

英飞凌12V/24V智能模拟高边MOSFET栅极驱动器

特性

- PRO-SIL™ ISO 26262-支持集成根据ISO 26262:2018 第 8-13 条评估硬件元素
- 单通道器件，具有两个高边栅极驱动器输出
- 3Ω下拉，50Ω上拉，用于快速开启/关闭
- 支持背靠背MOSFET拓扑（共漏极和共源极）
- 两个带有外部可调增益的双向高边模拟电流检测接口
- 可以调整的过流/短路保护
- 多功能比较器实现：可调I-t线束保护、过压/欠压或过温保护

潜在应用

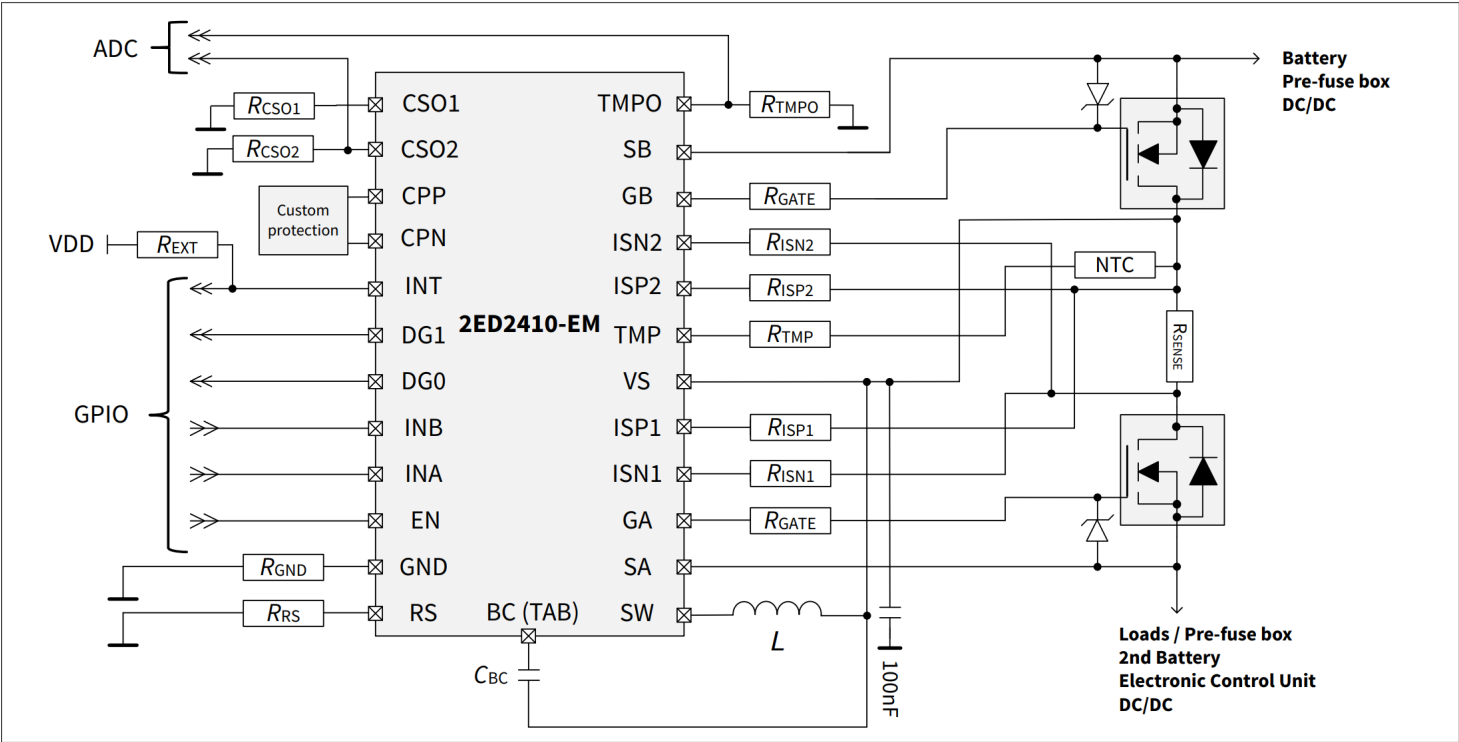
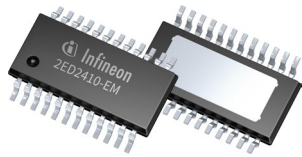
- 针对大电流应用的故障运行电源
- 电源之间的连接/绝缘转换（例如混合动力汽车和电动汽车）
- 为支持可靠的电源和分配而开发

产品验证

汽车应用认证。产品依据AEC-Q100 Grade1进行验证。

描述

2ED2410-EM是一款单通道栅极驱动器，具有两个独立的栅极输出，适用于12/24 V汽车应用。它为连接/断开负载或不同功率电源提供了多种保护功能。



简化应用示例

Product type	Package	Marking
2ED2410-EM	PG-TSDSO-24	2ED2410-EM

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）。

目录

	目录.....	2
1	框图.....	4
2	引脚配置.....	6
3	产品一般特性.....	9
3.1	绝对最大额定值.....	9
3.2	工作范围.....	10
3.3	热特性.....	11
4	电气特性.....	12
4.1	静态电气特性.....	12
4.2	动态电气特性.....	14
4.3	保护特性.....	14
4.4	驱动器输出电气特性.....	15
4.5	升压转换器（BC）特性.....	16
4.6	电流功耗.....	17
5	一般工况.....	19
5.1	运行模式.....	19
5.2	电流功耗.....	19
5.3	时序图.....	20
5.4	逻辑引脚.....	20
5.5	栅极输出.....	22
5.6	地丢失保护：模块级.....	23
6	低旁路电流特性.....	24
7	测量性能.....	25
7.1	空闲模式下的VDS监测.....	25
7.2	开启和安全状态模式下的电流感应.....	26
7.3	开启和安全状态模式下的温度测量放大器.....	29
8	开启模式下的保护功能.....	30
8.1	短路保护.....	30
8.2	VS欠压保护.....	31
8.3	带有比较器的自定义保护.....	32
8.4	栅极欠压锁定保护.....	33
8.5	安全状态的重置.....	33
9	驱动器电源：升压转换器.....	34
10	MOSFET连接应用.....	36
11	参数图.....	38
12	应用信息.....	46



目录

12.1	应用电路简图.....	46
12.2	外部元器件.....	46
12.3	更多应用信息.....	47
13	封装信息	49
14	修订记录	52
	免责声明	53

