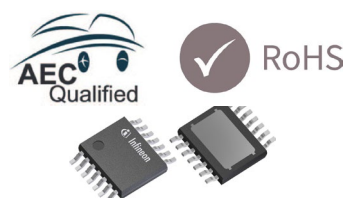


英飞凌LITIX™ 功率 TLD6098-1EP

英飞凌车规级多拓扑单通道DC/DC控制器

特性

- 宽输入电压（高达 58 V）和输出电压范围（高达 70 V）
- 开关频率范围为 100 kHz 至 500 kHz，与外部时钟源同步为 2.2 MHz
- EMC 优化器件
- 模拟可调节输入
- 过压、对地短路、过流、开路反馈和过温诊断输出
- 用于调光和保护的 PMOS 栅极驱动器，具有增强的调光功能
- LED 电流精度 $\pm 3.5\%$



Product type	Package	Marking
TLD6098-1EP	PG-TSDSO-14	TLD6098-1

潜在应用

- LED 驱动器适用于：前灯模块、尾灯模块、内饰灯
- 电压调节器

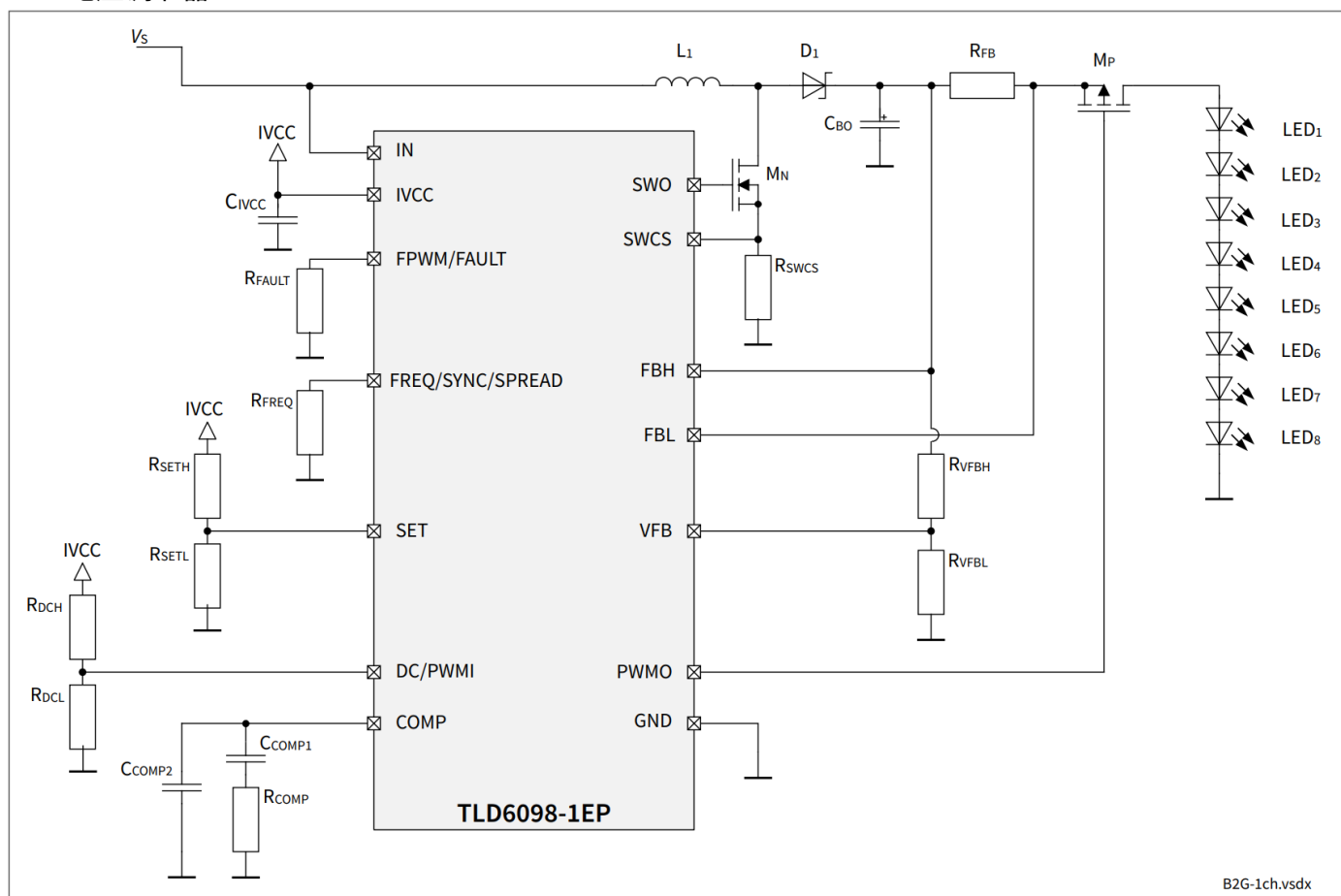


Figure 1 Application diagram

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）。

TLD6098-1EP 描述

TLD6098-1EP 描述

TLD6098-1EP是一款多拓扑 DC/DC 控制器，专为LED应用而设计，具有内置保护功能，以实现紧凑的 LED 驱动器。

输出电流通过峰值电流控制环路来进行调节。内部斜率补偿被用于避免在高占空比（例如高于50%）下发生次谐振振荡。

在整个工作温度范围内，电流精度优于3.5%（未使用模拟调光情况下）。轨到轨电流采样放大器为拓扑选择提供了灵活性，可以为超过 20 个白光LED（输出电压高达 70 V）的LED组串式供电。

通过使用外部电阻，开关频率从100 kHz调整到500 kHz可调。还可以与外部时钟同步。该器件还集成了一个展频调制器，以便于满足电磁辐射标准。

TLD6098-1EP可以驱动外部 PMOS 用于调光和保护。

为此，器件集成了一个由 DC/PWMI 引脚上的模拟电压控制的 PWM 生成器。生成的 PWM 信号的占空比可在 0 至 100% 范围内调节，分辨率为 10 位，频率范围可在 150 Hz 至 750 Hz 范围内编程。在同一个 DC/PWMI引脚上也可以使用数字PWM信号。

产品验证

汽车应用认证。根据AEC-Q100标准进行的产品验证。

目录

目录

	目录	3
1	框图	5
2	引脚配置	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	10
4	开关调节器	11
4.1	软启动	11
4.2	电气特性	14
5	线性调节器	17
5.1	外部开关 MOSFET 的欠压保护	17
5.2	电气特性	18
6	开关频率设置和同步	20
6.1	使用外部电阻设置开关频率	20
6.1.1	电气特性	21
6.1.2	展频	21
6.1.2.1	电气特性	22
6.2	与外部时钟同步（低频模式）	22
6.2.1	电气特性	23
6.3	与外部时钟同步（高频范围）	23
7	模拟输出调整	24
7.1	电气特性	24
8	调光功能	25
8.1	电气特性	25
8.2	数字PWM调光	26
8.2.1	电气特性	27
8.3	内置PWM引擎	27
8.3.1	电气特性	30
9	保护措施和故障管理	31
9.1	电气特性	31
9.2	对地短路	31
9.2.1	电气特性	32
9.3	输出过压及电压调节	32
9.3.1	电气特性	34
9.4	FBH引脚过压	34
9.4.1	电气特性	36

目录

9.5	输出过流.....	37
9.5.1	电气特性.....	40
9.6	过温.....	40
9.6.1	电气特性.....	41
10	应用信息	42
11	封装	46
12	修订记录	47
	免责声明	48

1 框图

1 框图

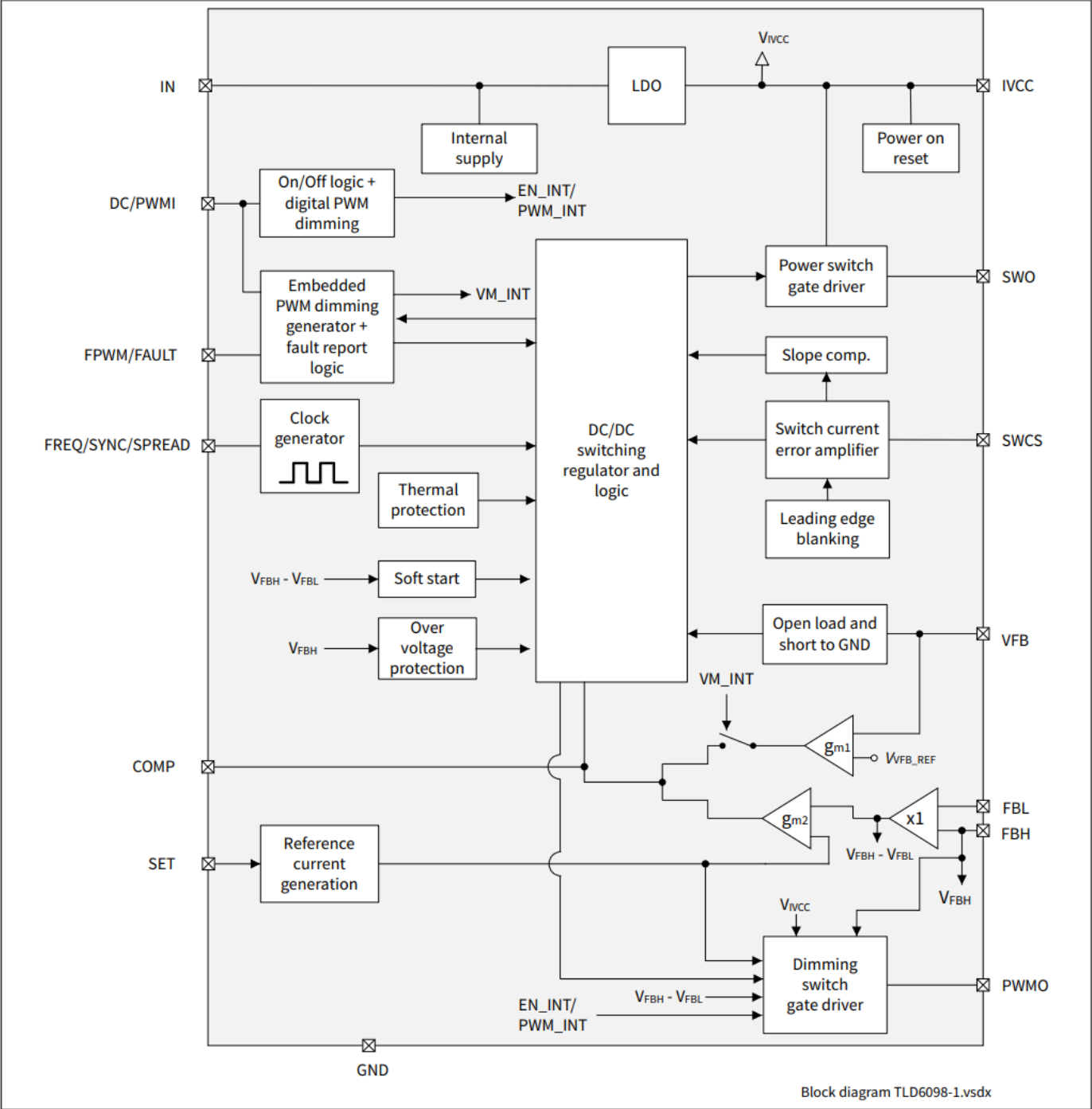


图 2 框图

引脚配置

2 引脚配置

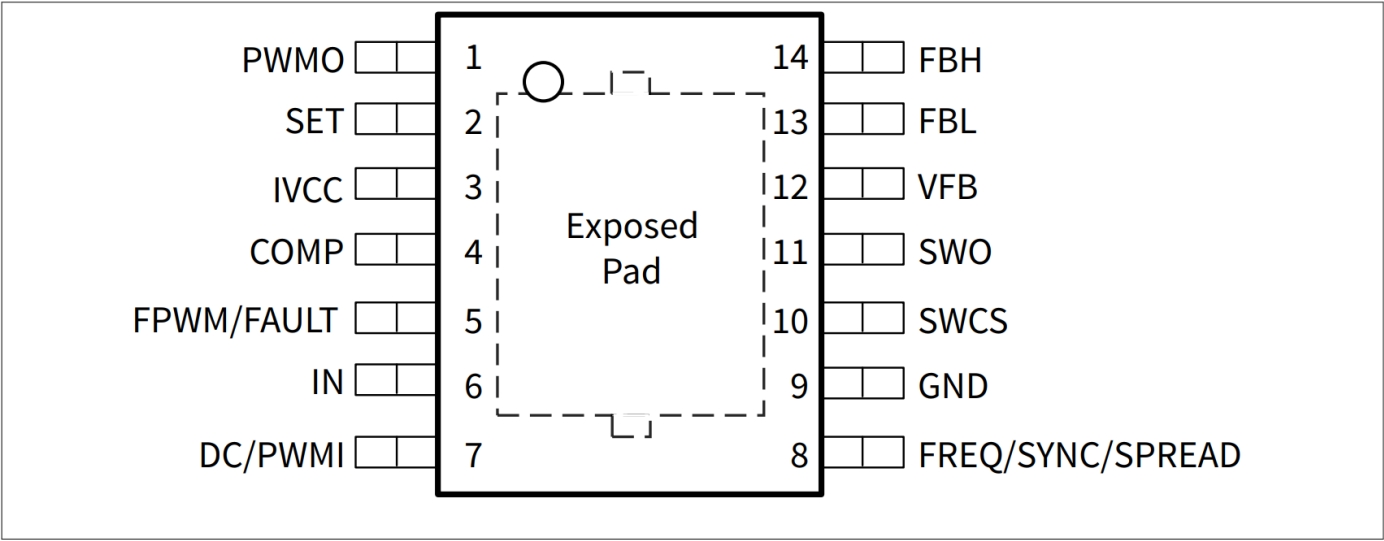


图3 PG-TSDSO-14 引脚配置

Table 1 Pin configuration PG-TSDSO-14

Name	Pos.	Description	Direction
PWMO	1	PMOS driver for dimming and protection Connect to gate of external MOSFET Pin must be left open if external MOSFET is not used	Output
SET	2	Analog adjustment Load current adjustment pin Pin must not be left open If analog adjustment is not used, connect to IVCC pin	Input
IVCC	3	Internal linear voltage regulator Used for internal biasing and gate drive Bypass with external capacitor Pin must not be left open	Output
COMP	4	Compensation Connect R and C network for stability	Input
FPWM/FAULT	5	PWM frequency selector/Fault Connect external R to set PWM frequency Faults are reported by raising the voltage on this pin	Input/ Output
IN	6	Supply Supply for internal biasing	Input
DC/PWMI	7	PWM adjustment Set duty cycle of PWM engine or digital input for PWM dimming	Input

(表格续下页.....)

引脚配置

Table 1 (continued) Pin configuration PG-TSDSO-14

Name	Pos.	Description	Direction
FREQ/SYNC/SPREAD	8	Frequency selector or synchronization Connect external resistor to GND to set switching frequency Apply square waveform for synchronization	Input
GND	9	Ground	–
SWCS	10	Current sense/Power ground Detects peak current through power switch Power ground of gate driver of SWO	Input
SWO	11	Switch gate driver Connect to gate of external switching power n-channel MOSFET	Output
VFB	12	Overvoltage/Voltage loop reference Connect to resistive voltage divider to set the maximum voltage at output and the short to ground threshold	Input
FBL	13	Voltage feedback negative Inverting input (-)	Input
FBH	14	Voltage feedback positive Non inverting input (+)	Input
Exposed pad	EP	Exposed pad Used only for heat dissipation Connect to pin 9 (GND)	–

3 产品一般特性

3 产品一般特性

3.1 绝对最大额定值

表 2 绝对最大额定值

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ to $+150^{\circ}\text{C}$; all voltages with respect to ground, positive current flowing into pin (unless otherwise specified)

未经过生产测试，由设计指定。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Power supply input voltage	V_{IN}	-0.3	–	60	V	–	PRQ-31
Voltage at pin SET	V_{SET}	-0.3	–	5.5	V	–	PRQ-44
Voltage at pin DC/ PWMI	$V_{DC/PWMI}$	-0.3	–	60	V	–	PRQ-32
Voltage at pin FBH	V_{FBH}	-1	–	75	V	–	PRQ-33
Voltage at pin FBL	V_{FBL}	-1	–	75	V	–	PRQ-34
Differential input voltage	$V_{REF(MAX)}$	-75	–	75	V	$V_{REF(MAX)} = V_{FBH} - V_{FBL}$ Differential signal (not referred to ground)	PRQ-35
Current at pin FBH, FBL	I_{FBH}, I_{FBL}	-7.5	–	7.5	mA	$V_{FBH} - V_{FBL} = 150 \text{ mV}$	PRQ-36
Voltage at pin VFB	V_{FB}	-0.3	–	5.5	V	–	PRQ-37
Voltage at pin SWCS	V_{SWCS}	-0.3	–	0.3	V	–	PRQ-38
Voltage at pin SWO	V_{SWO}	-0.3	–	5.5	V	–	PRQ-39
Voltage at pin FPWM/ FAULT	$V_{FPWM/FAULT}$	-0.3	–	5.5	V	–	PRQ-40
Voltage at pin COMP	V_{COMP}	-0.3	–	5.5	V	–	PRQ-41
Voltage at pin FREQ/ SYNC/SPREAD	$V_{FREQ/SYNC}$	-0.3	–	5.5	V	–	PRQ-42
Voltage at pin PWMO	V_{PWMO}	-0.3	–	75	V	–	PRQ-43
PMOS output voltage	V_{PMOS}	-1	–	10	V	$V_{PMOS} = V_{FBH} - V_{PWMO}$ Differential signal (Not referred to ground)	PRQ-579
Voltage at pin IVCC	V_{IVCC}	-0.3	–	5.5	V	–	PRQ-45
Temperature							
Junction temperature	T_J	-40	–	150	$^{\circ}\text{C}$	–	PRQ-46
Storage temperature	T_{stg}	-40	–	150	$^{\circ}\text{C}$	–	PRQ-47

(表格续下页.....)

3 产品一般特性

表 2 (续) 绝对最大额定值

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ to $+150^{\circ}\text{C}$; all voltages with respect to ground, positive current flowing into pin (unless otherwise specified)

未经过生产测试，由设计指定。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P- Number
		Min.	Typ.	Max.			
ESD susceptibility							
ESD susceptibility	V _{ESD_HBM}	-2	–	2	kV	HBM: ESD susceptibility, Human Body Model "HBM" according to AEC Q100-002	PRQ-48
ESD susceptibility inner pins	V _{ESD_CDM}	-0.5	–	0.5	kV	CDM: ESD susceptibility, Charged Device Model "CDM" according to AEC Q100-011	PRQ-49
ESD susceptibility corner pins	V _{ESD_CDM_CR}	-0.75	–	0.75	kV	CDM: ESD susceptibility, Charged Device Model "CDM" according to AEC Q100-011	PRQ-50

注意:

1. 超过此处所列的压力可能会对器件造成永久性损坏。长时间在绝对最大额定值条件下工作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。故障条件被认为是“超出”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

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ to $+150^{\circ}\text{C}$; all voltages with respect to ground, positive current flowing into pin (unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Extended power supply input voltage range	$V_{\text{IN_EXT}}$	4.5	–	58	V	¹⁾ Parameter deviations possible	PRQ-51
Power supply input voltage operating range	$V_{\text{IN_OP}}$	8	–	36	V	–	PRQ-52

(表格续下页.....)

