в отверстия
 - изготовление опытных образцов изделий
 - мелко- и крупносерийное производство
- многолетний опыт разработки и производства
- гарантия качества

Сертификация на соответствие требованиям стандартов ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, ISO 13485:2003 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@vdmajs.ua, www.vdmajs.ua



Fluke Ti



Fluke TiS

Fluke Ti – серия тепловизоров с разрешающей способностью снимков до 640×480 точек (Ti300, Ti400, Ti450, Ti480)

Fluke TiS – универсальные тепловизоры (в т.ч. для аудита) с разрешающей способностью снимков до 320×240 точек (TiS10, TiS20, TiS40, TiS45, TiS50, TiS55, TiS60, TiS65, TiS75)

Расширенные функциональные возможности

LaserSharp® Focus – автофокус с помощью лазерного дальномера

MultiSharp™ – объединение оптимальных по резкости изображений разнудаленных объектов на одном снимке

SuperResolution – режим увеличения разрешающей способности путем цифровой обработки нескольких снимков

IR-Fusion® – точное совмещение изображений полученных в видимом и инфракрасном диапазонах (полное или кадр-в-кадре)

IR-PhotoNotes™ – система анотирования съемки

SmartView® – бесплатное ПО, обработка изображений встроенным процессором, совместимость с MATLAB® и LabVIEW®

Fluke Connect® – беспроводная связь со смартфонами и облачным хранилищем

VD MAIS – официальный дистрибьютор компании Fluke 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



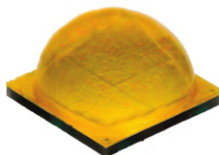
СВЕТОДИОДЫ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ XLAMP® XHP70.2

В статье приведена краткая информация о новых светодиодах экстремально большой мощности, которые могут работать при температуре кристалла до 105 °С с сохранением длительного срока службы без снижения эффективности. Применение светодиодов XLAMP® XHP70.2, совместимых по габаритам со светодиодами XHP70A, позволяет создавать более эффективные светильники на базе уже используемых конструктивных решений.

В. Макаренко

LEDS OF HIGH POWER SECOND-GENERATION XLAMP® XHP70.2

Abstract -



The article presents brief information about the new LEDs Extreme High Power, which can work at the temperature of the crystal to 105 °C while maintaining a long service life without decreasing efficiency. The use of LEDs XLAMP® XHP70.2, compatible in size with LEDs XHP70A allows to create more efficient lamps on the basis of already used constructive solutions.

V. Makarenko



Одной из основных групп товаров компании CREE является семейство светодиодов XLamp. Являясь пионером в области разработки и производства новых полупроводниковых материалов, CREE создает самые яркие в мире светодиоды и светодиодные лампы различных типов.

При изготовлении этих светодиодов используются уникальные запатентованные технологии производства кристаллов, что обеспечивает высокую интенсивность светоизлучения при малых габаритных размерах. При производстве кристаллов используются соединения арсенида и нитрида галлия, а также соединения на основе карбида кремния. Эта технология получила название SC5.

Еще недавно стоимость светодиодных светиль-

ников определялась в основном стоимостью светодиодов. Однако совершенствование технологий производства светодиодов позволило снизить их стоимость. Появление высокоэффективных светодиодов большой мощности привело к тому, что в настоящее время стоимость светильников во многом определяют драйверы для питания светодиодов и устройства теплоотвода.

Динамику снижению стоимости различных компонентов светильников (по данным компании Cree) можно проследить на рис. 1.

Светодиоды по-прежнему определяют основные характеристики светильников: световой поток, энергоэффективность, качество света и стабильность этих параметров во времени. Как показано в [1], необходимо пересмотреть подход к проектированию светильников, уменьшив в его себестоимости долю тех компонентов, снижение цены которых маловероятно (например, алюминиевые печатные платы). Такую возможность перед разработчиками открывает линейка светодиодов XHP (XLamp® Extreme High Power), выпускаемых компанией Cree.

Эти светодиоды создают намного больший световой поток чем другие светодиоды. Следовательно, в светильнике можно использовать меньшее количество светодиодов и, как следствие, линз, а также уменьшить размеры печатной платы.

Еще одним значительным достоинством этих светодиодов является возможность работы при температуре кристалла до 105 °С без снижения срока службы, благодаря технологии SC5. А это, в свою очередь, позволяет уменьшить размеры радиатора

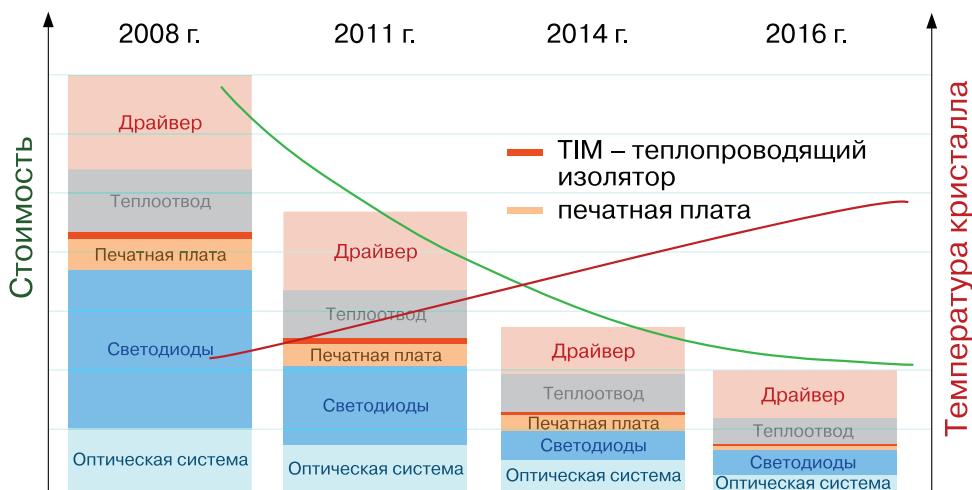


Рис. 1. Динамика изменения стоимости отдельных компонентов светодиодных светильников

и снизить его стоимость.

В середине марта 2017 года компания Cree объявила о выходе на рынок второго поколения светодиодов большой мощности семейства XLamp® XHP70.2. Новые светодиоды создают световой поток на 9% больше чем светодиоды первого поколения XHP70. При этом светоотдача [лм/Вт] возросла на 18%.

Основные характеристики светодиодов XLamp® XHP70.2 [2]:

- габаритные размеры 7×7 мм
- максимальный световой поток 4292 лм
- варианты исполнения по прямому падению на-пряжения – 6 В, 12 В и High-CRI [3]
 - тепловое сопротивление, переход/точка пайки 0.9 °C/Вт
 - угол излучения (FWHM) 125°
 - температурный коэффициент напряжения -2.9 мВ/°C
 - выдерживаемое напряжение электростатического разряда (MIL-c STD-883D) 8000 В
 - прямой ток (6 В) 4800 мА
 - прямой ток (12 В) 2400 мА
 - допустимое обратное напряжение 5 В
 - прямое падение напряжение (светодиоды с прямым падением напряжения 6 В при $I_{пр} = 2100$ мА, 85 °C) 5.6...6.1 В
 - прямое падение напряжение (светодиоды с прямым падением напряжения 12 В при $I_{пр} = 1050$ мА, 85 °C) 11.2...12.2 В
 - максимальная рассеиваемая мощность 29 Вт
 - максимальная температура перехода 150 °C
 - сортировки светодиодов по вариациям цвета (биннинг) 85 °C ANSI (белый) 2- 3- и 5-ступенчатый эллипс МакАдама EasyWhite®.

Производители светодиодов в настоящее время научились контролировать свой технологический процесс таким образом, что бины уменьшаются (т.е. они становятся все более и более узкими), так что смесь цветов светодиодов может находиться в пределах 3-ступенчатых эллипсов МакАдама, что делает неразличимой для большинства пользователей разницу между светильниками. Кроме того, узкие бины смягчают проблему высокой стоимости, когда производитель светильников выбирает стратегию заказа светодиодов из одного бина.

Наряду с возможностью сузить эти бины за счет совершенствования технологии, компания Cree реализует стратегию, которая позволяет, практически, исключить биннинг. Компания Cree одной из первых попыталась решить проблему биннинга с помощью так называемого метода EasyWhite. При данном подходе используется многокристальный метод создания светодиодов. Комбинируя кристаллы с различной цветовой температурой в одном светодиоде, можно получить необходимую цветовую температуру одного из четырех фиксированных значений. Причем, точность получения цветовой температуры находится в области координат цветности, ограниченной 4-ступенчатыми эллипсами МакАдама. Между светодиодами, имеющими цветные координаты излучения, лежащими в области, ограниченной одним 4-ступенчатым эллипсом, разница в цвете визуально практически неразличима. Можно заказать светодиоды с шестью фиксированными значениями цветовой температуры: 2700, 3000, 3500, 4000, 4500 и 5000 К [2].

Цвет и яркость свечения светодиодов слегка изменяется в зависимости от рабочей температуры кристалла. В среднем, этот сдвиг предсказуем, но

все же в большой степени он зависит от того, насколько характеристики кристалла соответствуют типичным значениям его параметров. Опять же, это не так важно для уличных светильников, которые расположены на большой высоте и содержат большое количество светодиодов, однако проблема возникает, когда светодиоды используются в полосковом светильнике. Но если можно достаточно эффективно протестировать индивидуальные кристаллы и рассортировать их на основе их характеристик, то производители светильников смогут гораздо точнее контролировать распределение цвета и яркости, которое соответствует реальным рабочим условиям.

В табл. 1 приведены значения светового потока светодиодов серии XHP70.2 от температуры.

В [2] для различных значений цветовой температуры приведены подробные данные бинов для каждой из групп.

Учитывая, что технологии изготовления подложки и люминофора для светодиодов XHP70A и XHP70.2 одинаковы, стандарт LM-80 допускает использование существующих для светодиодов серии XHP70A данных испытаний на деградацию светового потока для прогнозирования срока службы светодиодов XHP70.2. Результаты теста деградации светового потока от времени в соответствии со стандартом LM-80 [4] приведены в табл. 2. Так как светодиоды XHP70A и XHP70.2 имеют близкие характеристики и выполнены по одинаковой технологии, то в табл. 2 [5] приведены данные только для одной модификации светодиодов, о чем есть соответствующее предупреждение.

Графики относительной спектральной мощности матрицы XLamp® XHP70.2 приведены на рис. 2.

На рис. 3 приведена зависимость относительно светового потока светодиодов XLamp® XHP70.2 от температуры перехода, а на рис. 4 – зависимость

Таблица 1. Зависимость светового потока светодиодов серии XHP70.2 от температуры

ССТ	Индекс CRI	Группа	Минимальный световой поток, лм		ССТ	Индекс CRI	Группа	Минимальный световой поток, лм	
			T = 85 °C	T = 25 °C				T = 85 °C	T = 25 °C
5000 К	70	P2	1830	2015	3500 К	70	N4	1710	1883
5000 К	70	N4	1710	1883	3500 К	70	N2	1590	1751
5000 К	80	N2	1590	1751	3500 К	80	N2	1590	1751
5000 К	80	M4	1485	1635	3500 К	80	M4	1485	1635
5000 К	90	M4	1485	1635	3500 К	90	M2	1380	1520
5000 К	90	M2	1380	1520	3500 К	90	K4	1290	1420
4500 К	70	P2	1830	2015	3000 К	70	N4	1710	1883
4500 К	70	N4	1710	1883	3000 К	70	N2	1590	1751
4500 К	80	N2	1590	1751	3000 К	80	N2	1590	1751
4500 К	80	M4	1485	1635	3000 К	80	M4	1485	1635
4500 К	80	M2	1380	1520	3000 К	90	K4	1290	1420
4500 К	80	K4	1290	1420	3000 К	90	K2	1200	1321
4000 К	70	P2	1830	2015	2700 К	80	M4	1485	1635
4000 К	70	N4	1710	1883	2700 К	80	M2	1380	1520
4000 К	80	N2	1590	1751	2700 К	90	K2	1200	1321
4000 К	80	M4	1485	1635	2700 К	90	J4	1120	1233
4000 К	90	M2	1380	1520	–	–	–	–	–
4000 К	90	K4	1290	1420	–	–	–	–	–

Таблица 2. Результаты тестов светодиодов XHP70A по стандарту LM-80

Параметр	T_s^* , °C	$I_{пр}$, mA	Цветовая температура, °K	Число образцов	Продолжительность теста, час.	Срок службы по TM-21, час.
XHP70.2	85	2100 (6 В) 1050 (12В)	3000	25	11 592	L90(12к) > 69600 L80(12к) > 69600 L70(12к) > 69600
XHP70.2	105	2100 (6 В) 1050 (12В)	3000	20	8 064	L90(8к) > 48400 L80(8к) > 48400 L70(8к) > 48400
XHP70.2	125	2100 (6 В) 1050 (12В)	3000	20	6 048	L90(6к) > 36300 L80(6к) > 36300 L70(6к) > 36300

* температура подложки.

