

高 PF、高效率、低 THD 通用 LED 驱动器

概述

IS31LT3932是一款通用LED驱动器，可以应用于Fly-back隔离、buck-boost以及buck非隔离LED应用结构。作为Fly-back和buck-boost应用时，工作在可变频率DCM模式。作为buck应用时，工作于CRM模式。在各种应用中，均可得到优秀的性能，包括高PF，高效率， $\pm 5\%$ 的线性调整率和负载调整率。

IS31LT3932内置输入线电压检测以及负载电压检测线路，在没有次级反馈光耦和TL431等反馈回路的情况下，通过初级侧控制实现良好的线性调整率和负载调整率。

IS31LT3932 集成多种保护功能，提高系统可靠性。包含 LED 开路保护，短路保护，输出欠压和过压保护，初级电流过流保护以及初级电流检测电阻短路保护，过温度保护等。

特点

- 隔离与非隔离应用
- 批量 $\pm 5\%$ 的输出恒流精度
- 无需次级反馈回路与环路补偿
- 过电流、开路、短路和过温度保护
- 效率高达 92%、功率因数大于 0.95
- 低于 10%的 THD
- 宽输入电压范围：85Vac~265Vac
- 极少的外围元件
- 低至 15uA 的启动电流
- $\pm 5\%$ 的线性和负载调整率

应用

- AC/DC LED 驱动照明
- 通用照明

典型应用电路

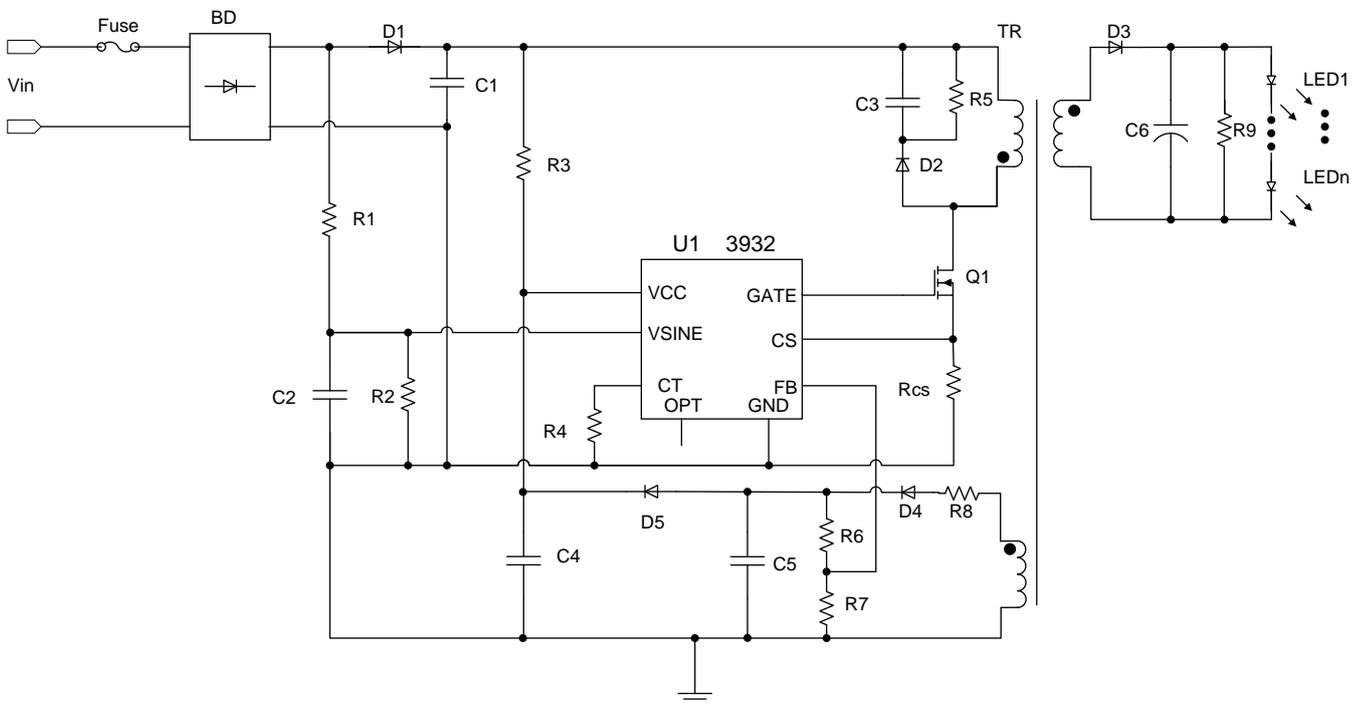
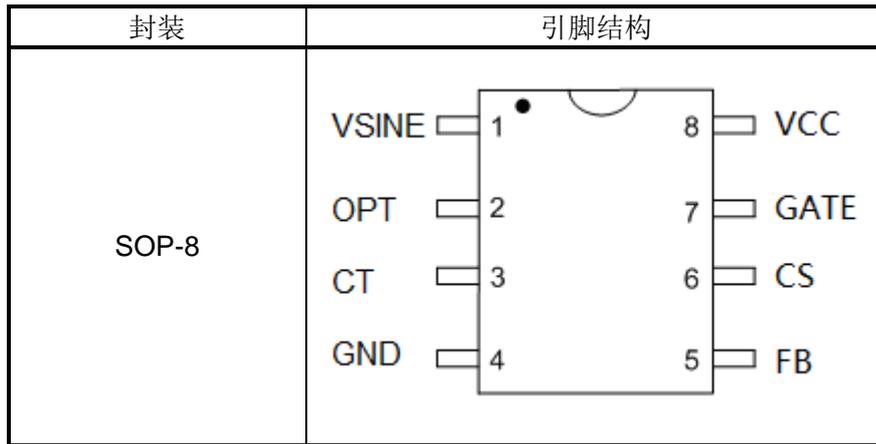


