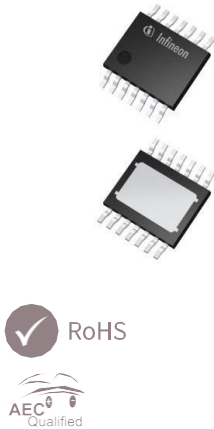


CLD2331-3EP

英飞凌LITIX™ Basic+

特性

- 具有集成和保护的输出级（电流源）的三通道器件，经过成本优化，作为低成本电流源驱动 LED
- 每通道高输出电流（高达 80 mA）
- 睡眠模式下的消耗电流非常低
- 当通道“关闭”时，输出泄漏极低
- 故障时低电平消耗电流
- LITIX™ Companion 直接驱动支持额外的输出电流需求
- 支持非常高精度的数字调光
- 智能故障管理：仅需一个外部电阻，即可让多达 16 个或更多设备共享一个公共错误网络
- 反极性保护可减少外部器件的需求，并提升低电池/输入电压下的系统性能
- 过载保护
- 宽温度范围：-40°C < TJ < 150°C
- 通过外部小功率电阻控制输出电流
- 绿色产品：符合 RoHS 标准



潜在应用

- 每个功能采用复用和独立的LED，实现低成本“stop”/“tail”功能
- 转向灯
- 位置灯、雾灯、尾灯和侧标志灯
- 动画灯光功能，如流水转向和“欢迎/再见”功能
- 日行灯
- 内饰照明功能，如氛围灯（包括 RGB 颜色控制）、照明和仪表板照明
- 工业应用和仪器仪表的 LED 指示灯

产品验证

适合汽车应用。产品依据AEC-Q100/101进行验证。

描述

The LITIX™ Basic+ CLD2331-3EP是一款带有集成输出级的三通道高边驱动IC。它用于控制LED，电流高达 80 mA。在典型的汽车应用中，若不考虑整体系统热性能的限制，该器件能够驱动每通道 3 个红光 LED串联（总共 9 个 LED），电流高达 60 mA 甚至更高。实际上，输出电流由外部电阻器或基准源控制，与负载和供电电压的变化无关。

表 1 产品概要

Parameter	Symbol	Values
Operating voltage	$V_{S(nom)}$	5.5 V ... 40 V
Maximum voltage	$V_{S(max)}$ $V_{OUTx(max)}$	40 V
Nominal output (load) current	$I_{OUTx(nom)}$	60 mA (nominal) when using the automotive supply voltage range 8 V - 18 V. Currents up to $I_{OUTx(max)}$ are possible with low thermal resistance R_{thJA}
Maximum output (load) current	$I_{OUTx(max)}$	80 mA depending on R_{thJA}

(表格续下页)

本数据手册的原文使用英文撰写。为方便起见，英飞凌提供了译文；由于翻译过程中可能使用了自动化工具，英飞凌不保证译文的准确性。为确认准确性，请务必访问 infineon.com 参考最新的英文版本（控制文档）。

描述

表1 (续) 产品概要

Parameter	Symbol	Values
Current accuracy at $R_{SET} = 10\text{ k}\Omega$	K_{LTx}	$300 \pm 5\%$
Current consumption in sleep mode	$I_{S(\text{sleep, typ})}$	$0.1\text{ }\mu\text{A}$
Maximum current consumption during fault	$I_{S(\text{fault, ERRN})}$	$850\text{ }\mu\text{A}$ or less when fault is detected from another device (disabled via ERRN)
Type	Package	Marking
CLD2331-3EP	PG-TSDSO-14	CLD2331

目录

	目录	3
1	框图	5
2	引脚配置	6
2.1	引脚分配	6
2.2	引脚定义和功能	6
3	产品一般特性	8
3.1	绝对最大额定值	8
3.2	工作范围	9
3.3	热阻抗	9
4	内部供电	11
4.1	描述	11
4.2	电气特性内部供电和 EN 引脚	12
5	功率级	15
5.1	保护功能	15
5.1.1	热保护	15
5.1.2	防反接电池保护	16
5.2	通过 IN_SETx 和 PWMI 引脚输出 配置	16
5.2.1	IN_SETx 引脚	16
5.2.2	通过 R_{SET} 调整输出电流	16
5.2.3	通过 IN_SETx 进行输出控制	16
5.2.4	器件故障管理时, IN_SETx 引脚的 行为	18
5.2.5	时序图	18
5.3	功率级电气特性	19
5.4	用于输出设置 IN_SETx 和 PWMI 引脚的电气特性	21
6	负载诊断	23
6.1	通过 ERRN 和 D 引脚进行错误管理	23
6.1.1	ERRN 引脚	23
6.1.2	D 引脚	24
6.2	负载开路 (OL) 与 OUTx 短接到 GND (SC)	25
6.2.1	故障管理 (D 引脚开路或用电容器连接至 GND)	25
6.2.2	故障管理 (D 引脚连接至 GND)	27
6.3	单个 LED 短路检测、SLS_REF 和 DS 引脚	29
6.3.1	SLS_REF 引脚	30
6.3.2	DS 引脚	31
6.3.3	SLS 故障检测	31
6.3.4	SLS故障管理: D和DS引脚开路或连接电容至GND (低电平功率消耗模式, 带重试策略)	31
6.3.5	SLS 故障管理: D 引脚短接至 GND	32



目录

6.4 电气特征： 负载率诊断和过载管理..... 33

7 应用信息 37

8 封装外形尺寸 38

 修订记录 39

 免责声明..... 40

1 框图

1 框图

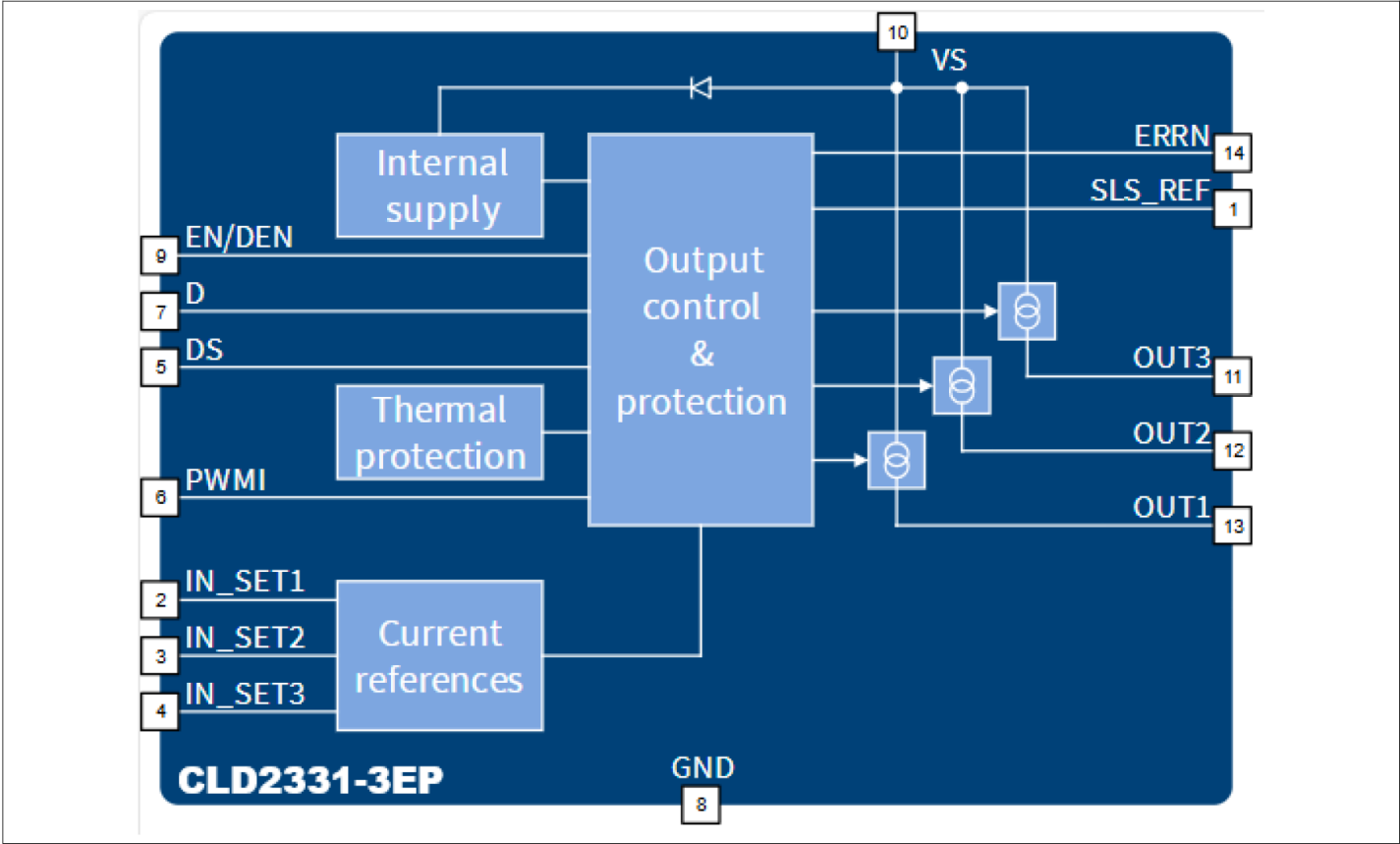


图 1 框图

2 引脚配置

2.1 引脚分配

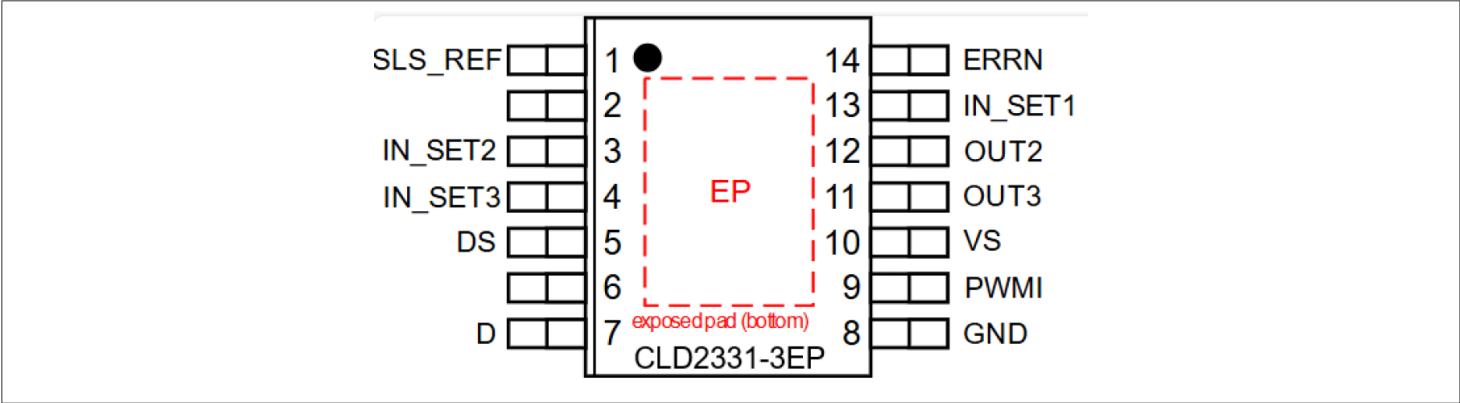


图 2 引脚配置

2.2 引脚定义及功能

Pin	Symbol	Function
10	VS	Supply voltage; Connected to battery or supply control switch, with EMC filter
8	GND	Ground; Signal ground
2	IN_SET1	Control input for OUT1 channel; Connect to a low power resistor to adjust OUT1 output current. Alternatively, a different current reference (i.e. the OUT_SET of another LITIX™ Basic+ LED Driver) may be connected
3	IN_SET2	Control input for OUT2 channel; Connect to a low power resistor to adjust OUT2 output current. Alternatively, a different current reference (i.e. the OUT_SET of another LITIX™ Basic+ LED Driver) may be connected
4	IN_SET3	Control input for OUT3 channel; Connect to a low power resistor to adjust OUT3 output current. Alternatively, a different current reference (i.e. the OUT_SET of another LITIX™ Basic+ LED Driver) may be connected
6	PWMI	PWM input; Connect to an external PWM controller. If not used, connect to GND
1	SLS_REF	Single LED short reference input; Connect to a low power resistor or a voltage reference to adjust Internal SLS threshold. If not used, connect to GND
5	DS	Single LED short delay/restart input; Connect to a capacitor, leave open or connect to GND, depending on the required diagnosis management for single LED short detection (see Chapter 6 for further details)
7	D	Disable/delay error input; Connect to a capacitor, leave open or connect to GND, depending on the required diagnosis management (see Chapter 6 for further details)
14	ERRN	ERROR flag I/O; Open drain, active low. Connect to a pull-up resistor
9	EN/DEN	Outputs enable and diagnosis control input; Connect to a control input (i.e. to VS via a resistor divider or a Zener diode) to enable OUTx control and diagnosis capability
13	OUT1	Channel 1 output pin; Connect to the target load



2 引脚配置

Pin	Symbol	Function
12	OUT2	Channel 2 output pin; Connect to the target load
11	OUT3	Channel 3 output pin; Connect to the target load
Exposed Pad	EP	Exposed Pad; Connected to GND-pin in application

3 产品一般特性

3.1 绝对最大额定值

表 2 最大绝对额定值¹⁾

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $R_{IN_SETx} = 10\text{ k}\Omega$; 所有电压均相对于 GND, 正向电流流入输入和 I/O 引脚, 正向电流从输出引脚流出 (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Voltage							
Supply voltage	V_S	-18	–	40	V	–	P_4.1.1
EN/DEN voltage	$V_{EN/DEN}$	-18	–	40	V	–	P_4.1.3
EN/DEN voltage related to V_S : $V_{EN/DEN} - V_S$	$V_{EN/DEN(VS)}$	-40	–	18	V	–	P_4.1.4
EN/DEN voltage related to V_{OUTx} : $V_{EN/DEN} - V_{OUTx}$	$V_{EN/DEN(VOUTx)}$	-18	–	40	V	–	P_4.1.5
Output voltages	V_{OUTx}	-1	–	40	V	–	P_4.1.10
Output voltages related to V_S : $V_S - V_{OUTx}$	$V_{OUTx(VS)}$	-18	–	40	V	–	P_4.1.11
IN_SETx voltages	V_{IN_SETx}	-0.3	–	6	V	–	P_4.1.12
PWMI voltage	V_{PWMI}	-0.3	–	6	V	–	P_4.1.14
ERRN voltage	V_{ERRN}	-0.3	–	40	V	–	P_4.1.18
D Voltage	V_D	-0.3	–	6	V	–	P_4.1.19
DS voltage	V_{DS}	-0.3	–	6	V	–	P_4.1.42
SLS_REF voltage	V_{SLS_REF}	-0.3	–	6	V	–	P_4.1.43
Current							
Output currents (On each output channel OUTn)	I_{OUTx}	0	–	95	mA	–	P_4.1.21
PWMI current	I_{PWMI}	-0.5	–	0.5	mA	–	P_4.1.26
IN_SETx currents	I_{IN_SETx}	0	–	300	μA	–	P_4.1.30
D current	I_D	-0.5	–	0.5	mA	–	P_4.1.31
DS current	I_{DS}	-0.5	–	0.5	mA	–	P_4.1.44
SLS_REF current	I_{SLS_REF}	-0.5	–	0	mA	–	P_4.1.45
Temperature							
Junction temperature	T_J	-40	–	150	°C	–	P_4.1.33
Storage temperature	T_{stg}	-55	–	150	°C	–	P_4.1.34

(表格续下页.....)