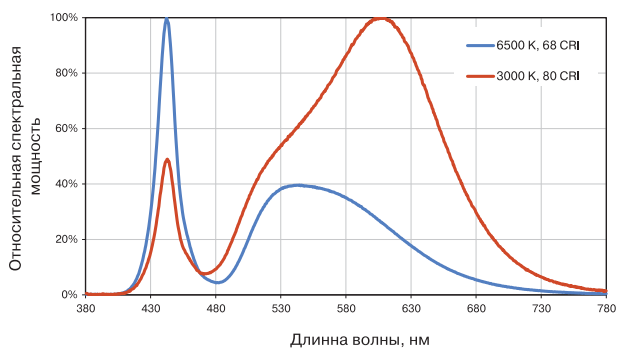


Рис. 2. Графики зависимости относительной спектральной мощности излучения светодиодов XLamp® XHP70.2

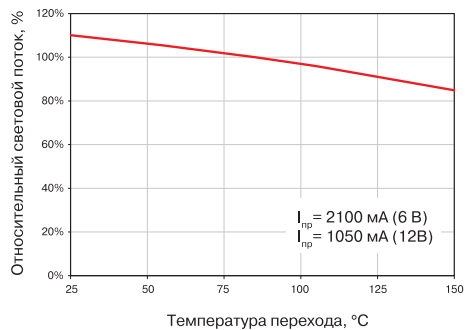


Рис. 3. Зависимость относительного светового потока светодиодов XLamp® XHP70.2 от температуры перехода

максимального тока от температуры окружающей среды.

Так как серии XHP70.2 имеют такое же конструктивное исполнение и габаритные размеры, как и серии XHP7, то этим обеспечивается совместимость держателей, рефлекторов, радиаторов и других аксессуаров для обеих серий светодиодов.

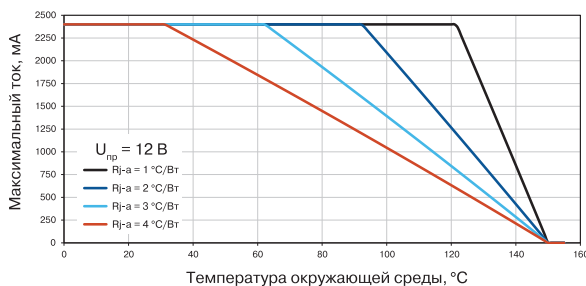
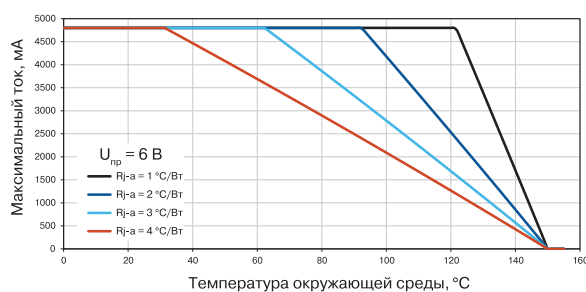


Рис. 4. Зависимость максимального тока светодиодов XLamp® XHP70.2 от температуры окружающей среды

Преимущества светодиодов XHP, выпускаемых по технологии SC5, наглядно иллюстрирует рис. 5.

Дополнительную информацию о светодиодах XHP70.2 компании Cree можно найти в [2,3] и на сайте компании Cree по адресу: www.cree.com.

ЛИТЕРАТУРА

1. Червинский М. На новой платформе: осветительные решения на базе технологии Cree SC5 / Новости электроники + светотехника, №1 (10), 2016, с. 15-17.
2. <http://www.cree.com/led-components/media/documents/ds-XHP702.pdf>.

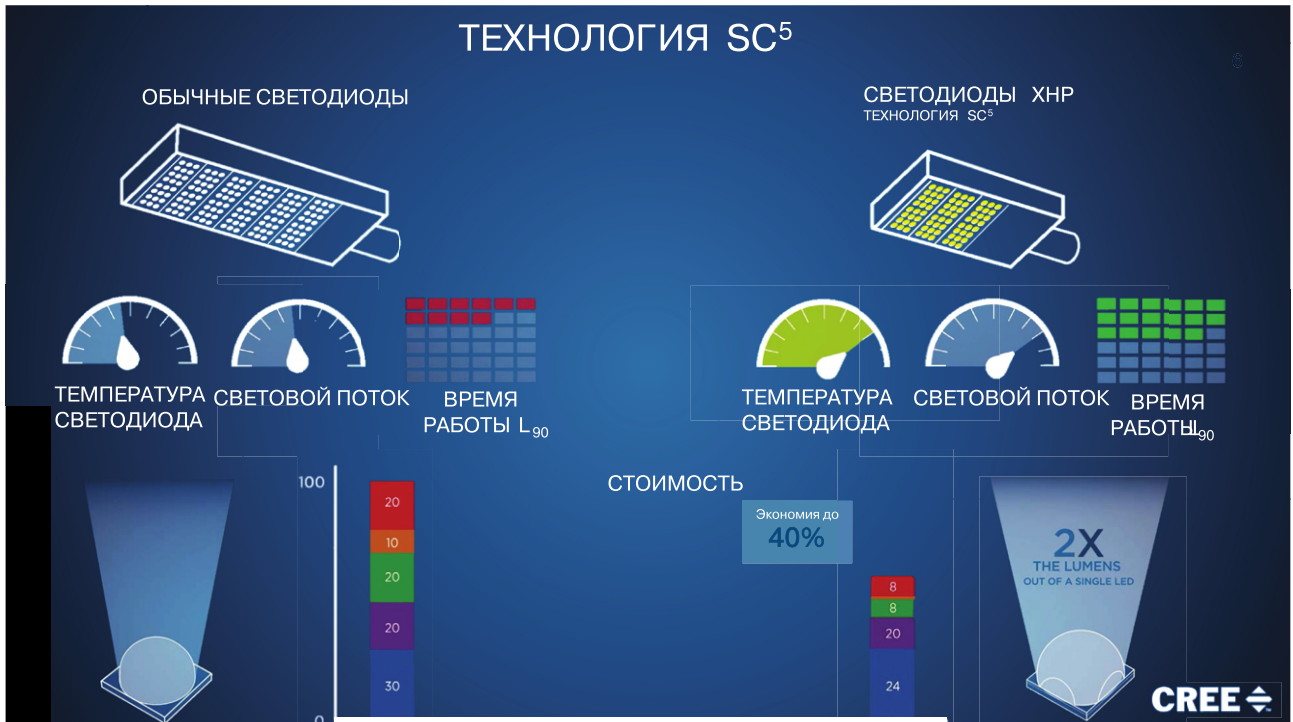


Рис. 5. Иллюстрация преимуществ светодиодов XHP, выпускаемых по технологии SC⁵

3. <http://www.cree.com/led-components/products/xlamp-leds-arrays/xlamp-xhp70-2>.

4. Griffiths T. "LED Lighting Getting Away From Binning" // www.sslighting.net/documents/articles/news/120304.html.

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".



VD MAIS
The Professional Distributor

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

МС34063 И ДРУГИЕ

MC34063 AND OTHERS

В статье рассматриваются варианты использования и особенности микросхем DC/DC-преобразователей семейства МС34063.

Abstract - This article discusses options for using DC/DC-converters family MC34063.

В. Цибулько

V. Tsibulko

В связи с постоянным расширением номенклатуры микросхем импульсных DC/DC-преобразователей и появлением на рынке, чуть ли не каждый день, новых типов микросхем, зачастую неоправданно забываются прежде популярные и хорошо зарекомендовавшие себя на протяжении многих лет и, что немаловажно, недорогие импульсные преобразователи семейства МС34063. В статье рассматриваются варианты использования DC/DC-преобразователей серии МС34063, а также их многочисленных модификаций и аналогов, выпускаемых рядом ведущих производителей. И сегодня эти микросхемы могут найти применение во многих приложениях.

croelectronics, Texas Instruments и другими менее известными производителями.

Далее под названием МС34063 подразумевается семейство микросхем, являющихся функциональными аналогами МС34063. Ведущие компании, выпускающие ИМС этого семейства, как правило, предлагают различные варианты их использования для создания источников питания разного назначения. Вместе с тем, как это часто случается, возникает нетривиальная проблема выбора оптимальной для конкретного приложения структуры источника питания с учетом возможностей существующих ИМС этого семейства. Можно найти множество примеров применения МС34063, описанных в многочисленных источниках, появившейся на протяжении последних десятилетий. В статье рассматриваются особенности некоторых вариантов применения [1-6].

ВВЕДЕНИЕ

Одна из первых микросхем, предназначенных для построения импульсных DC/DC-преобразователей, – μ A78S40 (Fairchild). Ее производство началось еще в конце 70-х годов прошлого столетия. Вслед за ней, на базе все той же простой и оказавшейся весьма удачной структуры, в результате модификации появились микросхемы МС34063/33063 (Motorola) и их аналоги, выпускаемые до настоящего времени компаниями ON Semiconductor, STMi-

СТРУКТУРА И ОСОБЕННОСТИ МС34063

Базовая структурная схема МС34063 и временные диаграммы, поясняющие принцип действия импульсного преобразователя, приведены на рис. 1 [1]. В табл. 1 приведены основные параметры микросхем МС34063, выпускаемых компанией ON Semi-

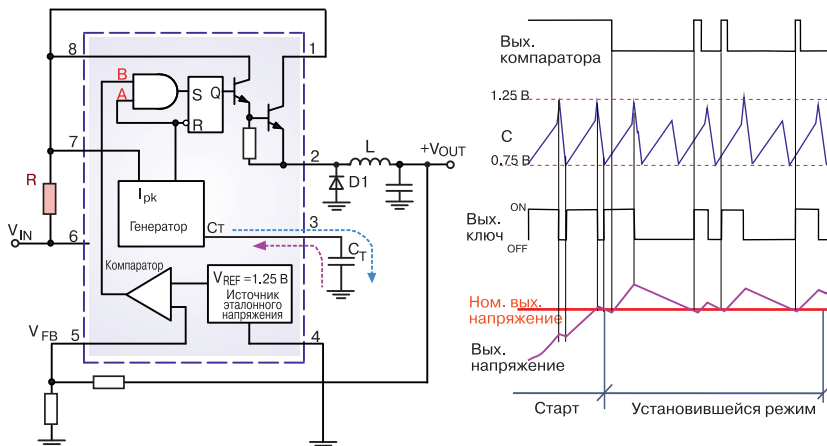


Рис. 1. Структура ИМС МС34063

Таблица 1. Основные параметры ИМС семейства MC34063

Параметр	MC34063A	MC34163	MC34166	MC34167	NCP3063	NCP3064	NCP3163
Вх. напряжение, В	3...40	2.5...40	7.5...40	3...40		2.5...40	
Вых. ток, А	1.5	3	3	5	1.5	1.5	3
Частота (тип.), кГц	33	50	72		150		250
Напряжение эталонного источника, В	1.25		5.05		1.25		
Вход ON/OFF	—	—	—	—	—	+	—
Диапазон рабочих температур, °С	0...70						
Тип корпуса	SOIC-8, PDIP-8	SOIC-6W, PDIP-16	TO 220, D2PAK		SOIC-8, PDIP-8, DFN-8		SOIC-16W, 18-DFN

conductor. Все ИМС имеют максимально допустимое входное напряжение 40 В и отличаются между собой величиной допустимого выходного тока и частоты преобразования, а также типом корпуса, который собственно определяет величину рассеиваемой мощности.

Как видно из данных (табл. 1) некоторые модификации ИМС имеют повышенную частоту преобразования до 150 кГц (NCP3063/64) или даже до 250 кГц (NCP3163). В ИМС NCP3064/66 предусмотрен специальный вход для вкл./выкл. преобразователя. Кроме того, компания ON Semiconductor выпускает ряд модификаций микросхем семейства MC34063 (MC33063AV, NCV33063A, MC33163, NCP3063B, NCV3063), предназначенных для работы в расширенном температурном диапазоне -40...85 и -40...125 °С, а также для применения в автотранспортных средствах. Во всех модификациях предусмотрено отключение ИМС при превышении допустимого уровня тока, протекающего через коммутирующий транзистор.

