

GENERAL DESCRIPTION

The PT4209 is a flicker-free PWM/analog dimmable, primary side constant current controller which can achieve high power factor in a single stage converter, targeted to applications in solid state lighting. It is designed for the flyback topology, and regulates output current accurately without the secondary feedback loop.

PT4209 works in quasi-resonant mode to reduce the MOSFET switching loss. The device uses extremely low startup and low quiescent current to achieve high efficiency.

A complete set of integrated protection functions allows the PT4209 to protect against all fault conditions such as VCC under-voltage, VCC over-voltage, cycle by cycle current limit, output open/short circuit, Rcs open circuit, transformer winding short circuit and over temperature shut down.

The PT4209 is available in SOP8 package.

FEATURES

- Constant Current Control Without Secondary Feed back
- Flicker-free PWM/analog Dimming (10%-100%)
- Accurate Constant Current Output
- Quasi-Resonant Mode Operation
- Ultra-low ($10\mu\text{A}$) Start Up Current
- Low Quiescent Current (1mA)
- VCC Under Voltage Protection
- Over Voltage Protection by Voltage Holding
- Cycle by Cycle Current Limit
- Rcs Open Circuit Protection
- Transformer Winding Short Circuit Protection
- Output Open/Short Circuit Protection
- Over Temperature Protection

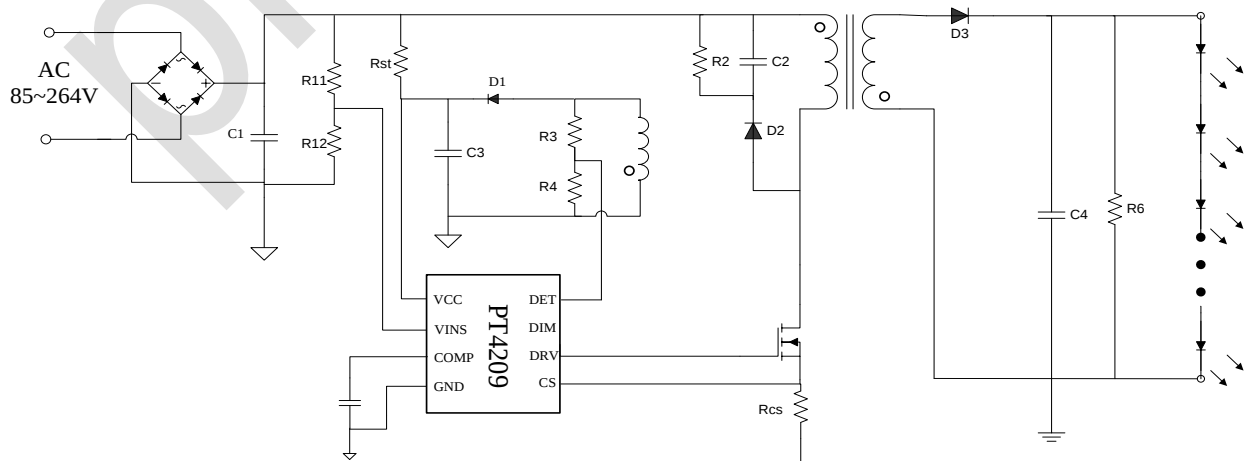
APPLICATIONS

- Solid State Lighting
- Industrial and Commercial Lighting
- Residential Lighting

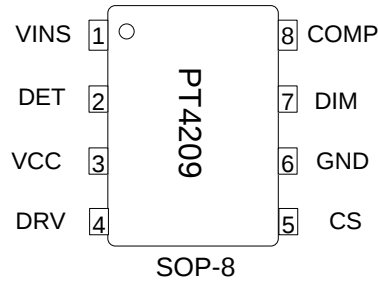
ORDERING INFORMATION

PACKAGE	TEMPERATURE RANGE	ORDERING PART NUMBER	TRANSPORT MEDIA	MARKING
SOP-8	-40°C to 85°C	PT4209ESOH	3000/Tape and Reel	PT4209 xxxxxX

TYPICAL APPLICATION CIRCUIT



PIN ASSIGNMENT



PIN DESCRIPTIONS

PIN No.	PIN NAMES	DESCRIPTION
1	VINS	One of the input pin of the internal multiplier.
2	DET	Auxiliary winding voltage sense pin to detect the moment of zero current of secondary winding, and over voltage.
3	VCC	Power supply pin for all internal circuit.
4	DRV	External MOSFET gate driver pin
5	CS	Primary winding current sensing pin
6	GND	Ground
7	DIM	PWM dimming and analog dimming control pin
8	COMP	Compensation pin for constant current control loop

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (note1)

SYM	PARAMETER	VALUE	UNIT
V_{CC}	V_{CC} DC Supply Voltage	30	V
$V_{V_{CC_Clamp}}$	V_{CC} Clamp Voltage	31	V
$I_{V_{CC_Clamp}}$	V_{CC} DC Clamp Current	10	mA
I_{DET_MAX}	Max DET Pin Current	-50~10	mA
I_{DRV_MAX}	Max DRV Pin Current	1.2	A
V_{DRV}	DRV Pin Voltage Range	-0.3~31	V
V_{CS}	CS Pin Voltage Range	-0.3~31	V
$V_{I/O}$	Other I/O PIN Input Voltage	-0.3~7	V
T_{OPT}	Operating Temp. Range	-40 to 125	°C
T_{STG}	Storage Temp. Range	-55 to 150	°C
$R_{\theta JA}$	SOP8	184	°C/W
HBM	ESD Capability, HBM (note2)	2000	V

RECOMMENDED OPERATING CONDITION

SYMBOL	PARAMETER	VALUE	UNIT
V _{CC}	supply voltage	10 to 23.5	V
T _{OPT}	Operating ambient temperature	-40 to +85	°C

Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Recommended Operating Range indicates conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits. Electrical Characteristics state DC and AC electrical specifications under particular test conditions which guarantee specific performance limits. This assumes that the device is within the Operating Range. Specifications are not guaranteed for parameters where no limit is given, however, the typical value is a good indication of device performance.

Note 2: Human body model, 100pF discharged through a 1.5kΩ resistor.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

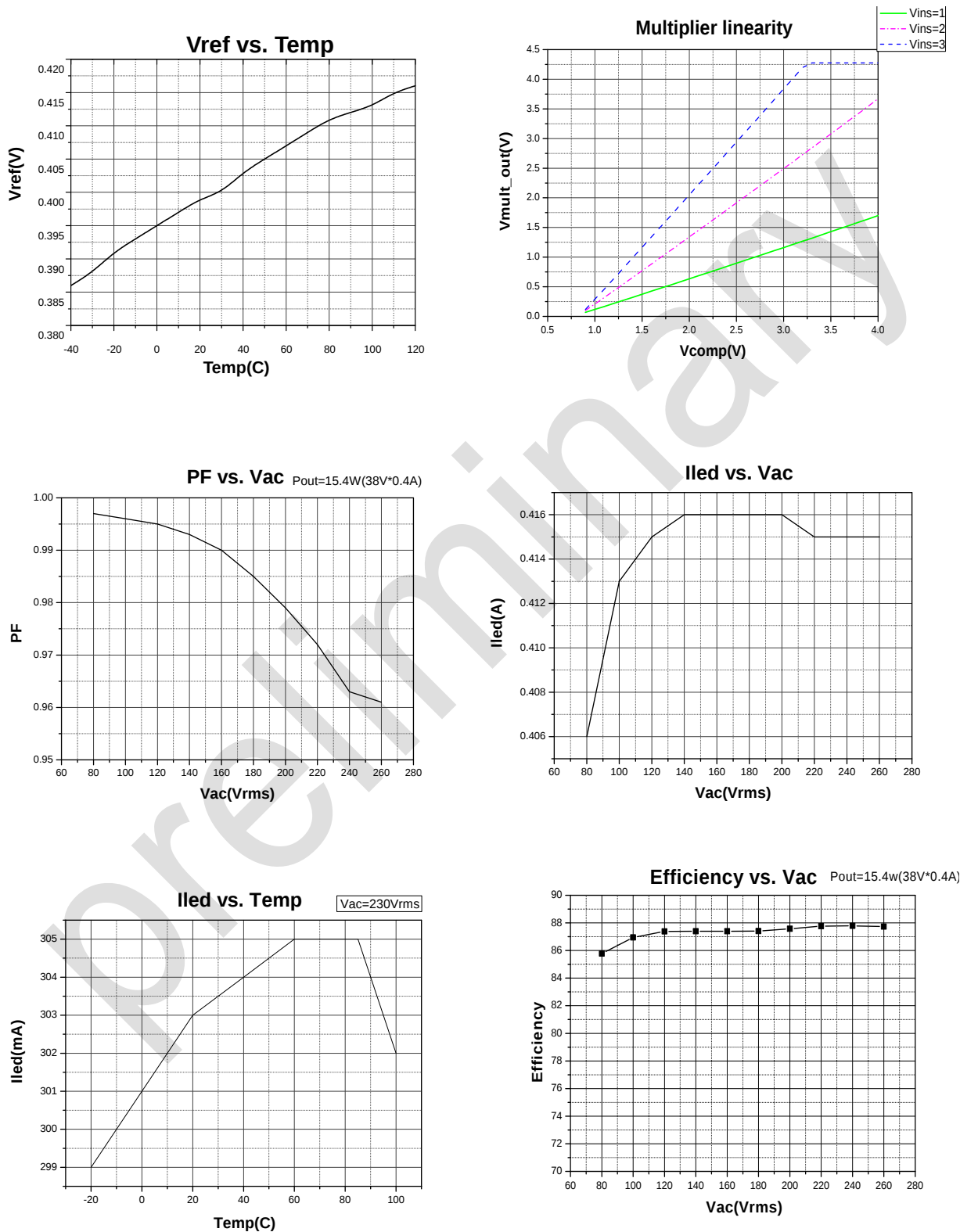
(T_A=25°C, V_{CC}=14V, unless specified otherwise)

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
Supply Voltage & Current (VCC)						
V _{VCC_ON}	VCC voltage to turn on the chip	VCC Rising	13.5	15	16.5	V
V _{VCC_OFF}	VCC minimum operating level	VCC Falling	7.5	8.5	9.5	V
V _{VCC_OVP}	VCC Over Voltage Protection	VCC Rising	24	26	28	V
V _{VCC_OVP_HYS}	VCC Over Voltage Protection Hysteresis			1.3		V
V _{VCC_Clap}	VCC Clamp Voltage	I _{CC} =10mA		31		V
I _{Startup}	Start up Current	VCC=11V		10	30	μA
I _{VCC_QUIET}	VCC Supply Current (No Switching)			1	2	mA
I _{VCC_OPER}	VCC Supply Current (During Working)	F _{DRV_AVG} =70KHz, C _{DRV} =1nF		2	5	mA
Multiplier						
V _{VINS_RANG}	VINS Operation Range		0		4	V
K	Multiplier Gain (note3)		0.5	0.6	0.8	
Error Amplifier						
V _{Ref}	Reference voltage for constant current control		0.392	0.4	0.408	V
G _{EA}	Transconductance			35		μA/V

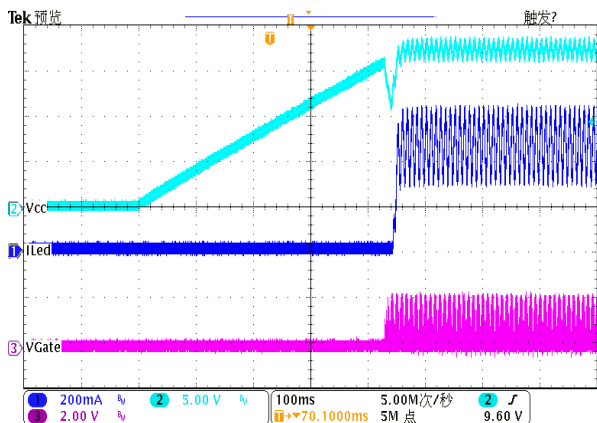
V _{COMP_RANG}	COMP Operation Range		0.8		5	V
Current Sense						
T _{LEB}	Leading edge blanking time			280		ns
V _{CS_Clamp}	Current sense clamp voltage		1.8	2.0	2.2	V
V _{CS_PROT}	Vcs protection trigger voltage		4.1	4.5	4.9	V
DET Pin Sense						
V _{ZCD}	Zero current detect threshold voltage	Falling edge		0		V
V _{ZCD_H}	Zero current detect hysteretic voltage			1.4		V
V _{DET_OVP}	DET over-voltage threshold	1us delay after turn-off	3.6	4	4.4	V
T _{OFF_MIN}	Minimum off time			5		μs
T _{ON_MIN}	Minimum on time			1.0	1.6	μs
T _{Start}	Start timer period	DET pin voltage no more than 0.35V when switch off		50		μs
DIM Set Pin						
V _{DIM}	DIM floating voltage		5.5	6	6.5	V
V _{DIMH}	DIM input logic high level		2.4			V
V _{DIML}	DIM input logic low level				0.7	V
V _{DIM_DC}	DIM input analog dim range		0.7		2.4	V
I _{DIM}	DIM pull up current	V _{DIM} =0V		20		μA
DRV OUTPUT						
V _{DRV_Clamp}	DRV clamp voltage		11	14	17	V
I _{DRV_Source}	Max DRV source current			1		A
I _{DRV_Sink}	Max DRV sink current			-1.2		A
PROTECTION						
T _{SD}	Thermal Shut Down Threshold			150		°C

Note 3: The multiplier output is given by: $V_{CS}=K \cdot V_{VINS} \cdot (V_{COMP}-0.8)$

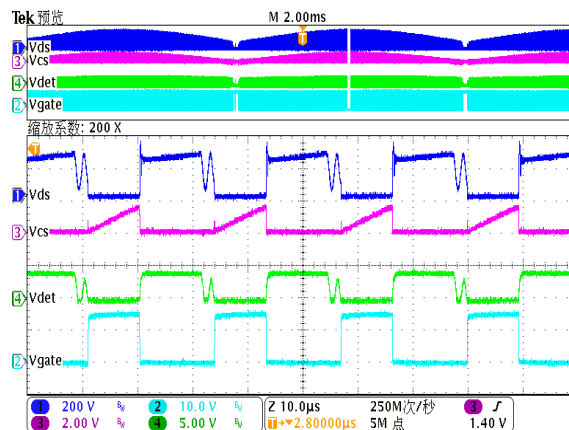
Typical Performance Characteristics



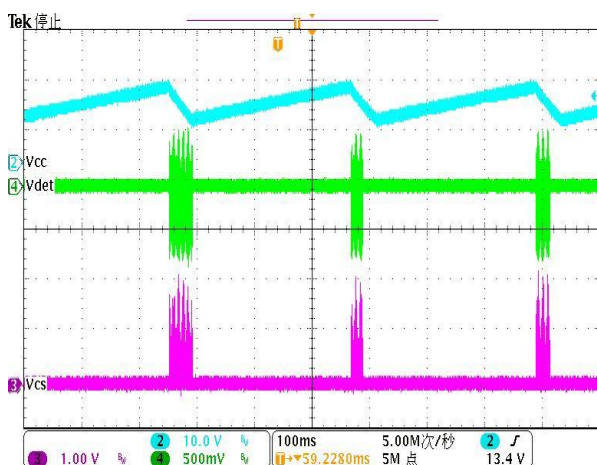
Startup
Vin=90V Load=16*1W



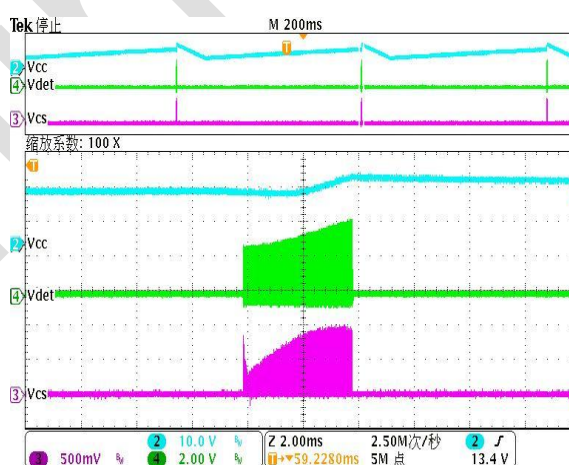
Quasi-Resonant Switching
Vin=90V Load=16*1W