3 产品一般特性

表 2 (续) 绝对最大额定值¹⁾

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $R_{IN_SETX} = 10\text{ k}\Omega$; 所有电压均相对于 GND, 正向电流流入输入和 I/O 引脚, 正向电流从输出引脚流出 (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
ESD susceptibility							
ESD susceptibility all pins to GND	V _{ESD}	-2	–	2	kV	HBM ²⁾	P_4.1.36
ESD susceptibility all pins to GND	V _{ESD}	-500	–	500	V	CDM ³⁾	P_4.1.37
ESD susceptibility Pin 1, 7, 8, 14 (corner pins) to GND	V _{ESD1,7,8,14}	-750	–	750	V	CDM ³⁾	P_4.1.38

1) 未经过生产测试, 由设计指定。

2) ESD 耐受性, HBM符合ANSI/ESDA/JEDEC JS001 (1.5 k Ω , 100 pF)

3) ESD 耐受性, 带电器件模型“CDM”, 符合JEDEC JESD22-C101

注释:

1. 超过此处所列的应力可能会对器件造成永久性损坏。长时间暴露在绝对最大额定值条件下可能会影响器件的可靠性。
2. 集成的保护功能旨在防止IC在数据表所述故障条件下被毁坏。故障情况被认为超出了正常工作范围。保护功能不是为了连续重复的操作而设计的。

3.2 工作范围

表 3 工作范围

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Voltage range for normal operation	$V_{S(nom)}$	5.5	–	18	V	–	P_4.2.1
Extended supply voltage for functional range	$V_{S(ext)}$	$V_{SUV(O N)}$	–	40	V	–	P_4.2.2
Junction temperature	T_J	-40	–	150	$^{\circ}\text{C}$	–	P_4.2.4

注释: 在正常工作范围内, IC按照电路说明中的描述正常工作。在扩展工作范围内, 参数可能会出现偏差。电气特性是在电气特性表中注明的条件指定的。

3.3 热阻抗

注释: 此热学数据是根据JEDEC JESD51 标准生成的。如需了解更多信息, 请访问www.jedec.org。

3 产品一般特性

表4 热阻抗¹⁾

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Junction to Case	R_{thJC}	–	–	10	K/W	^{1) 2)}	P_4.3.1
Junction to Ambient 1s0p board	R_{thJA1}				K/W	^{1) 3)}	P_4.3.3
		–	61	–		$T_A = 85^\circ\text{C}$	
		–	56	–		$T_A = 135^\circ\text{C}$	
Junction to Ambient 2s2p board	R_{thJA2}				K/W	^{1) 4)}	P_4.3.4
		–	45	–		$T_A = 85^\circ\text{C}$	
		–	43	–		$T_A = 135^\circ\text{C}$	

- 1) 未经过生产测试，由设计指定。
- 2) 指定的 R_{thJC} 值是在自然对流冷板测试条件下模拟计算的（所有引脚和裸露焊盘温度与环境温度一致）。
 $T_A = 85^\circ\text{C}$ 。总耗散功率 = 1.5 W
- 3) 指定的 R_{thJA} 值按照Jedec JESD51-3标准，在 FR4 1s0p 板上自然对流条件下测量。产品（芯片+封装）在 $76.2 \times 114.3 \times 1.5$ mm的板上进行了模拟，板上有70 μm 的铜层，300 mm²的冷却面积。总耗散功率为 1.5 W，静态且均匀地分布在所有功率级
- 4) 指定的 R_{thJA} 值按照Jedec JESD51-5和Jedec JESD51-7标准，在 FR4 2s2p 板上自然对流条件下测量；产品（芯片+封装）在 $76.2 \times 114.3 \times 1.5$ mm 板上进行了模拟，板上有 2 个内铜层（ $2 \times 70 \mu\text{m Cu}$ 、 $2 \times 35 \mu\text{m Cu}$ ）。在适用情况下，裸露焊盘下的热通孔阵列与第一内铜层接触。总耗散功率为1.5 W，静态且均匀地分布在所有功率级

4 内部供电

本章介绍内部电源的主要参数和功能。

4.1 描述

图 3 对内部供电原理的概念图进行了详细说明。

如果施加在 EN/DEN 引脚上的电压低于 $V_{EN(th)}$ ，器件将进入休眠模式。在此状态下，所有内部功能均关闭，消耗电流降低至 $I_{S(sleep)}$ 。

一旦电源引脚上施加的电压 V_S 高于 $V_{SUV(ON)}$ ，并且 EN/DEN 引脚上施加的电压高于 $V_{EN(th)}$ ，经过上电复位时间 t_{POR} 后，器件已准备好向输出级提供电流。在相关应用条件下，即使用 V_S 或 EN/DEN 线路的控制时，也必须考虑 PWM 上电复位时间 t_{PORo} 。

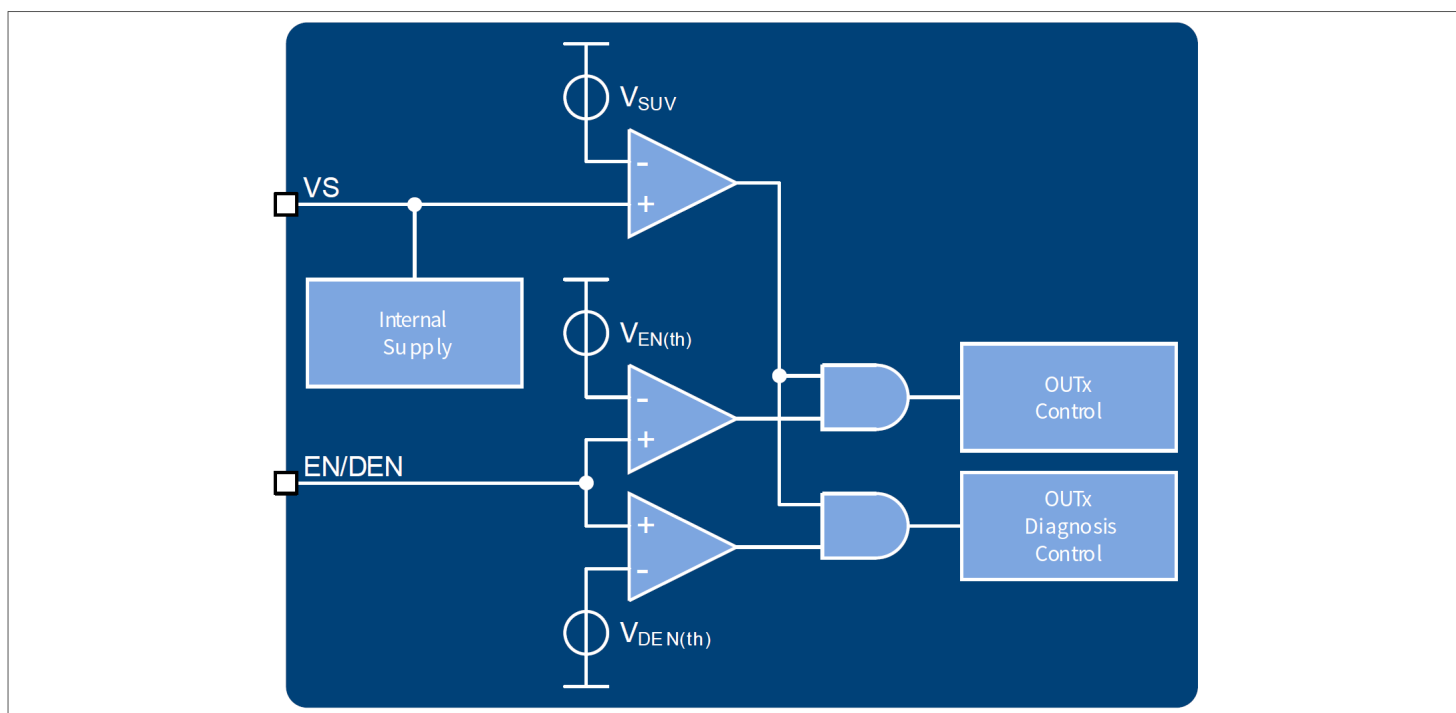


图 3 内部供电

此外，一旦施加在电源引脚 V_S 上的电压高于 $V_{SUV(ON)}$ 并且施加在 EN/DEN 引脚 V_{EN} 上的电压高于 $V_{DEN(th)}$ ，该器件就准备好通过 ERRN（错误网络引脚）检测和报告故障情况，如第 6 章所述。

要通过 EN/DEN 引脚对输出使能和诊断使能进行编程，有多种实现方案，例如从 V_S 到 GND 的电阻分压器、从 EN/DEN 到 V_S 的齐纳二极管以及逻辑控制引脚（例如来自微控制器的输出）。

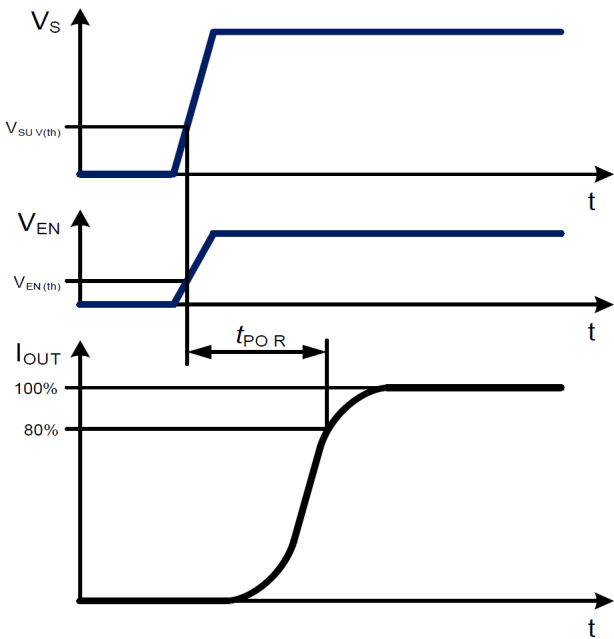


图 4 上电复位时序图

4.2 电气特性内部供电和 EN 引脚

表 5 电气特性：内部供电和 EN 引脚

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $V_S = 5.5\text{V}$ 至 18V ; $R_{IN_SETX} = 10\text{k}\Omega$; 所有电压相对于GND, 正向电流流入输入和 I/O 引脚, 正向电流从输出引脚流出 (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Current consumption, sleep mode	$I_{S(\text{sleep})}$	–	0.1	2	μA	¹⁾ $V_{EN} = 0\text{ V}$ $T_J < 85^{\circ}\text{C}$ $V_S = 18\text{ V}$ $V_{OUTX} = 3.6\text{ V}$	P_5.2.1
Current consumption, active mode (no fault)	$I_{S(\text{active})}$	–	1.5	3	mA	$V_{EN} = 5.5\text{ V}$ $I_{IN_SETX} = 0\text{ }\mu\text{A}$ $T_J < 105^{\circ}\text{C}$ $V_S = 18\text{ V}$ $V_{OUTX} = 3.6\text{ V}$	P_5.2.3
Current consumption during fault condition triggered from another device sharing ERRN bus (all channels deactivated)	$I_{S(\text{fault, ERRN})}$	–	–	850	μA	$V_{EN} = 5.5\text{ V}$ $T_J < 105^{\circ}\text{C}$ $V_S = 18\text{ V}$ $V_{ERRN} = 0\text{ V}$ $V_{OUTX} = 3.6\text{ V}$ D open	P_5.2.4

(表格续下页.....)

4 内部供电

表 5 (续) 电气特性：内部供电和 EN 引脚

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $V_S = 5.5\text{V}$ 至 18V ; $R_{IN_SETx} = 10\text{k}\Omega$; 所有电压相对于 GND，正向电流流入输入和 I/O 引脚，正向电流从输出引脚流出（除非另有说明）

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Current consumption during fault condition (all channels deactivated)	$I_{S(fault, OUT)}$	–	–	1.25	mA	$V_{EN} = 5.5\text{ V}$ $T_J < 105^{\circ}\text{C}$ $V_S = 18\text{ V}$ $V_{OUT1} = 0\text{ V}$ $V_{OUT2} = V_{OUT3} = 3.6\text{ V}$ D open	P_5.2.16

Supply thresholds

Required supply voltage for output activation	$V_{SUV(ON)}$	–	–	5.5	V	$V_{EN} = V_S$ $V_{OUTx} = 3\text{ V}$ $R_{IN_SETx} = 6.8\text{ k}\Omega$ $I_{OUTx} > 50\%$ $I_{OUTx(nom)}$	P_5.2.5
Required supply voltage for output deactivation	$V_{SUV(OFF)}$	4.5	–	–	V	$V_{EN} = V_S$ $V_{OUTx} = 3\text{ V}$ $R_{IN_SETx} = 6.8\text{ k}\Omega$ $I_{OUTx} < 50\%$ $I_{OUTx(nom)}$	P_5.2.6
Supply voltage activation hysteresis: $V_{SUV(ON)} - V_{SUV(OFF)}$	$V_{SUV(hys)}$	–	200	–	mV	¹⁾ $V_{EN} > V_{EN(th)}$	P_5.2.8

EN pin

EN outputs enable threshold	$V_{EN(th)}$	1.4	1.65	1.8	V	$V_S = 5.5\text{ V}$ $V_{PS} = 2\text{ V}$ $R_{IN_SETx} = 6.8\text{ k}\Omega$ $I_{OUTx} = 50\%$ $I_{OUTx(nom)}$	P_5.2.9
DEN diagnosis enable threshold	$V_{DEN(th)}$	2.4	2.5	2.8	V	$V_S = 5.5\text{ V}$	P_5.2.11
DEN diagnosis enable hysteresis	$V_{DEN(hys)}$	–	120	–	mV	¹⁾ $R_{IN_SETx} = 6.8\text{ k}\Omega$	P_5.2.12
EN/DEN pull-down current	$I_{EN/DEN(PD)}$	–	–	15	μA	¹⁾ $V_S > 8\text{ V}$ $V_{EN/DEN} = 2.8\text{ V}$	P_5.2.17
EN/DEN pull-down current	$I_{EN/DEN(PD)}$	–	–	35	μA	¹⁾ $V_S > 8\text{ V}$ $V_{EN/DEN} = 5.5\text{ V}$	P_5.2.14
EN/DEN pull-down current	$I_{EN/DEN(PD)}$	–	–	150	μA	¹⁾ $V_S > 8\text{ V}$ $V_{EN/DEN} = V_S$	P_5.2.15

(表格续下页.....)

4 内部供电

表 5 (续) 电气特性：内部供电和 EN 引脚

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $V_S = 5.5\text{V}$ 至 18V ; $R_{IN_SETx} = 10\text{k}\Omega$; 所有电压相对于GND，正向电流流入输入和 I/O 引脚，正向电流从输出引脚流出（除非另有说明）

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Timing							
Power on reset delay time	t_{POR}	–	–	25	μs	¹⁾ V_S rising from 0 V to 13.5 V $V_{OUTx} = 3.6\text{ V}$ $R_{IN_SETx} = 6.8\text{ k}\Omega$ $I_{OUTx} = 80\%$ $I_{OUTx(nom)}$	P_5.2.13

1) 未经过生产测试，由设计指定。

5 功率级

三个输出级为高边电流源，输出电流高达 80mA。在关闭状态下，输出级的漏电流被最小化，以防止LED发出微弱的光。

最大输出电流受限于耗散功率和使用的 PCB 散热面积。

对于一个工作的输出电流控制环路，供电和输出电压需要基于以下参数考虑：

- 电流控制所需供电电压 $V_{S(CC)}$
- 电流控制期间输出级的电压降 $V_{PSx(CC)}$
- 电流控制所需的输出电压 $V_{OUTx(CC)}$

5.1 保护功能

该器件具有内置的保护功能，用于防止在本数据手册中描述的故障条件下IC受到损坏。故障情况被认为超出了正常工作范围。

保护功能不是为了连续重复的操作而设计的。

5.1.1 热保护

器件中集成了热保护电路。它是通过监控输出级的温度来实现的。

一旦结温超过降电流温度阈值 $T_{J(CRT)}$ ，器件就可以通过降低IN_SETx基准电压 $V_{IN_SETx(ref)}$ 来降低输出电流。该功能能够有效地防止LED在静态输出过载条件下闪烁。此外，该功能还可以帮助保护与热的器件接近的LED免受过热的影响。如果器件温度仍然升高，三个输出电流将降低到接近0 A。只要器件冷却下来，输出电流就会再次上升。

