

Оглавление

1 Особенности	1	7.4 Функциональные режимы устройства	18
2 приложения	1	8 Применение и реализация	19
3 Описание	1	8.1 Информация о применении	19
4 История изменений	2	8.2 Типичные области применения	22
Конфигурация и функции 5-контактного разъема	3	9 Рекомендации по питанию	27
6 Технические характеристики	4	10 Макет	28
6.1 Абсолютный максимальный рейтинг	4	10.1 Рекомендации по компоновке	28
6.2 Рейтинги ОУР	4	10.2 Пример компоновки	28
6.3 Рекомендуемые условия эксплуатации	4	10.3 Соображения, касающиеся электромагнитных помех и шума	29
6.4 Тепловая информация	5	11 Поддержка устройств и документации	30
6.5 Электрические характеристики	6	11.1 Ссылки по теме	30
6.6 Типичные характеристики	8	11.2 Ресурсы сообщества	30
7 Подробное описание	10	11.3 Торговые марки	30
7.1 Обзор	10	11.4 Осторожно, электростатический разряд	30
7.2 Функциональная блок-схема	10	11.5 Глоссарий	30
7.3 Описание функций	11	12 Механический, упаковочный и заказываемый	
		Информация	30

4 История изменений

ПРИМЕЧАНИЕ. Номера страниц для предыдущих версий могут отличаться от номеров страниц в текущей версии.

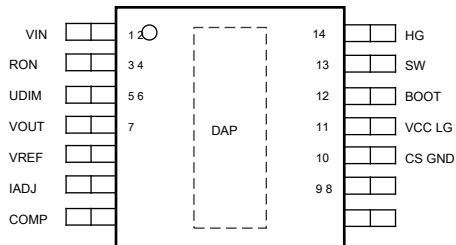
Изменения с оригинала (октябрь 2012 г.) до редакции A

страница

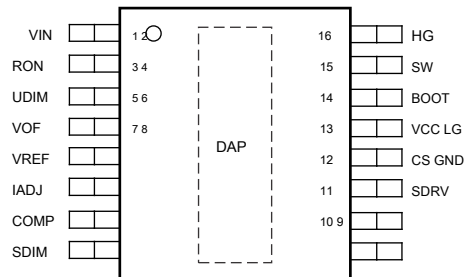
- добавленной *ESD Ratings* Таблица, *Описание функции* раздел, *Функциональные режимы устройства*, *Применение и реализация* раздел, *Рекомендации по питанию* раздел, *раскладка* раздел, *Поддержка устройств и документации* раздел и *Информация о механике, упаковке и заказе* раздел. 1

5-контактная конфигурация и функции

Пакет TPS92640 PWP
14-контактный HTSSOP
Вид сверху



Пакет TPS92641 PWP
16-контактный HTSSOP
Вид сверху



Функции булавки

ИМЯ	ШТЫРЬ		I / O	ОПИСАНИЕ
	NO. (TPS92640)	NO. (TPS92641)		
BOOT	12	14	O	Подключите 100-нФ керамический конденсатор к узлу коммутации и диод к VCC, чтобы обеспечить повышенное напряжение для привода на высоких воротах.
КОМП	7	7	O	Подключите керамический конденсатор к GND, чтобы установить компенсацию контура.
CS	9	11	я	Подключите к положительной клемме сенсорного резистора в нижней части блока светодиодов.
GND	8	10	-	Система GND. Подключитесь к DAP.
HG	14	16	O	Подсоедините к воротам NFET высокого напряжения регулятора доллара. Используйте последовательный резистор для ограничения текущая скорость нарастания и снижение уровня электромагнитных помех.
IADJ	6	6	я	Подключите резисторный делитель от VREF, чтобы установить уровень аналогового затемнения. Использовать NTC резистор от контакта к GND в качестве делителя резистора для реализации термического обратного хода.
LG	10	12	O	Подключите к затвору NFET низкого уровня регулятора доллара. Используйте последовательный резистор для ограничения текущая скорость нарастания и снижение уровня электромагнитных помех.
RON	2	2	я	Подключите резистор к VIN и конденсатор к GND для установки частоты переключения.
SDIM	-	8	я	Вход ШИМ-регулятора яркости для шунтового полевого транзистора. Подключите к шлосу внешнего параллельного
SDrv	-	9	O	NFET через светодиодную нагрузку, используемую для шунта затемнение при желании.
SW	13	15	O	Подключите к узлу переключателя регулятора пониженного давления.
UDIM	3	3	я	Подключите резисторный делитель от VIN, чтобы установить порог блокировки минимального напряжения.
VCC	11	13	O	Обход с керамическим конденсатором 2,2 мкФ для обеспечения смещения для контроллера.
VIN	1	1	я	Подключите к входному напряжению. Подключите 1-мкФ байпасный конденсатор
VOUT	4	4	я	Подключите резистор делителя от V вне, уменьшенная обратная связь V вне.
VREF	5	5	O	Система опорного напряжения. Обход с керамическим конденсатором 100 нФ.
DAP	-	-	-	Поместите 6-9 переходных отверстий от площадки к плоскости GND для теплового сброса.

TPS92640, TPS92641

SNVS902A - ОКТЯБРЬ 2012 - ПЕРЕСМОТРЕННЫЙ ОКТЯБРЬ 2015

www.ti.com

6 Технические характеристики

6.1 Абсолютные максимальные рейтинги

в диапазоне рабочих температур наружного воздуха (если не указано иное) (1)

	MIN	МАКСИМУМ	ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ
B в, UDIM, SW	- 0,3	90	В
		- 1	мА
BOOT	- 0,3	98,5	В
HG	- 0,3	90	В
		- 2,5 (импульс <100 нс)	В
LG, SDRV, CS	- 0,3	+ V _{CC}	В
		- 2,5 (импульс <100 нс)	В
		B сс + 2,5 (импульс <100 нс)	В
B сс	- 0,3	15	В
VREF, RON, COMP, VOUT, IADJ, SDIM	- 0,3	6	В
	- 200	200	мкА
GND	- 0,3	0,3	В
	- 2,5 (пульс <100 нс)	2,5 (импульс <100 нс)	В
Непрерывное рассеивание мощности		Внутренне ограниченный	
Максимальная температура свинца (пайка и оплавление) (2)		260	° C
Максимальная температура перехода	- 40	125	° C
Температура хранения	- 65	150	° C

(1) стрессы за пределами перечисленных в Абсолютные максимальные рейтинги может привести к необратимому повреждению устройства. Это рейтинги стресса только те, которые не подразумевают функциональную работу устройства в этих или любых других условиях, кроме указанных в Рекомендуемые условия эксплуатации. Воздействие условий абсолютного максимума в течение длительных периодов времени может повлиять на надежность устройства. (2) Более подробную информацию и способы монтажа см. На веб-сайте TI по упаковке.

6.2 Рейтинги ОУР

		ЦЕННОСТЬ	ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ
ПАКЕТ PWP TPS92640			
В (ESD) Электростатический разряд	Модель человеческого тела (HBM), в соответствии с ANSI / ESDA / JEDEC JS-001 (1)	± 2000	В
	Модель заряженного устройства (CDM) согласно спецификации JEDEC JESD22-C101 (2)	± 1000	
TPS92641 ПАКЕТ PWP			
В (ESD) Электростатический разряд	Модель человеческого тела (HBM), в соответствии с ANSI / ESDA / JEDEC JS-001 (1)	± 2000	В
	Модель заряженного устройства (CDM) согласно спецификации JEDEC JESD22-C101 (2)	± 1000	

(1) В документе JEDEC JEP155 говорится, что HBM на 500 В обеспечивает безопасное производство со стандартным процессом управления ESD. (2) В документе JEDEC JEP157 говорится, что CDM на 250 В обеспечивает безопасное производство со стандартным процессом управления ESD.

6.3 Рекомендуемые условия эксплуатации

в рабочем диапазоне температур воздуха (если не указано иное)

	MIN	NOM	МАКСИМУМ	ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ
V в Входное напряжение	7		85	В
T J Температура перехода	- 40		125	° C

6.4 Тепловая информация

ТЕПЛОВАЯ МЕТРИКА (1)		TPS92640	TPS92641	ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ
		PWP (HTSSOP)	PWP (HTSSOP)	
		14 PINS	16 PINS	
ρ_{JA}	Тепловое сопротивление переход-среда	40,1	38,7	° C / Вт
ρ_{JCS} (верхняя часть)	Тепловое сопротивление переход-корпус (сверху)	24,6	22,7	° C / Вт
ρ_{JB}	Тепловое сопротивление переход-плата	20,9	16,5	° C / Вт
ψ_{JT}	Параметрический параметр соединения с вершиной	0,6	0,6	° C / Вт
ψ_{JB}	Характеристика соединения между платами	20,7	16,3	° C / Вт
ρ_{JCS} (сэл)	Термическое сопротивление соединения нижний корпус	2,5	1,7	° C / Вт

(1) Для получения дополнительной информации о традиционных и новых тепловых показателях см. *Полупроводниковые и интегральные микросхемы применение* доклад, [SPRA953](#) ,

6.5 Электрические характеристики

Если не указано иное $V_{IN} = 24\text{ В}$. Типичные технические характеристики применяются для $T_A = T_J = 25^\circ\text{C}$.

ПАРАМЕТР		УСЛОВИЯ ИСПЫТАНИЙ	MIN (1)	TYP (2)	МАКСИМУМ (1)	ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ
РЕГУЛЯТОР ЗАПУСКА (V_{CC}, V_B)						
V _{CCREG}	V _{CC} регулирование	$I_{CC} = 10\text{ мА}, V_{IN} = 24\text{ В}, 85\text{ В}$	7,86	8,5	9,14 В	
I _{CCIM}	V _{CC} Текущий предел	$V_{CC} = 0\text{ В}$	48	63	78	мА
I _Q	Течение покоя	$V_{UDIM} = 3\text{ В},$ Статический $V_{IN} = 7\text{ В}, 24\text{ В}, 85\text{ В}$		2	3	мА
I _{SD}	Ток отключения	$V_{UDIM} = 0\text{ В}$		100		мкА
V _{CC-UV}	V _{CC} UVLO Threshold	V _{CC} повышение		5,04	5,9	В
		V _{CC} убывающий	4,5	4,9		
V _{CC-HYS}	V _{CC} UVLO гистерезис			0,17		В
СПРАВОЧНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (V_{REF})						
V _{REF}	Опорное напряжение	Без нагрузки, $V_{IN} = 7\text{ В}, 24\text{ В}, 85\text{ В}$	2,97	3,03	3,09 В	
I _{VREFIM}	Текущий предел	$V_{REF} = 0\text{ В}$	1,3	2,1	2,9 мА	
УСИЛИТЕЛЬ ОШИБКИ (CS, COMP)						
V _{CSREF}	CS эталонное напряжение	Что касается GND		<u>V_{ADJ} / 10</u>		В
V _{CSREF-OFF}	Ошибка смещения входного напряжения усилителя		- 600	0	600	мкВ
I _{COMP}	COMP Ток Мойки			85		мкА
	COMP Источник тока			110		мкА
I _{M-CS}	Крутизна			500		мкА / В,
	Линейный входной диапазон	Видеть (3)		± 125		мВ
	Пропускная способность	- 6-дБ незагруженного ответа (3)		400		кГц
ТАЙМЕРЫ / ЗАЩИТА ОТ НАПРЯЖЕНИЯ (RON, VOUT)						
T _{OFF-MIN}	Минимальное время выключения	$CS = 0\text{ В}$		230		нс
T _{ON-MIN}	Минимальное время			235		нс
T _{HA}	Запрограммированное время	$V_{VOUT} = 2\text{ В}, P_{ON} = 25\text{ кОм}, C_{ON} = 1\text{ нФ}$		2,08		мкс
R _{RON}	RON сопротивление понижения			35	120	Ω
T _{CL}	Текущее ограничение времени выключения			270		мкс
T _{D-ON}	RON Thresh - HG Falling Delay			25		нс
V _{TH-OVP}	Порог перенапряжения VOUT	VOUT растёт	2,85	3,05	3,25 В	
V _{HYS-OVP}	VOUT Гистерезис перенапряжения			0,13		В
Водитель ворот (HG, LG, BOOT, SW)						
R _{SRC-LG}	LG Sourcing Resistance	LG = Высокий		1,5	6	Ω
R _{SNK-LG}	LG Тонущий Сопротивление	LG = низкий		1	4,5 Ом	
R _{SRC-HG}	HG Sourcing Resistance	HG = высокий		3,9	6	Ω
R _{SNK-HG}	HG сопротивление погружению	HG = низкий		1,1	4,5 Ом	
V _{TH-BOOT}	BOOT UVLO Threshold	BOOT-SW растёт	1,9	3,4	4,5 В	
V _{HYS-BOOT}	BOOT UVLO Гистерезис	BOOT-SW падения		1,8		В
T _{D-HL}	HG для LG Deadtime	HG упасть на LG подняться		60		нс
T _{D-LG}	LG для HG Deadtime	LG упасть на HG подняться		60		нс

(1) Все пределы, указанные при комнатной температуре (значения TYP) и при экстремальных значениях температуры (значения MIN / MAX). Все пределы комнатной температуры 100% производство проверено. Все пределы при экстремальных температурах определяются посредством корреляции с использованием стандартных методов статистического контроля качества (SQC). Все лимиты используются для расчета среднего уровня исходящего качества (AOQL). (2) Типичные цифры при 25 ° C и представляют собой наиболее вероятную норму. (3) Эти электрические параметры определены проектом, и не проверены тестом.

Электрические характеристики (продолжение)

Если не указано иное $V_{in} = 24\text{ V}$. Типичные технические характеристики применяются для $T_A = T_J = 25^\circ\text{C}$.