1 框图

1 框图

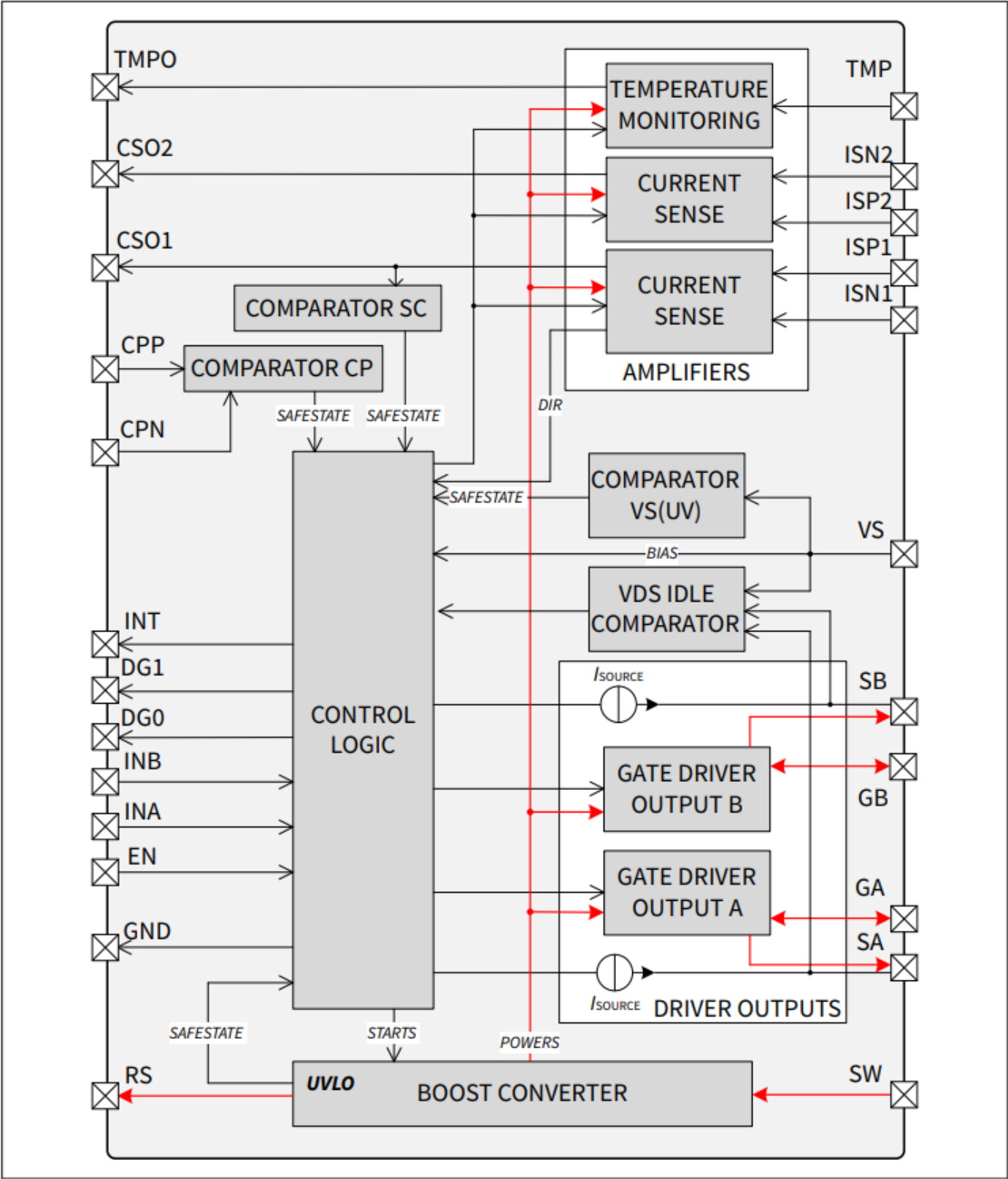


图2 功能框图

1 框图

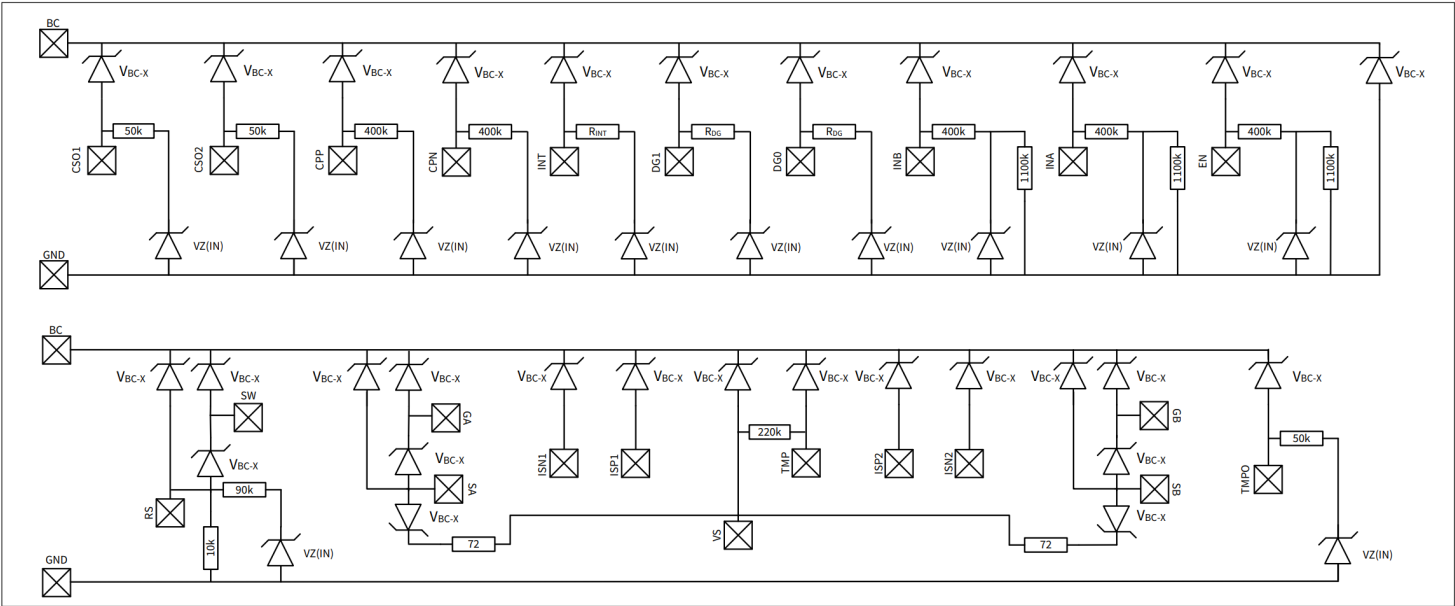


图3 二极管框图

2 引脚配置

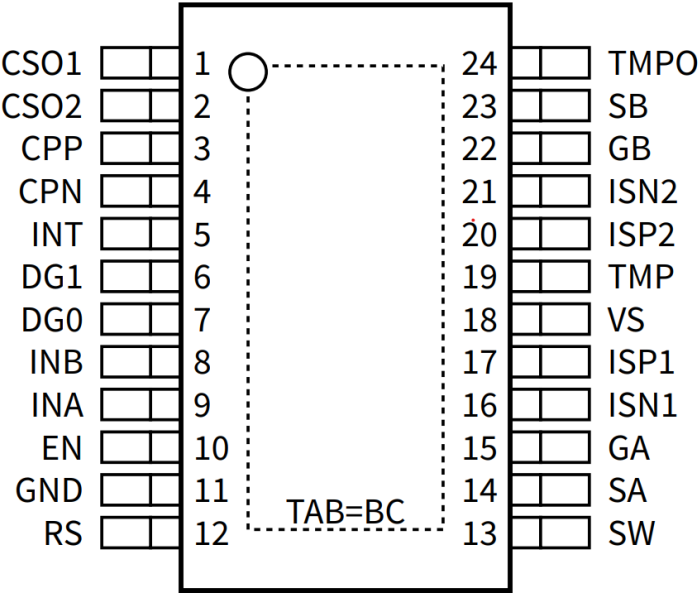


图4 引脚分配

表1 引脚定义及功能

Pin number	Symbol	I/O	Function
1	CSO1	I	Analog voltage to force SAFESTATE mode.
		O	Current Sense Output 1: analog voltage feedback, provides a voltage proportional to the shunt current or VDS across ISP1/ISN1.
2	CSO2	O	Current Sense Output 2: analog voltage feedback, provides a voltage proportional to the shunt current or VDS across ISP2/ISN2.
3	CPP	I	Comparator Positive: analog positive input of comparator.
4	CPN	I	Comparator Negative: analog negative input of comparator.
5	INT	O	Interrupt: open drain interrupt output.
6	DG1	O	Diagnostic 1: DG1 is logic low in SLEEP mode. Digital voltage information of channel B VDS comparison to VS in IDLE mode. Digital voltage information of current flow direction in ON mode: - DG1 is logic high if current flows from ISP1 to ISN1 connection - DG1 is logic low if current flows from ISN1 to ISP1 connection Digital voltage information in SAFESTATE mode: - DG1 is logic high if SAFESTATE because of CP or SC or VS(UV) - DG1 is logic low if SAFESTATE because of UVLO

(表格续下页.....)

2 引脚配置

表1 (续) 引脚定义及功能

7	DG0	O	D diagnostic 0: DG0 is logic low in SLEEP mode. Digital voltage information of channel A VDS comparison to VS in IDLE mode. Digital voltage information of boost converter frequency in ON mode. Digital information in SAFESTATE mode: - DG0 is logic high if SAFESTATE because of CP or UVLO - DG0 is logic low if SAFESTATE because of SC or VS(UV)
8	INB	I	Input B: If INB digital logic is low, channel B switches OFF. If INB digital logic is high, channel B switches ON and gate driver is in ON mode only if pin EN is logic high.
9	INA	I	Input A: If INA digital logic is low, channel A switches OFF. If INA digital logic is high, channel A switches ON and gate driver is in ON mode only if pin EN is logic high.
10	EN	I	If EN digital logic is low, gate driver is in SLEEP mode, channels A and B are switched OFF and gate driver is RESET. If EN digital logic is high, gate driver is in IDLE mode when INA and INB are both logic low.
11	GND	I/O	Ground connection.
12	RS	O	Resistor sense output of boost converter: current measurement of the boost converter.
13	SW	I	Switching supply input of boost converter. Inductance connection.
14	SA	O	Source A: output A connection to external MOSFET sources.
15	GA	I/O	Gate A: output A connection to external MOSFET gates.
16	ISN1	I	I Sense Negative 1: external shunt or VDS negative connection.
17	ISP1	I	I Sense Positive 1: external shunt or VDS positive connection.
18	VS	I/O	Voltage reference, extended 3 V to 58 V.
19	TMP	I	Temperature Input: analog connection to external NTC or PTC thermistor.
20	ISP2	I	I Sense Positive 2: external shunt or VDS negative connection.
21	ISN2	I	I Sense Negative 2: external shunt or VDS positive connection.
22	GB	I/O	Gate B: output B connection to external MOSFET gates.
23	SB	I	Source B: output B connection to external MOSFET sources.
24	TMPO	O	Temperature Output: analog voltage feedback provides a voltage proportional to thermistor temperature.
TAB	BC	O	Boost Converter output capacitor connection; driver supply.

电压相对于地被定义为正值。
根据引脚，电流被定义为流入或流出引脚。

图5 **电压和电流定义 - IEC 60375**

3 产品一般特性

3.1 绝对最大额定值

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; 所有电压均相对于地电平, 流入引脚的为正向电流 (除非另有说明)

表2 绝对最大额定值

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Maximum voltage VBC (boost converter output) - all pins	V_{BC-X}	-0.3	–	75	V	¹⁾	PRQ-26
Maximum drain-source voltages on each output	$V_S - V_{SX}$	-36	–	75	V	¹⁾	PRQ-14
Maximum voltage between gate and source pins on each output	$V_{GX} - V_{SX}$	-0.3	–	75	V	¹⁾	PRQ-331
Maximum voltage between SW and RS pin	$V_{SW} - V_{RS}$	-0.3	–	75	V	¹⁾	PRQ-332
Maximum pulsed current in SW pin	I_{SW}	–	–	200	mA	¹⁾	PRQ-16
Maximum operating junction temperature	$T_{J(MAX)}$	-40	–	150	$^{\circ}\text{C}$	¹⁾	PRQ-23
Storage temperature	$T_{STG(MAX)}$	-55	–	150	$^{\circ}\text{C}$	¹⁾	PRQ-24
ESD HBM susceptibility all pins	$V_{ESD(HBM)}$	-2	–	2	kV	¹⁾ Human Body Model "HBM" according to ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 (1.5 k Ω , 100 pF)	PRQ-130
ESD CDM susceptibility all pins	$V_{ESD(CDM)}$	-500	–	500	V	¹⁾ Charged Device Model "CDM" according to ANSI/ESDA/JEDEC JS-002	PRQ-131
ESD CDM susceptibility corner pins	$V_{ESD(CDM)}$	-750	–	750	V	¹⁾ Charged Device Model "CDM" according to ANSI/ESDA/JEDEC JS-002	PRQ-132

1) 未经过生产测试, 由设计指定。

3 产品一般特性

3.2 工作范围

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 150°C , 所有电压均以地电平为基准, 典型值为 $V_S = 14\text{ V}$ 和 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$

表3 工作范围

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Voltage reference range for normal operation	$V_{S(\text{NOR})}$	8	–	36	V	¹⁾	PRQ-39
Voltage reference extended range	$V_{S(\text{EXT})}$	3	–	58	V	¹⁾ Parameter deviations possible	PRQ-266
Voltage reference range with lower short-circuit protection	$V_{S(\text{SC})\text{LOW}}$	3	–	8	V	¹⁾	PRQ-40
Input pins EN, INA, INB	$V_{\text{EN}}, V_{\text{INA}}, V_{\text{INB}}$	0	–	5.5	V	¹⁾	PRQ-307
Diagnostic pins DG0, DG1	$V_{\text{DG0}}, V_{\text{DG1}}$	0	–	$k_{\text{DG}} \cdot V_{\text{EN}}$	V	¹⁾ See k_{DG} parameter	PRQ-308
Interrupt pin INT	V_{INT}	0	–	5.5	V	¹⁾	PRQ-309
Comparator reference voltage pins CPN, CPP	$V_{\text{CP}(\text{REF})}$	1	–	5.5	V	¹⁾	PRQ-183
Comparator reference voltage on CSO1	$V_{\text{CSO1}(\text{TH})}$	2.3	–	–	V	¹⁾ CSO1 internally connected to comparator SC $C_{\text{CSO1}} = 220\text{ pF}$ $V_{\text{EN}} \geq 3.2\text{ V}$	PRQ-485
Comparator reference voltage on CSO2	$V_{\text{CSO2}(\text{TH})}$	2.3	–	–	V	¹⁾ CSO2 externally connected to any comparator input for short circuit protection $C_{\text{CSO2}} = 220\text{ pF}$	PRQ-486
Analog output pins saturation CSO 1&2, TMPO	$V_{\text{AMP}(\text{SAT})}$	4	4.6	5.5	V	$V_S = V_{S(\text{NOR})}$	PRQ-310
Current sense amplifiers gain range	G	20	–	200	–	¹⁾	PRQ-317
Supply voltage range for amplifier operation	$V_{\text{BC}} - V_S$	6	–	15	V	¹⁾	PRQ-339
Amplifier input voltage range	$V_{\text{BC}} - V_{\text{ISxx}}$	6	–	15	V	¹⁾	PRQ-341
Amplifier input voltage range, VS related	$V_S - V_{\text{ISxx}}$	–	–	2	V	¹⁾	PRQ-344
Amplifier input voltage threshold for disconnection	$V_{\text{ISxx-GND}(\text{TH})_L}$	0.2	0.7	1	V	¹⁾ $V_{\text{ISxx-GND}}$ falling	PRQ-340
Amplifier input voltage threshold for connection	$V_{\text{ISxx-GND}(\text{TH})_H}$	–	–	1.5	V	¹⁾ $V_{\text{ISxx-GND}}$ rising	PRQ-487



3 产品一般特性

1) 未经过生产测试，由设计指定。

3.3 热特性

表4 热特性

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Thermal resistance junction to ambient	R_{thJA}	–	27	–	K/W	1) 2)	PRQ-38

- 1) 未经过生产测试，由设计指定。
- 2) 根据JEDEC51-2,-5,-7，在自然对流的FR4 2s2p板上；产品（芯片 + 封装）在具有2个内铜层（2 x 70 μm Cu、2 x 35 μm Cu）的76.2 x 114.3 x 1.5 mm的板子上进行仿真。在适用的情况下，裸露焊盘下的导热过孔阵列与第一内铜层接触。T_A= 85°C。器件在1 W的功率下运行。

4 电气特性

4.1 静态电气特性

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 150°C , $V_S = 8\text{ V}$ 至 36 V (除非另有说明), 所有电压均相对于地电平, 流入引脚的为正向电流 (除非另有说明), 典型值针对 $V_S = 14\text{ V}$ 和 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$

表 5 静态电气特性

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Inputs pins							
Input A,B & EN voltage high level	$V_{IN(H)}, V_{EN(H)}$	2.5	–	–	V	–	PRQ-74
Input A,B & EN voltage low level	$V_{IN(L)}, V_{EN(L)}$	–	–	0.7	V	¹⁾	PRQ-75
Input A,B & EN pull-down internal resistor	$R_{IN(GND)}$	0.5	1.5	2.5	MΩ	¹⁾	PRQ-318
Input Zener diode for local pins	$V_{Z(IN)}$	5.5	6	6.5	V	¹⁾ See Figure 3	PRQ-319
Digital diagnostic pins							
Ratio diagnostic pin voltage high level over VEN	$k_{DG(H)}$	0.9	1	1.1	–	–	PRQ-84
Diagnostic pin voltage low level	$V_{DG(L)}$	–	–	0.1	V	$V_{BC} = 72\text{ V}$	PRQ-85
Diagnostic pin serial resistor	$R_{DG(GND)}$	5	10	20	kΩ	–	PRQ-86
Threshold for diagnostic change in IDLE mode	$V_{DS_DIAG(TH)}$	1	2	3	V	$V_S - V_{SA}(DG0)$ $V_S - V_{SB}(DG1)$	PRQ-91
Diagnostic delay in IDLE mode	$t_{DG(IDLE)}$	0	40	100	μs	IDLE mode only	PRQ-275
Delay for current direction change on DG1	t_{ISD}	0	8	18	μs	Indicates current flow direction change on CSA1 only ON mode only $ V_{SENSE} \geq V_{ISx(BLIND)} t \geq t_{CSA(ACC)}$	PRQ-164
Interrupt pin pull-down internal resistor, SAFESTATE active	R_{INT}	7	12	17	kΩ	–	PRQ-88
Interrupt pin current leakage	$I_{INT(NOSAFESTATE)}$	–	–	0.3	μA	$V_{INT(H)} \leq 5.5\text{ V}$	PRQ-89
Comparator (CP)							
Comparator offset	$V_{CP(OFFSET)}$	-50	–	50	mV	$V_{CP(REF)MIN} \leq V_{CP(REF)} \leq V_{CP(REF)MAX}$	PRQ-284
Comparator leakage input current	I_{CP}	-100	–	100	nA	$V_{CP} = 5.5\text{ V}$	PRQ-242

(表格续下页.....)

