

## 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

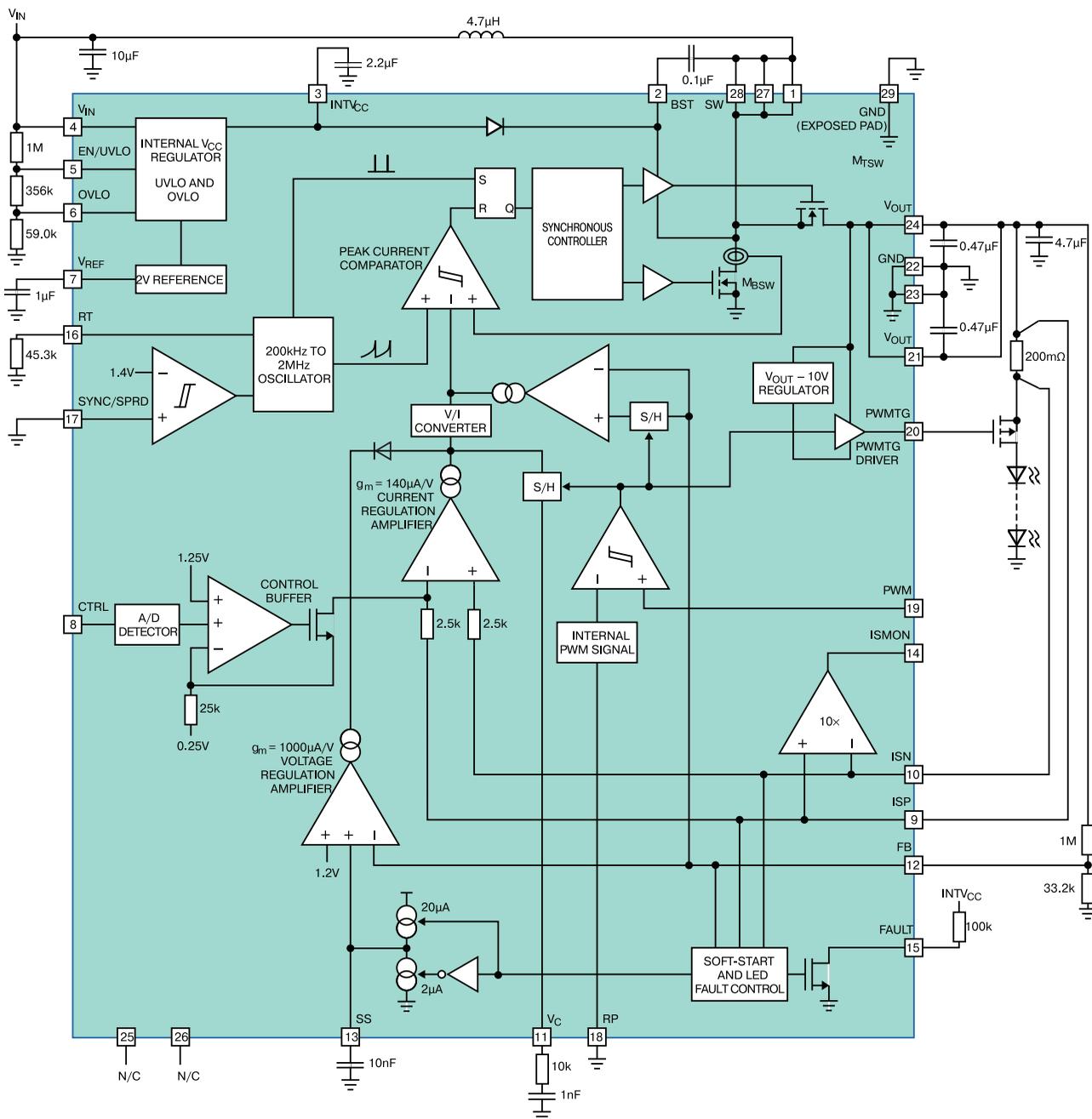


Рис. 1. Функциональная схема преобразователя LT3922

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-ся, 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