图 (1) 典型应用原理图

引脚结构

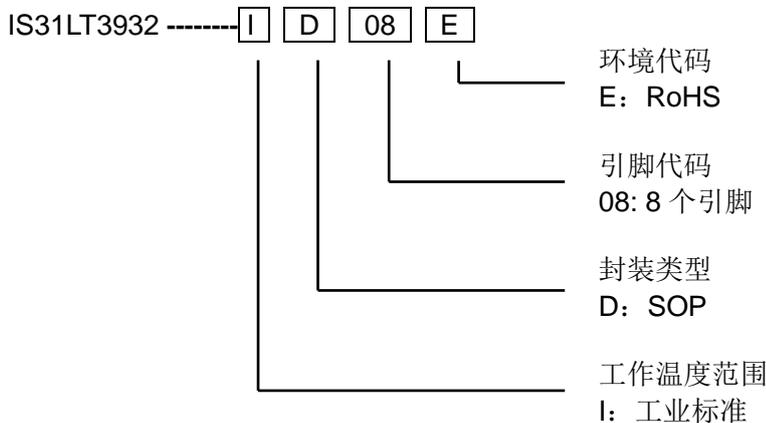


引脚描述

引脚名称	引脚序号	描述
VSINE	1	输入电压检测，来调节内部 CS 阈值
OPT	2	应用模式选择引脚 OPT 引脚悬空，fly-back 或 buck-boost 应用 OPT 引脚接 GND，buck 应用
CT	3	时间设置，通过一个电阻连接该引脚到 GND Fly-back 与 buck-boost 应用中，工作频率由以下公式计算 $f = 50k \times \frac{V_{FB}}{0.8V} \times \frac{300}{R_{ct}(k\Omega)}$ Buck 应用中，用来设置 FB 电压过零后的延迟时间 $T_{delay} = 15 \times 10^{-6} \times R_{EXT}$ (典型值)
GND	4	所有内部电路的公共地
FB	5	Fly-back 与 buck-boost 应用中，辅助绕组电压采样，实现输出开路保护与负载电流调节 Buck 应用中，用来检测次级电流过零点
CS	6	初级峰值电流检测引脚
GATE	7	功率 NMOS 管驱动引脚
VCC	8	内部电路供电引脚

订货信息

产品型号	封装形式	包装规格	绿色标准	工作温度范围
IS31LT3932ID08E	SOP-8	2500 units	RoHS	-40°C to 85°C



最大极限值

参数	最大限定范围	单位
VCC 引脚对地电压	-0.3 – 36.0	V
VSINE, OPT, CT, ISEN, FB 引脚对地电压	-0.3 – 6.0	V
工作温度 ($T_J=T_A$)	-40 – 125	°C
结温范围	-40 – 150	°C
芯片存储温度	-65 – 150	°C
ESD (人体模型)	2500	V

电气特性

(VCC=16V, FB=0.8V, VSINE=0V, Vcs=0, OPT 悬空, Temp=25°C, Rset=300k, otherwise specially stated)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
VCC	VCC 电压范围		8		30	V
V _{OVP}	VCC 电压过压保护阈值			33.5		V
T _{OVP}	VCC 电压过压重启时间			160		ms
V _{th_s}	VCC 启动电压阈值	VCC 上升	14.5	16	17.5	V
V _{th_d}	VCC 欠压电压阈值	VCC 下降	6	7	8	V
V _{GATE-CLP}	GATE 输出电压钳位阈值	VCC=22V	14.5	16.5	18.5	V
I _{CC}	工作电流	空载		750	1000	uA
I _{ST}	启动电流	VCC < V _{th_s}		15	20	uA
V _{CS-TH}	初级峰值电流检测阈值电压		493	500	507	mV
T _{blank}	消隐时间			550	800	ns
V _{FB,OVP}	FB 引脚过压保护阈值		1.2	1.24	1.28	V
T _{FB,OVP}	FB 过压保护重置时间	T _{cycle} =20us	140	160	180	ms
V _{OCP}	CS 过电流保护阈值电压		650	700	750	mV
T _{OCP}	OCP 重置时间		35	40	45	ms
T _{OFF_MIN} T _{CYCLE}	最小关断时间 工作周期	OPT=0		1		us
		VFB=0.8V, RCT=300KΩ	19.6	20	20.4	us
		VFB=1.04V, RCT=300KΩ	15.2	15.6	16.0	us
		VFB=0.56V, RCT=300KΩ	27.7	28.3	28.9	us
T _R	上升时间	VCC=16V, CL=1nF, VGATE from 0 to 7V		75	90	ns
T _F	下降时间	VCC=16V, CL=1nF		40	50	ns
TP	过温度关断阈值			150		°C
△TP	过温度关断迟滞			50		°C
T _{RE}	CS 引脚与 GND 短路迟滞		35	40	45	ms