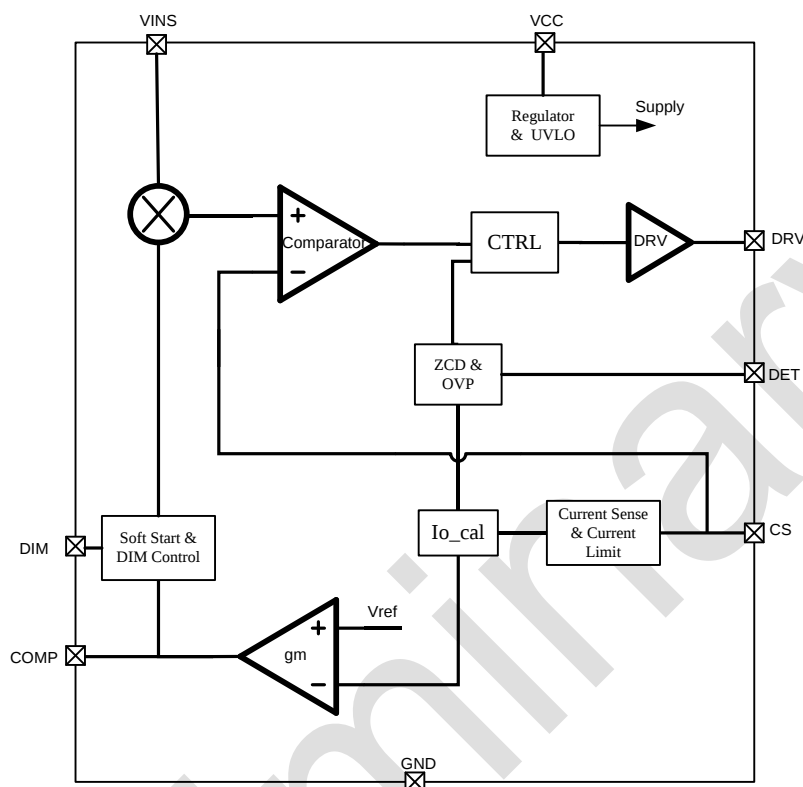
Output Short Protection
Vin=90V Load=16*1W



Output Open Protection
Vin=90V Load=16*1W



SIMPLIFIED BLOCK DIAGRAM



Functional description

The PT4209 is a flicker-free PWM/analog dimmable, primary side constant current controller which can achieve high power factor in a single stage converter, targeted to applications in solid state lighting. It is designed for the flyback topology, and regulates output current accurately without the secondary feedback loop.

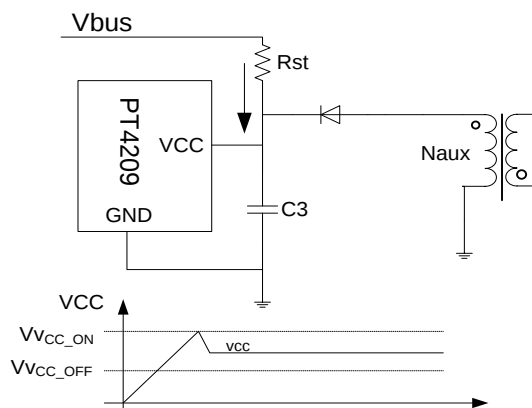
PT4209 works in quasi-resonant mode to reduce the MOSFET switching loss. The device use extremely low start up current and low quiescent current to achieve high efficiency.

A complete set of integrated protection functions allows the PT4209 to protect against all fault conditions such as VCC under-voltage, VCC over-voltage, cycle by cycle current limit, output open/short circuit, Rcs open circuit, transformer winding short circuit and over temperature shut down.

Startup

VCC is the power supply terminal for the PT4209.

Once the AC voltage is applied to the application circuit, the V_{bus} charges the VCC pin up through the start up resistor Rst. When the voltage of VCC exceeds the threshold of V_{VCC_on} , the controller starts to deliver driving pulses to power MOS and VCC is powered by auxiliary winding.



Thanks to the very small start up current, a large start up resistor could be used in the start up circuit to minimize power loss. The maximum voltage VCC pin is clamped by internal Zener diode.

Output Current Setting

Output current can be set by the following equation.

$$I_O = \frac{1}{2} \cdot \frac{V_{ref}}{R_{CS}} \cdot N_{PS} \cdot \eta$$

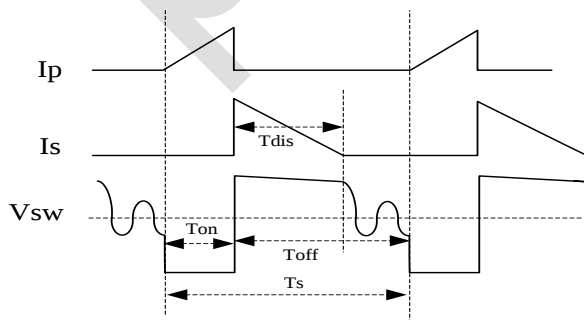
where V_{ref} is the chip internal reference voltage which is 400mV, R_{CS} is the primary side current sensing resistor, N_{PS} is the ratio of primary side winding turns to the secondary side of transformer, η is the efficiency of transformer.

Single-Stage PFC

PT4209 uses a high-linearity, wide input/output voltage range multiplier to achieve high PF and low input current harmonic. It has two input node. One input VINS pin is used to sense Input sinusoidal reference; another input COMP is the output of error amplifier within constant-current loop, its voltage can represent output current level. They are multiplied to be CS voltage reference. By this control strategy, input average current is a sinusoidal shape synchronous with input voltage.

Quasi-Resonant Mode

PT4209 works in quasi-resonant mode for to reduce the power MOS switching loss. To detect a more accurate Tdis (secondary side current discharging time), power MOS will switch on at the second bottom point of the SW waveform (at the drain side of the power MOS) after the power MOS turning off.



PWM Dimming Control

PT4209 detects PWM dimming signal through DIM pin. And the PWM signal(10%-100%) will be used to modulate internal reference voltage which is used for output current control. The dimming signal's frequency is preferred to be larger than 20 kHz to avoid audible noise.

Analog Dimming Control

Analog dimming signal can be detected through DIM pin. And the analog dimming signal will be transferred to PWM signal whose duty circle will be proportional to analog dimming signal's voltage value. And this internal PWM signal will be used to modulate internal reference which is used for output current control as PWM dimming control.

Current Limit

The current limit circuit senses the current in the power MOS. When this current exceeds the internal threshold, the power MOS turns off for the rest of that cycle.

Short Circuit Protection

During the output short circuit period, the power MOS will switch at frequency of about 20 kHz and CS is clamped at 0.8V to reduce short-circuit state power dissipation, and there will be no current charge to the VCC capacitor, and VCC voltage will fall to Vvcc_off threshold voltage. Under this condition, the controller enters hiccup mode operation. This hiccup behavior will continue until the short circuit condition is removed.

VCC Over Voltage Protection

The controller includes a VCC over-voltage protection circuitry, which will turn off the power MOS if the VCC pin voltage is above 26V so that VCC pin voltage will stop rising in fault condition. When VCC pin voltage falls to 1.4V below 26V, power MOS switching will return to normal operation.

Output Over Voltage Protection

Output over-voltage protection circuitry will shut down the IC when the feedback pin DET voltage is above 4V for 3 consecutive switching cycles. In this condition, the controller enters hiccup mode operation. The hiccup

behavior will continue until the output over voltage condition is removed.

Rcs Open Circuit Protection

When Rcs is disconnected from the ground side, the controller will detect high voltage on CS pin after power MOS on. If CS pin voltage is larger than the internal threshold, the IC will shut down. Under this condition, the controller will enter a hiccup mode operation. The hiccup behavior will continue until the Rcs open circuit condition is removed.

Transformer Winding Short Circuit Protection

When one of transformer windings is shorted, no matter it's a primary-side winding or a second-side winding, main power loop acts as a conduction line, high voltage will appear at the node of CS. Once CS voltage is larger than 4.5V, the device will shut down immediately and

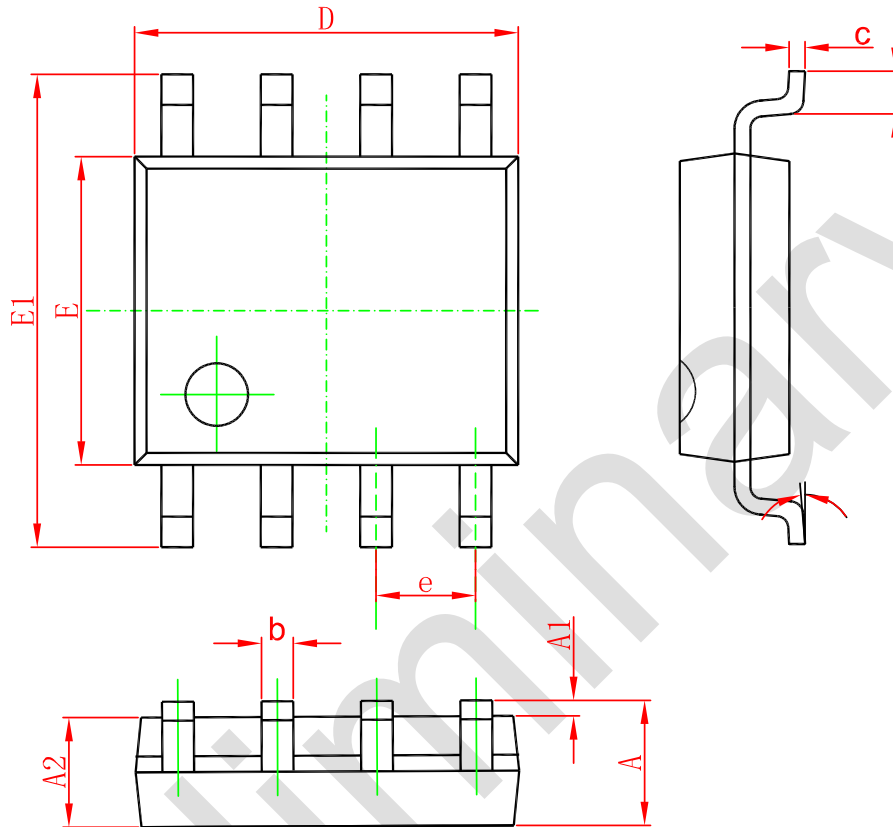
avoid any damage to the power loop devices. Under this condition, the controller will enter a hiccup mode operation. This hiccup behavior will continue until transformer windings short circuit condition is removed.

Over Temperature Protection

The thermal shutdown circuitry senses the junction temperature of the die. If the junction temperature exceeds 150 °C, the device will shut down and enter a hiccup mode operation.

PACKAGE INFORMATION

SOP8



SYMBOL	DIMENSIONS IN MILLIMETERS		DIMENSIONS IN INCH	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.006	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.200
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270(BSC)		0.050(BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°

概述

PT4511 是一款兼容可控硅调光的高精度线性 LED 驱动芯片。采用分段线性架构，在输入电压变化时，自动改变接入的 LED 串数，在整个交流周期内增加了 LED 的点亮时间，从而提高 LED 利用率，具有高功率因数和低谐波失真的性能，并且没有 EMI 的问题。分段 LED 可根据电压降自动切换 LED 灯串，无需外部设置，简化了系统设计。系统外围无需电解电容，电感或变压器等磁性元件，整个系统结构简单，成本低。

PT4511 可设置为 6 段模式或 3 段模式，6 段模式中 6 段 LED 串联，可提高系统效率。3 段模式中 LED 分两串，每串 3 段串联，单芯片即可实现电源开关的调色温功能。

PT4511 6 段模式可以支持主从芯片的并联设计，可以实现电源开关调色温功能，单芯片还可以实现电源开关调光的功能（全亮/半亮切换）。

PT4511 采用专利的电流控制与补偿技术，电流精度可控制在 3% 以内，可由外部电阻设定，峰值电流 70mA。可多芯片并联使用增加电流输出能力。此外芯片还提供了 5V 基准电压输出及调光引脚，支持模拟/PWM 调光，方便扩展应用。

PT4511 内置 LED 开路/短路保护，高温自动降电流及过温保护。

PT4511 采用 SOP-16 (EP) 封装。

特点

- 6 段/3 段分段式线性 LED 驱动芯片
- 无须电解电容及磁性元件
- 内部集成高压功率管
- 可根据 LED 压降自动切换 LED 灯串
- 主从芯片并联应用，可实现电源开关调色温
- 单芯片可实现电源开关调亮度（全亮/半亮）
- LED 输出电流可调，支持最大峰值电流 70mA
- 支持多芯片并联以增加电流输出能力
- $\pm 3\%$ LED 输出电流精度
- 启动时间 $< 0.5\text{s}$
- 兼容可控硅调光器
- 提供 5V 电压输出
- 高 PF，低 THD，优异的 EMI 性能
- LED 开路/短路保护
- 过温保护及高温自动调节电流功能
- 采用 SOP-16 (EP) 封装

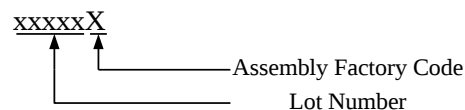
应用

- LED 蜡烛灯
- LED 球泡灯/射灯
- 其他紧凑型 LED 照明产品

订购信息

封装	温度范围	订购型号	包装打印	产品打印
SOP-16(EP)	-40°C to 85°C	PT4511EESP	3000 颗/盘 编带	 PT4511 XXXXXX

Note:



典型应用电路

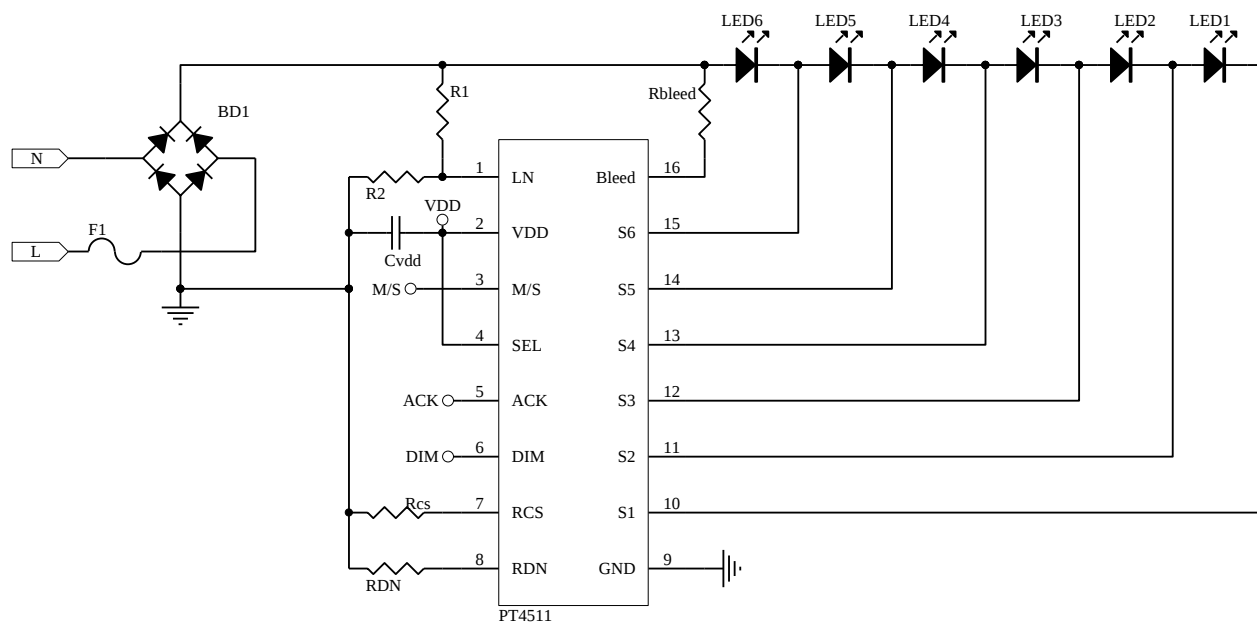


图 1：6 段式 LED 应用

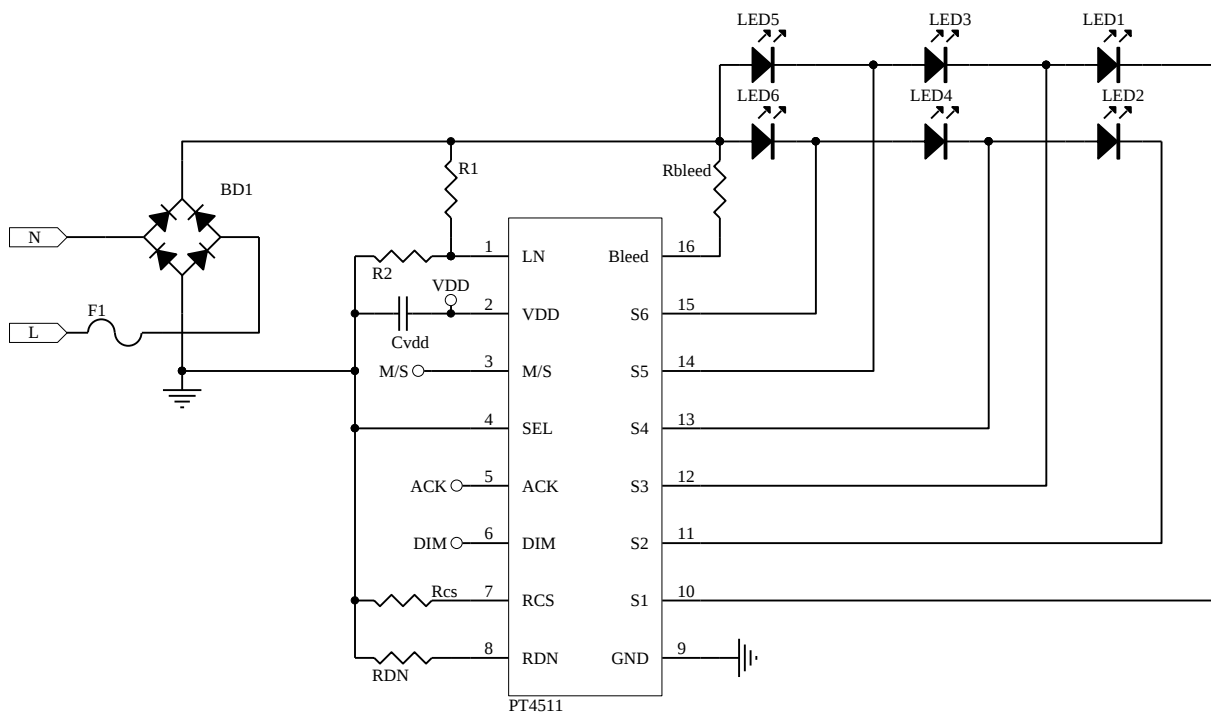


图 2：3 段式 LED 应用

管脚

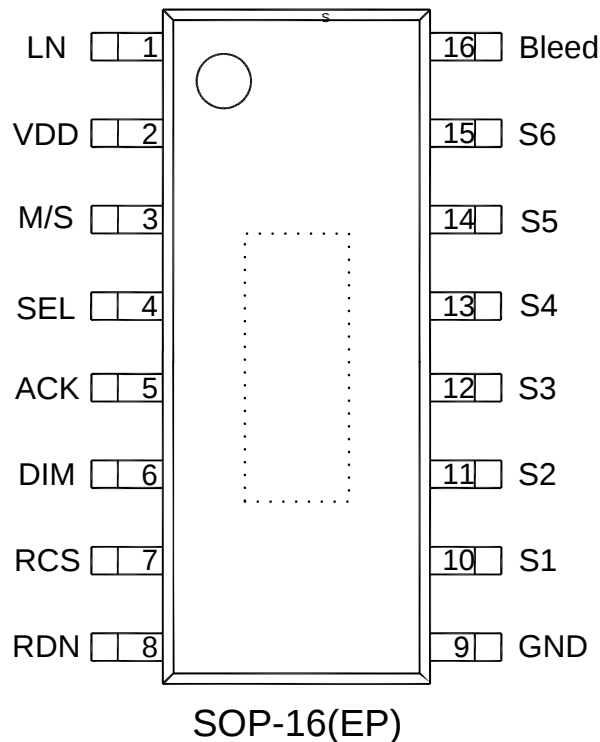


图 3：封装及管脚定义

管脚描述

引脚号码	引脚名称	引脚功能描述
1	LN	电源开关功能检测端，引脚悬空可屏蔽该功能。
2	VDD	内部供电及 5V 输出。
3	M/S	主从芯片控制。M/S 接 VDD，主芯片模式。M/S 接 GND，从芯片模式。
4	SEL	6 段/3 段模式选择。SEL 接 VDD，6 段模式。SEL 接 GND，3 段模式。
5	ACK	主从模式应答信号。M/S 接 VDD 时 ACK 为输出信号。M/S 接 GND 时 ACK 为输入信号。
6	DIM	调光引脚。0.5~2.5V 为模拟调光区间，0~5V 实现 PWM 调光。内置 1M 上拉电阻到 VDD。
7	RCS	LED 输出电流设置端。
8	RDN	Bleed 电流设置端，可控硅调光时设定 Bleed 电流。
9	GND	接地引脚。
10	S1	恒流输出端口 1
11	S2	恒流输出端口 2
12	S3	恒流输出端口 3
13	S4	恒流输出端口 4
14	S5	恒流输出端口 5
15	S6	恒流输出端口 6
16	Bleed	Bleed 电阻接口及芯片电源输入端。

极限参数 (注 1)

符号	参数	参数范围	单位
Bleed, S3, S4, S5, S6	内部 MOSFET 漏极电压	-0.3~500	V
S1, S2	内部 MOSFET 漏极电压	-0.3~300	V
LN, RCS, RDN, SEL, M/S, ACK, DIM	I/O 端口	-0.3~6	V
VDD	基准电压	-0.3~6	V
I _{LED}	LED 峰值电流输出	70	mA
I _{Bleed}	Bleed 电流	20	mA
θ_{JA}	PN 结到环境热阻 (注 2)	60	°C/W
T _J	工作结温范围	-40~150	°C
T _{STG}	存储温度范围	-65~150	°C
ESD	人体模式 (注 3)	2	KV

注 1: 最大极限值是指超出该工作范围, 芯片有可能损坏。推荐工作范围是指在该范围内, 器件功能正常, 但并不完全保证满足个别性能指标。电气参数定义了器件在工作范围内并且在保证特定性能指标的测试条件下的直流和交流电参数规范。对于未给定上下限值的参数, 该规范不予保证其精度, 但其典型值合理反映了器件性能。

注 2: PCB 条件: 双面板, 铜箔厚度 20 μ m, 铺铜面积 21cm², 连接 8 个过孔。

注 3: 人体模型, 100pF 电容通过 1.5K Ω 电阻放电

推荐工作范围

符号	参数	参数范围	单位
I _{LED 1}	6 段模式, 输入电压 220Vac	<50	mA
I _{LED 2}	3 段模式, 输入电压 220Vac	<30	mA

电气参数

(无特别说明, VDD=5V, T_A=25°C)

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{Bleed_ON}	Bleed输入最低电压	I _{Bleed} =500uA			8	V
VDD	VDD工作基准电压	V _{Bleed} >V _{Bleed_ON}	4.75	5	5.25	V
Vuvlo1	VDD欠压保护	VDD falling		4.5		V
Vuvlo1_hys	VDD欠压保护迟滞	VDD rising		0.2		V
Vuvlo2	低电流模式欠压保护	VDD falling		2.5		V
Vuvlo2_hys	低电流模式欠压保护迟滞	VDD rising		0.2		V
I _{VDD_1}	芯片工作电流1	VDD> Vuvlo1		200	300	uA
I _{VDD_2}	芯片工作电流2	Vuvlo1>VDD> Vuvlo2		5		uA
I _{VDD_OUT}	VDD输出电流	VDD> Vuvlo1		1	5	mA
V _{RDN}	Bleed电流设定端电压			0.5		V
V _{RCS}	输出电流设定端电压			1.0		V
I _{OUT}	LED输出电流		10		70	mA
V _{DS_BV1-2}	S1/S2端口耐压	I _{S1} =I _{S2} =0	300			V
V _{DS_BV3-6}	S3/S4/S5/S6端口耐压	I _{S3} =I _{S4} =I _{S5} =I _{S6} =0	500			V
V _{LN1}	电源开关检测功能触发电压	LN电压保持20mS	0		0.3	V
V _{LN2}	电源开关检测功能屏蔽电压		1.1		VDD	V
V _{ACK_Low}	ACK输入低电平	VDD=5V	0		0.3	V
V _{ACK_Mid}	ACK输入中间电平	VDD=5V	1		3	V
V _{ACK_High}	ACK输入高电平	VDD=5V	4		5	V
V _{DIM1}	模拟调光输入电压范围	I _{OUT} =10%-100%	0.5		2.5	V
V _{DIM2}	芯片DIM输出关断		0		0.3	V
I _{VDD_shut}	芯片DIM关断时输入电流	VDD=VDD1, V _{DIM} =0		50		uA
T _{Corner}	功率下降转折温度			135		°C
T _{OTP}	过热保护温度			160		°C
T _{THYS}	过热保护迟滞温度			25		°C

简化模块图

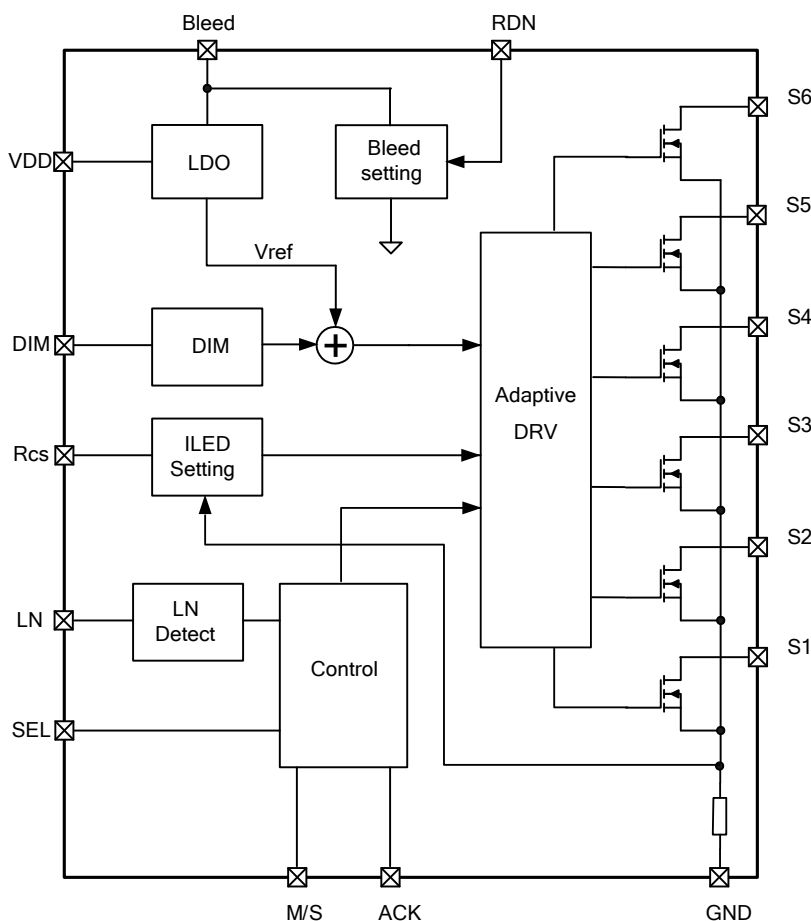


图 4：内部框图

功能描述

PT4511 是一款兼容可控硅调光的高精度线性 LED 驱动芯片。采用分段线性架构，在输入电压变化时，自动改变接入的 LED 串数，在整个交流周期内增加了 LED 的点亮时间，从而提高了 LED 利用率，具有高功率因数和低谐波失真的性能，并且没有 EMI 的问题。分段 LED 可根据电压降自动切换 LED 灯串，无需外部设置，简化了系统设计。系统外围无需电解电容，电感或变压器等磁性元件，整个系统结构简单，成本低。

内部电源（VDD）

系统上电后，母线电压通过 Bleed 电阻经过内部稳压电路对 VDD 电容充电，当 VDD 电压达到 5V 时，芯片内部控制电路开始工作。

当 VDD 电压低于 4.5V 时，芯片会关断输出并进入低功耗模式，此时芯片消耗电流在 5uA 以下。当芯片 LN 检测起作用时，记忆当前工作状态。当 VDD < 2.5V 时芯片就无

法记忆工作状态。

正常工作时 VDD 可作为 5V 电压输出，可以提供高达 5mA 的峰值电流。

电源开关检测（LN）

LN 接分压电阻检测母线电压，当系统电源开关关掉后，LN 会检测到低电平（<0.3V）芯片内部开始计时，LN 持续低电平（<0.3V）20ms 后芯片触发电源开关功能的检测并记忆住当前工作状态。当 VDD 电压在掉到 2.5V 以前时再次打开电源开关，芯片重新开始工作并切换工作状态，实现调色温及调光等功能。通过调整 VDD 电容的容量可以调整电源开关切换响应的保持时间。