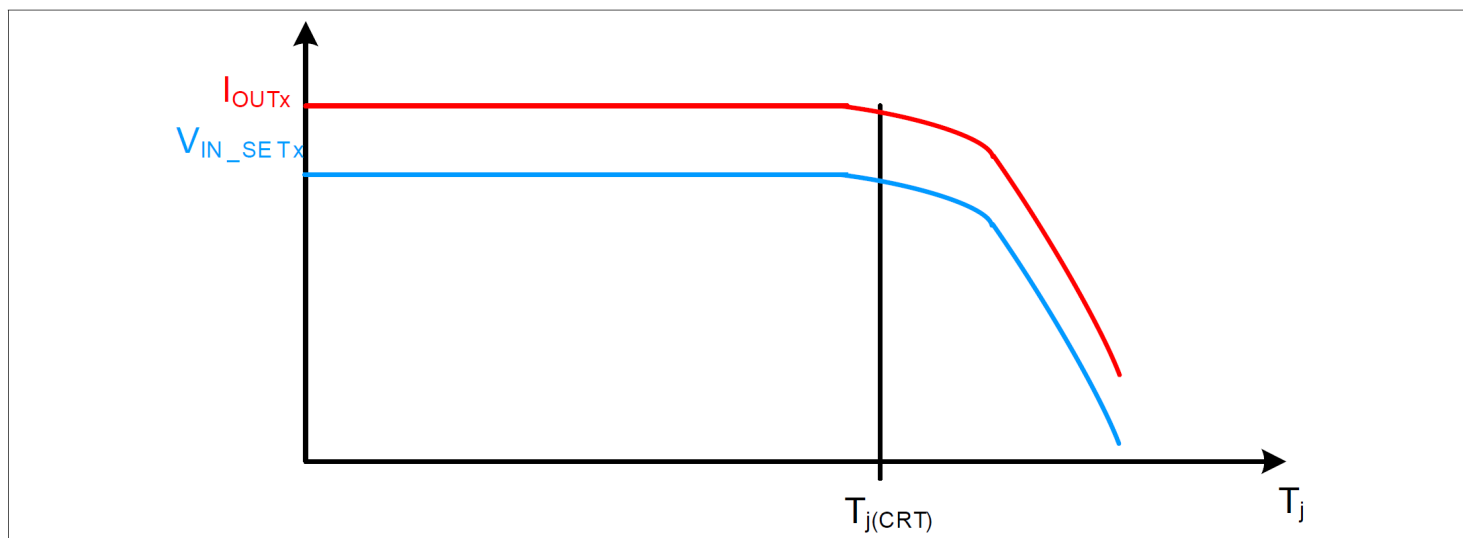


图5 高温下输出电流下降（定性图）

注释： 假设在IN_SET 和GND 之间使用了一个配置电阻 R_{SET} ，而不是电流源，以确保保护有效。

5.1.2 防反接电池保护

该器件具有集成的防反接电池保护功能。这一特性可以保护驱动IC本身，也可能保护连接的LED。输出反向电流受电池防反接保护限制为 $I_{OUTx(REV)}$ 。

5.2 通过 IN_SETx 和 PWMI 引脚进行输出配置

输出电流可以通过 IN_SETx 和引脚定义。

5.2.1 IN_SETx 引脚

IN_SETx 引脚是一个多功能引脚，用于输出电流定义和输入控制。通过定义 IN_SETx 电流可以进行输出电流的定义和模拟调光控制。

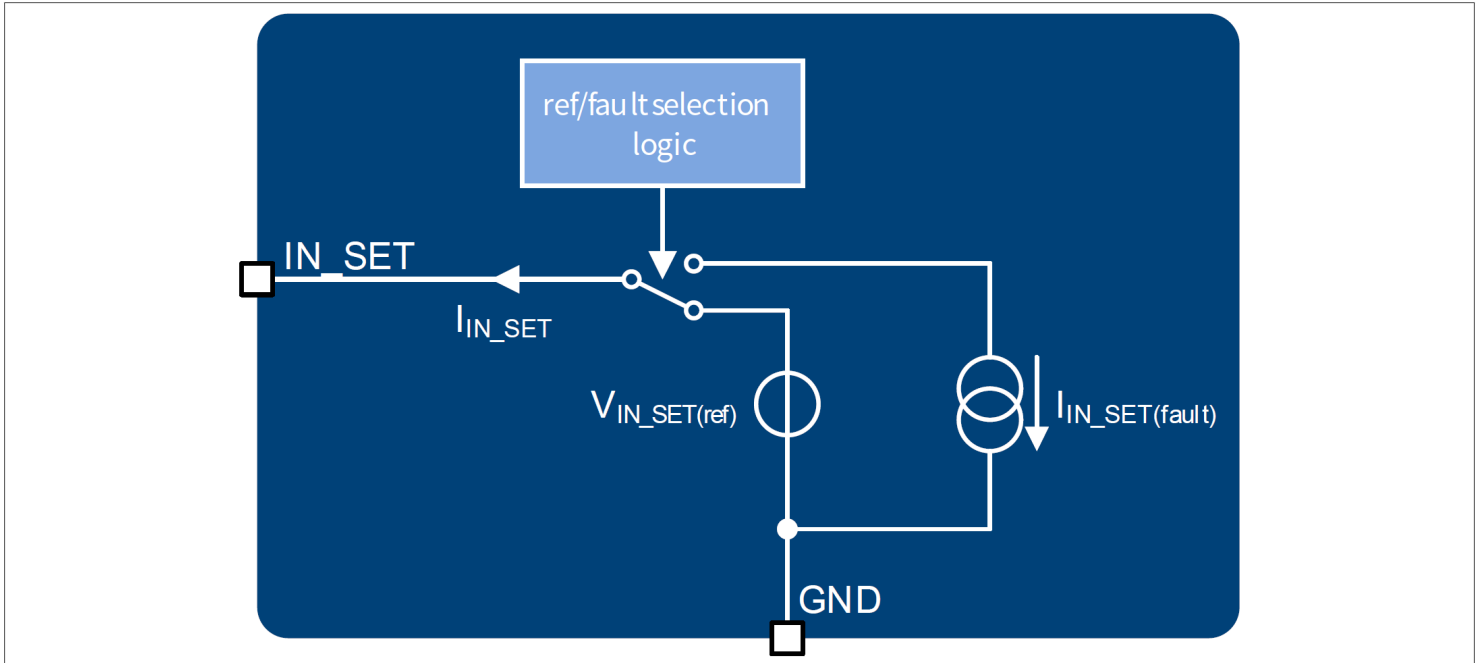


图6 IN_SETx 引脚框图

5.2.2 通过 R_{SET} 调整输出电流

通过在 IN_SETx 引脚和接地之间连接一个小功率电阻 (R_{SETx})，可以定义通道的输出电流。电阻的尺寸可以使用以下公式确定：

$$I_{OUTx} = k \cdot I_{IN_SETx} = k \cdot V_{IN_SETx(ref)} / R_{SETx} \quad (1)$$

增益系数 k_x (定义为比例： I_{OUTx}/I_{IN_SETx}) 如 图 7 所示。

通过 R_{SETx} 的电流由电阻本身和基准电压 $V_{IN_SETx(ref)}$ 定义，基准电压 $V_{IN_SETx(ref)}$ 是在器件供电且通道启用时施加到 IN_SETx 引脚的。

5.2.3 通过 IN_SETx 进行输出控制

IN_SETx 引脚可以通过 R_{SETx} 连接到微处理器的开漏输出，或者连接到外部 NMOS 晶体管，如 图 9 所示，该信号可用来关闭 IC 的相关输出级。

需要最小 I_{IN_SETx} 电流为 $I_{IN_SETx(Act)}$ 才能打开输出级。此特性是为了防止因 I_{IN_SETn} 引脚上的漏电流而导致 LED 发光，参见图7了解详情。

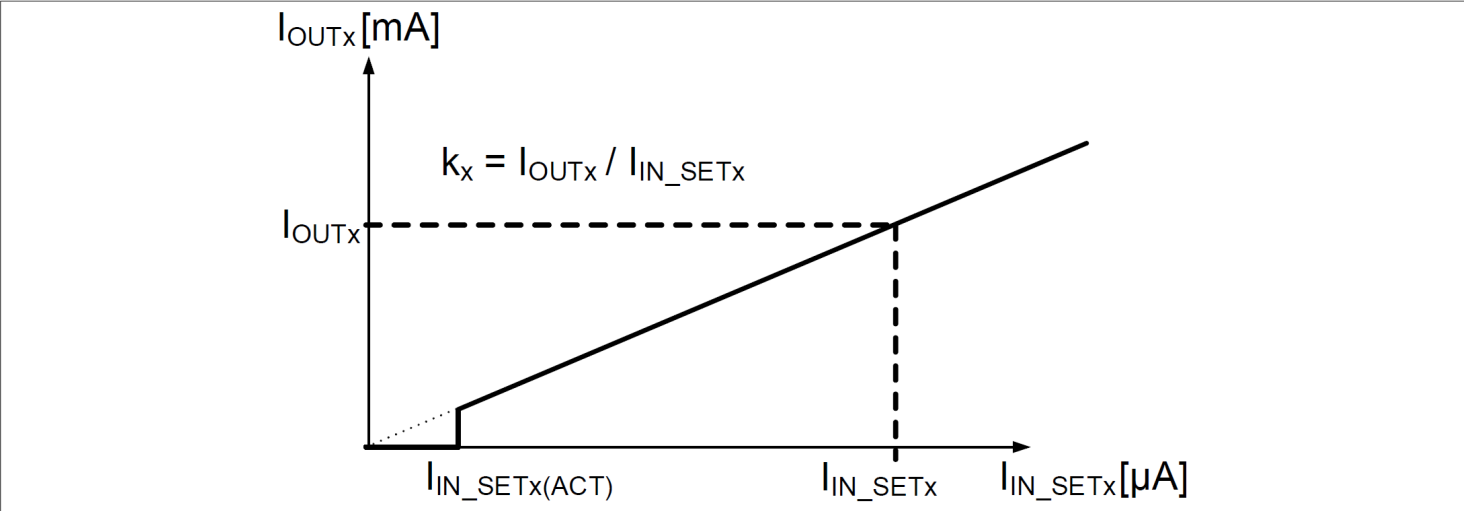


图 7 I_{OUTx} VS I_{IN_SETx}

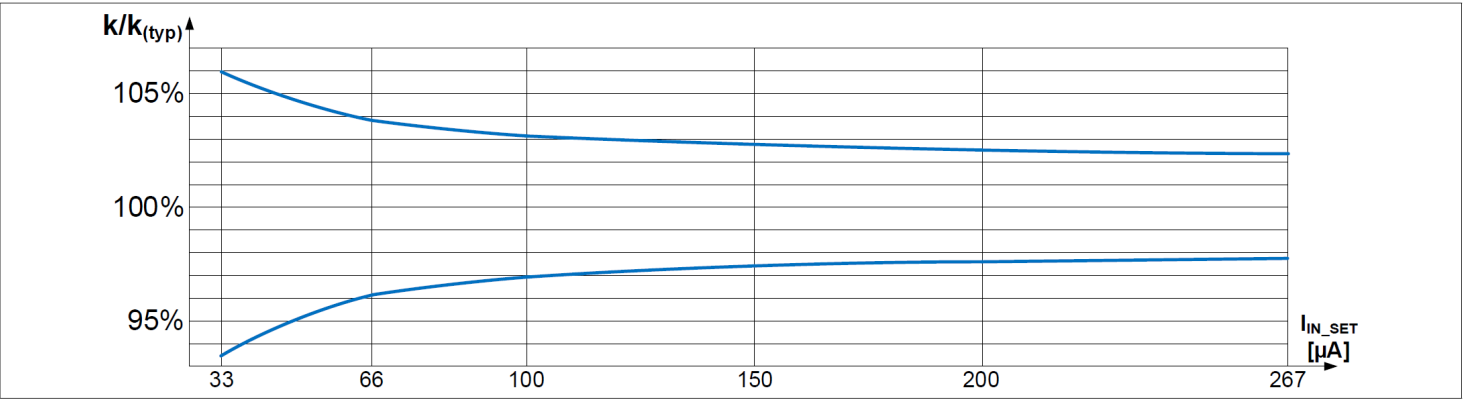


图8 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 时的典型输出电流精度 I_{OUT} / I_{IN_SET}

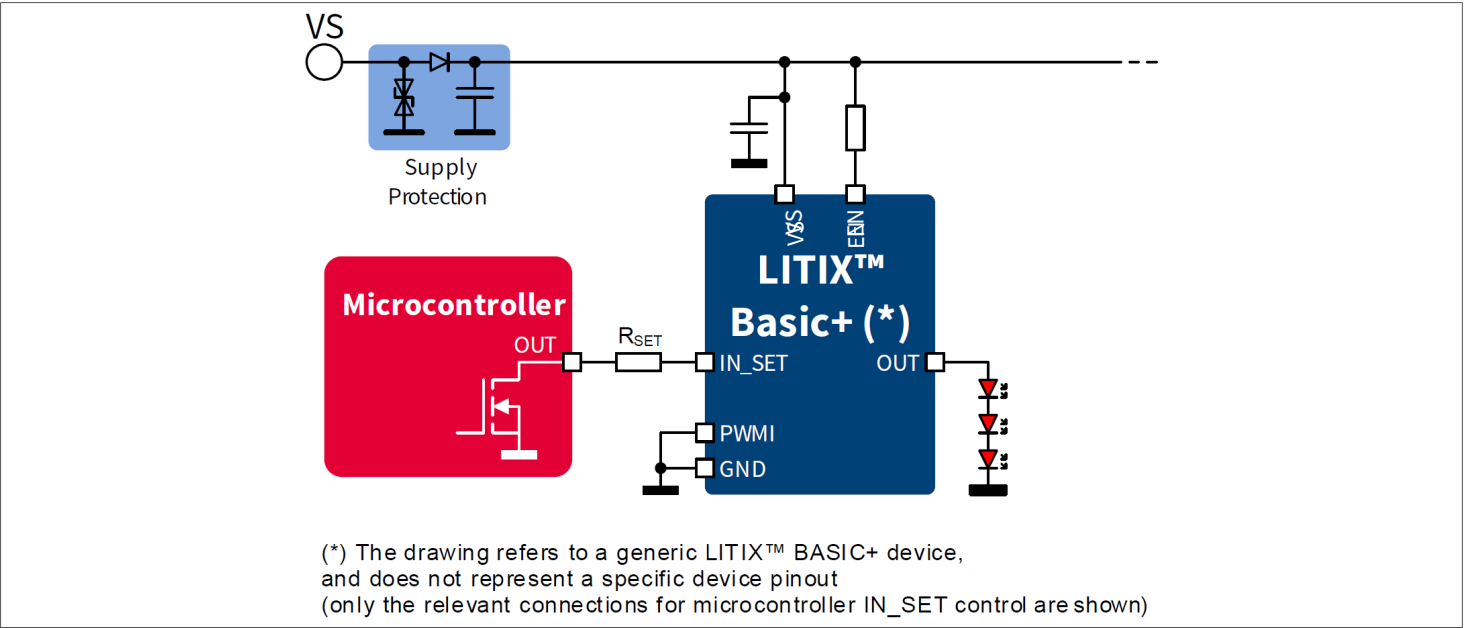


图 9 通过 I_{IN_SET} 引脚和开漏级输出进行输出控制（简化图）

5.2.4 器件故障管理时，IN_SETx引脚的行为

如果 IN_SETx 引脚控制的通道出现故障条件，一旦 D 引脚达到高电平阈值 $V_{D(th)}$ ，所有 IN_SETx 引脚的电流就会降低至 $I_{IN_SETx(fault)}$ ，以尽量减少故障条件下整个器件的电流损耗（详细描述参见第6章：负载诊断）。