内部框图

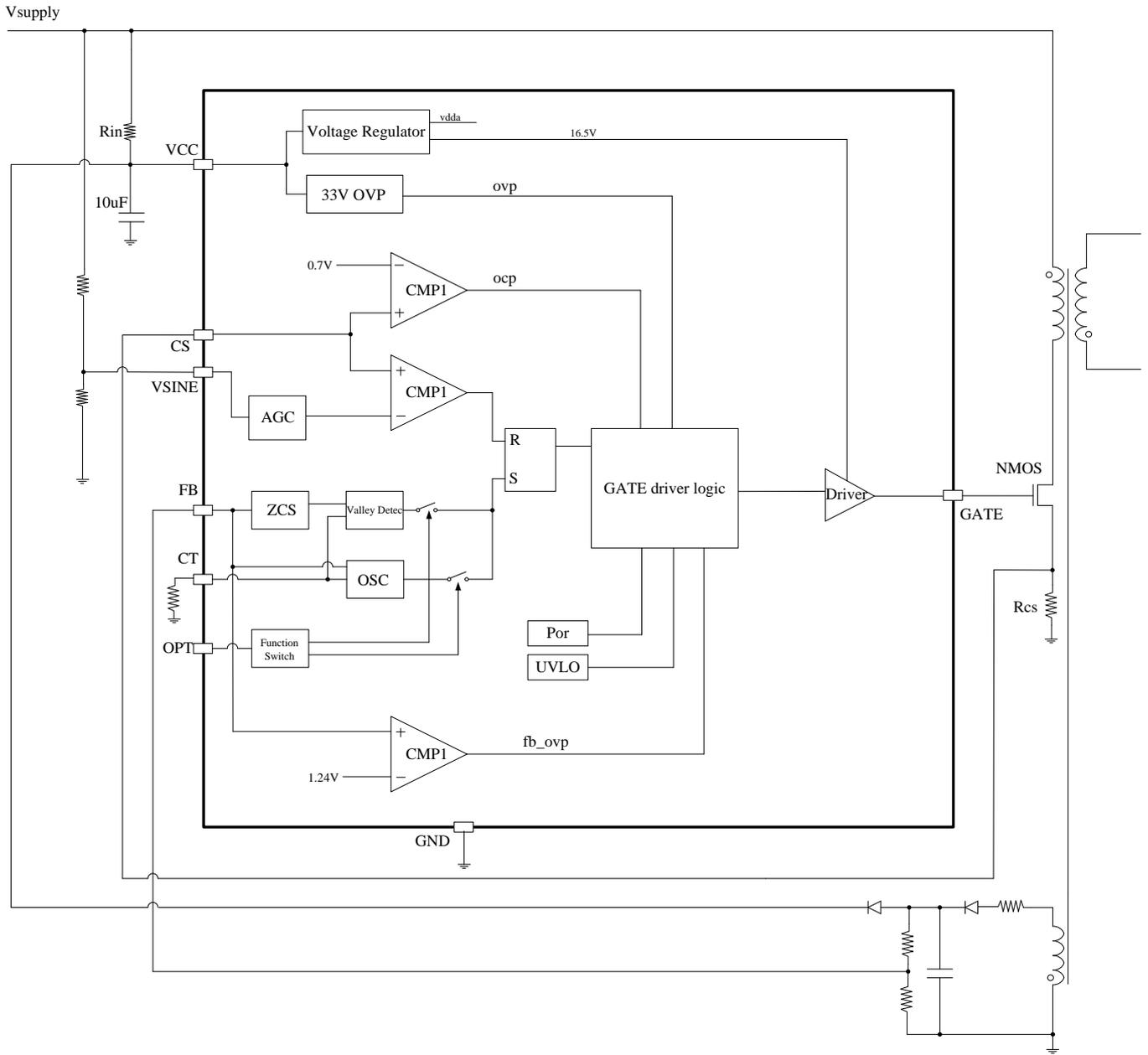


图 (2) 内部框图

AGC: 自动增益控制模块

典型应用参数

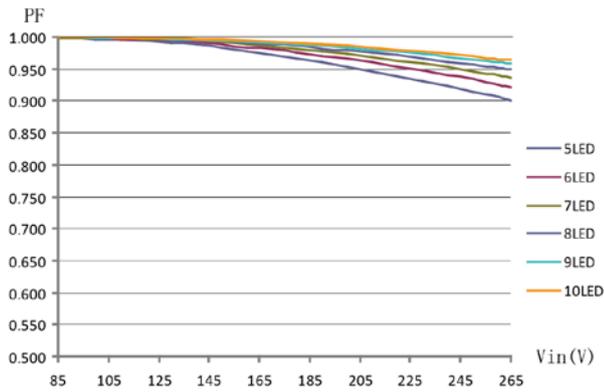


图 (3) PF

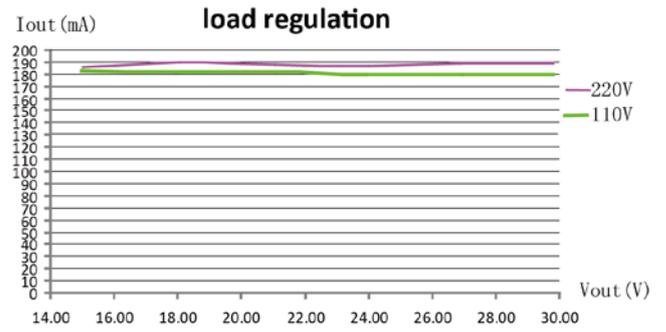


图 (4) 负载调整率

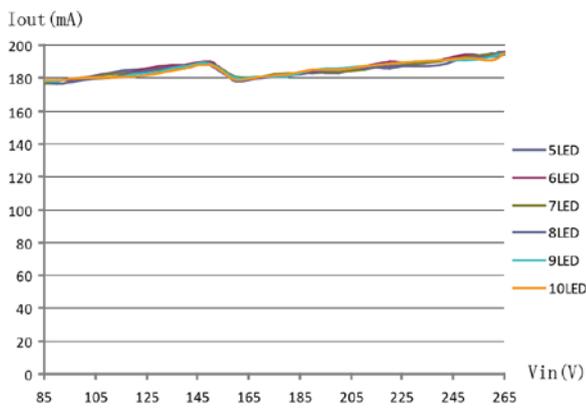


图 (5) 线性调整率

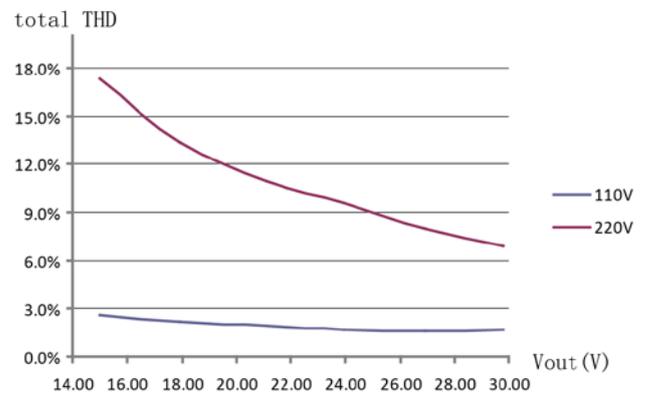


图 (6) THD

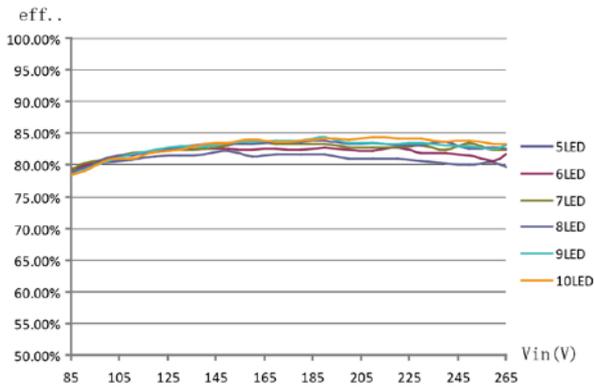


图 (7) 效率

IS31LT3932

应用信息 (基于图 (17) 典型隔离应用)

启动电路

整流后的输入电压通过 R6, R10 对 C9 充电, 当 IS31LT3932 的 VCC 引脚的电压达到启动电压 16V(典型值)时, 系统启动。