Универсальная гистерезисная (релейная) архитектура большинства модификаций семейства MC34063 позволяет использовать их для создания понижающих (step-down), повышающих (step-up), инвертирующих (inverting) и понижающе-повышающих

(buck-boost) импульсных DC/DC-преобразователей (рис. 2), что обеспечивается наличием встроенного мощного коммутируемого составного биполярного транзистора, выводы коллектора и эмиттера которого подключены к соответствующим выводам ИМС. Частота генерации определяется длительностью зарядки (разрядки) конденсатора C_T (рис. 1). Максимальный ток выходного ключевого транзистора 1.5 А (MC34063A). Падение напряжения на последовательно включенном в цепь питания т.н. резисторе ограничения тока (R) пропорционально протекающему току, что используется в устройстве ограничения тока через выходной транзистор. Изменением сопротивления этого резистора можно задать требуемую величину тока ограничения. Когда напряжение обратной связи VFB (вывод 5) достигает уровня эталонного напряжения, на выходе компаратора формируется сигнал, запрещающий управление выходным ключом в течение одного или нескольких периодов частоты генерации, т.е. преобразователь, работает в режиме генерации пакетов импульсов. Основные потери обусловлены падением напряжения (1.3...1.5 В) на составном ключевом транзисторе и резисторе R, что не позволяет получить высокий КПД.

Частота генерации определяется длитель-

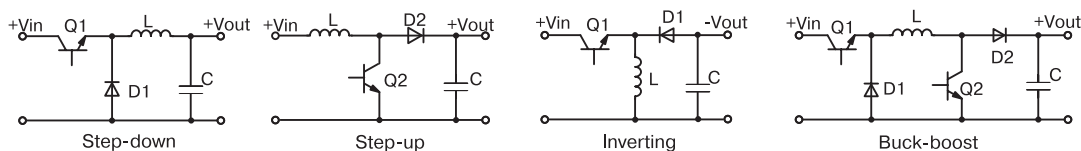
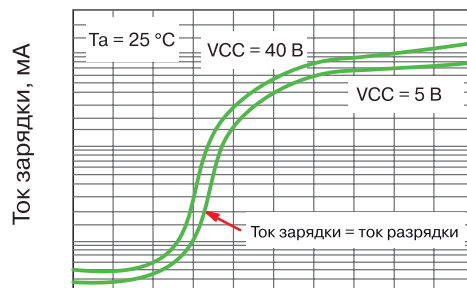


Рис. 2. Возможные топологии DC/DC-преобразователей с использованием ИМС MC34063

ностью зарядки и разрядки конденсатора C_T . Ток зарядки-разрядки фиксирован (35 и 220 мкА). Типовое значение пороговых напряжений переключения этапов зарядки/разрядки конденсатора – 0.75 и 1.25/2 В. Для управления ключевым транзистором используется RS-триггер и логический элемент "И". Если выходное напряжение ниже номинального, то $V = "1"$ и RS-триггер управляется выходным сигналом генератора (по сути сигналом А). На протяжении интервала зарядки конденсатора выходной ключ открыт ($Q = "1"$, т.е. T_{ON}) и энергия накапливается в катушке индуктивности. На интервале разрядки выходной ключ закрыт ($Q = "0"$, т.е. T_{OFF}). В случае если выходное напряжение превысит номинальное значение, сигнал компаратора ($V = "0"$) блокирует открывание ключа и напряжение на нагрузке постепенно снижается до уровня ниже номинального после чего повторяется процесс накопления энергии в катушке индуктивности.

В ИМС серии MC34063 предусмотрена возможность ограничения тока, а для измерения его величины используется внешний резистор. Однако не следует полагать, что это позволяет спроектировать преобразователь с ограничением выходного тока в той трактовке, что преобразователь переходит в режим генератора тока. Реализована всего лишь возможность ограничения тока, протекающего через выходной транзистор (ключ) и катушку индуктивности, что осуществляется путем мониторинга падения напряжения на внешнем измерительном резисторе (R), включенным последовательно с цепью питания V_{IN} и коммутирующим транзистором. Если падение напряжения превысит величину 250...350 мВ (типовое номинальное значение 300 мВ), устройство регулирования тока зарядки конденсатора C_T обеспечивает дополнительный ток для его зарядки. Причем величина дополнительного тока (рис. 3) зависит от падения напряжения на измерительном резисторе (чем больше напряжение, тем больше ток зарядки). При типовом напряжении 300 мВ ток зарядки равняется току разрядки. Увеличение тока зарядки приводит к тому, что напряжение на конденсаторе быстрее достигает верхнего порогового значения, что приводит к сокращению длительности открытого состояния выходного ключа и, соответственно, уменьшению количества энергии, запасенной в катушке индуктивности. Другими словами, увеличение скорости зарядки конденсатора (рис. 1) позволяет уменьшить длительность T_{ON} и тем самым ограничить ток через транзистор.

Стандартные методы защиты от тока перегруз-



Падение напряжения на резисторе, В

Рис. 3. Зависимость тока зарядки от падения напряжения на токоограничивающем резисторе

ки, предусмотренные в MC34063, при использовании структуры step-up, вряд ли позволят сохранить в работоспособном состоянии диод (D2) и катушку индуктивности (L) в случае протекания большого тока через нагрузку, например, при ее коротком замыкании (K3). На интервале T_{OFF} (транзистор Q2 закрыт) при K3 ток протекает непосредственно от источника питания через диод D2 и катушку в нагрузку (рис. 2). В структуре buck-boost благодаря использованию транзистора Q1, включенного последовательно с источником питания (V_{IN}) и нагрузкой, а также при наличии соответствующего устройства управления имеется возможность реализации ограничения выходного тока, как в случае применения структуры step-down.

В большинстве современных импульсных источниках питания для управления основным элементом преобразователя – коммутируемым ключом – используется метод широтно-импульсной модуляции (ШИМ). При ШИМ-модуляции ключ, как правило, – МОП-транзистор – включается в каждом рабочем цикле. Выходное напряжение стабилизатора сравнивается с эталонным напряжением, их разница усиливается и используется для регулирования выходного напряжения за счет изменения ширины импульсов, которые управляют состоянием ключа. ШИМ-метод имеет множество преимуществ, однако его реализация в силу ряда факторов значительно сложнее релейного метода управления. В отличие от других модификаций в импульсных стабилизаторах MC34166/67 реализован ШИМ-метод управления выходным напряжением.

При релейном методе регулирования выходное напряжение стабилизатора также сравнивается с напряжением эталонного источника. Однако в этом случае используется стандартный компаратор, который управляет состоянием коммутируемого ключа.

ча, т.е. включает или отключает ключ. Регулирование уровня выходного напряжения осуществляется за счет изменения соотношения рабочих (ключ вкл.) и нерабочих (выкл.) циклов. Релейный метод регулирования имеет ряд преимуществ. Можно обойтись без усилителя ошибки и генератора пилообразного сигнала, используемого для формирования ШИМ-сигнала. Значение коэффициента усиления стандартного компаратора более чем достаточно для генерации управляющих импульсов с требуемой точностью. При отсутствии усилителя ошибки нет необходимости в обеспечении устойчивости системы регулирования, т.к. нет задержки распространения в цепи обратной связи. Преимущество – сокращение длительности переходного процесса и отсутствие элементов коррекции АЧХ передаточной характеристики цепи обратной связи. В простейшем случае при релейном методе управления фиксируется длительность включенного состояния ключа.

Вместе с тем, почти все модификации рассматриваемых преобразователей поддерживают работу в режиме широтно-импульсной модуляции, который обеспечивается благодаря управлению током зарядки-разрядки внешнего времязадающего конденсатора (рис. 4). Это позволяет регулировать длительность и соответственно скважность импульсов, управляющих коммутируемым транзистором. Как правило, все модификации стандартных схем включения МС34063 достигаются за счет соответствующего подключения дополнительных внешних компонентов.

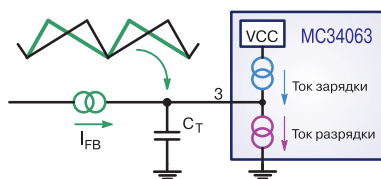


Рис. 4. Реализация режима ШИМ при использовании ИМС МС34063

В результате комбинированного использования двух классических структур DC/DC-преобразователей (понижающей и повышающей) несложно получить понижающе-повышающую (buck-boost или step-up/down) структуру (см. рис. 2). В этом случае при использовании МС34063 необходимы дополнительные внешние компоненты. Энергия аккумулируется в катушке индуктивности в течение интервалов

времени, в которых транзисторы Q1 и Q2 находятся в "открытом" состоянии (T_{ON}). При закрывании транзисторов энергия, запасенная в катушке, через диоды D1 и D2 передается в нагрузку и конденсатор выходного фильтра. В течение интервала T_{ON} структура преобразователя аналогична базовой структуре step-up, однако на интервале T_{OFF} катушка индуктивности отключается от источника входного напряжения (V_{in}). При использовании такой структуры выходное напряжение преобразователя может быть меньше, равно или больше входного напряжения. На рис. 5 приведены схемы и временная диаграмма, поясняющие работу импульсного преобразователя со структурой step-up/down.

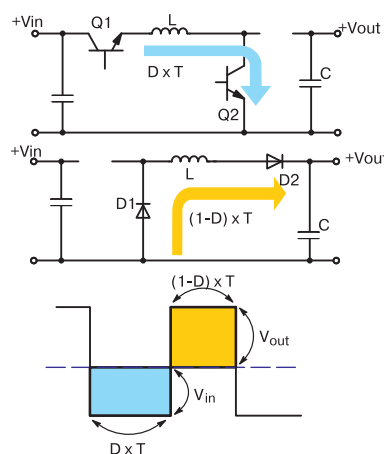


Рис. 5. Структура step-up/down и временная диаграмма, поясняющая работу

Выходное напряжение преобразователя в режиме непрерывных токов (Continuous Current Mode – CCM) определяется известным выражением:

$$V_{out} = V_{in} \cdot D / (1 - D),$$

где $D = T_{ON} / T$.

Выходное напряжение импульсного регулятора пропорционально коэффициенту заполнения управляющих импульсов D . Если $D < 0.5$, выходное напряжение меньше входного (step-down). При $D > 0.5$ преобразователь работает в режиме step-up.

Типичный пример возможного использования ИМС типа МС34063 в импульсных преобразователях со структурой buck-boost – это драйверы светодиодов, которые должны обеспечивать постоянный ток через светодиоды при вариациях, как величины входного напряжения, так и числа подключенных

светодиодов в условиях изменения условий эксплуатации. Светотехническое оборудование в автотранспортных средствах отличается не только работой при изменении напряжения питания в широком диапазоне, но и числом подключенных светодиодов для обеспечения необходимой яркости свечения. Напряжение бортовой сети находится в диапазоне 9...16 В. Кроме того, допускается его непродолжительное увеличение до 18...19 В. При запуске двигателя возможно повышение напряжения до 26 В, а при работе бортового генератора на холостом ходу не исключаются броски напряжения до 70 В (как правило, в автотранспортных средствах предусматривается ряд мер по устранению выбросов напряжения). В табл. 2 приведены значения падения напряжения на светодиодах в зависимости от их числа [2, 3]. Напряжение питания светотехнического оборудования при работе от сети переменного тока 12 В, в случае использования трансформатора и выпрямительного моста также изменяется в широком диапазоне.

Упрощенная структура понижающе-повышающего преобразователя, созданного на базе ИМС типа NCP3063, который можно использовать в качестве драйвера светодиодов в автомобиле, приведена на рис. 6.

Несмотря на некоторое усложнение схемы, применение токочувствительного измерительного резистора (R_{SNS}), включенного в цепь высокого напряжения, а не в цепь общего провода (как в стандартных решениях), позволяет подключать светодиоды непосредственно к общему проводу и таким образом упростить электропроводку. Благодаря дополнительному устройству управления (рис. 6) осуществляется регулирование тока зарядки-разрядки времязадающего конденсатора C_T . Падение напря-

Таблица 2. Падение напряжения на светодиодах в зависимости от их числа

Количество светодиодов	Ток, мА	Напряжение, В	
		Мин.	Макс.
1	350	2.30	4.23
3		6.90	12.69
4		9.62	16.92
5		11.50	21.15
1	700	2.4	4.4
3		7.2	13.2
4		11.5	17.7
5		12	22
6		14.5	26.5

жения ($I_{LED} \times R_{SNS}$) на измерительном резисторе R_{SNS} сравнивается с падением напряжения на резисторе R10. При равенстве напряжений включается транзистор Q6. Ток зарядки-разрядки конденсатора СТ зависит от величины напряжения на выходе повторителя напряжения (Q5).