ПАРАМЕТР		УСЛОВИЯ ИСПЫТАНИЙ	MIN (1)	TYP (2)	МАКСИМУМ (1)	ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ
DIMMING ШИМ (SDIM, SDRV) (только TPS92641)						
p SRC-DDRV	SDRV Sourcing Resistance	SDRV = высокий		5,6	30	Ω
T SDIM-RIS	SDIM к SDRV Пост задержки	SDIM растёт		68	100	нс
T SDIM-ПАДЕНИЕ	SDIM to SDRV Задержка падения	SDIM падает		29	70	нс
B SDIM-RIS	SDIM Rising Threshold	SDIM растёт		1,29	1,74 В	
B SDIM-ПАДЕНИЕ	SDIM Падающий Порог	SDIM падает	0,5			В
p SDIM-PU	Сопротивление подтягиванию SDIM			90		кОм
АНАЛОГОВАЯ НАСТРОЙКА (IADJ)						
B ADJ-MAX	IADJ Зажимное напряжение		2,46	2,54	2,62 В	
p ADJ	IADJ входной импеданс			1		МОм
UNDERVOLTAGE / PWM (UDIM)						
B TH-UDIM	Порог запуска UDIM	UDIM растёт	1,21	1,276	1,342	В
я HYS-UDIM	UDIM гистерезис тока		12	21	30	мкА
T UDIM-RIS	Задержка роста UDIM в HG / LG	UDIM растёт		168	260	нс
T UDIM-ПАДЕНИЯ	UDIM в HG / LG Падение задержки	UDIM падает		174	280	нс
B UDIM-LP	UDIM Порог низкой мощности			370		мВ
T UDIM-DET	Таймер обнаружения выключения UDIM	UDIM падает	8,5	13		PC
ТЕРМИЧЕСКИЙ ОТКЛЮЧЕНИЕ						
T SD	Порог теплового отключения	Видеть (3)		165		°C
T HYS	Термический гистерезис отключения	Видеть (3)		20		°C

6.6 Типичные характеристики

Если не указано иное, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A = T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$, $V_{IN} = 24\text{ В}$, $V_{ADJ} = 2\text{ В}$, $I_{\text{Светодиод}} = 1\text{ А}$, $C_{VSS} = 2,2\text{ мкФ}$, $C_{\text{COMP}} = 0,47\text{ мкФ}$

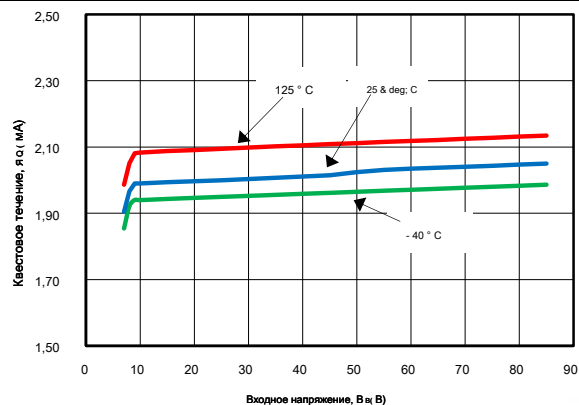


Рисунок 1. Квасовое течение, I_q против входного напряжения, V_{IN}

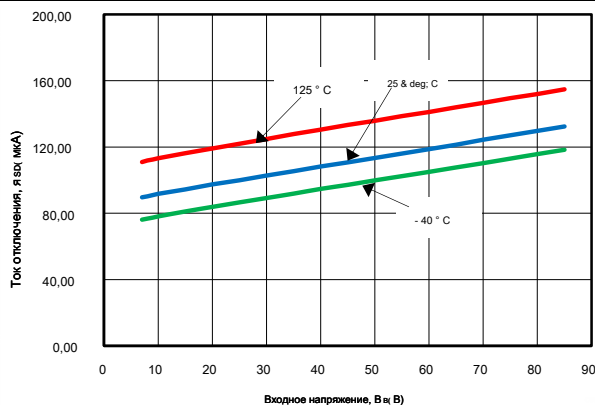


Рисунок 2. Ток отключения, I_{iso} против входного напряжения, V_{IN}

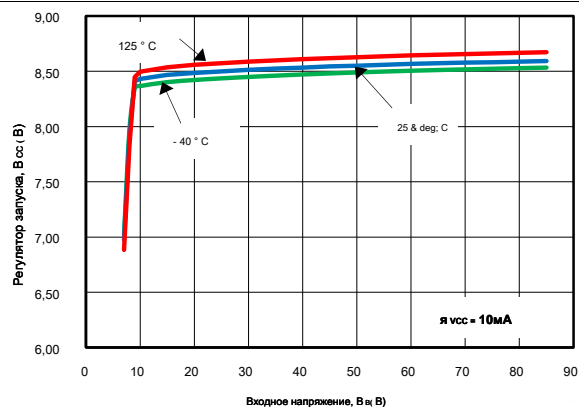


Рисунок 3. Регулятор запуска, V_{ss} против входного напряжения, V_{IN}

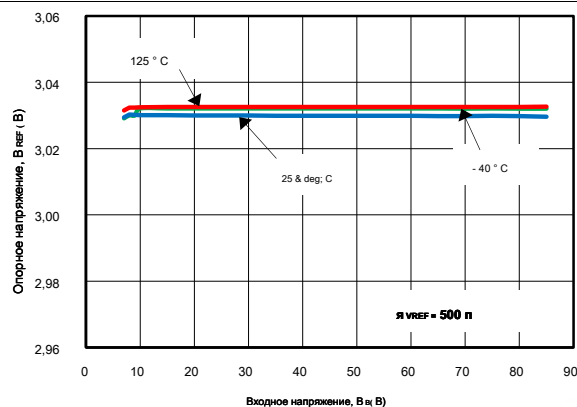


Рисунок 4. Опорное напряжение, V_{ref} против входного напряжения, V_{IN}

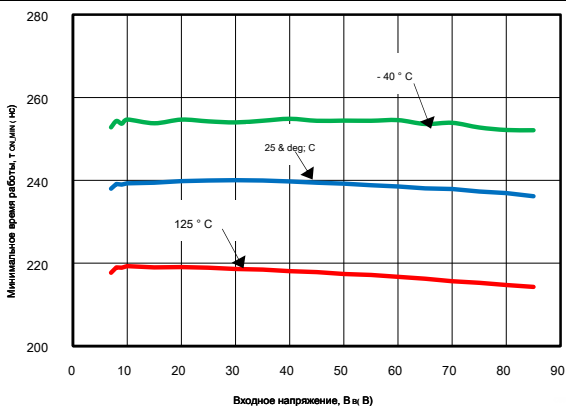


Рисунок 5. Минимальное время включения, t_{on_min} против входного напряжения, V_{IN}

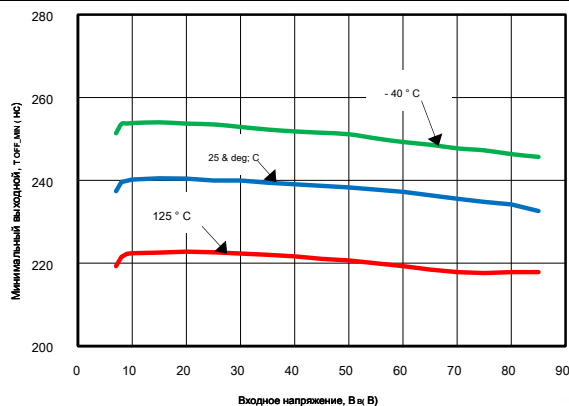


Рисунок 6. Минимальное время простоя, t_{off_min} против входного напряжения, V_{IN}

Типичные характеристики (продолжение)

Если не указано иное, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A = T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$, $V_{IN} = 24\text{ В}$, $V_{ADJ} = 2\text{ В}$, $I_{\text{Светодиод}} = 1\text{ А}$, $C_{VCC} = 2,2\text{ мкФ}$, $C_{COMP} = 0,47\text{ мкФ}$

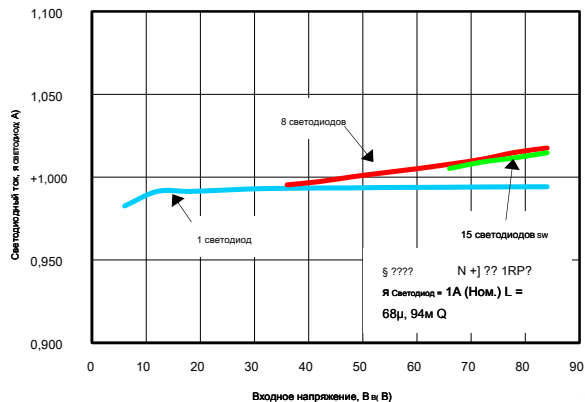


Рисунок 7. Светодиодный ток, $I_{\text{Светодиод}}$ против входного напряжения, В в

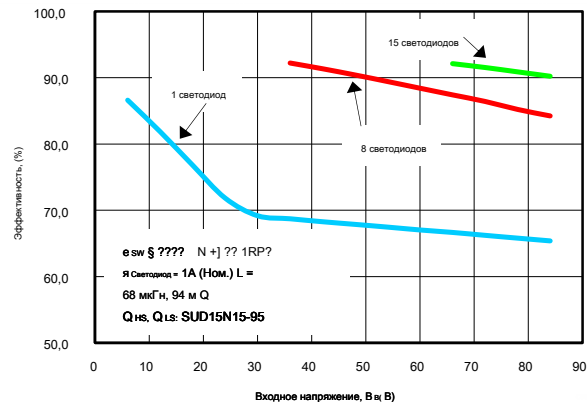


Рисунок 8. Эффективность преобразования, η против входного напряжения, В в

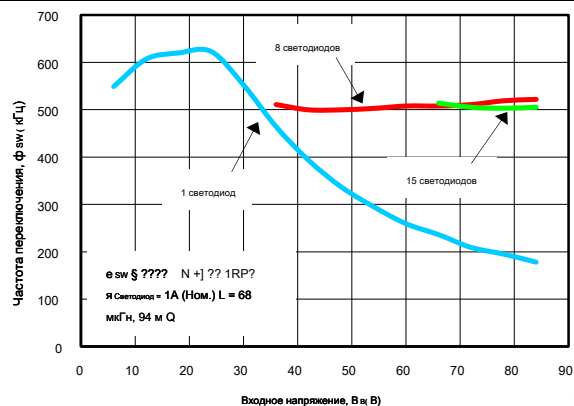


Рисунок 9. Частота переключения преобразователя, f_{sw} против ввода Напряжения, В в

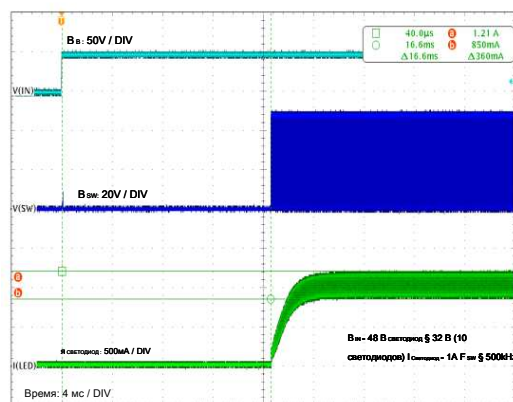


Рисунок 10. Формы волны переходного процесса при включении питания

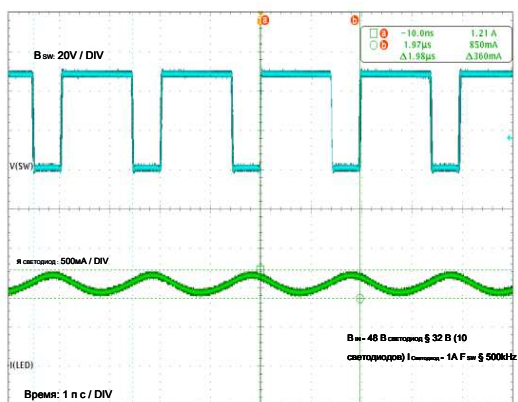


Рисунок 11. Формы волны установившегося режима

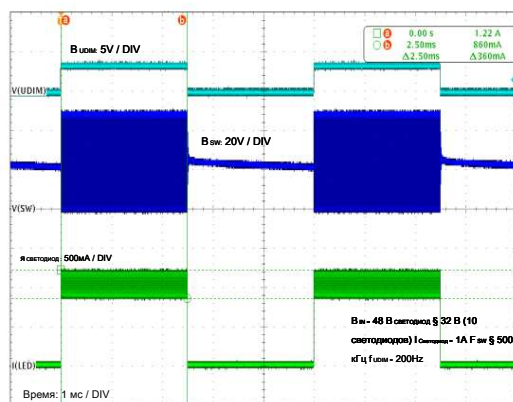


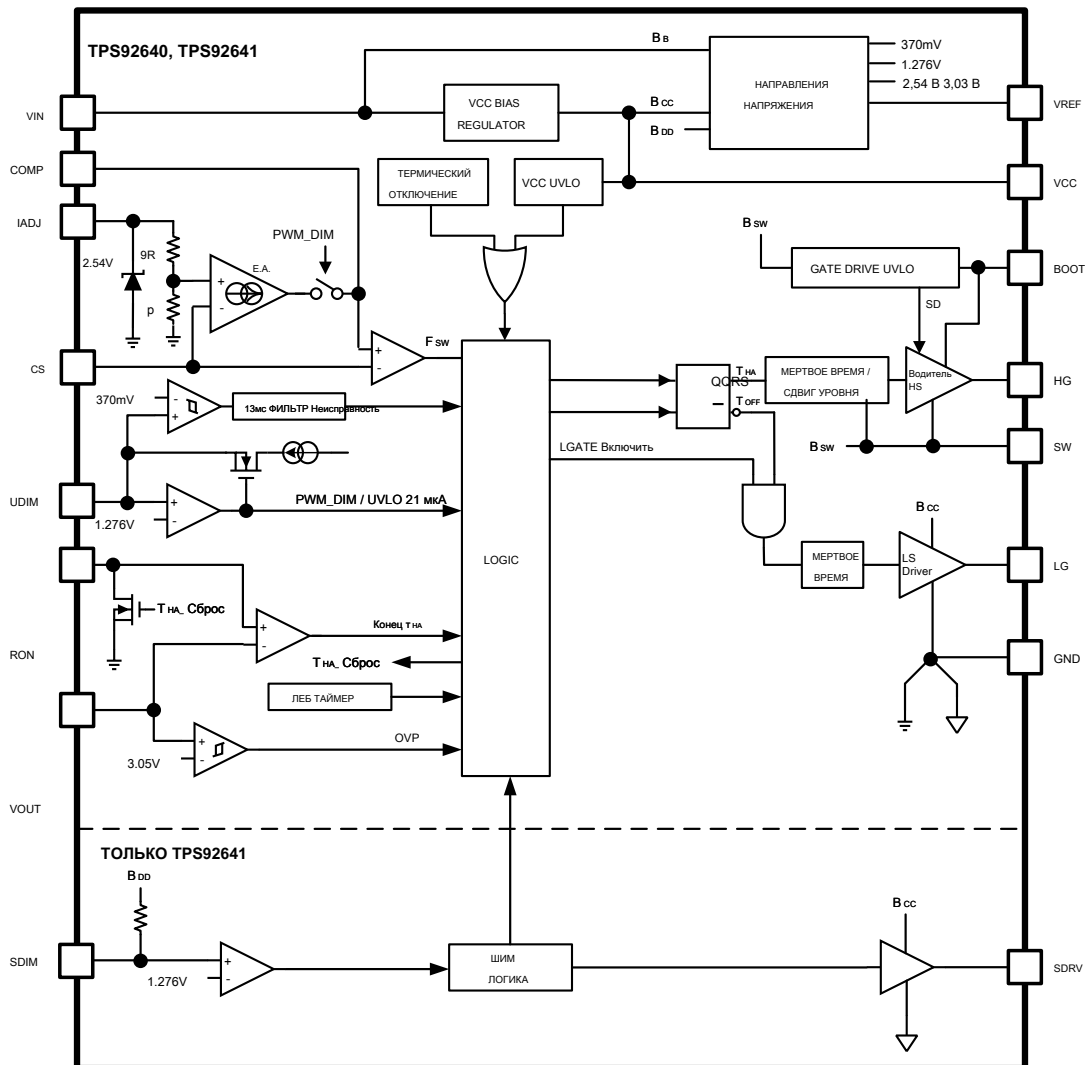
Рисунок 12. Формы волны работы UDIM (D dim = 0.5)

7 Подробное описание

7.1 Обзор

Устройства TPS92640 и TPS92641 являются синхронными N-канальными контроллерами MOSFET (NFET) для понижающих (понижающих) регуляторов тока, которые идеально подходят для управления нагрузками на светодиодах. Они могут работать с широким диапазоном входного напряжения, что обеспечивает большую гибкость при питании различных последовательно соединенных светодиодных цепочек. Единый датчик тока с низким регулируемым пороговым напряжением обеспечивает превосходный метод регулирования тока светодиода, сохраняя при этом высокую эффективность системы. Устройства TPS92640 и TPS92641 используют управление током впадины с управляемой архитектурой времени, которая позволяет преобразователю работать практически с постоянной частотой переключения без необходимости компенсации наклона. Чрезвычайно точный настраиваемый порог чувствительности по току вместе с синхронной работой обеспечивает возможность амплитудного (аналогового) уменьшения тока светодиода с высокой контрастностью. Превосходное затемнение ШИМ достигается при использовании основных NFET или внешнего шунтирующего драйвера FET (только TPS92641). Устройства TPS92640 и TPS92641 включают в себя драйверы внутреннего затвора 2 Ом, 1 А и поддерживают работу с постоянным током до 5 А. Этот простой контроллер содержит все функции, необходимые для реализации высокоэффективного универсального драйвера светодиодов с точной реакцией регулировки яркости.

