

Контроллер APFC без мерцания с поддержкой SmartPower для светодиодного освещения

Обзор:

UR4205C представляет собой высоковольтную интегральную схему (IC) для управления светодиодными лампами в общих приложениях сетевого освещения. Это одноступенчатый повышающий или неизолированный обратноходовой контроллер с функцией активной коррекции коэффициента мощности (APFC).

Благодаря нескольким уникальным технологиям основные преимущества этой IC включают в себя:

1. Высокий коэффициент мощности, низкий коэффициент нелинейных искажений и нулевая пульсация выходного тока светодиодов обеспечивают широкий диапазон мощности светодиодов.
2. Одноступенчатая топология Switching Power для небольших печатных плат.
3. Встроенная высоковольтная система Smart Power обеспечивает быстрый запуск.
4. Дроссель с одной обмоткой для низкой стоимости, обмотка доп. питания не требуется.
5. Несколько видов защит обеспечивает высокую надежность.
6. Низкая электронная спецификация (BOM).

ИС работает как преобразователи режима граничной проводимости, обычно в повышающей или обратноходовой конфигурации. Высокоэффективный импульсный повышающий контроллер управляет внешним силовым полевым транзистором с квазирезонансным режимом работы.

ИС может применяться к компактным подключенным к сети светодиодным лампам для одиночного или универсального сетевого напряжения, включая 100 В (переменный ток), 120 В (переменный ток), 230 В (переменный ток) и 90–305 В (переменный ток). Внешние компоненты определяют уровень мощности. Уровень мощности варьируется от 2 Вт до более 40 Вт.

Функции:

1. $PF > 0,95$, $THD < 10\%$.
2. Сверхвысокая эффективность преобразования до 96%.
3. Отсутствие мерцания, нулевая пульсация.
4. Жесткий допуск по току при массовом производстве $\pm 3\%$.
5. Быстрый запуск < 500 мс.
6. Отличная регулировка линии/нагрузки.
7. Виды встроенных средств защиты:
 - VDD Блокировка при пониженном напряжении (UVLO)
 - Гашение переднего фронта (LEB) в каждом цикле Power FET.
 - Ограничение тока, Внутренняя защита от перегрева (OTP).
 - Защита светодиода от короткого замыкания/обрыва.
 - Ограничение тока силового транзистора в каждом цикле.
 - LDO превышение предела мощности.
 - Защита светодиода от перегрузки по току.
 - Защита от перенапряжения на выходе Boost.
 - Простая защита от внешней температуры с помощью одного резистора NTC.

Типичное применение:

1. Светодиодное освещение.
2. Нижний свет, трубчатая лампа, лампа PAR, лампа накаливания и т. д.

Небольшой размер, $THD < 10\%$, входная мощность 18 Вт (нагрузка 420 В / 40 мА). Характеристики трубки T8 приведены ниже.