5.2.5 时序图

下图（图 10、图 11）显示了不同驱动输入对输出激活延迟的影响。

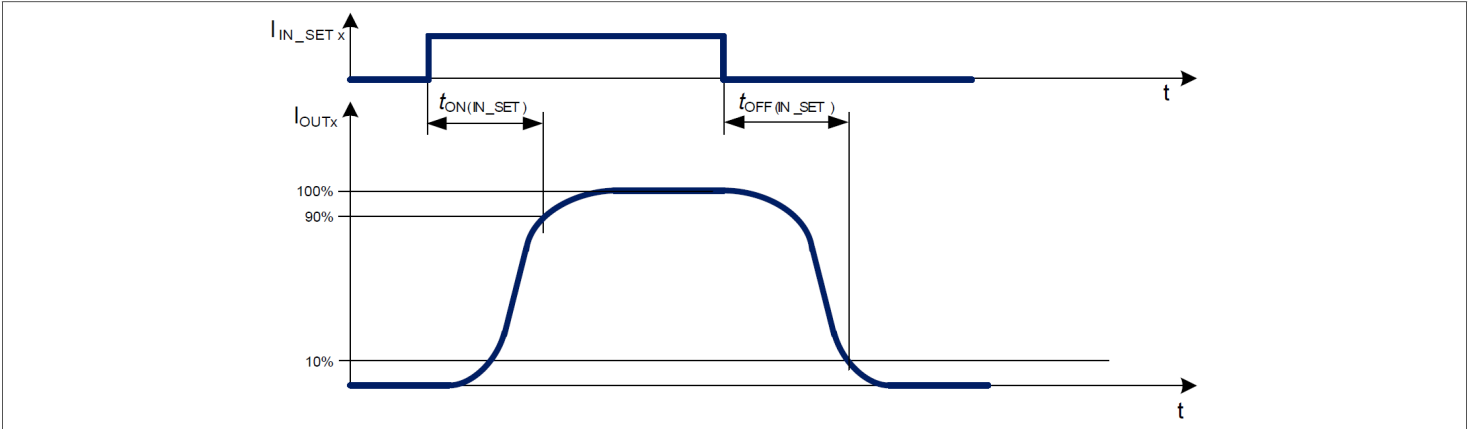


图10 IN_SET开启和关闭延迟时序图

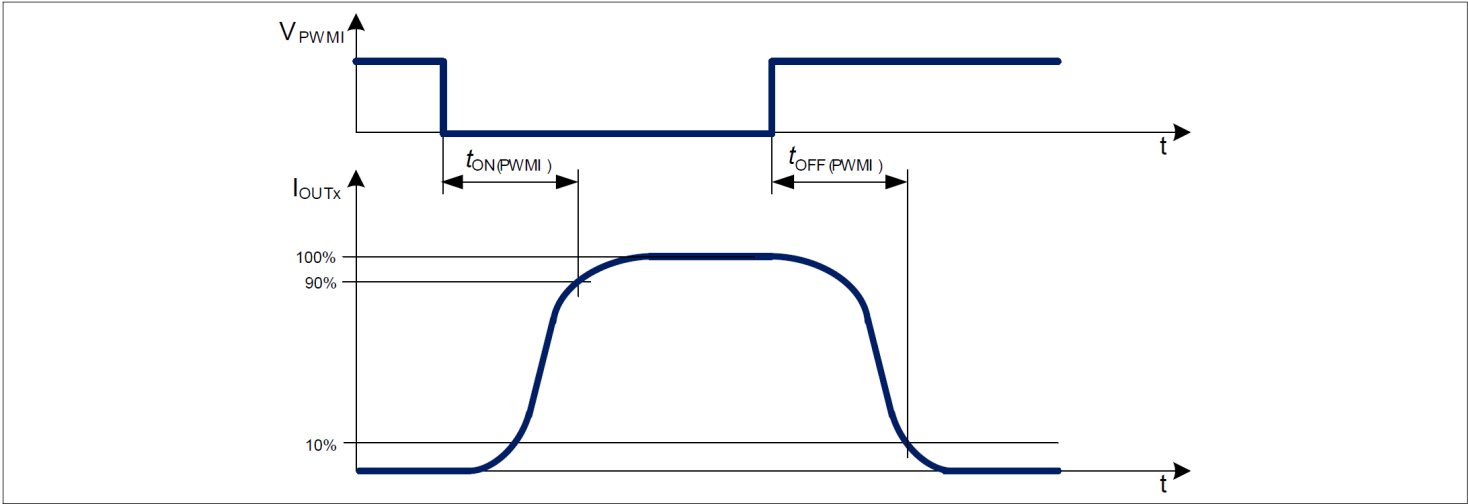


图11 PWMI开启与关闭时序图

5.3 功率级电气特性

表 6 电气特性：功率级

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $V_S = 5.5\text{V}$ 至 18V ; $R_{IN_SETx} = 10\text{k}\Omega$; 所有电压相对于GND, 正向电流流入输入和 I/O 引脚, 正向电流从输出引脚流出 (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Output leakage currents	$I_{OUTx(leak)}$	–	–	3	μA	¹⁾ $V_{ENx} = 5.5\text{ V}$ $I_{IN_SETx} = 0\text{ }\mu\text{A}$ $V_{OUTx} = 2.5\text{ V}$ $T_J = 85^{\circ}\text{C}$	P_6.5.1
Output leakage currents	$I_{OUTx(leak)}$	–	–	7	μA	¹⁾ $V_{ENx} = 5.5\text{ V}$ $I_{IN_SETx} = 0\text{ }\mu\text{A}$ $V_{OUTx} = 2.5\text{ V}$ $T_J = 150^{\circ}\text{C}$	P_6.5.59
Reverse output currents	$I_{OUTx(rev)}$	–	–	3	μA	¹⁾ $V_{EN} = V_S$ $V_{Sx} = -18\text{ V}$ Output load: LED with break down voltage $< -0.6\text{ V}$	P_6.5.2

Output current accuracy

Output current accuracy	K_{LTx}	279	300	321	–	¹⁾ $T_J = 25... 115^{\circ}\text{C}$ $V_S = 8... 18\text{ V}$ $V_{PSx} = 2\text{ V}$ $I_{IN_SETx} = 33\text{ }\mu\text{A}$	P_6.5.30
Output current accuracy	K_{ALLx}	267	300	333	–	¹⁾ $T_J = -40... 115^{\circ}\text{C}$ $V_S = 8... 18\text{ V}$ $V_{PSx} = 2\text{ V}$ $I_{IN_SETx} = 33\text{ }\mu\text{A}$	P_6.5.31
Output current accuracy	K_{LTx}	285	300	315	–	¹⁾ $T_J = 25... 115^{\circ}\text{C}$ $V_S = 8... 18\text{ V}$ $V_{PSx} = 2\text{ V}$ $I_{IN_SETx} = 66\text{ }\mu\text{A}$	P_6.5.32
Output current accuracy	K_{ALLx}	279	300	321	–	¹⁾ $T_J = -40... 115^{\circ}\text{C}$ $V_S = 8... 18\text{ V}$ $V_{PSx} = 2\text{ V}$ $I_{IN_SETx} = 66\text{ }\mu\text{A}$	P_6.5.33

(表格续下页.....)

5 功率级

表 6 (续) 电气特性：功率级

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $V_S = 5.5\text{V}$ 至 18V ; $R_{IN_SETx} = 10\text{k}\Omega$; 所有电压相对于GND, 正向电流流入输入和 I/O 引脚, 正向电流从输出引脚流出 (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Output current accuracy	K_{LTX}	288	300	312	–	1) $T_J = 25 \dots 115^{\circ}\text{C}$ $V_S = 8 \dots 18\text{ V}$ $V_{PSx} = 2\text{ V}$ $I_{IN_SETx} = 200\text{ }\mu\text{A}$	P_6.5.34
Output current accuracy	K_{ALLx}	285	300	315	–	1) $T_J = -40 \dots 115^{\circ}\text{C}$ $V_S = 8 \dots 18\text{ V}$ $V_{PSx} = 2\text{ V}$ $I_{IN_SETx} = 200\text{ }\mu\text{A}$	P_6.5.35
Required voltage drop during current control $V_{PSx(CC)} = V_S - V_{OUTx}$	$V_{PSx(CC)}$	1.0	–	–	V	2) $V_S = 8 \dots 18\text{ V}$ $I_{OUTx} > 90\%$ of $K_{x(typ)} * I_{IN_SETx}$	P_6.5.36
Required voltage drop during current control $V_{PSx(CC)} = V_S - V_{OUTx}$	$V_{PSx(CC)}$	0.65	–	–	V	2) $V_S = 8 \dots 18\text{ V}$ $I_{IN_SETx} = 133\text{ }\mu\text{A}$ $I_{OUTx} > 90\%$ of $K_{x(typ)} * I_{IN_SETx}$ $T_J = -40^{\circ}\text{C}$	P_6.5.37
Required voltage drop during current control $V_{PSx(CC)} = V_S - V_{OUTx}$	$V_{PSx(CC)}$	0.75	–	–	V	2) $V_S = 8 \dots 18\text{ V}$ $I_{IN_SETx} = 133\text{ }\mu\text{A}$ $I_{OUTx} > 90\%$ of $K_{x(typ)} * I_{IN_SETx}$ $T_J = 25^{\circ}\text{C}$	P_6.5.38
Required voltage drop during current control $V_{PSx(CC)} = V_S - V_{OUTx}$	$V_{PSx(CC)}$	0.85	–	–	V	2) $V_S = 8 \dots 18\text{ V}$ $I_{IN_SETx} = 133\text{ }\mu\text{A}$ $I_{OUTx} > 90\%$ of $K_{x(typ)} * I_{IN_SETx}$ $T_J = 150^{\circ}\text{C}$	P_6.5.39
Required supply voltage for current control	$V_{S(CC)}$	5.5	–	–	V	$V_{EN} = 5.5\text{ V}$ $V_{OUTx} = 3\text{ V}$ $R_{IN_SETx} = 6.8\text{ k}\Omega$ $I_{OUTx} > 90\%$ of $K_{x} * I_{IN_SETx}$	P_6.5.40
Required output voltage for current control	$V_{OUTx(CC)}$	1.4	–	–	V	$V_S = 8 \dots 18\text{ V}$ $I_{OUTx} > 90\%$ of $K_{x} * I_{IN_SETx}$	P_6.5.41

(表格续下页.....)

5 功率级

表 6 (续) 电气特性：功率级

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $V_S = 5.5\text{V}$ 至 18V ; $R_{IN_SETx} = 10\text{k}\Omega$; 所有电压相对于 GND，正向电流流入输入和 I/O 引脚，正向电流从输出引脚流出（除非另有说明）

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Current reduction temperature threshold	$T_{J(\text{CRT})}$	–	140	–	$^{\circ}\text{C}$	1)	P_6.5.44
Output current during current reduction at high temperature	$I_{\text{OUT}(\text{CRT})}$	85% of $I_{\text{OUT}(\text{typ})}$	–	–	mA	1) $T_J = 150^{\circ}\text{C}$	P_6.5.45

- 1) 未经过生产测试，由设计指定。
2) 在这些测试条件下，参数 $K_{(\text{typ})}$ 代表输出电流精度的典型值。

5.4 用于输出设置 IN_SETx 和 PWMI 引脚的电气特性

表 7 电气特性：IN_SETx 和 PWMI 引脚

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $V_S = 5.5\text{V}$ 至 18V ; $R_{IN_SETx} = 10\text{k}\Omega$; 所有电压相对于 GND，正向电流流入输入和 I/O 引脚，正向电流从输出引脚流出（除非另有说明）

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
IN_SETx reference voltage	$V_{\text{IN_SETx}(\text{ref})}$	1.195	1.22	1.245	V	1) $V_{\text{EN}} = 5.5\text{V}$ $T_J = 25^{\circ}\text{C}$	P_6.6.1
IN_SETx reference voltage	$V_{\text{IN_SETx}(\text{ref})}$	1.184	1.22	1.256	V	1) $V_{\text{EN}} = 5.5\text{V}$ $T_J = -40 \dots 115^{\circ}\text{C}$	P_6.6.17
IN_SETx output activation current	$I_{\text{IN_SETx}(\text{ACT})}$	–	–	15	μA	$V_{\text{EN}} = 5.5\text{V}$ $V_{\text{PSx}} = 3\text{V}$ $I_{\text{OUTx}} > 50\%$ of $K_{x(\text{typ})} * I_{\text{IN_SETx}}$	P_6.6.2
PWMI low threshold	$V_{\text{PWMI}(\text{L})}$	1.5	1.7	2	V	$V_S = 8\text{V}$ to 18V $V_{\text{EN}} = 5.5\text{V}$	P_6.6.6
PWMI high threshold	$V_{\text{PWMI}(\text{H})}$	2.5	2.7	3	V	$V_S = 8\text{V}$ to 18V $V_{\text{EN}} = 5.5\text{V}$	P_6.6.7

Timing

IN_SETx turn on time	$t_{\text{ON}(\text{IN_SETx})}$	–	–	20	μs	1) 2) $V_S = 13.5\text{V}$ $V_{\text{PSx}} = 4\text{V}$ $I_{\text{IN_SETx}}$ rising from 0 to $180\mu\text{A}$ $I_{\text{OUTx}} = 90\%$ of $K_{x(\text{typ})} * I_{\text{IN_SETx}}$	P_6.6.8
----------------------	----------------------------------	---	---	----	---------------	--	---------

(表格续下页.....)

表 7 电气特性：IN_SETx 和 PWMI 引脚

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $V_S = 5.5\text{ V}$ 至 18 V ; $R_{\text{IN_SETx}} = 10\text{ k}\Omega$; 所有电压相对于 GND, 正向电流流入输入和 I/O 引脚, 正向电流从输出引脚流出 (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
IN_SETx turn off time	$t_{\text{OFF(IN_SETx)}}$	–	–	10	μs	^{1) 2)} $V_S = 13.5\text{ V}$ $V_{\text{PSx}} = 4\text{ V}$ $I_{\text{IN_SETx}}$ falling from 180 to 0 μA $I_{\text{OUTx}} = 10\%$ of $K_X * I_{\text{IN_SETx}}$	P_6.6.9
PWMI turn on time	$t_{\text{ON(PWMI)}}$	–	–	15	μs	^{1) 3)} $V_S = 8\text{ V}$ to 18 V $V_{\text{EN}} = 5.5\text{ V}$ V_{PWMI} falling from 5 V to 0 V $I_{\text{OUTx}} = 90\%$ of $K_X * I_{\text{IN_SETx}}$ $T_J = -40 \dots 115^{\circ}\text{C}$	P_6.6.12
PWMI turn off time	$t_{\text{OFF(PWMI)}}$	–	–	10	μs	^{1) 3)} $V_S = 8\text{ V}$ to 18 V $V_{\text{EN}} = 5.5\text{ V}$ $V_{\text{PWMI}} = 0$ rising from 0 V to 5 V $I_{\text{OUTx}} = 10\%$ of $K_X * I_{\text{IN_SETx}}$ $T_J = -40 \dots 115^{\circ}\text{C}$	P_6.6.13

1) 未经过生产测试, 由设计指定。

2) 参考图 10

3) 参考图 11

6 负载诊断

6.1 通过 ERRN 和 D 引脚进行错误管理

CLD2331-3EP 集成了多种诊断功能：

- 负载开路检测 (OL) 适用于任何输出通道 OUTx。
- 任一输出通道OUTx的OUTx与地线之间发生短路 (SC) 。
- 单个 LED 短路检测 (SLS)

6.1.1 ERRN 引脚

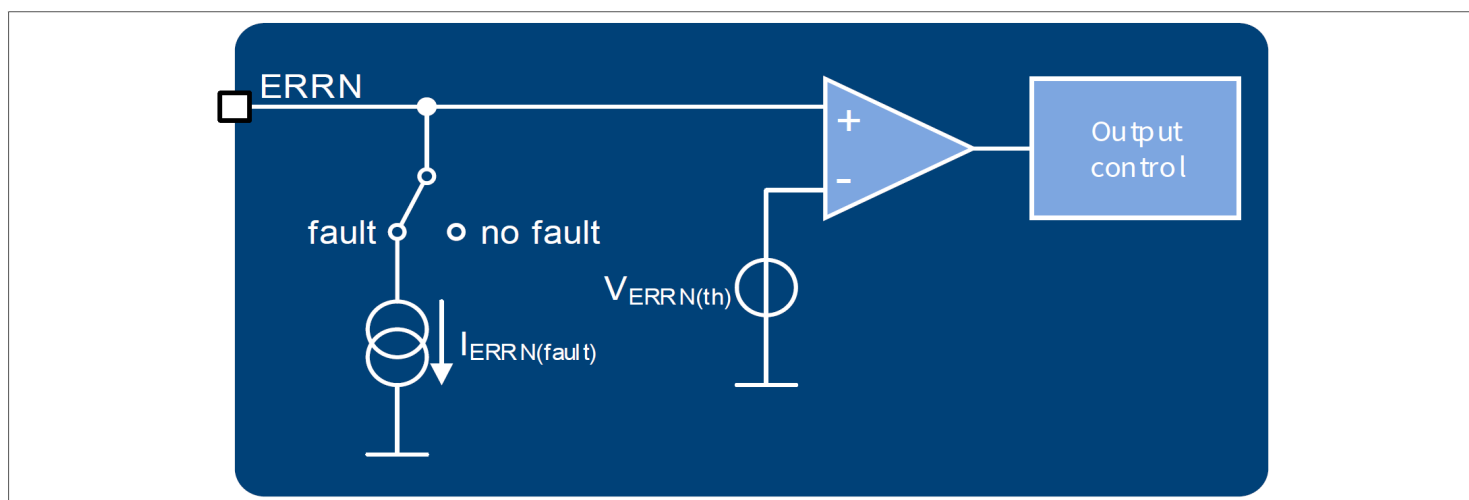


图 12 ERRN 引脚（框图）

如果实施了共享错误网络，该器件能够报告其驱动负载中检测到的故障，并对系统中其他LED驱动器检测到的故障作出响应（例如驱动相同灯功能的LED灯串）。这可以通过使用外部上拉电阻来实现，从而允许多个器件共享开漏诊断输出引脚 ERRN。共享公共错误网络的所有器件都能够检测由LITIX™ Basic+ LED驱动器驱动的任何通道的故障，也可以按需关闭多个负载。