В стандартных схемах подключения светодиодов к драйверам напряжение обратной связи ($V_{FB} = I_{LED} \times R_{SNS}$) в установившемся режиме равно эталонному напряжению (V_{REF}). Недостаток такой схемы заключается в том, что при большом токе через светодиоды на резисторе R_{SNS} рассеивается большая мощность. В такой схеме включения мощность на резисторе можно снизить уменьшением эталонного напряжения. В ИМС NCP3065/6, ориентированных на использование в драйверах свето-

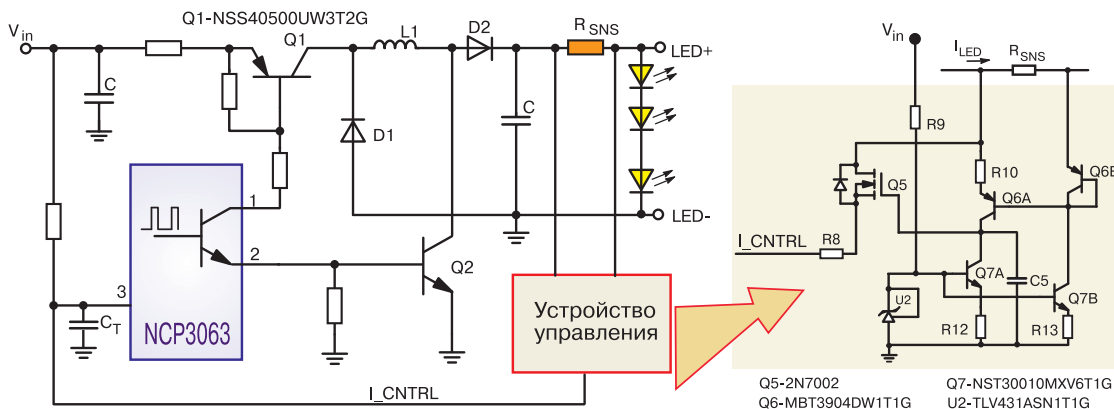


Рис. 6. Драйвер светодиодов с использованием топологии buck-boost, созданный на базе ИМС NCP3063

диодов, напряжение эталонного источника снижено до 235 мВ. Кроме того, частота генератора увеличена до 250 кГц. Основные параметры ИМС NCP3065/6 даны в табл. 3.

Таблица 3. Основные параметры ИМС NCP3065/66

Параметр	NCP3065	NCP3066
Вх. напряжение, В	3...40	
Вых. ток, А	1.5	
Максимальная частота, кГц	250	
Напряжение эталонного источника, мВ	235	
Вход ON/OFF	—	+
Диапазон рабочих температур, °С	0...70	
Тип корпуса	SOIC-8, PDIP-8, DFN-8	

Структура NCP3065 приведена на рис. 7, структурная схема подключения светодиодов – на рис. 8. Частота генерации определяется длительностью зарядки и разрядки конденсатора C_T . Ток зарядки-разрядки фиксирован (275 и 1650 мкА). В ИМС NCP3064/65/66 также предусмотрена возможность ограничения тока, протекающего через выходной транзистор и катушку индуктивности, а для измерения величины тока используется внешний резистор, включенный последовательно с цепью питания. Если падение напряжения превысит величину 165...235 мВ (типичное значение 185 мВ), блокируется открывание выходного ключа. Как видно на структурной схеме, в отличие от ИМС MC34063 в NCP3064/65/66 не реализована возможность увеличения тока зарядки конденсатора C_T .

Стандартная структура инвертирующего DC/DC-преобразователя с использованием MC34063 приведена на рис. 9. При входном напряжении 24 В и выходном – минус 12 В, напряжение между выводами VCC и GND составляет 36 В (24+12). Допустимое напряжение микросхемы MC34063A – 40 В. В случае если необходимо получить большее выходное напряжение, к примеру, -24 В, приведенная схема едва ли применима, т.к. напряжение между выводами VCC и GND составит 48 В (24+24). В такой схеме вывод микросхемы GND подключен к цепи отрицательного выходного напряжения. Учитывая это, максимальное значение выходного напряжения

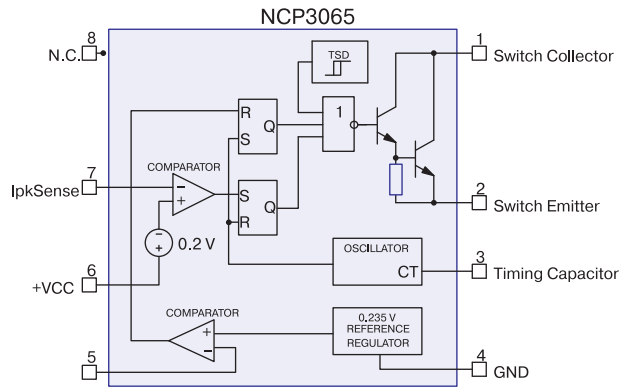


Рис. 7. Структура ИМС NCP3065

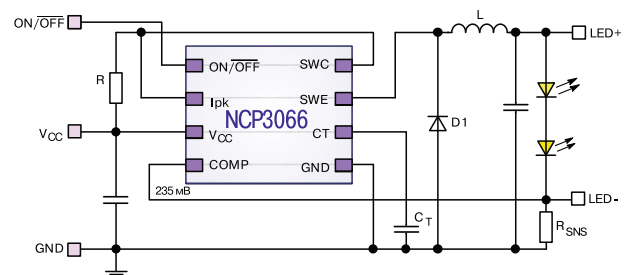


Рис. 8. Драйвер светодиодов с использованием ИМС NCP3066

определяется из простого выражения ($V_{out} = 40 В - V_{in}$). Однако, при использовании внешнего транзистора и других дополнительных компонентов, эта проблема решается сравнительно просто (рис. 9). Максимальное выходное напряжение и ток нагрузки в этом случае определяются параметрами внешнего мощного биполярного или полевого транзистора.

Микросхема NCV33163, ориентированная на использование в автотранспортных средствах, имеет повышенное входное напряжение (60 В) и максимальный ток до 2 А. Диапазон рабочих температур - 40...115 °С, максимальная температура кристалла – 150 °С. Основные параметры ИС NCV33163 даны в табл. 4.

Для разработки источников питания с использованием ИМС семейства MC34063 ведущие компании-производители (ON Semiconductor, Texas Instruments и др.) предоставляют их SPICE-модели, ориентированные на использование как с популярными программными пакетами моделирования (к примеру, PSpice A/D OrCAD), так и с фирменным ПО: LT-SpiceXVII (Linear Technology Corporation), GreenPoint Design Simulation (ON Semiconductor). Кроме того, в сети Интернет можно найти множество примеров применения и несложных программ по расчету параметров DC/DC-преобразователей, создаваемых

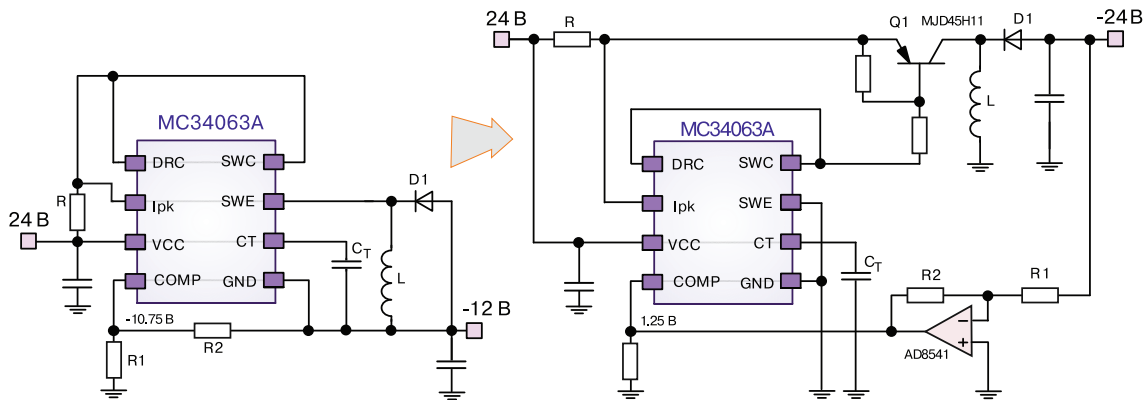


Рис. 9. Инвертирующие преобразователи напряжения на базе ИМС MC34063A

Таблица 4. Основные параметры ИМС NCV33163

Параметр	NCV33163
Вх. напряжение, В	2.5...60
Вых. ток, А	2
Максимальная частота, кГц	55
Напряжение эталонного источника, В	1.25
Вход ON/OFF	—
Диапазон рабочих температур, °С	-40...115
Тип корпуса	SO-16WB, PDIP-16

на базе этих ИМС. На начальном этапе разработки всегда проще использовать программную модель с применением персонального компьютера, чем макетировать с паяльником в руках. Кроме того, в процессе моделирования можно выполнить проверку характеристик модели в заданном диапазоне изменения параметров компонентов, температуры окружающей среды и др., что позволяет ускорить разработку источника питания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате усовершенствования технологии изготовления ИМС в последние годы появилось множество микросхем импульсных преобразователей для реализации разнообразных структур, в том числе и структуры buck-boost. Все они, безусловно, имеют лучшие параметры в сравнении с ИМС семейства MC34063.

В их числе, например, ИМС TPS63050/1 и

TPS630250/1/2 компании Texas Instruments, ориентированные на реализацию структуры buck-boost. Частота преобразования увеличена до 2.5 МГц, что позволяет использовать малогабаритные катушки индуктивности. Эти ИМС имеют КПД более 90...95 (в режиме boost) и 95...97% (buck). Выходной ток от 0.5 (TPS63050) до 2 А (TPS630252). Кроме того, т.к. они ориентированы на мобильные приложения, все они отличаются миниатюрным корпусом типа DSB-GA размерами всего 1.56×1.16 (TPS63050) или 1.776×2.086 мм (TPS630252) с шагом выводов 0.4 мм. Их недостаток низкое входное напряжение (2.3...5.5 В) и более высокая стоимость в сравнении с MC34063. В табл. 5 в качестве примера приведена ориентировочная стоимость (на сайте DigiKey) некоторых компонентов, необходимых для реализации DC/DC-преобразователя со структурой buck-boost (рис. 6), созданного на основе ИМС NCP3063, а также стоимость модификаций TPS6305x/63025x.

Таблица 5. Ориентировочная стоимость компонентов DC/DC-преобразователя

Тип	Цена, \$	Тип	Цена, \$
MC33063	0.223	TPS63050	1.022
NCP3063	0.38	TPS63051	1.43
NSS40500UW3T2G	0.184	TPS630250	2.1
2N7002LTIG	0.04	TPS630251	2.3
TLV431ASN1T1G	0.14	TPS630252	2.12
MBT3904DW1T1G	0.036	—	—
NST30010MXV6T1G	0.24	—	—

Миниатюрный корпус, являющийся преимуществом в случае его применения в мобильных

устройствах, вряд ли целесообразно использовать во многих других приложениях, в которых размеры устройств не относятся к числу критических характеристик. Кроме того, для монтажа корпусов типа BGA, имеющих расстояние между выводами всего 0.4 мм, требуется печатная плата, изготовленная по более высокому классу точности, и соответствующее дорогостоящее технологическое оборудование, что далеко не всегда оправдано.

Универсальная архитектура преобразователей семейства MC34063 позволяет успешно применять их для создания недорогих импульсных стабилизаторов напряжения разного назначения (step-down, step-up, inverting, buck-boost). И хотя их использование не позволяет достичь параметров, сравни-

мых с теми, которые обеспечивают современные импульсные DC/DC-преобразователи, в ряде случаев простота изготовления и стоимость источника питания могут стать основными критериями при выборе ИМС. Один из подходов снижения стоимости – применение микросхем семейства MC34063.

В заключение приведены результаты моделирования драйвера светодиодов и инвертирующего преобразователя напряжения (рис. 10, 11) с использованием, соответственно, ИМС NCP3066 и MC34063. Для моделирования использовались Spice-модели микросхем, предоставляемые компанией производителем (ON Semiconductor), а также программы моделирования: GreenPoint 6.10 и OrCAD 16.5.