表5 (续) 静态电气特性

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Temperature amplifier (TMPA)							
TMPA input current	$I_{\text{TMP(} \text{OFF)}}$	-100	–	100	nA	–	PRQ-185
TMPA input offset	$V_{\text{TMP(} \text{OFFSET)}}$	-10	0	+10	mV	–	PRQ-186
TMPA ratio	k_{TMP}	9.5	10	10.5	–	–	PRQ-187
TMPA pull-down resistor	R_{TMPO}	20	–	100	kΩ	1)	PRQ-188
Current sense amplifiers (CSA1 & CSA2)							
CSA input offset	$V_{\text{ISx(} \text{OFFSET)}}$	-50	0	50	μV	1)	PRQ-323
CSA input blind range	$V_{\text{ISx(} \text{BLIND)}}$	-500	0	500	μV	1) CSAx parameter deviations possible	PRQ-324
CSA delay maximum accuracy	$t_{\text{CSA(} \text{ACC)}}$	0	200	400	μs	1) $ V_{\text{SENSE}} \geq V_{\text{ISx(} \text{BLIND)} $ $ dV_{\text{SENSE}}/dt \geq 0.1$ mV/μs	PRQ-325
CSA settling time	$t_{\text{CSA(} \text{SET)}}$	1	10	20	μs	1) from $V_{\text{SENSE}} = 10$ mV to $V_{\text{SENSE}} = 12.5$ mV $G = 100$	PRQ-328
CSA output pull-down resistor	R_{CSOx}	18	20	50	kΩ	1)	PRQ-326
CSA gain intrinsic error	$\epsilon_{(\text{G})}$	-1	0	1	%	1) $ V_{\text{SENSE}} \geq 5$ mV	PRQ-327
PSRR - CSA power supply rejection ratio	$PSRR_{1\text{kHz}}$	–	105	–	dB	1) $f = 1$ kHz $G = 100$ $R_{\text{CSOx}} = 20$ kΩ See Figure 34	PRQ-336
CMRR - CSA common mode rejection ratio	$CMRR_{1\text{kHz}}$	–	116	–	dB	1) $f = 1$ kHz $G = 100$ $R_{\text{CSOx}} = 20$ kΩ See Figure 34	PRQ-337
Noise - CSA Voltage noise, RTI	Noise	–	180	–	nV _{RMS}	1) $G = 100$ $R_{\text{CSOx}} = 20$ kΩ RTI	PRQ-338

1) 未经过生产测试，由设计指定。

4 电气特性

4.2 动态电气特性

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 150°C , $V_S = 8\text{ V}$ 至 36 V (除非另有说明), 所有电压均相对于地电平, 流入引脚的为正向电流 (除非另有说明), 典型值针对 $V_S = 14\text{ V}$ 和 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$

表6 动态电气特性

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
VCSOx typical overshoot	OVS_{CSOx}	-	15	-	%	1) $R_{CSOx} = 20\text{ k}\Omega$ $C_{CSOx} = 220\text{ pF}$ $ dV_{SENSE}/dt = 7\text{ mV}/\mu\text{s}$ $G = 100$ from $ V_{SENSE} = V_{ISx(BLIND)} $ to $ V_{SENSE} = 30\text{ mV}$	PRQ-435

1) 未经过生产测试, 由设计指定。

4.3 保护特性

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 150°C , $V_S = 8\text{ V}$ 至 36 V (除非另有说明), 所有电压均相对于地电平, 流入引脚的为正向电流 (除非另有说明), 典型值针对 $V_S = 14\text{ V}$ 和 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$

表7 保护特性

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P- Number
		Min.	Typ.	Max.			
Protection thresholds							
Current shutdown internal threshold ratio from EN pin voltage	$k_{CSO1(TH)}$	0.718	0.74	0.76	–	$V_S = 8\text{ V}$ to 58 V ON mode, CSA1 only See Chapter 8.1	PRQ-168
Undervoltage threshold	$V_{S(UV)}$	0.5	1	1.3	V	$V_S - \text{GND}$ ON mode only	PRQ-66
Protection delays							
Delay between short circuit and CSO1 high	$t_{DSCCSO1(H)}$	0.2	1.5	6	μs	¹⁾ $G = 100$ $V_{EN} = 3.3\text{ V}$ $ V_{SENSE} \geq V_{ISx(BLIND)} $	PRQ-181
Delay between CSO1 high and gate 80%	$t_{DCSO1(H)G(L)}$	–	4	6	μs	¹⁾ $V_{EN} = 3.3\text{ V}$ $C_{G(EQ)} = 100\text{ nF}$ $R_{GATE} = 0\ \Omega$	PRQ-484
Delay between CSO1 high and INT = low	$t_{DCSO1(H)INT(L)}$	0.5	5	10	μs	–	PRQ-182
Delay between CP high and INT	$t_{DCP(H)INT(L)}$	1	9	17	μs	$V_{CP(REF)MIN} \leq V_{CP(REF)} \leq V_{CP(REF)MAX}$	PRQ-184

(表格续下页.....)

4 电气特性

表 7 (续) 保护特性

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Delay between UV on VS and INT = low	$t_{DUV(H)INT(L)}$	8	22	40	μs	–	PRQ-320
Delay between INT = low and gate 80%	$t_{DINT(L)G(L)}$	–	3	5	μs	$C_{G(EQ)} = 100 \text{ nF}$ $R_{GATE} = 0 \Omega$	PRQ-136
Delay between short circuit and gate 80%	$t_{DSCG(L)}$	0.7	5.5	10	μs	1) $G = 100$ $V_{EN} = 3.3 \text{ V}$ $C_{G(EQ)} = 100 \text{ nF}$ $R_{GATE} = 0 \Omega$ $ V_{SENSE} \geq V_{ISX(BLIND)} $	PRQ-330
Delay between short circuit and gate 80% at low VS	$t_{DSCG(L)_LOW}$	–	12	27	μs	$V_S = V_{S(SC)LOW}$ $G = 100$ $V_{EN} = 3.3 \text{ V}$ $C_{G(EQ)} = 100 \text{ nF}$ $R_{GATE} = 0 \Omega$ $ V_{SENSE} \geq V_{ISX(BLIND)} $	PRQ-343
Time to reset	t_{RESET}	3	–	30	μs	Reset from SAFESTATE: $V_{EN} < V_{EN(L)}$ for t_{RESET} duration	PRQ-94

1) 由于硅工艺和差异，PRQ-181和PRQ-484的最大值之和与PRQ-330的最大值相符合。

4.4 驱动器输出电气特性

$T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 150°C ， $V_S = 8 \text{ V}$ 至 36 V （除非另有说明），所有电压均相对于地电平、流出引脚电流为正（除非另有说明），典型值针对 $V_S = 14 \text{ V}$ 和 $T_J = 25^\circ\text{C}$

表8 驱动器输出电气特性

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Source pre-charge current	I_{SOURCE}	6	15	25	mA	$V_S - V_{SX} \geq V_{DS_DIAG(TH)}$	PRQ-56
Source pre-charge current falling edge	I_{SOURCE_F}	10.2	15	25	mA	1) $V_S - V_{SX} \geq V_{DS_DIAG(TH)}$ $T_J = -40 \text{ to } 105^\circ\text{C}$ V_{SX} falling	PRQ-342
Delay between EN = high and Source pre-charge current active	$t_{DSOURCE}$	4	–	100	μs	IDLE mode only	PRQ-210
Power on input delay	t_{POI}	0	2	5	μs	Time to activate protections before turn-on after INx = high	PRQ-158

(表格续下页.....)

4 电气特性

表8 (续) 驱动器输出电气特性

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Turn-on delay	$t_{D(ON)}$	1	4	7	μs	$C_{G(EQ)} = 100 \text{ nF}$ $R_{GATE} = 0 \Omega$	PRQ-50
Rise time on gate 20% to 80% of VBC - VS	t_R	–	7	15	μs	$C_{G(EQ)} = 100 \text{ nF}$ $R_{GATE} = 0 \Omega$	PRQ-51
Gate turn on short circuit pulsed current per gate	$I_{G(ON)}$	50	175	–	mA	$V_{GX} - V_{SX} = 0 \text{ V}$	PRQ-52
Turn-off delay	$t_{D(OFF)}$	1	4	7	μs	$C_{G(EQ)} = 100 \text{ nF}$ $R_{GATE} = 0 \Omega$	PRQ-53
Fall time on gate 80% to 20% of VBC - VS	t_F	–	2	5	μs	$C_{G(EQ)} = 100 \text{ nF}$ $R_{GATE} = 0 \Omega$	PRQ-54
Gate turn-off short circuit pulsed current per gate	$I_{G(OFF)}$	350	1400	–	mA	$V_{GX} - V_{SX} = 14 \text{ V}$	PRQ-276

1) 未经过生产测试，由设计指定。

4.5 升压转换器 (BC) 特性

$T_J = -40^\circ \text{C}$ 至 150°C , $V_S = 8 \text{ V}$ 至 36 V (除非另有规定), 所有电压均以地电平为基准, 典型值为 $V_S = 14 \text{ V}$ 和 $T_J = 25^\circ \text{C}$

表9 升压转换器 (BC) 特性

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
BC Boost capacitor	C_{BC}	20 * $C_{G(EQ)}$	–	–	F	1) $C_{G(EQ)} = \text{external MOSFET equivalent gate source capacitance}$	PRQ-137
BC switching current limitative resistor	R_{RS}	10	–	30	Ω	1) Use 1/2 W resistor min.	PRQ-138
BC output VBC - VS regulation voltage	$V_{BC(TH)}$	11.5	12.5	14	V	–	PRQ-139
VBC(TH) to UVLO regulation gap	$V_{BC(RG)}$	1.9	2.5	–	V	–	PRQ-141
BC undervoltage lockout voltage	$UVLO$	9.5	10	11	V	–	PRQ-140
Delay between UVLO and INT = low	$t_{DUVLO(H)INT(L)}$	–	10	40	μs	–	PRQ-142
RS deactivation threshold	$V_{RS(TH)}$	0.7	1	1.4	V	–	PRQ-147
Forward voltage of BC diode	V_{FBC}	0.6	0.9	1.1	V	$I_F = 100 \text{ mA}$	PRQ-148

(表格续下页.....)

表9 (续) 升压转换器 (BC) 特性

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
On-state resistance of BC switch	$R_{DS(ON)K1(25)}$	1	11	15	Ω	$I = 100 \text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$	PRQ-150
Boost converter off-time	$t_{BC(OFF)}$	1	4	5	μs	–	PRQ-152
Time to reach RS deactivation threshold	$t_{RS(TH)}$	–	920	–	ns	¹⁾ $V_S = 12 \text{ V}$ $R_{RS} = 10 \Omega$ $L = 100 \mu\text{H} / 1.7 \Omega$ $T_J = 25^\circ\text{C}$	PRQ-154
Turn-off delay of K1	$t_{D(OFF)K1}$	0.05	0.2	0.3	μs	–	PRQ-155
Boost power-on delay	t_{POD}	–	960	–	μs	¹⁾ $V_S = 12 \text{ V}$ $R_{RS} = 10 \Omega$ $L = 100 \mu\text{H} / 1.7 \Omega$ $C_{BC} = 1 \mu\text{F}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ See application note "Getting Started with 2ED2410-EM"	PRQ-157

1) 未经过生产测试，由设计指定。

4.6 电流功耗

$T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 150°C ， $V_S = 8 \text{ V}$ 至 36 V （除非另有说明），所有电压均相对于地电平，流入引脚的为正向电流（除非另有说明），典型值针对 $V_S = 14 \text{ V}$ 和 $T_J = 25^\circ\text{C}$

表10 电流功耗

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
GND pin current in SLEEP mode	$I_{GND+RS(SLEEP)}$	1	6	15	μA	$V_S = 24 \text{ V}$ $V_{BC} = V_S$	PRQ-68
Sources leakage current in SLEEP mode	$I_{SX(SLEEP)}$	0.1	0.5	4	μA	$V_{BAT} = 24 \text{ V}$ $V_S - V_{SX} = V_{BAT}$	PRQ-285
VS pin current in IDLE mode	$I_{VS(IDLE)}$	-15	-6	-2	μA	$V_S = 24 \text{ V}$ $V_{SX} = V_S$	PRQ-69
VS pin current in IDLE mode, 25°C	$I_{VS(IDLE)25}$	-10	-6	-2	μA	¹⁾ $T_J = 25^\circ\text{C}$	PRQ-294
BC current in IDLE mode	$I_{BC(IDLE)}$	5	10	50	μA	$V_S = 24 \text{ V}$ $V_{BC} - V_S = 14 \text{ V}$	PRQ-144

(表格续下页.....)