在这里 R6 与 R10 的阻值为 300kΩ, 封装 1206; C9 的电容量推荐使用 4.7~10uF, 耐压 50V。

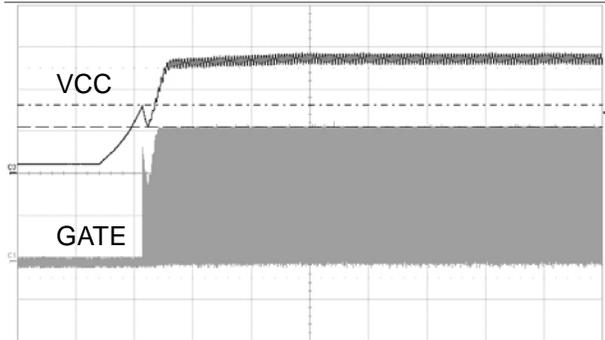


图 (8) 启动

软启动

当 IS31LT3932 启动以后, 其内部 AGC 的增益从最小值 1 步进增加, 直到内部 CS 阈值等于 0.5V。

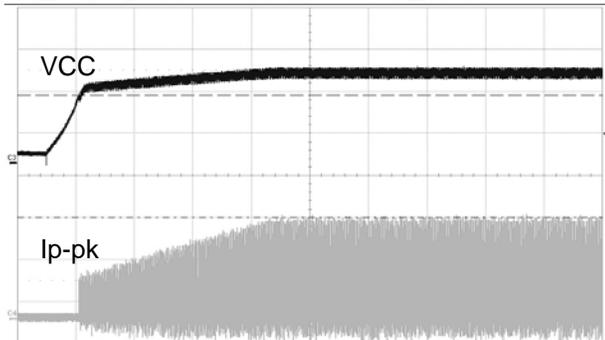


图 (9) 软启动

GATE 输出电压钳位

IS31LT3932 的 VCC 供电电压范围 8~30V, 而部分 MOS 管的 GS 耐压为 20V, 为了保证 VCC 电压大于 20V 的情况下正常驱动 MOS 管, 对 IC 的信号输出引脚的电压钳位在 16.5V (典型值)。当 VCC 电压低于钳位电压值时, GATE 电压跟随 VCC 电压。