当 VDD 电压低于 2.5V 时，LN 的记忆状态会复位，下次开机时按默认的初始状态启动。

在计时阶段，一旦 LN 电压超过 0.3V，芯片会清零计时器并保持当前工作状态。当 LN 电压超过 1.1V 时芯片会屏蔽

电源开关检测这个功能，因此需要注意在输入电压最高时LN电压不要超过1.1V。

LN内部有上拉电阻，因此LN引脚悬空可以屏蔽电源开关检测这个功能。

可控硅调光 (Bleed, RDN)

在可控硅调光时RDN电阻可以设定Bleed电流，当系统总输出电流低于设定值时，芯片内部Bleed电路开始工作，通过Bleed电阻把输出电流维持在设定值。

Bleed 电流的计算公式为：

$$I_{Bleed} = \frac{0.5V \times 10}{R_{RDN}(M\Omega)} (mA)$$

Bleed 引脚同时还提供芯片内部的工作电流。

电压自适应及恒流驱动 (S1-S6, Rcs)

芯片可自适应LED正向压降，在输入电压变化时改变接入的LED灯数，因此可以在整个交流周期内，增加LED被点亮的时间，从而提高LED的利用率和总输出流明数。

芯片可以通过Rcs电阻精确设定LED输出电流。

$$I_{LED} = \frac{1V \times 5}{R_{CS}(M\Omega)} (mA)$$

LED分段导通时，峰值输出电流为 I_{LED} 。

6段模式中， $I_{LED1}=I_{LED}$ ， $I_{LED2}=0.92*I_{LED}$ ， $I_{LED3}=0.84*I_{LED}$ ，

$I_{LED4}=0.76*I_{LED}$ ， $I_{LED5}=0.68*I_{LED}$ ， $I_{LED6}=0.6*I_{LED}$ 。

3段模式中， $I_{LED1}=I_{LED2}=I_{LED}$ ， $I_{LED3}=I_{LED4}=0.84*I_{LED}$ ， $I_{LED5}=I_{LED6}=0.68*I_{LED}$ 。

在高电压输入电压条件下，多余的电压会由S1承担，芯片会检测S1电压，当S1电压偏高后输出电流会往下调，保证输入电压升高时输出电流的恒定。

分段导通时不同的LED电流有利于优化PF和THD。

6 段/3 段模式切换 (SEL)

SEL接VDD时，芯片工作在6段模式，6段LED串联输出。

SEL接GND时芯片工作在3段模式，6段LED分两串，每串3段串联。

主从芯片级联控制 (M/S, ACK)

M/S 接 VDD 时芯片设置为主芯片，此时 ACK 为输出口，输出信号去控制从芯片。M/S 接 GND 时芯片设置为从芯片，ACK 为输入端口，接受主芯片的控制信号。

ACK 的信号有 3 个状态，高电平 (V_{ACK_High})，中间电平 (V_{ACK_Mid})，低电平 (V_{ACK_Low})。

表1 是SEL, LN, M/S, ACK各控制信号的状态一览表。

表1: SEL, LN, M/S, ACK信号状态一览表

状态	SEL	M/S	LN	ACK	状态	应用
A1 (初始态)	VDD	VDD	分压	输出低电平 V_{ACK_Low}	主芯片，6段，全亮，下次A2	主芯片6段调色温
A2	VDD	VDD	分压	输出中间电平 V_{ACK_Mid}	主芯片，6段，半亮，下次A3	
A3	VDD	VDD	分压	输出高电平 V_{ACK_High}	主芯片，6段，不亮，下次A1	
B1	VDD	VDD	悬空	输出高电平 V_{ACK_High}	主芯片，6段，全亮，无切换功能	单芯片6段无切换
C1 (初始态)	VDD	GND	分压	输入无效	从芯片，6段，全亮，下次C2	单芯片6段调亮度
C2	VDD	GND	分压	输入无效	从芯片，6段，半亮，下次C1	
D1	VDD	GND	悬空	输入低电平 V_{ACK_Low}	从芯片，6段，不亮，受ACK控制	从芯片6段调色温
D2	VDD	GND	悬空	输入中间电平 V_{ACK_Mid}	从芯片，6段，半亮，受ACK控制	
D3	VDD	GND	悬空	输入高电平 V_{ACK_High}	从芯片，6段，全亮，受ACK控制	
E1 (初始态)	GND	VDD	分压	输出低电平 V_{ACK_Low}	主芯片，3段，S1开，S2关，下次E2	单芯片3段调色温
E2	GND	VDD	分压	输出中间电平 V_{ACK_Mid}	主芯片，3段，S1开，S2开，下次E3	
E3	GND	VDD	分压	输出高电平 V_{ACK_High}	主芯片，3段，S1关，S2开，下次E1	
F1	GND	VDD	悬空	输出高电平 V_{ACK_High}	主芯片，3段，S1开，S2开，无切换	单芯片3段无切换
G1 (初始态)	GND	GND	分压	输入无效	从芯片，3段，输出全亮，下次G2	单芯片3段调亮度
G2	GND	GND	分压	输入无效	从芯片，3段，输出半亮，下次G1	

调光功能 (DIM)

PT4511 具有调光引脚 DIM，可以实现模拟调光：调光

输入电压范围 0.5V-2.5V (10%-100%)。

PWM 调光：PWM 信号 0-5V。

DIM 内部有 1MΩ 上拉电阻到 VDD。

DIM 为 0V 时芯片会关断输出。

LED 开路/短路

PT4511能自适应LED开路/短路。当某一段LED开路时，系统多余电压会施加在开路LED串的前一段开关上，芯片仍正常调整电流，但是过高的电压会导致芯片发热直至过热保护。

当某一段LED短路时，系统多余的电压会施加在S1开关上，芯片会检测S1电压，当S1电压偏高后输出电流会往下调，保证输入电压升高时输出电流的恒定。但是过高

的电压也会导致芯片发热直至过热保护。

过热调节功能

PT4511具有过热调节功能，在芯片过热时 ($>135^{\circ}\text{C}$) 会逐渐减小输出电流，从而控制输出功率和温升，使芯片温度保持在恒定值，以提高系统的可靠性。过热降电流时输出电流最多减少一半。当芯片温度超过 160°C 时芯片关断输出。系统会不断检测芯片温度，当芯片温度降到 135°C 以下时，系统才能重新恢复正常工作。