4 电气特性

表10 (续) 电流功耗

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
BC current in IDLE mode, 25°C	$I_{BC(IDLE)25}$	5	10	20	μA	¹⁾ $T_J = 25^\circ\text{C}$	PRQ-297
VS pin current in ON mode	$I_{VS(ON)}$	-20	-4	0	μA	$V_{Sx} = V_S$	PRQ-72
VS pin current in ON mode, 25°C	$I_{VS(ON)25}$	-10	-4	-1	μA	¹⁾ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $V_{Sx} = V_S$	PRQ-295
BC current in ON mode	$I_{BC(ON)}$	10	55	150	μA	$V_{BC} - V_S = 14\text{ V}$	PRQ-145
BC current in ON mode, 25°C	$I_{BC(ON)25}$	10	55	90	μA	¹⁾ $T_J = 25^\circ\text{C}$	PRQ-298
BC current in ON mode, 25°C, one CSA disconnected	$I_{BC(ON)25_1CSA(OFF)}$	10	45	70	μA	¹⁾ $T_J = 25^\circ\text{C}$ CSA 1 or 2 not used see Chapter 7	PRQ-300
BC current in ON mode, 25°C, all amplifiers disconnected	$I_{BC(ON)25_2CSA(OFF)}$	6	20	35	μA	¹⁾ $T_J = 25^\circ\text{C}$ CSA 1 and 2 not used see Chapter 7	PRQ-301
BC current in ON mode, ≤ 85°C, one CSA disconnected	$I_{BC(ON) \leq 85_1CSA(OFF)}$	10	45	85	μA	¹⁾ $T_J \leq 85^\circ\text{C}$ CSA 1 or 2 not used see Chapter 7	PRQ-302
BC current in ON mode, ≤ 85°C, all amplifiers disconnected	$I_{BC(ON) \leq 85_2CSA(OFF)}$	6	20	45	μA	¹⁾ $T_J \leq 85^\circ\text{C}$ CSA 1 and 2 not used see Chapter 7	PRQ-303
VS pin current in SAFESTATE mode	$I_{VS(SAFESTATE)}$	-20	-4	0	μA	$V_{Sx} = V_S$	PRQ-73
BC current in SAFESTATE mode	$I_{BC(SAFESTATE)}$	10	55	150	μA	$V_{BC} - V_S = 14\text{ V}$	PRQ-146

1) 未经过生产测试，由设计指定。

5 一般工况

5 一般工况

5.1 操作模式

2ED2410-EM具有4种工作模式：睡眠、空闲、开启和安全状态，通过INA、INB和EN引脚输入组合进行选择，在安全状态模式的情况下，通过保护功能或强制信号进行选择。

Table with 14 columns: INPUTS (EN, INA, INB), Operating mode, Boost converter output (VBC - VS), INT, DG0, DG1, VCS01, VCS02, VTMPO, VCA - VSA, VGB - VSB, ISOURCE, and comments. It details the four operating modes: SLEEP, IDLE, ON, and SAFESTATE, including their input conditions and output states.

图6 输入、模式和输出状态

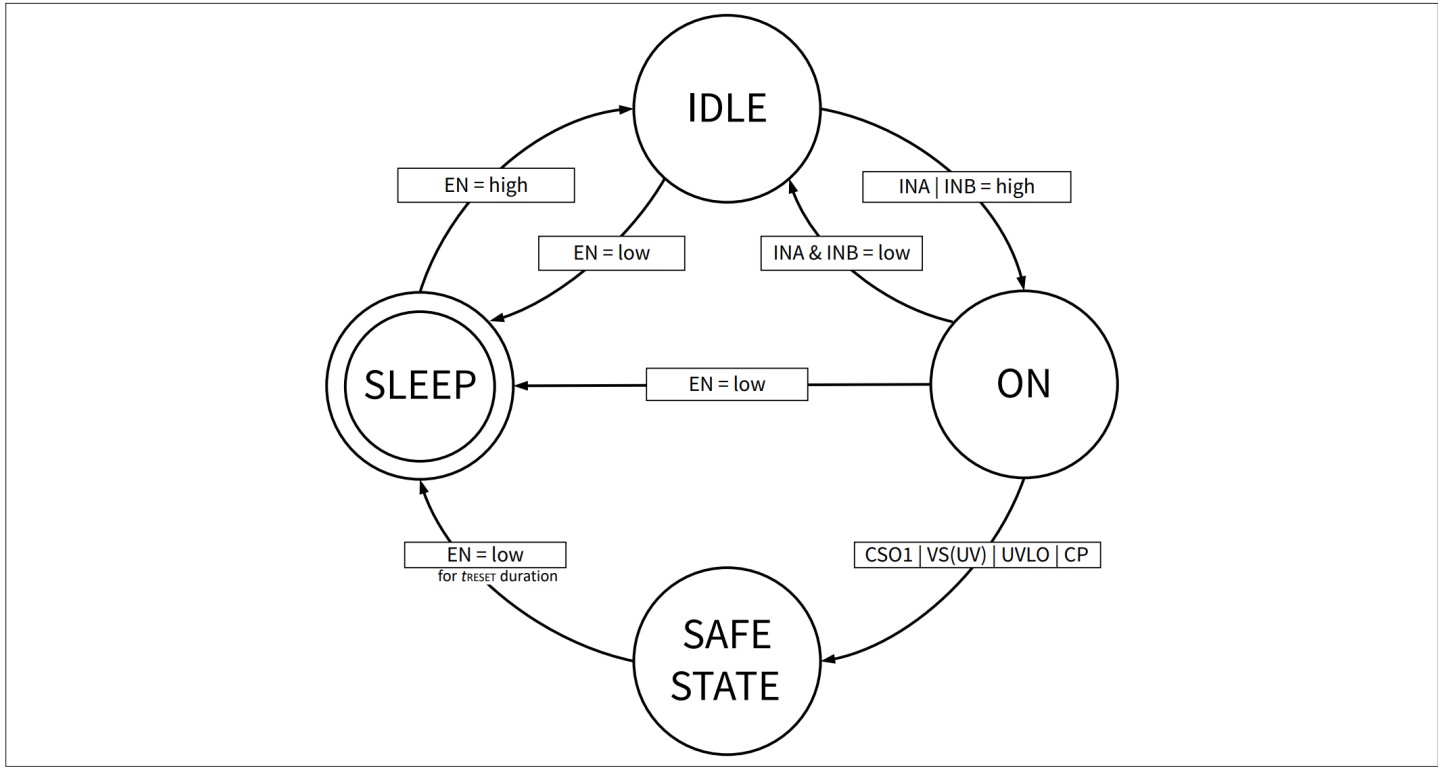


图7 2ED2410-EM的状态机

5.2 电流消耗

系统电池（或电源）驱动器的电流损耗，也称为2ED2410-EM的静态电流 (Iq)，取决于：

- 驱动器所处的模式
- 升压转换器使用的外部元件，包括驱动器电源和外部MOSFET栅极电源
- 对于睡眠模式，还取决于所使用的MOSFET结构

5 一般工况

在本数据手册中，仅提供驱动器级别的功耗，而不提供系统电池/电源级别的功耗。应用笔记“2ED2410-EM 入门”中提供了电池静态电流计算的详细信息。

5.3 时序图

下图显示了数字输入、数字输出、升压转换器输出和反馈输出从睡眠模式到开启模式直到短路事件发生，以及复位到睡眠模式的过程。

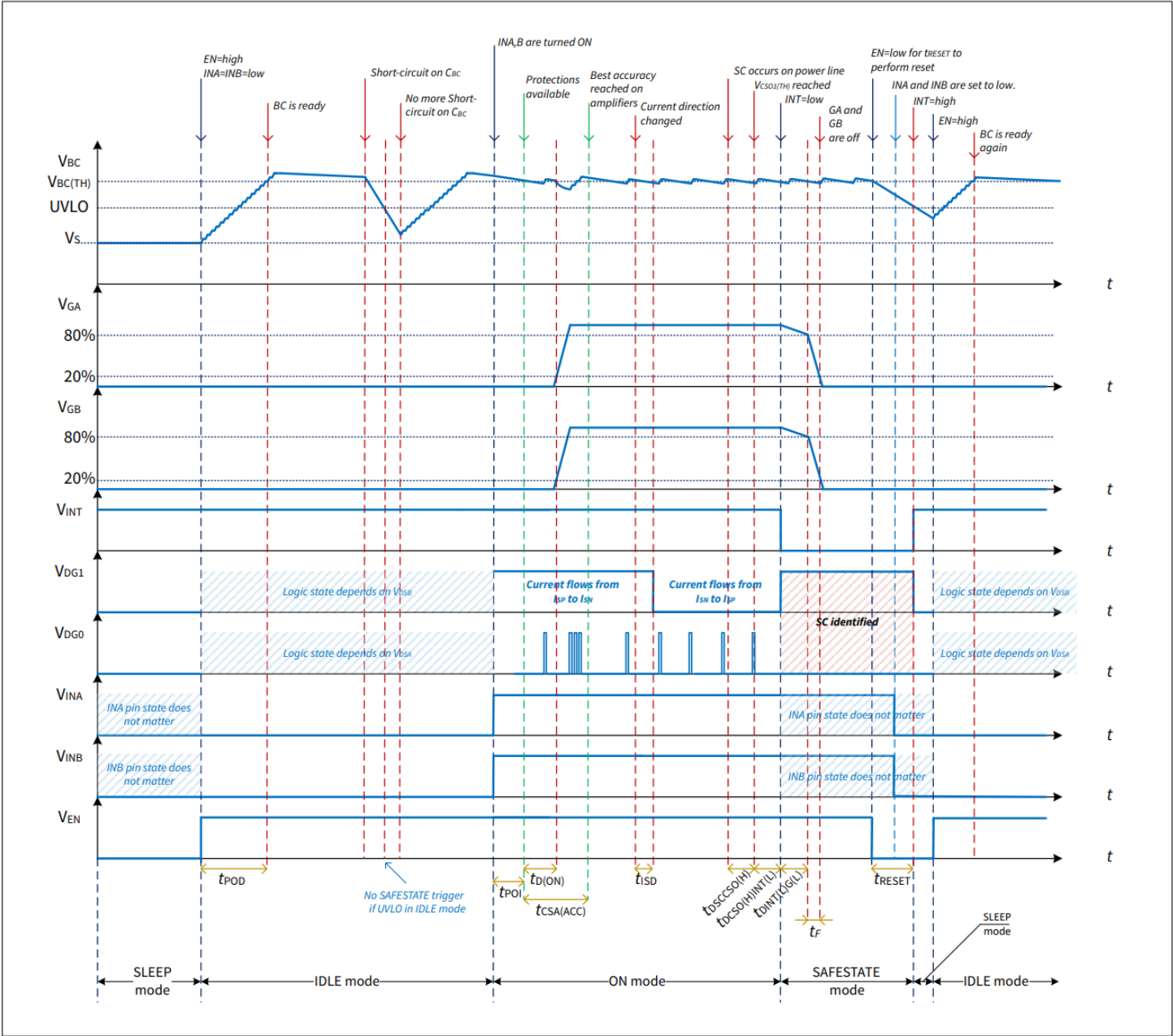


图8 空闲模式、带短路事件的开启模式和带复位的SAFESTATE的时间流程图 - 注释：时间和电压不按比例

5.4 逻辑引脚

逻辑引脚与5V和3.3V微控制器兼容。它们可以直接连接到变压器输出，而不需要额外的组件。有一个内部串联和下拉电阻（PRQ-318）。

5 一般工况

齐纳二极管将这些引脚上的电压限制为 $V_{Z(IN)}$ (PRQ-319)。可以使用RC网络来稳定EN引脚上的电压，因为EN电压用于逻辑中的内部基准。

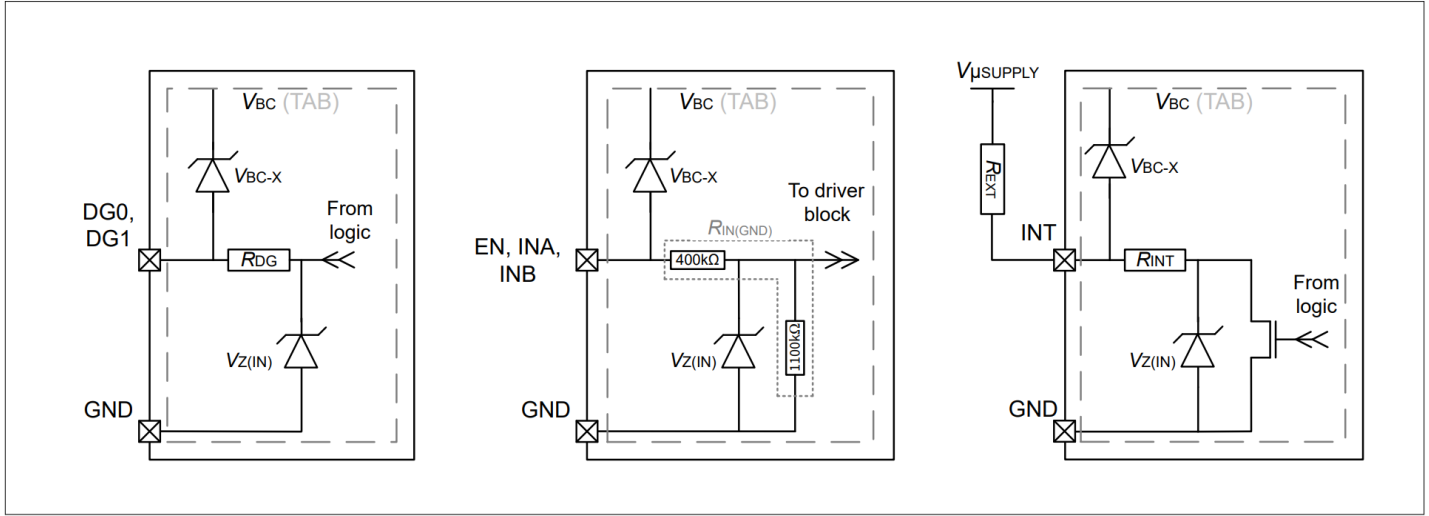


图9 数字I/O

输入控制电路驱动输出栅极驱动级。它们通过 $R_{IN(GND)}$ 电阻器下拉至地，以避免意外接通。

当 $V_{INX} > V_{IN(H)}$ 或 $V_{EN} > V_{EN(H)}$ 时，输入电路置位为逻辑高电平。

EN 引脚控制升压转换器的开/关，并偏置所有模拟逻辑电路。EN = 1 会在时间 t_{POD} 之后设置 $V_{BC} - V_S \geq V_{BC(TH)}$ 。