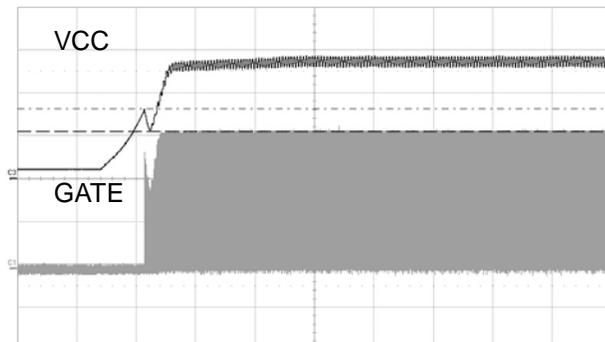


图 (10) 门电压钳位

电压跟随与主动功率因数校正

VSINE 引脚的功能是检测输入电压波形, 该波形用来主动功率因数校正和控制初级峰值电流。VSINE 内部采用峰值电压检测, 该峰值电压范围是 0.75~2.5V, 对应于 AC85~265V 的输入电压范围, AC265V 的峰值 374.7V 对应 2.5V。由以上关系可以得到最接近的电阻取值: R5+R9=2.0MΩ, 精度 1%, 封装 1206; R18=13kΩ, 精度 1%, 封装 0805。C7 电容用来滤除高频干扰, 推荐使用 1nF。

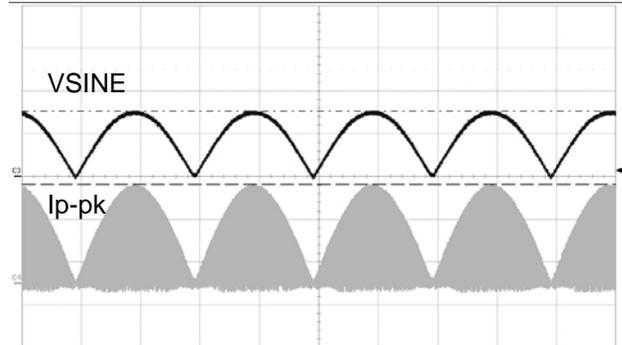


图 (11) 主动PFC

工作频率

系统工作频率由 FB 引脚电压与 CT 引脚电阻阻值决定。其计算公式为:

$$f = 50k \times \frac{V_{FB}}{0.8V} \times \frac{300}{R_{CT}(k\Omega)}$$

输出开路保护

当输出端开路时, 输出电压将升高, 辅助绕组电压跟随输出电压升高。因此, 只需要检测辅助绕组电压就可以检测到输出电压。辅助绕组电压整流以后, 通过电阻 R22 与 R23 分压后, 输入到 FB 引脚内部比较器正端, 比较器负端连接 1.24V 的基准电压, 当 FB 引脚电压等于或大于 1.24V 时, IC 的 GATE 输出长时间的低电平。该时间与工作频率有关, 当工作频率为 50kHz 时, 该时间为 160ms。计时结束后, GATE 再次输出正常工作频率信号。在长时间的低电平期间, 次级电容通过自身及放电电阻放电, 输出电压降低。最终处在一个动态平衡状态。

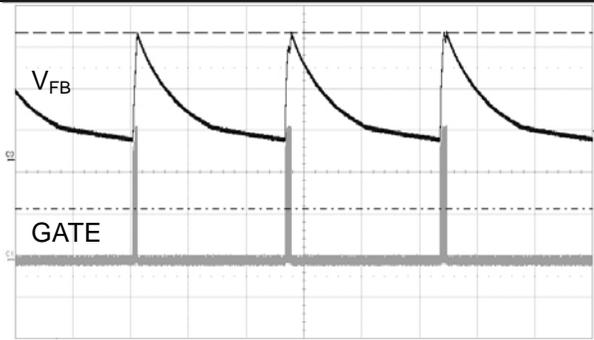


图 (12) 输出开路保护

输出短路保护

如果输出端瞬间或长时间短路，输出电压为零，由于辅助绕组电压与输出电压成在匝比的关系，辅助绕组电压为零，IC 的 VCC 外部电容放电，当该电容电压放电至 IC VCC 的欠压阈值 7V (典型值) 时，IC 停止工作，GATE 输出低电平。直到输出端短路状态解除，IC 恢复正常工作。

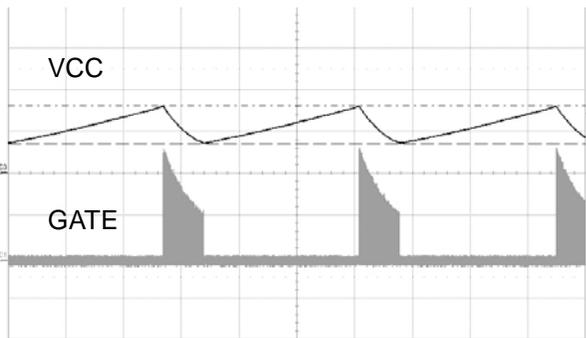


图 (13) 输出短路保护

欠压保护

VCC 引脚电压低于 7V (典型值) 时，IC 将停止工作，GATE 输出低电平。

CS 过电流及短路保护

当 IS31LT3932 的 CS 引脚短路到 GND 时，CS 电压无法达到阈值电压，MOS 管一直处于导通状态，如果不及关断，将会损毁整个系统。为了解决该问题，IC 内部集成了最大占空比保护电路，当 1 个周期内占空比达到 100% 时，IS31LT3932 的 GATE 端将输出 40ms 的低电平。如此循环，直到短路状态解除。