3 产品一般特性

表 3 (续) 工作范围

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ to $+150^{\circ}\text{C}$; all voltages with respect to ground, positive current flowing into pin (unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Operating voltage at pin FBH	V_{FBH_OP}	0	–	70	V	–	PRQ-581
Operating voltage at pin FBL	V_{FBL_OP}	-0.3	–	70	V	–	PRQ-53
Switching frequency adjustment range	f_{SWO}	100	–	500	kHz	–	PRQ-85
Synchronization low frequency capture range	$f_{FREQ/SYNC/SPREAD(LF)}$	100	–	500	kHz	–	PRQ-90
Synchronization high frequency capture range	$f_{FREQ/SYNC/SPREAD(HF)}$	2	–	2.4	MHz	–	PRQ-132
PWMO frequency range	f_{PWMO}	150	–	750	Hz	–	PRQ-113

1) 未经过生产测试，由设计指定。

注：在工作范围内，IC按照电路描述的方式工作。电气特性是在相关电气特性表中给出的条件下指定的。

3.3 热阻抗

表4 热阻

未经过生产测试，由设计指定。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Junction to case	R_{thJC}	–	20.9	–	K/W	¹⁾	PRQ-54
Junction to ambient	R_{thJA}	–	57.2	–	K/W	²⁾ 2s2p	PRQ-55
Junction to ambient	R_{thJA}	–	73.2	–	K/W	²⁾ 1s0p + 600 mm ²	PRQ-56
Junction to ambient	R_{thJA}	–	85.5	–	K/W	²⁾ 1s0p + 300 mm ²	PRQ-57

1) 指定的 R_{thJC} 值是在自然对流条件下，在冷板设置上模拟得到的（所有引脚和裸露焊盘都固定在环境温度下）
 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 耗散功率 1 W

2) 指定的 R_{thJA} 值根据JEDEC 2s2p (JESD 51-7) + (JESD 51-5) 和JEDEC 1s0p (JESD 51-3) + FR4板在自然对流条件下的散热器面积下模拟得到的。该器件在 76.2 x 114.3 x 1.5 mm 的板上进行模拟。2s2p 板有 2 个外层铜层 (2 x 70 μm Cu) 和 2 个内层铜层 (2 x 35 μm Cu)。在裸露焊盘下方应用了一个热通孔阵列（直径 = 0.3 mm，镀层厚度为 25 μm ），并将顶层和内层连接至JEDEC PCB的底层。 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ ；IC功耗 1 W

注：此热学数据是根据JEDEC JESD51 标准生成的。欲了解更多信息，请访问<https://www.jedec.org>

4 开关调节器

TLD6098-1EP实现了调节器，适用于升压到地、升压到电池、降压到电池、SEPIC、反激式和 Cuk 拓扑。

该器件有两个不同的控制回路：

- A 电流控制环路（始终启用）
- A 电压控制环路（可选）

如果电压环路启用的，只要 VFB 引脚上的反馈电压低于 VFB 电压模式 ON 阈值 ($V_{VFB_VM(ON)}$)，器件就会调节输出电流。一旦达到 VFB 基准电压 (V_{VFB_REF}) 电压，控制环路就会接管并调节输出电压。

控制器通过感测电感峰值电流以及内部误差放大器的输出来产生 PWM 信号。控制信号施加到连接到 SWO 引脚的内部栅极驱动器，以驱动外部 n 沟道 MOSFET。

4.1 软启动

软启动程序有两个功能：

- 限制输入电流和输出过冲
- 确保系统输出在合理的时间内达到目标值，即使在低占空比的 PWM 调光模式下工作

DC/PWMI 引脚的第一个上升沿或内置 PWM 引擎的第一个周期使能软启动程序。

然后在下列情况执行：

- 在启动时
- 在 FBH 引脚过压后
- 在 VFB 引脚过压后
- 过温故障后
- IVCC 引脚欠压后

软启动在短路到接地故障后应用，并在故障持续存在的情况下每隔 t_{FAULT} 时间重复触发一次。

软启动的操作取决于模拟输出的调整。

在软启动期间，开关调节器调整 PWM 信号，使 FBH 和 FBL 之间的电压从 0 逐渐增加到 $V_{REF(100\%)}$ ，此过程在 t_{SS} 时间内完成。如果没有应用模拟调整，则该过程将分为 15 个步骤进行；否则，在软启动结束之前，将达到预期的稳态。

当应用低占空比调光时，会对 PWM 调光脉冲施加 ON 时间延长，以确保合理的上电时间。

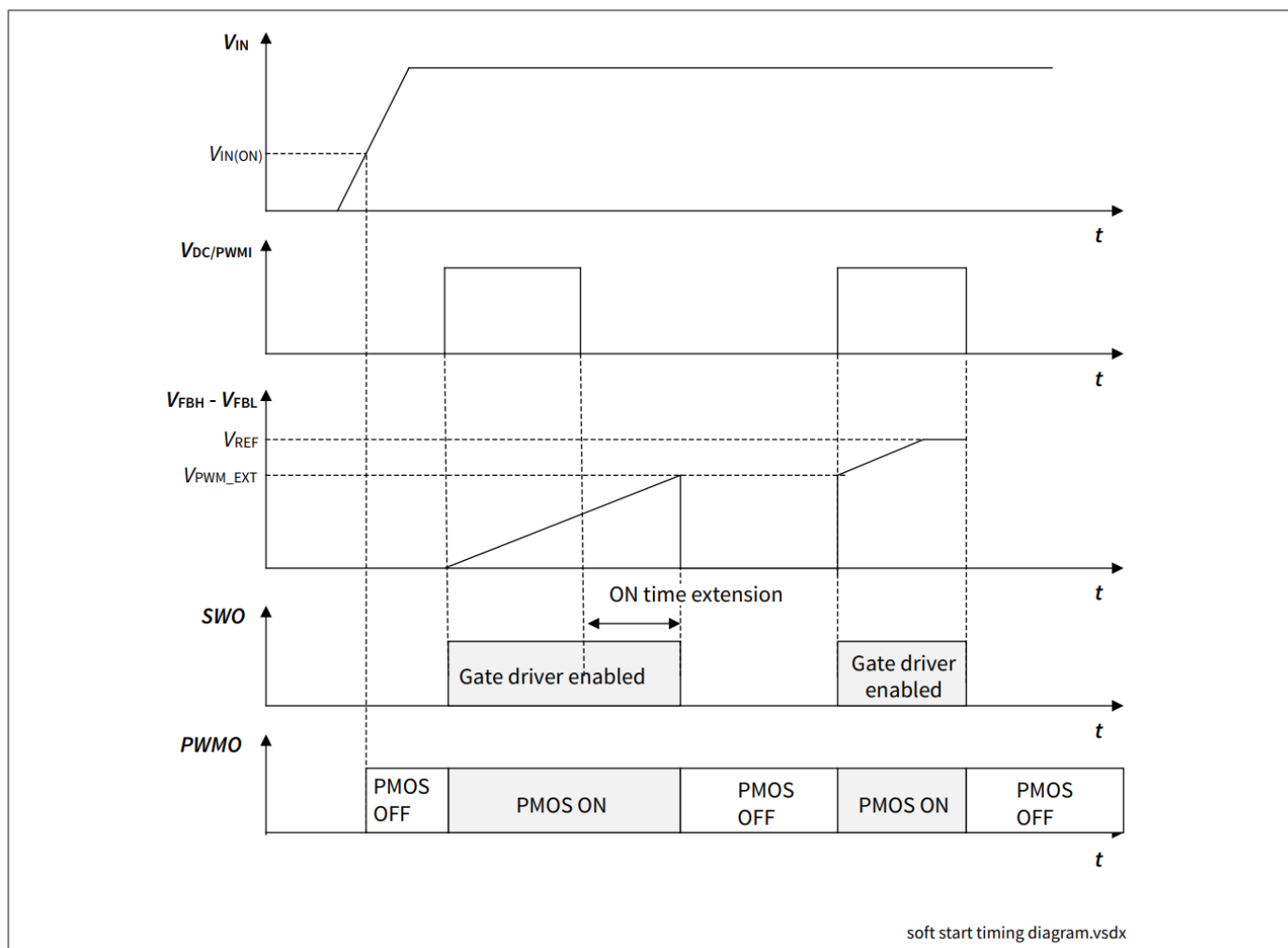


图4 软启动时序图 (V_{FBH} 、 V_{FBL} 的线性波形是可能的情况的示例)

ON时间延长将在以下情况下触发：

- 应用的PWM调光信号（或PWM引擎生成的信号）具有比预期更短的ON时间软启动期间的 t_{ss} 以及

- PWM延长期间，在PWM信号ON时间结束时，FBH与FBL之间的电压低于基准电压 V_{PWM_EXT}

PWM信号的ON时间延长持续存在，直到FBH和FBL之间的电压达到 V_{PWM_EXT} 。

V_{PWM_EXT} 在ON时间延长期间通过模拟输出调整被限制到最小参考电压 V_{PWM_MIN}

在 V_{REF} 信号的前3个步骤中， V_{PWM_EXT} 高于 V_{REF} 。

如果通过模拟调整功能调整的FBH和FBL之间的参考电压低于 V_{PWM_MIN} ，ON时间延长在 t_{ss} 后结束。

开关调节器

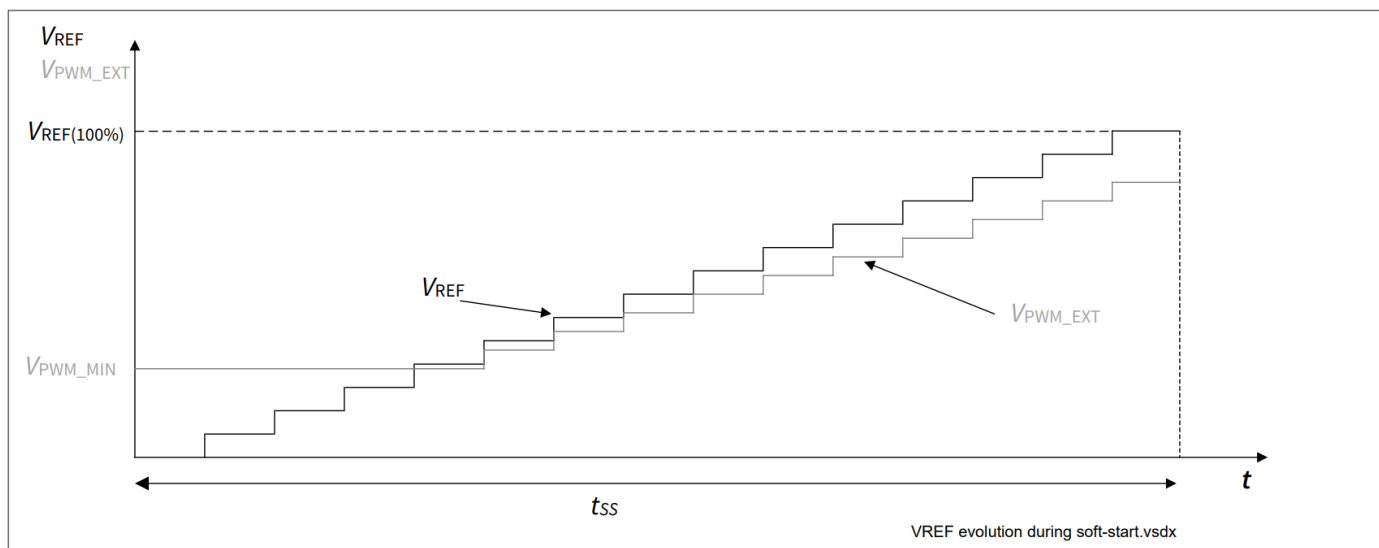


Figure 5 V_{REF} and V_{PWM_EXT} waveforms during the soft start routine without analog output adjustment

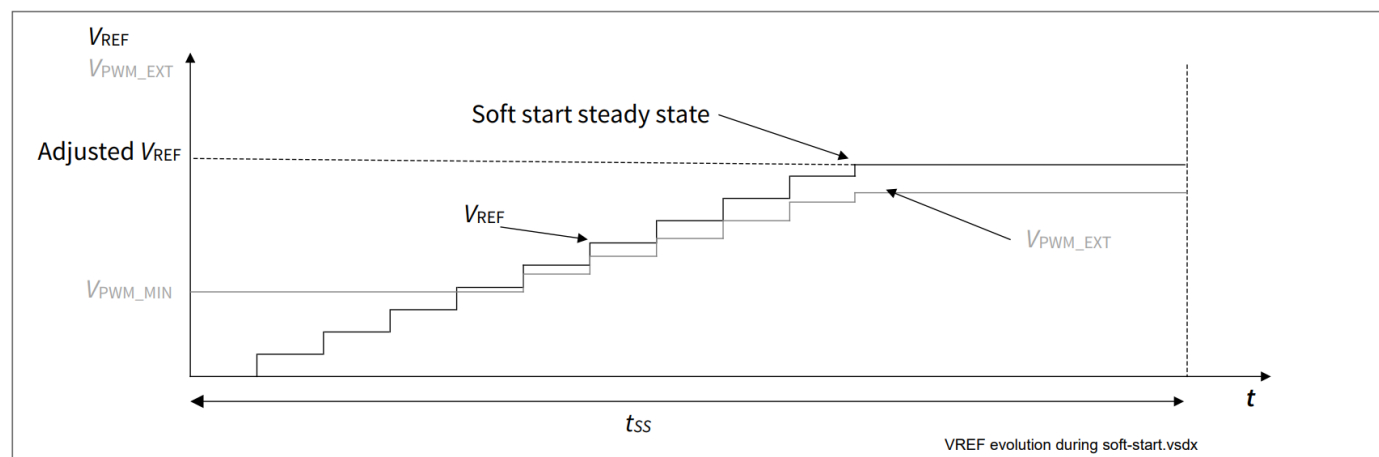


Figure 6 V_{REF} and V_{PWM_EXT} waveforms during the soft start routine with analog output adjustment

如果ON时间延长在 t_{ss} 时间到达之前结束，则在下一个PWM周期中重新触发ON时间延长，前提是FBH和FBL之间的电压再次低于 V_{PWM_EXT}

当ON时间延长结束时，软启动的剩余部分将在PWM调光信号的下一个ON时间内演变。在这种情况下，实际的软启动持续时间可能会长于 t_{ss0}

开关调节器

4.2 电气特性

表5 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P- Number
		Min.	Typ.	Max.			
调节器							
VFB reference voltage (voltage loop)	V_{VFB_REF}	1.568	1.6	1.632	V	–	PRQ-142
Current loop reference voltage	$V_{REF(100\%)}$	144.75	150	155.25	mV	Differential signal (not referred to ground) $V_{REF} = V_{FBH} - V_{FBL}$ $V_{SET} = 5\text{ V}$	PRQ-66
Current loop reference voltage	$V_{REF(40\%)}$	54.6	60	65.4	mV	²⁾ Differential signal (not referred to ground) $V_{SET} = 940\text{ mV}$	PRQ-67
Current loop reference voltage	$V_{REF(0\%)}$	–	–	10	mV	Differential signal (not referred to ground) $V_{SET} = 100\text{ mV}$	PRQ-68
Transconductance error amplifier voltage loop	g_{m1}	–	0.95	–	mS	¹⁾ ²⁾	PRQ-600
Transconductance error amplifier current loop	g_{m2}	–	1.6	–	mS	²⁾ ¹⁾	PRQ-463
Switch current limit threshold	V_{SWCS_TH}	80	100	120	mV	–	PRQ-69
Maximum duty cycle in adjust. freq. mode	D_{MAX}	91	–	–	%	$R_{FREQ/SYNC/SPREAD} = 27\text{ k}\Omega$	PRQ-70
Maximum duty cycle in low frequency sync mode	$D_{MAX(LF)}$	88	–	–	%	$f_{SW} = 500\text{ kHz}$	PRQ-71
Maximum duty cycle in high frequency sync mode	$D_{MAX(HF)}$	80	–	–	%	$f_{SW} = 2.2\text{ MHz}$	PRQ-289
Soft start time	t_{SS}	1.8	2	2.2	ms	²⁾ ¹⁾	PRQ-72
Reference voltage during PWM extension	V_{PWM_EXT}	–	$0.8 \cdot V_{RE}$ F1,2	–	V	¹⁾ ²⁾ $V_{PWM_EXT} > V_{PWM_MIN}$	PRQ-588

(表格续下页.....)

开关调节器

表 5 (续) 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Minimum reference voltage during PWM extension	V_{PWM_MIN}	–	31.5	–	mV	2) 1)	PRQ-589
Input current at pin FBH	I_{FBH}	–	550	800	μA	$V_{FBH} - V_{FBL} = 0.15\text{ V}$ $V_{FBH} = 60\text{ V}$	PRQ-73
Input current at pin FBL	I_{FBL}	–	50	70	μA	$V_{FBH} - V_{FBL} = 0.15\text{ V}$ $V_{FBH} = 60\text{ V}$	PRQ-74
Input current at pin FBH	I_{FBH}	–	50	70	μA	$V_{FBH} - V_{FBL} = 0.15\text{ V}$ $V_{FBL} = 0\text{ V}$ Current flows out of pin	PRQ-75
Input current at pin FBL	I_{FBL}	–	50	70	μA	$V_{FBH} - V_{FBL} = 0.15\text{ V}$ $V_{FBL} = 0\text{ V}$ Current flows out of pin	PRQ-76
Threshold voltage high side sensing	V_{FBH_HSS}	–	2.55	2.8	V	2) V_{FBH} increasing	PRQ-267
Threshold voltage low side sensing	V_{FBH_LSS}	2.1	2.3	–	V	2) V_{FBH} decreasing	PRQ-268
Power supply undervoltage shutdown	$V_{IN(OFF)}$	2.5	–	4.5	V	V_{IN} decreasing	PRQ-77
Power supply minimum startup voltage	$V_{IN(ON)}$	–	–	5.5	V	V_{IN} increasing	PRQ-78
Power supply current consumption	I_{IN}	–	5	8	mA	$V_{DC/PWMI} = 0\text{ V}$ $V_{SET} = V_{VCC}$ $R_{FREQ/SYNC/SPREAD} = 33\text{ k}\Omega$ $R_{FPWM/FAULT} = 57\text{ k}\Omega$ no faults detected	PRQ-426

(表格续下页.....)