应用案例：

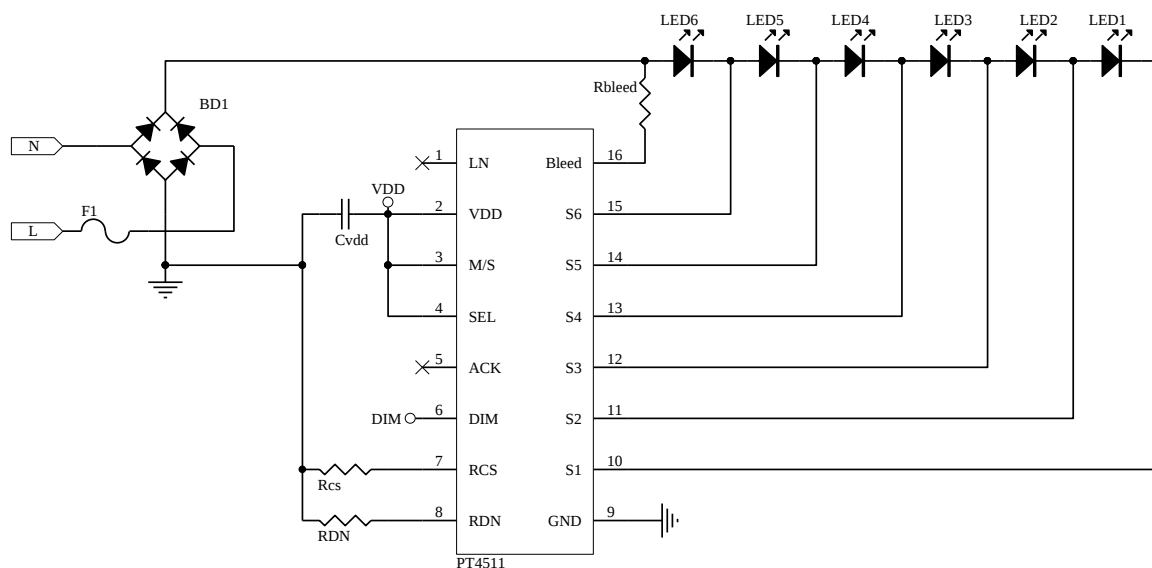


图5：6段LED单芯片应用

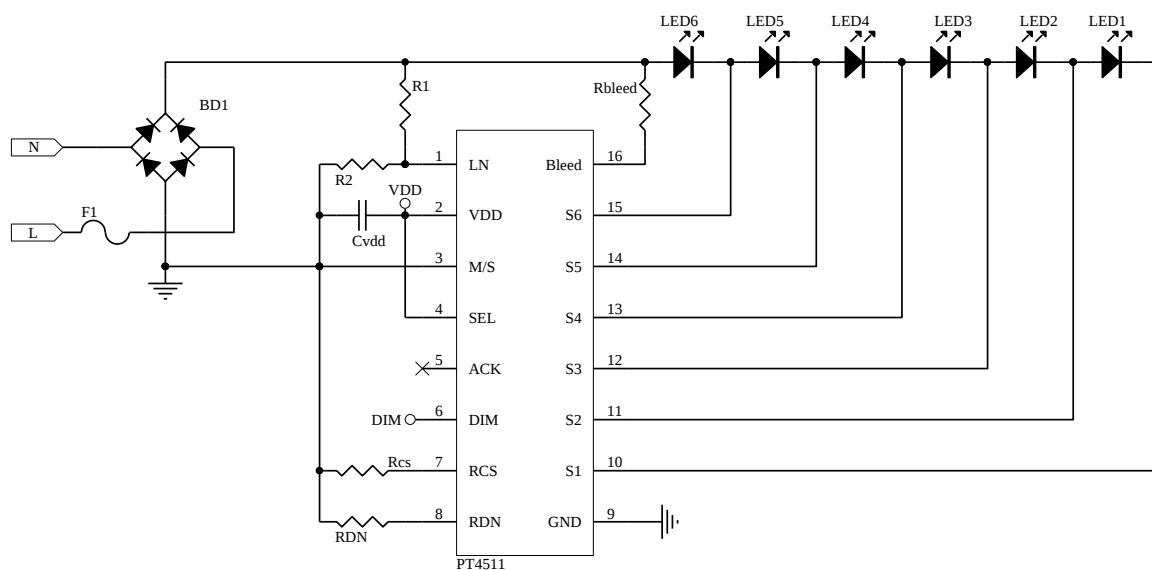


图6：6段LED单芯片电源开关调光应用（全亮/半亮）



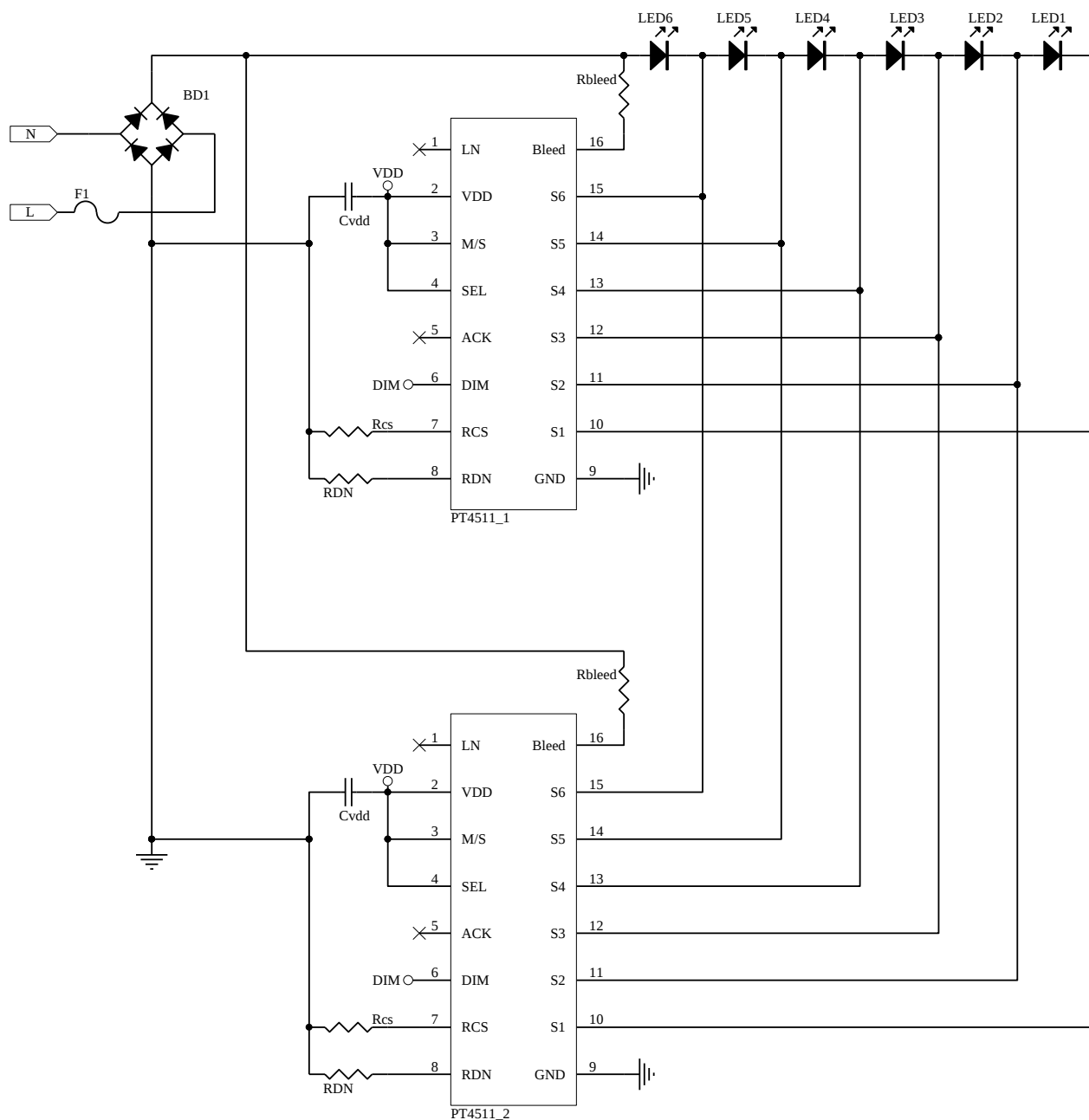


图8：6段LED双芯片并联扩流应用

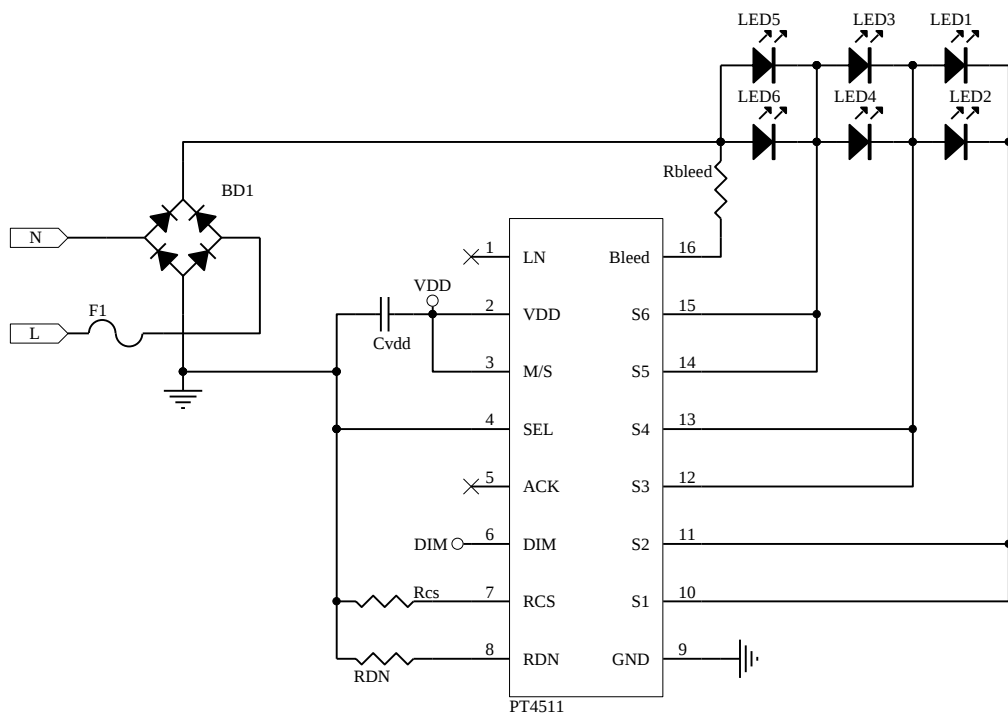


图9：3段LED单芯片应用

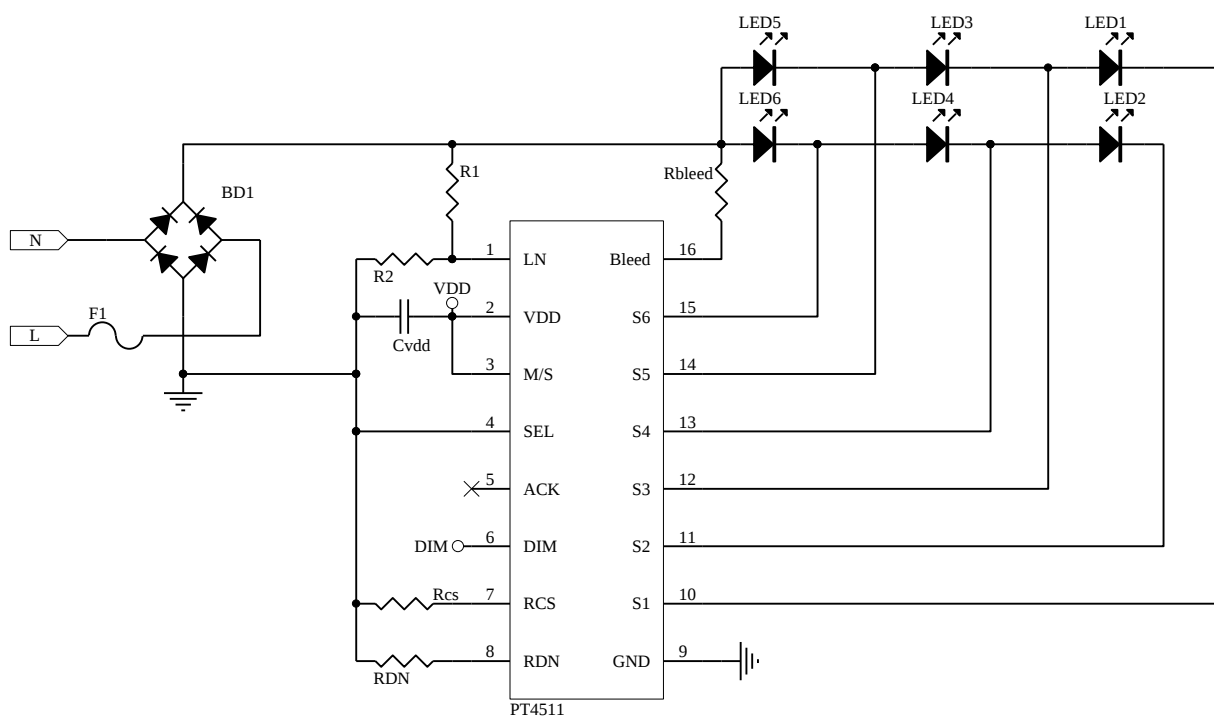


图9：3段LED单芯片电源开关调色温应用

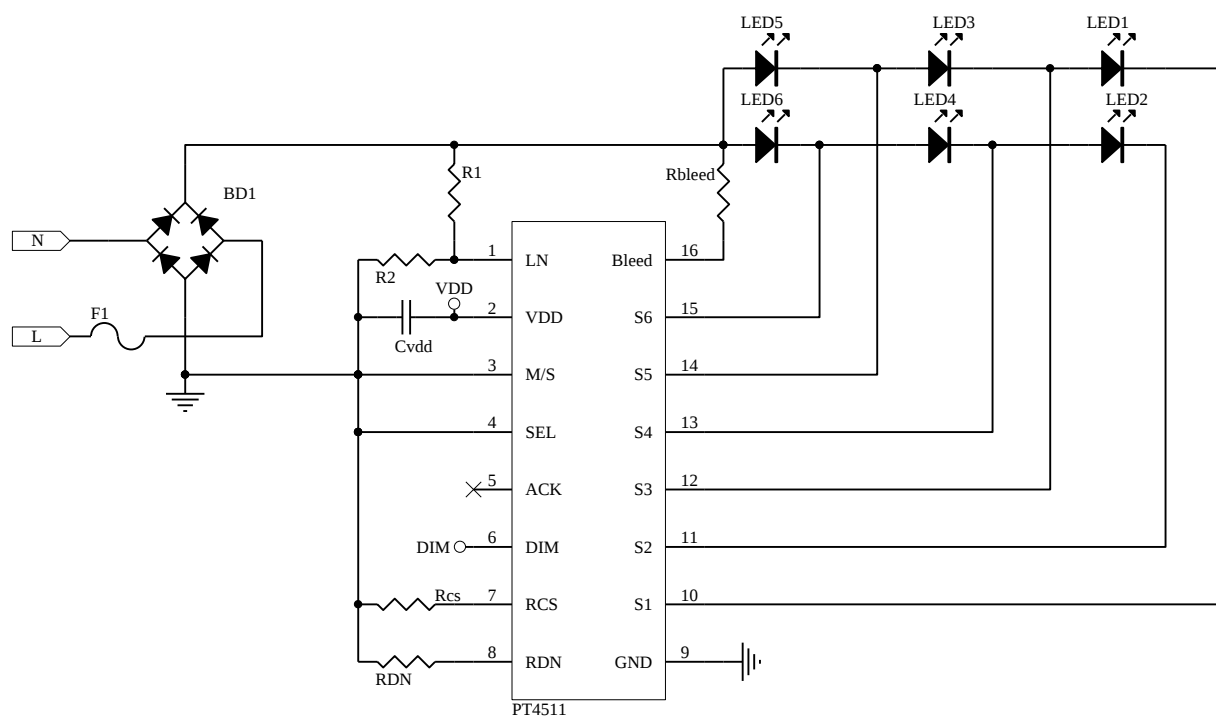
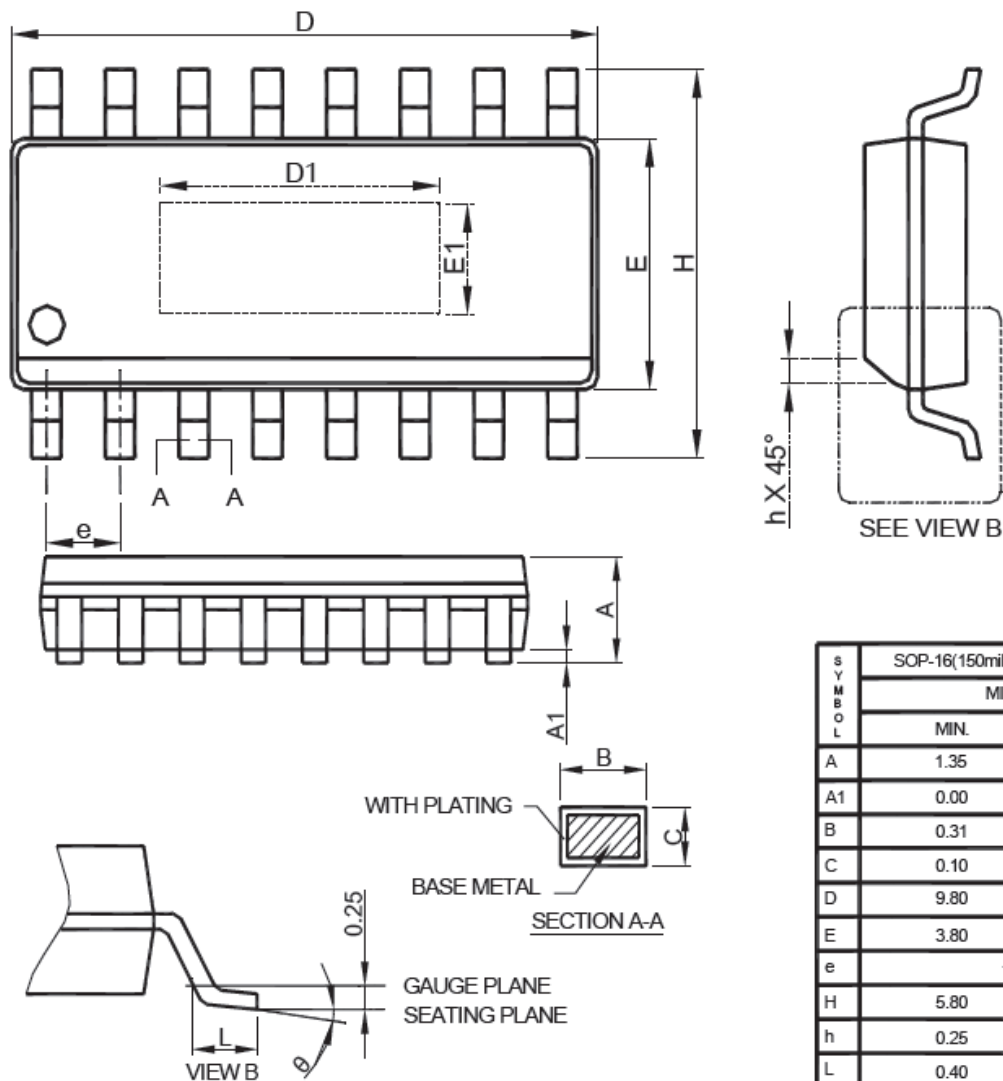


图9: 3段LED单芯片电源开关调光应用 (全亮/半亮)

封装信息

SOP-16(EP)



Note: 1. Refer to JEDEC MS-012AC.

2. Dimension "D" does not include mold flash, protrusions or gate burrs. Mold flash, protrusion or gate burrs shall not exceed 6 mil per side on.
3. Dimension "E" does not include inter-lead flash or protrusions.
4. Controlling dimension is millimeter, converted inch dimensions are not necessarily exact.

SYMBOL	SOP-16(150mil) Exposed Pad (Heat Sink)	
	MILLIMETERS	
	MIN.	MAX.
A	1.35	1.70
A1	0.00	0.15
B	0.31	0.51
C	0.10	0.25
D	9.80	10.00
E	3.80	4.00
e	1.27 BSC	
H	5.80	6.20
h	0.25	0.50
L	0.40	1.27
θ	0°	8°
D1	3.30	5.00
E1	1.30	2.80

概述

PT4515 是一款高精度线性 LED 驱动芯片，采用单段式架构，没有 EMI 的问题。系统外围无需电感或变压器等磁性元件，整个系统结构简单，成本低。

PT4515 采用专利的电流控制与补偿技术，电流精度可控制在 $\pm 3\%$ 以内，可由外部电阻设定，峰值电流 60mA。可多芯片并联使用增加电流输出能力。

PT4515 内置过温及高压自动降电流功能，过温保护功能。

PT4515 采用 TO252-3L、SOT89-3L 封装。

特点

- 外围电路简单，无需磁性元件
- 内部集成高压启动电路
- LED 输出电流可调，支持最大峰值电流 60mA
- 支持多芯片并联以增加电流输出能力
- $\pm 3\%$ LED 输出电流精度
- 优异的 EMI 性能
- 过温自动调节电流功能
- 高压自动调节电流功能
- 过温保护功能
- 采用 TO252-3L、SOT89-3L 封装

应用

- LED 蜡烛灯
- LED 球泡灯/射灯
- 其他紧凑型 LED 照明产品

订购信息

封装	温度范围	订购型号	包装打印	产品打印
TO252-3L	-40°C to 85°C	PT4515ETOW	2500颗/盘 编带	 PT4515 XXXXXX
SOT89-3L	-40°C to 85°C	PT4515E89C	1000颗/盘 编带	 PT4515 XXXXXX

Note:

xxxxxX
 Assembly Factory Code
 Lot Number

典型应用电路

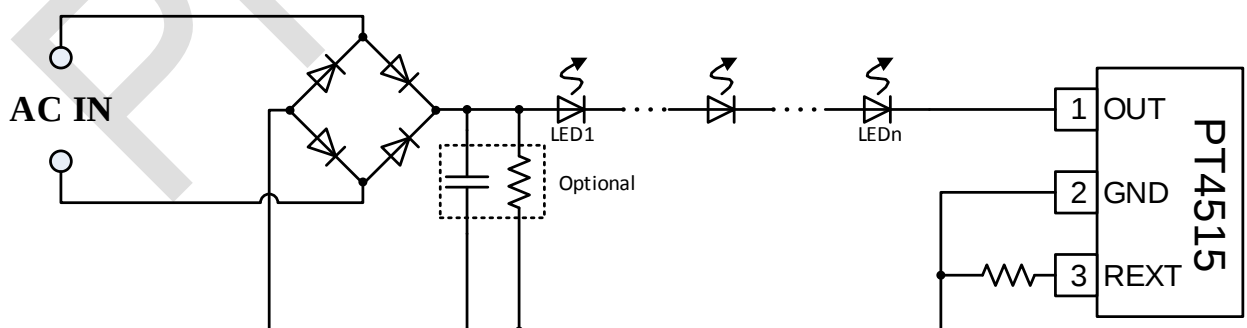


图 1. PT4515 典型应用电路图

管脚

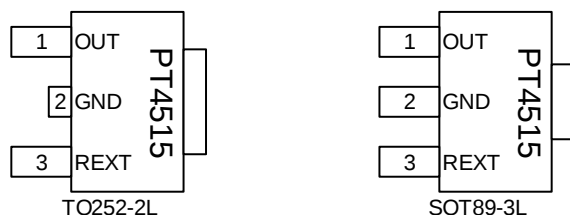


图 2. PT4515 管脚定义图

管脚描述

引脚号码	引脚名称	引脚功能描述
1	OUT	恒流输出端口
2	GND	芯片地
3	REXT	输出电流设置端口

极限参数 (注 1)