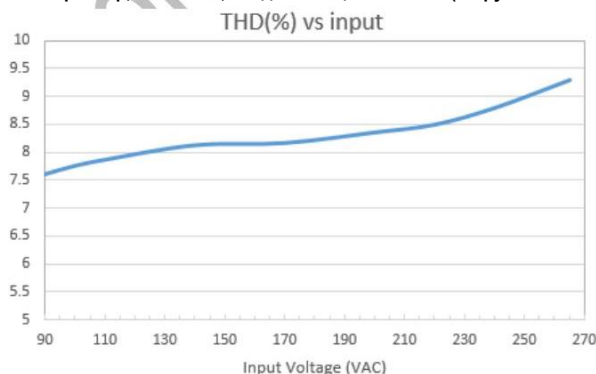


Рис.1 Коэффициент нелинейных искажений (%) в зависимости от входного напряжения

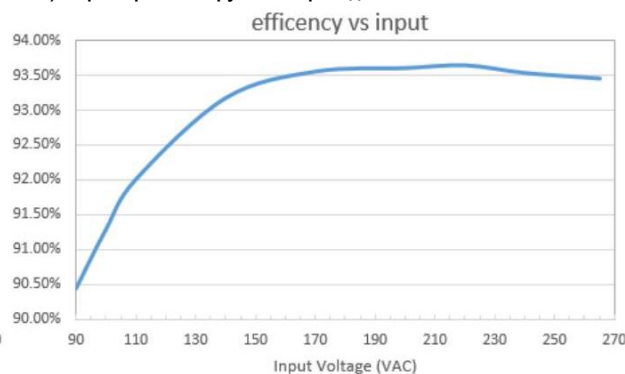
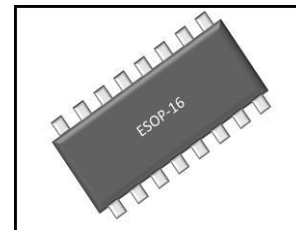


Рис.2 КПД в зависимости от входного напряжения



Контроллер APFC без мерцания с поддержкой SmartPower для светодиодного освещения

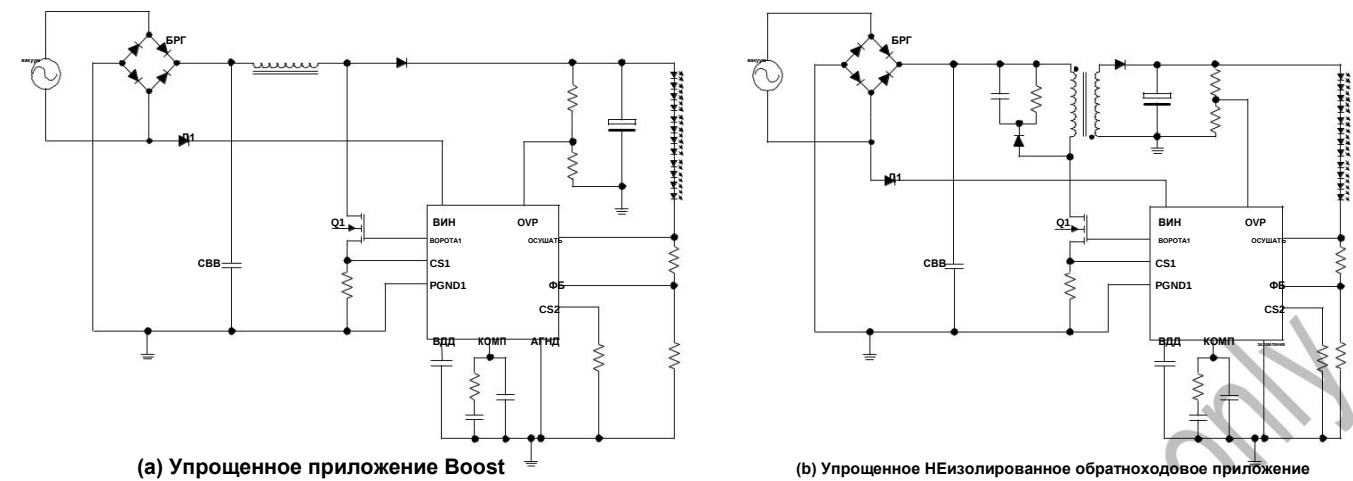
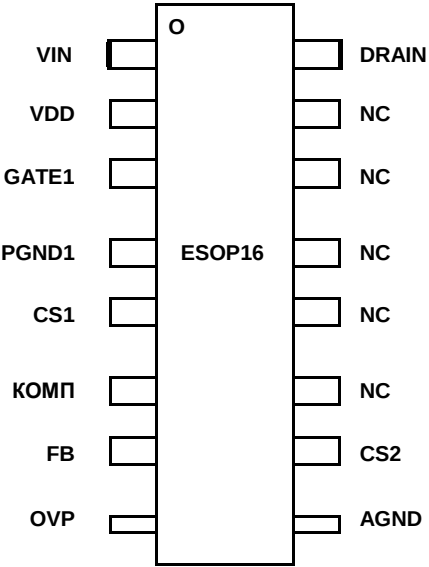