4 开关调节器

表 5 (续) 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
外部开关的栅极驱动器							
Gate driver peak output current	I_{SWO}	1	–	–	A	²⁾ V_{SWO} increasing 1 V to 4 V Current flows out of pin	PRQ-79
Gate driver peak output current	I_{SWO}	1	–	–	A	²⁾ V_{SWO} decreasing 4 V to 1 V	PRQ-80
Gate driver output rise time	$t_{\text{R_SWO}}$	–	–	20	ns	²⁾ $C_{\text{L_SWO}} = 3.3 \text{ nF}$ V_{SWO} increasing 1 V to 4 V	PRQ-81
Gate driver output fall time	$t_{\text{F_SWO}}$	–	–	20	ns	²⁾ $C_{\text{L_SWO}} = 3.3 \text{ nF}$ V_{SWO} decreasing 4 V to 1 V	PRQ-82
Gate driver high side resistance	$R_{\text{SWO_HS}}$	–	1	3	Ω	^{2) 1)} $I_{\text{SWO}} = -10 \text{ mA}$	PRQ-83
Gate driver low side resistance	$R_{\text{SWO_LS}}$	–	1	3	Ω	^{2) 1)} $I_{\text{SWO}} = 10 \text{ mA}$	PRQ-196

1) 未经过生产测试, 由设计指定。

2) 未经过生产测试, 由设计指定。

5 线性调节器

该设备内置了一个线性调节器，用于生成一个5V输出，用于内部的栅极驱动器供电，并通过IVCC引脚给PCB上其他辅助设备（例如微控制器和电阻分压器）供电。

线性调节器的最大输出电流被限制在IVCC输出电流限制 I_{IVCC} 以内。

如果IVCC上的负载（栅极驱动器加上PCB上的连接设备）所需的电流超过 I_{IVCC} ，则线性调节器的输出电压会降低。

当输入电压 V_{IN} 超过最小启动电压 $V_{IN(ON)}$ 并保持时间超过IVCC启动时间 t_{ST} 时，线性调节器开始向IVCC引脚供电。

需要连接一个低ESR电容器从IVCC到地（图中的 C_{IVCC} ），以稳定线性调节器的输出电压。

电容器 C_{IVCC} 的ESR必须低于IVCC缓冲电容器的ESR $R_{IVCC(ESR)}$ 。

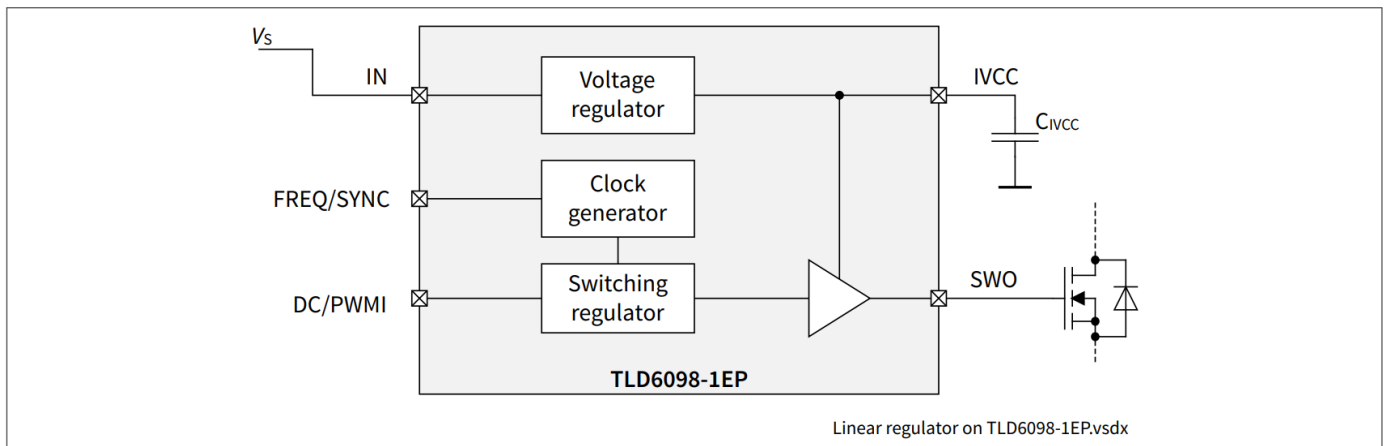


Figure 7 Block diagram of the linear regulator

5.1 外部开关 MOSFET 的欠压保护

在开关PWM信号的ON时间内，栅极驱动器需要将开关NMOS偏置在深欧姆区域，以避免MOSFET自身过热。这是通过选择一个逻辑级MOSFET，其最大阈值电压低于IVCC欠压关断阈值 $V_{IVCC_TH_D}$ 来实现的。

TLD6098-1EP集成了一个欠压复位阈值电路，当 V_{IVCC} 降低到 $V_{IVCC_TH_D}$ 以下时，会禁用栅极驱动器。栅极驱动器会在 V_{IVCC} 升高到IVCC欠压开启阈值 $V_{IVCC_TH_I}$ 以上时重新启用。

线性调节器

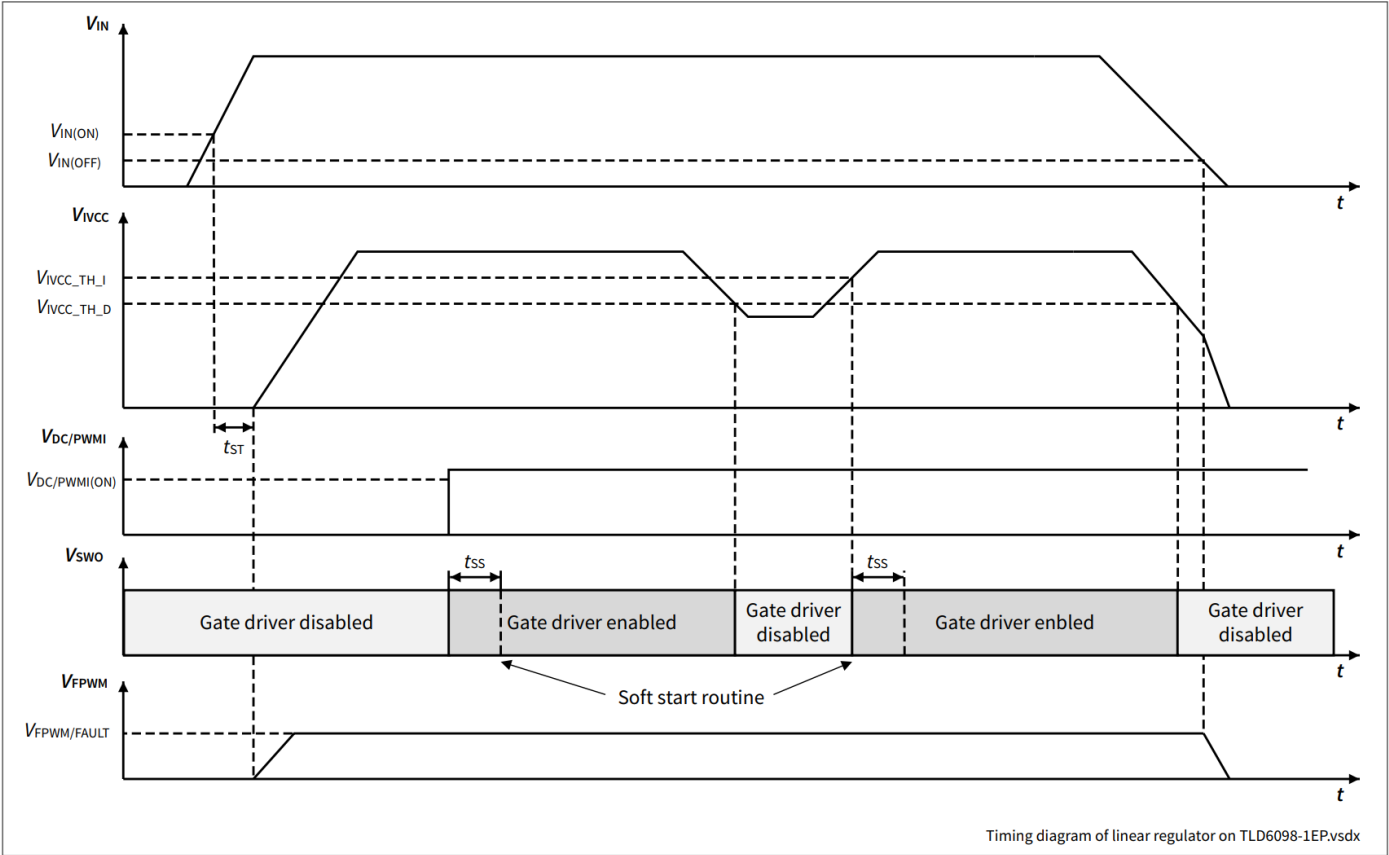


Figure 8 Thresholds and timing diagram related to the linear regulator

5.2 电气特性

表 6 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
IVCC output voltage	V_{IVCC}	4.85	5	5.15	V	$8\text{ V} \leq V_{IN} \leq 36\text{ V}$; $0.1\text{ mA} \leq I_{IVCC} \leq 40\text{ mA}$	PRQ-58
IVCC output current limit	I_{IVCC}	51	–	100	mA	$8\text{ V} < V_{IN} < 13.5\text{ V}$; $V_{IVCC} < 4.5\text{ V}$; Current flows out of pin	PRQ-59
IVCC dropout voltage	V_{IVCC_DV}	–	–	0.5	V	$V_{IN} = 5\text{ V}$; $I_{IVCC} < 20\text{ mA}$	PRQ-60
IVCC start time	t_{ST}	–	–	300	μs	¹⁾ V_{IN} slew rate higher than $1\text{ V}/10\text{ }\mu\text{s}$	PRQ-285

(表格续下页.....)

5 线性调节器

表 6 (续) 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
IVCC buffer capacitor	C_{IVCC}	1	4.7	10	μF	¹⁾ If embedded PWM engine is used, 4.7 μF has to be chosen as a minimum	PRQ-61
IVCC buffer capacitor ESR	$R_{IVCC(ESR)}$	–	–	0.2	Ω	¹⁾ Maximum value given for regulator stability	PRQ-62
IVCC undervoltage switch-off threshold	$V_{IVCC_TH_D}$	3.6	–	4.0	V	V_{IVCC} decreasing	PRQ-64
IVCC undervoltage switch-on threshold	$V_{IVCC_TH_I}$	–	–	4.5	V	V_{IVCC} increasing	PRQ-65

1) 未经过生产测试, 由设计指定。

注意: 选择外部开关MOSFET, 其最坏情况下的阈值电压 $V_{GS(th)}$ 应低于最小的 $V_{IVCC_TH_D}$

6 开关频率设置和同步

DC/DC 开关频率可通过从 FREQ/SYNC/SPREAD 引脚接地的电阻器或通过向该引脚提供数字时钟来调整。

该器件还包含一个展频调制器，以减少满足EMI兼容性的设计工作量。

通过使用电阻，调节器的开关频率在开关频率调节范围 f_{SWO} 内调节。

如果提供外部时钟，设备接受以下两个工作窗口中的数字时钟：

- 同步低频捕获范围 $f_{FREQ/SYNC/SPREAD(LF)}$ （低频同步模式）
- 同步高频捕获范围 $f_{FREQ/SYNC/SPREAD(HF)}$ （高频同步模式）

在这些范围之外，设备无法识别有效的时钟，从而导致调节器的行为可能超出规格

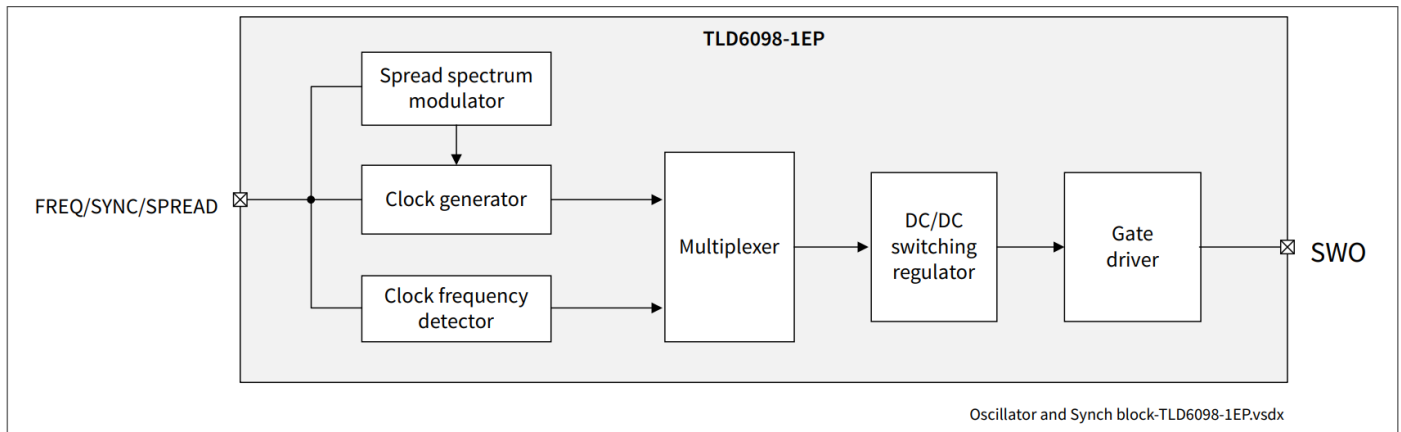


Figure 9 Diagram of switching frequency adjustment and synchronization blocks

6.1 使用外部电阻设置开关频率

放置在 FREQ/SYNC/SPREAD 引脚上的电阻器可调节 DC/DC 的频率，并启用或禁用展频调制器。

偏置电阻和带展频的开关频率激活之间的关系是

$$f_{SW} = \frac{1}{(1.11 \cdot 10^{-9} \cdot R_{FREQ/SYNC/SPREAD})} \quad (1)$$

偏置电阻和带展频的开关频率未激活之间的关系是

$$f_{SW} = \frac{1}{(1.11 \cdot 10^{-10} \cdot R_{FREQ/SYNC/SPREAD})} \quad (2)$$

开关频率设置和同步

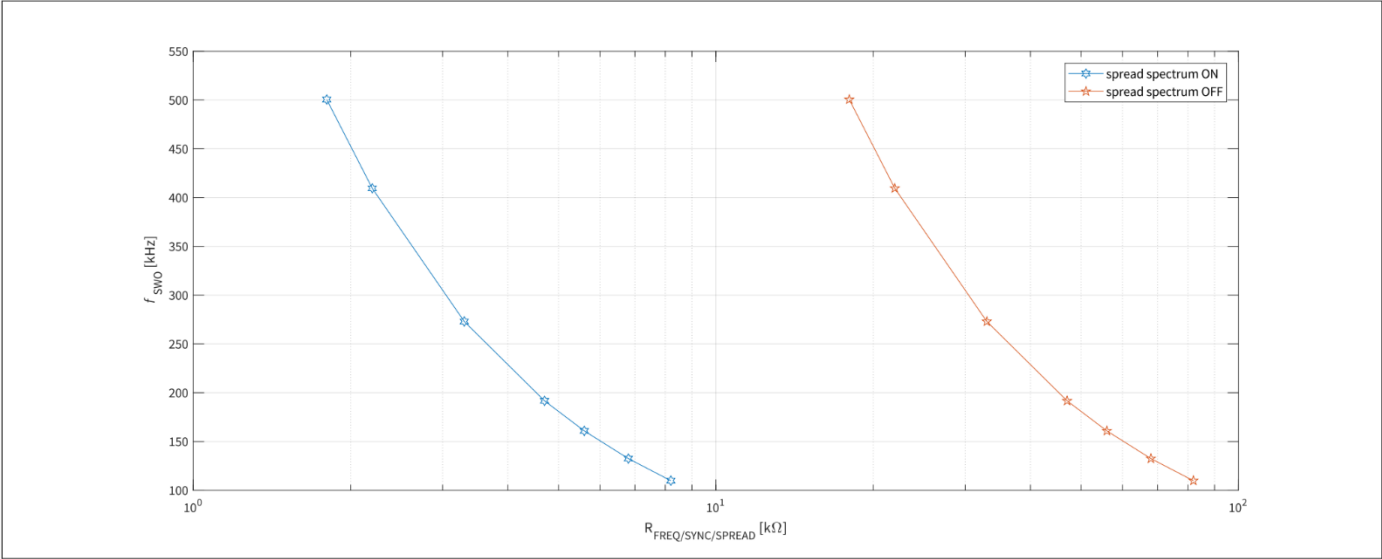


Figure 10 Switching frequency versus $R_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD}}$

6.1.1 电气特性

表 7 电气特性

$V_{\text{IN}} = 8 \text{ V}$ 至 36 V , $T_{\text{j}} = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Switching frequency	$f_{\text{SWO_SSM(OFF)}}$	288	333	378	kHz	$R_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD}} = 27 \text{ k}\Omega$	PRQ-277
FREQ/SYNC/SPREAD output current	$I_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD}}$	–	–	3	mA	$V_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD}} = 0 \text{ V}$ Current flowing out of pin	PRQ-86
FREQ/SYNC/SPREAD output voltage	$V_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD_SSM(OFF)}}$	0.72	0.8	0.88	V	$R_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD}} = 27 \text{ k}\Omega$	PRQ-87

6.1.2 展频

展频调制技术显著降低了频谱中较低频率范围 ($f < 30 \text{ MHz}$) 的电磁谐波辐射。

该技术是通过随时间改变开关频率来实现的。最终结果是电磁谐波辐射峰值相关的能量在一个宽频带上移动。

开关频率以三角形波形进行调制, 分为7个步骤, 均匀分布在整个频率范围内 (2倍的频率偏差 f_{DEV})。

开关频率设置和同步

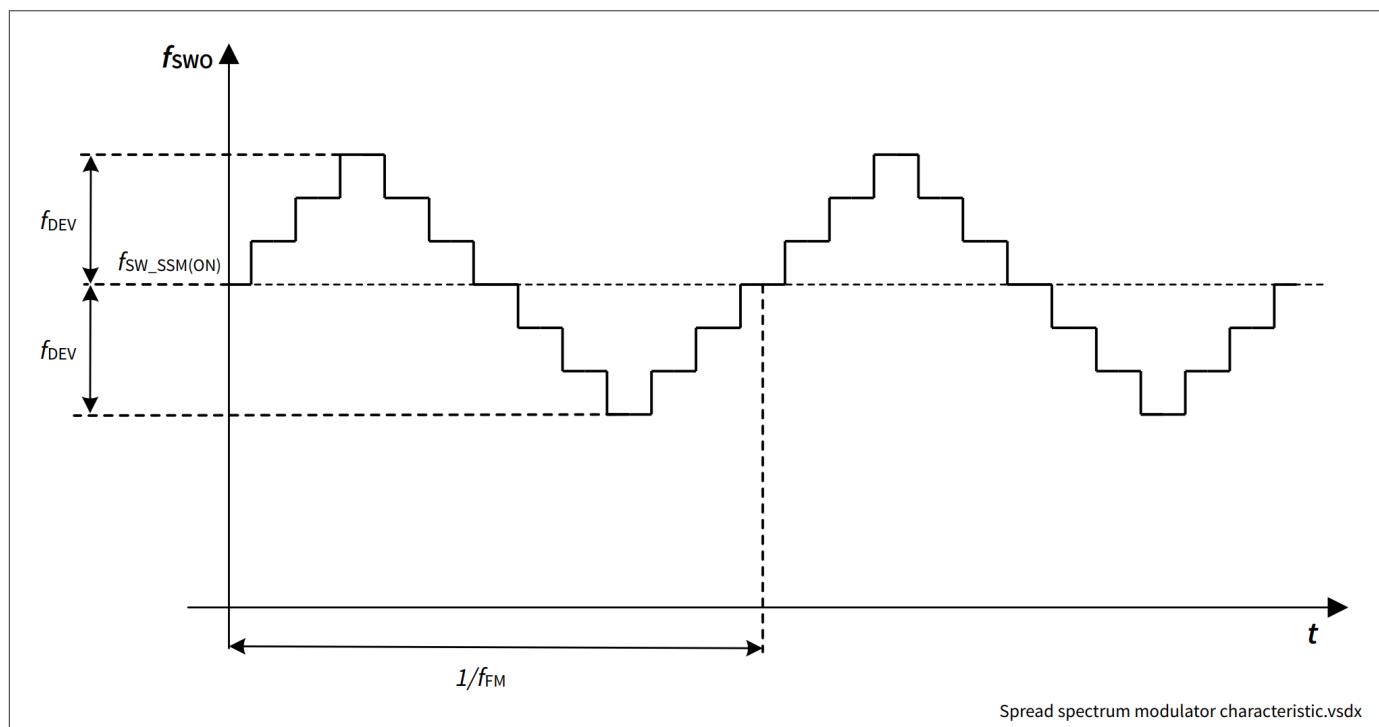


Figure 11 Spread spectrum modulator characteristic

6.1.2.1 电气特性

表 8 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Average switching frequency	$f_{SWO_SSM(ON)}$	288	333	378	kHz	¹⁾ $R_{FREQ/SYNC/SPREAD} = 2.7\text{ k}\Omega$	PRQ-84
Modulation frequency	f_{FM}	13.5	15	16.5	kHz	¹⁾ $1.8\text{ k}\Omega \leq R_{FREQ/SYNC/SPREAD} \leq 9\text{ k}\Omega$	PRQ-88
Frequency deviation	f_{DEV}	$0.09 \cdot f_s$ WO	$0.15 \cdot f_s$ WO	–	kHz	¹⁾ $1.8\text{ k}\Omega \leq R_{FREQ/SYNC/SPREAD} \leq 9\text{ k}\Omega$	PRQ-89
FREQ/SYNC/SPREAD output voltage	$V_{FREQ/SYNC/SPREAD_SSM(ON)}$	0.72	0.8	0.88	V	$R_{FREQ/SYNC/SPREAD} = 2.7\text{ k}\Omega$	PRQ-385