7.2 Функциональная блок-схема



7.3 Описание функций

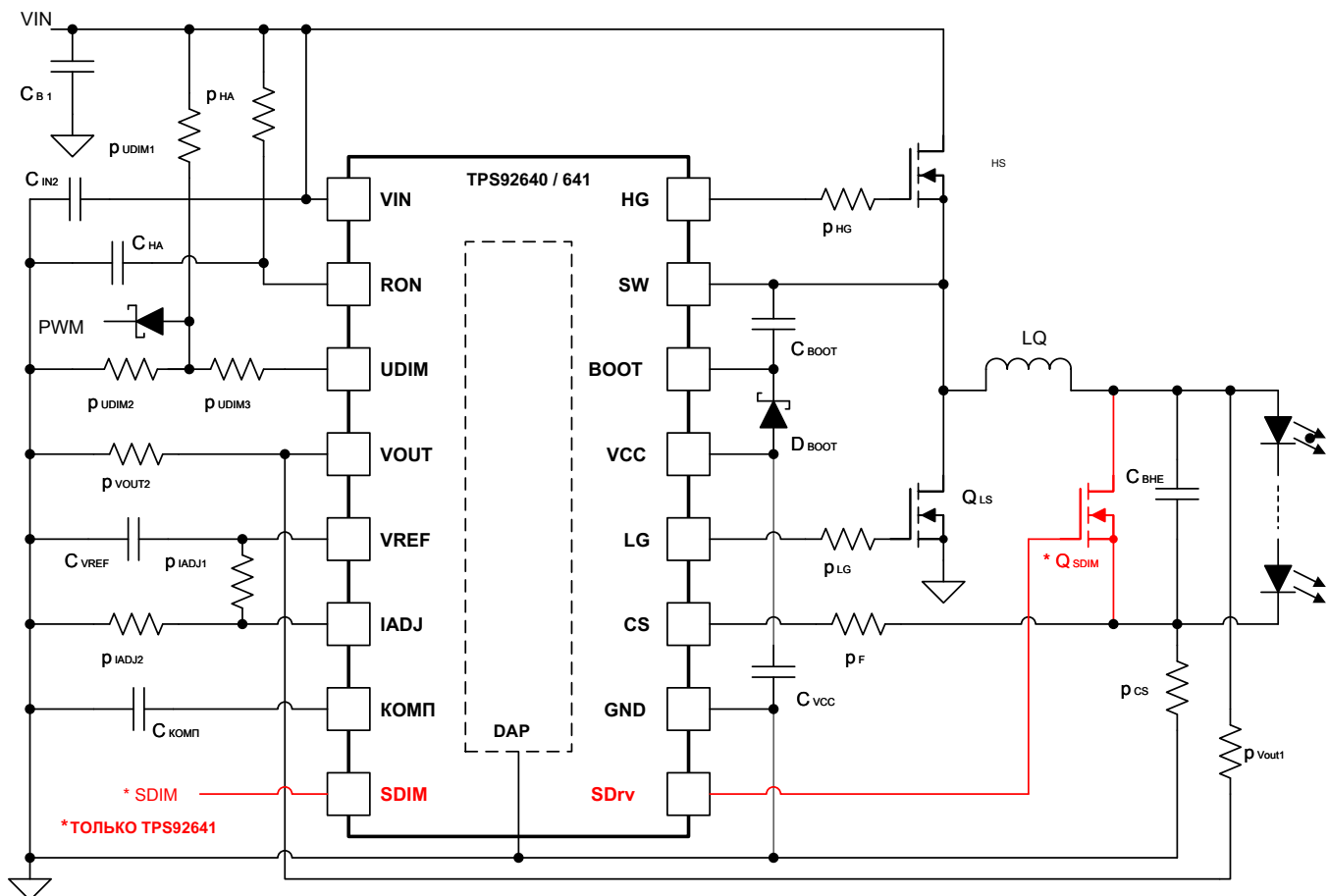


Рисунок 13. Синхронный драйвер светодиодов Buck

7.3.1 Управляемая своевременная архитектура

Архитектура управления представляет собой комбинацию управления током впадины и однократным таймером, который зависит от входного и выходного напряжения. Устройства TPS92640 и TPS92641 используют последовательный резистор на пути светодиодов для определения как среднего тока светодиода, так и тока индуктивности впадины. В течение времени, когда включен NFET на верхней стороне (t_{on}), входное напряжение заряжает индуктор. Когда он выключен (t_{off}) и нижняя сторона NFET включена, индуктор разряжается. В течение обоих интервалов ток подается на нагрузку, удерживая светодиоды смещенными вперед.

Рисунок 14 показывает ток индуктора (i_L) форма сигнала для понижающего преобразователя, работающего в режиме непрерывной проводимости (CCM). Поскольку система изменяет входное напряжение или выходное напряжение, рабочий цикл D изменяется косвенно, изменяя оба t_{on} и t_{off} регулировать i_L и в конечном итоге i_{LED} . Для любого понижающего регулятора рабочий цикл D рассчитывается по формуле

Уравнение 1 ,

$$D = \frac{V_{LED}}{V_{IN}}$$

где

• V_{CS} это напряжение, измеренное на выводе CS микросхемы, а η - предполагаемая или фактическая эффективность преобразователя.

(1)

Ссылки на папки продуктов: [TPS92640](#) [TPS92641](#)

Описание функции (продолжение)

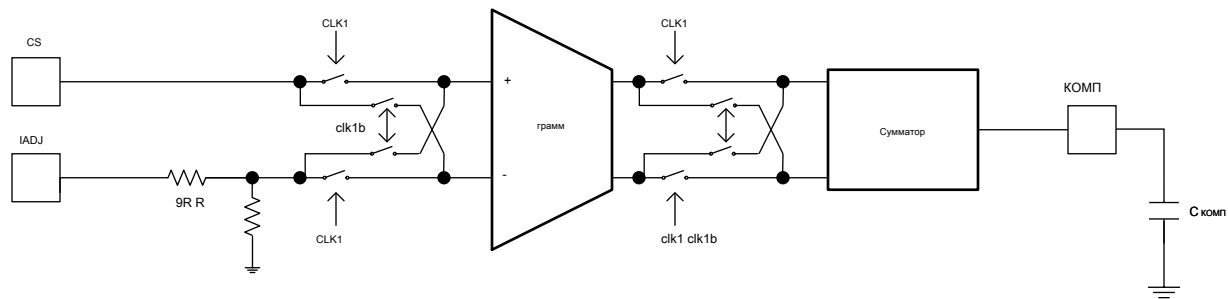


Рисунок 15. Принцип работы измельчителя ОТА для минимизации входного смещения напряжения

IADJ можно установить на любое значение до 2,54 В, подключив его к VREF через резисторный делитель для настройки статического выходного тока. IADJ также можно использовать для изменения точки регулирования, если он подключен к управляемому источнику напряжения или потенциометру для обеспечения аналогового затемнения. Также возможно настроить IADJ, который будет использоваться для функций термического возврата.

$$\frac{VI}{CS \cdot \frac{BB}{10}} \quad (3)$$

$$CS \cdot \frac{BB}{10} \cdot \frac{IADJ}{10} \quad (4)$$

7.3.4 Аналоговое затемнение и работа с нулевым уровнем

В традиционных преобразователях Бака работа в режиме индуктивности с прерывистой проводимостью (DCM) приводит к потере линейности при низких уровнях диммирования и ограничивает аналоговый диапазон диммирования. При использовании устройств TPS92640 и TPS92641 для реализации синхронного понижающего преобразователя ток индуктора вынужден поддерживать режим непрерывной проводимости (CCM). В результате можно поддерживать линейность и достигать истинного нуля тока светодиодов по отношению к аналоговой команде затемнения. Для применения с истинным нулем требуется внешний конденсатор поперек цепочки светодиодов для обеспечения отрицательного пути тока для токовой петли индуктора. **Рисунок 16** показывает ток индуктора (I_L) и выходное напряжение (V_{BNE}) Форма сигнала для понижающего преобразователя, работающего при истинном нулевом среднем уровне тока.

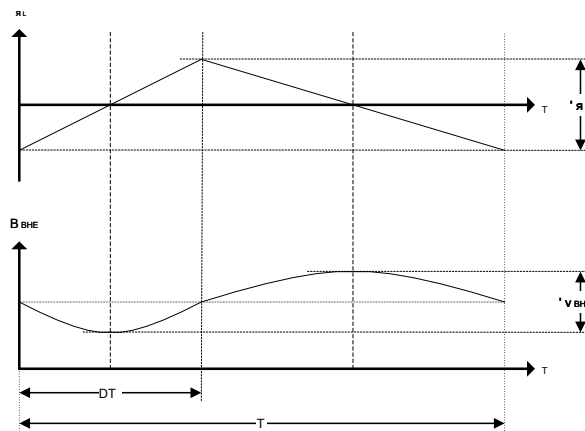


Рисунок 16. Истинный ток нулевого CCM индуктивного преобразователя тока I_L и выходное напряжение V_{BNE} форма волны

В истинно нулевом приложении ($V_{IADJ} = 0$ В), будет определенное количество светодиодов даже при том, что средний ток индуктивности хорошо регулируется на уровне 0 А. Фасонная область в **Рисунок 17** показывает ток, который пройдет через светодиодную строку (я светодиод).

Описание функции (продолжение)

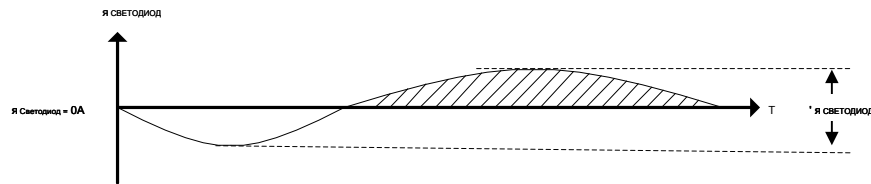


Рисунок 17. Форма выходного тока в приложении True Zero с $V_{ADJ} = 0\text{ V}$

Внешний резистор, R_{OFF} как показано в [Рисунок 18](#) рекомендуется от V_{BHE} CS, чтобы шунтировать пульсацию положительного тока, поддерживая работу усилителя ошибки для отмены напряжения смещения на входе. Шунт тока (R_{OFF})

должна быть не менее половины пульсации выходного тока, чтобы обеспечить правильную работу.

$$R_{OFF} = \frac{V_{BHE}}{I_{LED_P}} \quad , \quad 5 \times I_{LED_P}$$

$$R_{OFF} = \frac{V_R}{I_{LED_P}} \quad , \quad 5 \times I_{LED_P}$$

(5)

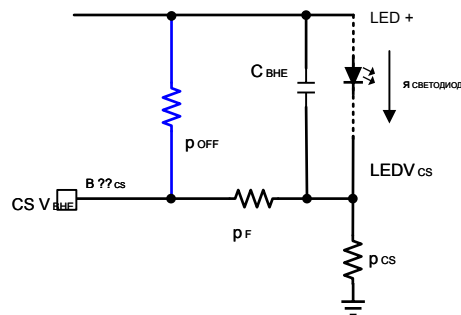


Рисунок 18. R_{OFF} для приложения True Zero

Резистор R_{OFF} также влияет на поведение при запуске схемы, поскольку это создает сдвиг постоянного тока в напряжении, измеряемом на выводе CS. Для обеспечения правильной последовательности запуска и монотонного поведения тока светодиода напряжение V_{CS} должно превышать пороговое напряжение на основе собственного смещения усилителя ошибки до V_{BHE} превышение прямого светодиодного напряжения, V_{LED} . Предполагая, что наихудшее смещение (не прерывание) усилителя ошибки в наихудшем случае будет меньше $\pm 10\text{ mV}$

V_{CS} , напряжение V_{CS} должно быть больше этого порога, чтобы инициировать переключение и автоматическое обнуление. Следовательно, R_{OFF} должен быть измерен, чтобы также встретить следующее условие.

$$R_{OFF} = \frac{V_{BHE}}{I_{LED_P}} \quad , \quad 5 \times I_{LED_P}$$

$$R_{OFF} = \frac{V_R}{I_{LED_P}} \quad , \quad 5 \times I_{LED_P}$$

$$R_{OFF} = \frac{V_{BHE}}{I_{LED_P}} \quad , \quad 5 \times I_{LED_P}$$

(6)

Описание функции (продолжение)

В заключение, внешний резистор (R_{OFF}) от V_{BNE} ПИН-код CS требуется для истинного нуля приложения, где R_{OFF} должно быть:

$$R_{OFF} = \frac{V_{OUT}}{I_{LED}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{V_{F}}{V_{BNE}}} \quad (7)$$

7.3.5 Блокировка пониженного напряжения (UVLO)

Вывод UDIM устройств TPS92640 и TPS92641 представляет собой двойной функциональный вход с точным порогом 1,276 В с программируемым гистерезисом. Этот вывод работает как на вход ШИМ-регулятора яркости светодиодов, так и на вход UVLO со встроенным гистерезисом. Когда напряжение на контакте возрастает и превышает порог 1,276 В, ток 21 мкА (типичный) тока выводится из контакта UDIM в делитель резистора (R_{UDIM1} , R_{UDIM2}) обеспечение программируемого гистерезиса. Порог срабатывания UVLO, В включить, определяется с помощью [Уравнение 8](#) ,

$$V_{HYS} = 1,276 \text{ В} \cdot \frac{R_{UDIM1}}{R_{UDIM1} + R_{UDIM2}} \quad (8)$$

Как только входное напряжение выше V_{HYS} включить, источник тока активен, а гистерезис UVLO определяется [Уравнение 9](#) ,

$$V_{HYS} = 21 \text{ В} \cdot \frac{R_{UDIM1}}{R_{UDIM1} + R_{UDIM2}} \quad (9)$$

При одновременном использовании вывода UDIM для диммирования UVLO и PWM схема UVLO может иметь дополнительный резистор (R_{UDIM3}) установить гистерезис. Это позволяет стандартному резисторному делителю иметь меньшие значения, минимизируя задержки, которые могут возникнуть при использовании дополнительных внешних схем ШИМ-управления яркостью. В целом, по меньшей мере, 3 В гистерезиса является предпочтительным при уменьшении яркости ШИМ при работе вблизи порога UVLO. В этих условиях гистерезис UVLO определяется с использованием [Уравнение 10](#) ,

$$V_{HYS} = 21 \text{ В} \cdot \frac{R_{UDIM1} + R_{UDIM2} + R_{UDIM3}}{R_{UDIM1} + R_{UDIM2} + R_{UDIM3}} \quad (10)$$