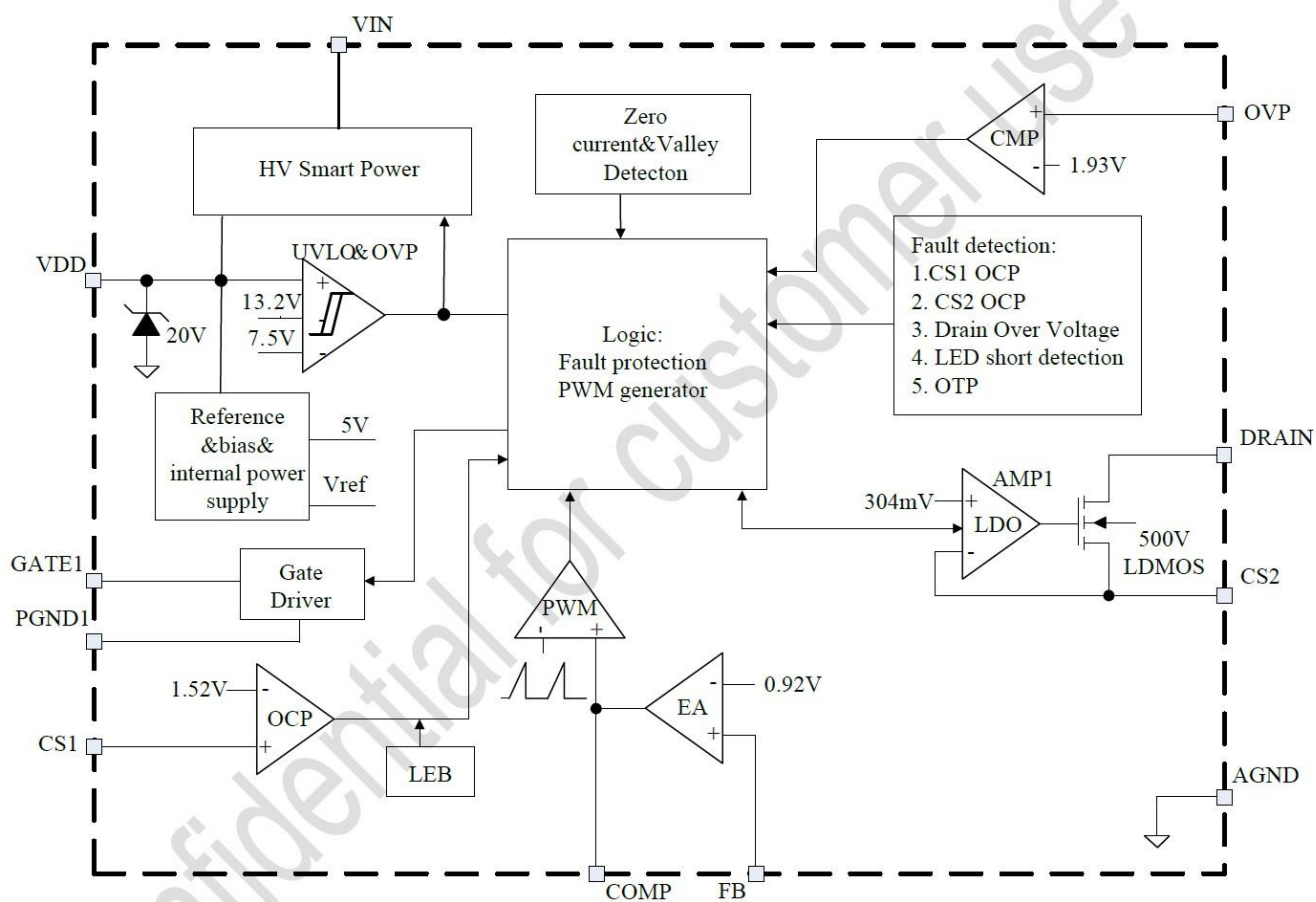
Рис.3 Типичные схемы применения UR4205C в топологиях BOOST и Flyback