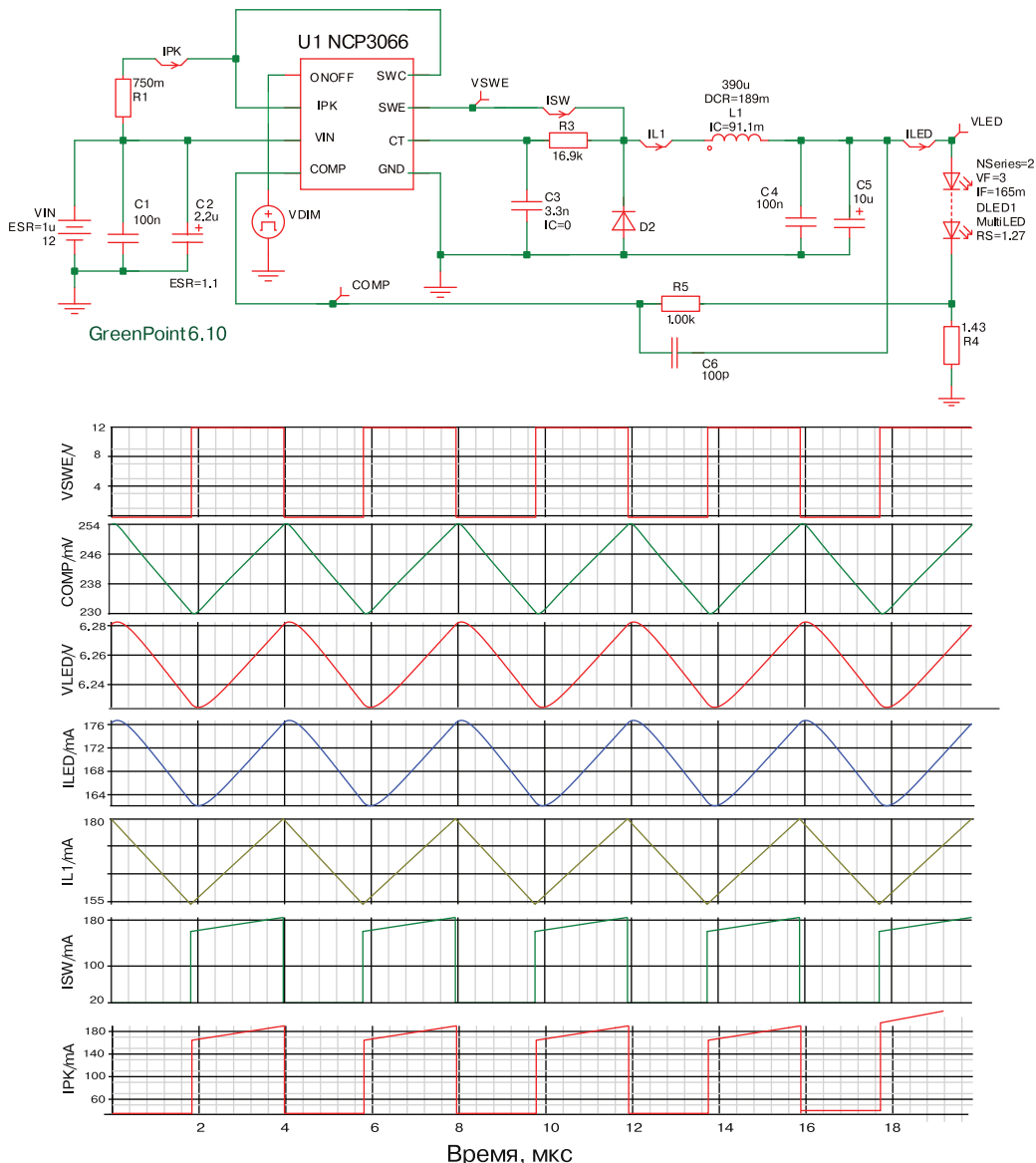


Рис. 10. Модель драйвера светодиодов (NCP3066)

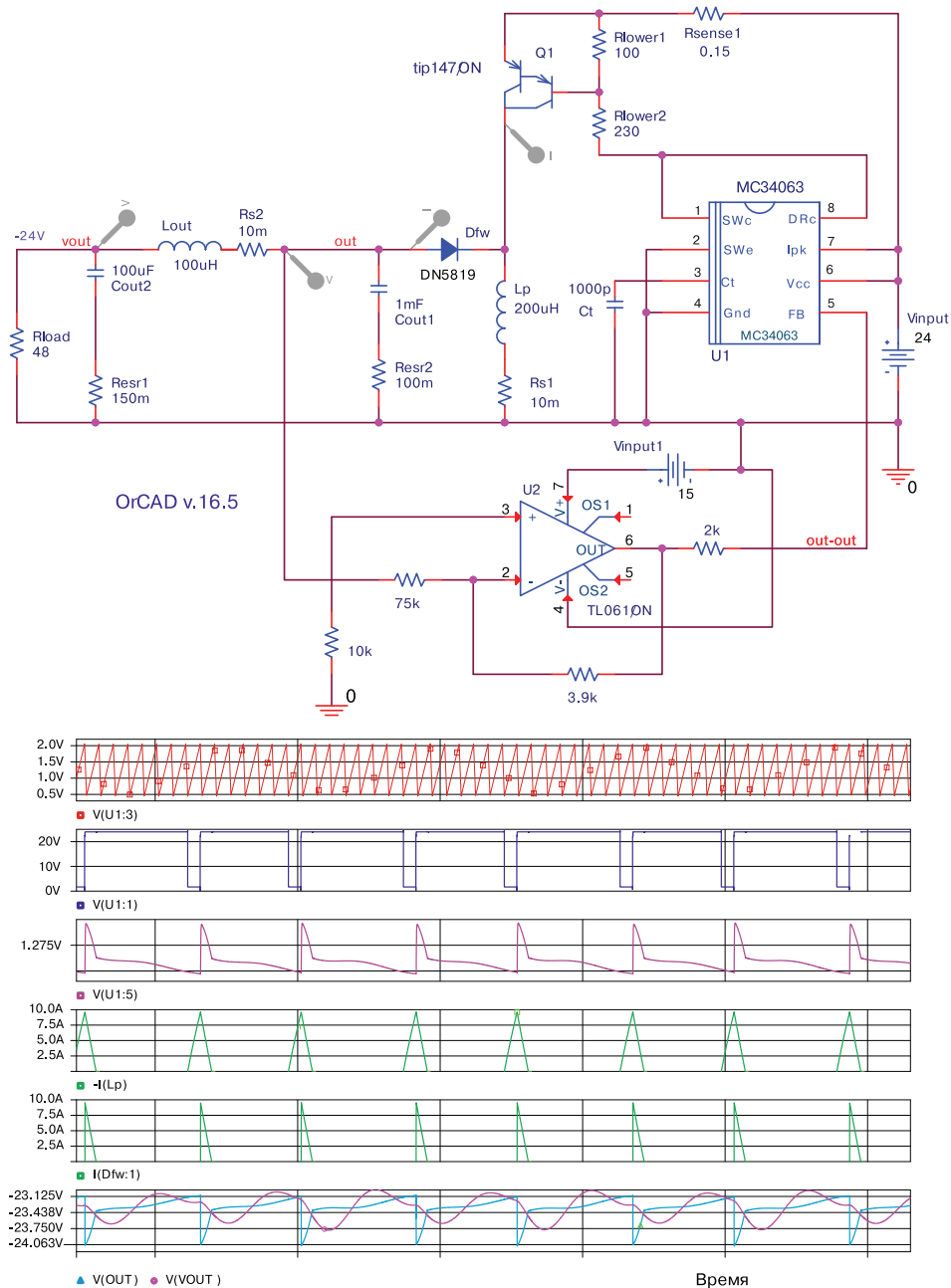


Рис. 11. Модель инвертирующего преобразователя напряжения (MC34063)

Более полную информацию об ИМС семейства MC34063 можно найти в [1-6].

ЛИТЕРАТУРА

- 1.MC34063A, MC33063A, SC34063A, SC33063A, NCV33063A. 1.5 A, Step-Up/Down/Inverting Switching Regulators (onsemi.com).
- 2.350mA Buck Boost LED Driver using Bipolar Junction Transistors (BJTs), High Side Current Sensing and a NCP3063 Controller (onsemi.com).

- 3.700mA/1 A Buck Boost LED Driver using FETs, High Side Current Sensing and a NCP3063 Controller (onsemi.com).
- 4.Theory and applications of the MC34063 and A78S40 switching regulator control circuits.
- 5.High intensity LED drivers using NCP3065/NCV3065 (onsemi.com).
- 6.NCP3065, NCV3065. Up to 1.5 A Constant current switching regulator for LEDs (onsemi.com).

ДРАЙВЕР СВЕТОДИОДОВ С РАСШИРЕННЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ



LED DRIVER WITH ENHANCED FUNCTIONALITY

В статье приведена краткая информация о микросхеме DC/DC-преобразователя LT3922 компании Linear Technology, разработанного для использования в качестве драйвера светодиодов в автомобильной промышленности и системах машинного зрения. Отличительной особенностью этого преобразователя является возможность работы в режиме Spread Spectrum (расширения спектра), что позволяет снизить уровень электромагнитных помех, создаваемых при работе драйвера. Приведены примеры схем включения ИМС для построения драйверов с различными параметрами.

В. Макаренко

Abstract – The article presents brief information on chip DC/DC-Converter LT3922 company Linear Technology, designed for use as a driver of led in the automotive industry and the machine vision. A distinctive feature of this Converter is the ability to work in a mode of Spread Spectrum (spread spectrum), which reduces the level of electromagnetic interference in the operation of the driver. Examples of schemes enable IMC to build the driver with different parameters are given.

V. Makarenko

Компания Linear Technology, являющаяся подразделением Analog Devices, выпустила ИМС повышающего DC/DC-преобразователя LT3922 с низким уровнем электромагнитных помех, предназначенного для использования в качестве драйвера светодиодов в автомобильной промышленности и системах машинного зрения [1].

Основные особенности преобразователя:

- регулировка тока светодиодов и выходного напряжения $\pm 2\%$ от номинального значения
- пределы изменения яркости свечения светодиодов 5000:1
- использование технологии расширения частотного спектра для обеспечения низкого уровня электромагнитных помех
- возможность работы в режимах повышающего, понижающего и понижающего/повышающего преобразователя
- диапазон изменения входного напряжения 2.8...36 В
- поддержка цепочки светодиодов с суммарным падением напряжения до 34 В
- внутренний ключ обеспечивает выходной ток до 2 А и напряжение до 40 В.
- при работе с внешним источником синхронизирующего сигнала диапазон изменения частоты переключения от 200 кГц до 2 МГц
- возможность регулировки выходного тока ана-

логовым сигналом либо путем изменения скважности управляющего сигнала

- защита от обрыва и короткого замыкания в цепи нагрузки и индикация возникшей неисправности
- корпус 28-QFN с улучшенным отводом тепла
- габаритные размеры 4x5 мм.

Для обеспечения электромагнитной совместимости и бесперебойной работы электронных систем приняты международные законодательные акты и стандарты, которые ограничивают уровни генерации и излучения различных видов электромагнитных помех. Допустимые уровни излучаемых и генерируемых помех регламентируются многими стандартами. Наиболее важными международными стандартами в области электромагнитной совместимости являются стандарт Федеральной комиссии по связи США (Federal Communications Commission – FCC), глава 15 и стандарт Международного специального комитета по борьбе с радиопомехами (International Special Committee on Radio Interference – CISPR) или CISPR 25 – совместимость технических средств электромагнитная для транспортных средств, моторных лодок и устройств с двигателями внутреннего сгорания (Характеристики промышленных радиопомех).

Поскольку любое радиоэлектронное оборудование требует наличия источника питания, то следует

учитывать, что источник питания может являться как источником, так и приемником электромагнитных помех (ЭМП). Поэтому компания Linear Technology уделяет особое внимание снижению уровня ЭМП и использует технологию расширения спектра во многих своих изделиях [2].

На рис. 1 приведена функциональная схема преобразователя LT3922, работающего в режиме драйвера светодиодов, с подключенными внешними

элементами.