CS 过电流保护，当设计不合理，MOS 管导通时间太短，电流上升速度太快，在正常 CS 0.5V 阈值电压达到后，到 MOS 管关断的时间内，CS 电压达到 0.7V，或变压器磁饱和导致 CS 电压迅速升到 0.7V 时，IS31LT3932 的 GATE 端将输出 40ms 的低电平。如此循环，直到状态解除。

恒流控制

通过 VSINE 引脚将输入电压波形引入，作为 CS 内部阈值，为了保证在不同输入电压的情况下，输入电流恒定，内部使用了 AGC (自动增益控制) 模块，使得不同输入电压下 CS 的阈值均为 0.5V。这样我们就得到了恒定的输入电流，只要维持工作频率恒定，工作在 DCM

模式，不同输入电压下输入功率一定，也就是恒定功率。

由于负载 LED 灯的个数变化时，输出电压会变化，那么变压器辅助绕组的电压会跟着变化。因此只要检测辅助绕组的电压就可以确定 LED 的个数。IS31LT3932 的 FB 引脚就是用来检测辅助绕组电压，调整工作频率。FB 的电压与 IC 的工作频率成正比。具体计算方式请参考工作频率描述部分。这样就实现了恒流输出。

对于 BUCK 应用，如图 (14) 所示，电感电流工作于 CRM 模式，在单个工作周期内 I_{out} 电流为 $0.5I_L$ ，实线部分为 MOS 管导通时电感电流波形，虚线为 MOS 管关断时电感电流。只要维持 I_L 恒定，工作于 CRM 模式，输出电流 I_{out} 恒定。IC 的 FB 引脚通过检测辅助绕组的电压波谷值来实现电流过零点的检测。当检测到电流过零时，开启 MOS 管，这样就达到 CRM 模式，同时 AGC 保证了 I_L 恒定。系统工作于调频模式。

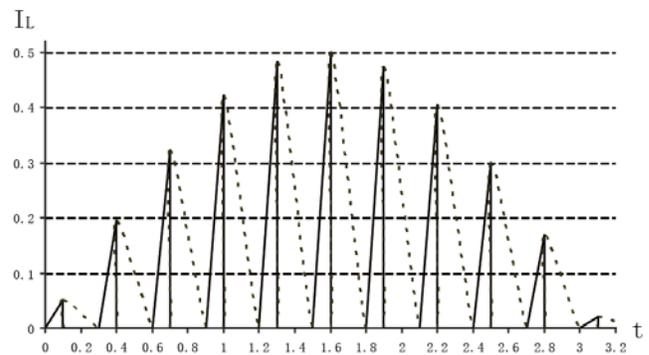


图 (14) 功率电感电流

高频变压器设计

高频变压器设计请使用“3932 参数计算器”。

PCB 设计向导

- (1) 如图 15 和 16 所示，像 IC 周围的元器件 C7,R17,R18,R20,R21,R22,R23,C9 等，必须尽可能近的靠近 IC 放置。
- (2) 滤波电容必须紧靠 IC。
- (3) 开关信号走线尽可能的短，信号线之间不要平行走线。尽量减小功率回路的环路大小。

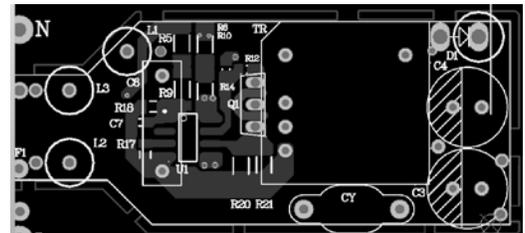


图 (15) 典型 PCB 顶层布线

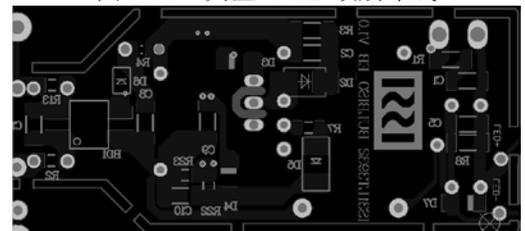


图 (16) 典型 PCB 底层布线

典型应用电路 (该电路适合 15-30V-0.2A 输出)