7.3.6 Затемнение ШИМ с помощью контакта UDIM

Вывод UDIM может управляться с помощью сигнала ШИМ, который управляет синхронной работой NFET. Яркость светодиодов можно варьировать, модулируя рабочий цикл (D_{DIM}) этого сигнала с использованием диода Шоттки с анодом, подключенным к выводу UDIM, как показано на [Рисунок 13](#) ,

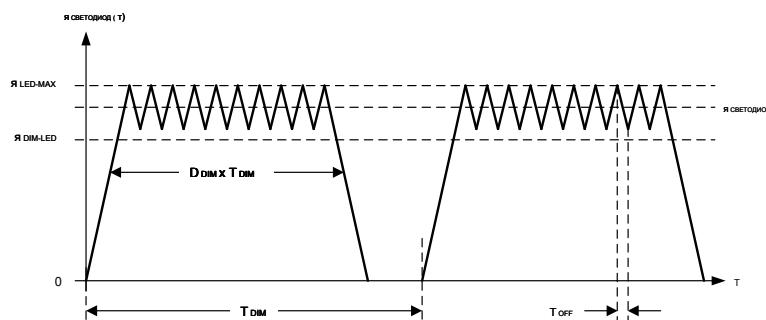


Рисунок 19. Ток светодиода во время диммирования ШИМ UDIM Pin

[Рисунок 19](#) показывает форму сигнала тока светодиода во время затемнения ШИМ, где рабочий цикл (D_{DIM}) процентное отношение периода затемнения (T_{DIM}) что синхронные NFET переключаются. Для оставшейся части T_{DIM} , NFET отключены. Результирующий затемненный светодиодный ток (I_{DIM_LED}) является:

$$I_{DIM_LED} = I_{LED} \cdot D_{DIM} \quad (11)$$

Описание функции (продолжение)

7.3.7 Внешний Шунт FET ШИМ Затемнение

Чрезвычайно высокий диапазон регулировки яркости и линейность могут быть достигнуты с помощью устройства TPS92641 для управления шимтингом с помощью полевого транзистора с выводом SDIM и SDRV. Когда на вывод SDIM подается сигнал ШИМ с более высоким разрешением по частоте и времени, вывод SDRV обеспечивает инвертированный сигнал той же частоты и рабочего цикла, который можно использовать для управления затвором шунтового NFET непосредственно через нагрузку светодиода. Поскольку выходное напряжение будет приближаться к нулю при включении шунтирующего NFET, внутренний таймер включения на выводе RON переключится на фиксированное минимальное время включения в течение времени отключения цикла диммирования. Этот метод позволяет снизить ток индуктивности и регулировать преобразователь без присутствия чрезвычайно высоких частот переключения. Во время цикла диммирования, преобразователь будет переключаться в обычном режиме с запрограммированным временем включения на выводе RON. Внутренний резистор поднимает вывод SDIM до высокого логического уровня, если его оставить открытым. В этом случае драйвер SDRV будет отключен.

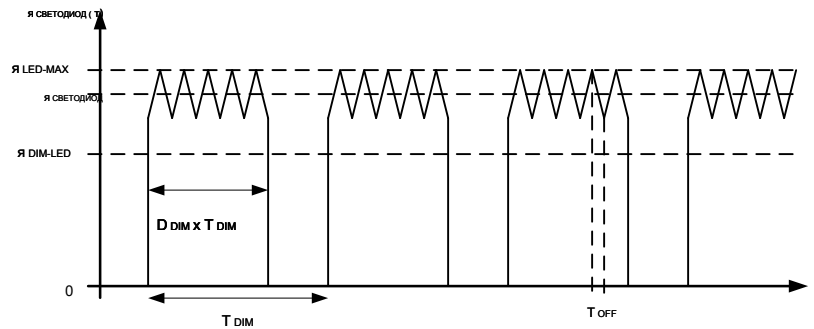


Рисунок 20. Идеальный ток светодиода во время шунтирования FET ШИМ затемнения

Рисунок 20 показывает идеальную форму волны тока светодиода во время шим-полевого ШИМ-управления яркостью, которая очень похожа на внутреннее ШИМ-регулирование яркости, описанное и показанное ранее, за исключением гораздо более быстрого нарастания и спада тока светодиода. При этом методе только скорость параллельного шунтового NFET ограничивает частоту диммирования и рабочий цикл диммирования.

7.3.8 Регулирование и запуск VCC

Устройства TPS92640 и TPS92641 включают в себя высоковольтный регулятор с низким смещением. При подаче питания регулятор активируется и подает ток во внешний конденсатор (C_{VCC}) подключен к контакту VCC. Рекомендуемая емкость байпаса для регулятора VCC составляет от 2,2 мкФ до 3,3 мкФ. Этот конденсатор должен быть рассчитан на 10 В или выше, и рекомендуется диэлектрическая керамика X7R. Выход регулятора VCC контролируется внутренней схемой UVLO, которая защищает устройство от попыток работать с недостаточным напряжением питания, а ток питания также ограничен внутренним током. Когда V в близко или ниже, чем 8,5 В, регулятор перейдет в режим байпаса, а VCC будет следовать за V . Этот линейный регулятор является основным источником тепла устройства. Количество выделяемого тепла является функцией входного напряжения (V), частота переключения (F_{sw}) и характеристики используемого МОП-транзистора. Возможность термообработки устройства накладывает ограничение на максимальную частоту коммутации, особенно когда V в выше 48 В и используется МОП-транзистор с высоким током.

7.3.9. Точность

Устройство включает в себя ссылку точности 3-V. Это может быть использовано в сочетании с делителем, чтобы установить уровни напряжения для штифта IADJ и других внешних схем, требующий ссылку. Он также может быть использован для подачи тока на маломощные микроконтроллеры. Возможность тока источника от вывода VREF внутренне ограничена 2,1 мА. Для регулятора VREF TI рекомендует использовать емкость байпаса от 0,1 мкФ до 1 мкФ.

7.3.10 Компенсация контура управления

Компенсация устройств TPS92640 и TPS92641 является относительно простой для большинства приложений. Единственная необходимая компенсация - это компенсационный конденсатор, C_{comp} через контакт COMP и землю, чтобы разместить низкочастотный доминирующий полюс в системе. Полюс должен быть расположен достаточно низко, чтобы обеспечить достаточный запас по фазе на частоте кроссовера. Для большинства приложений C_{comp} от 100 нФ до 470 нФ вполне достаточно. Кроме того, TI рекомендует высококачественный керамический конденсатор с диэлектриком X7R, рассчитанным на 25 В.

Описание функции (продолжение)

7.3.11 Защита от перегрузки по току

Устройства TPS92640 и TPS92641 имеют защиту от перегрузки по току для защиты NFET с высокой стороны (HS-NFET) вместе с остальной частью системы от условий перегрузки по току. Это пиковое ограничение тока 1,28 В (с $V_{IN} = 85$ В при комнатной температуре) чувствуется через верхнюю сторону FET R_{DS-ON} (от SW до VIN). Если пороговое значение достигнуто или превышено, HS-NFET выключится, а NFET низкой стороны (LS-NFET) включится примерно на 800 нс. Затем HS-NFET включится снова, если порог все еще достигнут или превышен, оба полевых транзистора отключаются на 270 мкс. [Рисунок 21](#) показывает формы сигналов HG и LG в режиме максимальной токовой защиты.

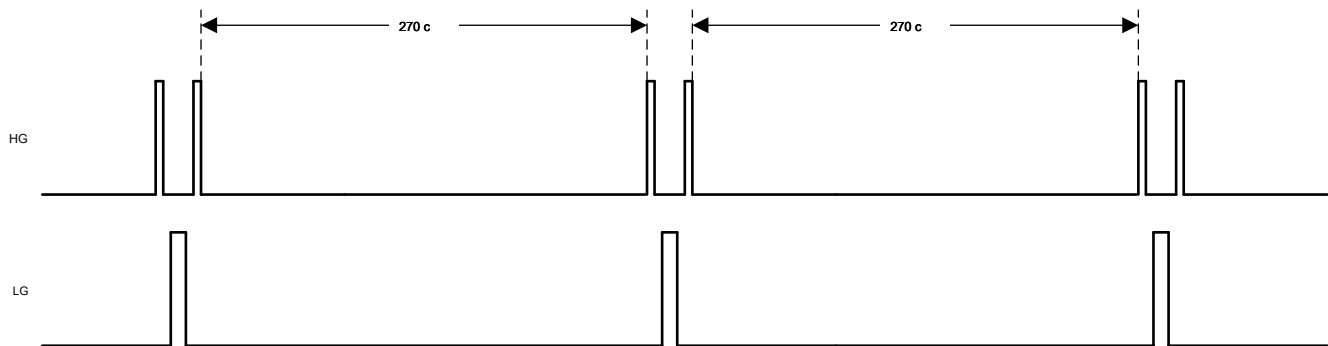


Рисунок 21. Сигналы HG и LG в режиме защиты от перегрузки по току

7.3.12 Защита от перенапряжения (OVP)

Устройства TPS92640 и TPS92641 имеют программируемую защиту от перенапряжения с помощью резисторного делителя на выводе VOUT. Предел ОВП, V_{OVP_ON} , определяется с помощью [Уравнение 12](#),

$$V_{OVP_ON} = \frac{V_{DD_VOUT} \cdot R_1}{R_2 + R_1} \quad (12)$$

Если выходное напряжение достигает V_{OVP_ON} , контакты HG, LG и SDRV установлены низко, чтобы предотвратить повреждение светодиодов или остальной части цепи. Цепь OVP имеет фиксированный гистерезис 100 мВ, прежде чем драйвер попытается переключиться снова.

7.3.13 Блокировка минимального напряжения при загрузке (UVLO)

Схема BOOT UVLO реализована для обеспечения правильной работы драйвера затвора на высокой стороне при любых условиях эксплуатации. Операция переключения начинается, когда напряжение BOOT превышает 3,4 В над контактом SW. Гистерезис компаратора 1,8 В включен для предотвращения ложного срабатывания из-за высокочастотного шума переключения. Когда BOOT падает ниже порогового значения низкого напряжения (обычно 1,6 В), NFET на стороне высокого уровня отключается, вытягивая штырь HG к штырю SW. Следующий переход NFET на нижней стороне тянет штырь SW и заряжает конденсатор BOOT (C_{boot}) через VCC. Нормальная работа начинается после загрузки конденсатора (C_{boot}) заряжается выше BOOT UVLO при включении порога 3,4 В.

Поведение схемы Bootstrap влияет на поведение схемы вблизи выпадения ($V_{IN} = V_{вн\acute{e}}$ условия. Минимальное время отключения реализовано для ограничения максимального рабочего цикла и поддержания заряда на внешнем BOOT-конденсаторе, C_{boot}. В качестве входного напряжения, $V_{в}$, приближается близко к выходному напряжению, $V_{вн\acute{e}}$, выходной ток будет падать с частотой переключения, как в обычном стабилизаторе Бака. Такое поведение обеспечивает бесперебойную работу в и из области выпадения, обеспечивая при этом правильную работу драйвера затвора с высокой стороны и схемы начальной загрузки.

7.4 Функциональные режимы устройства

7.4.1. Низкое энергопотребление с помощью контакта UDIM

Устройства TPS92640 и TPS92641 могут быть переведены в режим отключения с низким энергопотреблением путем прямого заземления контакта UDIM (любое напряжение ниже 370 мВ) в течение более 13 мс (обычно).

7.4.2 Термическое отключение

Внутренняя схема теплового отключения предназначена для защиты устройства в случае превышения максимальной температуры перехода. Порог для теплового отключения составляет 165 °C с гистерезисом 20 °C (оба значения типичны). Во время теплового отключения NFET и драйверы отключены.

8 Применение и внедрение

НОТА

Информация в следующих разделах приложений не является частью спецификации компонента TI, и TI не гарантирует ее точность или полноту. Клиенты TI несут ответственность за определение пригодности компонентов для своих целей. Клиенты должны проверить и протестировать свою реализацию проекта, чтобы подтвердить функциональность системы.

8.1 Информация о приложении

8.1.1 Частота переключения

Частота переключения выбирается на основе компромиссов между эффективностью, размером / стоимостью решения и диапазоном выходного напряжения, которое можно регулировать. Многие приложения накладывают ограничения на частоту переключения из-за чувствительности к электромагнитным помехам. Время включения устройств TPS92640 и TPS92641 можно запрограммировать на переключение частот в диапазоне от десятков кГц до более 1 МГц. Это время варьируется пропорционально как V_{in} и V_{out} , как описано в

Частота переключения, Однако на практике частота переключения будет изменяться в ответ на большие колебания входного или выходного напряжения. Максимальная частота переключения ограничена только минимальными требованиями времени включения и минимального времени отключения.

8.1.2 Ток пульсации светодиодов

Производители светодиодов обычно рекомендуют значения пульсаций тока, ΔI светодиод, для достижения оптимальной оптической эффективности. Значения пульсаций тока от пика к пику обычно составляют от $\pm 10\%$ до $\pm 40\%$ от постоянного тока, I_{LED} светодиод. Более высокий ток пульсации светодиодов позволяет использовать меньшие индуктивности, меньшие выходные конденсаторы или вообще не использовать выходные конденсаторы. Меньший пульсационный ток требует большей индуктивности, более высокой частоты переключения или дополнительной выходной емкости. На основании спецификации пульсации тока светодиода и желаемой частоты переключения значение индуктора может быть рассчитано с использованием Уравнение 13,

$$L = \frac{V_{OUT} - V_{LED}}{f_{SW} \cdot \Delta I_{LED}} \quad (13)$$

Важно убедиться, что номинальный ток насыщения индуктора больше, чем наихудший рабочий ток ($I_{LED} + \Delta I_{LED}$; $I_{SW} / 2$) в широком диапазоне рабочих температур.

8.1.3. Бак преобразователя без выходного конденсатора

Регулятор Buck идеально подходит для регулирования тока благодаря прямому соединению между индуктором и нагрузкой светодиода. Поскольку ток регулируется, а не напряжение, стабилизатор тока с понижением не имеет переходных токов нагрузки и не нуждается в выходной емкости для питания нагрузки и поддержания выходного напряжения. Это очень полезно при управлении светодиодами, так как большие электролитические конденсаторы влияют на срок службы и характеристики диммирования ШИМ. Выходной конденсатор может быть устранен с помощью большой индуктивности или более высокой частоты переключения, как обсуждалось в

Светодиодный ток пульсации

Конденсатор, размещенный параллельно светодиоду или массиву светодиодов, может быть использован для уменьшения ΔI_{LED} светодиод сохраняя одинаковый средний ток через индуктор и светодиодную матрицу. При такой топологии индуктивность может быть уменьшена, что делает магниты меньше и дешевле. Альтернативно, цепь может работать на более низкой частоте с тем же значением индуктора, что повышает эффективность и расширяет диапазон выходного напряжения, которое можно регулировать.

Рисунок 22 показывает эквивалентные сопротивления, представленные на ΔI_{LED} PP когда выходной конденсатор, C_{OUT} , и его эквивалентное последовательное сопротивление (R_{ESR}) размещены параллельно с массивом светодиодов.