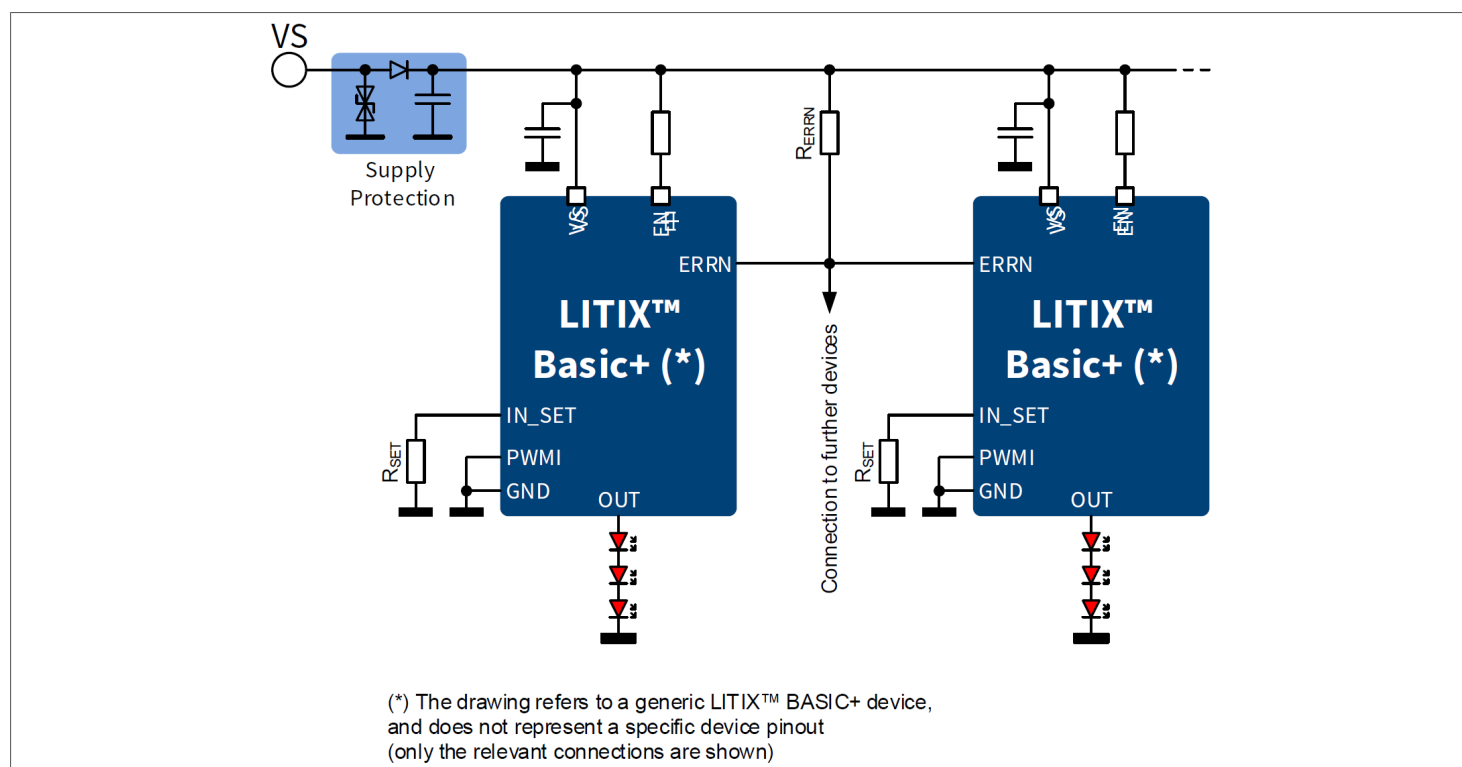


图 13 LITIX™ Basic+系列器件间共享错误网络的原理

当检测到其中一个通道处于故障状态（至少为滤波时间 t_{fault} ）时，开漏 ERRN 引脚会向GND吸收一个下拉电流 $I_{\text{ERRN(fault)}}$ 。因此，当 $V_{\text{ERRN}} < V_{\text{ERRN(fault)}}$ 时，可以在 ERRN 引脚处检测到低电平有效状态，如果达到此条件，则只要延迟引脚 D 设置正确，所有通道都会关闭。同样，当故障消除后，ERRN 引脚会恢复到高阻态，一旦 D 引脚电压低于 $V_{\text{D(th)}}$ ，就可以完成通道重新激活过程，如本章的时序图所示。

6.1.2 D 引脚

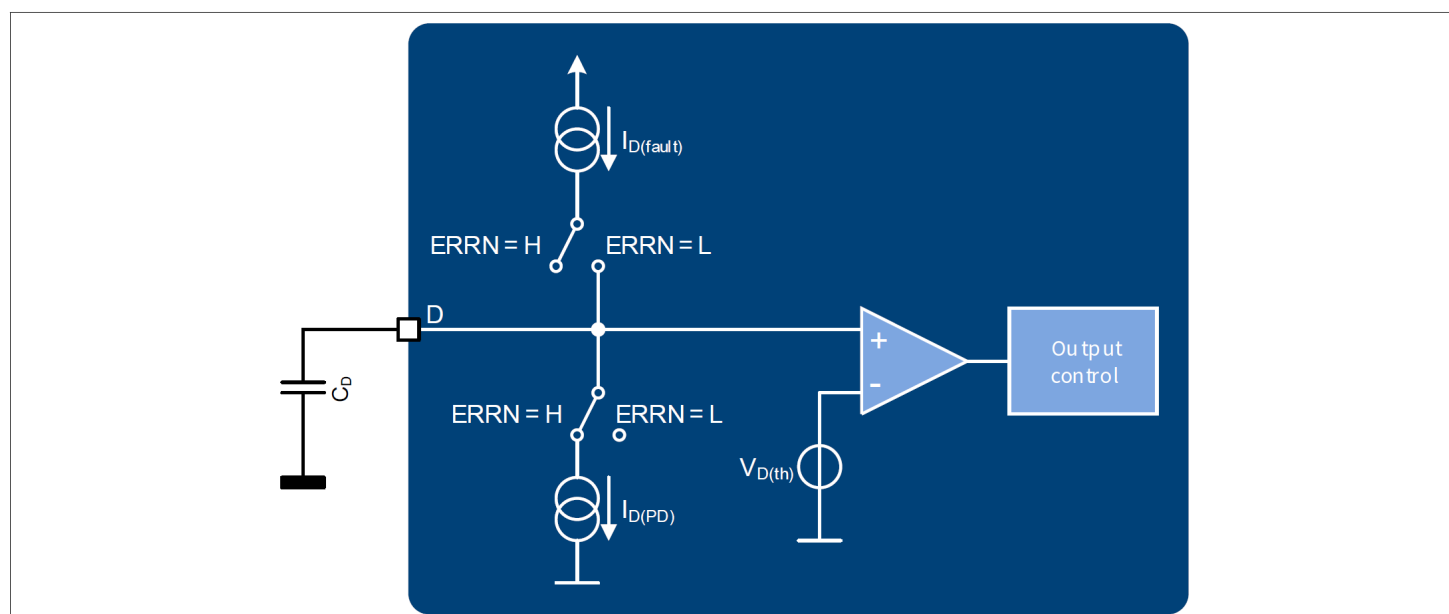


图 14 D 引脚（框图）。

D 引脚的两个主要功能：

- 在采用多LED灯串实现特定照明功能的系统中，根据已实施的故障管理策略对LED阵列的故障情况进行响应。
- 为了延长通道停用延迟时间 t_D ，可在 D 引脚到 GND 处添加一个小信号电容器，以此防止因不稳定或存在噪声的故障状态而关闭特定灯功能的所有通道（即由共享同一错误网络的多个驱动集成电路驱动的功能）。

D 引脚的功能见 图14 简化框图：

如果某个 LED 串中的一个LED在负载开路条件下发生故障，或者某个器件输出短路至 GND，则相应的LED串将熄灭。不同的汽车应用需在因内部故障状况导致功能（LED阵列）无法达到所需亮度时，对该灯光功能进行完全停用。

在正常工作状态（无故障）下拉电流 $I_{D(PD)}$ 从 D 引脚吸收到 GND。如果由IC驱动的任一LED通道中，或在共享同一ERRN错误网络线路的任何设备中发生故障情况（至少为滤波时间 t_{fault} ），则上拉电流 $I_{D(fault)}$ 将从 D 引脚输出。因此，如果在此引脚上加上电容或直接开路，其电压将开始上升。

当 D 引脚达到 $V_{D(th)}$ 时，器件驱动的所有通道都将关闭，并且如果其他器件共享相同的 ERRN 和 D 引脚节点，则所有器件都会关闭其输出。

或者，若将 D 引脚接地，则仅安全停用检测到故障的通道。D 引脚使用的电容器值 C_D ，根据以下公式设置延迟时间 $t_{D(set/reset)}$ ：

$$t_{D(set)} = \frac{C_D \cdot V_{D(th)}}{I_{D(fault)}} \quad (2)$$

$$t_{D(reset)} = \frac{C_D \cdot (V_{D(CL)} - V_{D(th)})}{I_{D(PD)}} \quad (3)$$

注释：如果器件检测到单个LED短路故障，则D引脚行为和整体故障管理会略有不同（根据DS引脚设置，允许定期重试并重新激活负载），如第 6.3 章所述。

6.2 负载开路 (OL) 与 OUTx 短接到 GND (SC)

器件在过载条件下的行为已在 第 5 章 中描述，过载条件会导致内部过热达到过温条件。

负载开路 (OL) 与 OUTx 短路至 GND (SC) 诊断功能也集成在CLD2331-3EP中。

如果某个输出级上的压降 V_{PSx} 低于阈值 $V_{PSx(OL)}$ 至少持续滤波时间 t_{fault} ，则会检测到开路负载状态。

如果某个输出级的电压 V_{OUTx} 低于阈值 $V_{OUTx(SC)}$ 至少持续滤波时间 t_{fault} ，则会检测到对地短路的状态。

6.2.1 故障管理（D 引脚开路或用电容器连接至 GND）

使用 D 引脚开路或用电容器连接到 GND 配置，可以关闭共享公共错误网络的所有通道，而无需辅助微处理器。有关更多详细信息，请参阅图 15和图 16的时序图。

如果其中一个输出出现 OL 或SC条件，则上拉电流 $I_{OUT(fault)}$ 将从受影响的通道流出，取代配置的输出电流（但受实际负载阻抗限制，例如，理想负载开路时降至零）。

6 负载诊断

在这些条件下，ERRN 引脚开始向接地方向吸收电流 $I_{ERRN(fault)}$ ，并且（通过正确选择外部上拉电阻）达到低于 $V_{ERRN(fault)}$ 的电压水平。

在 $t_{D(set)}$ 之后，D 引脚达到电压 $V_{D(th)}$ ，IN_SETx 进入弱下拉状态，在额外的延迟时间 $t_{IN_SETx(del)}$ 之后，电流消耗为 $I_{IN_SETx(fault)}$ 。ERRN 低电压也可用作微控制器的输入信号，以执行所需的诊断策略。

OL 和 SC 错误条件不会被锁定：一旦故障条件不再存在（至少对于滤波时间 t_{fault} ），ERRN 就会返回高阻态。当其电压高于 $V_{ERRN(fault)}$ 时，D 引脚电压开始下降，并在 $t_{D(reset)}$ 后降至 $(V_{D(th)} - V_{D(th,hys)})$ 。然后，IN_SETx 电压再次上升至 $V_{IN_SETx(ref)}$ ，在经过 $t_{IN_SETx(del)}$ 时间之后：此时，输出级再次激活。故障移除和 IN_SET 重新激活 $t_{ERR(reset)}$ 之间的总时间会新增额外的延迟，该延迟取决于外部 ERRN 引脚上拉和滤波器电路。