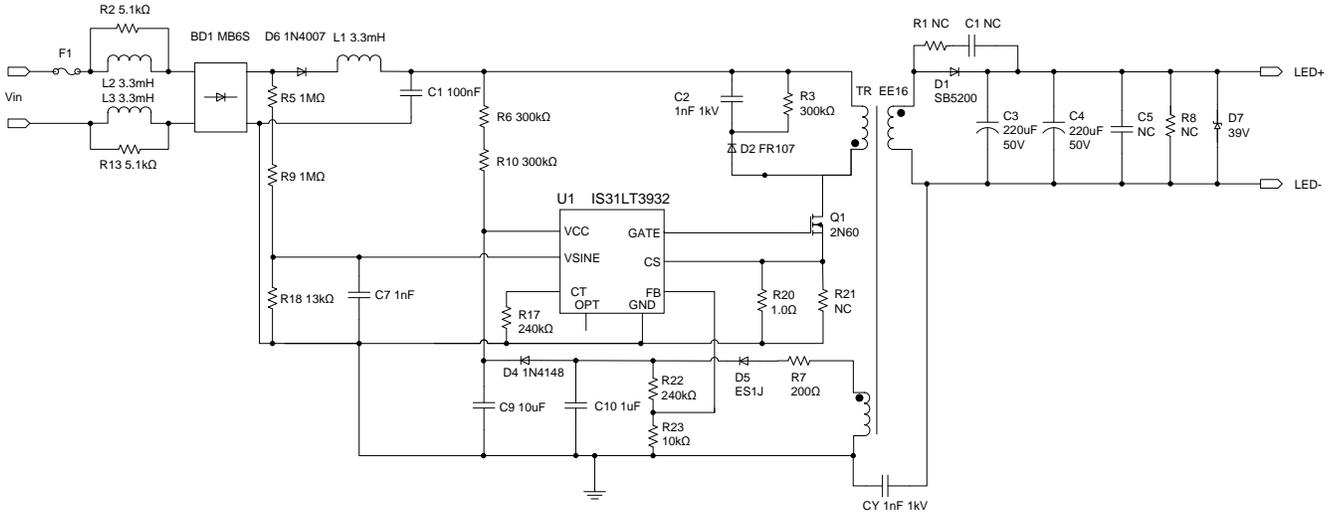


图 (17) 典型隔离应用

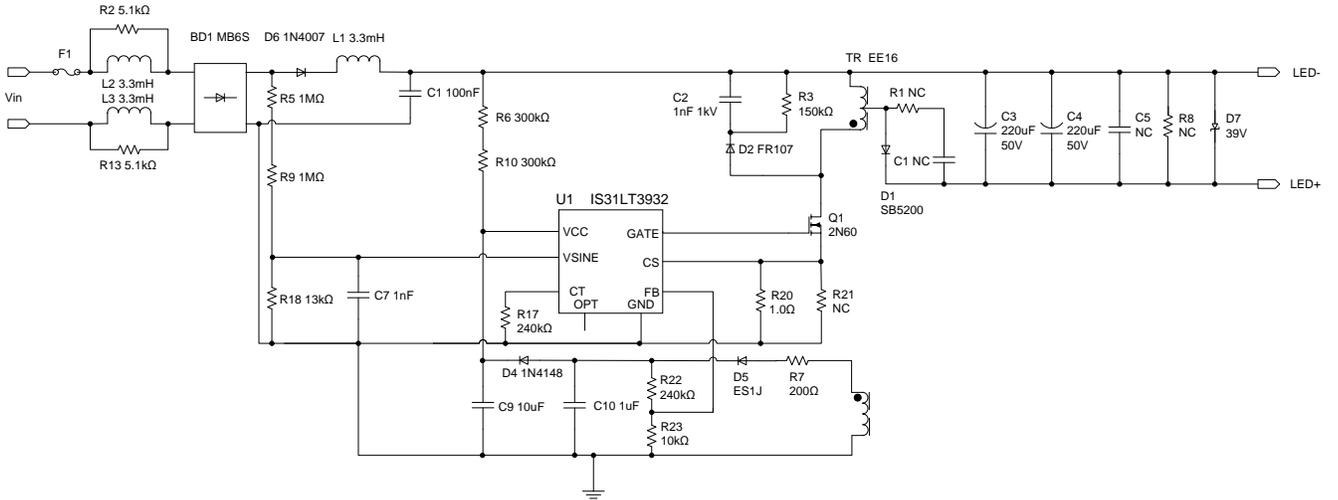
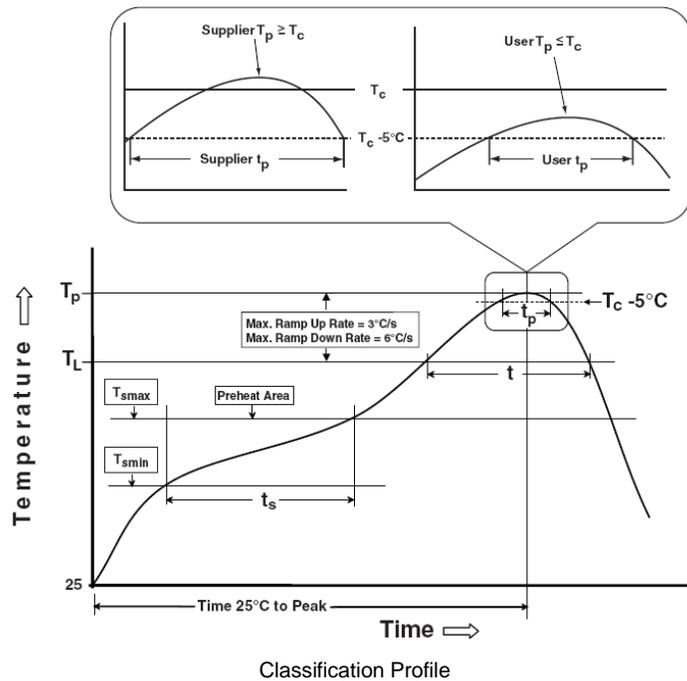