В приведенной на рис. 1 схеме не показаны схемы управления яркостью свечения (током) светодиодов. В режиме аналогового управления напряжение регулировки яркости подается на 8 вывод микросхемы (вывод CTRL), а при цифровом управлении сигнал с изменяющейся скважностью подается на вход PWM (вывод 19). Напряжения управления через A/D-DETECTOR и буферный усилитель

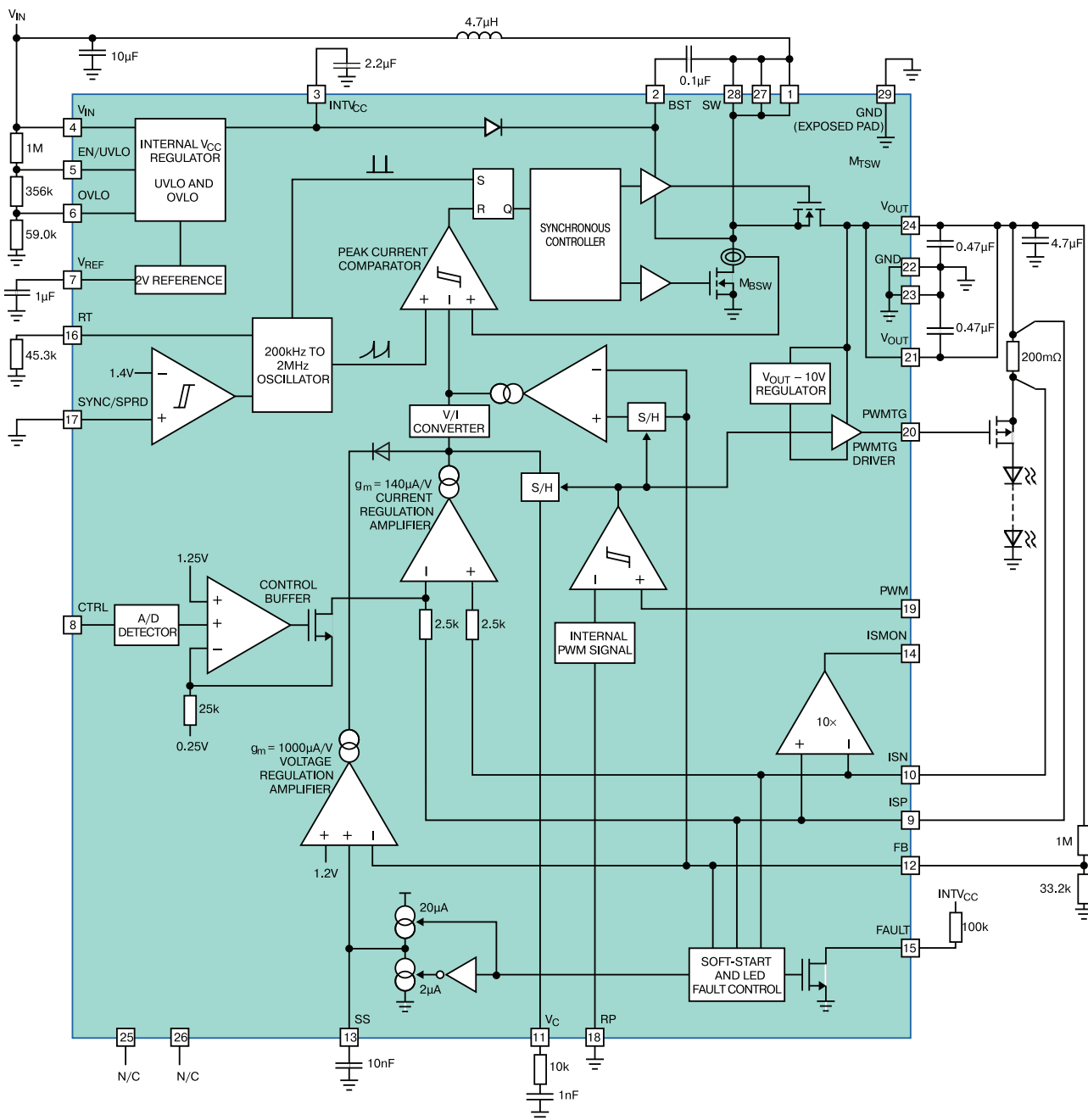


Рис. 1. Функциональная схема преобразователя LT3922

CONTRO BUFFER подается на инвертирующий вход усилителя управления CURRENT REGULATION AMPLIFIER, выходной сигнал которого подается на схему управления током светодиодов.

Поясним назначение некоторых выводов с учетом того, что назначение большинства из них понятно из функциональной схемы.

EN/UVLO (вывод 5): Включение и блокировка от пониженного напряжения. При напряжении на этом выводе больше 1.33 В преобразователь включает, а при напряжении менее 0.1 В – переходит в спящий режим.

OVLO (вывод 6): Вход блокировки при перенапряжении на входе. Если напряжение на этом выводе превысит 1.205 В внутренние силовые ключи отключаются. Если защита от перенапряжения на входе не требуется, то этот вывод необходимо подключить к общему проводу.

CTRL (вывод 8): Вход для подачи аналогового сигнала управления выходным током драйвера. Изменение напряжения на этом входе в диапазоне 0.25...1.25 В приводит к изменению напряжения между выводами ISP и ISN (на датчике тока) от 0 до 100 мВ (рис. 2,а).

PWM (вывод 19): Вход управления выходным током драйвер с помощью ШИМ-сигнала. При изменении скважности импульсов в диапазоне от 12.5 до 62.5% осуществляется плавная регулировка выходного тока. Напряжение между выводами ISP и ISN (на датчике тока) изменяется от 0 до 100 мВ (рис. 2,б).

На рис. 2,в приведена зависимость напряжения на датчике тока от величины перенапряжения VFB на выходе драйвера.

Напряжение $V_{ISP} - V_{ISN}$ управляет режимами ра-

боты драйвера. Для контроля режимов работы на выходе ISMON формируется в 10 раз усиленная разность напряжений $V_{ISP} - V_{ISN}$.

Если $V_{FB} > 1.14V$ и $V_{ISP} - V_{ISN} < 10$ мВ, это является признаком обрыва в цепи светодиодов.

Признаков короткого замыкания на выходе, при котором драйвер отключается, три:

1. $V_{ISP} - V_{ISN} > 150$ мВ в течении времени более 300 мкс
2. $V_{ISP} - V_{ISN} > 700$ мВ (типичная ситуация)
3. $V_{OUT} < (V_{IN} - 2V)$.

Подробные характеристики преобразователя LT3922 приведены в [1]. Рассмотрим некоторые характеристики управления для более полного представления о возможностях этой микросхемы.

На рис. 3,а приведена зависимость КПД этого драйвера от величины входного напряжения, а на рис. 3,б – от величины выходного тока.

Анализ графиков показывает, что наибольшего КПД можно добиться при частоте коммутации силового ключа 400 кГц и входном напряжении близком к 30 В (для более низких частот коммутации графики зависимости КПД в [1] не приведены и эти зависимости необходимо определять экспериментально. Известно, что при изменении сопротивления резистора, подключенного к входу RT (вывод 16), от 599 кОм до 45.3 кОм и напряжении на входе SYNK/SPRD (вывод 17), равном нулю, частота коммутации f_{SW} изменяется от 200 кГц до 2 МГц (типичное значение).

Особый интерес вызывает схема включения драйвера с пониженным уровнем электромагнитных помех в режиме Spread Spectrum frequency modulation (SSFM). В этом режиме сигнал управления переключением силовых транзисторов подвергается частотной модуляции. Для включения этого

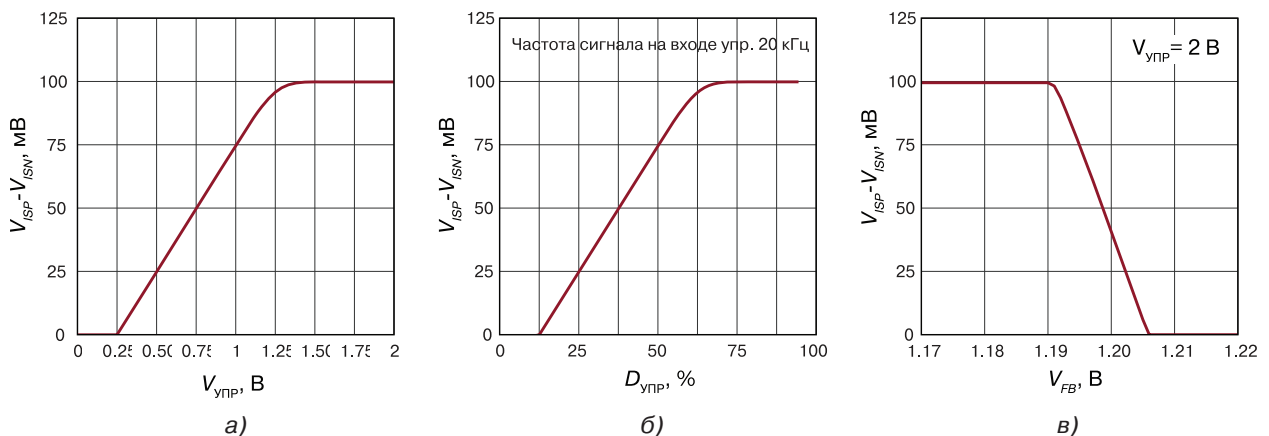


Рис. 2. Зависимости напряжения на датчике тока при аналоговом (а) и цифровом (б) управлении выходным током драйвера и при перенапряжении на выходе (в)

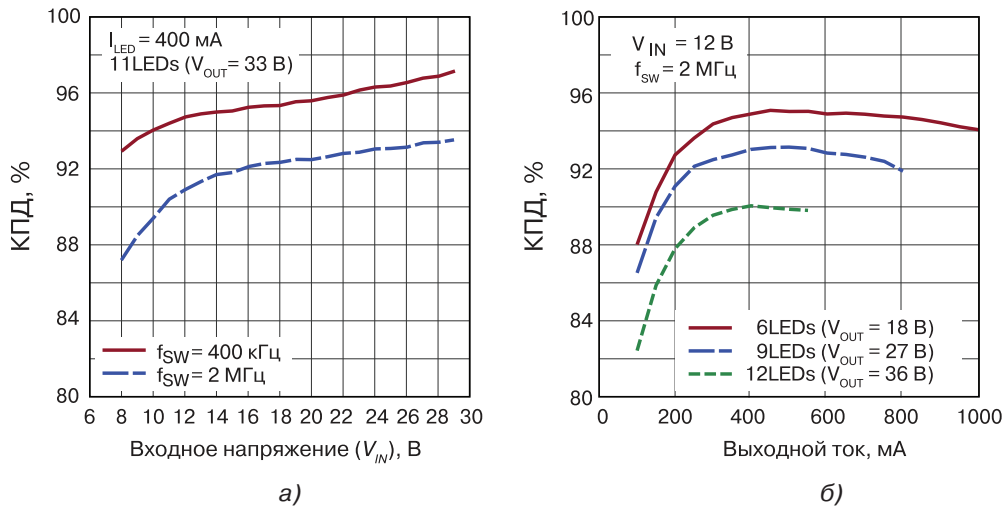


Рис. 3. Зависимость эффективности драйвера светодиодов, приведенного на рис. 1, от величины входного напряжения (а) и выходного тока (б)

режима необходимо вход SYNK/SPRD подключить к выходу внутреннего источника питания INTVCC (вывод 3), как показано на рис. 4.

Для иллюстрации эффективности уменьшения ЭМП при работе драйвера в режиме расширения спектра на рис. 5 приведены спектры ЭМП в обычном режиме работы (синяя кривая) и в режиме Spread Spectrum (коричневая кривая).

Как следует из рис. 5, в режиме Spread Spectrum

дискретные составляющие спектра размываются и их уровень уменьшается на 12...14 дБ.

Для сравнения уровня помех, создаваемых драйвером, с нормами стандарта CISPR 25 на рис. 6,а приведен спектр пиковых значений ЭМП для схемы, показанной на рис. 4, а на рис. 6,б – для средних значений ЭМП.

Как следует из рис. 6 уровень ЭМП, создаваемый драйвером в режиме размывания спектра, ниже

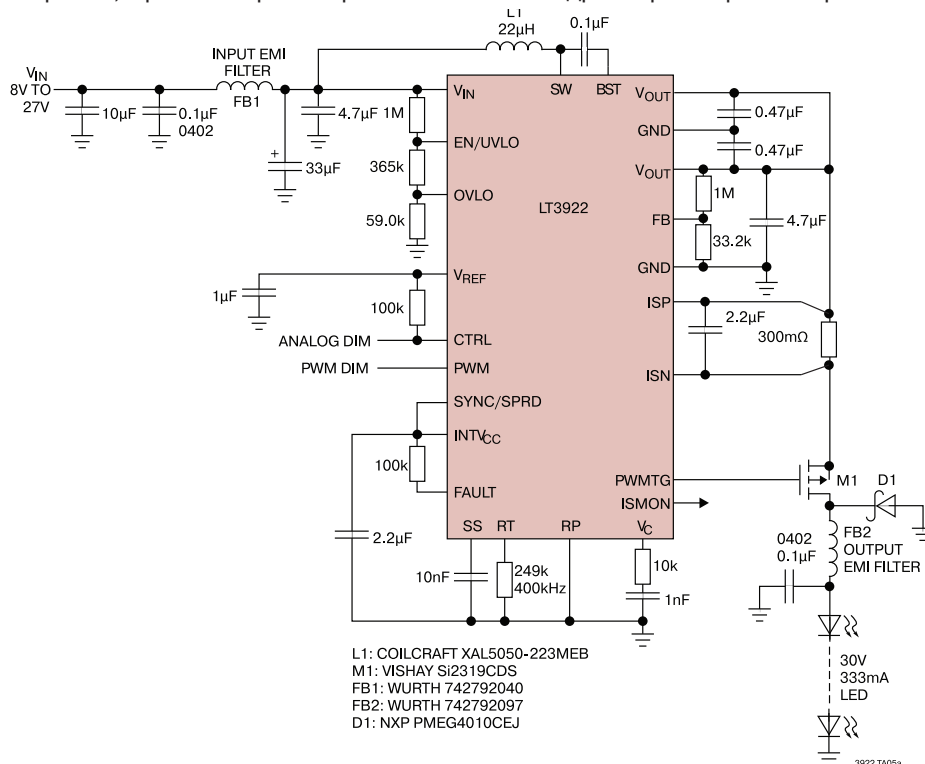


Рис. 4. Схема включения драйвера в режиме расширения спектра управляющего сигнала