符号	参数	参数范围	单位
θ_{JA} (TO252-3L)	PN 结到环境热阻 (注 2)	37	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
θ_{JA} (SOT89-3L)	PN 结到环境热阻 (注 2)	100	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
T_J	工作结温范围	-40~150	$^{\circ}\text{C}$
T_{STG}	存储温度范围	-65~150	$^{\circ}\text{C}$

注 1: 最大极限值是指超出该工作范围，芯片有可能损坏。推荐工作范围是指在该范围内，器件功能正常，但并不完全保证满足个别性能指标。电气参数定义了器件在工作范围内并且在保证特定性能指标的测试条件下的直流和交流电参数规范。对于未给定上下限值的参数，该规范不予保证其精度，但其典型值合理反映了器件性能。

注 2: PCB 条件：双面板，铜箔厚度 2Oz，铺铜面积 2Inch²，连接 8 个过孔。

推荐工作范围

符号	参数	参数范围	单位
I_{LED}	输入电压 220Vac	<60	mA

电气参数

(无特别说明, $T_A=25^{\circ}\text{C}$)

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{OUT_MIN}	OUT输入最低电压	$I_{OUT} = 30\text{mA}$			6.5	V
V_{OUT_BV}	OUT端口耐压	$I_{OUT} = 0$	450			V
I_{DD}	静态电流	$V_{OUT} = 10\text{V}$, REXT悬空		90	250	μA
I_{OUT}	输出电流		5		60	mA
V_{REXT}	REXT端口电压	$V_{OUT} = 10\text{V}$	485	500	515	mV
dI_{OUT}	I_{OUT} 精度	$I_{OUT} = 20\text{mA}$		± 3		%
T_{SC}	温度补偿起始点			140		$^{\circ}\text{C}$
T_{OTP}	过温保护点			165		$^{\circ}\text{C}$
T_{OTP_HYS}	过温保护迟滞			20		$^{\circ}\text{C}$
V_{OVC}	OUT高压降电流起始点			70		V
dV_{OVC}	高压降电流系数	$V_{OUT} = 70\sim 150\text{V}$		0.8		%/V

简化模块图

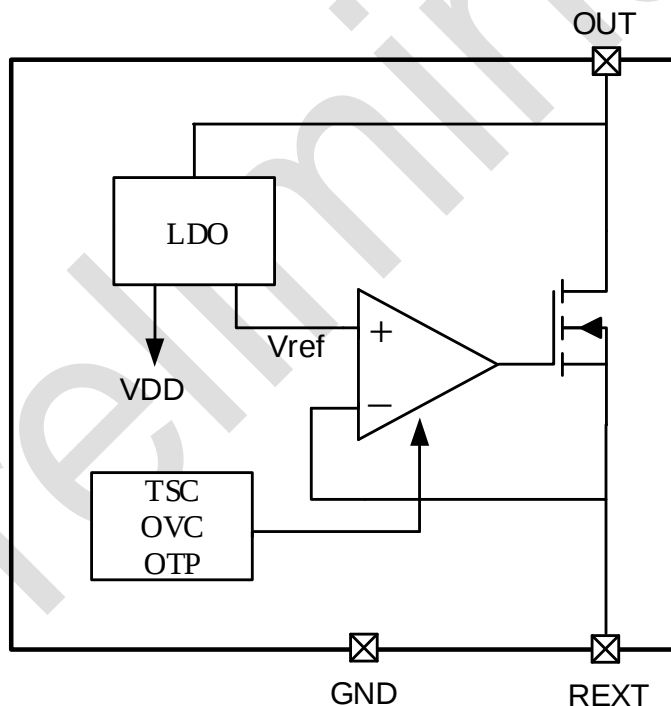


图 3. PT4515 内部模块简化图

功能描述

PT4515 是一款高精度线性LED 驱动芯片,采用单段式线性架构,并且没有EMI 的问题。系统外围无需电感或变压器等磁性元件,整个系统结构简单,成本低。

启动电压(OUT)

PT4515 工作电压由 OUT 引脚提供。当 OUT 引脚电压高于 GND 至芯片开启电压时,PT4515 开始工作,实现恒流控制。

恒流驱动 (OUT, R_{EXT})

芯片可以通过R_{EXT}电阻精确设定LED输出电流。

$$I_{LED} = \frac{500mV}{R_{EXT}(\Omega)} (mA)$$

过热调节功能

PT4515 具有过热调节功能,在芯片过热时

(>140°C)会逐渐减小输出电流,从而控制输出功率和温升,使芯片温度保持在恒定值,以提高系统的可靠性。过热降电流时输出电流最多减少到设定输出电流的四分之一。系统会不断检测芯片温度,当芯片温度降到 140°C 以下时,系统电流恢复正常。当芯片温度超过 165°C 时芯片关断输出。系统会不断检测芯片温度,当芯片温度降到 145°C 以下时,系统才能重新恢复正常工作。

高压降电流功能

PT4515 具有高压降电流功能,在芯片 OUT 引脚电压过高时(>70V)会逐渐减小输出电流,使输出功率保持在近似恒定值,以提高系统的稳定性。高压降电流时输出电流最多减少到设定输出电流的三分之一。系统会不断检测 OUT 引脚电压,当 OUT 引脚电压降到 70V 以下时,系统电流恢复正常。

应用案例

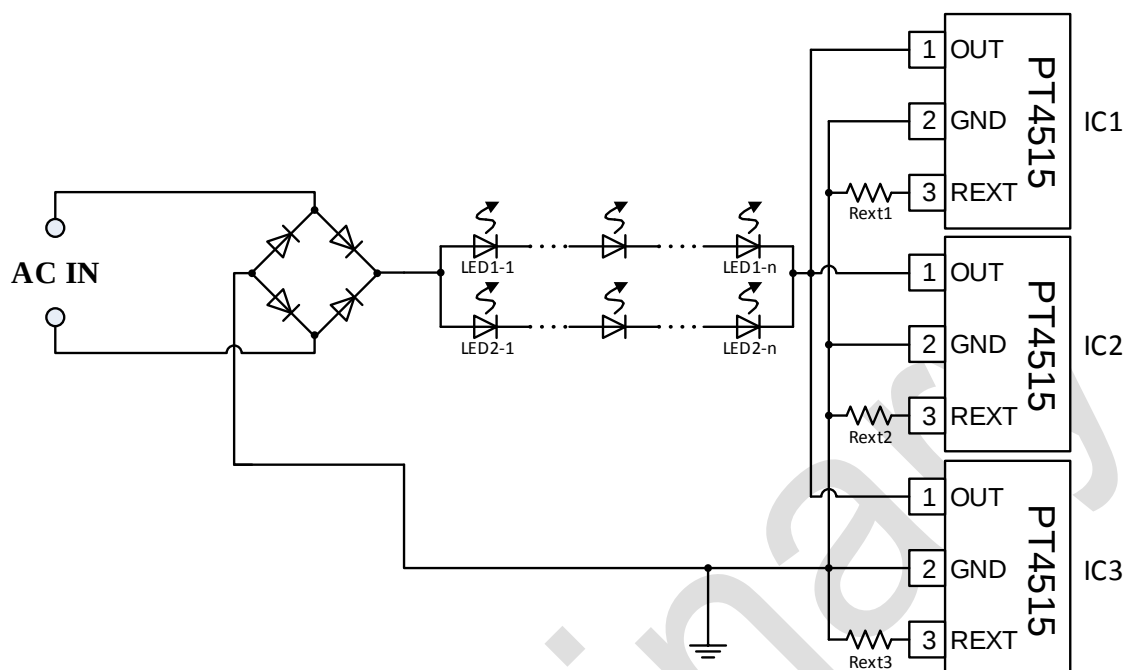


图 4. PT4515 并联应用电路原理图

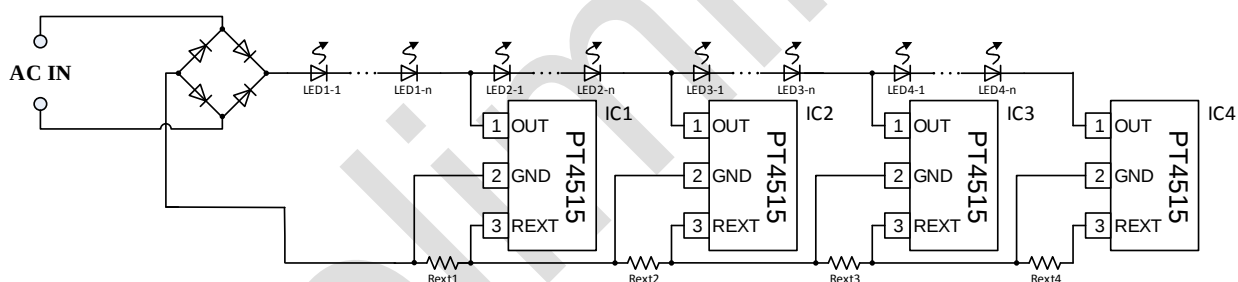


图 5. PT4515 串联应用电路原理图

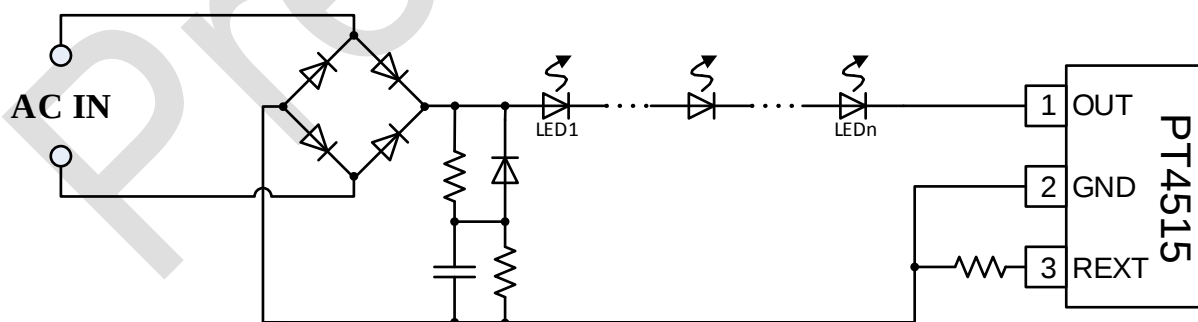


图 6. PT4515 填谷电路应用电路原理图 1

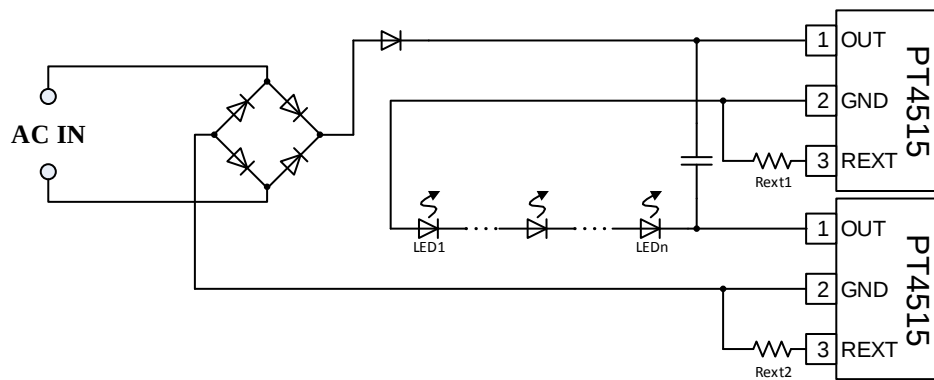
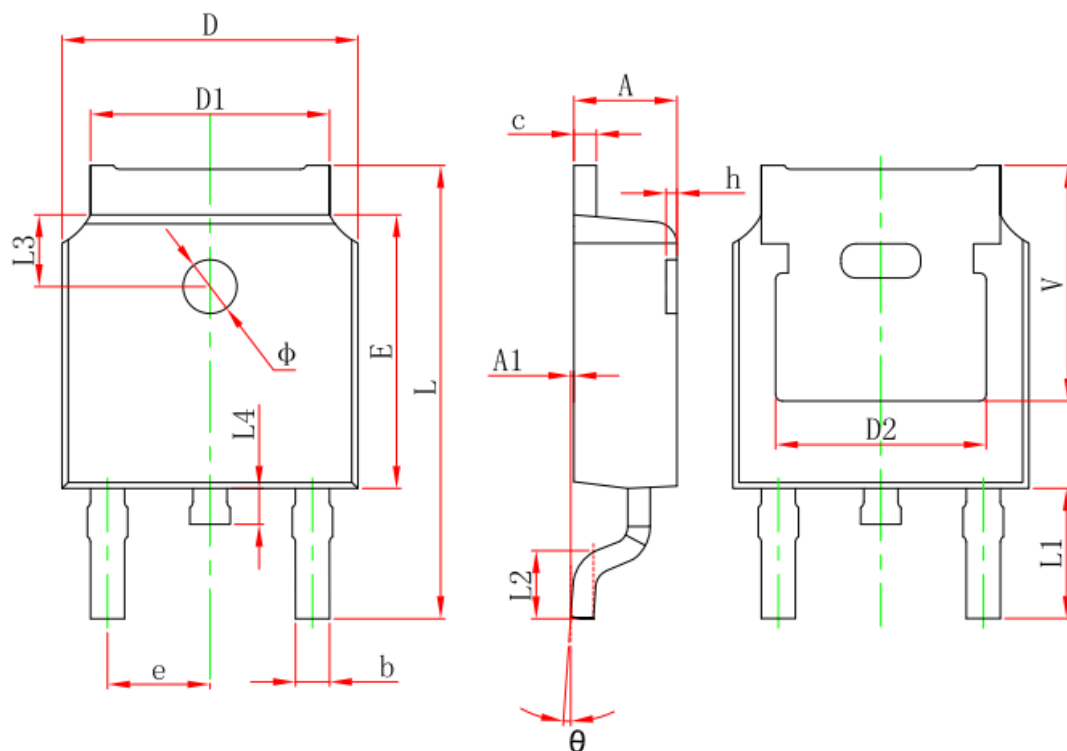