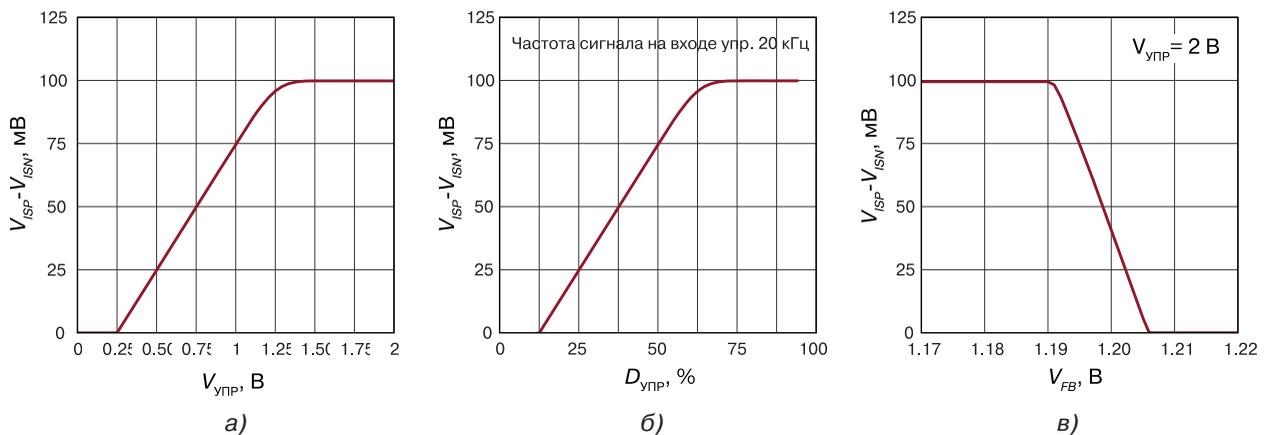
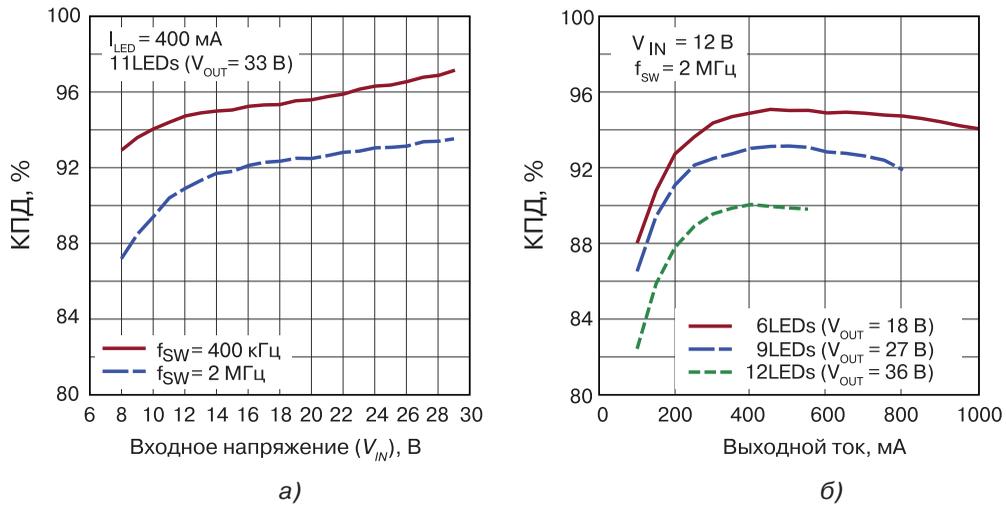


Рис. 2. Зависимости напряжения на датчике тока при аналоговом (а) и цифровом (б) управлении выходным током драйвера и при перенапряжении на выходе (в)