INx 引脚直接控制栅极输出，因此 INA = 1 设置 GA = 1，INB = 1 设置 GB = 1。输入/输出 A 和 B 是独立的。

如果 EN 和至少一个 INx 引脚同时置位高电平，则保护和测量功能将打开，但只有当 $V_{BC} - V_S \geq V_{BC(TH)}$ 时栅极才会导通。

当驱动器通过 INx = 1 进入开启模式时，保护在时间 t_{POI} 后准备就绪，放大器在时间 $t_{CSA(ACC)}$ 后获得最高精度（参见第 4.1 章）。

当 $V_{INX} < V_{IN(L)}$ 或 $V_{EN} < V_{EN(L)}$ 时，INx 和 EN 引脚置位为逻辑低。

数字输出返回低或者高逻辑电平信号。输出高电平取决于 V_{EN} ，在电气特性表中以 V_{DGX} 与 V_{EN} 之比的形式给出。请参阅第 4.1 章中的参数 k_{DG0} 。

处于低逻辑状态的 DG0 和 DG1 的值 $\leq V_{DG(L)}$ 。诊断的状态取决于驱动器所处的工作模式/运行模式，请参阅第 5.1 章。

在开启模式下，DG0 反映了升压转换器开关 K1 的激活（参见第 9 章）：每次 K1 激活时，DG0 = 1。

在开启模式下，DG1 反映 CSA1 上的电流方向：如果电流从 ISP1 流向 ISN1，则 DG1 = 1；如果电流从 ISN1 流向 ISP1，则 DG1 = 0（参见第 7 章）。

INT 引脚为漏极开路输出。其目的是向相关的周围设备传递中断信号，例如 MCU 或电源管理芯片（例如英飞凌 SBC）。

INT 需要外部上拉，例如上拉至 MCU 电源 VDD。SAFESTATE 触发时， V_{INT} 的值是外部电阻 R_{EXT} 和 R_{INT} 之间的分压器的结果（参见 PRQ-88）。

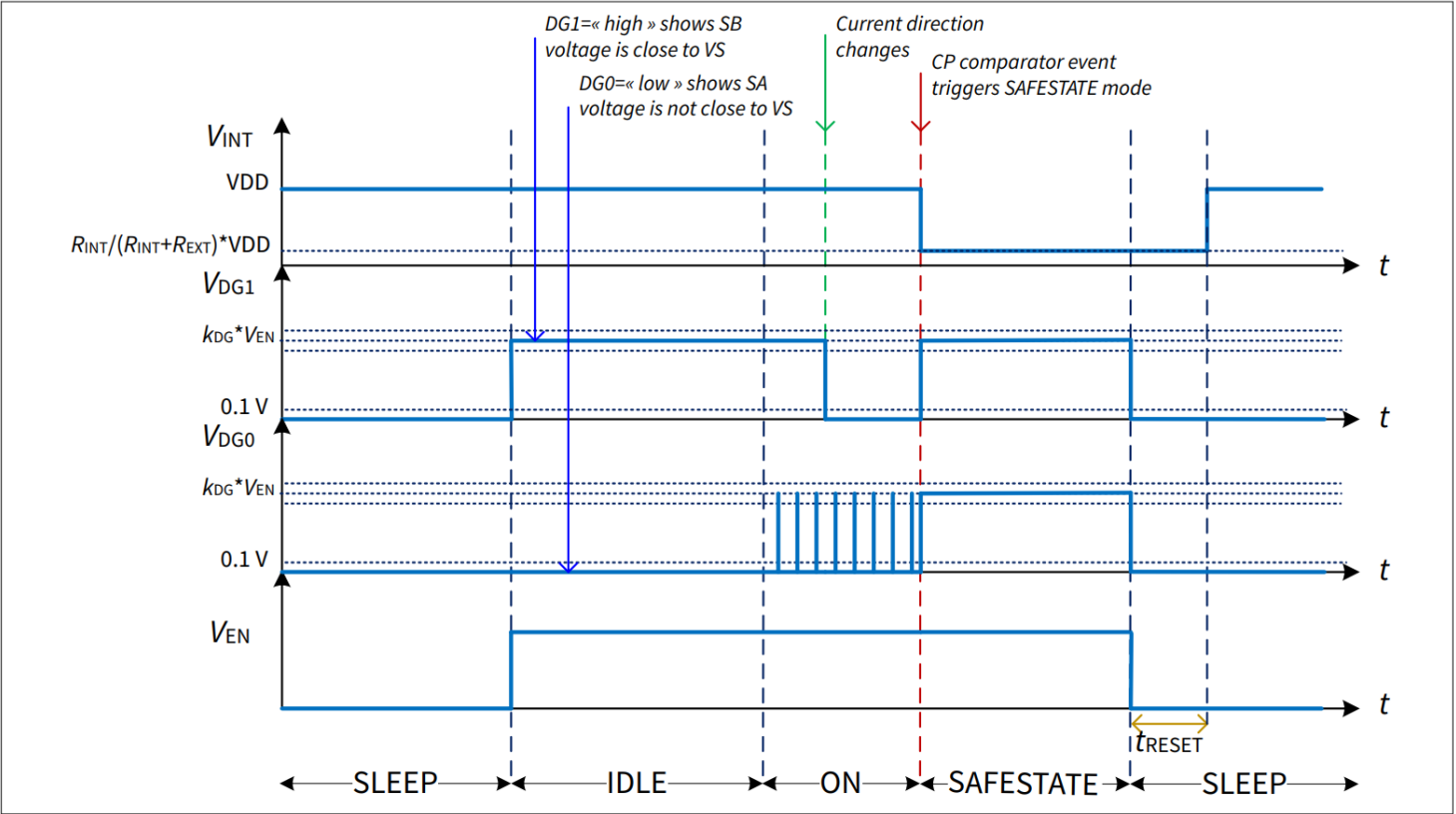


图10 诊断行为

5.5 栅极输出

2ED2410-EM具有两个相同的栅极输出 GA 和 GB，分别与源极引脚 SA 和 SB 配合使用。通过将相应的数字输入 INA 或 INB 设置为高逻辑电平来激活这些输出。
这些输出的结构是推挽式的，并且逻辑通过设计确保 MOSFET K2x 和 K3x 不会同时开启（无直通）。

K2x 是 P 沟道增强型 MOSFET，K3x 是 N 沟道增强型 MOSFET。
用于启动连接到栅极驱动器的外部MOSFET的电流是由升压转换器电容传递的C_{BC}，通过 K2x 连通到栅极引脚 G_x。
关闭外部MOSFET的电流从栅极引脚 G_x 通过 K3x 被吸收到源极引脚 S_x。

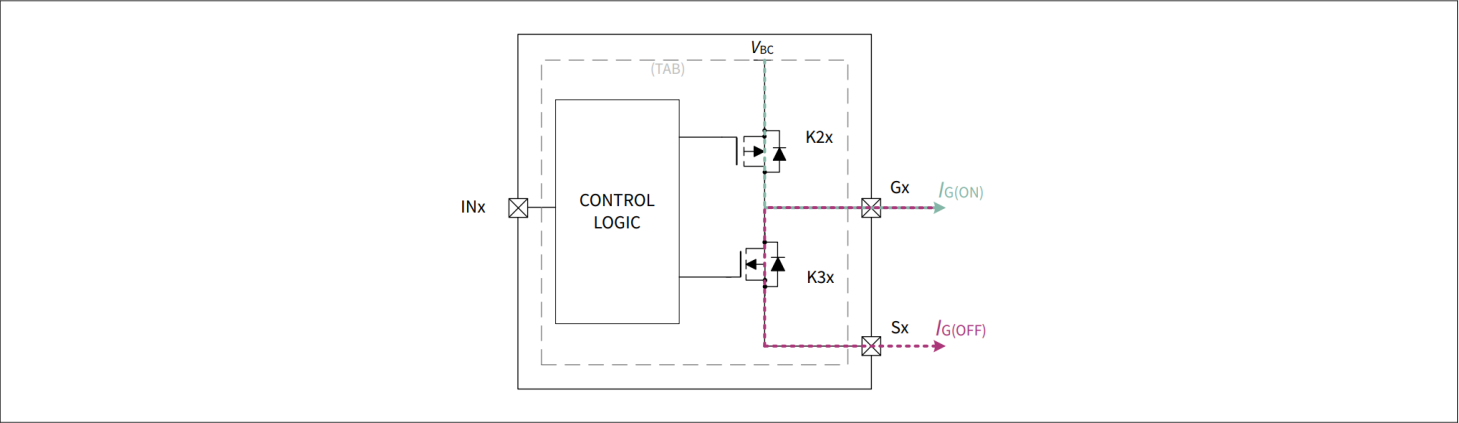


图11 栅极输出结构

5 一般工况

当第一个输入开启时，需要考虑时间延迟 t_{POI} 。此时间延迟（上电输入）是为了确保在发送电流激活信号之前保护功能已激活，因此2ED2410-EM不会在没有电流传感器和温度放大器的情况下开启MOSFET。即使不使用这些功能，也需要考虑 t_{POI} 。

当输入信号 INx 置位为高电平时，如果 $V_{BC} - V_S \leq V_{BC(TH)}$ ，则驱动器处于开启模式，但栅极输出保持关闭，直到升压转换器输出达到 $V_{BC(TH)}$ 。

如果栅极导通时出现 $V_{BC} - V_S \leq V_{BC(TH)}$ ，升压转换器上的欠压将触发栅极锁定，驱动器进入安全状态，导致关闭并保持关闭栅极。参见[章节 8.4](#)并参阅[章节 9](#)，可以看到栅极输出和升压转换器是如何连接的。