图 7. PT4515 填谷电路应用电路原理图 2

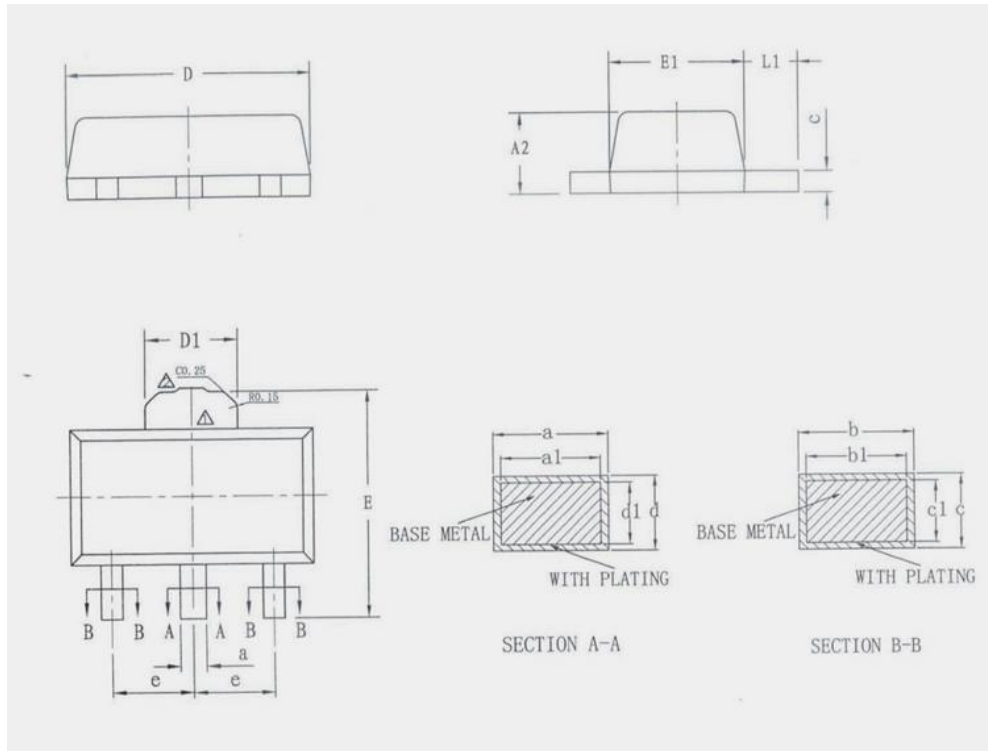
封装信息

TO252-3L



Symbol	Millimeters		Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	2.200	2.400	0.087	0.094
A1	0.000	0.127	0.000	0.005
b	0.660	0.860	0.026	0.034
c	0.460	0.580	0.018	0.023
D	6.500	6.700	0.256	0.264
D1	5.100	5.460	0.201	0.215
D2	4.700	4.920	0.185	0.194
E	6.000	6.200	0.236	0.244
e	2.186	2.386	0.086	0.094
L	9.800	10.400	0.386	0.409
L1	2.900REF		0.114REF	
L2	1.400	1.700	0.055	0.067
L3	1.700	1.900	0.067	0.075
L4	0.600	1.000	0.024	0.039
θ	0°	8°	0°	8°
h	0.000	0.300	0.000	0.012
V	5.300REF		0.209REF	

SOT89-3L



Symbol	Millimeters		Inches	
	Min	Max	Min	Max
A2	1.400	1.600	0.055	0.063
b	0.380	0.470	0.015	0.019
b1	0.370	0.430	0.015	0.017
c	0.360	0.460	0.014	0.018
c1	0.350	0.410	0.014	0.016
a	0.460	0.560	0.018	0.022
a1	0.450	0.510	0.018	0.020
d	0.360	0.460	0.014	0.018
d1	0.350	0.410	0.014	0.016
D	4.300	4.700	0.169	0.185
D1	1.700REF		0.067REF	
E	4.000	4.400	0.157	0.173
E1	2.300	2.700	0.091	0.106
e	1.500BSC		0.059BSC	
L1	0.800	1.200	0.031	0.047

重要声明

华润矽威(POWTECH)有权对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的华润矽威销售条款与条件。

华润矽威保证其所销售的产品的性能符合产品销售时半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在华润矽威保证的范围内, 且华润矽威认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

华润矽威对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用华润矽威的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

华润矽威产品未获得用于FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些华润矽威特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的华润矽威产品才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同意, 对并非指定面向军事或航空航天用途的华润矽威产品进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独立负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

华润矽威未明确指定符合ISO/TS16949 要求的产品不能应用于汽车。在任何情况下, 因使用非指定产品而无法达到ISO/TS16949 要求, 华润矽威不承担任何责任。

概述

PT4516 是一款双通道高精度线性 LED 驱动芯片，采用单段式架构，没有 EMI 的问题。系统外围无需电感或变压器等磁性元件，整个系统结构简单，成本低。

PT4516 采用专利的电流控制与补偿技术，电流精度可控制在 $\pm 3\%$ 以内，可由外部电阻设定，峰值电流 60mA。可多芯片并联使用增加电流输出能力。

PT4516 内置过温及高压自动降电流功能，过温保护功能。

PT4516 采用 SOP-8 和 ESOP-8 封装。

特点

- 外围电路简单，无需磁性元件
- 内部集成高压启动电路
- LED 输出电流可调，单通道最大峰值电流 60mA
- 支持双通道及多芯片并联以增加电流输出能力
- $\pm 3\%$ LED 输出电流精度
- 优异的 EMI 性能
- 过温自动调节电流功能
- 高压自动调节电流功能
- 过温保护功能
- 采用 SOP-8 和 ESOP-8 封装

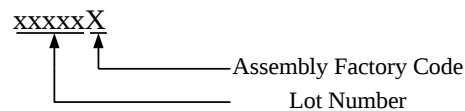
应用

- LED 蜡烛灯
- LED 球泡灯/射灯
- 其他紧凑型 LED 照明产品

订购信息

封装	温度范围	订购型号	包装打印	产品打印
SOP-8	-40°C to 85°C	PT4516ESOH	2500颗/盘 编带	 PT4516 xxxxxX
ESOP-8	-40°C to 85°C	PT4516EESH	2500颗/盘 编带	 PT4516 xxxxxX

Note:

xxxxxX


典型应用电路

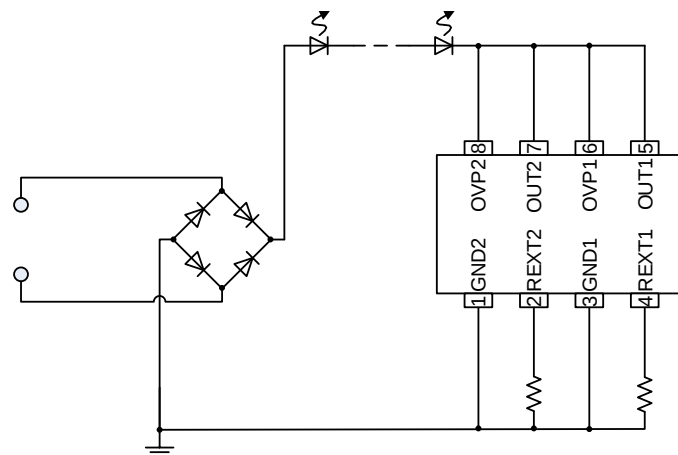


图 1. PT4516 典型应用电路图

管脚

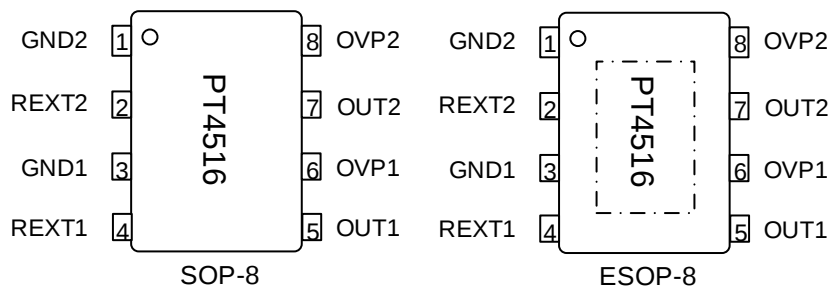


图 2. PT4516 管脚定义图

管脚描述

引脚号码	引脚名称	引脚功能描述
1	GND2	通道 2 GND
2	REXT2	通道 2 电流设置端口
3	GND1	通道 1 GND
4	REXT1	通道 1 电流设置端口
5	OUT1	通道 1 恒流输出端口
6	OVP1	通道 1 过压降电流设置端口（该引脚悬空无过压降电流功能）
7	OUT2	通道 2 恒流输出端口
8	OVP2	通道 2 过压降电流设置端口（该引脚悬空无过压降电流功能）

极限参数 (注 1)

符号	参数	参数范围	单位
θ_{JA} (SOP-8)	PN 结到环境热阻 (注 2)	184	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
θ_{JA} (ESOP-8)	PN 结到环境热阻 (注 2)	63	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
T_J	工作结温范围	-40~150	$^{\circ}\text{C}$
T_{STG}	存储温度范围	-65~150	$^{\circ}\text{C}$
ESD	人体模式 (注 3)	2	KV

注 1: 最大极限值是指超出该工作范围，芯片有可能损坏。推荐工作范围是指在该范围内，器件功能正常，但并不完全保证满足个别性能指标。电气参数定义了器件在工作范围内并且在保证特定性能指标的测试条件下的直流和交流电参数规范。对于未给定上下限值的参数，该规范不予保证其精度，但其典型值合理反映了器件性能。

注 2: PCB 条件：双面板，铜箔厚度 2Oz，铺铜面积 2Inch²，连接 8 个过孔。

注 3: 人体模型，100pF 电容通过 1.5K Ω 电阻放电

推荐工作范围

符号	参数	参数范围	单位
I_{LED}	输入电压 220Vac	<60	mA

电气参数

(无特别说明, $T_A=25^{\circ}\text{C}$)

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{OUTx_MIN}	OUT1,OUT2输入最低电压	$I_{OUT} = 30\text{mA}$			6.5	V
V_{OUT_BV}	OUT1,OUT2端口耐压	$I_{OUT} = 0$	450			V
V_{OVPx_BV}	OVP1,OVP2端口耐压		450			V
I_{DDx}	静态电流	$V_{OUTx} = 10\text{V}$, $REXTx$ 悬空		90	250	μA
I_{OUTx}	输出电流		5		60	mA
V_{REXTx}	REXT端口电压	$V_{OUTx} = 10\text{V}$	485	500	515	mV
dI_{OUTx}	I_{OUT} 精度	$I_{OUTx} = 20\text{mA}$		± 3		%
T_{SC}	温度补偿起始点			135		$^{\circ}\text{C}$
T_{OTP}	过温保护点			160		$^{\circ}\text{C}$
T_{OTP_HYS}	过温保护迟滞			20		$^{\circ}\text{C}$
V_{OVCx}	OVP1,OVP2高压降电流起始点			65		V
dV_{OVC}	高压降电流系数	$V_{OUTx} = 70\sim 150\text{V}$		0.85		%/V

简化模块图

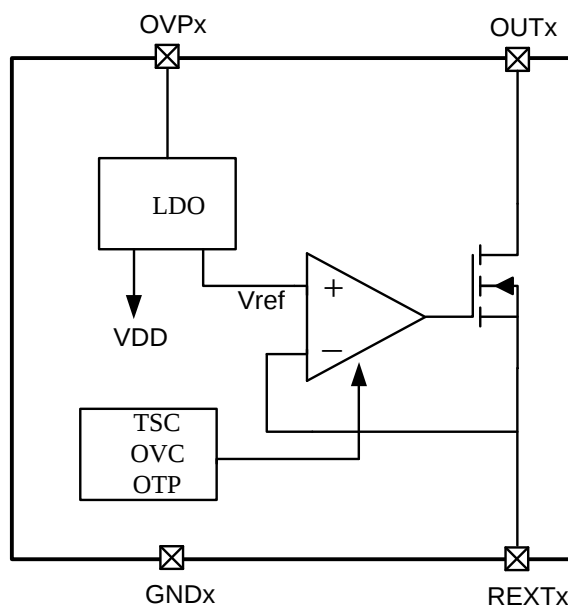


图 3. PT4516 内部模块简化图

功能描述

PT4516 是一款双通道高精度线性LED 驱动芯片，采用单段式线性架构，并且没有EMI 的问题。系统外围无需电感或变压器等磁性元件，整个系统结构简单，成本低。

启动电压(OUTx)

PT4516 工作电压由 OUTx 引脚提供。当 OUTx 引脚电压高于 GNDx 至芯片开启电压时，PT4516 开始工作，实现恒流控制。

恒流驱动 (OUTx, R_{EXTx})

芯片可以通过R_{EXTx}电阻精确设定LED输出电流。

$$I_{LED} = \frac{500mV}{R_{EXTx}(\Omega)}(mA)$$

过热调节功能

PT4516 具有过热调节功能，在芯片过热时(>135°C)会逐渐减小输出电流，从而控制输出功率和

温升，使芯片温度保持在恒定值，以提高系统的可靠性。过热降电流时输出电流最多减少到设定输出电流的四分之一。系统会不断检测芯片温度，当芯片温度降到 135°C 以下时，系统电流恢复正常。当芯片温度超过 160°C 时芯片关断输出。系统会不断检测芯片温度，当芯片温度降到 140°C 以下时，系统才能重新恢复正常工作。

高压降电流功能(OVPx)

PT4516 具有高压降电流功能，在芯片 OVPx 引脚电压过高时(>65V)会逐渐减小输出电流，使输出功率保持在近似恒定值，以提高系统的稳定性。高压降电流时输出电流最多减少到设定输出电流的三分之一。系统会不断检测 OVPx 引脚电压，当 OVPx 引脚电压降到 65V 以下时，系统电流恢复正常。需要过压降电流功能时可将 OVPx 与 OUTx 引脚短接，不需要该功能时可将 OVPx 引脚悬空。

应用案例

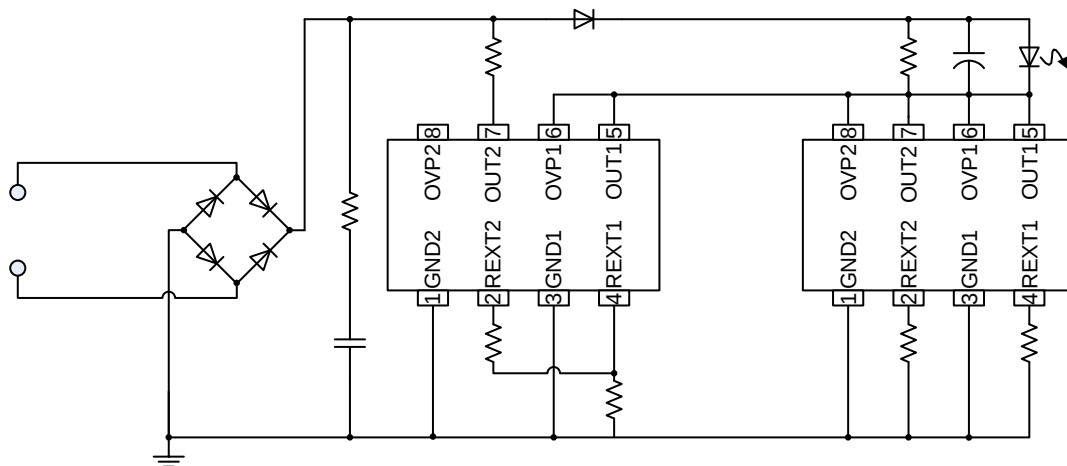
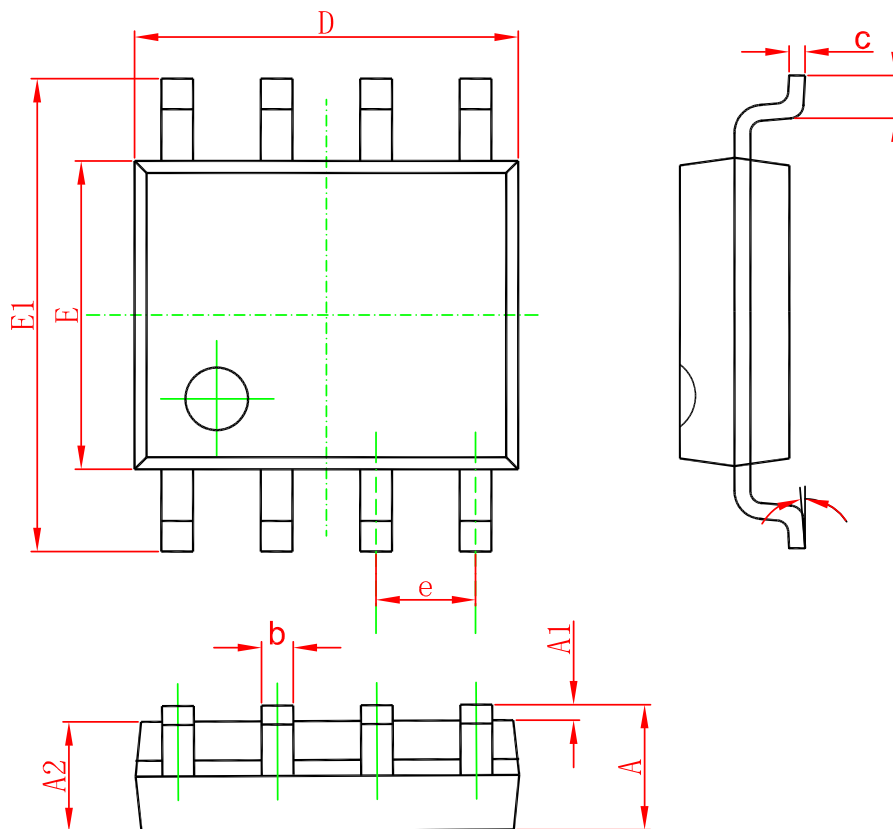