**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.

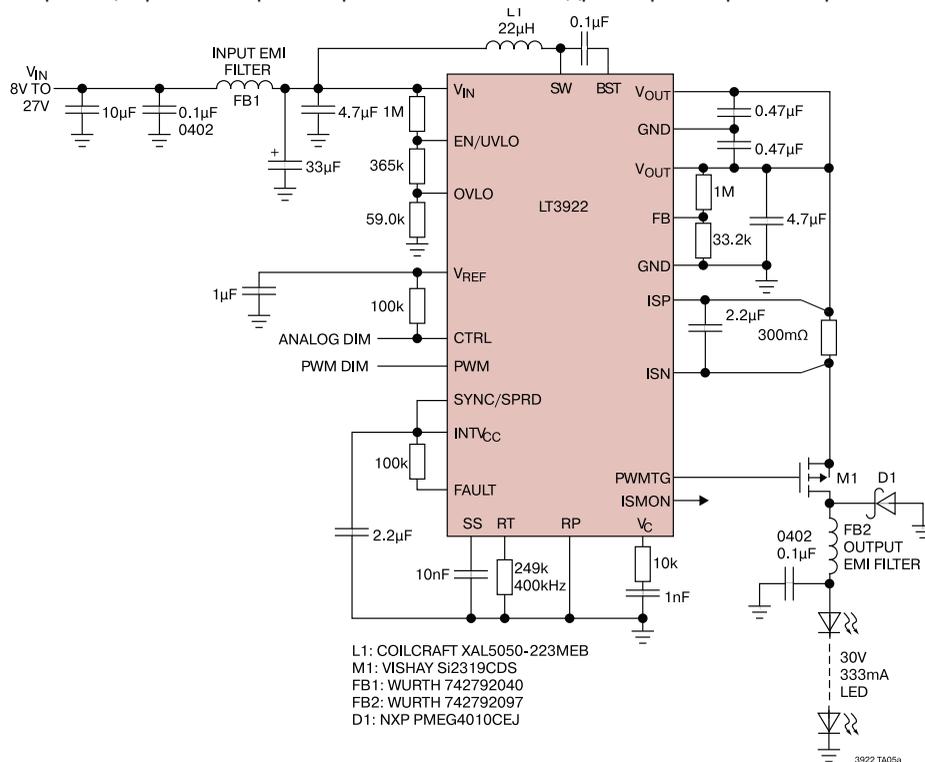
Для иллюстрации эффективности уменьшения ЭМП при работе драйвера в режиме расширения спектра на рис. 5 приведены спектры ЭМП в обычном режиме работы (синяя кривая) и в режиме Spread Spectrum (коричневая кривая).

Как следует из рис. 5, в режиме Spread Spectrum

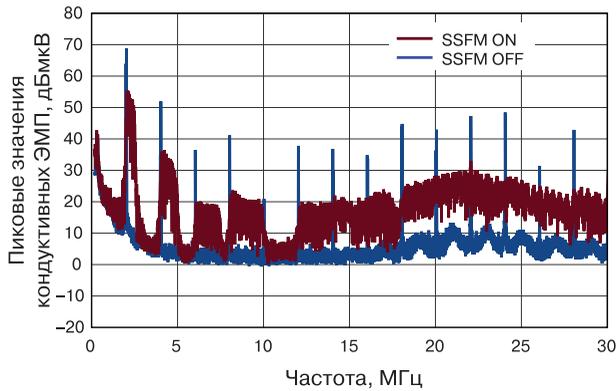
дискретные составляющие спектра размываются и их уровень уменьшается на 12...14 дБ.

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**

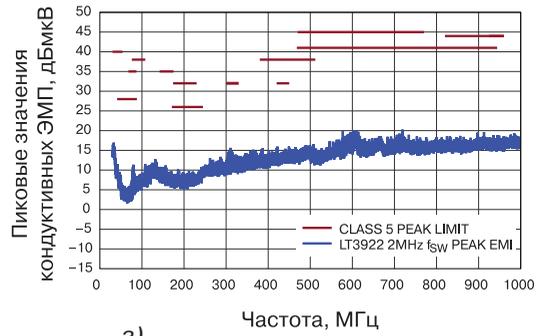


**Рис. 5. Спектры ЭМП при включенном (коричневый) и отключенном (синий) режиме Spread Spectrum**

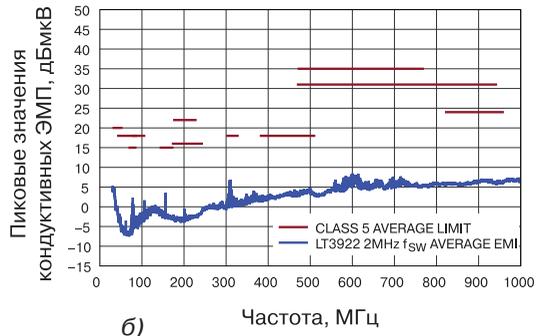
уровней, регламентируемых стандартом CISPR25, на 10...35 дБ в различных областях спектра.