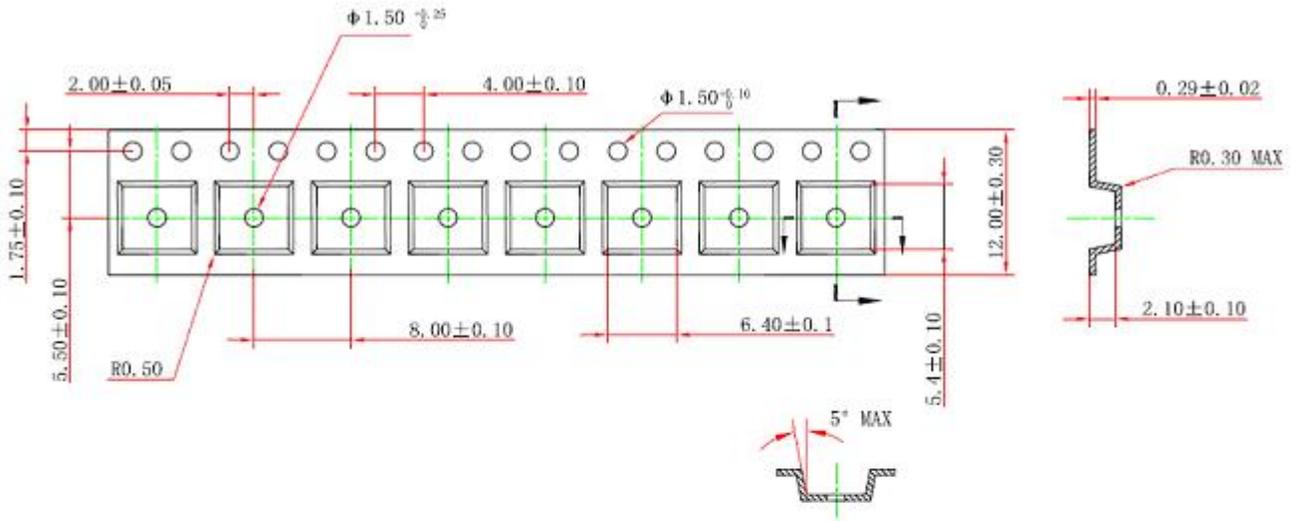
图 (18) 典型非隔离应用

Classification Reflow Profiles

Profile Feature	Pb-Free Assembly
Preheat & Soak Temperature min (T _{smin}) Temperature max (T _{smax}) Time (T _{smin} to T _{smax}) (t _s)	150°C 200°C 60-120 seconds
Average ramp-up rate (T _{smax} to T _p)	3°C/second max.
Liquidous temperature (T _L) Time at liquidous (t _L)	217°C 60-150 seconds
Peak package body temperature (T _p)*	Max 260°C
Time (t _p)** within 5°C of the specified classification temperature (T _c)	Max 30 seconds
Average ramp-down rate (T _p to T _{smax})	6°C/second max.
Time 25°C to peak temperature	8 minutes max.



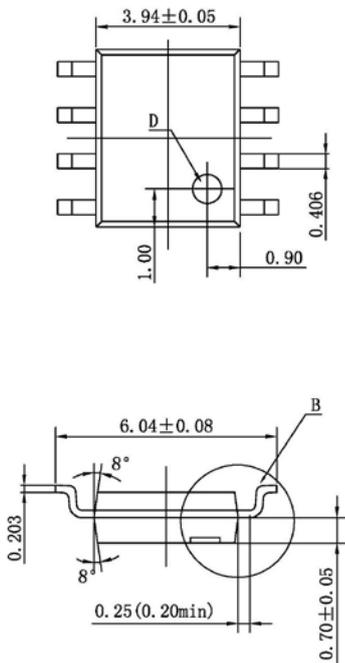
Tape and Reel Information



NOTES:

1. CARRIER TAPE COLOR: BLACK
2. COVER TAPE WIDTH: 9.50 ± 0.10
3. COVER TAPE COLOR: TRANSPARENT
4. SURFACE ANTISTATIC COATED $10^5 \sim 10^{10}$ OHMS/SQ.
5. 10 SPROCKET HOLE PITCH CUMULATIVE TOLERANCE ± 0.20 MAX.
6. IN A REEL CARRIER THE THICKNESS CUMULATIVE TOLERANCE ± 0.05 MAX.
7. CAMBER NOT TO EXCEED 1 MM IN 100 MM (载带直线弯曲度: $\leq 1\text{mm}/100\text{mm}$.)
8. MOLD# SOP8
9. ALL DIMS IN mm.
10. THE DIRECTION OF VIEW:

Package Information



- THE REQUEST OF TECHNOLOGY
1. MOLDED BODY SHALL NOT HAVE CRACK, DAMAGE, ETC;
 2. PACKAGE SURFACES SHALL BE ROUGH, ROUGHNESS AS Ra0.800~1.600
DETAIL "D" ROUND SURFACE SHOULD BE POLISHED FINISH,
ROUGHNESS AS Ra 0.200 WITH DEPTH 0.020~0.050;
 3. OUTSIDE DOWN-LEAD PLATE SHALL NOT HAVE CHANGING
COLOR, SPLOTCHY, FLAKE, ETC;
 4. FORMED LEAD TIP PLANARITY TO DATUM PLANE B IS ±0.025 MAX;
 5. CLEAR MARK IS NEEDED;
 6. ALL UNITS ARE IN MILLIMETER;
 7. THE DIRECTION OF VIEW:

B
30:1