Информация о приложении (продолжение)

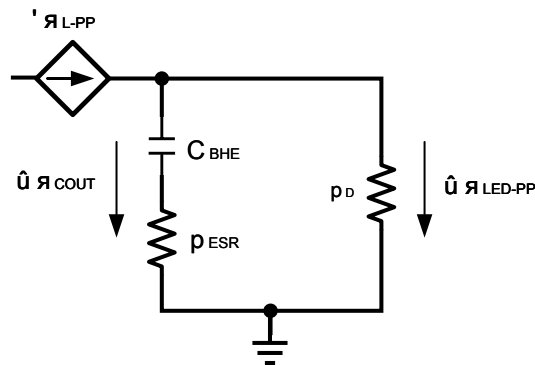


Рисунок 22. Светодиодный ток пульсации с C-BHE

Для расчета соответствующих пульсирующих токов матрица светодиодов представлена в виде динамического сопротивления, (r_D). Динамическое сопротивление светодиода не всегда указывается в паспорте производителя, но его можно рассчитать как обратный наклон V светодиода. Светодиод против меня светодиода кривая в рабочей точке. Однако этот метод дает только приблизительную оценку r_D . Общее динамическое сопротивление для цепочки из n последовательно соединенных светодиодов можно рассчитать как r_D одного устройства, умноженное на n . Пульсирующий ток индуктора, Δi_{L-PP} по-прежнему рассчитывается, как и раньше. Следующие уравнения могут затем использоваться для оценки пульсаций тока от пика к пику, Δi_{LED-PP} , при использовании параллельного конденсатора:

$$I_A = \frac{I_A}{1 + \frac{r_D}{Z_{COUT}}} \quad Z_{COUT} = \frac{1}{\omega C_{COUT}} \quad (14)$$

Расчет по Z_{COUT} Предполагается, что форма пульсации тока индуктора является примерно синусоидальной. Малые значения C_{BHE} которые не значительно снижают Δi_{LED-PP} также может использоваться для управления электромагнитными помехами, генерируемыми переключением устройств TPS92640 и TPS92641. Снижение уровня электромагнитных помех становится более важным по мере увеличения длины соединений между светодиодом и остальной цепью.

8.1.4 Входной конденсатор

Входной конденсатор выбирается с использованием требований к минимальной емкости и среднеквадратичному току пульсации. На вход конденсатора подаются импульсы тока, приблизительно равные I_A светодиода когда NFET верхней стороны включен, и заряжается входным напряжением, когда NFET верхней стороны выключен. Переключающие преобразователи, такие как устройства TPS92640 и TPS92641, имеют отрицательный входной импеданс из-за уменьшения входного тока при увеличении входного напряжения. Эта обратная пропорциональность входного тока и входного напряжения может вызывать колебания (иногда называемые взаимодействием источника питания), если величина отрицательного входного сопротивления больше, чем сопротивление входного фильтра. Минимальная емкость может быть выбрана путем сравнения входного сопротивления с отрицательным сопротивлением преобразователя; однако это требует точного расчета индуктивности и сопротивления источника входного напряжения, величины, которые может быть трудно определить. Альтернативный метод выбора минимальной входной емкости (C_{in-min}) это выбрать максимальное напряжение пульсации (ΔV_{in-max}), что можно терпеть. ΔV_{in-max} равно изменению напряжения на C_{in} в

во время t_{on} на когда он подает ток нагрузки. Хорошая отправная точка для выбора C_{in} должен использовать пульсацию входного напряжения от 2% до 10% V_{in} . C_{in-min} можно выбрать с помощью Уравнение 15,

$$C_{in-min} = \frac{I_A \cdot t_{on}}{\Delta V_{in-max}} \quad (15)$$

TI рекомендует минимальную входную емкость не менее чем на 75% больше, чем C_{in-min} ценность. Для определения среднеквадратичного значения входного тока (I_{in-RMS}), использование Уравнение 16,

$$I_{in-RMS} = \sqrt{I_{D1-DII}^2 + I_{LED}^2} \quad (16)$$

Информация о приложении (продолжение)

Поскольку в этом приближении предполагается, что ток пульсации индуктивности отсутствует, значение следует увеличить на 10-30% в зависимости от ожидаемой величины пульсации. Керамические конденсаторы являются лучшим выбором для входа в устройства TPS92640 и TPS92641 благодаря их высокому рейтингу пульсаций тока, низкому ESR, низкой стоимости и небольшому размеру по сравнению с другими типами. При выборе керамического конденсатора особое внимание следует уделять условиям эксплуатации. Керамические конденсаторы могут потерять половину или более своей емкости при номинальном смещении постоянного напряжения, а также потерять емкость при экстремальных температурах. Удостоверьтесь, чтобы проверить любые рекомендуемые ухудшения характеристик, а также проверить, есть ли какие-либо существенные изменения в емкости при рабочем входном напряжении и рабочей температуре.

8.1.5 NFET

Устройствам TPS92640 и TPS92641 требуются два внешних NFET для регулятора переключения. Полевые транзисторы должны иметь номинальное напряжение не менее чем на 20% выше максимального входного напряжения, чтобы обеспечить безопасную работу во время звонка узла коммутации. На практике все переключающие преобразователи имеют некоторые звуки в коммутационном узле из-за паразитной емкости диода и индуктивности вывода. NFET также должны иметь номинальный ток как минимум на 50% выше, чем средний ток транзистора. После выбора NFET номинальная мощность проверяется путем расчета потери мощности.

8.2 Типичные применения

8.2.1 TPS92640: процедура проектирования

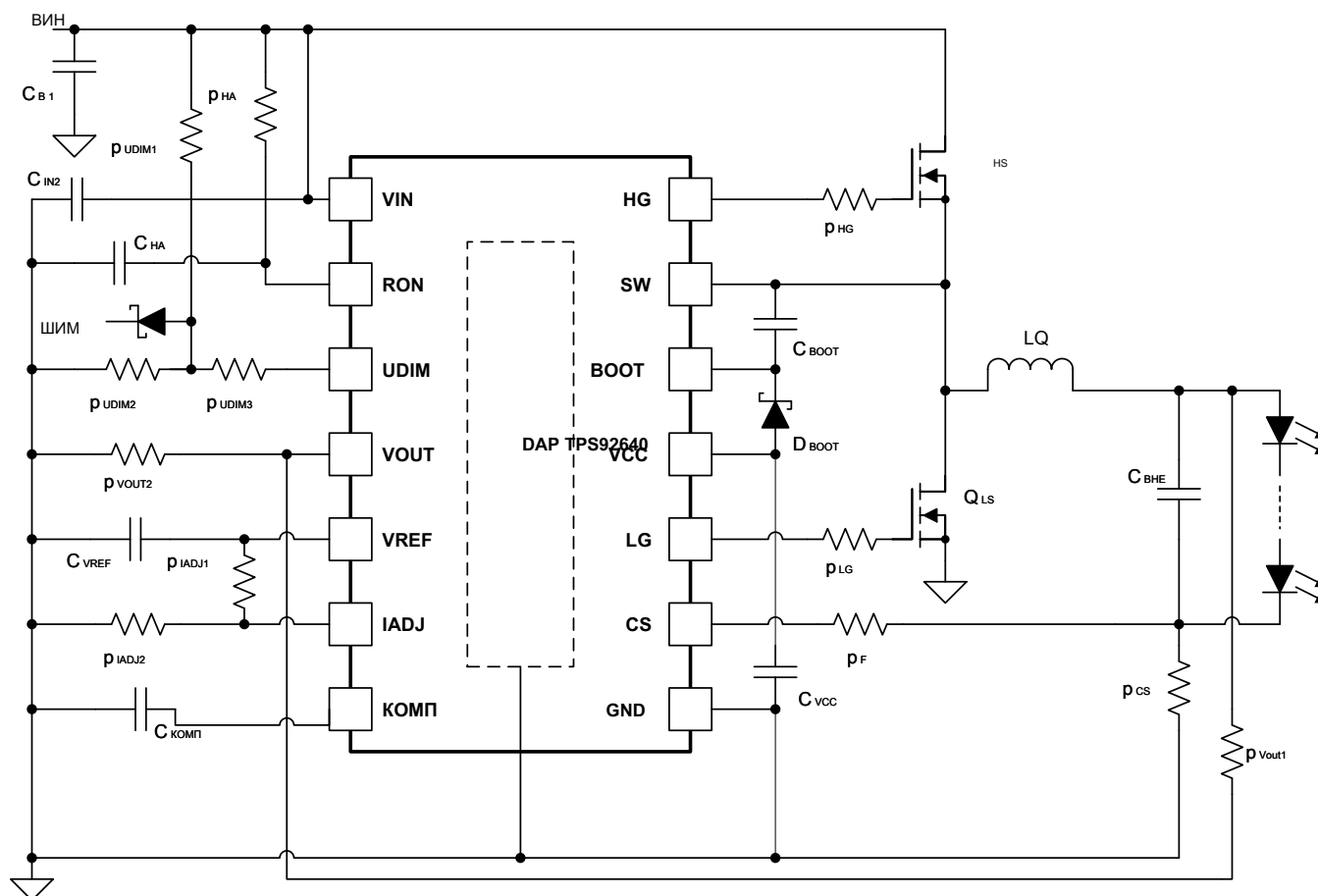


Рисунок 23. Схема процедуры проектирования TPS92640

8.2.1.1 Требования к оформлению

- V_B
- $V_{\text{светодиод}}$
- Количество светодиодов в серии
- $I_{\text{Я светодиод}}$
- f_{SW}
- V_{CS}
- $D_{\text{Г LED-PP}}$
- $D_{\text{gr}}, V_{\text{IN-PP}}$
- $V_{\text{включить}}$
- V_{HYS}

8.2.1.2 Процедура детального проектирования

8.2.1.2.1 Установка коэффициента обратной связи по выходному напряжению

Для желаемого выхода ($V_{\text{ВНЕ}}$), R_{Vout1} и R_{Vout2} сначала рассчитывается с требуемым напряжением обратной связи, V_{Vout} примерно 2,5 В:

Типичные применения (продолжение)

$$B_{BHE} \quad U \quad \frac{p}{2 \text{ руб.}} \quad \text{VOUT} \quad , 5V$$

$$\frac{p}{2 \text{ руб.}} \quad \text{VOUT} \quad 2,5$$

$$RR \quad \text{VOUT 1} \quad \text{VOUT} \quad \text{B}_{OUT 2}$$

$$LED \quad LED \quad OUT \quad RIVV \quad \text{SNS} \quad (17)$$

8.2.1.2.2 Установка частоты переключения

Частота переключения устанавливается следующим образом:

$$\begin{array}{c} \text{f} \\ \text{SW} \end{array} \begin{array}{c} \text{ВХОД} \\ \text{VOLT} \\ \text{КОБ} \end{array} \begin{array}{c} \text{ВХОД} \\ \text{VOLT} \\ \text{КОБ} \end{array} \begin{array}{c} 1 \\ 2 \end{array} \quad (18)$$

8.2.1.2.3 Установить средний ток светодиода

Средний светодиодный ток ($I_{\text{СВЕТодиод}}$) устанавливается:

$$\begin{array}{c} \text{IADJ} \\ \hline \text{СВЕТОДИОД} \quad 10 \text{ VI} \quad \text{R}_{\text{CS}} \\ \\ \\ \text{IADJ} \quad \text{REF} \quad \text{yy} \quad \text{PBB}_{\text{IADJ}} \\ \hline \text{RR} \\ \text{IADJ}_1 \quad \text{IADJ}_2 \\ \\ \text{REF} \quad 3 \text{ B} \quad , \quad 03/ \end{array} \quad (19)$$

8.2.1.2.4 Установка тока пульсации индуктора

Во-первых, ожидаемый рабочий цикл D должен быть определен:

$$U_K \text{ ВНЕ} : \text{ожидаемая эффективность} \quad (20)$$

С током пульсации индуктора, Δi_{L-PP} Заданный и ожидаемый рабочий цикл индуктивности (L) можно выбрать:

$$\frac{\text{ВНУТРЕННЯЯ ДВЛ}}{\text{ПРИБЛИЖИТЕЛЬНО}} \quad (21)$$

8.2.1.2.5 Установка тока пульсации светодиода и определение выходной емкости, $C_{\text{вн}}$

Ток пульсации светодиодов (Δi_{LED-PP}) указан. При определенном целевом пульсации тока выходная емкость ($C_{ВН}$) можно выбрать с помощью [Уравнение 22](#),

$$C_{BHE} = \frac{1}{8} \frac{\rho_{\text{PP}} L}{\rho_{\text{LED}} S W} \quad (22)$$

8.2.1.2.6 Выбор N-канальных МОП-транзисторов

Предлагаемое минимальное номинальное напряжение, V_{T-MAX} и текущий рейтинг J_{T-MAX} находятся:

$$\max_{T^1} T^1_B \quad , \quad 2 V_{INMAX}$$
$$\max_{T^1} T^1_{Я} \quad , \quad 5 \quad \frac{VMD}{\max_{LED}} \quad (23)$$

Выбор правильного питания MOSFET имеет решающее значение в приложении питания, кроме пределов SOA, характеристики затвора и $R_{DS(on)}$ может повлиять на производительность системы серьезно.

Типичные применения (продолжение)

Кроме того, предел пикового тока (I_{LIMIT}) регулируется:

$$I_{LIMIT} = \frac{28}{R_{DS(on)}} \quad V_{IN} = 85 \text{ В, при комнатной температуре} \quad (24)$$

И текущий порог ограничения и MOSFET $R_{DS(on)}$ указаны слабо и могут сильно варьироваться в зависимости от температуры, входного напряжения и других условий эксплуатации.

8.2.1.2.7 Выбор входной емкости

Входная емкость необходима для обеспечения мгновенного тока на прерывистых участках цепи в течение времени включения NFET с высокой стороны. Допустимая пульсация входного напряжения (ΔV_{IN-PP}) указано примерно на 3% Pk-Pk от V в. Минимальная требуемая емкость (C_{IN-MIN}) Для достижения этой спецификации это:

$$C_{IN-MIN} = \frac{U_{DI}}{\frac{PP_{IN-LED}}{I_{SW}}} \quad (25)$$

Необходимая среднеквадратичная величина входного тока (I_{IN-RMS}) может быть аппроксимирован следующим образом:

$$I_{IN-RMS} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{U_{DI} \cdot D} \quad (26)$$

8.2.1.2.8 Установка гистерезиса напряжения тока T_{HPO} и блокировки пониженного напряжения

При желаемом включении порогового напряжения ($V_{ВКЛЮЧИТЬ}$) заявлено, резистор делителя сети составляет с R_{UDIM1} и R_{UDIM2} можно рассчитать с помощью уравнения ниже.

$$R_{UDIM2} = \frac{V_{ВКЛЮЧИТЬ} \cdot R_{UDIM1}}{V_{ВКЛЮЧИТЬ} - V_{HYS}} \quad (27)$$

Тогда R_{UDIM2} не является обязательным и рекомендуется для ШИМ. R_{UDIM2} можно рассчитать на основе Уравнение 10 обеспечить требуемый гистерезис блокировки при пониженном напряжении (V_{HYS}).