栅极输出的时间[图 12](#)所示。

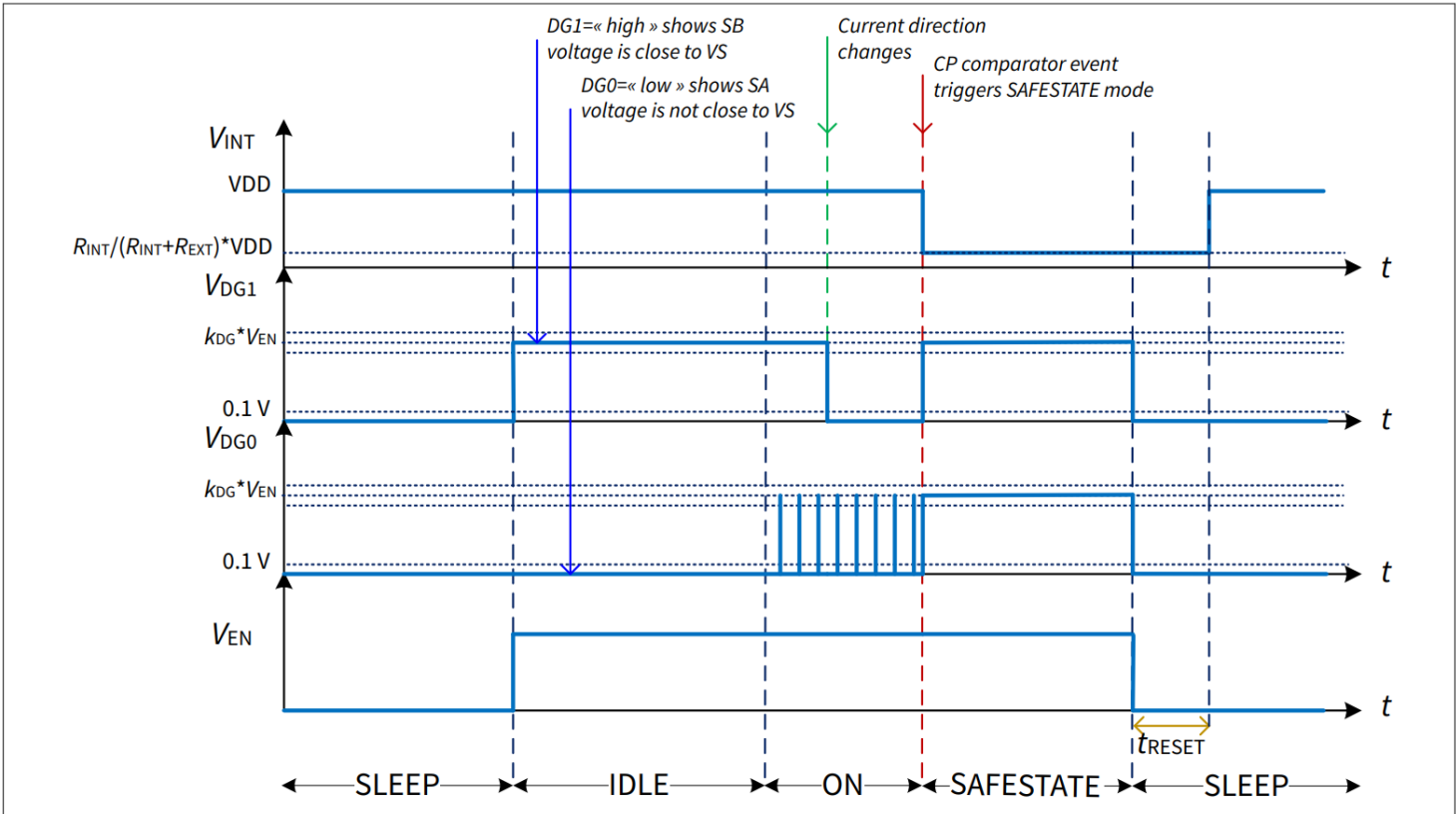


图12 栅极时间图（不按比例，仅供理解）

5.6 地丢失保护：模块级

只要VS存在，每个输出上的MOSFET K3会默认开启（参见第 5.5 章[图11](#)）。

如果接地板/电子控制单元连接丢失，只要满足以下条件，K3 就会保持打开或打开。因此，在下列情况下，栅-源极会被下拉：

- VS 引脚连接至电池线
- 接地板/电子控制单元断开
- 睡眠、空闲、开启或安全状态模式

在开启模式下，如果接地板/电子控制单元接回，驱动器输出将再次打开（因此 K3 关闭），无需从引脚 EN 进行复位。

6 低旁路电流特性

在空闲（IDLE）、开启（ON）或安全状态（SAFESTATE）模式下，2ED2410-EM 可以将 VS 引脚的低电流汇入其源引脚 SA 和/或 SB，以及从 SA 到 SB 或从 SB 到 SA。

该活动是自动的。

当 $V_{SX} = V_S - V_{DS_DIAG(TH)}$ 时， I_{SOURCE} 以典型值输出（参见 PRQ-56）。当相应源达到 $V_S - V_{DS_DIAG(TH)}$ 阈值（参见 PRQ-91）时， I_{SOURCE} 逐渐下降，并在 $V_{SA} = V_{SB} = V_S$ 时关闭。

在空闲模式下，2ED2410-EM 能够提供输出电流 I_{SOURCE} 来供应电子控制单元空闲或睡眠模式电流，同时保持其自身消耗非常低。

它还可用于对下行电网中的电子控制单元输入电容器进行预充电，并在停车场模式下以最小的消耗电流保持其充电。

如果驱动器空闲模式期间电子控制单元侧发生短路， I_{SOURCE} 仍然供电，但 V_{DSX} 持续监控，相应的 DGx 置位为低电平。例如，这允许在导通之前检测短路。参见第 7.1 章 用于空闲模式中的诊断行为。

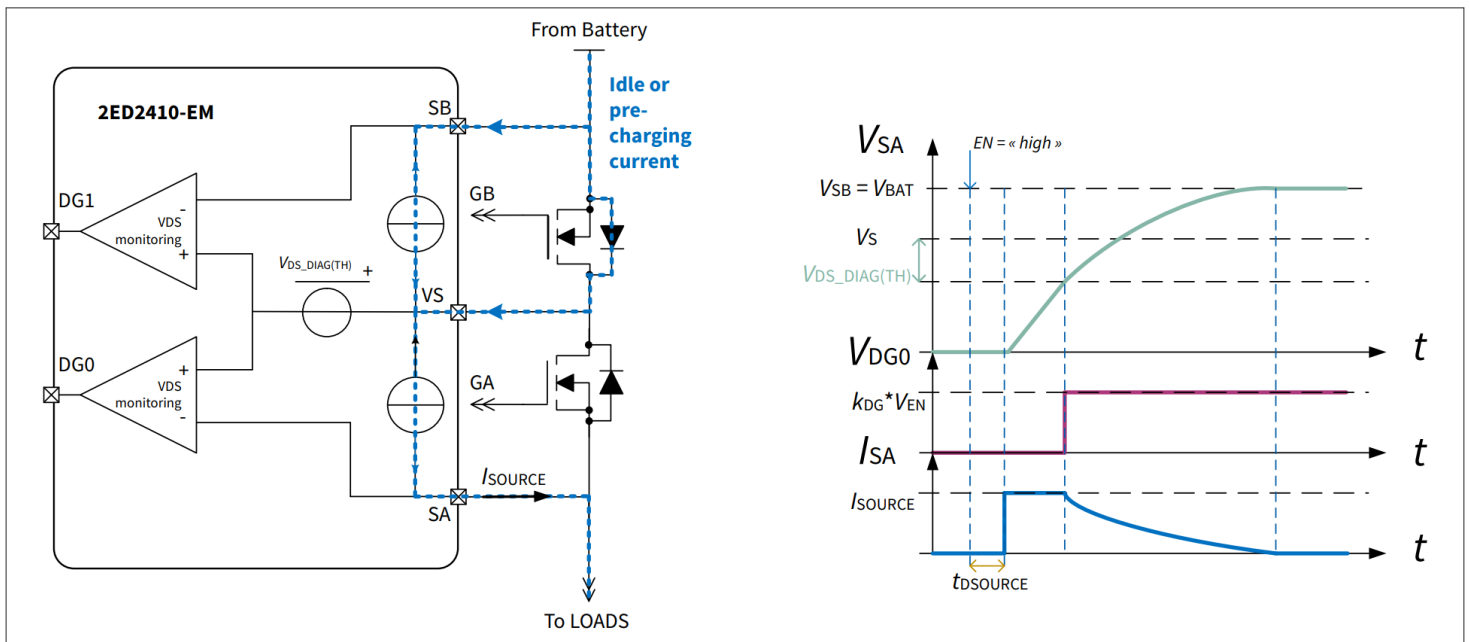


图13 低旁路电流工作原理及时序图（未按比例绘制）

7 测量性能

7.1 空闲模式下的VDS监测

空闲模式下，可在 DGx 引脚上读取 VDS 监测功能。

DG0 和 DG1 分别接监测器 V_{DSA} ($V_S - V_{SA}$) 和 V_{DSB} ($V_S - V_{SB}$)，前提是 MOSFET 漏极连接到 VS 引脚。

如果 V_{DSA} (或 V_{DSB}) $> V_{DS_DIAG(TH)} \Rightarrow$ DG0 (或 DG1) = 低电平 (I_{source} 激活，参见章节6)。

如果 V_{DSA} (或 V_{DSB}) $< V_{DS_DIAG(TH)} \Rightarrow$ DG0 (或 DG1) = 高电平 (I_{source} 激活，参见章节6)。

MOSFET 源极与内部基准电压 $V_S - V_{DS_DIAG(TH)}$ 进行比较 (请参阅参数 $V_{DS_DIAG(TH)}$)。

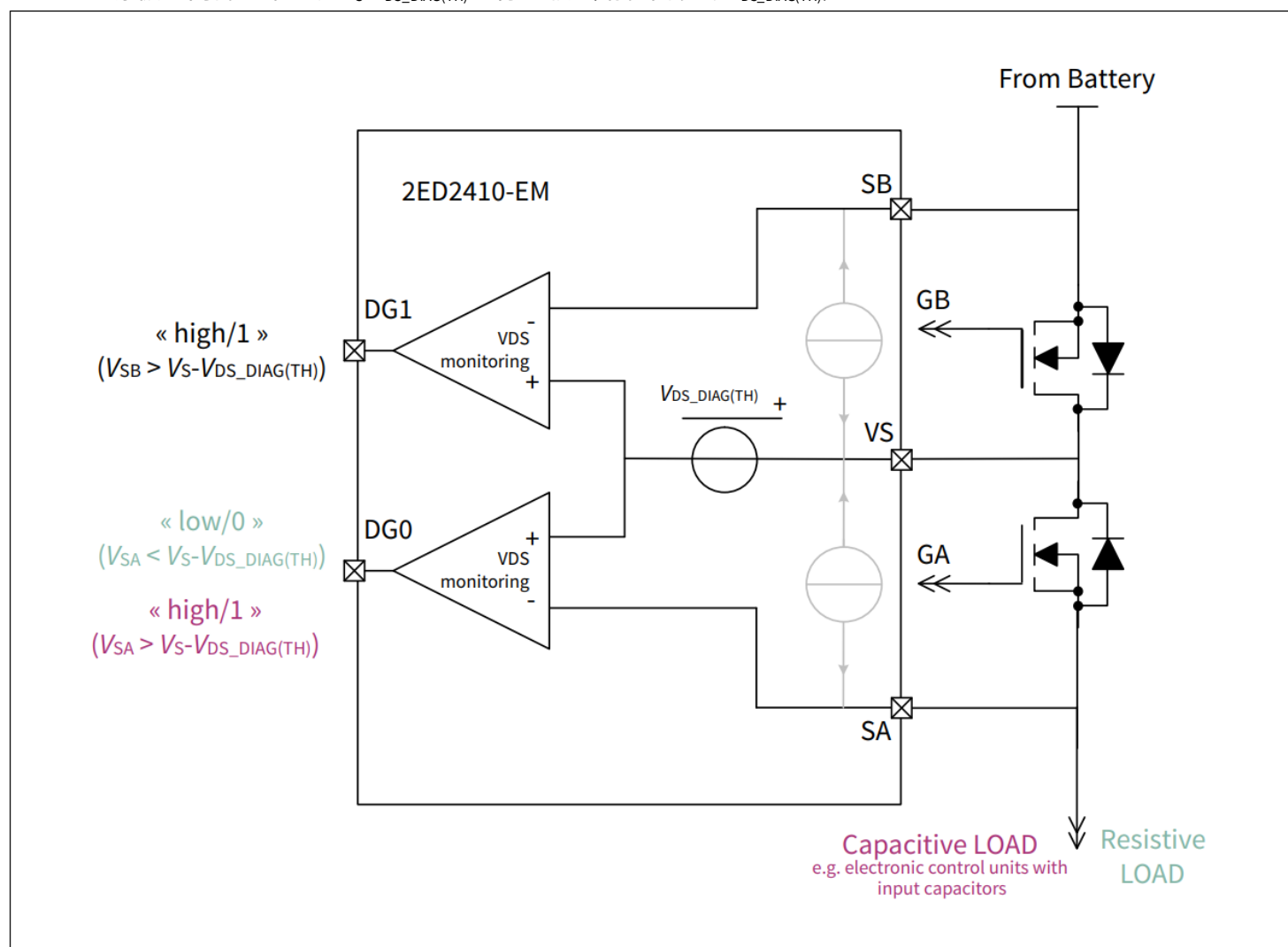


图14 VDS监测图示例

VDS 监测根据开关在板网中的位置来检测各种情况。

以下描述了板网中开关可能的位置及情况的非详尽列表：

案例 1：电池 - 电阻式/感性负载配置

驱动器用于驱动负载。

DG1 = 高电平表示连接器开路/或负载处于高阻态 ($H_Z > V_{BAT}/I_{SOURCE}$)