¹⁾ Not subject to production test, specified by design

6.2 与外部时钟同步 (低频模式)

如果频率在同步低频捕获范围 $f_{FREQ/SYNC/SPREAD(LF)}$ 内, 并且占空比在同步输入占空比范围 $DC_{FREQ/SYNC/SPREAD}$ 内, 则开关频率会与 FREQ/SYNC/SPREAD 引脚上的外部时钟源同步。

开关频率设置和同步

如果 FREQ/SYNC/SPREAD 上的电压超过两个阈值，设备会检测到外部时钟源：

- 正脉冲期间 同步输入高电压 $V_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD(H)}}$,
- 负脉冲期间 同步输入低电平电压 $V_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD(L)}}$ 。

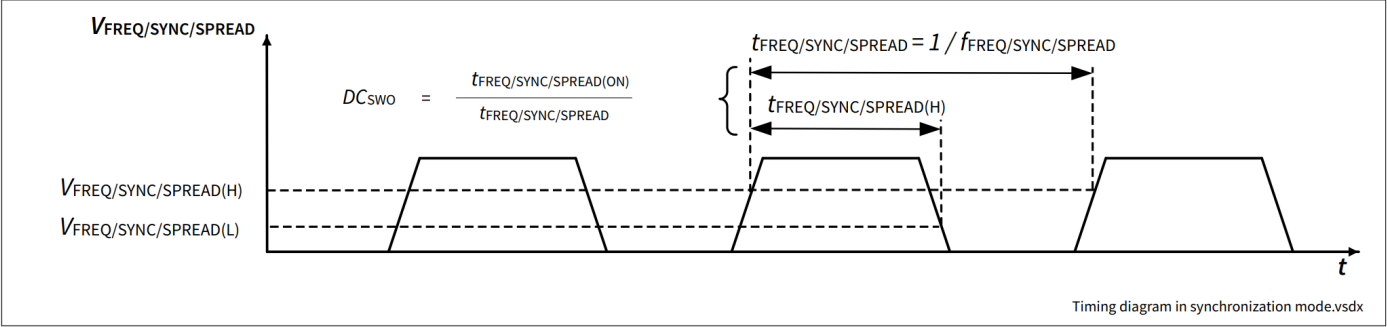


Figure 12 Timing diagram when synchronization mode is enabled

6.2.1 电气特性

表 9 电气特性

$V_{\text{IN}} = 8 \text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地，正极电流流入引脚（除非另有规定）。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Synchronization input high voltage	$V_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD(H)}}$	3.0	–	–	V	–	PRQ-91
Synchronization input low voltage	$V_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD(L)}}$	–	–	0.8	V	–	PRQ-92
Synchronization input duty cycle range	$DC_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD}}$	40	–	60	%	¹⁾	PRQ-94

1) Not subject to production test, specified by design

6.3 与外部时钟同步（高频范围）

高开关频率使得系统成本降低，因为可以使用较小的值的被动元件。

如果输入时钟在同步高频捕获范围 $f_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD(HF)}}$ 内，则使能高频同步。

FREQ/SYNC/SPREAD 引脚上的电压阈值电平与低频同步模式下的相同。

7 模拟输出调整

7 模拟输出调整

器件可以通过监控相应 SET 引脚 (V_{SET}) 上的模拟电压来调整 FBH 和 FBL 引脚之间的基准电压 V_{REF} (从而调整输出电流)。

如果 SET 引脚上的电压低于 SET 输入电压无开关活动阈值 $V_{SET(NOSW)}$ ，则 SWO NMOS 栅极驱动器将被禁用。

SET 引脚必须连接到高于 $V_{SET(100\%)}$ 的电压 (例如将 SET 引脚连接到 V_{CC} 引脚)，以排除输出电流调节功能。

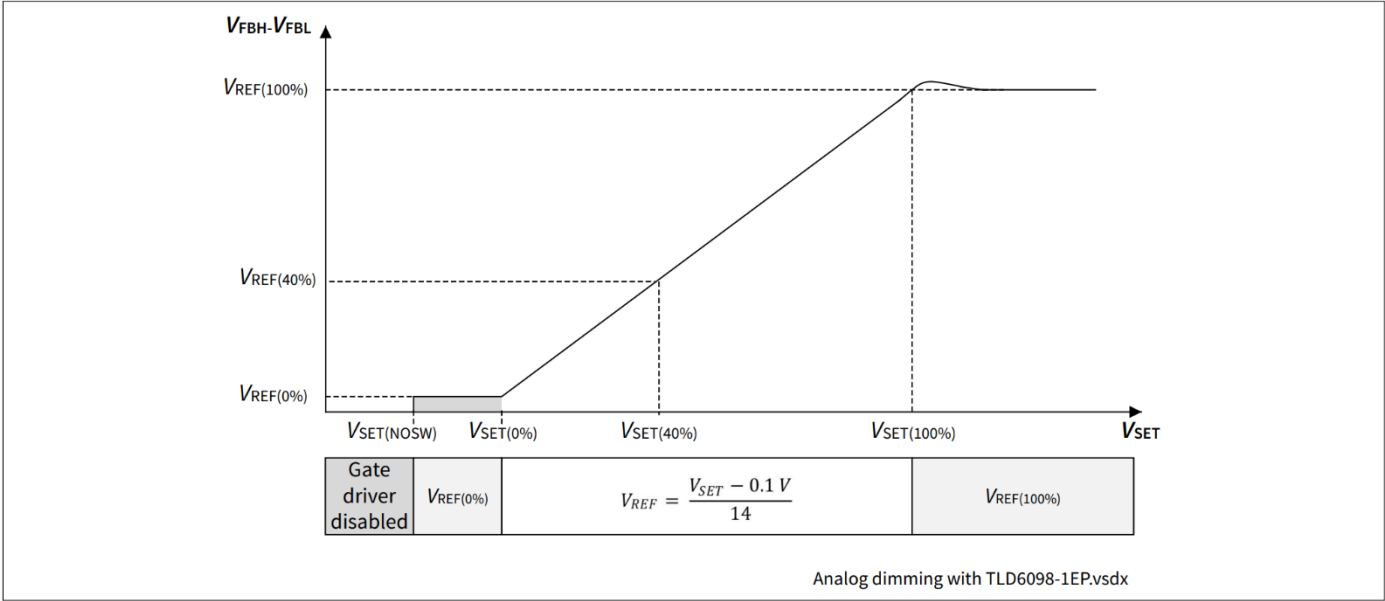


图13 V_{SET} 与基准电压 V_{REF} 的关系

SET 引脚还可以连接到外部热敏电阻 (通常安装在 LED 模块上) 来进行热保护。

7.1 电气特性

表 10 电气特性

$V_{IN} = 8 V$ 至 $36 V$, $T_j = -40^{\circ}C$ 至 $+150^{\circ}C$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
SET input voltage 100%	$V_{SET(100\%)}$	–	2.2	–	V	1)	PRQ-95
SET input voltage 40%	$V_{SET(40\%)}$	–	940	–	mV	1)	PRQ-429
SET input voltage 0%	$V_{SET(0\%)}$	–	100	–	mV	1)	PRQ-428
SET input voltage no switching activity	$V_{SET(NOSW)}$	–	–	50	mV	–	PRQ-368

1) Not subject to production test, specified by design

调光功能

8 调光功能

TLD6098-1EP 提供调光输入，用于脉宽调制（PWM）输出电流。

这种调制有利于降低输出的平均电流（从而降低 LED 的亮度），而不会导致 LED 产生的光出现色偏。

输出电流调制由器件根据DC/PWMI引脚上的信号进行操作：

- 数字时钟信号规定占空比和频率
- 模拟电压转换为占空比，并使用 FPWM/FAULT引脚上的电阻器调整频率。

DC/PWMI 引脚上的不同电压将激活不同的功能，如下所述：

- 如果电压高于 DC/PWMI输入电压高阈值 $V_{DC/PWMI(ON)}$ 则调光占空比设置为 100%
- 如果电压介于两个数字阈值（ $V_{DC/PWMI(100\%)}$ 和 $V_{DC/PWMI(0\%)}$ ）之间，则内置PWM调光功能被激活
- 如果电压低于 DC/PWMI 输入电压低电平阈值 $V_{DC/PWMI(OFF)}$ 则调光占空比为 0%

当调光功能被激活时，PWM信号控制开关调节器的栅极驱动器和PMOS栅极驱动器

为了允许调光PMOS在低输出电压下快速转换，PWMO栅极驱动器的正电源连接到FBH引脚，如果其电压 V_{FBH} 高于 V_{IVCC} ，否则栅极驱动器由IVCC引脚供电。

在 PWM 调光的开启状态期间，PMOS 偏置 PWMO 输出电压开启状态 $V_{PWMO,ON}$ （最低 $V_{PWMO,ON}$ 不能低于 0 V）。

8.1 电气特性

表 11 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V ， $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$ ；所有电压相对于地，正极电流流入引脚（除非另有规定）。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
PWMO peak output current	I_{PWMO}	2	5	–	mA	¹⁾ $V_{FBH} = 14\text{ V}$ V_{PWMO} increasing $V_{PWMO(ON)} + 0.5\text{ V}$ to $V_{PWMO(ON)} + 3.5\text{ V}$ $C_{L,PWMO} = 3.3\text{ nF}$ current flows out of pin	PRQ-102
PWMO peak output current	I_{PWMO}	2	5	–	mA	¹⁾ $V_{FBH} = 14\text{ V}$ V_{PWMO} decreasing $V_{PWMO(OFF)} - 0.5\text{ V}$ to $V_{PWMO(OFF)} - 3.5\text{ V}$ $C_{L,PWMO} = 3.3\text{ nF}$	PRQ-103

（表格续下页.....）

调光功能

表 11 (续) 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
PWMO gate driver output rise time	t_{R_PWMO}	–	2	6	μS	1) $V_{FBH} = 14\text{ V}$ V_{PWMO} increasing $V_{PWMO(ON)} + 0.5\text{ V}$ to $V_{PWMO(ON)} + 3.5\text{ V}$ $C_{L,PWMO} = 3.3\text{ nF}$	PRQ-104
PWMO gate driver output fall time	t_{F_PWMO}	–	2	6	μS	1) $V_{FBH} = 14\text{ V}$ V_{PWMO} decreasing $V_{PWMO(OFF)} - 0.5\text{ V}$ to $V_{PWMO(OFF)} - 3.5\text{ V}$ $C_{PWMO} = 3.3\text{ nF}$	PRQ-105
PWMO output voltage ON state	$V_{PWMO(ON)}$	–	$V_{FBH} - 6.5$	$V_{FBH} - 5$	V	1) $V_{FBH} > 7.5\text{ V}$	PRQ-106
PWMO output voltage OFF state	$V_{PWMO(OFF)}$	–	V_{FBH}	–	V	1) $V_{FBH} = 14\text{ V}$	PRQ-107

1) Not subject to production test, specified by design

8.2 数字 PWM 调光

TLD6098-1EP的每个通道都有一个专用的输入引脚, 用于用数字模式调制LED串的平均电流

如果满足以下条件, 器件将识别 VDC/PWMI 引脚上的数字PWM调光信号:

- DC/PWMI引脚上的最小电压低于 $V_{DC/PWMI(OFF)}$
- DC/PWMI引脚上的最大电压高于 $V_{DC/PWMI(ON)}$
- DC/PWMI 上的最大频率小于 1 kHz
- 未检测到任何故障

如果识别到有效的模式并且 $V_{DC/PWMI}$ 高于 $V_{DC/PWMI(ON)}$, 则NMOS栅极驱动器被启用, PWMO引脚的电压为 $V_{PWMO(ON)}$; 否则, NMOS栅极驱动器被禁用, PWMO引脚的电压为 $V_{PWMO(OFF)}$ 。

调光功能

8.2.1 电气特性

表 12 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
DC/PWMI input voltage high threshold	$V_{DC/PWMI(ON)}$	4.0	–	–	V	–	PRQ-97
DC/PWMI input voltage low threshold	$V_{DC/PWMI(OFF)}$	–	–	0.8	V	–	PRQ-98
DC/PWMI input current	$I_{DC/PWMI}$	–	–	200	μA	$V_{DC/PWMI} = V_{IN}$	PRQ-99
DC/PWMI input current	$I_{DC/PWMI}$	–	–	1	μA	$V_{DC/PWMI} = 0.8\text{ V}$	PRQ-100
DC/PWMI minimum ON time	$t_{DC/PWMI(ON)}$	6	–	–	μs	–	PRQ-101

8.3 内置PWM引擎

内置PWM引擎在不使用定时器或微控制器的情况下帮助减少LED串在调光时的颜色偏移。它产生频率和占空比可调的脉冲宽度调制 (PWM)。一个可能的应用是日间行车灯调光降低到位置灯而不使用微控制器或定时器。

内置PWM调光功能在DC/PWMI引脚上的电压在DC/PWMI输入电压0%调光 $V_{DC/PWMI(0\%)}$ 和DC/PWMI输入电压100%调光 $V_{DC/PWMI(100\%)}$ 之间时启用。

该电压被转换为PWM信号的占空比, 占空比分辨率为 $n_{DC/PWMI}$ 。

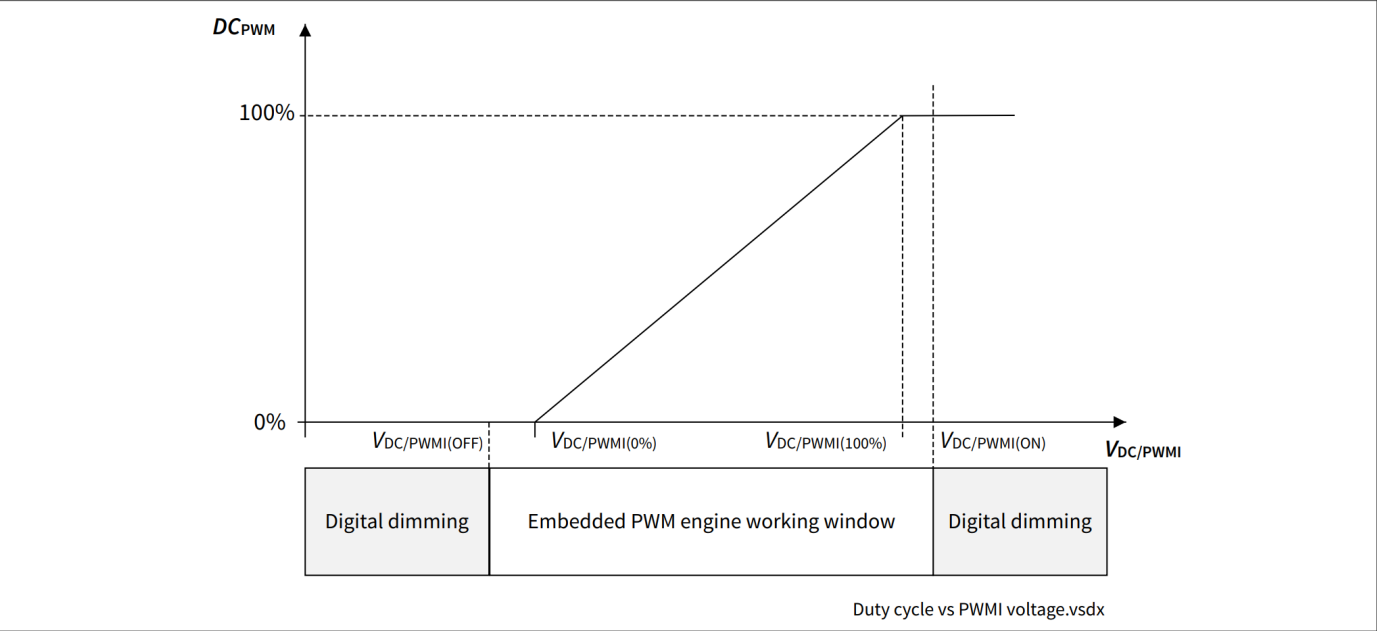


Figure 14 Relationship between $V_{DC/PWMI}$ and dimming duty cycle

如果启动内置PWM调光功能, 则 PWMI引脚的行为如下:

- PWMI 电压在 PWMI 输出电压 ON 状态 $V_{PWMI(ON)}$ 和 PWMI 输出电压 OFF 状态 $V_{PWMI(OFF)}$ 之间切换

调光功能

- PWM 开关频率取决于 FPWM/FAULT 引脚上的电阻值
- PWM 占空比随 VDC/PWMI 引脚上的电压线性调整

任何故障都会禁用内置 PWM 引擎，并强制 PWM 引脚上的电压为 $V_{PWM(OFF)}$ 。连接在 FPWM/FAULT 上的电阻器用于：

- 调整内置 PWM 引擎的频率
- 在故障报告期间，启用 FPWM/FAULT 引脚上的两种不同的反应。
- 使能或禁止电压控制环路

如果 FPWM/FAULT 引脚上的电阻处于 FPWM/FAULT 高阻值范围 $R_{FPWM/FAULT(H)}$ 内，则通道具有以下行为：

- PWM 引擎的频率在 f_{PWM} 范围内调整
- 如果检测到故障，则会在 FPWM/FAULT 引脚上以适当的占空比报告
- 电压环路被禁用，并且通过比较器检测过压（详细信息在保护和故障管理部分中描述）