Типичные применения (продолжение)

8.2.2 TPS92640 - Приложение для диммирования ШИМ

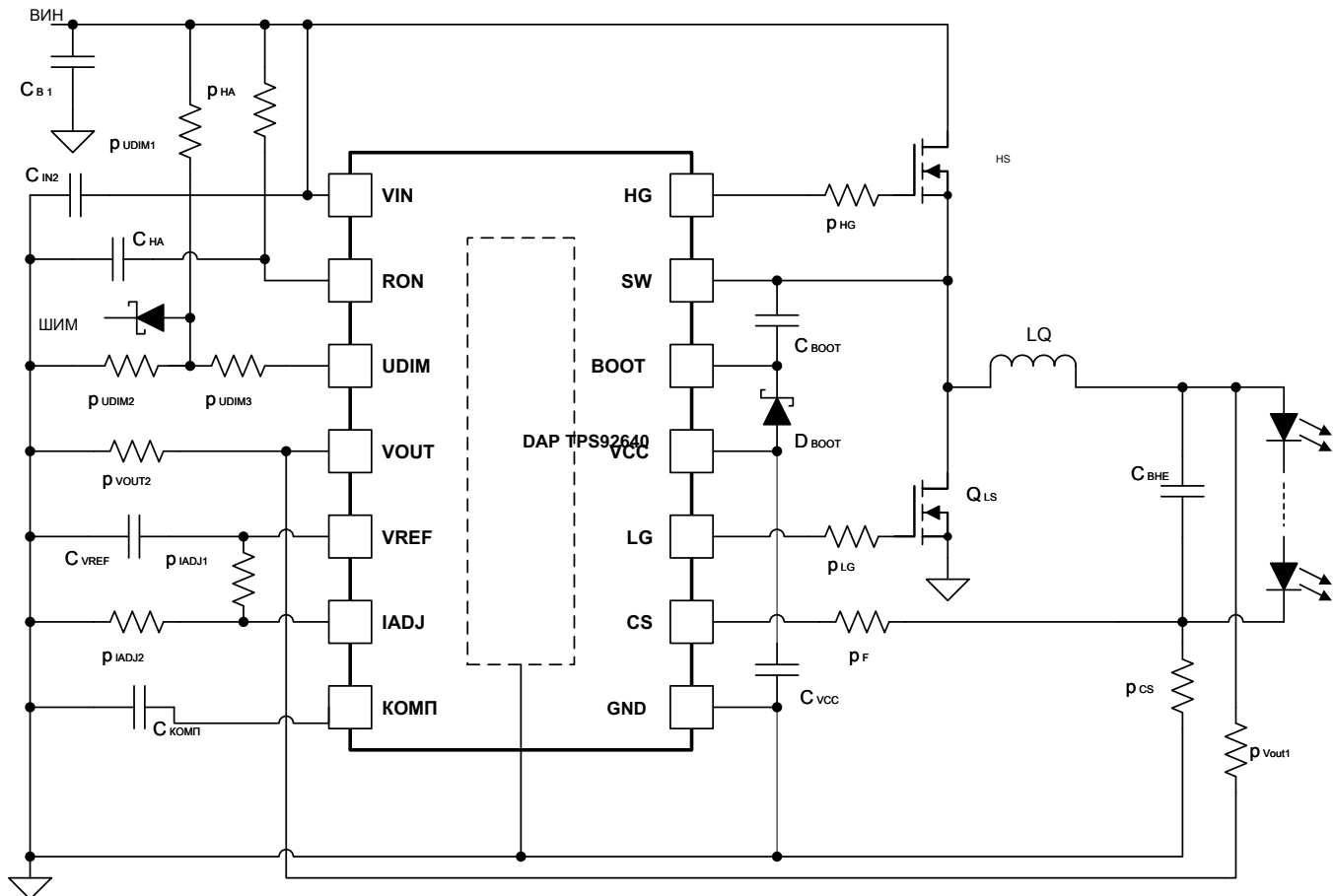


Рисунок 24. ШИМ-регулирование яркости с использованием схемы контактов UDIM

8.2.2.1 Требования к оформлению

- $V_{IN} = 48\text{ В} \pm 10\%$
- $V_{\text{Светодиод}} = 3,25\text{ В}$, 325 мОм , динамическое сопротивление
- 10 светодиодов в серии, $r_D = 3,25\text{ Ом}$
- $I_{\text{Я Светодиод}} = 1\text{ А}$
- $f_{\text{SW}} = 500\text{ кГц}$
- $V_{\text{CS}} = 200\text{ мВ}$
- $\Delta I_{\text{LED-PP}} \leq 300\text{ мА}$
- $D_{\text{gr}}, V_{\text{IN-PP}} \leq 1,5\text{ В}$
- $V_{\text{ВКЛЮЧЕНО}} = 40\text{ В}$
- $V_{\text{HYS}} = 15\text{ В}$

8.2.2.2 Процедура детального проектирования

8.2.2.2.1 Расчет рабочих точек

Рассчитайте рабочие точки, используя [Уравнение 28](#) в [Уравнение 30](#) и предположим, что эффективность преобразования составляет приблизительно 90% ($\approx 0,9$).

$$V_{\text{OUT}} = n \times V_{\text{Светодиод}} + 200\text{ мВ} = 10 \times 3,25\text{ В} + 200\text{ мВ} = 32,7\text{ В} \quad (28)$$

Типичные применения (продолжение)

$$D = \frac{V_{\text{ВНЕ}}}{V_B} \text{ знак равно } \frac{32,7}{0,9 \times 48 \text{ В}} = 0,76 \quad (29)$$

$$D_{\text{MAX}} = \frac{V_{\text{ВНЕ}}}{V_{\text{IN-MIN}}} \text{ знак равно } \frac{32,7}{0,9 \times 43,2 \text{ В}} = 0,84 \quad (30)$$

8.2.2.2.2 Обратная связь по выходному напряжению

Рассчитать контактные резисторы V_{OUT} , установив $p_{\text{VOUT2}} = 10 \text{ кОм}$ и вычисляя R_{VOUT1} .

$$p_{\text{VOUT1}} = p_{\text{VOUT2}} \times \frac{V_{\text{ВНЕ}}}{2,5\text{В}} - p_{\text{VOUT2}} = 10\text{к} \times \frac{32,7 \text{ В}}{2,5\text{В}} - 10\text{к} = 0,8\text{к} \quad (31)$$

выбирать $p_{\text{VOUT1}} = 120 \text{ кОм}$.

8.2.2.2.3 Частота переключения

Используя значения, рассчитанные выше, выберите значение $C_{\text{OH}} = 1 \text{ нФ}$ и рассчитать значение $R_{\text{на}}$:

$$p_{\text{ON}} = \frac{\frac{p_{\text{VOUT1}} + p_{\text{VOUT2}}}{p_{\text{VOUT2}}}}{C_{\text{на}} \times f_{\text{SW}}} \text{ знак равно } \frac{\frac{120\text{к} + 10\text{к}}{10\text{к 1нФ} \times 500 \text{ кГц}}}{\text{кГц}} = 26 \text{ кГц} \quad (32)$$

Выберите значение ближайшего стандартного резистора $p_{\text{OH}} = 26,1 \text{ кОм}$.

8.2.2.2.4 Установка задания обратной связи и тока светодиода

Чтобы получить значение $V_{\text{CS}} = 200 \text{ мВ}$ I_{ADJ} должен быть установлен на 2 В. Выберите значение $p_{\text{IADJ1}} = 10 \text{ кОм}$ и решить для R_{IADJ2} :

$$p_{\text{IADJ2}} = \frac{I_{\text{ADJ2}} \times R_{\text{IADJ1}}}{V_{\text{REF}} - V_{\text{IADJ}}} = \frac{2 \text{ В} \times 10 \text{ К}}{3,03 \text{ В} - 2 \text{ В}} = 19,4 \text{ К} \quad (33)$$

Выберите стандартное значение резистора $p_{\text{IADJ2}} = 19,6 \text{ кОм}$ и решить для R_{CS} с помощью [Уравнение 34](#) ,

$$p_{\text{CS}} = \frac{V_{\text{IADJ}}}{10 \times \text{я СВЕТОДИОД}} = \frac{2 \text{ В}}{10 \times 1 \text{ А}} \quad (34)$$

$p_{\text{CS}} = 0,2 \text{ Ом}$ является стандартным значением резистора.

8.2.2.2.5 Рассчитать значение индуктора

Поскольку это приложение с ШИМ-регулированием яркости, TI не рекомендует использовать большую выходную емкость для более быстрого нарастания и спада тока, поэтому ток пульсации индуктивности должен быть близок к току пульсаций светодиодов от пика до пика 300 мА. Вычислите и значение индуктора, которое даст вам ток пульсации индуктивности между пиками до 350 мА или меньше:

$$L = \frac{(V_B - V_{\text{ВНЕ}}) \times D}{I_{\text{L-PP}} \times f_{\text{SW}}} = \frac{(48 \text{ В} - 32,7 \text{ В}) \times 0,76}{350 \text{ мА} \times 500 \text{ кГц}} \text{ ЧАС} \quad (35)$$

Выберите стандартное значение $L = 68 \text{ мкГн}$ что приводит к фактическому $\Delta I_{\text{L-PP}} 342 \text{ мА}$.

8.2.2.2.6 Рассчитать значение выходного конденсатора

Учитывая фактический ток пульсации индуктивности 342 мА, используйте [Уравнение 36](#) рассчитать требуемое значение выходного конденсатора.

$$C_{\text{OUT}} = \frac{I_{\text{L-PP}}}{8 \times p_D \times I_{\text{LED-PP}} \times f_{\text{SW}}} \text{ знак равно } \frac{342 \text{ мА} \times 8 \times 3,25 \times 300 \text{ мА} \times 500 \text{ кГц}}{\text{кГц}} = 0,1 \text{ мкФ} \quad (36)$$

выбирать $C_{\text{OUT}} = 0,1 \text{ мкФ}$.

8.2.2.2.7 Расчет параметров полевого МОП-транзистора

МОП-транзисторы должны иметь минимальное напряжение и ток для применения. Минимальные рейтинги рассчитываются с использованием [Уравнение 37](#) а также [Уравнение 38](#) ,

Типичные применения (продолжение)

$$= 1,2 \times 52,8 \text{ В} = 63 \text{ В} \quad (37)$$

$$I_{T-MAX} = 1,5 \times D_{\text{МАКСИМУМ}} \times I_{\text{Светодиод}} = 1,5 \times 0,84 \times 1 \text{ А} = 1,26 \text{ А} \quad I_{T-MAX} = 1,2 \times V_{IN-MAX} \quad (38)$$

Выберите МОП-транзисторы с номинальным напряжением «сток-исток» более 63 В и номинальным током более 1,26 А.

8.2.2.2.8. Рассчитать минимальную входную емкость

Минимальная входная емкость для достижения пиковой пульсации входного напряжения 1,5 В рассчитывается с использованием [Уравнение 39](#),

$$C_{IN_MIN} = \frac{I_{\text{СВЕТОДИОД}} \times D}{V_{IN_PP} \times f_{SW}} = \frac{1 \text{ А} \times 0,76}{1,5 \text{ В} \times 500 \text{ кГц}} \quad F \quad (39)$$

Для применений с диммированием ШИМ будет больше пульсаций входного напряжения на частоте диммирования ШИМ. Для этих приложений TI рекомендует использовать в 10 раз больше минимальной входной емкости или больше. выбирать

C_{IN} = 10 мкФ.

8.2.2.2.9 Блокировка пониженного напряжения и гистерезис

Выберите значение **R_{UDIM1} = 100 кОм** и рассчитайте значения **R_{UDIM2}** и **R_{UDIM3}** с помощью [Уравнение 40](#) а также [Уравнение 41](#),

$$R_{UDIM2} = \frac{1,276 \text{ В} \times R_{UDIM1}}{V_{\text{ВКЛЮЧИТЬ}} - 1,276 \text{ В}} = \frac{1,276 \text{ В} \times 100 \text{ кОм}}{4,00 \text{ В} - 1,276 \text{ В}} = 3,3 \text{ кОм} \quad (40)$$

$$R_{UDIM3} = \frac{L \times I_{\text{ВЫС}}}{R_{UDIM1} \times R_{UDIM2}} = \frac{45 \text{ мГн} \times 100 \text{ мА}}{100 \text{ к} \times 3,24 \text{ к}} = 19,3 \text{ тыс.} \quad (41)$$

Выберите ближайшие значения стандартных резисторов **R_{UDIM2} = 3,32 кОм** а также **R_{UDIM3} = 19,1 кОм**.

8.2.2.3 Кривая приложения

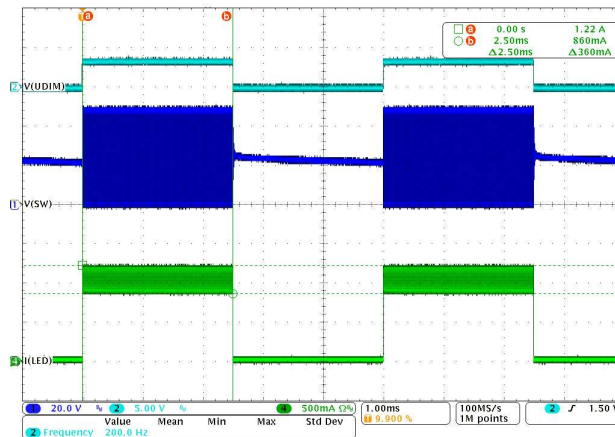


Рисунок 25. Форма волны UDIM

9 Рекомендации по питанию

Можно использовать любой источник питания постоянного тока, если он имеет достаточно высокий диапазон напряжения и тока для конкретного требуемого применения.

10 Макет

10.1 Правила размещения

Производительность любого коммутационного преобразователя зависит как от конфигурации платы, так и от выбора компонентов. Следование нескольким простым правилам позволит максимально снизить уровень шума и минимизировать генерацию электромагнитных помех в цепи.

Прерывистые токи являются наиболее вероятными для создания EMI, поэтому будьте осторожны при маршрутизации этих путей. Основной путь для прерывистого тока в понижающих преобразователях TPS92640 и TPS92641 содержит входной конденсатор (C_в), полевой МОП-транзистор (Q_{LS}), и верхняя сторона MOSFET (Q_{HS}). Эта петля должна быть как можно меньше, а соединения между всеми тремя компонентами должны быть короткими и толстыми, чтобы минимизировать паразитную индуктивность. В частности, узел коммутатора (где L, Q_{LS} и Q_{HS} соединены) должно быть достаточно большим, чтобы соединять компоненты без чрезмерного нагрева от тока, который он несет. Текущая чувствительная трассировка (вывод CS) должна проходить вместе с земной плоскостью или иметь дифференциальные трассы для CS и земли. В некоторых случаях светодиод или матрица светодиодов могут находиться далеко (несколько дюймов или более) от цепи или на отдельной печатной плате, соединенной жгутом проводов. Когда используется выходной конденсатор, а матрица светодиодов большая или отделена от остальной части преобразователя, выходной конденсатор следует размещать рядом со светодиодами, чтобы уменьшить влияние паразитной индуктивности на импеданс переменного тока конденсатора.