DG1 = 低电平表示负载仍然存在。为了避免空闲模式下的电源泄漏，可以在停车场模式下使用睡眠模式。

7 测量性能

案例 2：电池 - 电子控制单元 (ECU)/容性负载配置

驱动器用于将无电源的电网与有电源的主电网分开。DG1 = 高电平表示所有 ECU 输入电容器都已充电，没有漏电。

DG1 = 低电平表示 ECU 输入电容器正在使用 I_{SOURCE} 充电或存在漏电。

案例3：电池-电池配置

驱动器用于连接两个功率网，两个电网都有各自电源。

DG1 = 高电平表示 $V_{BAT(A)} - V_{BAT(B)} < V_{DS_DIAG(TH)}$ 。

DG1 = 低电平表示 $V_{BAT(A)} - V_{BAT(B)} > V_{DS_DIAG(TH)}$ 。

重新连接时可能会流过非常高的电流并触发 SAFESTATE。必须仔细考虑电池之间的电感，包括地回路。

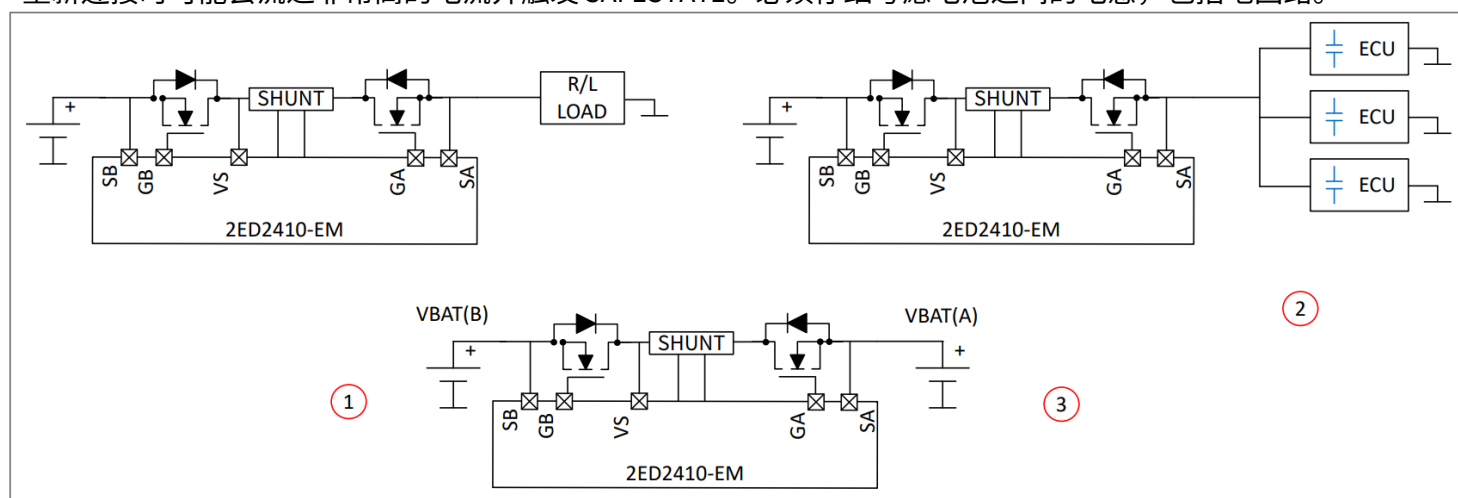


图15 案例 1、2、3

7.2 开启和安全状态模式下的电流感应

2ED2410-EM具有两个集成电流检测放大器（在开启和安全状态模式下有效）。

这些电流检测放大器 **CSA1** 和 **CSA2**采用两个相同的差分放大器实现，具有宽可调增益 (G)（参见PRQ-317）。

输入端为 ISP_x 和 ISN_x 引脚，输出端为 CSO_x 引脚。

电流传感器必须具有高边位置，或者位于背靠背共漏极配置中的MOSFET漏极之间。

电流检测放大器能够监测流入分流器（或MOSFET）的电流在两个方向上的流动，这被称为双向电流感应。

增益通过输入端（传感器侧）的外部电阻 $R_{ISP_x} = R_{ISN_x}$ 和输出端（电阻端/连接器端）的 R_{CSO_x} 进行置位。如果根据电流方向需要不同的增益，则 R_{ISP_x} 和 R_{ISN_x} 可以不同。在 CSA1 上，增益的这种差异也会影响短路保护，根据增益的大小，短路保护可能会更高或更低。

电阻值可以根据客户的电流传感器解决方案进行调整。

输出是模拟电压信号 V_{CSO_x} ，它与流过电流传感器的电流成正比。可以通过 MCU 直接在 CSO_x （电流检测输出）引脚上读取。 V_{CSO_x} 输出电压在两个方向上从 0V 到 $V_{AMP(SAT)}$ 变化，比使用偏置作为零电流中点的电流传感器提供更好的精度。

电流方向信息仅适用于 **CSA1**，并且可以在开启模式下由MCU直接通过引脚 DG1 读取（如果电流方向是从 $ISN1$ 到 $ISP1$ ，则为 0，否则为 1）。

7 测量性能

当电流检测放大器输入电压 V_{SENSE} 在 $V_{ISX(BLIND)}$ 范围内（检测流电阻两端的压降较低）时，器件无法反馈准确的电流检测输出信息和电流方向。需要考虑电流检测方向变化的时间 t_{ISD} 和 DG1 反应时间。

CSA1 集成比较器，可实现快速短路保护。请参阅第 8.1 章。

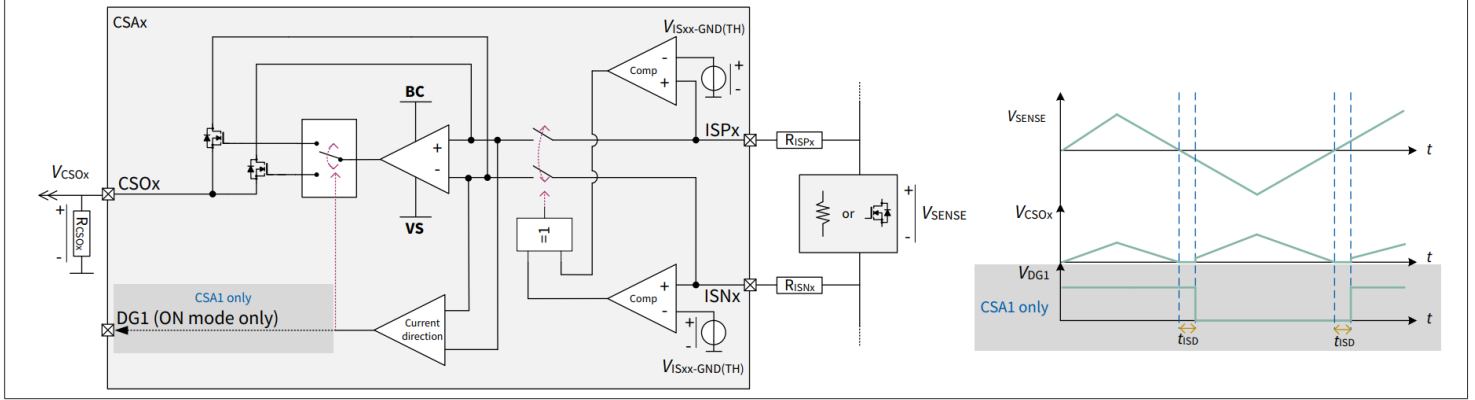


图16 电流检测测量原理及时序图[未按比例]

放大器的供电电压位于 BC 和 VS 之间。如果 $V_{BC}-V_S$ 电压低于或高于其工作范围（参见 PRQ-339），放大器的输入开关就会断开。因此，电流检测功能的结果无法保证，随意重新连接可能会导致不希望的 SAFESTATE 状态。

电流检测放大器的增益可通过三个外部电阻（ R_{CSOX} 、 $2 \times R_{ISXX}$ ）配置。

通过电流检测放大器的电压 V_{SENSE} 和 V_{CSOX} 之间的关系由下式给出：

$$V_{CSOX} = |V_{SENSE}| \times \frac{R_{CSOX}}{R_{ISXX}} \quad (1)$$

增益由以下设置：

$$G_{CSOX} = \frac{R_{CSOX}}{R_{ISXX}} \quad (2)$$

设置增益时需特别小心，必须遵守参数 G (PRQ-317) 和 R_{CSOX} (PRQ-326)。建议电阻精度至少为1%，并且必须尽可能靠近2ED2410-EM引脚放置。有关如何使用电流检测放大器的完整说明，请参阅应用笔记“2ED2410-EM入门”。

如果不使用，CSA1 或 CSA2，或两者都可以通过以下配置简单地断开。两个输入引脚之一（ISPX 或 ISNX）需要连接到地，以使 $V_{ISXX-GND} \leq V_{ISXX-GND(TH)_L}$ (PRQ-340)。

这减少了驱动器在 ON 和 SAFESTATE 模式下的自身消耗。

为确保电流检测放大器重新连接，电流检测输入引脚相对地的电压必须超过 $V_{ISXX-GND(TH)_H}$ (PRQ-487)。

警告：如果 CSA1 被禁用，则 CSAS1 上带有内部比较器的短路保护也将被禁用。

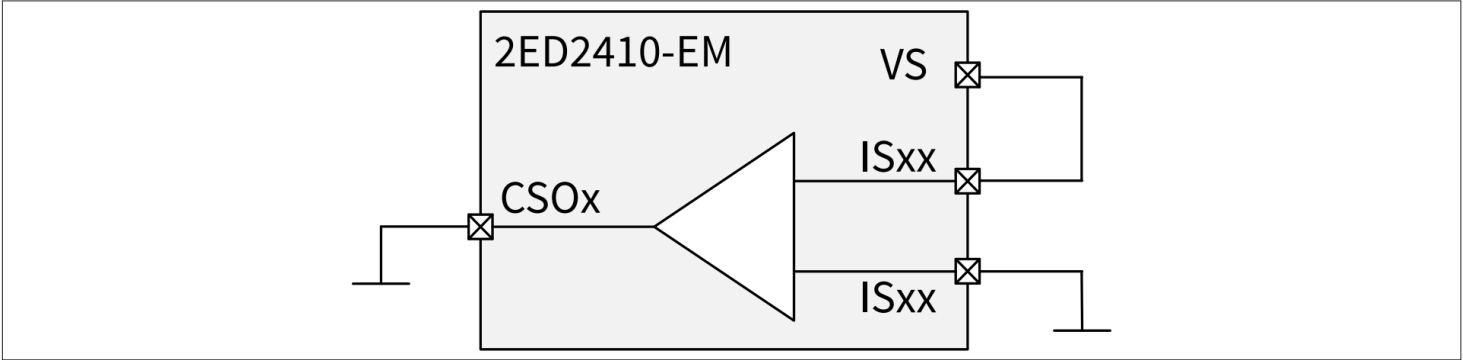


图17 CSA1&2 断开配置

7.3 开启和安全状态模式下的温度测量放大器

2ED2410-EM具有集成温度监测放大器 **TMPA**（在开启和安全状态模式下有效）。该 **温度监测** 功能是通过差分放大器实现的。输入引脚为TMP，输出引脚为TMPO。温度放大器通过监测 V_{TMPO} 来检测流入 R_{NTC} 的热量。

增益不可直接调节，并且比率 k_{TMP} 由驱动器自动调节增益保持恒定。

该比率与输入中的 R_{NTC} 和输出中的 R_{TMPO} 保持一致。电阻值可以根据客户的热敏电阻解决方案进行调整。

在本数据手册中，温度传感器被称为“ R_{NTC} (负温度系数热敏电阻)”，但也可以实现其他传感器，例如 PTC(正温度系数热敏电阻) 或其他热敏电阻。

输出是一个模拟电压信号： V_{TMPO} 代表 R_{NTC} 中的温度。它可以通过 TX 在引脚 TMPO（温度输出）上直接读取。 R_{TMP} 不是强制性的，但可能需要用于输出信号 V_{TMPO} 的线性化，具体取决于热敏电阻解决方案的选择。