同时，如果 FPWM/FAULT 引脚上的电阻处于 FPWM/FAULT 低阻值范围 $R_{FPWM/FAULT(L)}$ ：

- PWM 引擎的频率在 f_{PWM} 范围内调整
- 故障报告在 FPWM/FAULT1,2 引脚上，但没有特定的指示
- 电压调节环路与电流调节环路同时启用，内置 PWM 发生器的频率可通过以下

公式计算：

$$f_{PWM_{HR}} = \frac{1}{(7.4 \cdot 10^{-8} \cdot R_{FPWM/FAULT})} \quad (3)$$

电阻 $R_{FPWM/FAULT(H)}$ 范围

$$f_{PWM_{LR}} = \frac{1}{(7.4 \cdot 10^{-7} \cdot R_{FPWM/FAULT})} \quad (4)$$

电阻 $R_{FPWM/FAULT(L)}$ 范围。

调光功能

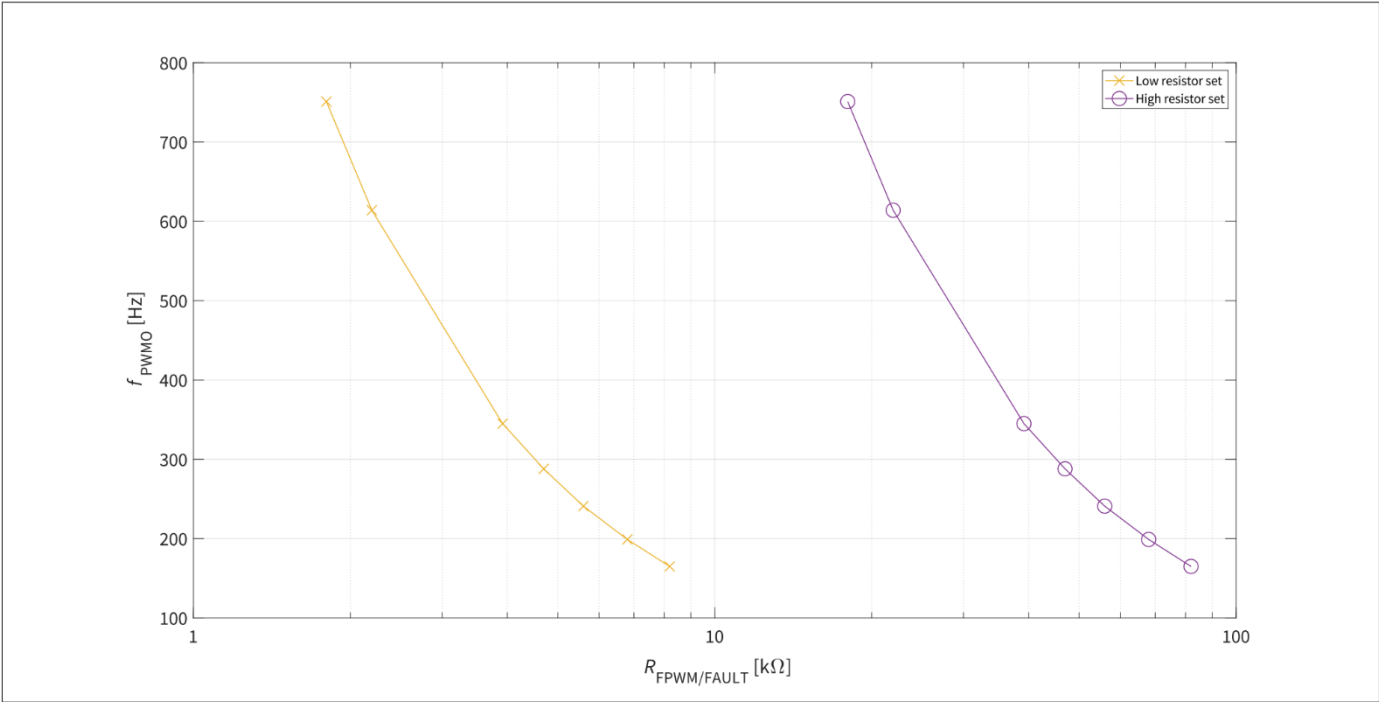


Figure 15 Relationship between $R_{\text{FPWM/FAULT}}$ and the frequency of PWMO

下表总结了FPWM/FAULT引脚上两个电阻集之间的差异。

Table 13 Resistor differences on fault pin

	$R_{\text{FPWM/FAULT(H)}}$	$R_{\text{FPWM/FAULT(L)}}$
Fault report	Each fault reported with a dedicated duty cycle on FPWM/FAULT	The faults are reported by raising the voltage on FPWM/FAULT pin until the faulty status is removed
Voltage loop	Disabled	Enabled

调光功能

8.3.1 电气特性

表 14 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
DC/PWMI input voltage 0% dimming	$V_{DC/PWMI(0\%)}$	0.965	1	1.035	V	$V_{IVCC} = 5\text{ V}$	PRQ-110
DC/PWMI input voltage 100% dimming	$V_{DC/PWMI(100\%)}$	3.53	3.6	3.67	V	$V_{IVCC} = 5\text{ V}$	PRQ-111
DC/PWMI equivalent pull down resistor	$R_{DC/PWMI}$	1.5	2.5	3.5	$\text{M}\Omega$	$V_{DC/PWMI} = 4\text{ V}$ 2)	PRQ-433
PWMO duty cycle	DC_{PWMO}	8	10	12	%	$V_{PWMI} = 1.26\text{ V}$ $V_{IVCC} = 5\text{ V}$	PRQ-112
FPWM/FAULT reference voltage	$V_{FPWM/}$ $FAULT(REF)$	0.72	0.8	0.88	V	–	PRQ-114
FPWM/FAULT output current	$I_{FPWM/FAULT}$	–	–	3	mA	$V_{FPWM/FAULT} = 0\text{ V}$	PRQ-115
PWMO dimming frequency	f_{PWMO}	315	345	375	Hz	$R_{FPWM/FAULT} = 3.92\text{ k}\Omega$	PRQ-116
PWMO dimming frequency	f_{PWMO}	315	345	375	Hz	$R_{FPWM/FAULT} = 39.2\text{ k}\Omega$	PRQ-370
DC/PWMI duty cycle resolution	$n_{DC/PWMI}$	–	10	–	bit	1) 2)	PRQ-313
FPWM/FAULT high range resistor	$R_{FPWM/FAULT(H)}$	18	–	90	$\text{k}\Omega$	1) 2)	PRQ-590
FPWM/FAULT low range resistor	$R_{FPWM/FAULT(L)}$	1.8	–	9	$\text{k}\Omega$	1) 2)	PRQ-591

1) 未经过生产测试, 由设计指定。

2) 未经过生产测试, 由设计指定。

9 保护措施和故障管理

通过检查 PWM0、IVCC 和 FPWM/FAULT 引脚的状态来识别故障情况。

如果检测到以下故障，器件将禁用感应驱动器并在 FPWM/FAULT 引脚上报告故障：

- 对地短路
- VFB 引脚过压
- 过温
- FBH 引脚过压
- 过流

通过将 FPWM/FAULT 引脚上的电压升高至 $V_{FPWM/FAULT(FAULT)}$ 来报告故障。

故障报告的输出波形取决于连接到 FPWM/FAULT 引脚的电阻。

FPWM/FAULT 引脚的状态可以由微控制器监控。在这种情况下，需要在 FPWM/FAULT 和微控制器的输入引脚之间使用一个串联电阻（最小 10 kΩ）

PWM0 栅极驱动器在以下情况下将相应的 PMOS 偏置为 OFF 状态，以断开负载与 DC-DC 输出之间的连接：

- VFB 引脚过压，
- FBH 引脚过压
- 过温
- 过流

在短路到地的情况下，PMOS 在 t_{S2G} 期间被偏置为 OFF 状态，并且在以下条件下被偏置为 ON 状态：每 t_{FAULT} 时间，每隔 t_{SS} ，检测故障是否已消除。

9.1 电气特性

表 15 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V ， $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$ ；所有电压相对于地，正极电流流入引脚（除非另有规定）。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
FPWM/FAULT output voltage with fault	$V_{FPWM/FAULT(FAULT)}$	4	–	–	V	1)	PRQ-117
Fault period	t_{FAULT}	9	10	11	ms	1) 2)	PRQ-133

1) 未经过生产测试，由设计指定。

2) 未经过生产测试，由设计指定。

9.2 对地短路

短路到地检测功能保护 LED 驱动器免受短路期间电流过载的影响。

如果 VFB 引脚电压低于短路接地电压阈值 V_{FB_S2G} 且持续时间长于短路接地反应时间 t_{S2G_RT} ，则检测到此故障。

经过对地短路故障时间 t_{S2G} 后，将触发软启动程序。如果软启动结束时 VFB 引脚电压高于 $(V_{FB_S2G} + V_{FB_S2G_HYST})$ ，则故障解除。

在软启动过程中，对地短路检测被禁用，并且 FPWM/FAULT 引脚的电压保持在 $V_{FPWM/FAULT(REF)}$ 。对地短路的反应是：

1. FPWM/FAULT 引脚上的电压升高至 $V_{FPWM/FAULT(FAULT)}$ ，持续时间为 t_{S2G}
2. 经过 t_{S2G} 时间后，执行软启动程序
3. 在软启动程序结束时，重新检查电压 V_{VFB}

保护措施和故障管理

如果故障仍然存在，则重复该过程，否则通道重新启动。无论在 FPWM/FAULT 引脚上使用什么电阻，这个程序都是有效的。

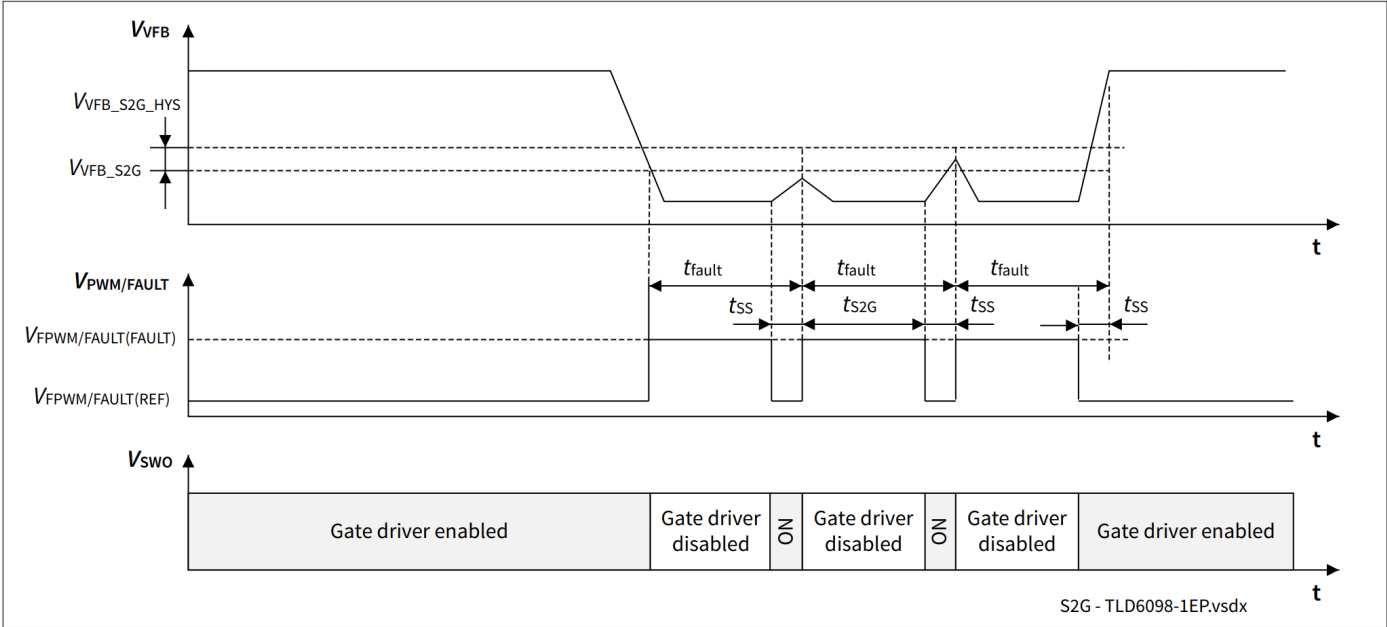


Figure 16 Timing diagram during short to ground detection

一旦DC/PWMI 引脚上的电压低于 $V_{DC/PWMI(OFF)}$ ，就会同时检测到过流和对地短路。所有其他情况下，不会检测对地短路，当DC/PWMI引脚上的电压低于 $PWMI(OFF)$ 。

9.2.1 电气特性

表 16 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V ， $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$ ；所有电压相对于地，正极电流流入引脚（除非另有规定）。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Fault time with short to ground	t_{S2G}	7.2	8	8.8	ms	1)	PRQ-134
Short to ground reaction time	t_{S2G_RT}	4	–	20	μs	–	PRQ-121
Short to ground voltage threshold	V_{FB_S2G}	93	100	107	mV	Voltage decreasing	PRQ-119
Short to ground voltage hysteresis	$V_{FB_S2G_HYST}$	–	5	10	mV	1)	PRQ-120

1) Not subject to production test, specified by design

9.3 输出过压及电压调节

根据 FPWM/FAULT引脚上使用的电阻，该通道使用比较器实现过压检测或使用内部电压环路实现电压调节。

保护措施和故障管理

如果连接到FPWM/FAULT引脚的电阻在 $R_{FPWM/FAULT(H)}$ 范围内，则过压比较器被启用，使用VFB过压阈值 V_{VFB_OV} 。当VFB电压超过此阈值时，检测到故障。

器件的反应如下：

- 将 $V_{FPWM/FAULT}$ 升高至 $V_{FPWM/FAULT(FAULT)}$ ，过压时间为 t_{OVFB}
- 禁用 NMOS 栅极驱动器 t_{FAULT} 时间

t_{FAULT} 之后，设备重新检查 VFB 上的电压，如果它仍然高于 $(V_{VFB_OV} - V_{VFB_OV,HYS})$ ，则重复该流程，否则设备将通过软启动流程重启。

如果连接到 FPWM/FAULT 引脚的电阻在 $R_{FPWM/FAULT(H)}$ 范围内，那么即使DC/PWMI 引脚上的电压低于 $V_{DC/PWMI(OFF)}$ ，也会检测到故障。

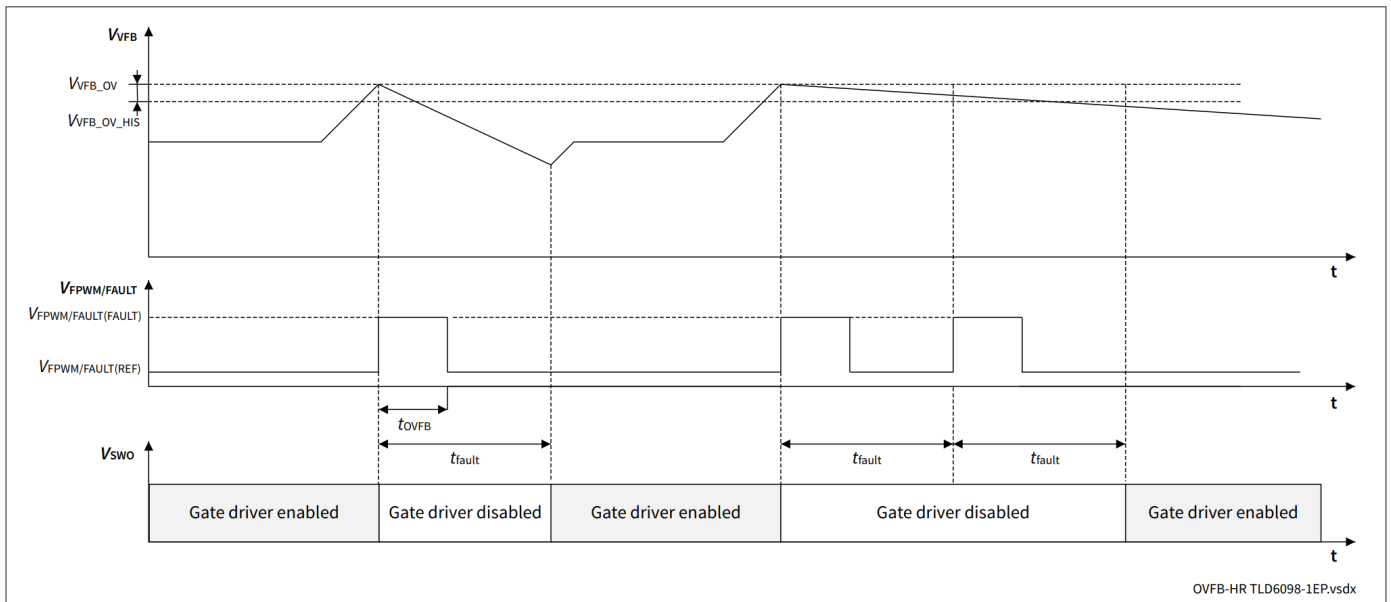


Figure 17 Timing diagram during overvoltage detection

如果连接到 FPWM/FAULT 引脚的电阻在 $R_{FPWM/FAULT(L)}$ 范围内，该驱动器的主要功能是通过调节输出电压来维持一个稳定的电压值。

如果 DC/PWMI 引脚上的电压高于 $V_{DC/PWMI(ON)}$ ，则器件的行为如下：

当 VFB 引脚上的电压高于 $V_{FB_VM(ON)}$ 时，电压环路接管调节。此时 FPWM/FAULT 引脚上的电压升至 $V_{FPWM/FAULT(FAULT)}$ 。