Описание контакта:



PIN	Символ	Описание
1	VIN	Вход питания, подключенный к основному источнику переменного тока через диод.
2	VDD	Питание, этот вывод обеспечивает питание для ИС во время запуска и работы в установившемся режиме.
3	GATE1	Переключатель затвора повышающего транзистора, подключенный к затвору полевого МОП-транзистора.
4	PGND1	Силовая земля для повышающей ступени.
5	CS1	Измерение тока для повышающего транзистора, используемого для поциклового ограничения пикового тока.
6	COMP	Компенсационная сеть, Выход усилителя ошибки. Подключите компенсационную сеть TYPEII к этому контакту, чтобы сделать контур преобразователя стабильным.
7	FB	Обратная связь по выходному напряжению повышающего каскада, используемая для установки повышающего выходного напряжения.
8	OVP	Вывод защиты от перенапряжения на выходе, запрограммированный резисторным делителем.
9	AGND	Аналоговая земля.
10	CS2	Резистор между CS2 и GND устанавливает регулировку тока LDO.
11-15	NS	Не подключен. (Для лучшего отведения тепла рекомендуется припаять к плате, схема - рекомендация ниже)
16	DRAIN	Подключите к катодному полюсу светодиодной цепочки.
17	EP	Открытая площадка, имеет внутренне соединение с AGND.

Блок-схема:



Контроллер APFC без мерцания с поддержкой SmartPower для светодиодного освещения

Типичное применение UR4205C — это одноступенчатый повышающий (или неизолированный обратногохода) преобразователь со встроенным 500-вольтовым высоковольтным стабилизатором с малым падением напряжения (LDO), который последовательно подключен к светодиодной нагрузке. Благодаря постоянному времени включения и режиму граничного тока (BCM) можно добиться высокой коррекции коэффициента мощности. В отличие от переходного повышающего преобразователя, который напрямую регулирует выходной сигнал повышения, ИС управляет ключом, чтобы регулировать среднее напряжение стока LDO, чтобы оно было стабильно на определенном низком уровне, что будет поддерживать LDO всегда регулирует светодиод в состоянии постоянного тока.

На рис. 3 показана базовая схема приложения. На рис. 5 показаны формы сигналов. Энергия накапливается в катушке индуктивности L_m каждый период, когда силовой полевой транзистор открыт. Индуктивный ток I_{Lm} равен нулю, когда внешний силовой полевой транзистор открыт. После этого амплитуда нарастания тока в L_m пропорциональна V_{IN} и времени, в течение которого силовой полевой транзистор находится в открытом состоянии. Когда силовой ключ FET закрыт, ток начинает течь через обратный диод и выходной конденсатор. Затем ток падает со скоростью, пропорциональной значению $V_{out}-V_{IN}$. Время включения Power FET определяется напряжением COMP, которое является выходным сигналом внутреннего усилителя ошибки. И напряжение COMP будет установлено регулировкой FB. Ток светодиода всегда равен $304 \text{ мВ}/R_{cs2}$.

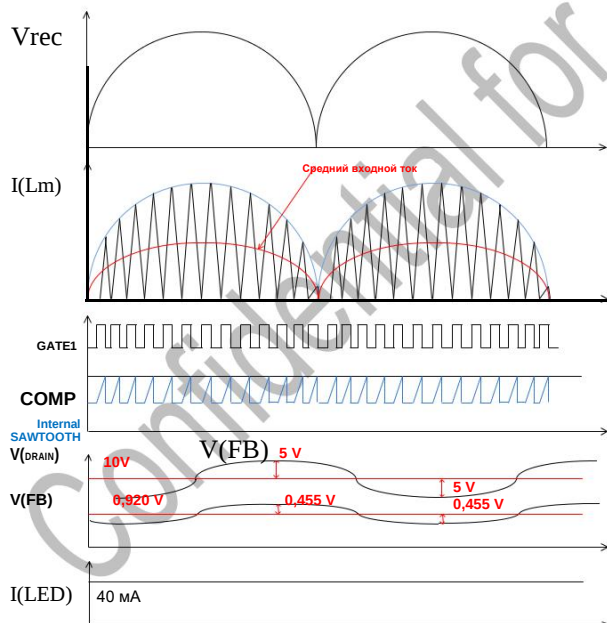


Рис.5. Осциллограммы работы boost

Интеллектуальный источник питания:

UR4205C питается от запатентованного Bps интеллектуального высоковольтного источника питания: Для запуска имеется внутренний источник тока, питаемый от контакта VIN.