10.2 Пример компоновки

Обратите внимание на критические пути и размещение компонентов:

- ➔ Минимизируйте силовой контур, содержащий прерывистые токи
- Минимизируйте сигнальные токовые петли (компоненты, близкие к IC)

Исх? Земля заземления под IC для маршрутизации сигнала помогает минимизировать шумовую связь

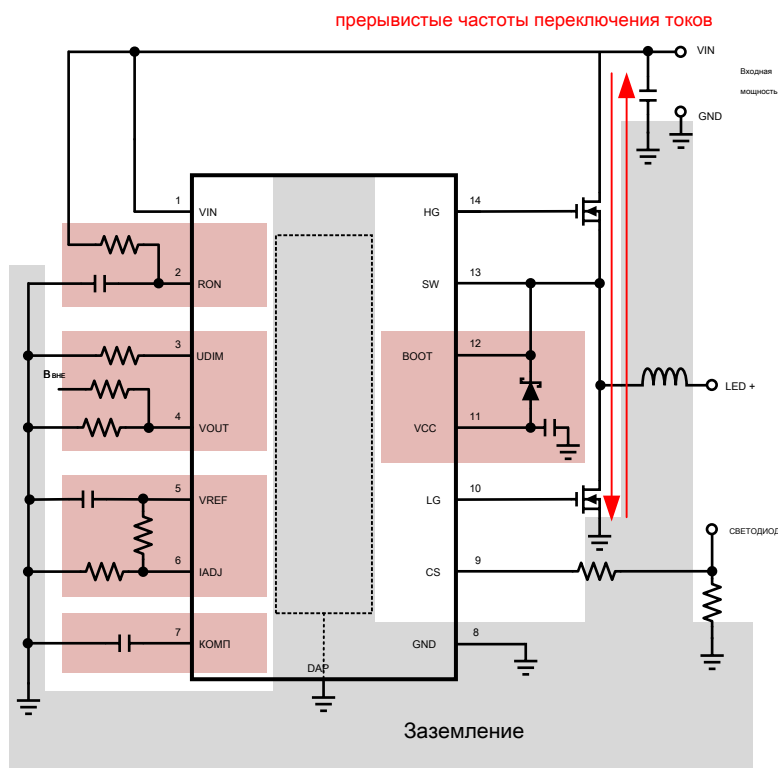


Рисунок 26. Рекомендации по компоновке

10.3. Вопросы EMI и шума

В синхронном выпрямителе сигналы привода высокоскоростного затвора могут генерировать значительные кондуктивные и излучаемые электромагнитные помехи. Этот шум может соединиться с узлами с высоким импедансом ИС и привести к нежелательной работе. Маленькие (от 4 до 10 Ом) резисторы, R_{ns} и R_{LG} , последовательно с сигналами привода затвора рекомендуется замедлять скорость нарастания SW-узла и уменьшать шумовую сигнатуру. Они также улучшают надежность схемы, уменьшая шумовую связь с чувствительными узлами, такими как UDIM, CS, RON и IADJ.

С другой стороны, чтобы еще больше уменьшить сигнатуру EMI, должны быть реализованы хорошие методы компоновки печатных плат. Область контура между синхронным NFET, катушкой индуктивности и выходным конденсатором должна быть минимизирована, чтобы уменьшить излучаемый EMI из-за действия переключения. Длина трассы узлов с высоким импедансом (UDIM, CS, RON и IADJ) должна быть минимизирована и защищена от помех переключения. Паразитная емкость между узлом коммутации и узлом заземления должна быть минимизирована для уменьшения синфазного шума. Следует использовать другие распространенные методы компоновки, такие как заземление звезды и подавление шума с использованием конденсаторов местного байпаса, чтобы максимизировать шумоподавление и минимизировать электромагнитные помехи в цепи.

11 Поддержка устройств и документации

11.1 Ссылки по теме

В таблице ниже перечислены ссылки быстрого доступа. Категории включают техническую документацию, поддержку и ресурсы сообщества, инструменты и программное обеспечение, а также быстрый доступ к образцу или покупке.

Таблица 1. Ссылки по теме

ЧАСТЕЙ	ОБРАЗЕЦ ПАПКИ ПРОДУКТА И КУПИТЬ	ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ	ИНСТРУМЕНТЫ & ПРОГРАМНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	СЛУЖБА ПОДДЕРЖКИ & СООБЩЕСТВО
TPS92640	кликните сюда	кликните сюда	кликните сюда	кликните сюда
TPS92641	кликните сюда	кликните сюда	кликните сюда	кликните сюда

11.2 Ресурсы сообщества

Следующие ссылки подключаются к ресурсам сообщества TI. Связанное содержимое предоставляется "КАК ЕСТЬ" соответствующими участниками. Они не составляют спецификации TI и не обязательно отражают взгляды TI; [смотреть TI's Условия эксплуатации](#) ,

Интернет-сообщество TI E2E™ *Сообщество инженеров TI (E2E)*. Создан для развития сотрудничества

среди инженеров. На e2e.ti.com вы можете задавать вопросы, делиться знаниями, изучать идеи и помогать решать проблемы с коллегами-инженерами.

Поддержка дизайна *Поддержка дизайна TI* Быстро найти полезные форумы E2E вместе с инструментами поддержки дизайна и контактная информация для технической поддержки.

11.3 Торговые марки

E2E является торговой маркой Texas Instruments.

Все остальные торговые марки являются собственностью соответствующих владельцев.

11.4 Осторожно, электростатический разряд



Эти устройства имеют ограниченную встроенную защиту от электростатического разряда. Провода должны быть замкнуты вместе или устройство должно быть помещено в токопроводящую пену во время хранения или обработки, чтобы предотвратить электростатическое повреждение затворов MOS.

11.5 Глоссарий

SLYZ022 - Глоссарий TI.

Этот глоссарий перечисляет и объясняет термины, сокращения и определения.

12 Информация о механике, упаковке и заказе

Следующие страницы содержат информацию о механике, упаковке и заказе. Эта информация является самой последней информацией, доступной для обозначенных устройств. Эти данные могут быть изменены без предварительного уведомления и пересмотра этого документа. Для браузерных версий этой таблицы данных см. Левую навигацию.

УПАКОВКА ИНФОРМАЦИИ

Заказываемое устройство	Положение детали упаковки		рисунок	Пакет булавок		Эко План	Поводок	MSL Peak Temp	Операционная температура (° C)	Маркировка устройства	образцы
	(1)			Кол-во	(2)	(6)	(3)	(4/5)			
TPS92640PWP / NOPB	ACTIVE	HTSSOP	ППР	14	94	Зеленый (RoHS и нет Sb / Br)	SN	Уровень-1-260C-UNLIM	- от 40 до 125	TP92640 PWP	Samples
TPS92640PWPR / NOPB	ACTIVE	HTSSOP	ППР	14	2500 Green (RoHS & нет Sb / Br)		SN	Уровень-1-260C-UNLIM	- от 40 до 125	TP92640 PWP	Samples
TPS92640PWPT / NOPB	ACTIVE	HTSSOP	ППР	14	250 зеленых (RoHS & нет Sb / Br)		SN	Уровень-1-260C-UNLIM	- от 40 до 125	TP92640 PWP	Samples
TPS92641PWP / NOPB	ACTIVE	HTSSOP	ППР	16	92	Зеленый (RoHS и нет Sb / Br)	SN	Уровень-1-260C-UNLIM	- от 40 до 125	TP92641 PWP	Samples
TPS92641PWPR / NOPB	ACTIVE	HTSSOP	ППР	16	2500 Green (RoHS & нет Sb / Br)		SN	Уровень-1-260C-UNLIM	- от 40 до 125	TP92641 PWP	Samples
TPS92641PWPT / NOPB	ACTIVE	HTSSOP	ППР	16	250 зеленых (RoHS & нет Sb / Br)		SN	Уровень-1-260C-UNLIM	- от 40 до 125	TP92641 PWP	Samples

(1) Значения маркетингового статуса определяются следующим образом:

- ACTIVE:** Устройство устройства рекомендуется для новых разработок.
- LIFEBUY:** TI объявила, что устройство будет прекращено, и действует период пожизненной покупки.
- NRND:** Не рекомендуется для новых разработок. Устройство находится в производстве для поддержки существующих клиентов, но TI не рекомендует использовать эту часть в новом дизайне.
- АНОНС:** Устройство было объявлено, но не находится в производстве. Образцы могут или не могут быть доступны.
- ИСП:** TI прекратила производство устройства.

(2) **RoHS:** TI определяет «RoHS» для обозначения полупроводниковых продуктов, которые соответствуют действующим требованиям EC RoHS для всех 10 веществ RoHS, включая требование, чтобы вещество RoHS не превышало 0,1% по массе в гомогенных материалах. Продукты RoHS, предназначенные для пайки при высоких температурах, подходят для использования в определенных бессвинцовых процессах. TI может ссылаться на эти типы продуктов как «без свинца».

RoHS освобождены: TI определяет «Освобождение от RoHS» для обозначения продуктов, которые содержат свинец, но соответствуют требованиям RoHS EC в соответствии с конкретным исключением EU RoHS.

Зеленый цвет: TI определяет «зеленый», чтобы обозначить содержание антипиринов на основе хлора (Cl) и брома (Br), соответствующих требованиям JS709B по низкому содержанию галогенов с порогом <= 1000 частей на миллион. Антипирины на основе триоксида сурьмы также должны соответствовать пороговому требованию <= 1000 частей на миллион.

(3) **MSL, Peak Temp.** - Уровень чувствительности к влаге в соответствии с отраслевыми стандартами JEDEC и пиковая температура припоя.

(4) Там может быть дополнительная маркировка, которая относится к логотипу, информации о коде следа партии или категории окружающей среды на устройстве.

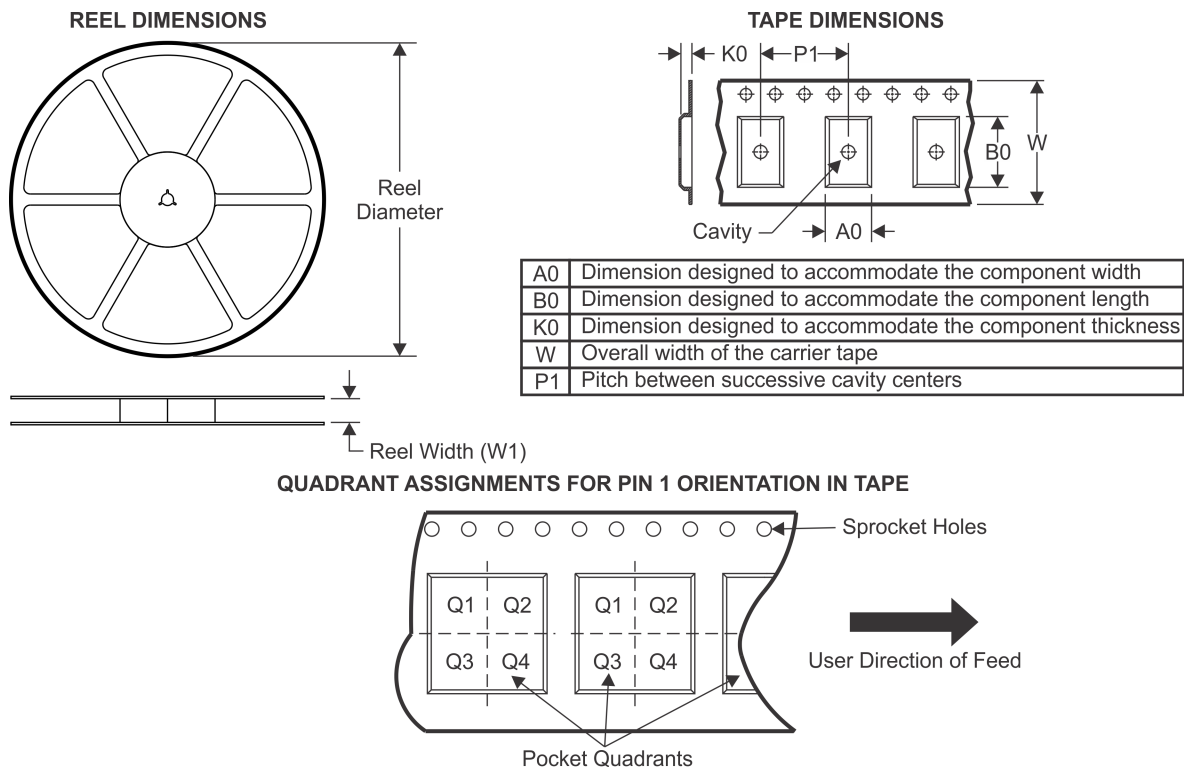
(5) Маркировка нескольких устройств будет заключена в круглые скобки. На устройстве появится только одна маркировка устройства, содержащаяся в скобках и разделенная символом «~». Если строка имеет отступ, то она является продолжением предыдущей строки, и эти две комбинации представляют всю маркировку устройства для этого устройства.

(e) Отделка свинцом / шариком - заказываемые устройства могут иметь несколько вариантов отделки материала. Варианты отделки разделены вертикальной линией. Значения «Конец свинца / шара» могут переноситься на две строки, если значение «Конец» превышает максимальную ширину столбца.

Важная информация и отказ от ответственности: Информация, представленная на этой странице, отражает знания и убеждения TI на дату ее предоставления. TI основывает свои знания и убеждения на информации, предоставленной третьими сторонами, и не дает никаких заверений или гарантий относительно точности такой информации. TI предпринял и продолжает предпринимать разумные шаги для предоставления репрезентативной и точной информации, но, возможно, не проводил деструктивных испытаний или химического анализа поступающих материалов и химикатов. Поставщики TI и TI считают, что определенная информация является частной, и поэтому номера CAS и другая ограниченная информация могут быть недоступны для публикации.

Ни при каких обстоятельствах ответственность TI, вытекающая из такой информации, не может превышать общую цену покупки частей (-й) TI, выпущенных в этом документе, проданных TI Клиенту на ежегодной основе.

ИНФОРМАЦИЯ О ЛЕНТЕ И БАРАБАНЕ



* Все размеры являются номинальными

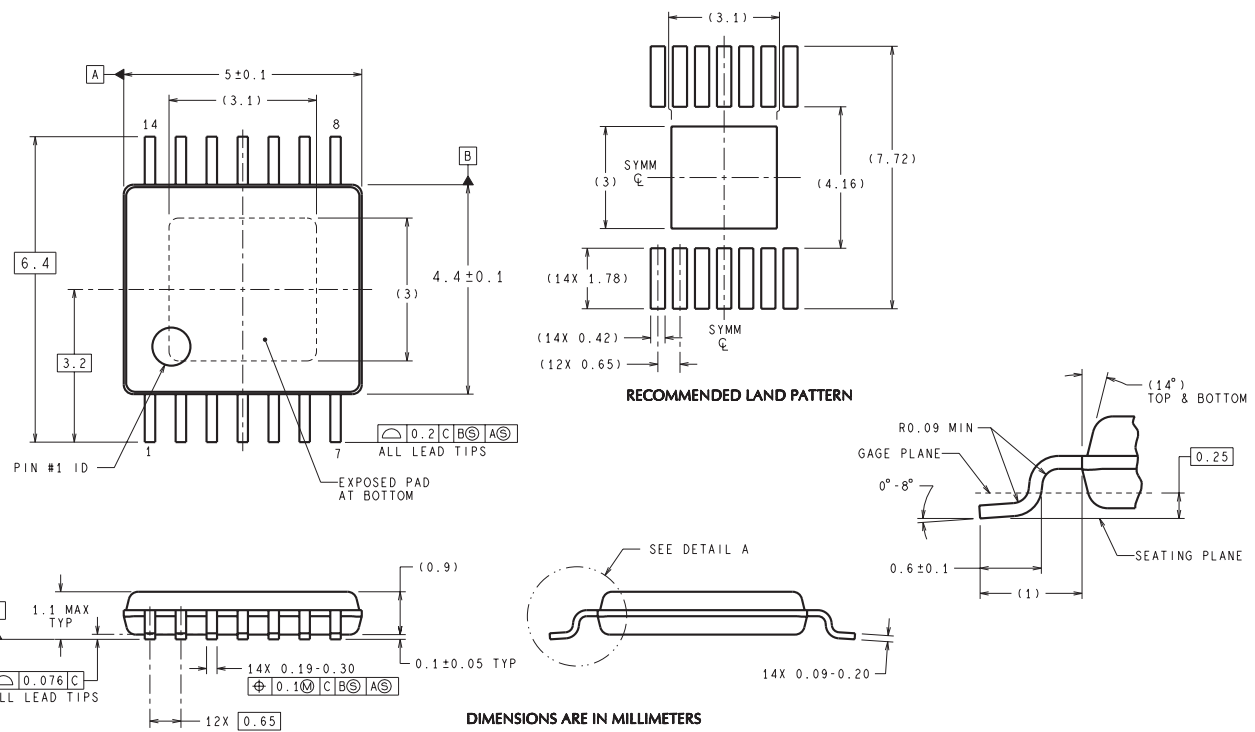
устройство	Тип упаковки	Чертежные булавки	SPQ	Диаметр катушки (мм)	Ширина рулона W1 (мм)	A0 (мм)	B0 (мм)	K0 (мм)	P1 (мм)	W (мм)	Pin1 Quadrant
TPS92640PWPR / NOPB HTSSOP ППР		14	2500	330,0	12,4	6,95	5,6	1,6	8,0	12,0	Q1
TPS92640PWPT / NOPB HTSSOP ППР		14	250	178,0	12,4	6,95	5,6	1,6	8,0	12,0	Q1
TPS92641PWPR / NOPB HTSSOP ППР		16	2500	330,0	12,4	6,95	5,6	1,6	8,0	12,0	Q1
TPS92641PWPT / NOPB HTSSOP PWP		16	250	178,0	12,4	6,95	5,6	1,6	8,0	12,0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS


* Все размеры являются номинальными

устройство	Тип упаковки Pins			SPQ	Длина (мм)	Ширина (мм)	Высота (мм)
<u>TPS92640PWPR / NOPB</u>	HTSSOP	ППР	14	2500	367,0	367,0	35,0
<u>TPS92640PWPT / NOPB</u>	HTSSOP	ППР	14	250	210,0	185,0	35,0
<u>TPS92641PWPR / NOPB</u>	HTSSOP	ППР	16	2500	367,0	367,0	35,0
<u>TPS92641PWPT / NOPB</u>	HTSSOP	ППР	16	250	210,0	185,0	35,0

PWP0014A



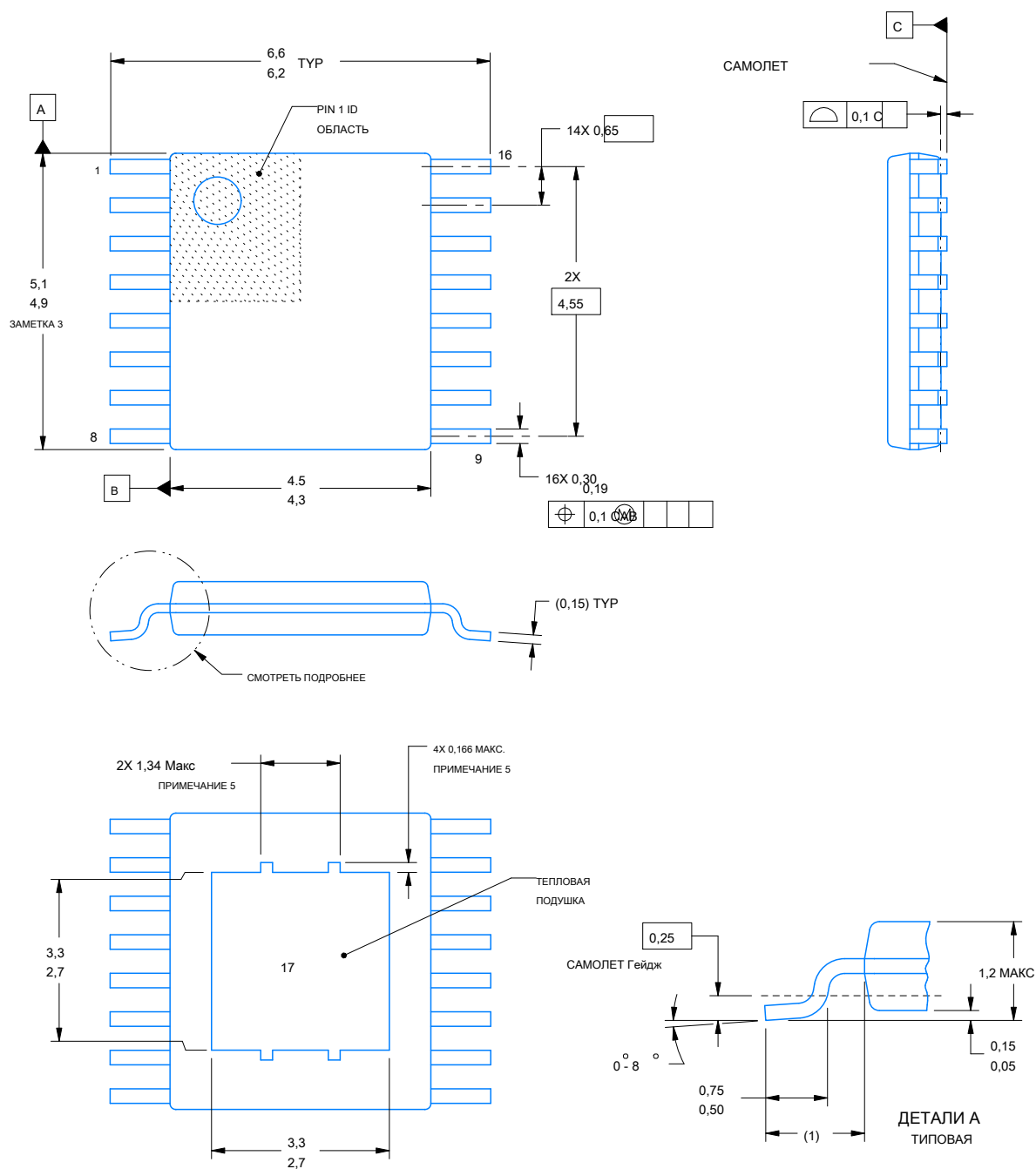
MXA14A (Rev A)



PWP0016A

PowerPAD HTSSOPTM - максимальная высота 1,2 мм

ПЛАСТИКОВЫЙ МАЛЕНЬКИЙ ПЛАН

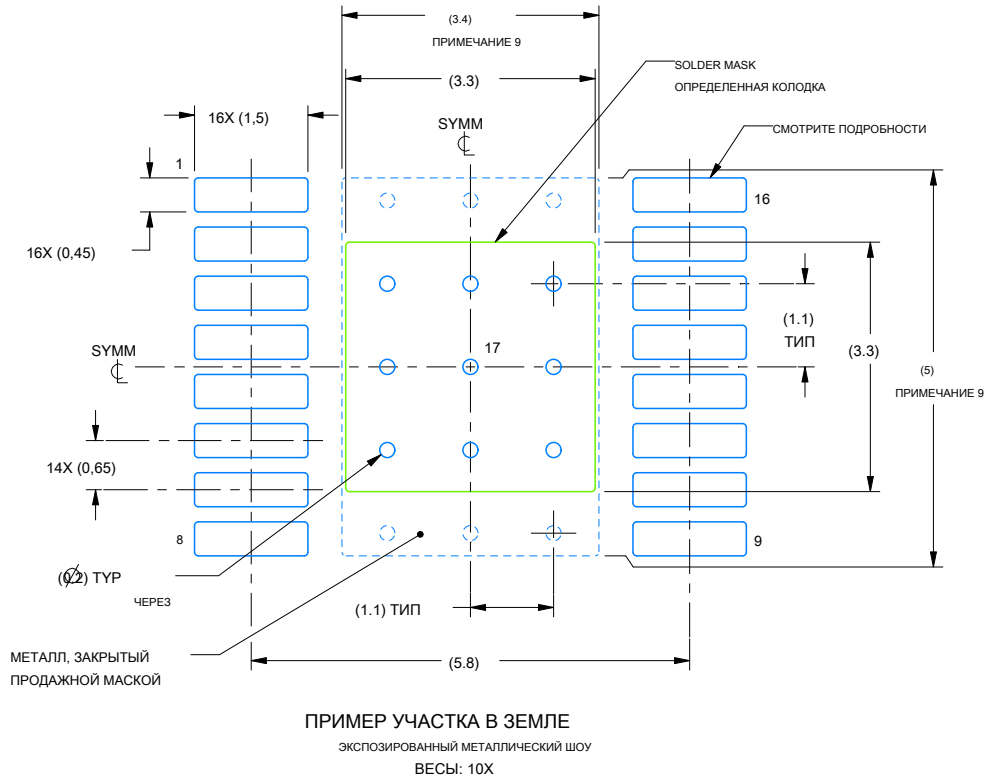


4214868 / 02/2017

НОТЫ:

PowerPAD является торговой маркой Texas Instruments.

1. Все линейные размеры указаны в миллиметрах. Все размеры в скобках приведены только для справки. Размеры и допуски согласно ASME Y 14.5M.
2. Этот чертёж может быть изменен без предварительного уведомления.
3. В это измерение не входят вспышка плесени, выступы или заусенцы затвора. Сила плесени, выступы или заусенцы не должны превышать 0,15 мм на сторону.
4. Ссылка JEDEC на регистрацию MO-153.
5. Возможности могут отсутствовать.



4214868 / 02/2017

ЗАМЕЧАНИЯ: (продолжение)

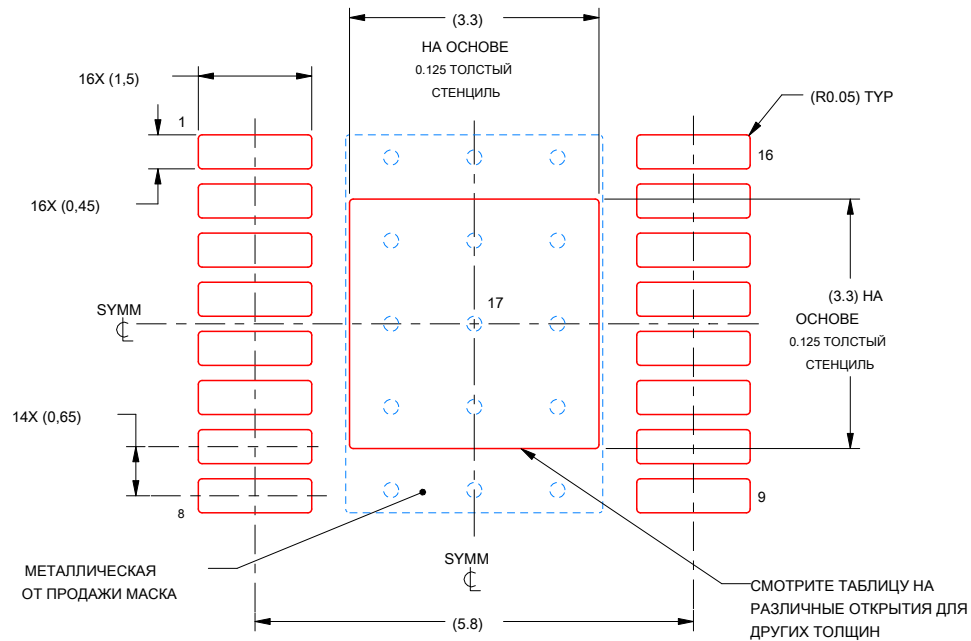
- Публикация IPC-7351 может иметь альтернативный дизайн.
- Допуски маски припоя между и вокруг сигнальных колодок могут варьироваться в зависимости от места изготовления платы.
- Эта упаковка предназначена для пайки термопластом на плате. Для получения дополнительной информации см. Литературные номера Texas Instruments SLMA002 (www.ti.com/lit/slma002) и SLMA004 (www.ti.com/lit/slma004).
- Размер металлической наклейки может варьироваться в зависимости от требования утечки.

ПРИМЕР КОНСТРУКЦИИ

PWP0016A

PowerPAD HTSSOP[™] - максимальная высота 1,2 мм

ПЛАСТИКОВЫЙ МАЛЕНЬКИЙ ПЛАН



Пример пасты
EXPOSED PAD
100% ПЕЧАТАЕМАЯ РАСПРОДАЖА ПЛАСТИН
ВЕСЫ: 10X

ТОЛЩИНА СТЕНЦИЛА	СОЛДАТ СТЕНЦИЛ ОТКРЫТИЕ
0,1	3,69 X 3,69
0,125	3,3 X 3,3 (ПОКАЗАНО)
0,15	3,01 X 3,01
0,175	2,79 X 2,79

4214868 / 02/2017

ЗАМЕЧАНИЯ: (продолжение)

10. Отверстия для лазерной резки с трапециевидными стенками и закругленными углами могут обеспечить лучшее высвобождение пасты. IPC-7525 может иметь альтернативные рекомендации по проектированию.

11. Доска сборки сайта может иметь разные рекомендации по дизайну трафарета.

ВАЖНОЕ УВЕДОМЛЕНИЕ И ОТКАЗ ОТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

TI ПРЕДОСТАВЛЯЕТ ТЕХНИЧЕСКИЕ И НАДЕЖНЫЕ ДАННЫЕ (ВКЛЮЧАЯ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ), ДИЗАЙН-РЕСУРСЫ (ВКЛЮЧАЯ СПРАВОЧНЫЕ ДИЗАЙНЫ), ЗАЯВЛЕНИЕ ИЛИ ДРУГОЕ КОНСУЛЬТАЦИЯ, ДИАГРАММЫ, ИНФОРМАЦИЯ О БЕЗОПАСНОСТИ, И ДРУГИЕ РЕСУРСЫ, КАК ЕСТЬ, И ВСЕ ФАС, И ВСЕ ФАУЛЬ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ, ВКЛЮЧАЯ БЕЗ ОГРАНИЧЕНИЙ ЛЮБЫХ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙ ТОВАРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ОСОБЫХ ЦЕЛЕЙ ИЛИ НЕЗАМЕДЛЕНИЯ ПРАВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ ТРЕТЬИХ ЛИЦ.

Эти ресурсы предназначены для опытных разработчиков, проектирующих продукты TI. Вы несете единоличную ответственность за (1) выбор соответствующих продуктов TI для вашего приложения, (2) разработку, проверку и тестирование вашего приложения, и (3) обеспечение того, что ваше приложение соответствует применимым стандартам, а также любые другие требования безопасности, защиты или другие требования. Эти ресурсы могут быть изменены без предварительного уведомления. TI предоставляет вам разрешение на использование этих ресурсов только для разработки приложения, использующего продукты TI, описанные в ресурсе. Другое воспроизведение и показ этих ресурсов запрещено. Лицензия не предоставляется ни на какое другое право интеллектуальной собственности TI или на право интеллектуальной собственности третьих сторон. TI снимает с себя ответственность, и вы полностью возмещаете TI и его представителям любые претензии, ущерб, издержки, убытки, и обязательства, вытекающие из вашего использования этих ресурсов. Продукты TI предоставляются в соответствии с Условиями продажи TI (www.ti.com/legal/termsofsale.html) или другие применимые условия доступны либо на

ti.com или предоставляется вместе с такими продуктами TI. Предоставление TI этих ресурсов не расширяет и иным образом не изменяет применимые гарантии TI или отказ от гарантий на продукты TI.

Почтовый адрес: Texas Instruments, почтовое отделение Box 655303, Даллас, Техас 75265
Copyright © 2020, Texas Instruments Incorporated