另一方面，当 VFB 引脚上的电压低于该值时，设备会报告电压环路失效。

通过将 FPWM/FAULT 引脚上的电压降低至 $V_{FPWM/FAULT(REF)}$ 来使 $V_{FB_VM(OFF)}$ 。

如果 DC/PWMI 上的电压低于 $V_{DC/PWMI(ON)}$ ，则器件的行为如下：

当 VFB 引脚上的电压高于 $V_{FB_VM(ON)}$ 时，电压环路接管调节。此时 FPWM/FAULT 引脚上的电压保持在

$V_{FPWM/FAULT(REF)}$ 。

另一方面，当 VFB 引脚上的电压低于 $V_{FB_VM(OFF)}$ 时，设备会报告电压环路失效。

此时 FPWM/FAULT 引脚上的电压保持为 $V_{FPWM/FAULT(REF)}$ 。

保护措施和故障管理

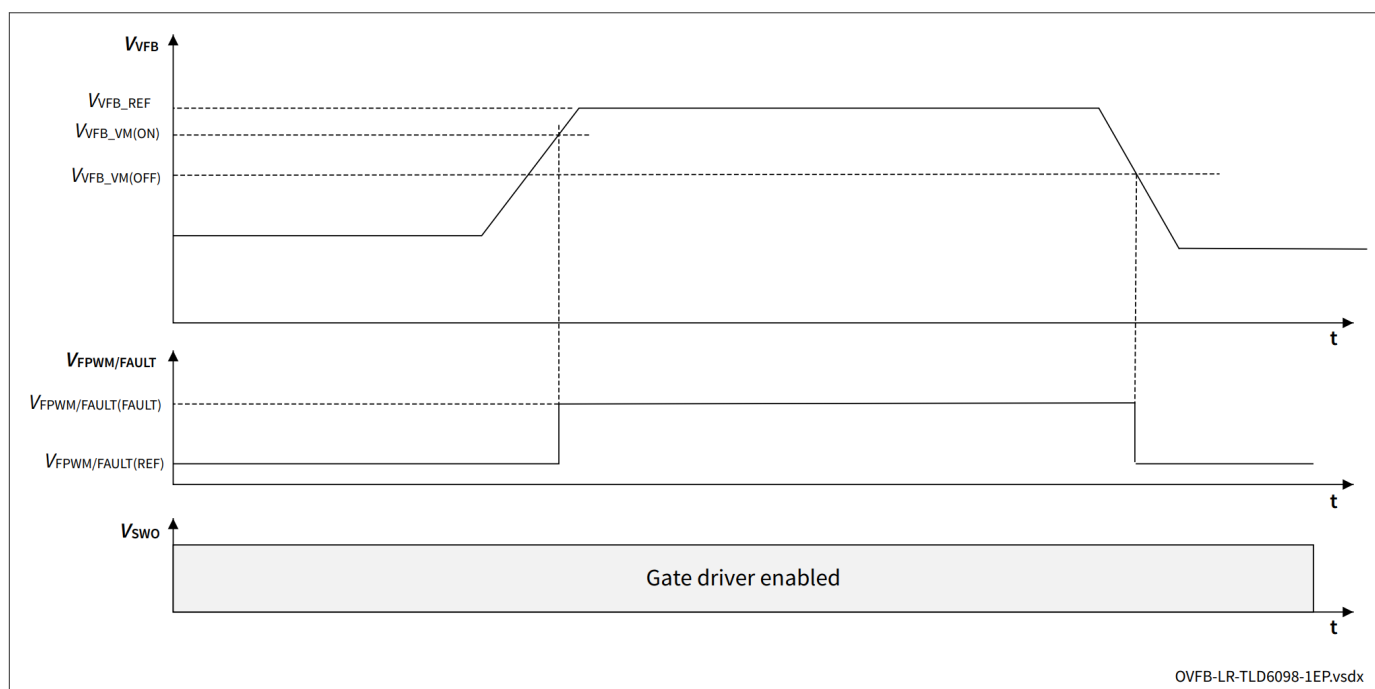


Figure 18 Timing diagram in voltage regulation

9.3.1 电气特性

Table 17 Electrical characteristics

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
VFB overvoltage threshold	V_{VFB_OV}	1.568	1.6	1.632	V	Voltage increasing	PRQ-118
VFB overvoltage hysteresis	$V_{VFB_OV_HYS}$	180	200	220	mV	¹⁾	PRQ-323
VFB input current	I_{VFB}	-1	-0.1	1	μA	$V_{FB} = 1.6\text{ V}$	PRQ-122
VFB Voltage mode ON threshold	$V_{VFB_VM(ON)}$	1.45	1.5	1.55	V	Voltage increasing	PRQ-376
VFB voltage mode OFF threshold	$V_{VFB_VM(OFF)}$	1.3	1.35	1.4	V	Voltage decreasing	PRQ-377
Fault time with overvoltage	t_{OVFB}	3.6	4	4.4	ms	¹⁾	PRQ-135

¹⁾ Not subject to production test, specified by design

9.4 FBH 引脚过压

通道具有保护功能, 可防止 FBH 引脚上出现过电压。故障的报告取决于连接到 FPWM/FAULT 引脚的电阻。

保护措施和故障管理

如果 V_{FBH} 高于 FBH 过压高阈值，则器件会识别出 FBH 引脚过压故障 $V_{FBH(H)}$ ，当低于 FBH 过压低阈值 $V_{FBH(L)}$ 时，故障解除。

在 FPWM/FAULT引脚上连接一个电阻，处于 $R_{FPWM/FAULT(H)}$ 范围内时，器件会做出以下反应：

- 禁用 NMOS 栅极驱动器
- 将 FPWM/FAULT引脚电压升高至 $V_{FPWM/FAULT(FAULT)}$ 并持续 t_{FBH} 时间
- 在 t_{FAULT} 周期后，器件检查 V_{FBH} 是否仍然高于 $V_{FBH(L)}$

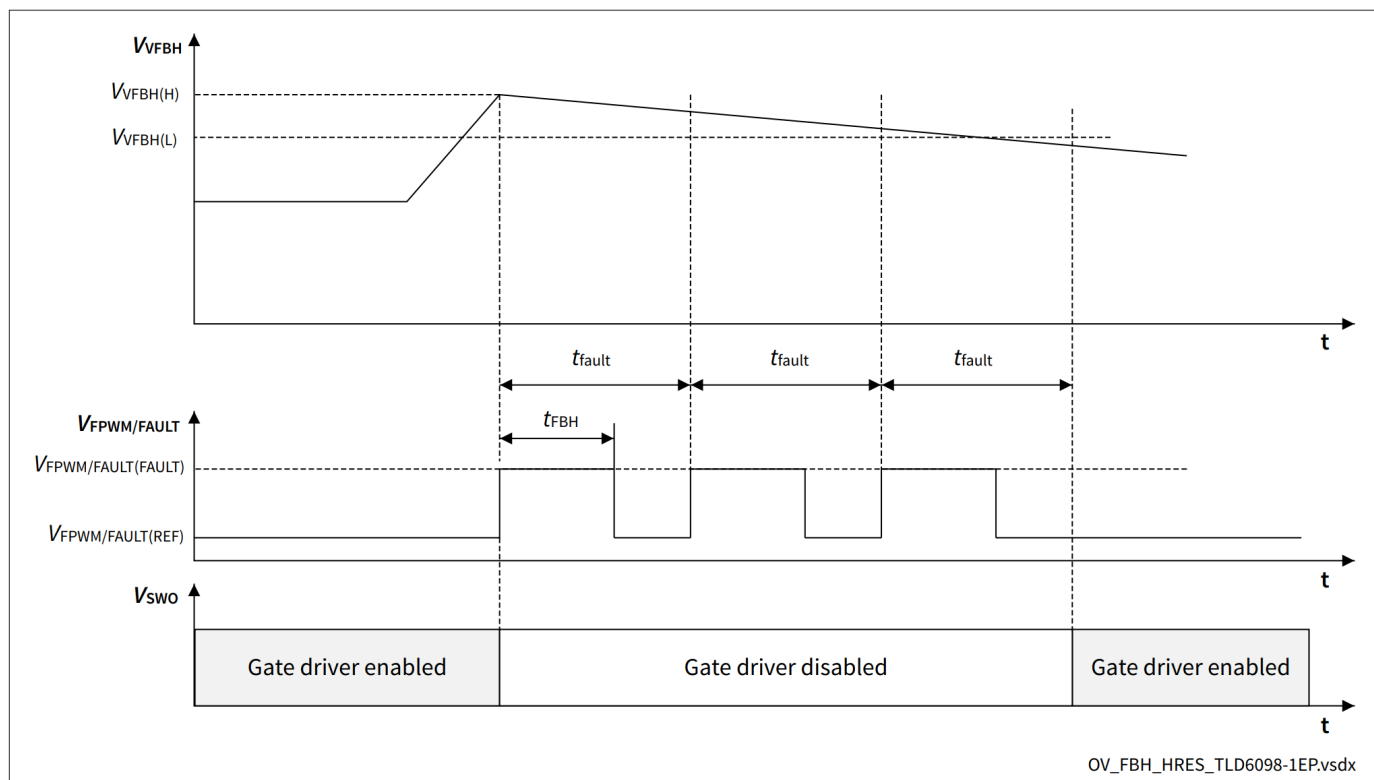


Figure 19 Timing diagram during overvoltage on FBH detection with $R_{FPWM/FAULT(H)}$ used on FPWM/FAULT pin

当 FPWM/FAULT引脚上的电阻处于 $R_{FPWM/FAULT(L)}$ 范围内时，器件对故障的反应如下：

- 禁用 NMOS 栅极驱动器
- 将 FPWM/FAULT 引脚电压升高至 $V_{FPWM/FAULT(FAULT)}$
- t_{FAULT} 周期后，器件检查 FBH 引脚上的电压是否仍然高于 $V_{FBH(L)}$

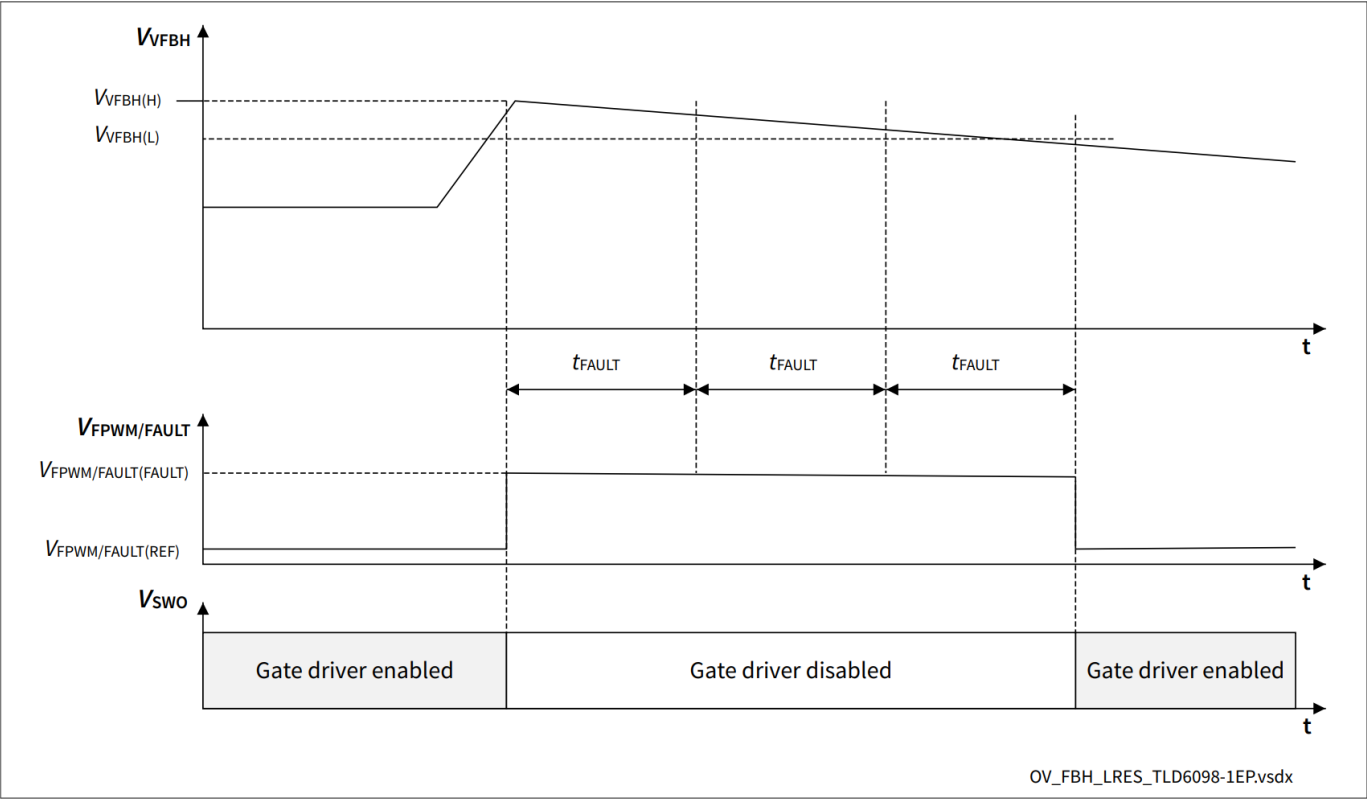


Figure 20 Timing diagram during overvoltage on FBH detection with $R_{FPWM/FAULT(L)}$ used on FPWM/FAULT pin

当故障消失时，通道通过软启动流程重新启动，并将 FPWM/FAULT 引脚的电压降低至 $V_{FPWM/FAULT(REF)}$ 。

如果在软启动流程期间出现故障，它会中断软启动 t_{FAULT} 时间，然后流程重新启动。

即使 DC/PWMI 引脚上的电压低于 $V_{DC/PWMI(OFF)}$ ，也会检测到故障。

9.4.1 电气特性

Table 18 Electrical characteristics

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V ， $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$ ；所有电压相对于地，正极电流流入引脚（除非另有规定）。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
FBH overvoltage upper threshold	$V_{FBH(H)}$	70	–	75	V	V_{FBH} increasing	PRQ-327
FBH overvoltage lower threshold	$V_{FBH(L)}$	65	–	–	V	V_{FBH} decreasing	PRQ-328
Fault time FBH	t_{FBH}	5.4	6	6.6	ms	1)	PRQ-329

1) Not subject to production test, specified by design

9.5 输出过流

输出过电流事件可能会损坏负载，如果电流超过负载的规格。输出过流检测通过降低负载平均电流来提高系统可靠性。

当 FBH 和 FBL 之间的电压高于过流检测阈值 $V_{OC_200\%}$ 时，检测到输出过流。

该器件在过流检测时间 $t_{OC_200\%}$ 内做出反应，将 PWM 引脚的电压增加至 $V_{PWM(OFF)}$ ，并禁用相应的 NMOS 栅极驱动器。

当 V_{FBH} 和 V_{FBL} 两端的电压降至 $(V_{OC_200\%} - V_{OC_HYS})$ 以下时，保护解除。此时 NMOS 引脚驱动器再次启用，PWM 引脚的电压按照调光功能的要求变化。

连续重复触发保护可能会导致 PMOS 过热。然后计时器记录通道处于过流状态的时间。故障报告取决于 FPWM/FAULT 引脚上使用的电阻。

当 FPWM/FAULT 引脚上的电阻处于 $R_{FPWM/FAULT(L)}$ 范围内时，通道对过流的反应如下：

- 进入过流状态
- 禁用 NMOS 栅极驱动器并将 PWM 引脚上的电压升高至 $V_{PWM(OFF)}$
- 一旦 $(V_{FBH} - V_{FBL}) < (V_{OC_200\%} - V_{OC_HYS})$ ，NMOS 栅极驱动将再次启用
- PWM 引脚再次受调光功能控制
- 退出过流状态

如果通道在一个 $8 \cdot t_{FAULT}$ 的时间窗口内累积的过电流时间达到 t_{OC} ，通道：

- 将 FPWM/FAULT 引脚的电压升高至 $V_{FPWM/FAULT(FAULT)}$ ，持续时间为过流故障时间 $t_{FBH-FBL}$ ，然后释放至 $V_{FPWM/FAULT(REF)}$ ，持续时间为 $(t_{FAULT} - t_{FBH-FBL})$
- 重复此序列 8 次

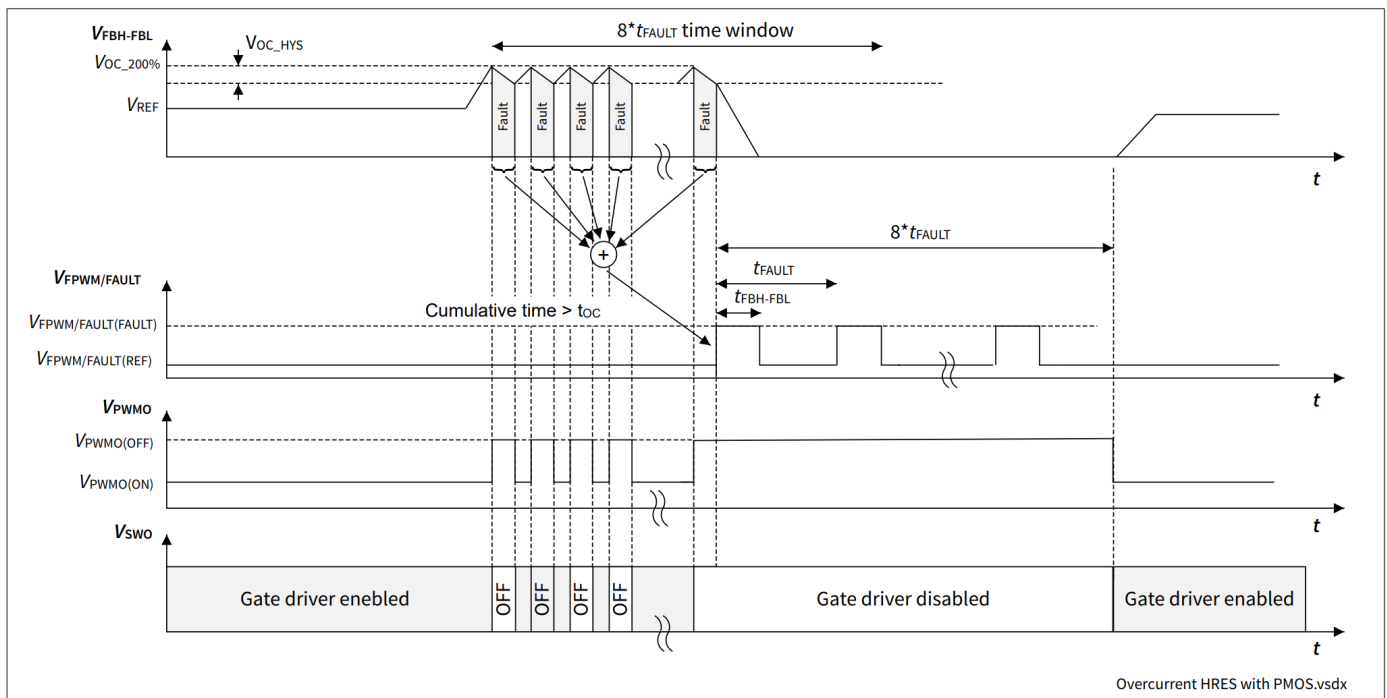


Figure 21 System behavior with $R_{FPWM/FAULT(H)}$ during overcurrent detection with PMOS as dimming/protection element