Встроенный источник быстро зарядит VDD, чтобы напряжение превысило VDD_{TH} . После чего микросхема начнет выводить управляющий сигнал ШИМ.

- При нормальной работе блок питания Smart Power обеспечивает рабочий ток микросхемы. Благодаря уникальному способу питания ограничение потребляемой мощности микросхемы составляет пару десятков мВт.

- По желанию пользователя также доступен метод питания от вспомогательной обмотки.

Микросхема запускается, когда напряжение на выводе VDD превышает VDD_{TH} . Микросхема блокируется (перестает переключаться), когда напряжение на выводе $VDD < VDD_{UVLO}$. Внутренний активный стабилитрон ограничивает максимальное напряжение на выводе питания VDD.

Обнаружение минимального значения:

Специальная функция, называемая обнаружением минимального значения, является встроенной частью схемы UR4205C. Специальная встроенная схема определяет, когда напряжение на стоке мощного полевого транзистора достигает минимального значения. Затем запускается следующий цикл, в результате чего емкостные потери при переключении уменьшаются. Если действительное минимальное значение не обнаружено, вторичный ход продолжается до максимального времени выключения (T_{MAX_OFF}). Затем запускается следующий цикл.

GATE1

CS1

VOUT

VD

$2V_{REC}-V_{OUT}$

I (Inductor)

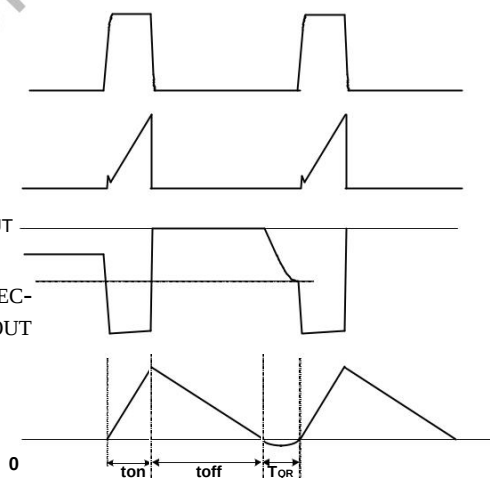


Рис.6. Обнаружение впадин (квазирезонансное)

Защитные функции:

ИС имеет следующие защитные функции:

- Блокировка LockOut (UVLO) при пониженном напряжении.
- Гашение переднего фронта (LEB).
- Power FET Предел превышения тока (OCL).
- Внутренняя защита от перегрева (OTP)
- LDO Предел превышения мощности (OPL)
- Защита от короткого замыкания LED (LSP)
- Защита от перегрузки по току LED (LOCP)
- Выходной конденсатор/светодиод разомкнут, защита от перенапряжения (OVP) при обрыве цепи.
- Контроль температуры для защиты IC.

LSP, LOCP и OVP представляют собой критические защиты, приводит к остановке IC до сброса (отключения питания).

Блокировка VDD при пониженном напряжении (UVLO)

Когда напряжение на выводе VDD падает ниже VDD_UVLO, микросхема отключается. Начинается перезапуск путем подачи напряжения на VDD с вывода VIN.

Стабильная работа IC начинается только тогда, когда нет условий неисправности.

Задержка защиты по перегрузке (LEB)

Чтобы предотвратить ложное обнаружение перегрузки по току powerFET, реализовано время гашения после включения. Когда силовой ключ FET включается, может возникнуть короткий всплеск тока из-за емкостного разряда напряжения на стоке и истоке и зарядки емкости затвора на исток. В течение времени LEB (TLIM_BLK), всплеск не учитывается.