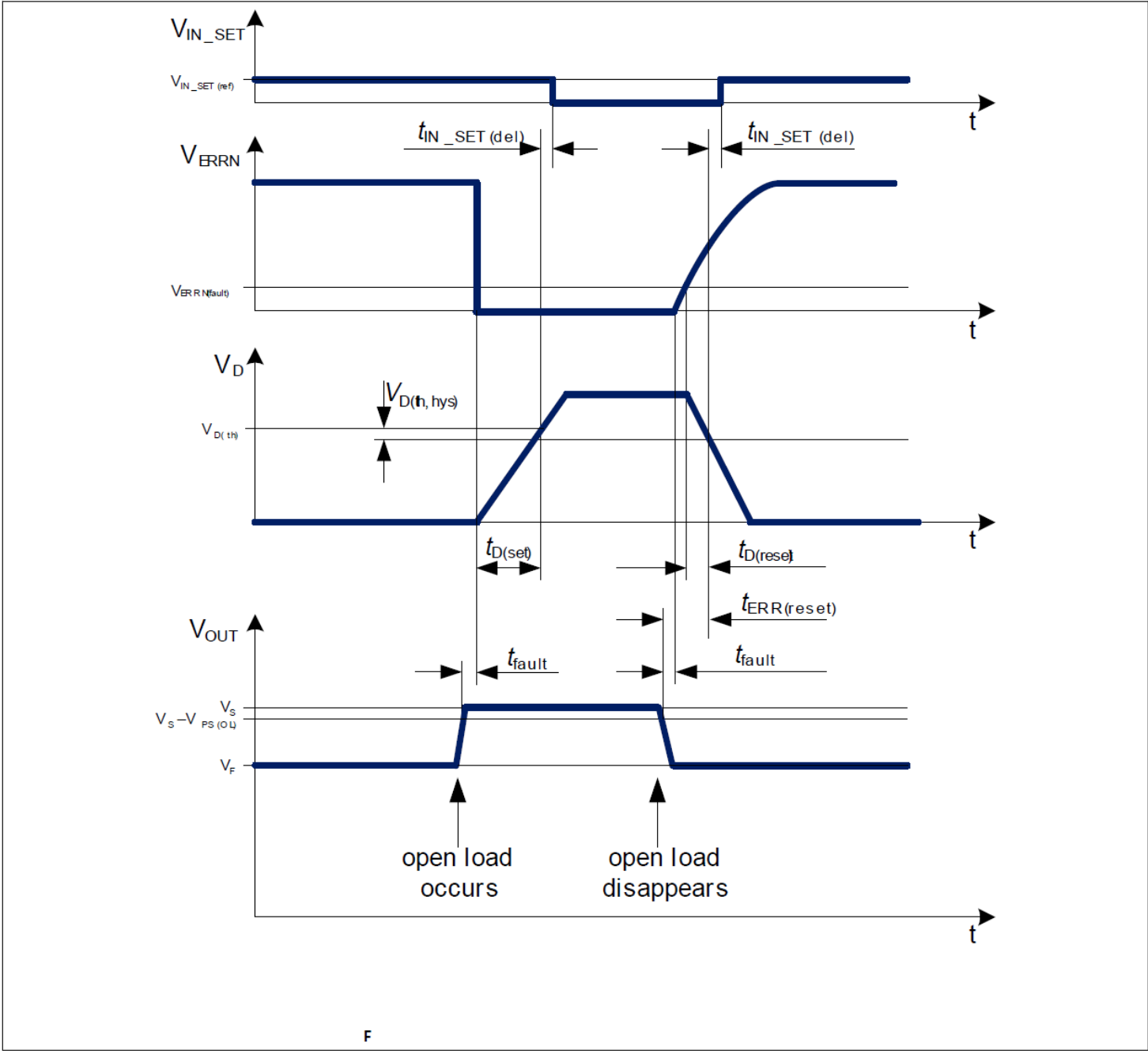


图 15 负载开路条件图示例（D 引脚未连接或连接外部电容器至GND， V_F 代表输出负载的典型正向电压）

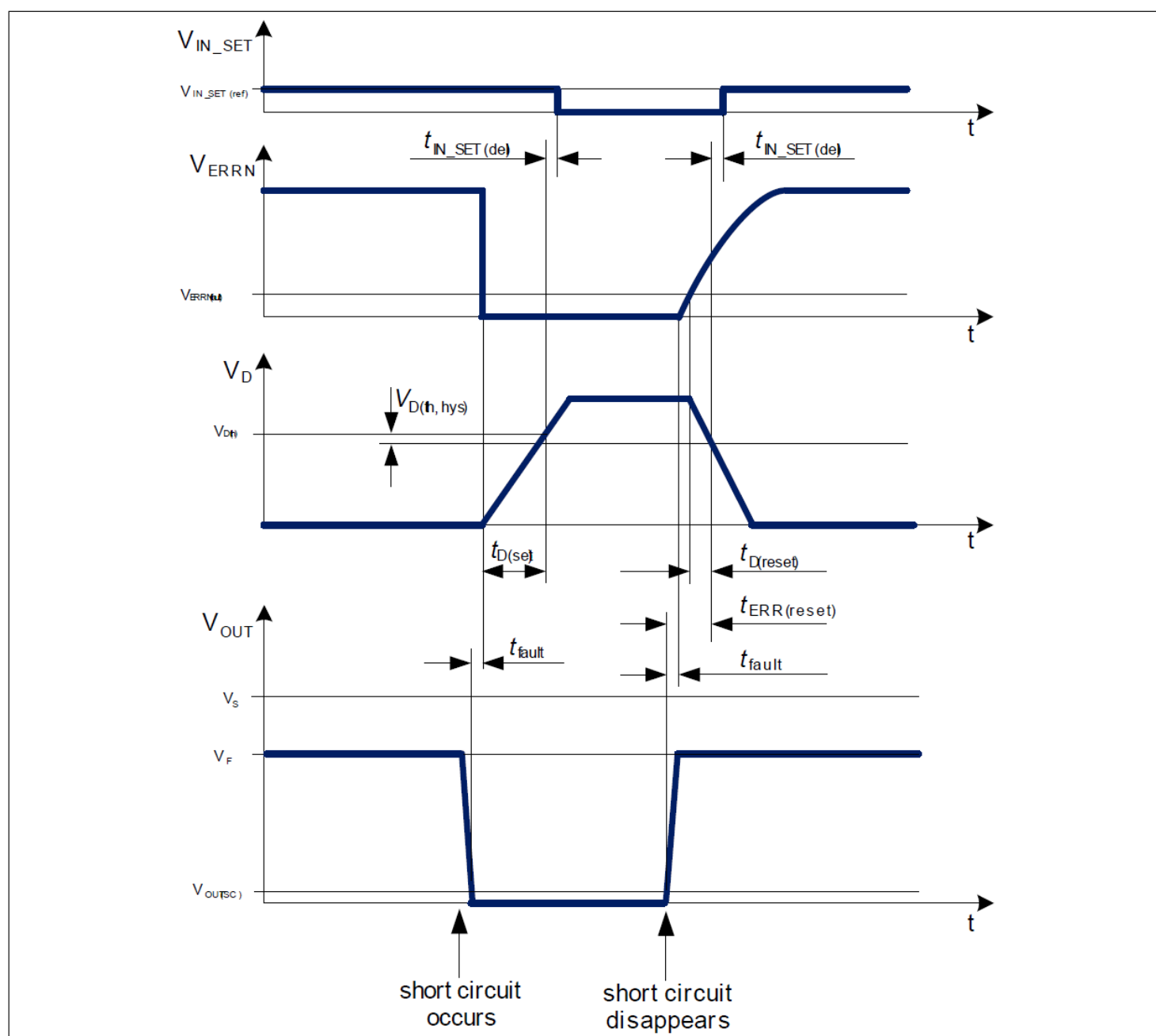


图 16 对GND短路条件时序图示例（D 脚未连接或连接外部电容器至GND， V_{Fxyz} 代表输出负载的正向电压）

6.2.2 故障管理（D 引脚连接至 GND）

将 D 引脚连接到GND配置后，可以在故障条件下仅停用通道，但仍与 LITIX™ Basic+ 系列的其他器件在公共错误网络中共享 ERRN 引脚。如果其中一个输出出现故障条件，则上拉电流 $I_{OUT(fault)}$ 将从受影响的通道流出，取代配置的输出电流（但受到实际负载阻抗限制，例如，理想负载开路时降至零）。在故障条件下，ERRN 引脚开始将电流 $I_{ERRN(fault)}$ 吸收到地，如果外部上拉电阻阻抗合适，则此引脚上的电压电平将降至 $V_{ERRN(fault)}$ 以下。ERRN 低电平电压也可用作 μC 的输入信号，以执行所需的诊断策略。

故障状态不被锁存：一旦故障条件不再存在（至少对于滤波时间 t_{fault} 而言），ERRN就会回到高阻态，一旦其电压高于 $V_{ERRN(fault)}$ ，最终输出级会再次激活。

6 负载诊断

D 引脚开路或接地情况下的负载开路或短接到地诊断时序图示例如图17以及图18 所示。

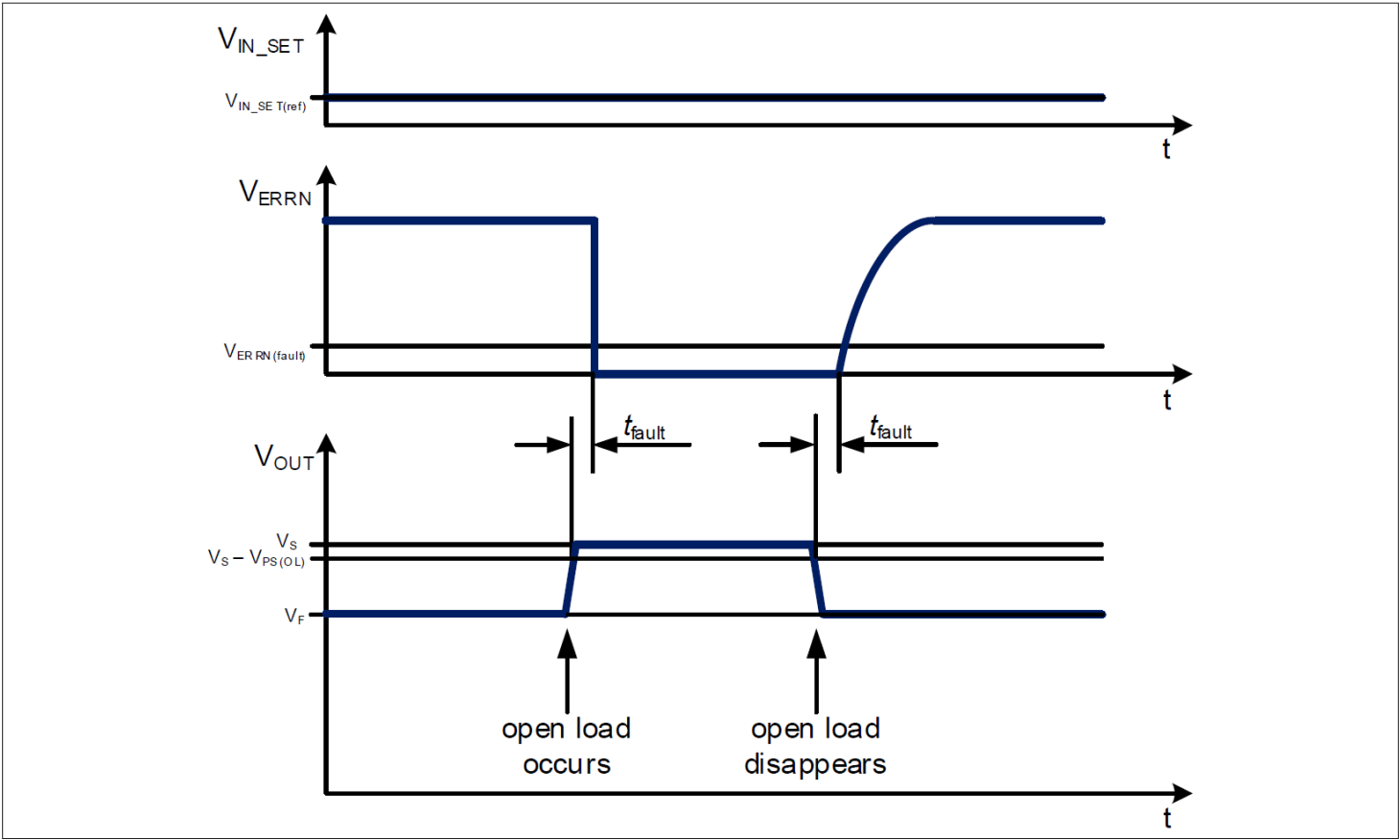


图 17 负载开路条件时序图示例（D 引脚接GDN，VF 代表输出负载的正向电压）

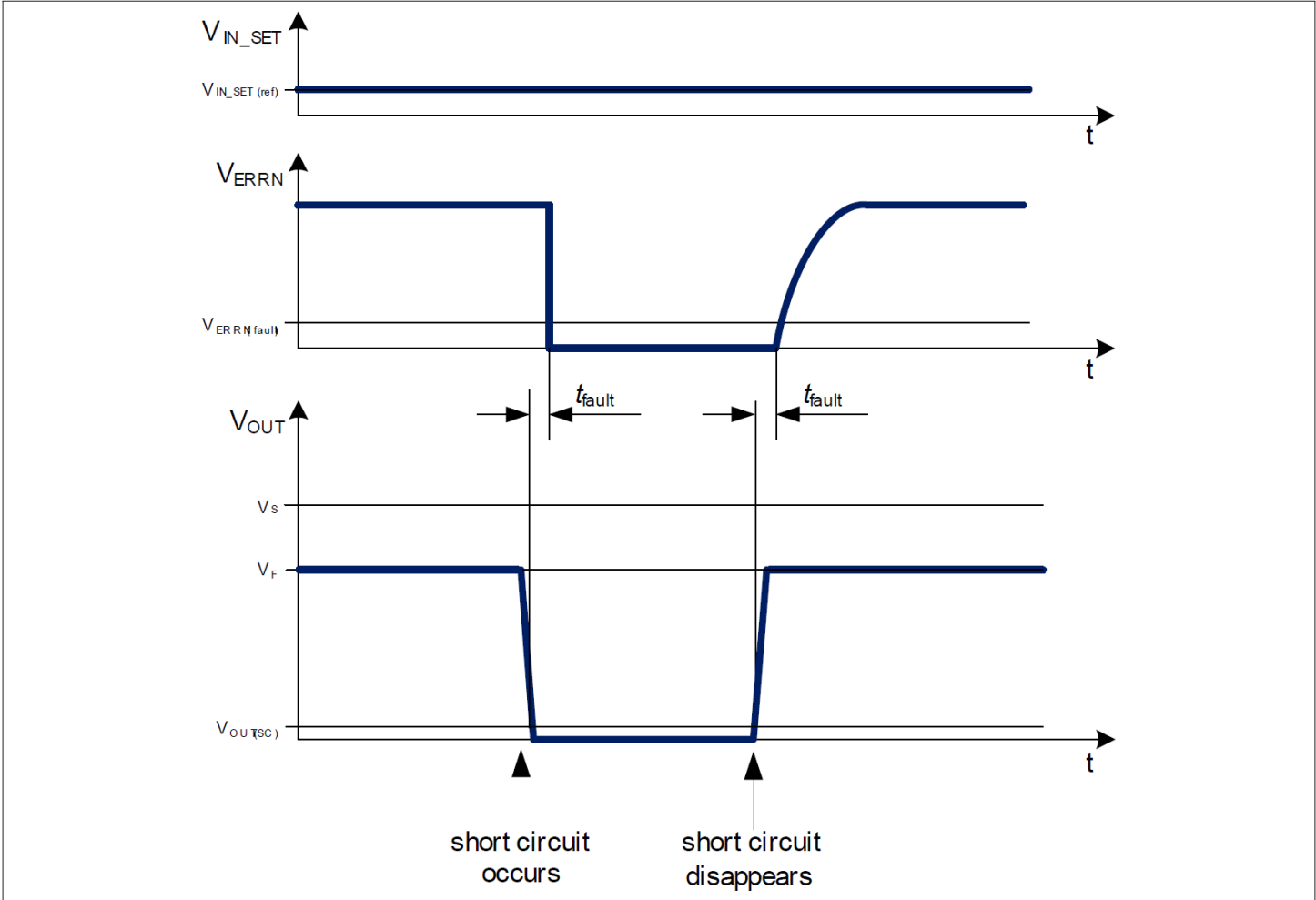


图 18 短路条件时序图示例（D 引脚接地，VF 代表输出负载的正向电压）

6.3 单个 LED 短路检测、SLS_REF 和 DS 引脚

该器件提供输出单LED短路（SLS）检测诊断功能，可以轻松检测出由于此故障模式导致的灯功能光通量损失，而故障模式不一定会出现类似或等同于负载开路或短接至 GND 的状态。为了使 SLS 错误管理符合大多数系统要求，CLD2331-3EP允许通过负载重新激活和重试策略（通过连接到外部电容器的 D 和DS引脚）或通过 ERRN 引脚监控（将 D 引脚短接至 GND）进行错误检测来管理低电平消耗电流模式。

6.3.1 SLS_REF 引脚

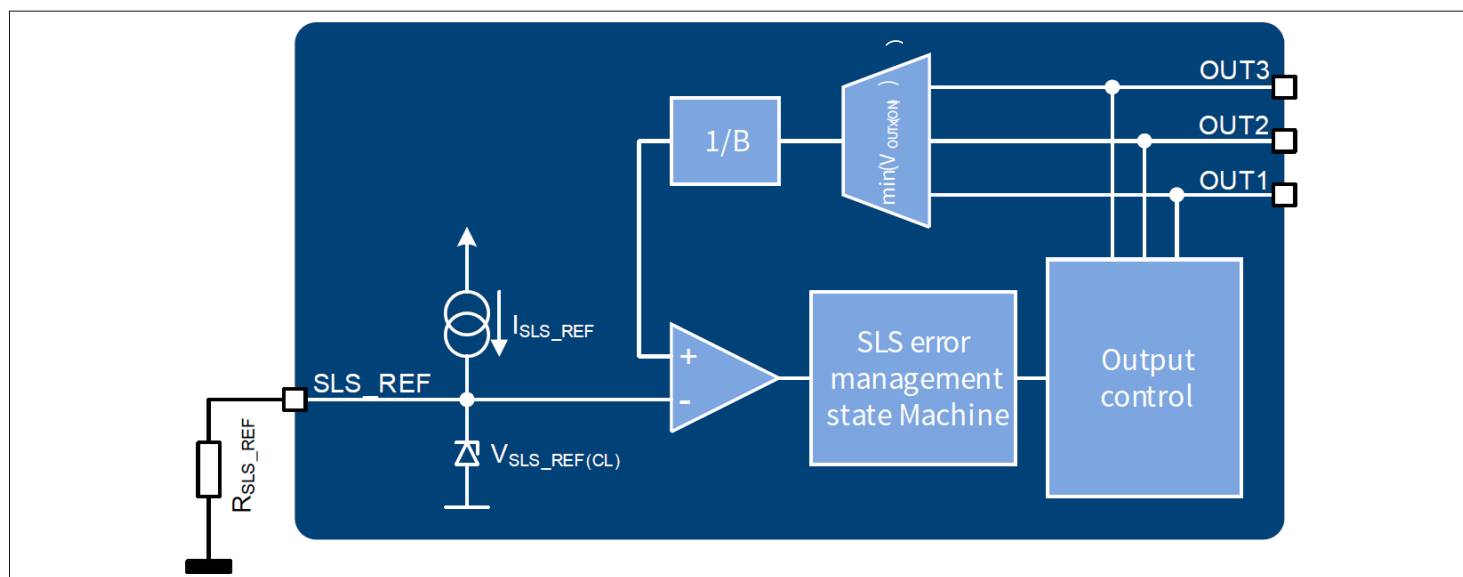


图 19 带电阻终端的 SLS_REF 引脚（框图）

SLS_REF 引脚旨在生成精确且可调的基准电压，以便可靠地检测 SLS 故障。

该基准可以通过编程使 SLS 检测适应与负载相关的变量（如 LED 串联数量、负载电流、LED 正向电压波动和不匹配等）。

该引脚提供精确的基准电流 I_{SLS_REF} (I_{IN_SET2} 的复制品)，可通过外部低电平精密电阻产生所需的基准电压。然后，电压 V_{SLS_REF} 会在内部与 OUT 电压的一小部分进行比较：如果 OUT 电压低于最低预期值，则启动 SLS 错误管理（参见第 6.3.3 章 了解更详细的描述和基准公式）。