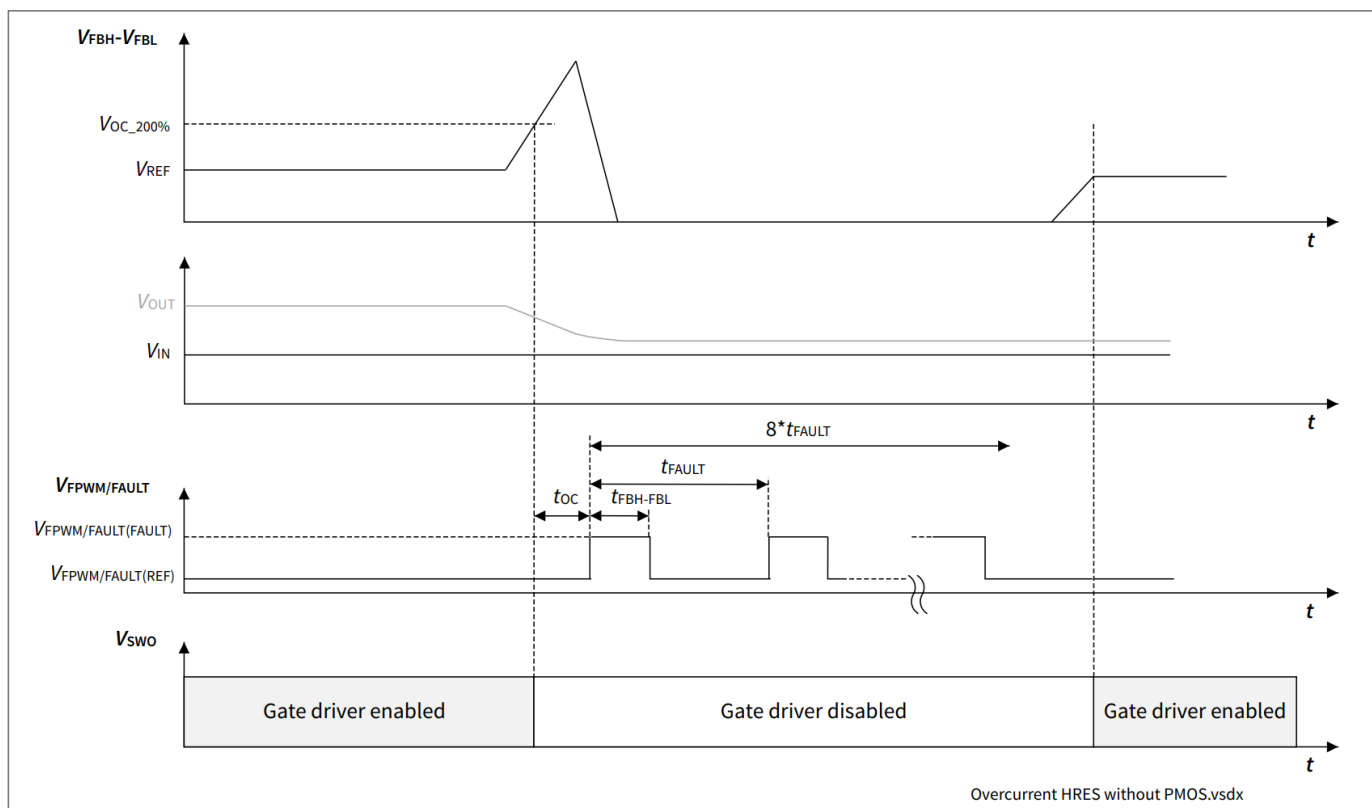


Figure 22 System behavior with $R_{FPWM/FAULT(H)}$ during overcurrent detection without PMOS as dimming/protection element

当 FPWM/FAULT 引脚上的电阻处于 $R_{FPWM/FAULT(L)}$ 范围内时，通道对过流的反应如下：

- 进入过流状态
- 禁用 NMOS 栅极驱动器并将 PWM 引脚上的电压升高至 $V_{PWM(OFF)}$
- 一旦 $(V_{FBH} - V_{FBL}) < (V_{OC_200\%} - V_{OC_HYS})$ ，NMOS 栅极驱动将再次启用
- PWM 引脚再次受调光功能控制
- 退出过流状态

当器件处于过流状态的累计时间在 $8 * t_{FAULT}$ 的时间窗口内达到 t_{OC} 器件

- 将 FPWM/FAULT 引脚电压升高至 $V_{FPWM/FAULT(FAULT)}$ ，持续 $8 * t_{FAULT}$ 时间，然后释放至 $V_{FPWM/FAULT(REF)}$

保护措施和故障管理

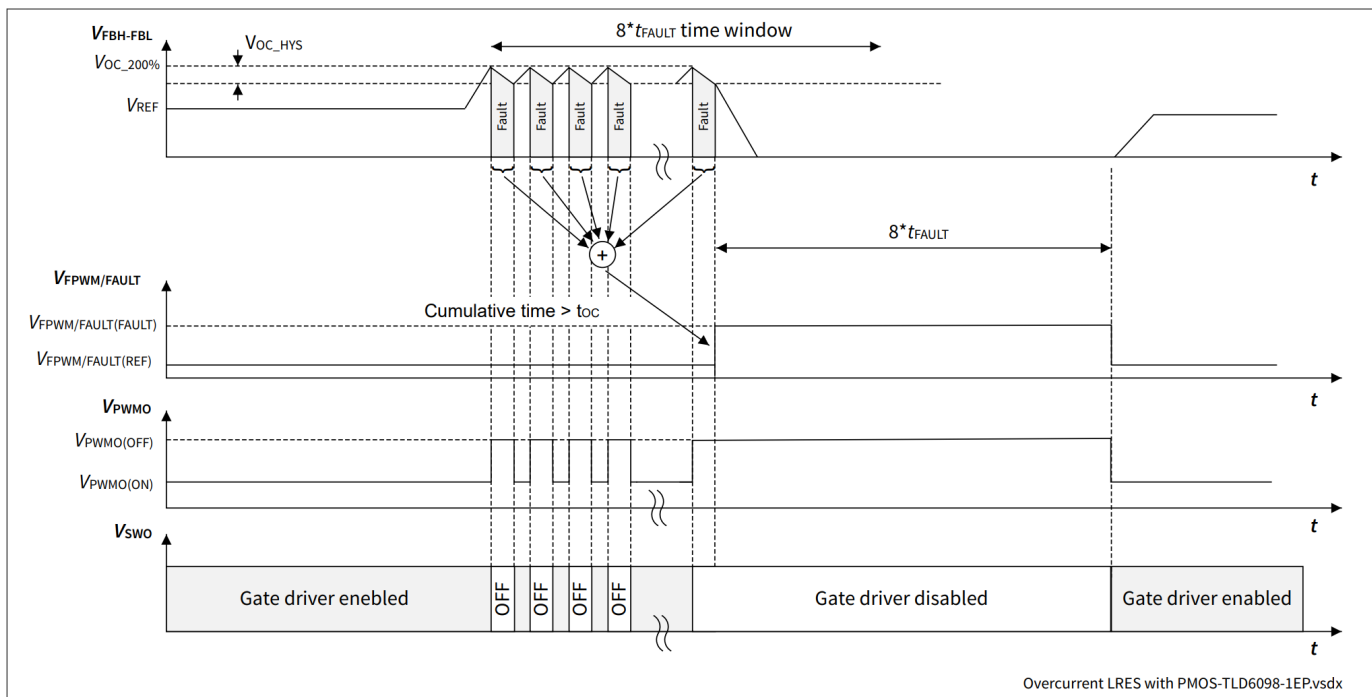


Figure 23 System behavior with $R_{FPWM/FAULT(L)}$ during overcurrent detection with PMOS as dimming/protection element

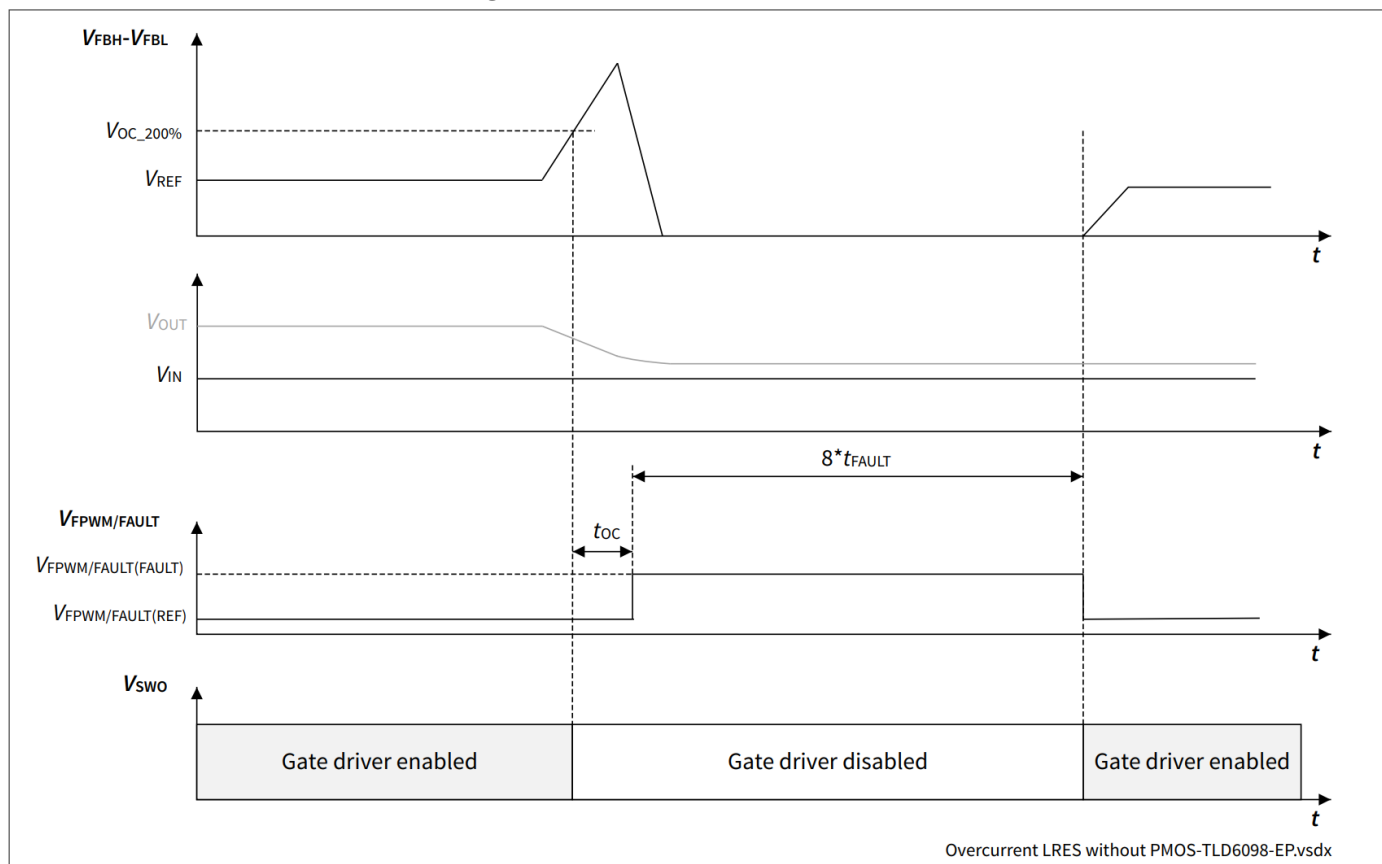


Figure 24 System behavior $R_{FPWM/FAULT(L)}$ during overcurrent detection without PMOS as dimming/protection element

保护措施和故障管理

在过流检测期间， t_{S2G_RT} 滤波时间被忽略。如果同时进行接地短路检测和过流检测，通道会对接地短路故障做出反应，当累计时间达到 t_{OC} 时，在 $8 * t_{FAULT}$ 的时间窗口内，检测到过流。

即使DC/PWMI引脚上的电压低于 $V_{DC/PWMI(Off)}$ ，也会检测到故障。

9.5.1 电气特性

表 19 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V ， $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$ ；所有电压相对于地，正极电流流入引脚（除非另有规定）。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Overcurrent detection threshold	$V_{OC_200\%}$	280	300	–	mV	$V_{FBH} - V_{FBL}$ increasing	PRQ-531
Overcurrent detection hysteresis	V_{OC_HYS}	15	–	35	mV	1)	PRQ-532
Overcurrent detection time	t_{OC}	3.6	4	4.4	ms	1)	PRQ-533
Overcurrent fault time	$t_{FBH-FBL}$	1.8	2	2.2	ms	1)	PRQ-555
Reaction time during overcurrent detection	$t_{OC_200\%}$	–	–	2	μs	1)	PRQ-538

1) Not subject to production test, specified by design

9.6 过温

热关断是一种内部特性，旨在防止设备在高温下受到损害，而不是用于正常操作中的连续使用。

如果结温达到过温关断 $T_{J(SD)}$ ，集成的热关断功能将关闭栅极驱动器和内部线性稳压器。

每个 t_{FAULT} 周期检查一次结温，当其冷却到 $(T_{J(SD)} - T_{J(SD_HYS)})$ 时，器件将自动通过软启动重新启动。

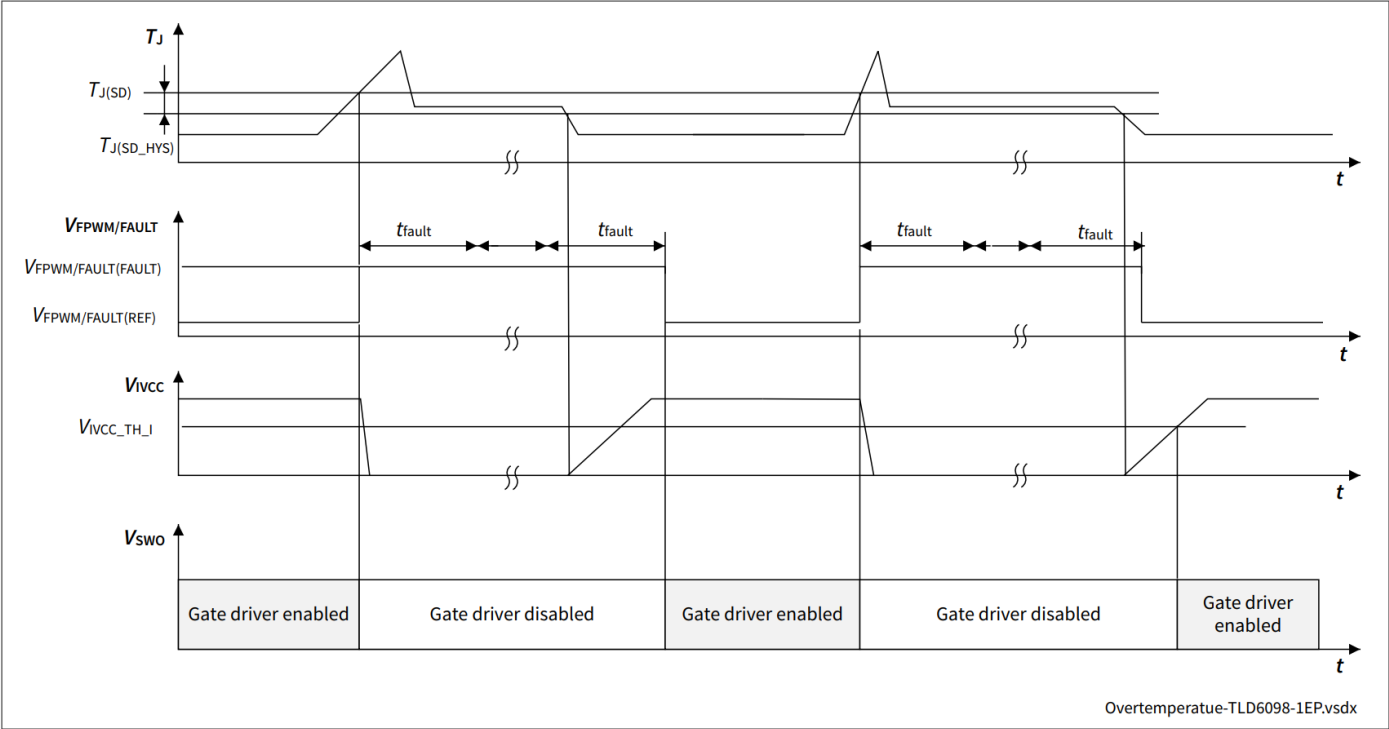


Figure 25 Timing diagram during overtemperature protection

9.6.1 电气特性

表 20 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Overtemperature shutdown	$T_{J(SD)}$	160	175	190	$^\circ\text{C}$	1)	PRQ-336
Overtemperature shutdown hysteresis	$T_{J(SD_HYS)}$	–	10	–	$^\circ\text{C}$	1)	PRQ-337