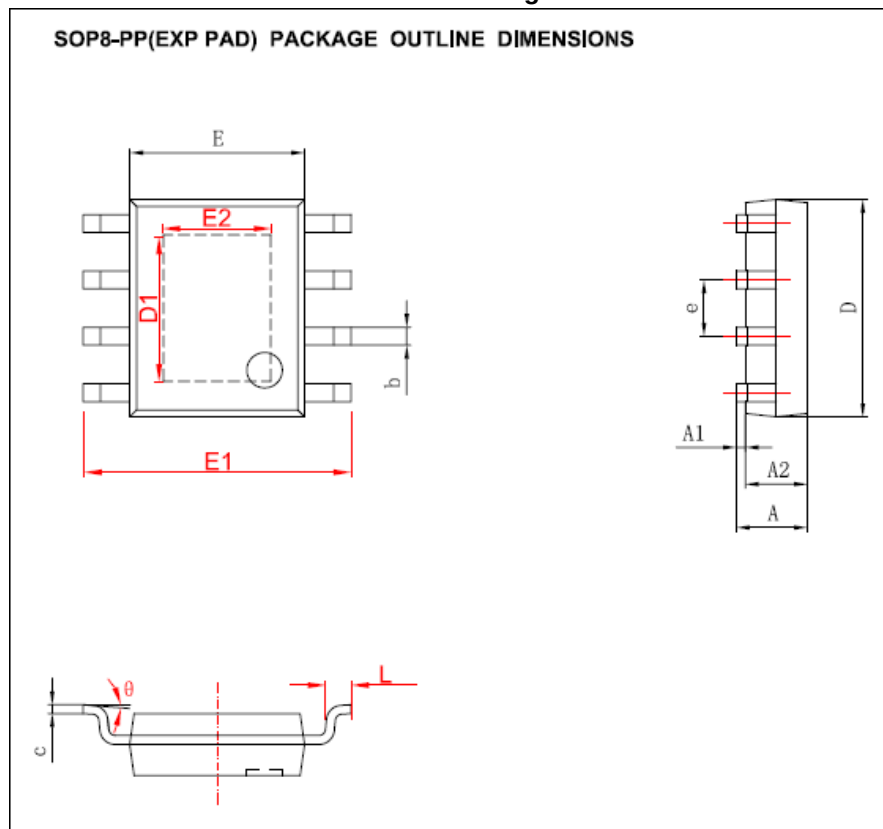
图 4. PT4516 TRIC 调光应用电路原理图

封装信息

SOP-8



SYMBOL	DIMENSIONS IN MILLIMETERS		DIMENSIONS IN INCH	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.006	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.200
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270(BSC)		0.050(BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°

ESOP8 Package


Symbol	Millimeters		Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.050	0.150	0.002	0.006
A2	1.350	1.650	0.053	0.065
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.201
D1	2.750	3.402	0.108	0.134
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
E2	2.110	2.710	0.083	0.107
e	1.270(BSC)		0.050(BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.05
θ	0°	8°	0°	8°

重要声明

华润矽威(POWTECH)有权对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改，并有权中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息，并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的华润矽威销售条款与条件。

华润矽威保证其所销售的产品的性能符合产品销售时半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在华润矽威保证的范围内，且华润矽威认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定，否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

华润矽威对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用华润矽威的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险，客户应提供充分的设计与操作安全措施。

华润矽威产品未获得用于FDA Class III（或类似的生命攸关医疗设备）的授权许可，除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些华润矽威特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的华润矽威产品才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同意，对并非指定面向军事或航空航天用途的华润矽威产品进行军事或航空航天方面的应用，其风险由客户单独承担，并且由客户独立负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

华润矽威未明确指定符合ISO/TS16949 要求的产品不能应用于汽车。在任何情况下，因使用非指定产品而无法达到ISO/TS16949 要求，华润矽威不承担任何责任。

PT4517 应用说明

产品功能	单段式线性高效恒功率 LED 驱动芯片
常规应用	蜡烛灯，球泡灯及紧凑型 LED 照明产品
文件编号	PT4517_AN01
版本	1.0

1. 产品概况

PT4517 是一款单段式线性高效率恒功率 LED 驱动芯片，采用单段式架构，没有 EMI 的问题。系统外围无需电感或变压器等磁性元件，整个系统结构简单，成本低。

PT4517 采用专利的电流控制与补偿技术，在宽输入电压范围内输出电流精度可控制在 $\pm 3\%$ 以内，从而实现恒功率输出功能，输出电流由外部电阻设定，输出平均电流最大可达 70mA。

PT4517 采用线性开关技术，在宽输入电压范围内提高了系统的整体效率，在开关过程中采用可调整的斜率控制，减少了 EMI 的干扰，并且可以折衷处理效率和 PF 值的矛盾。

PT4517 可通过外部电阻设定过温降电流温度点，并且有过温关断保护功能。

- ✓ 外围电路简单，无需磁性元件
- ✓ 宽输入/输出电压恒流
- ✓ LED 输出电流可调，支持最大输出电流 70mA
- ✓ 宽输入电压范围系统效率 > 85%
- ✓ $\pm 3\%$ LED 输出电流精度
- ✓ 优异的 EMI 性能
- ✓ 外部电阻设定过温降电流温度点
- ✓ 过温保护功能
- ✓ LED 开/短路保护
- ✓ 采用 ESOP-8 封装

2. 典型应用电路

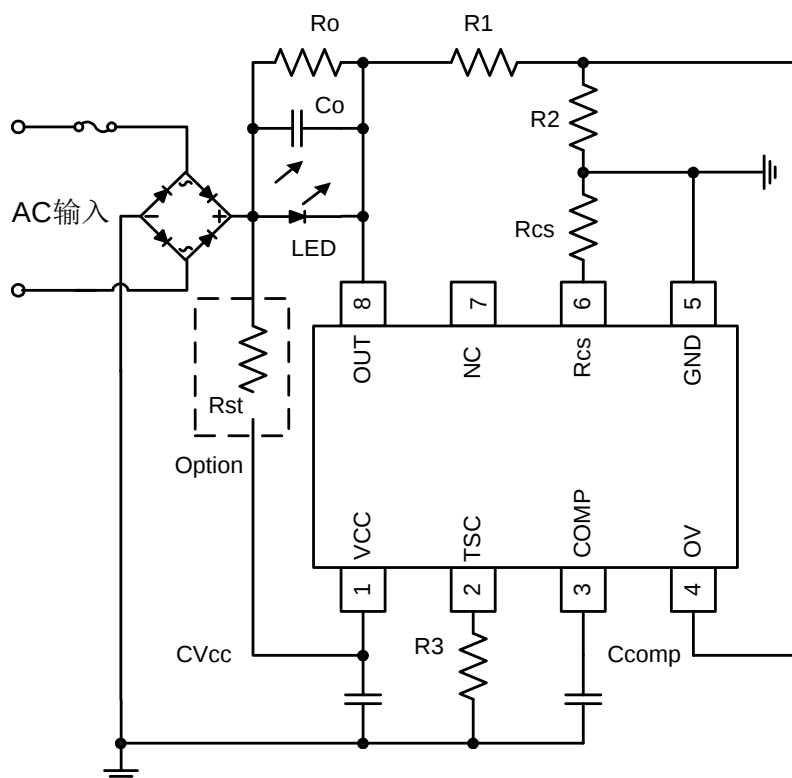


图1：PT4517典型应用电路

3. 工作原理介绍

PT4517 是一款单段式线性高效率 LED 驱动芯片，采用单段式架构，没有 EMI 的问题。系统外围无需电感或变压器等磁性元件，整个系统结构简单，成本低。

3.1 工作电压（OUT，VCC）

PT4517 工作电压由 OUT 引脚通过内部 VCC 模块提供，VCC 内部钳位电压 6.5V。VCC 电容推荐使用范围 4.7~10uF

3.2 输出电流设定（RCS）

芯片可以通过 RCS 电阻精确设定 LED 输出平均电流：

$$I_{LED} = \frac{500mV}{R_{CS}(\Omega)} (mA)$$

3.3 输出电流补偿（COMP）

PT4517 具有恒功率输出功能，电流补偿引脚 COMP 通过对外置电容进行积分，对输出 LED 电流进行峰值控制，使得在整个输入电压周期内平均输出电流保持恒定，从而实现恒功率输出。考虑滤除工频纹波的干扰，COMP 电容推荐使用 1uF。

由于 COMP 积分环节的响应比较慢，因此当输入电压波动时输出电流会无法及

时调整，可能会导致 LED 出现闪烁现象。

在输入电压比较低时，COMP 电压会比较高，此时输入电压升高会导致输出电流出现过冲，可加大输出电容或减小 COMP 电容来改善。

芯片内部 COMP 电压会做钳位，因此芯片输出峰值电流会受限制。

3.4 线性开关功能（OV）

OV 引脚有 40uA 的 sink 电流，可以通过 R1 电阻设置 LED 降电流电压点，在降电流之前 LED 电流保持恒定。降电流电压点 $V_{LED_Dec} = 40\mu A \cdot R1$ 。

随着 OV 电压的上升，输出电流会线性下降，直到关断，减少高输入电压时控制管的损耗。通过设置 R1/R2 的比例可以调节 LED 电流关断的斜率（见图 2）。

设定合适的降电压点，可以在高输入电压时仍然能够得到很高的效率，并且由于 COMP 电流补偿的作用，在高输入电压时输出平均电流仍保持恒定。但此时保持高效率的同时系统的 PF 会下降比较多，效率和 PF 需要进行折衷的考虑。

需要注意，由于 PT4517 内部开关管的电流能力有限制，如果 OV 设置降电流过早出现，此时 LED 的平均输出电流会达不到设定值，导致输出电流会下降，可以减小 R2 来减少降电流的幅度来提高输出电流。

为保护 OV 管脚不会因过压而损坏，芯片内部有二极管从 OV 接到 VCC，通过上拉电阻 R1 和 VCC 的钳位功能进行保护。

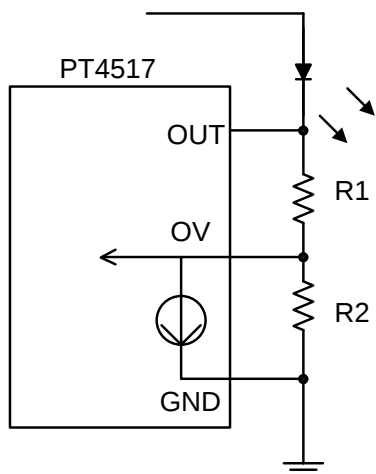


图 2：线性开关 OV

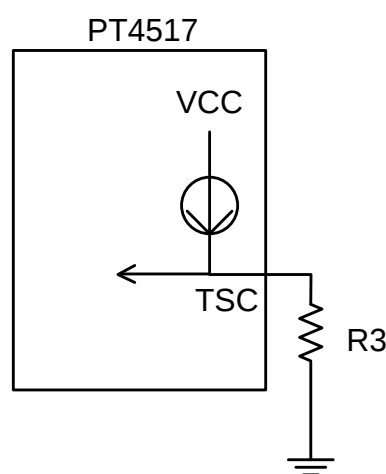


图 3：过热降电流 TSC

3.5 过热降电流功能（TSC）

PT4517 可以通过 TSC 引脚电压设定过温降电流温度点。VTSC 电压越高，降电流温度点越低，降电流温度点随 VTSC 电压升高而线性下降。

当 VTSC 电压等于 3V 时，过温降电流温度点为最低 110°C，当 VTSC > 3V 时，

过温降电流温度点被钳位在 110°C，不再降低。当 VTSC 接地时，过温降电流功能被关闭。

当芯片温度超过 165°C 时芯片会关断输出。系统会不断检测芯片温度，当芯片温度降到 145°C 以下时，系统才能重新恢复正常工作。这个过热关断功能不受 TSC 引脚的影响。

可在 TSC 引脚对地外接一个电阻简化过温降电流设计。TSC 引脚内部有一个恒流源对外输出 20uA 电流，在外接电阻 R3 上产生一个电压，芯片内部检测这个电压从而设定对应的过温降电流温度点（见图 3）。

3.6 LED 开路/短路

PT4517 能自适应 LED 开路/短路。当 LED 开路时，由于没有电流反馈，此时芯片内部开关管常开，输入电压会施加在输出电容上，因此需要注意输出电容的耐压选择。当输出电容充满电后，芯片 VCC 会无法被供电，从而放电直到关断，然后再次被供电重启，进入打嗝状态。

当 LED 短路时，OUT 引脚会接到输入电压上，在 Vin 电压低于 OV 设定值时芯片有电流流过，当 Vin 电压比较高时，OV 通过分压电阻会得到比较高的电压，会将芯片内部开关管关断，这个过程会进行恒流控制，但是效率比较低，此时芯片会有功耗，温升会比较高。

4. PCB Layout 注意事项

4.1 OUT 引脚会有比较高的电压，走线时需要注意对低压器件和走线的距离。

4.2 芯片底部的散热焊盘接地，可以大面积铺铜以帮助散热，双面板走线时可以用多个过孔与底部的地线连接加强散热。

5. 应用注意事项

5.1 不要在上电过程中输出开路的情况下联接 LED 负载，否则输出电容上的能量会将 LED 负载击穿。

5.2 由于 VCC 供电通过 LED 负载提供，当输入电压比较低时，会出现因 VCC 供电不足而产生的闪烁现象，可通过在 VCC 外加上拉启动电阻到 Vin 来改善，但是启动时输出电流过冲会加大。

5.3 当输入电压有比较大的尖峰干扰或振荡时会影响 OV 的动作点，可能会导致输出 LED 闪烁，可以在 OV 对地电阻 R2 上并一个小电容滤除干扰（1~10nF）。