Переключатель Power FET Over Current Limit (OCL) UR4205C содержит точный встроенный детектор пикового тока. Он срабатывает, когда напряжение на выводе источника достигает пикового уровня V_CS1_LIM. Ток через переключатель измеряется с помощью резистора, подключенного к выводу CS1. Цепь считывания активируется по истечении времени LEB. При обнаружении состояния OCL микросхема немедленно выключает переключатель до конца цикла. Этот текущий предел является поведением цикл за циклом.

Внутренняя защита от перегрева (OTP)

Когда внутренняя функция OTP срабатывает при определенной температуре микросхемы (T_{отр}), преобразователь перестает работать. Срабатывает защита от безопасного перезапуска, и IC перезапускается с возобновлением переключения, когда температура IC падает ниже T_{отп_нys}.

Превышение предела мощности LDO (OPL)

Защита OPL предназначена для ограничения энергопотребления внутреннего HV LDO. Обнаружение осуществляется через контакт FB. При возникновении ненормальной неисправности (например, V_{res} становится слишком высоким для нормального повышения), Drain будет увеличиваться, что приведет к увеличению энергопотребления LDO. Для ограничения напряжения стока будет запущена OPL. Когда срабатывает OPL, импульсы на GATE1 прекращаются, а COMP переходит в низкий уровень с дополнительным стоком тока. Обнаружение OPL определяется следующим уравнением:

$$BDRAIN_OPL = 20 \text{ мкА} \cdot R_{fb1} + 1,93 \text{ В} \cdot (R_{fb1} + R_{fb2}) / R_{fb2}$$

Светодиодная защита от короткого замыкания (LSP)

Когда светодиод закорочен или V_{res} поднимается до чрезвычайно высокого уровня, Drain будет подтягиваться до очень высокого уровня, затем срабатывает защита LSP и немедленно блокируется IC. LSP работает, когда напряжение стока достигнет следующего значения:

$$BDRAIN_LSP = 50 \text{ мкА} \cdot R_{fb1} + 1,93 \text{ В} \cdot (R_{fb1} + R_{fb2}) / R_{fb2}$$

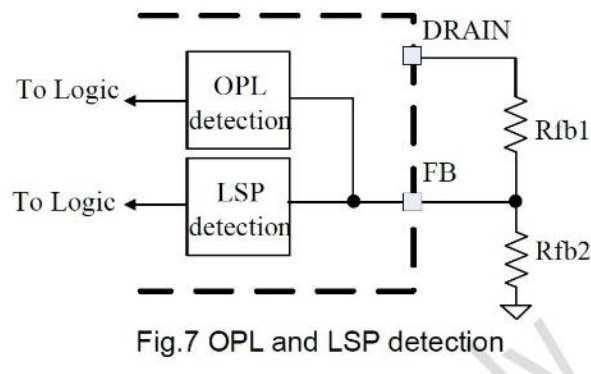


Fig.7 OPL and LSP detection

Светодиодная защита от перегрузки по току (LOCP) LOCP срабатывает, когда напряжение CS2 превышает 410 мВ. Это позволит светодиоду всегда соответствовать току перегрузки. При срабатывании LOCP микросхема блокируется до тех пор, пока она не будет отключена от питания.

Выходной конденсатор/светодиод открыт защита от перенапряжения (OVP)

Когда горит светодиод или размыкается цепочка обратной связи повышения, преобразователь будет продолжать заряжать C_{out}. OVP ограничит напряжение C_{out}, чтобы избежать повреждения. Напряжение C_{out} измеряется резисторным делителем и выводом OVP для сравнения с BOVP_TH.

Функция плавного пуска:

IC имеет функцию плавного пуска с надлежащей компенсационной цепью на выводе COMP.