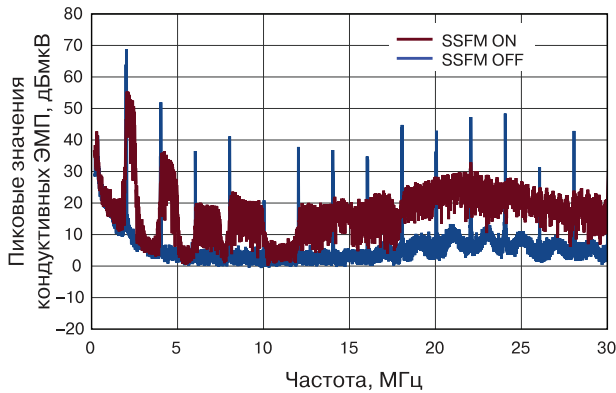
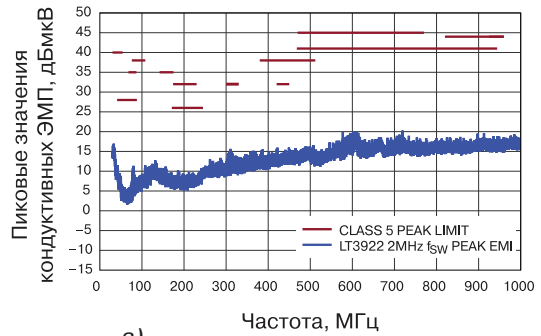


Рис. 5. Спектры ЭМП при включенном (коричневый) и отключенном (синий) режиме Spread Spectrum

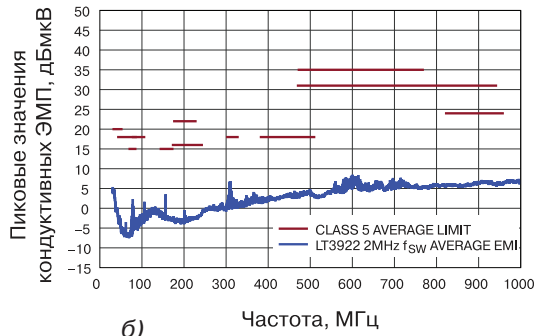
уровней, регламентируемых стандартом CISPR25, на 10...35 дБ в различных областях спектра.

На рис. 7. приведена схема драйвера, работающего в режиме понижающего преобразователя. Частота переключения силовых транзисторов 2 МГц. В этом режиме драйвер обеспечивает выходное напряжение 15 В при токе нагрузки 1 А и максимальное значение КПД 95%. На рис. 8 приведен график зависимости КПД такого преобразователя от входного напряжения.

На рис. 9 приведена схема драйвера, позволяю-



а)



б)

Рис. 6. Спектр ЭМП, создаваемых LT3922, для пиковых значений (а) и средних значений помехи(б)

щего регулировать ток светодиодов внешним ШИМ-сигналом частотой 100 Гц, в диапазоне 1000:1, а на рис. 10 – с уменьшенным уровнем пуль-

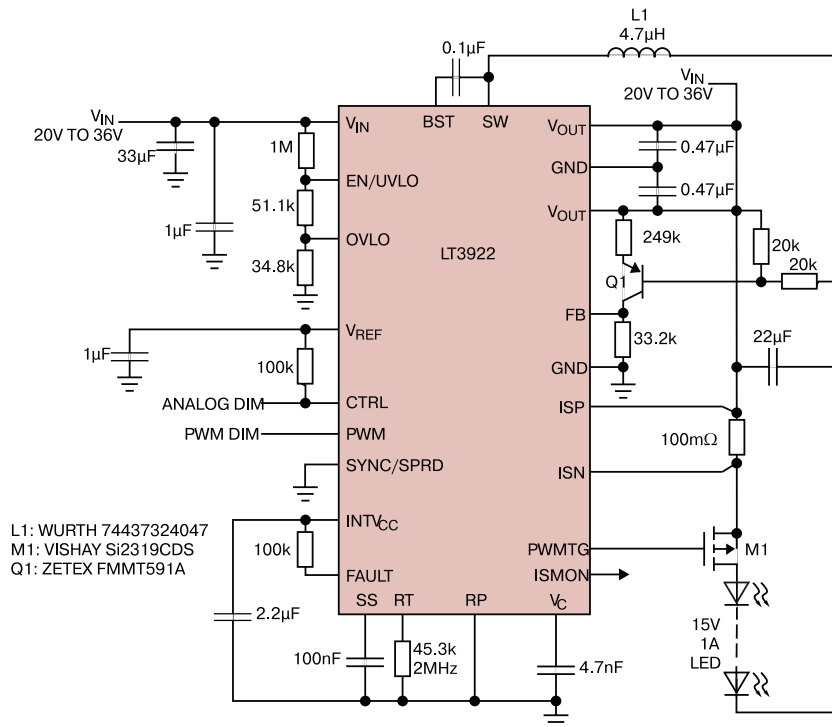


Рис. 7. Схема драйвера, работающего в режиме понижающего преобразователя

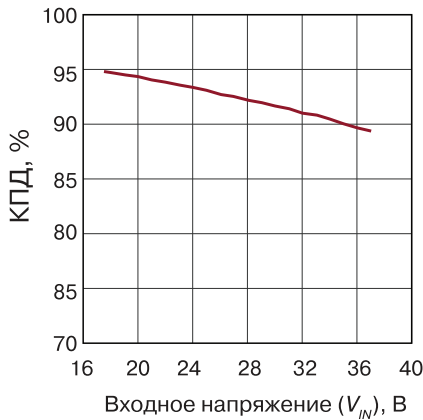


Рис. 8. График зависимости КПД преобразователя на рис. 7 от входного напряжения

саций входного и выходного напряжения [3]. Причем в драйвере на рис. 10 пределы регулировки выходного тока аналогичны пределам схемы, приведенной на рис. 9.

Однако возможности микросхемы не ограничиваются применением ее в качестве драйвера светодиодов. Это полноценный DC/DC-преобразователь, который может быть использован для преобразования постоянного напряжения. На рис. 11 приведена схема преобразователя с минимальным числом внешних элементов, формирующего на выходе напряжение 12 В и рассчитанного на ток нагрузки 500 мА. Зависимость КПД этого преобразо-

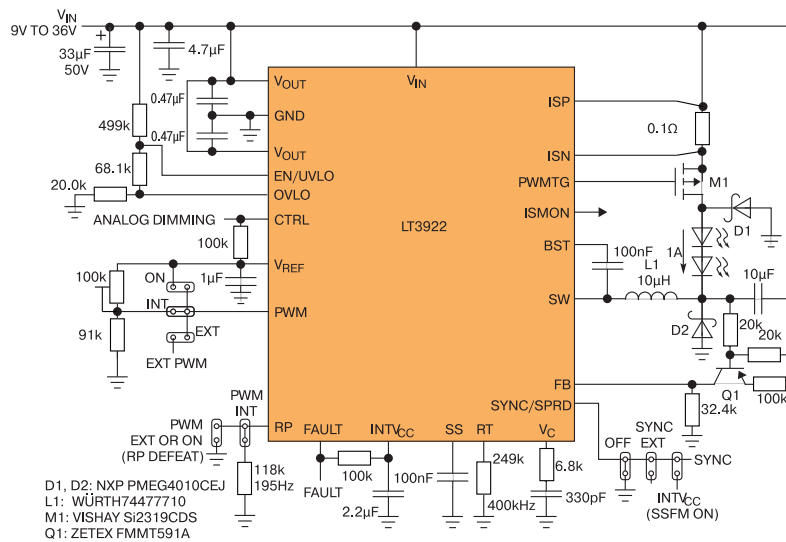


Рис. 9. Драйвер, позволяющий регулировать ток светодиодов внешним ШИМ-сигналом частотой 100 Гц, в диапазоне 1000:1

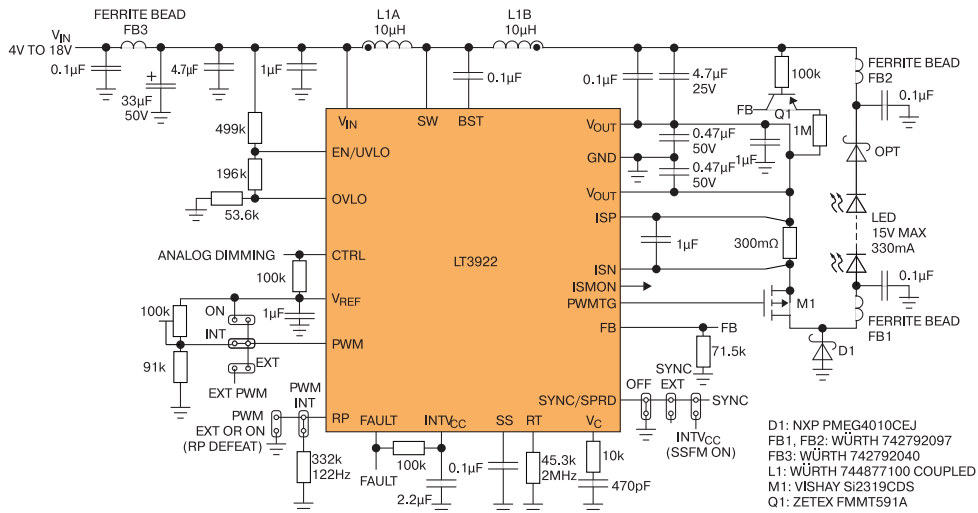


Рис. 10. Драйвер с уменьшенным уровнем пульсаций напряжения на входе и выходе

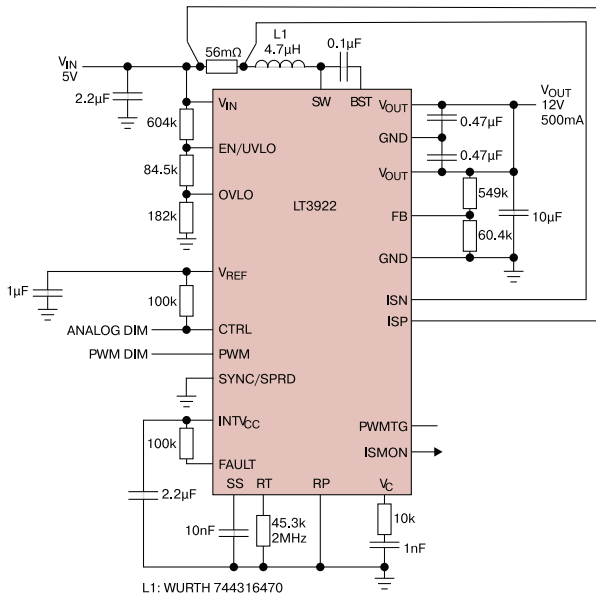


Рис. 11. Повышающий DC/DC-преобразователь без использования внешних транзисторов

вателя от тока нагрузки приведена на рис. 12.

Более подробную информацию по применению ИМС LT3922 можно найти в [3, 4]. В этих источниках приведено еще несколько вариантов схем с использованием ИМС LT3922. Расчетные соотношения для определения параметров элементов преобразователей приведены в [1].

ЛИТЕРАТУРА

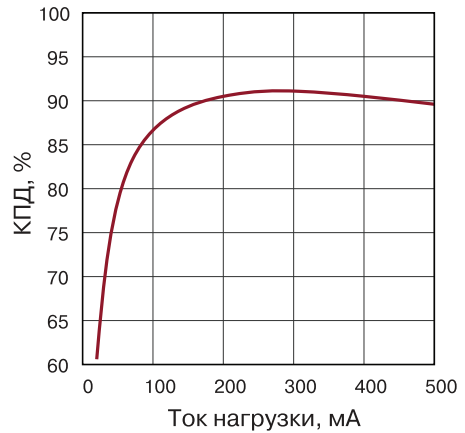


Рис. 12. График зависимости КПД повышающего DC/DC-преобразователя от тока нагрузки

1. <http://cds.linear.com/docs/en/datasheet/3922fa.pdf>.
2. Макаренко В.В. Контроллер синхронного DC/DC-преобразователя с технологией расширения спектра [Текст] / В.В. Макаренко // Электронные компоненты и системы. – 2016. №4. С. 42-47. – Режим доступа к журн.: http://www.ekis.kiev.ua/User-Files/Image/pdfArticles/2016_4/V.Makarenko_Synchronous Buck-Boost_Controller_With_Spread_Spectrum.pdf.
3. <http://cds.linear.com/docs/en/lt-journal/LTJournal-V26N3-00-df-LT3922-KeithSzolusha.pdf>.
4. http://cds.linear.com/docs/en/article/P390_EN-EMI_LED.pdf.