1) Not subject to production test, specified by design

10 应用信息

10 应用信息

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

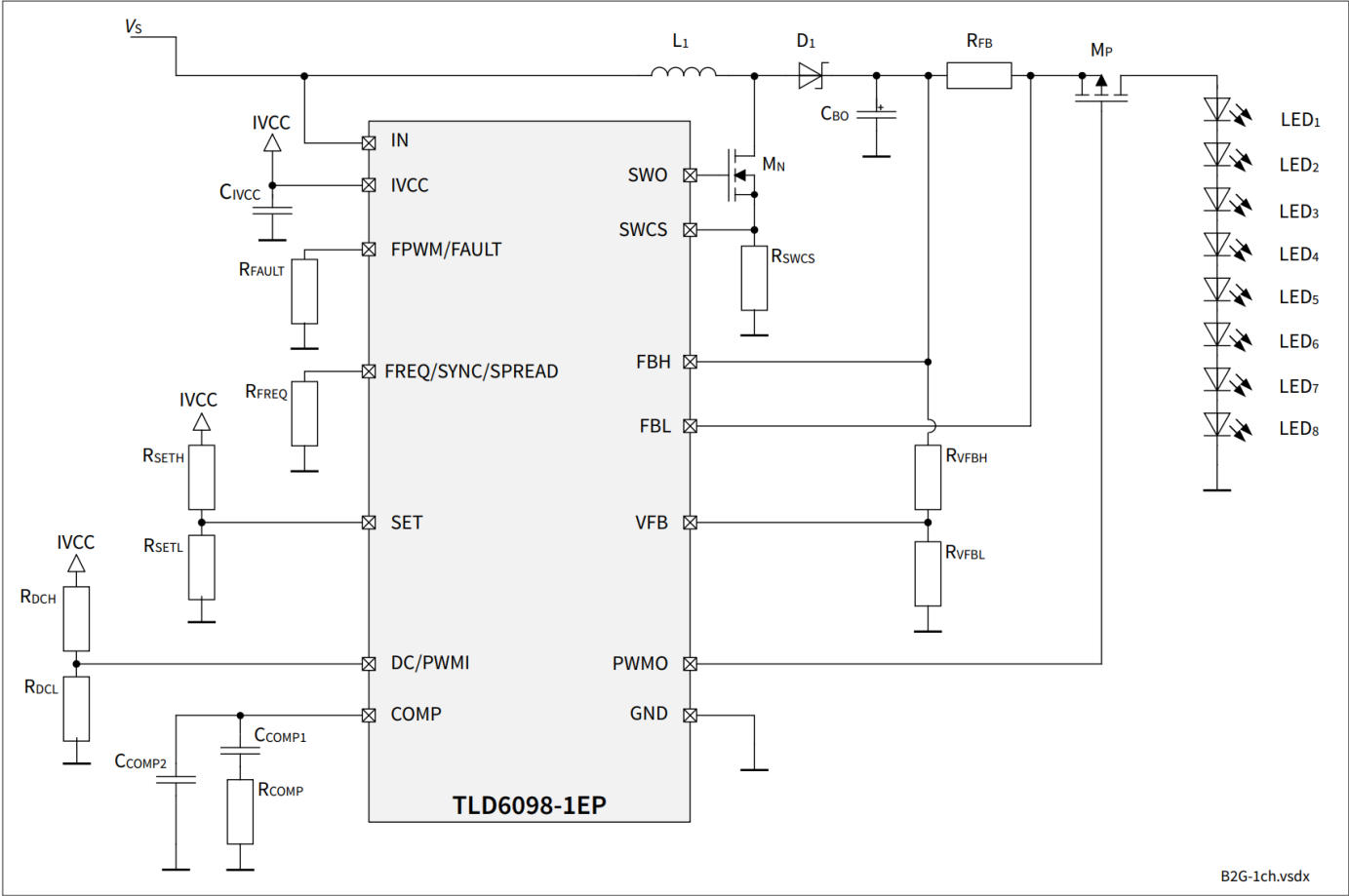


Figure 26 Boost to ground application schematic

10 应用信息

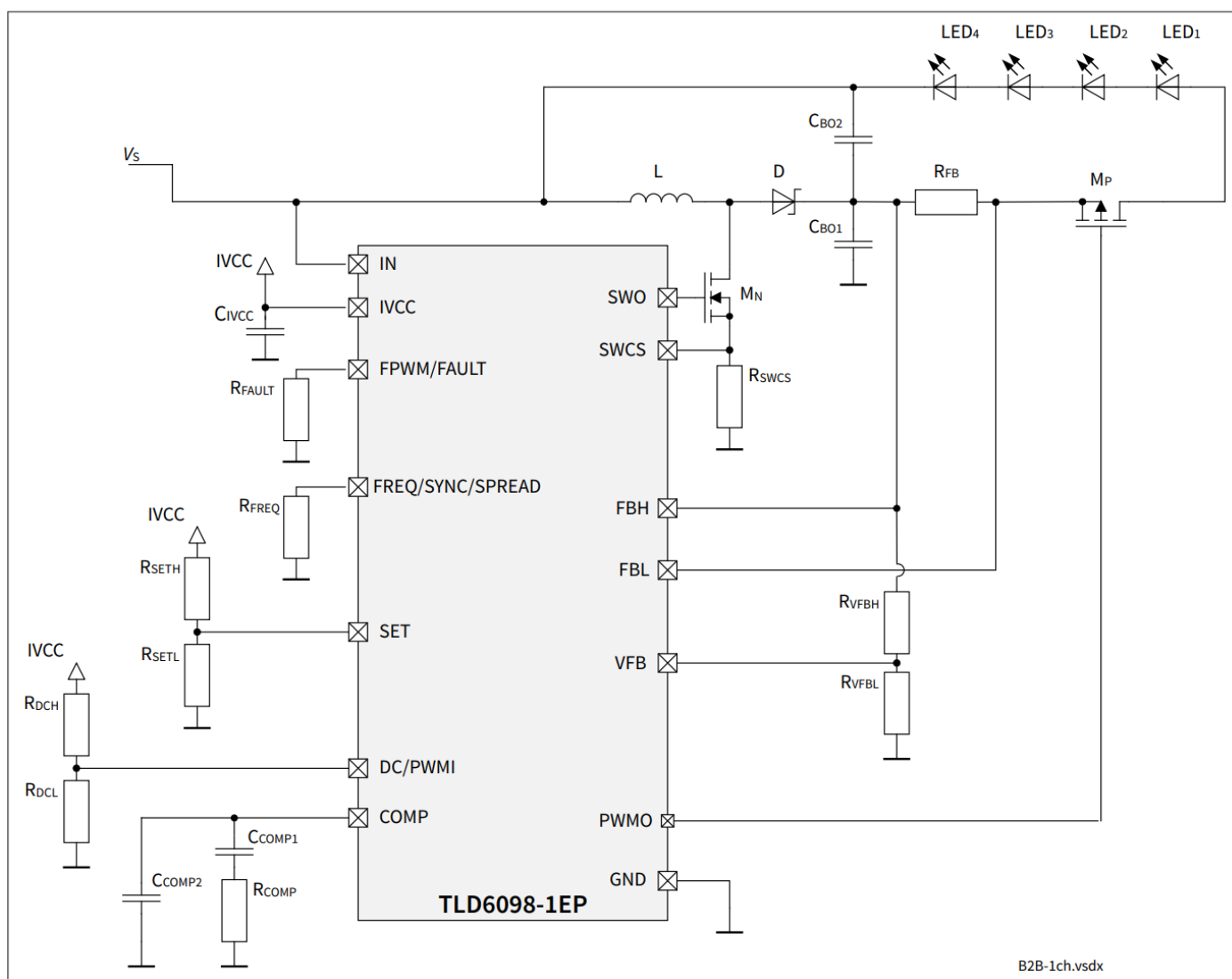


Figure 27 Boost to battery application schematic

10 应用信息

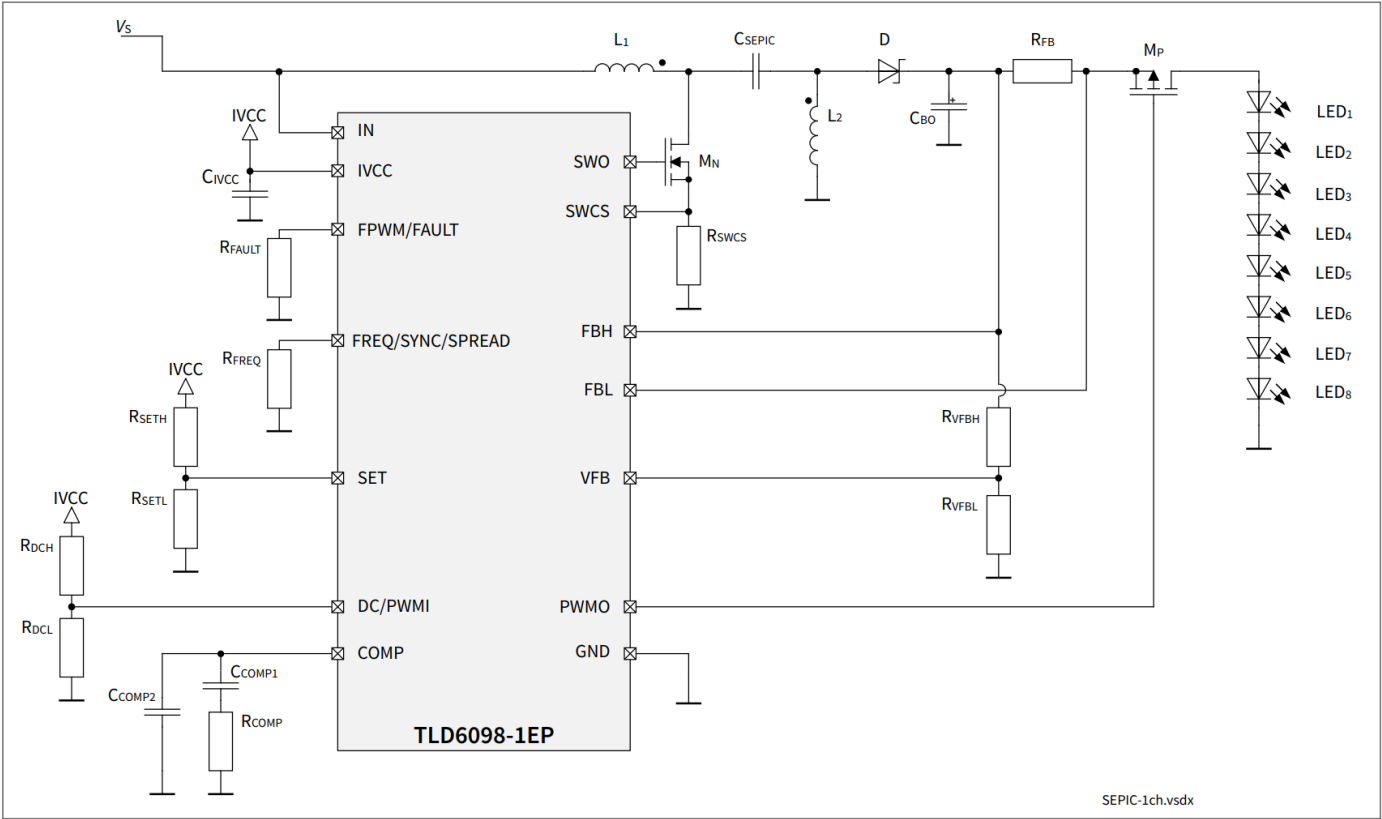


Figure 28 SEPIC application schematic

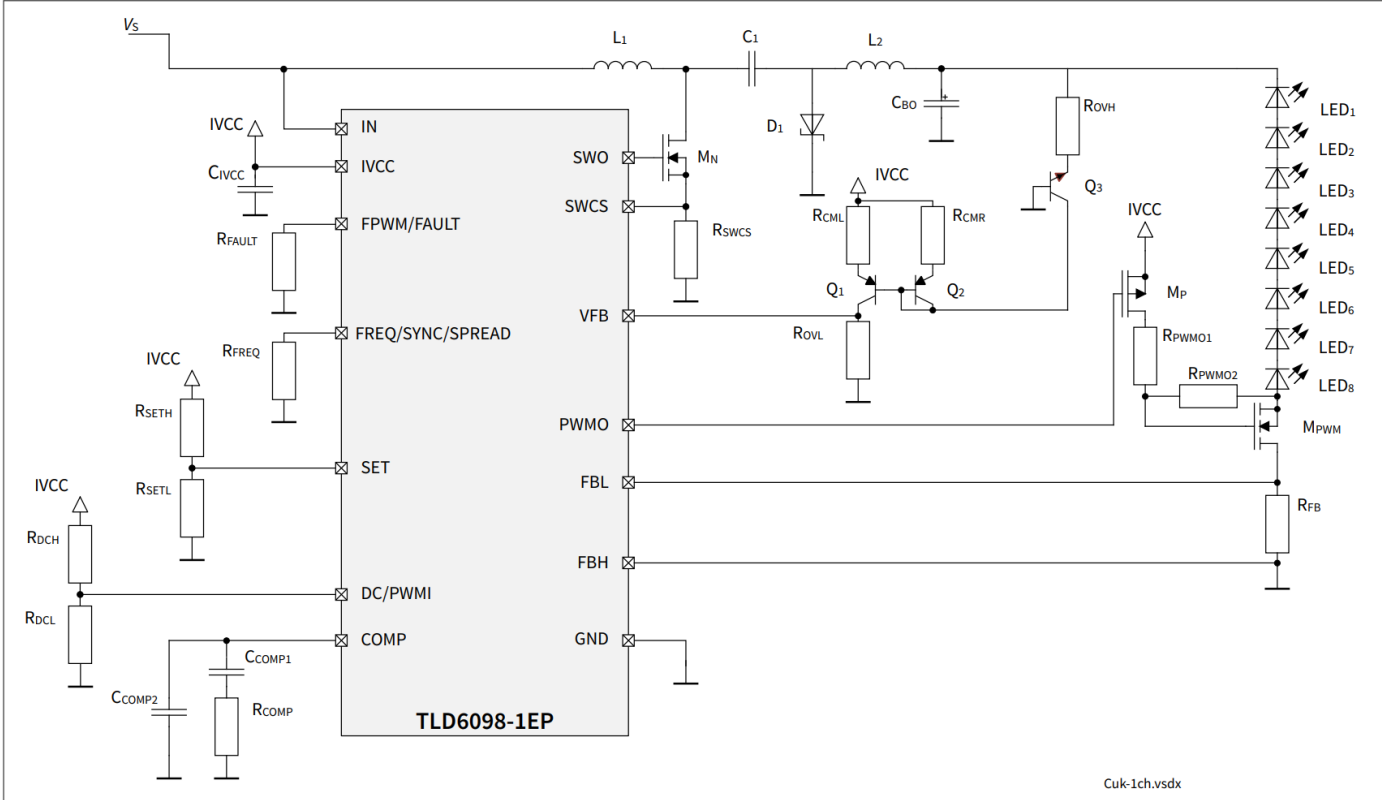


Figure 29 Cuk application schematic

10 应用信息

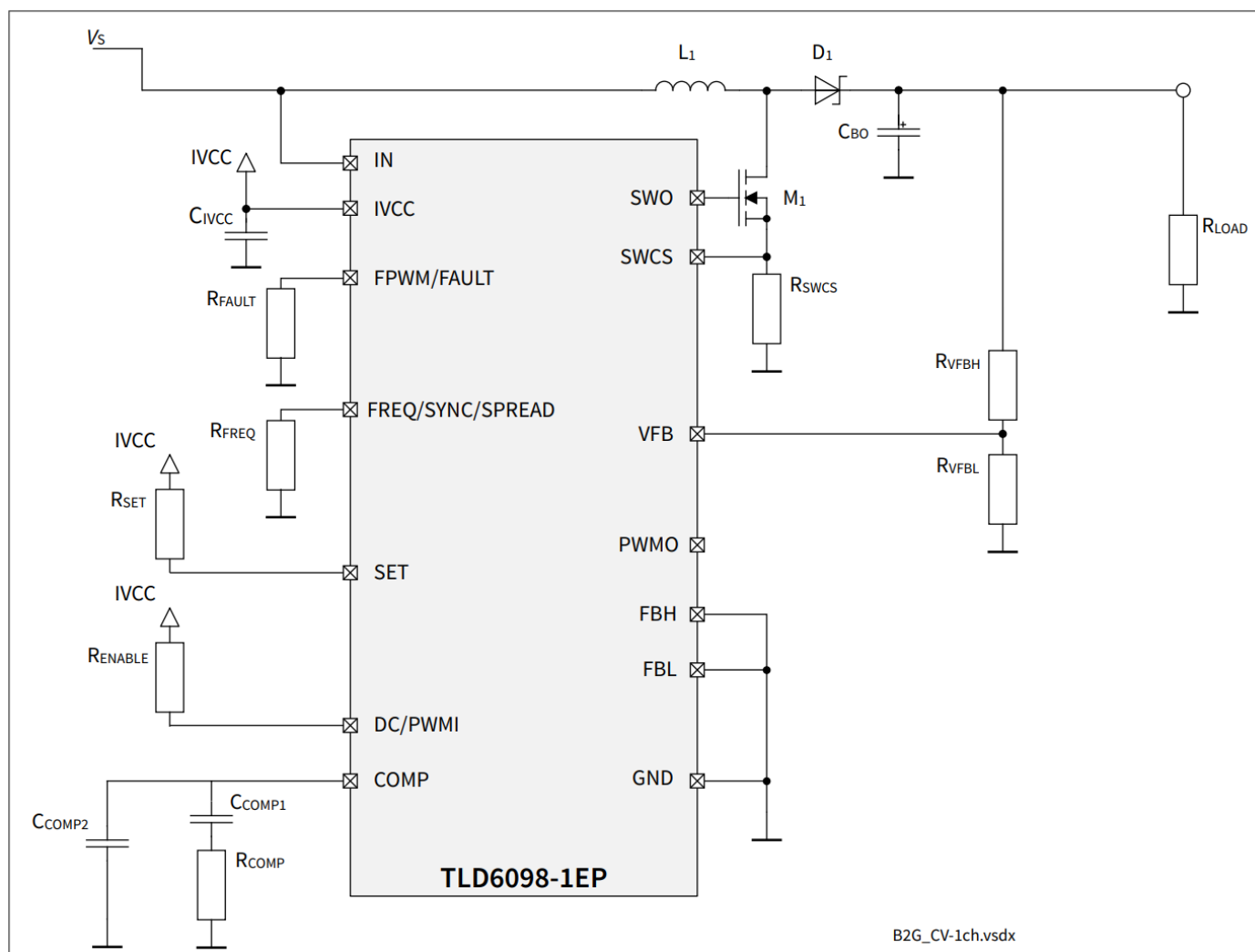


Figure 30 Constant output voltage boost converter application schematic

11 封装

11 封装

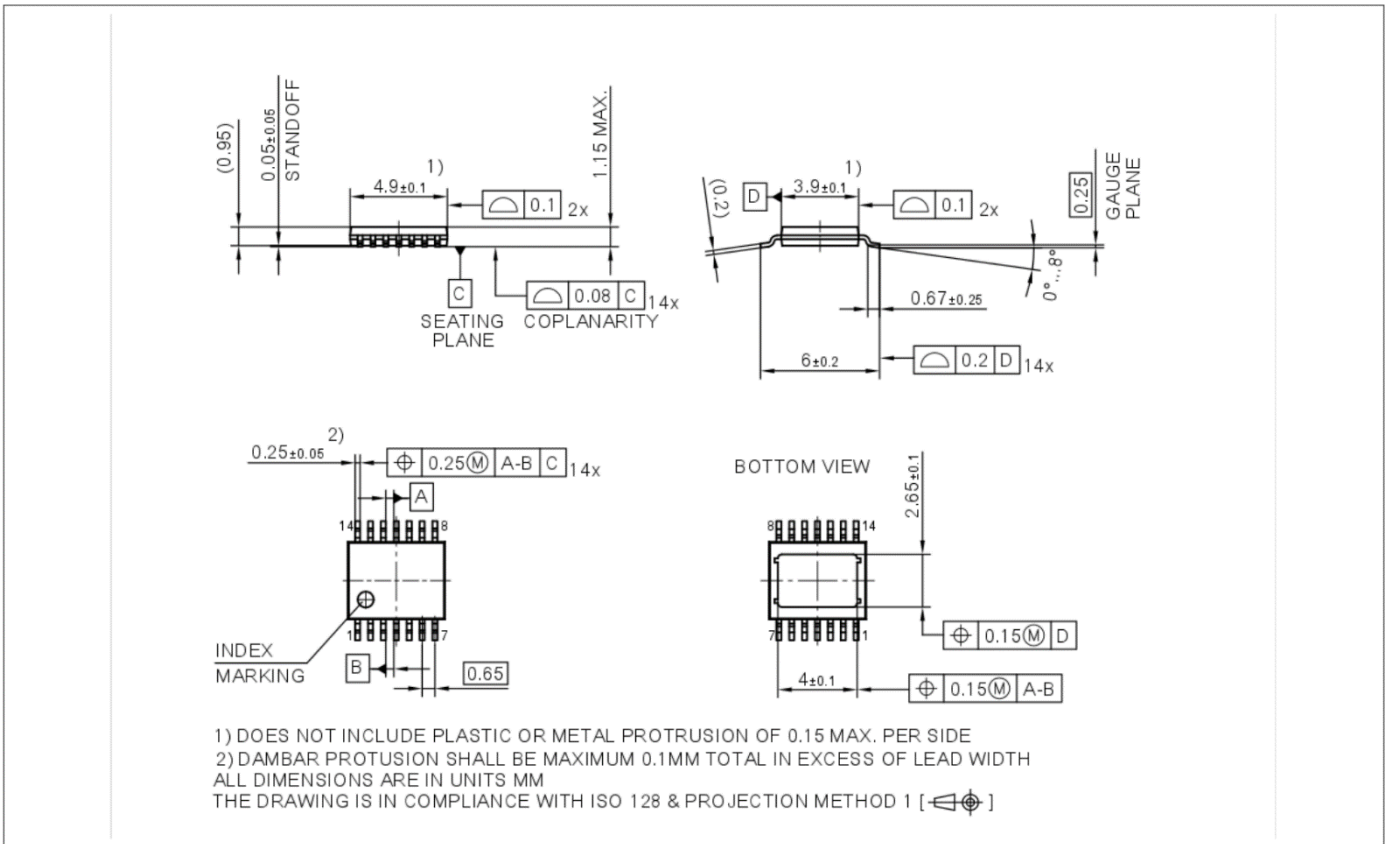


Figure 31 Package dimensions PG-TSDSO-14

注： 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，并符合政府规定，该设备可作为绿色产品提供。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）。

Further information on packages <https://www.infineon.com/packages>

12 修订记录

12 修订记录

Document version	Date of release	Description of changes
Rev.1.20	2024-09-27	• Description update of voltage regulation
Rev.1.10	2021-09-30	• Editorial changes • New application schematics
Rev.1.00	2021-04-16	Initial Datasheet



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 2025-09-29

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，英飞凌不承担不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>。