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-



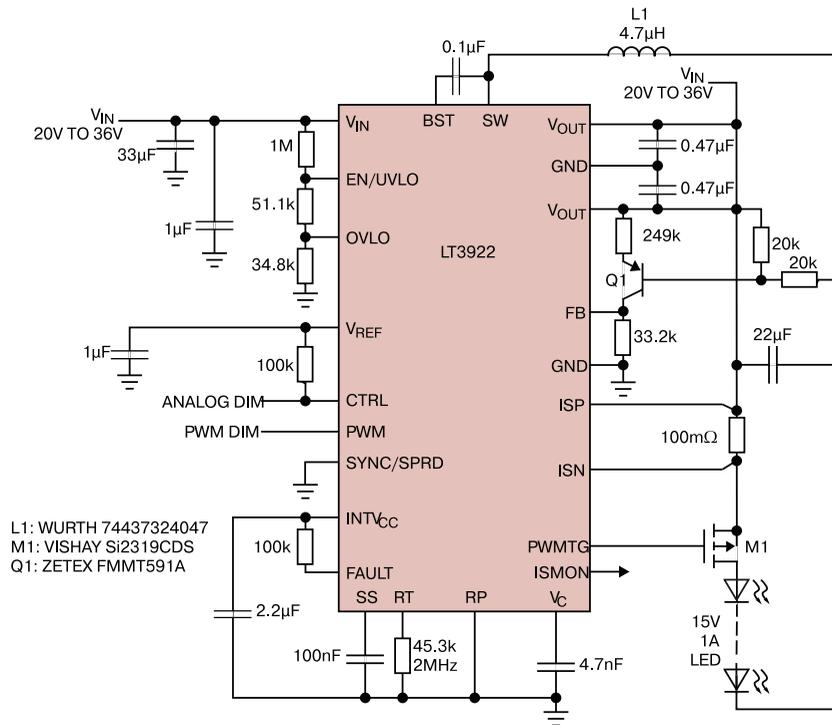
а)



б)

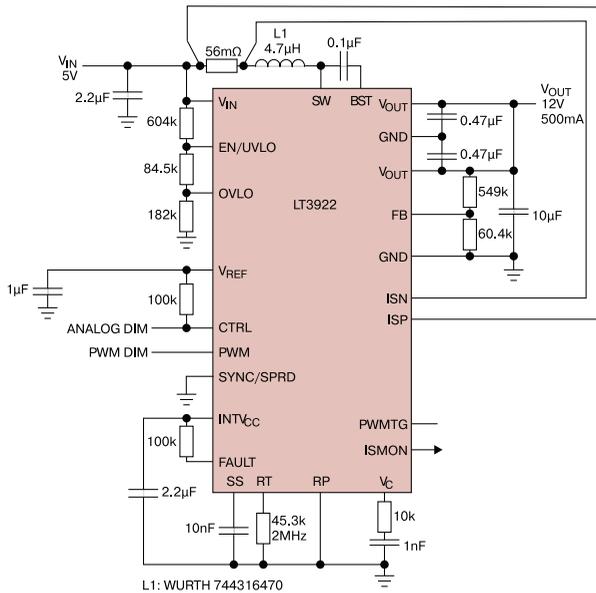
**Рис. 6. Спектр ЭМП, создаваемых LT3922, для пиковых значений (а) и средних значений помехи(б)**

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

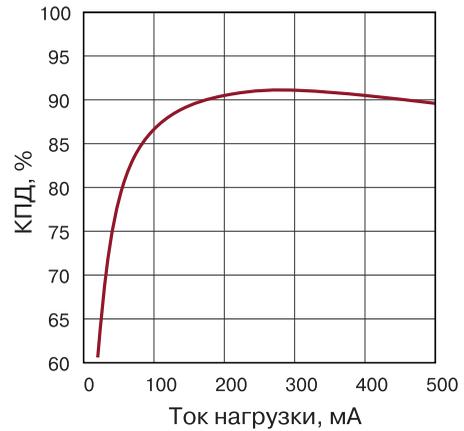


**Рис. 7. Схема драйвера, работающего в режиме понижающего преобразователя**





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



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

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**

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](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](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](mailto: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](mailto:ekis@vdmals.ua) с указанием номера журнала и названия статьи.