图 19 显示了 SLS_REF 引脚的基本框图。

6.3.2 DS 引脚

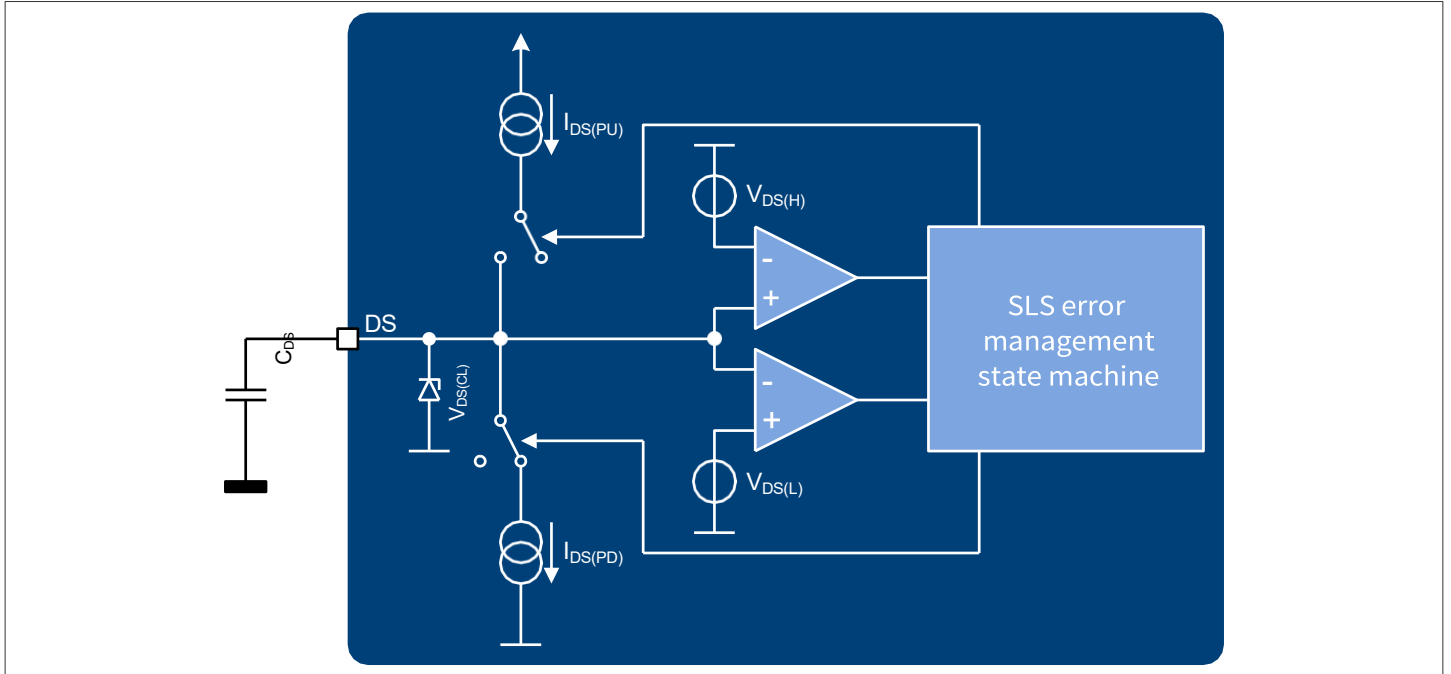


图 20 DS 引脚（框图）

DS 引脚用于实现计时器函数，该函数允许在 SLS 故障期间重试负载重新激活。

默认情况下，当未检测到 SLS 故障时，下拉电流 $I_{DS(PD)}$ 从 DS 引脚灌入 GND。如果验证了 SLS 故障条件，则 DS 引脚上的电容器允许在一段时间内以器件的最小消耗电流进行故障管理，该时间取决于所应用的容量负载，根据第 6.3.4 章的详细描述。

6.3.3 SLS 故障检测

根据方程式(4)，如果 OUT1、OUT2 和 OUT3 之间的最低电压低于 SLS_REF 引脚电压的固定倍数 B_{SLS} ，则检测到单个 LED 阳极-阴极短路条件。根据方程式(5)，可以使用从 SLS_REF 到接地的电阻器来调节电压 V_{SLS_REF} 和参数 K_{SLS_REF} (P_7.5.13)。

$$\min(V_{OUT1}, V_{OUT2}, V_{OUT3}) \leq B_{SLS} \cdot V_{SLS_REF} \quad (4)$$

$$V_{SLS_REF} = I_{SLS_REF} \cdot R_{SLS_REF} \quad (5)$$

6.3.4 SLS 故障管理：D 和 DS 引脚开路或连接电容至 GND（低电平功率消耗模式，带重试策略）

在此引脚配置下，如本章标题所述，如果存在 SLS 条件，则当 D 引脚达到电压电平 $V_{D(th)}$ 时，输出将关闭。在故障条件下，ERRN 引脚开始将电流 $I_{ERRN(fault)}$ 吸收到地，如果外部上拉电阻阻抗合适，则此引脚上的电压电平将降至 $V_{ERRN(fault)}$ 以下。在 $t_{D(set)}$ 后，D 引脚达到电压 $V_{D(th)}$ ，并且 IN_SETx 引脚进入弱下拉状态，在额外的延迟时间 $t_{IN_SETx(del)}$ 之后，电流消耗为 $I_{IN_SETx(fault)}$ 。

6 负载诊断

然后（与 OL 和 SC 检测的管理不同）DS 引脚上的电压也开始随着上拉电流 $I_{DS(PU)}$ 上升，直到达到阈值 $V_{DS(H)}$ ，此时它开始以电流 $I_{DS(PD)}$ 放电。现在 DS 电压可以越过较低的电压阈值 $V_{DS(L)}$ ：此时完整的等待时间周期 t_{SL_WAIT} 完成，并且设备执行负载重新激活重试，重新打开输出电流。如果 SLS 故障情况仍然存在，则会开始新的 t_{SL_WAIT} 周期。如果在一个等待周期结束时没有再检测到故障，设备将恢复正常运行。典型的 t_{SL_WAIT} 的大小由以下公式决定。

$$t_{DS(rise)} = \frac{C_{DS} \cdot V_{DS(H)}}{I_{DS(PU)}} \quad (6)$$

$$t_{DS(FALL)} = \frac{C_{DS} \cdot (V_{DS(H)} - V_{DS(L)})}{I_{DS(PD)}} \approx \frac{C_{DS} \cdot V_{DS(H)}}{I_{DS(PD)}} \quad (7)$$

$$t_{SL(wait)} = t_{DS(rise)} + t_{DS(fall)} + t_{IN_SET(del)} \approx t_{DS(rise)} \quad (8)$$

图形描述参见 图 21 的时序图示例

利用该错误管理算法，可以通过监控 VS 线的器件功耗来检测 SLS 故障，VS 线在整个等待周期内保持与 $I_{S(fault)}$ 相同的低电平。

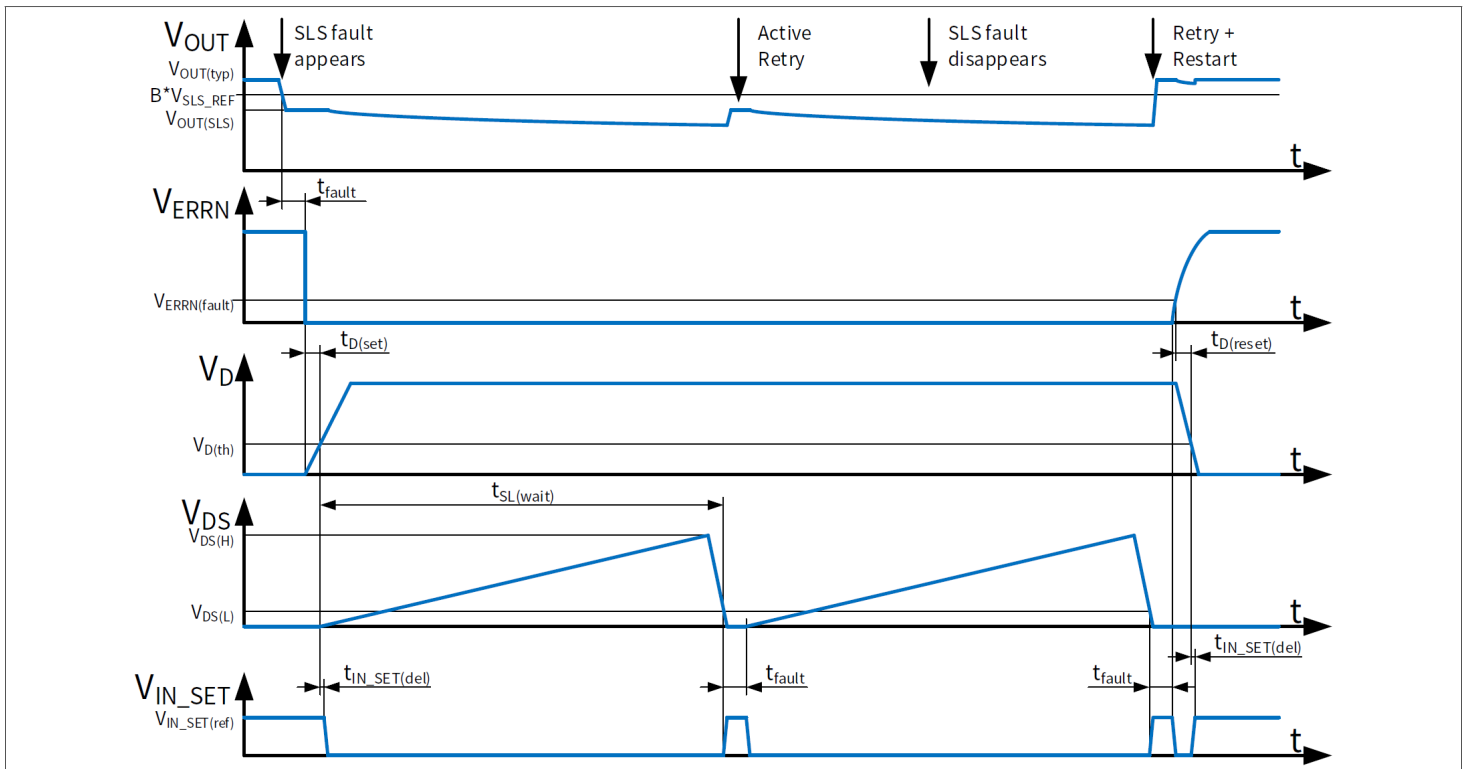


图 21 单LED短路条件图示例（D 引脚未连接或连接外部电容器至 GND）

6.3.5 SLS 故障管理：D 引脚短接至 GND

在 D 引脚对 GND 短路配置下，受单个 LED 短路故障影响的输出不会关闭，这与负载开路或对 GND 故障条件不同。IN_SETx 引脚上的电位保持为 $V_{IN_SETx(ref)}$ ，ERRN 引脚开始向 GND 吸收电流 $I_{ERRN(fault)}$ 。同样，所得的 ERRN

6 负载诊断

低电平电压可用作微处理器的输入信号，以执行所需的诊断策略。此外，SLS 状态不会被锁定：一旦故障条件不再存在（至少对于滤波时间 t_{fault} ），ERRN 就会返回到高阻态。

图22的时序图显示了 SLS 诊断条件的示例。

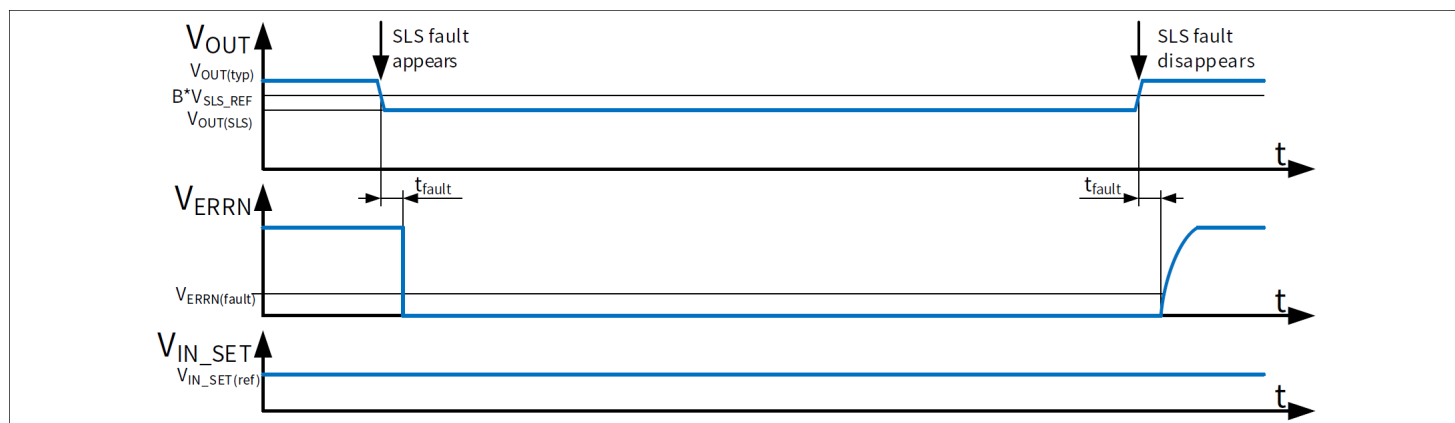


图 22 单LED短路条件图示例（D 引脚短接到 GND）

6.4 电气特性：负载诊断和过载管理

表 8 电气特性：故障管理

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$ ； $V_S = 5.5\text{V}$ 至 18V ； $R_{\text{IN_SETx}} = 10\text{k}\Omega$ ；所有电压相对于 GND，正向电流流入输入和 I/O 引脚，正向电流从输出引脚流出（除非另有说明）

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
IN_SET fault current	$I_{\text{IN_SETx(fault)}}$	–	–	10	μA	¹⁾ $V_S > 8\text{V}$ $V_{\text{OUTx}} = 3.6\text{V}$ $V_{\text{ERRN}} = 0\text{V}$ $V_{\text{IN_SETx}} = 1\text{V}$ D open $V_{\text{EN}} > V_{\text{DEN(th,max)}}$	P_7.5.1
ERRN fault current	$I_{\text{ERRN(fault)}}$	2	–	–	mA	¹⁾ $V_S > 8\text{V}$ $V_{\text{ERRN}} = 0.8\text{V}$ Fault condition $V_{\text{EN}} > V_{\text{DEN(th,max)}}$	P_7.5.2
ERRN input threshold	$V_{\text{ERRN(th)}}$	0.8	–	2.0	V	¹⁾ $V_S > 8\text{V}$	P_7.5.3
OL detection threshold	$V_{\text{PSx(OL)}}$	0.2	–	0.4	V	$V_S > 8\text{V}$ $V_{\text{EN}} > V_{\text{DEN(th,max)}}$	P_7.5.5
SC detection threshold	$V_{\text{OUTx(SC)}}$	0.8	–	1.35	V	$V_S > 8\text{V}$ $V_{\text{EN}} > V_{\text{DEN(th,max)}}$	P_7.5.6
Fault detection current	$I_{\text{OUTx(fault)}}$	50	–	180	μA	$V_S > 8\text{V}$ $V_{\text{OUTx}} = 0\text{V}$ $V_{\text{EN}} > V_{\text{DEN(th,max)}}$	P_7.5.7