Теплоотвод:

Открытая площадка корпуса Esop16 внутри электрически связана с AGND. Для однослойной печатной платы, чтобы увеличить эффективную площадь теплоотвода, контакты NC должны быть припаяны к меди AGND, как показано на рис.8. Для двухслойной печатной платы верхние и нижние боковые области, соединенные переходными отверстиями, также могут использоваться для дальнейшего увеличения площади теплоотвода.

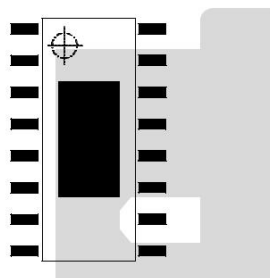


Рис.8 Рассмотрение компоновки для отвода тепла

UR4205C Absolute Maximum Ratings:

Parameters	Value	Unit
VIN	-0.3 to +650	V
DRAIN	-0.3 to +550	V
VDD, CS1, GATE1	-0.3 to 22	V
NTC, FB, OVP, COMP, CS2	-0.3 to +6.0	V
ESD Susceptibility (HBM, JESD22-A114-F)	2	KV
Store temperature Range	-55 to 150	°C
Operating Junction Temperature	-40 to 150	°C
Maximum Power Dissipation (SOP14)	0.85	W
Maximum Power Dissipation (ESOP16)	1.5	W
Lead Temperature	260	°C

Electrical Characteristics: T_A=+25°C, unless otherwise noted.

VDD Supply Section			MIN	typical	MAX	
V _{DD_TH}	Startup Voltage			13.2	14	V
V _{DD_UVLO}	Under-voltage Lockout Threshold		7.0	7.5		V
I _{VIN_STARTUP}	VIN current charge VDD at startup	VIN=100V, VDD=6V	2	3	4.5	mA
V _{DD_CLAMP}	VDD's clamp voltage	I(VDD)=2mA		20		V
I _{DD_QUIESCENT_MAX}	Max Quiescent current after startup	VDD=17.5V, GATE1=1nF, fsw=22kHz	400	700	1000	uA
V _{INBV}	VIN breakdown voltage		600			V
I _{DSS_VIN}	VIN's leakage current	VDD=14.5V, VIN=600V	10	40	60	uA
EA Section						
V _{FB_REF}	FB regulation voltage		862	917	972	mV
V _{COMP_CLAMP}	Comp lower clamp voltage after startup	FB=1.2V		800		mV
V _{FB_CLAMP_REF}	FB clamp voltage reference	IFB=50uA	1.75	1.93	2.19	V
I _{DRAIN_OPL_REF}	Drain OPL reference current through FB pin			20		uA
I _{LED_SHORT_REF}	LED short protection through FB pin			50		uA
BOOST (or FLYBACK) Section						
T _{MAX_OFF}	Max off time		30	45	60	us
T _{MIN_OFF}	Min off time			2		us
T _{DET_BLK}	Valley detection blanking time			750		ns
F _{MAX_SW}	Max switching frequency			250		kHz
V _{CS1_LIM}	CS1 current limit voltage			1.52		V
T _{ON_MIN}	Minimum turn on time		300	400	550	ns
T _{LIM_BLK}	CS1 current limit blanking time			280		ns
V _{OVP_TH}	Boost output over voltage protection threshold voltage		1.83	1.93	2.03	V
LDO Section						
V _{CS2_REF}	CS2 regulation current reference		292	306	320	mV
V _{CS2_IIM}	CS2 over current detection			410		mV
R _{DSON}	PowerFET's Rdson	I(DRAIN)=30mA	20	30	35	ohm
V _{BV}	PowerFET's breakdown voltage		500			V
I _{DSS}	PowerFET's leakage	V(DRAIN)=500V, VDD=6V			20	uA
TEMPERATURE Protection Section						
T _{OTP}	Over temperature shutdown threshold			150		°C
T _{OTP_HYS}	Over temperature protection hysteresis			30		°C

ПРИМЕЧАНИЕ:1. Верхнее и нижнее ограничение гарантируется тестированием АТЕ.