VD MAIS
Печатные платы

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

Сертификация на соответствие требованиям стандартов ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, ISO 13485:2003 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@vdmals.ua, www.vdmals.ua

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@vdmals.ua, www.vdmals.ua

Уважаемые подписчики и читатели нашего журнала!

Для оформления бесплатной подписки достаточно прислать по электронной почте на адрес ekis@vdmals.ua заявку с указанием: Фамилии Имени Отчества, адреса электронной почты, названия организации, в которой Вы работаете, и города, в котором она располагается. Подписчики журнала могут бесплатно получить любую статью из прошлогодних номеров. Содержание журналов доступно на сайте <http://www.ekis.kiev.ua/archive.php>.

Для получения статьи достаточно прислать заявку по адресу ekis@vdmals.ua с указанием номера журнала и названия статьи.

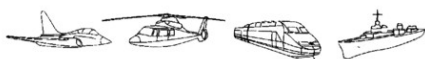
Gaia позволит вам летать!



Надежные, экономичные, малогабаритные DC/DC-преобразователи MGDI-75/150 с выходной мощностью 75/150 Вт

Основные характеристики	MGDI-75	MGDI-150
Выходная мощность, Вт	75	150
Диапазон входных напряжений (4:1), В	"24" (9-36) или "48" (18-75)	
Выходное напряжение, В	3,3, 5, 12, 15 или 24	
Диапазон регулировки вых. напряжения, % $U_{ном}$	90-110	10-110
КПД, тип., %	до 88	до 84
Диапазон рабочих температур, °C	-40...105	
Защита	UVLO, OVLO, OCP, OVP, OTP	
Мягкий старт	+	+

Широкий спектр применения в жестких условиях эксплуатации: наземный и железнодорожный транспорт, промышленное оборудование, авиа- и морская техника



REDEFINING THE SOURCE OF POWER

Gaia
CONVERTER
AUTHORIZED DISTRIBUTOR
www.gaia-converter.com

VD MAIS – официальный дистрибьютор компании Gaia Converter 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

НОВОЕ СЕМЕЙСТВО МОЩНЫХ МОП-ТРАНЗИСТОРОВ КЛАССА X2 HIPERFET™

650V X2-CLASS HIPERFET™ FAMILY POWER MOSFETS



Корпорация IXYS, один из ведущих мировых производителей силовых полупроводников и интегральных схем (ИС) для управления питанием, транспорта, медицины и управления двигателями, объявила о расширении линейки силовых MOSFET-транзисторов семейства 650V X2-class HiPerFET™.



Транзисторы можно эффективно использовать в резонансных источниках питания, в устройствах с большими токами разряда, приводах постоянного и переменного токов, преобразователях постоянного тока, в сервоприводах робототехники, зарядных устройствах, инверторах солнечных батарей и светодиодного освещения.

Транзисторы с быстродействующими восстанавливающими диодами, низким сопротивлением открытого транзистора и токами до 150 А оптимизированы для мягкого переключения режимов резонансных преобразователей энергии.

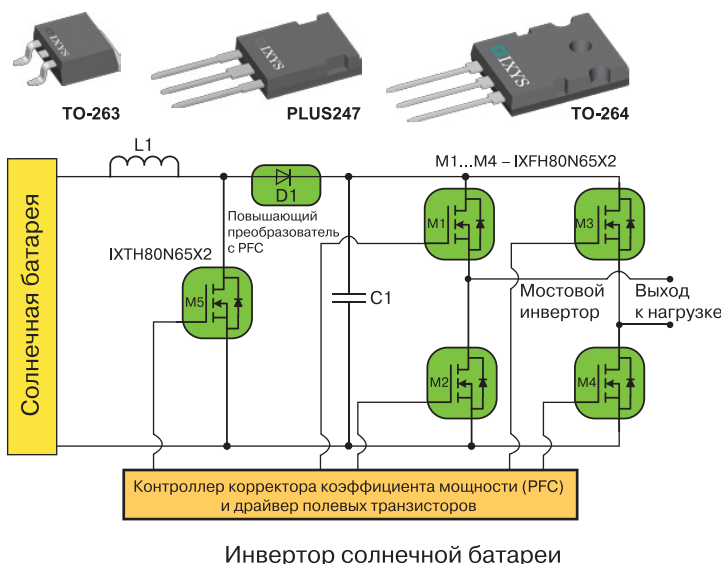
Благодаря быстродействующим защитным диодам в транзисторах HiPerFETs™ обеспечивается очень мягкое восстановление, что приводит к снижению уровня электромагнитных помех (ЭМП), особенно в полумостовых и мостовых преобразователях напряжения.

Как и других транзисторах IXYS, в новых устройствах используется принцип компенсации заряда и запатентованная технология, в результате чего силовые МОП-транзисторы имеют малые сопротивления открытого канала и заряд затвора. Благодаря положительному температурному коэффициенту сопротивления в открытом состоянии они могут работать параллельно для получения более высоких значений коммутируемых токов.

Транзисторы выпускаются в корпусах TO-220, TO-263, корпус SOT-227, TO-247, PLUS247, TO-264 и PLUS264.

Например, транзисторы IXFA22N65X2, IXFH46N65X2, IXFK120N65X2 и IXFN150N65X2 обеспечивают долговременные токи через переход сток-исток 22, 34, 120 и 145 А, соответственно. В таблице приведены характеристики некоторых транзисторов X2-class HiPerFET™, а на рисунке приведена функциональная схема универсального солнечного инвертора с их использованием. Инвертор содержит повышающий преобразователь с корректором коэффициента мощности (PFC) и мостовой инвертора, в котором использовано четыре транзистора IXFH80N65X2 (M1, M2, M3, M4) и один транзистор типа IXTH80N65X2 (M5), оптимизированный для корректоров коэффициента мощности.

http://www.ixys.com/Documents/IXYS_News2017.pdf



Характеристики транзисторов семейства 650V X2-class HiPerFET™ с напряжением сток-исток 650 В

Тип	$I_{\text{пост.}}$ ($t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$), А	$R_{\text{СИ}}$ откр.макс., Ом	$C_{\text{вх.}}$ тип., пФ	Q_3 , нКл	$t_{\text{обр.восст.}}$ нс	$P_{\text{расс.}}$ Вт	R_{thJC} * $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$	Корпус
IXTY2N65X2	2.00	2.30	180	4.3	137	55	2.27	TO-252
IXTP2N65X2	2.00	2.30	180	4.3	137	55	2.27	TO-220
IXTA4N65X2	4.00	0.850	455	8.3	160	80	1.56	TO-263
IXTP4N65X2	4.00	0.850	455	8.3	160	80	1.56	TO-220
IXTY4N65X2	4.00	0.850	455	8.3	160	80	1.56	TO-252
IXTP8N65X2M	8	0.550	800	12	200	32	3.90	TO-220 (overmolded)
IXTY8N65X2	8.00	0.500	800	12.0	200	150	0.83	TO-252
IXTP8N65X2	8.00	0.500	800	12.0	200	150	0.83	TO-263
IXTA8N65X2	8.00	0.500	800	12.0	200	150	0.83	TO-263
IXTP12N65X2M	12	0.300	1100	17.7	270	40	3.10	TO-220 (overmolded)
IXTH12N65X2	12	0.300	1100	17.7	270	180	0.69	TO-247

* R_{thJC} – тепловое сопротивление между переходом и корпусом.



CREE

Светодиоды Cree XLamp семейства CXA2

рекордные значения светового потока в своих классах
 XLamp CXB1310 — среди светодиодов со светоизлучающей поверхностью диаметром 6 мм,
 XLamp CXB1520 — среди светодиодов со светоизлучающей поверхностью диаметром 9 мм.
 XLamp CXB1520 — 6000 лм, XLamp CXB1310 — 3200 лм.

Матрицы семейства CXA2 (СХВ) это:

- максимальный световой поток 18 000 лм
- максимальна энергоэффективность 200 лм/Вт
- широкий диапазон токов и мощностей
- лучшая управляемость источника света
- широкое применение – от систем промышленного и зонального до уличного и декоративного освещения





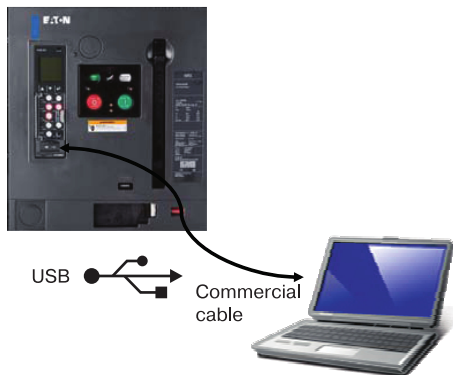
VD MAIS – официальный дистрибьютор компании CREE в Украине
 тел.: (044) 220-0101, (057) 719-6718, (0562) 319-128, (032) 245-5478,
 (095) 274-6897, (048) 734-1954, info@vdmiais.ua, www.vdmiais.ua



РАСЦЕПИТЕЛЬ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ PXR ОТ КОМПАНИИ EATON

THE RELEASE OF A NEW GENERATION OF PXR FROM EATON

Компания Eaton начала производство расцепителя нового поколения для платформы Power Xpert Release (PXR), которая позволяет специалистам тестировать и настраивать автоматические выключатели подключаясь к ним через USB-разъем ПК. Эта платформа интегрирована в воздушные выключатели IZMX производства Eaton — компании-эксперта в области управления энергией.



Связь расцепителя PXR с компьютером через интерфейс USB

Воздушные выключатели, особенно те, которые используются в промышленных системах распределения высокой мощности, конфигурируются и периодически тестируются конечными пользователями для обеспечения бесперебойной работы. Новая технология позволяет специалистам моделировать короткие замыкания и перегрузки с использованием Power Xpert Protection Manager (PXPМ) – бесплатного программного обеспечения компании Eaton.

Новые функциональные возможности расцепителей PXR20 и PXR 25:

- встроенный интерфейс Modbus
- большой ЖК-дисплей
- постоянное отображение состояние батареи
 - защита паролем и QR-кодом
 - возможность программирования через интерфейс USB и другие дополнительные функции
 - защита с функциями LSI (защита от перегрузки, селективная защита от короткого замыкания, мгновенная защита от короткого замыкания) может быть изменена на защиту LI (без задания времени) или LS

- улучшенная селективная защита ZSI (защита от замыканий на землю, селективная защита от короткого замыкания, мгновенная защита от короткого замыкания)

- 3 доступных контакта аварийной сигнализации
- установка параметров с помощью ПК и программного обеспечения PXPМ

Новые возможности устройств IZMX с использованием технологии PXR позволяют фиксировать форму тока и напряжения, а также минимальные и максимальные значения тока и напряжения фазы и нулевого провода.

Форма сигнала тока и напряжения дают информацию о качестве электроэнергии, обусловленной гармониками. При этом погрешность измерений не превышает одного процента. Точно-матричный дисплей с высоким разрешением был усовершенствован и теперь функционирует в активном режиме, постоянно отображая данные о состоянии зоны контроля (ZSI), аккумуляторной батареи и номинальном токе. Все сведения могут передаваться через один из интерфейсов передачи данных: Modbus, Profibus или Ethernet. Для обеспечения безопасности и защиты от несанкционированного доступа предусмотрена возможность использования пароля. Кроме того, для идентификации и доступа к дополнительной информации необходимо ввести QR-код.

<http://www.eaton.com/ecm/groups/public/@pub/@electrical/documents/content/ca01305001z-en.pdf>

<http://www.eaton.com/ecm/groups/public/@pub/@electrical/documents/content/ca01305001z-en.pdf>



IZMX16

IZMX40



От ремесла к искусству!

Проектирование печатных плат

Проектирование печатных плат в НПФ VD MAIS – это:

- применение различных CAD/CAM-систем: P-CAD, Mentor Graphics, CAM-350
- контроль качества на каждом этапе выполнения работ
- система менеджмента качества фирмы сертифицирована на соответствие требованиям стандартов ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, ISO/TS 16949:2009 и ISO 13485:2003
- проектирование и изготовление трафарета для нанесения паяльной пасты
- монтаж печатных плат любой сложности при серийном и мелкосерийном производстве

VD MAIS
PCB Professionally

тел.: (044) 220-0101, (057) 719-6718, (0562) 319-128, (062) 385-4947, (032) 245-5478,
(095) 274-6897, (048) 734-1954, info@vdmairs.ua, www.vdmairs.ua



ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СИСТЕМЫ

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

65005 Одесса
ул. Головковская, 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. (095) 274-6897