（表格续下页……）

表 8 (续) 电气特性：故障管理

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $V_S = 5.5\text{V}$ 至 18V ; $R_{\text{IN_SETx}} = 10\text{k}\Omega$; 所有电压相对于 GND, 正向电流流入输入和 I/O 引脚, 正向电流从输出引脚流出 (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
D-pin							
Threshold voltage for function de-activation	$V_{D(th)}$	1.4	1.7	2	V	$V_S > 8\text{ V}$ $V_{EN} = 5.5\text{ V}$	P_7.5.8
Threshold hysteresis	$V_{D(hys)}$	–	100	–	mV	¹⁾ $V_S > 8\text{ V}$ $V_{EN} = 5.5\text{ V}$ $V_{OUTx} = V_{OUTx(OL)}$	P_7.5.9
Fault pull-up current	$I_{D(fault)}$	20	35	50	μA	$V_S > 8\text{ V}$ $V_{OUTx} = V_{OUTx(OL)}$ $V_D = 2\text{ V}$	P_7.5.10
Pull-down current	$I_{D(PD)}$	40	60	95	μA	$V_S > 8\text{ V}$ V_{EN} $= 5.5\text{ V}$ V_D $= 1.4\text{ V}$ $V_{ERRN} = 2\text{ V}$ $V_{PSx} = 3\text{ V}$ No fault conditions	P_7.5.11
Internal clamp voltage	$V_{D(CL)}$	4	–	6	V	$V_S > 8\text{ V}$ $V_{OUTx} = V_{OUTx(OL)}$ D-pin open	P_7.5.12

SLS_REF pin

Relative pull-up current, related to IN_SET2 $I_{\text{SLS_REF}} / I_{\text{IN_SET2}}$	$K_{\text{SLS_REF}}$	0.972	1	1.028	–	$V_S > 8\text{ V}$ $V_{\text{SLS_REF}} = 0.75\ldots 3.25\text{ V}$ $I_{\text{IN_SET2}} = 50\ldots 270\text{ }\mu\text{A}$	P_7.5.13
Output attenuation factor for internal reference comparison	B_{SLS}	3.77	3.93	4.09	–	$V_S > 14.65\text{ V}$ $\min(V_{\text{OUTx}}) = 13\text{ V}$	P_7.5.21
Output attenuation factor for internal reference comparison	B_{SLS}	3.76	3.93	4.10	–	$V_S > 8\text{ V}$ $\min(V_{\text{OUTx}}) = 7\text{ V}$	P_7.5.22
Output attenuation factor for internal reference comparison	B_{SLS}	3.75	3.93	4.11	–	$V_S > 8\text{ V}$ $\min(V_{\text{OUTx}}) = 5\text{ V}$	P_7.5.23

(表格续下页.....)

表 8 (续) 电气特性：故障管理

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $V_S = 5.5\text{V}$ 至 18V ; $R_{IN_SETX} = 10\text{k}\Omega$; 所有电压相对于 GND, 正向电流流入输入和 I/O 引脚, 正向电流从输出引脚流出 (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Output attenuation factor for internal reference comparison	B_{SLS}	3.73	3.93	4.13	–	$V_S > 8\text{ V}$ $\min(V_{OUTX}) = 3\text{ V}$	P_7.5.24
SLS saturation voltage threshold	$V_{SLS_REF(CL)}$	3.5	–	6	V	$V_S > 8\text{ V}$ $V_{EN} = 5.5\text{ V}$ $V_{PWI} = 0\text{ V}$ SLS_REF open	P_7.5.14

DS pin

High threshold voltage (to trigger from pull up to pulldown current)	$V_{DS(H)}$	2.3	2.5	2.7	V	$V_S > 8\text{ V}$ $V_{SLS_REF} = 1.5\text{ V}$ $V_{OUT1} = V_{OUT2} = 7\text{ V}$ $V_{OUT3} = 5\text{ V}$	P_7.5.15
Low threshold voltage for retry activation	$V_{DS(L)}$	0.2	0.3	0.4	V	$V_S > 8\text{ V}$ $V_{SLS_REF} = 1.5\text{ V}$ $V_{OUT1} = V_{OUT2} = 7\text{ V}$ $V_{OUT3} = 5\text{ V}$	P_7.5.16
Pull-up current	$I_{DS(PU)}$	25	35	50	μA	$V_S > 8\text{ V}$ $V_{SLS_REF} = 1.5\text{ V}$ $V_{OUT1} = V_{OUT2} = 7\text{ V}$ $V_{OUT3} = 5\text{ V}$	P_7.5.17
Pull-down current	$I_{DS(PD)}$	300	500	750	μA	$V_S > 8\text{ V}$ $V_{EN} = 5.5\text{ V}$ $V_{DS} = 0.4\text{ V}$ $V_{ERRN} = 2\text{ V}$ $V_{PSX} = 3\text{ V}$ No fault conditions	P_7.5.18

Timing

Fault to ERRN activation delay	t_{fault}	40	–	150	μs	¹⁾ $V_S > 8\text{ V}$ V_{OUTX} rising from 5 V to V_S $V_{EN} > V_{DEN(th, max)}$	P_7.5.19
--------------------------------	--------------------	----	---	-----	---------------	---	----------

(表格续下页.....)

表 8 (续) 电气特性：故障管理

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $V_S = 5.5\text{V}$ 至 18V ; $R_{IN_SETx} = 10\text{k}\Omega$; 所有电压相对于GND，正向电流流入输入和 I/O 引脚，正向电流从输出引脚流出（除非另有说明）

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Fault appearance/removal to IN_SET deactivation/activation delay	$t_{IN_SET(del)}$	–	–	10	μs	¹⁾ $V_S > 8\text{ V}$ OUT open D rising from 0 V to 5 V $V_{EN} > V_{DEN(th, max)}$	P_7.5.20

1) 未经过生产测试，由设计指定。

7 应用信息

注释： 以下信息是为了帮助设计和实现器件的应用，而不是对器件的功能、性能或质量做出任何承诺或保证。

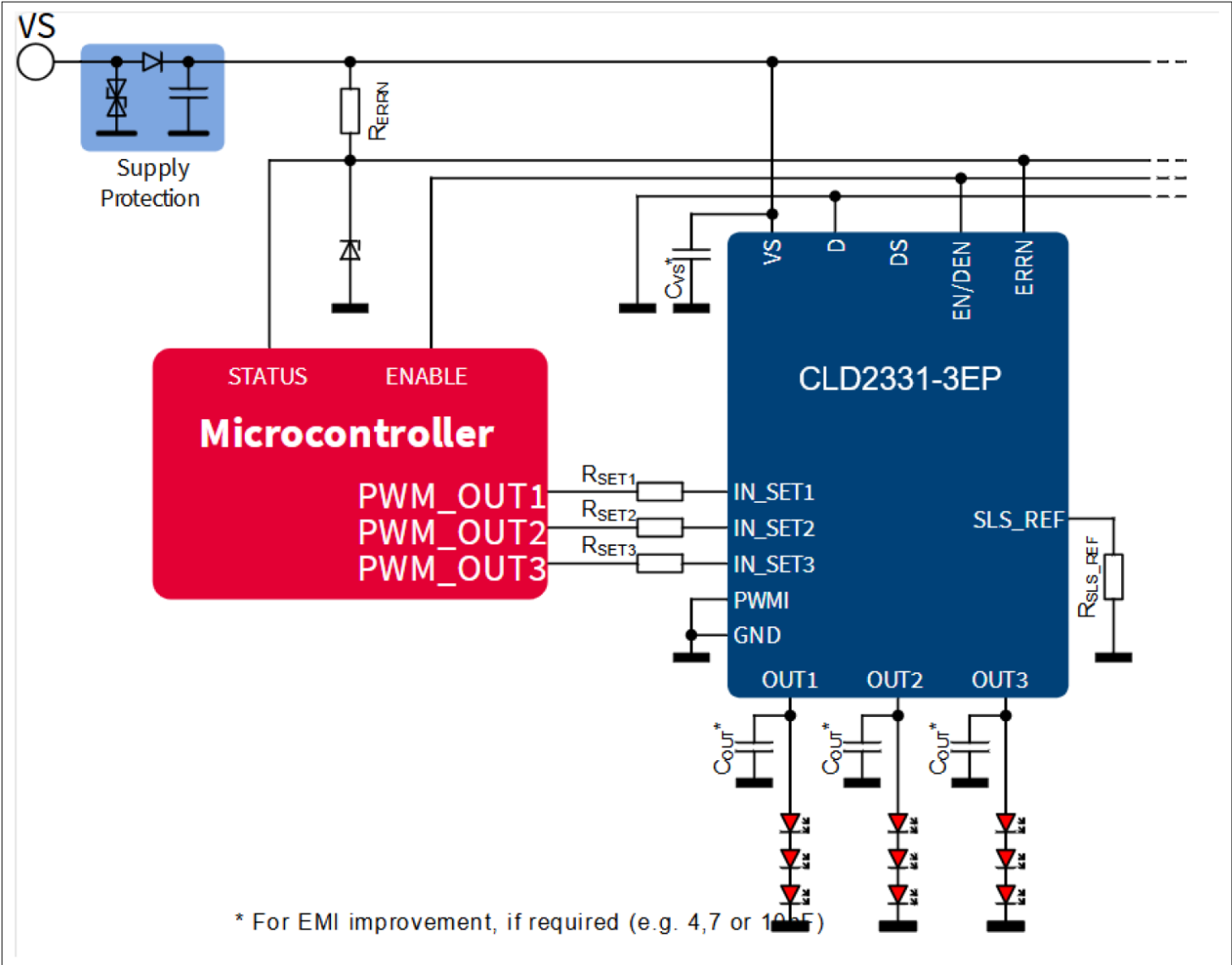


图 23 应用图示例

注释： 这是极简的应用电路示例。该功能需在实际应用中进行验证。

8 封装外形尺寸

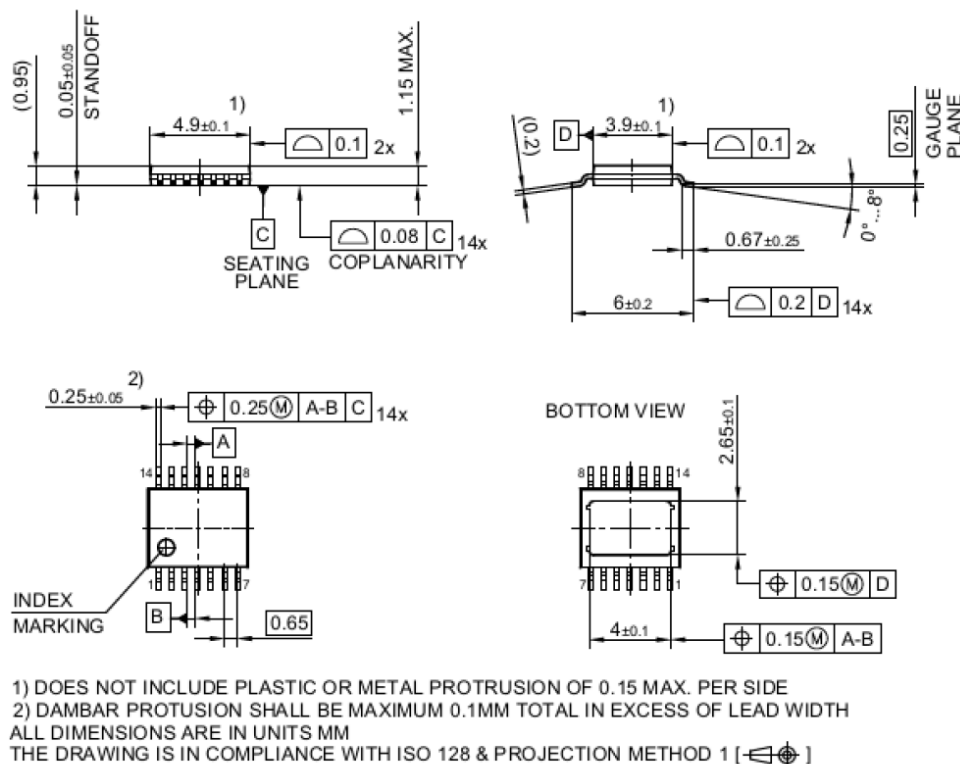


图 24 PG-TSDSO-14

绿色产品：符合 RoHS 标准

为了满足全球客户对环保产品的要求，并遵守政府法规，该器件以绿色产品的形式提供。绿色产品符合 RoHS标准（即，引线采用无铅涂层，并且符合IPC/JEDEC J-STD-020标准，适用于无铅焊接）。

有关封装的更多信息

<https://www.infineon.com/packages>



修订记录

修订记录

Revision	Date	Changes
Rev. 1.00	2025-11-14	• Initial document release



免责声明

请注意，本文件的原文使用英文撰写，为方便客户浏览英飞凌提供了中文译文。该中文译文仅供参考，并不可作为任何论点之依据。

由于翻译过程中可能使用了自动化程序，以及语言翻译和转换过程中的差异，最后的中文译文与最新的英文版本原文含义可能存在不尽相同之处。

因此，我们同时提供该中文译文版本的最新英文原文供您阅读，请参见 <http://www.infineon.com>

英文原文和中文译文版本之间若存有任何歧异，以最新的英文版本为准，并且仅认可英文版本为正式文件。

您如果使用本文件，即表示您同意并理解上述说明。英飞凌不对因翻译过程中可能存在的任何不完整或不准确信息而产生的任何直接或间接损失或损害负责。英飞凌不承担中文译文版本的完整性和准确性责任。如果您不同意上述说明，请不要使用本文件。

Trademarks

All referenced product or service names and trademarks are the property of their respective owners.

重要通知

版本 2025-12-18

Infineon Technologies AG 出版，
德国 Neubiberg 85579

版权 © 2025 Infineon Technologies AG
及其关联公司。
保留所有权利。

Do you have a question about this
document?

Email:
erratum@infineon.com

Infineon Technologies AG 及其关联公司（以下简称“英飞凌”）销售或提供和交付的产品（可能也包括样品，且可能由硬件或软件或两者组成）（以下简称“产品”），应遵守客户与英飞凌签订的框架供应合同或其他书面协议的条款和条件，如无上述合同或其他书面协议，则应遵守适用的英飞凌销售条件。只有在英飞凌明确书面同意的情况下，客户的一般条款和条件或对适用的英飞凌销售条件的偏离才对英飞凌具有约束力。

为避免疑义，英飞凌不承担侵犯第三方权利的所有保证和默示保证，例如对特定用途/目的的适用性或适销性的保证。

英飞凌对与样品、应用或客户对任何产品的具体使用有关的任何信息或本文件中给出的任何示例或典型值概不负责。

本文件中包含的数据仅供具有技术资格和技能的客户代表使用。客户有责任评估产品对预期应用和客户特定用途的适用性，并在预期应用和客户特定用途中验证本文件中包含的所有相关技术数据。客户有责任正确设计、编程和测试预期应用的功能性和安全性，并遵守与其使用相关的法律要求。

除非英飞凌另行明确批准，否则产品不得用于任何因产品故障或使用产品的任何后果可合理预期会导致人身伤害的应用。但是，上述规定并不妨碍客户在英飞凌明确设计和销售的使用领域中使用任何产品，但是客户对应用负有全部责任。

英飞凌明确保留根据适用法律，如《德国版权法》（UrhG）第 44b 条，将其内容用于商业资料和数据勘探（TDM）的权利。

如果产品包含安全功能：

由于任何计算设备都不可能绝对安全，尽管产品采取了安全措施，但英飞凌不保证产品不会被入侵、数据不会被盗或遗失，或不会发生其他漏洞（以下简称“安全漏洞”），英飞凌对任何安全漏洞不承担任何责任。

如果本文件包含或引用软件：

根据美国、德国和世界其他国家的知识产权法律和条约，该软件归英飞凌所有。英飞凌保留所有权利。因此，您只能按照软件附带的软件授权协议的规定使用本软件。

如果没有适用的软件授权协议，英飞凌特此授予您个人的、非排他性的、不可转让的软件知识产权授权（无权转授权）：(a) 对于以源代码形式提供的软件，仅在贵组织内部修改和复制该软件用于英飞凌硬件产品；及 (b) 对于以二进制代码 (binary code) 形式对外向终端用户分发该软件，仅得用于英飞凌硬件产品。禁止对本软件进行任何其他使用、复制、修改、翻译或编译。有关产品、技术、交货条款和条件以及价格的详细信息，请联系离您最近的英飞凌办公室或访问 <https://www.infineon.com>。