如果不使用，也可以禁用 TMPA。TMP 和 TMPO 引脚可保持浮动。

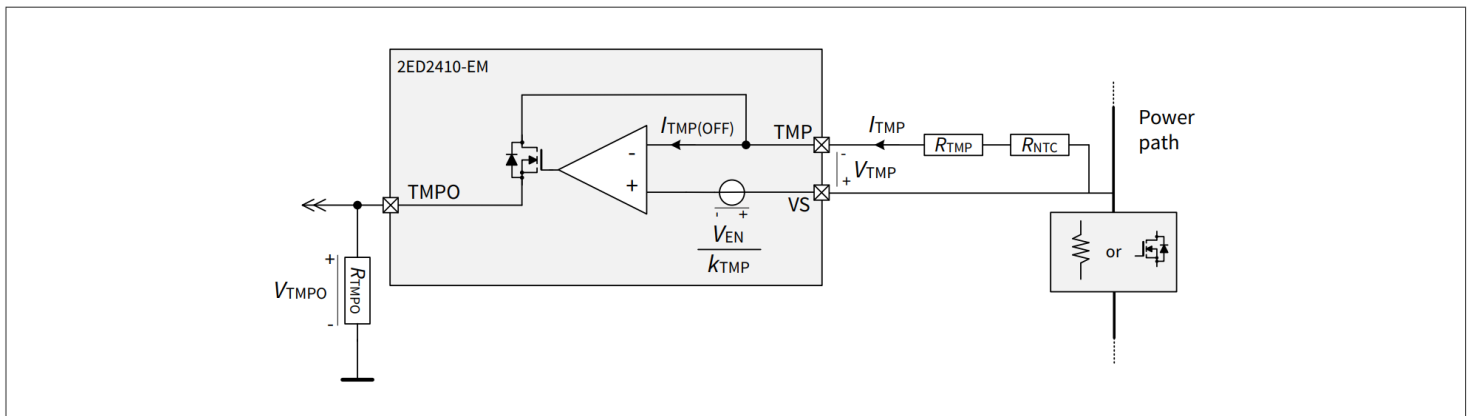


图18 温度测量图

根据 [功能块的图表](#) 定义比率 k_{TMP} 。

$$k_{TMP} = \frac{V_{EN}}{V_{TMP}} \quad (3)$$

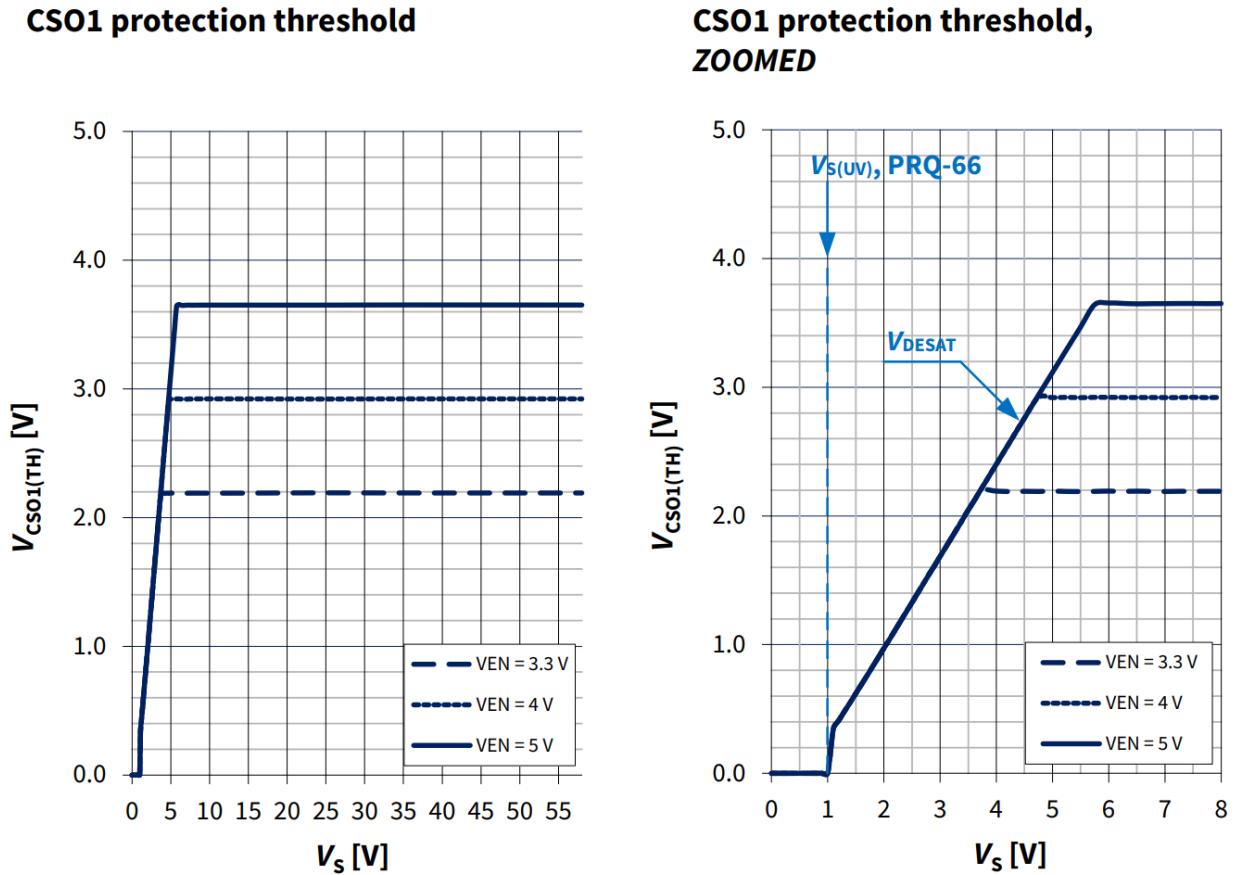


图20 典型 $V_{CS01(TH)}$ 与 V_s 的关系（与 T_J 无关）

8.2 VS 欠压保护

VS 引脚有一个集成的比较器，永久比较 V_s 电压与 $V_{S(UV)}$ 基准 (PRQ-66)，当 V_s 达到低于 $V_{S(UV)}$ 水平时，允许 2ED2410-EM 进入安全模式（见 图22）。

关断延迟时间由 $t_{DUV(H)INT(L)} + t_{DINT(L)G(L)}$ 之和计算得出（PRQ-320、PRQ-136）。

这两个后果：

- 驱动器受到保护，直至电池上的电压降至 0 V，这意味着，即使发生非常强的短路（使 VS 节点上的电压降至 0 V），也会受到保护。
- 驱动器可能对电源上的微小切口很敏感。请参阅应用笔记“2ED2410-EM入门”，了解处理微中断要求的解决方案。

有关安全模式下诊断的详细信息，请参阅[章节 5.1](#)。

一旦进入安全模式，驱动器需要复位。

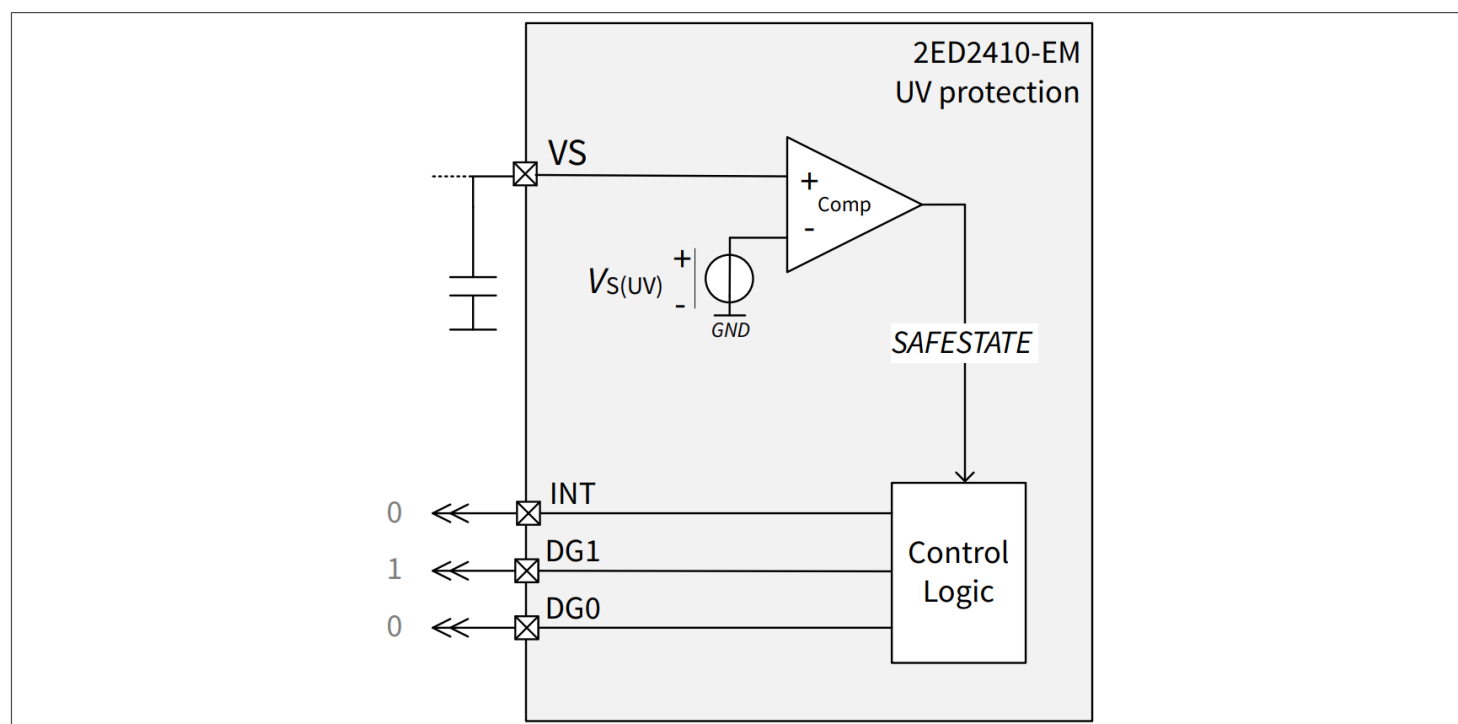


图21 $V_{S(UV)}$ 保护图

8.3 带有比较器的自定义保护

2ED2410-EM 具有带输入 CPP 和 CPN 的电压比较器。

该比较器可用于根据任何模拟电压（甚至是 2ED2410-EM 外部的电压）触发安全状态模式。

CPP 是比较器的正极输入，CPN 是负极输入。

V_{CPREF} 可以通过 MCU 调节，或者通过板载电源芯片（例如英飞凌 SBC 或简单的分压器）固定在 $V_{CP(REF)}$ 的范围内以保持稳定性。

使用该比较器允许 2ED2410-EM 独立于 MCU 进入安全状态和关断 MOSFET。比较器以延迟时间 $t_{DCP(H)INT(L)}$ 做出反应。因此，比较器 CP 关断时的关断延迟时间可以通过 $t_{DCP(H)INT(L)} + t_{DINT(L)G(L)}$ 之和来计算。

当触发安全状态模式时，数字输出 {DG0; DG1} 反馈锁存代码 {1; 1}。请参阅第 5.1 章。一旦进入安全状态模式，驱动器需要复位。

以下是 4 种可能的使用情况：

情况1：使用 TMPO 输出进行过温保护。

情况2：使用 RC 的 I-t 线束保护。两个限值，短时反应时间和长时直流电流（例如微处理器 PWM 输出），均可分别由 V_{EN} 和 V_{CPREF} 动态调节。

情况3：使用任意外部信号进行保护。 $V_{CP(REF)}$ 可以通过 MCU 动态调整。例如，对于电池切换应用，来自 BMS 的电流反馈可用于触发安全状态模式。

情况4：采用简易分压器监测 VS 进行欠压保护。

注释：此定制保护可与 CSA1 输出上的短路比较器一起使用。

8 开启模式下的保护功能

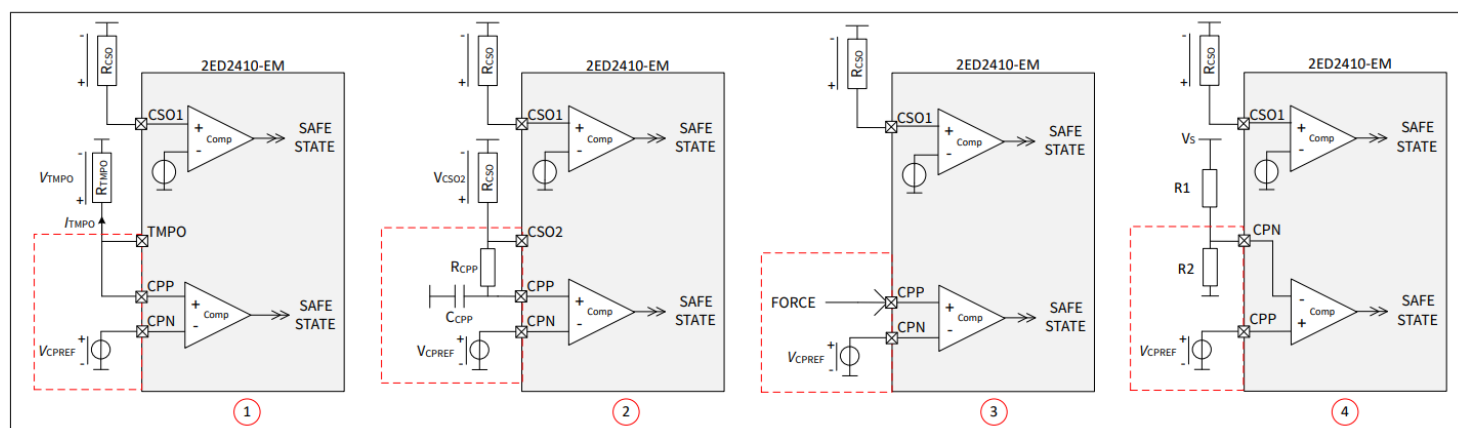


图22 比较器用例示例

8.4 栅极欠压锁定保护

栅极欠压锁定保护UVLO的目的是避免由于升压转换器输出或 MOSFET 栅极上的泄漏而以线性模式驱动 MOSFET。如果在开启模式下 $V_{BC} - V_S < UVLO$ ，则驱动器进入安全状态模式。

如果在开启模式下 $V_{BC} - V_S$ 至少满足一次条件 $V_{BC} - V_S > V_{BC(TH)}$ ，则在开启模式下激活 UVLO 保护功能。

如果在开启模式下 $V_{BC} - V_S < UVLO$ ，且在开启模式下未达到 $V_{BC(TH)}$ ，则器件不会进入安全状态模式，但栅极不会导通。

因此，可以通过 $INT = 1$ 和 $DG0$ 显示升压转换器的最大频率来检测这种情况，并考虑到实施的升压转换器外部组件。一旦进入安全状态，驱动器需要复位。

8.5 安全状态的重置

2ED2410-EM有一种主动复位安全状态的方法：需要将 EN 引脚上的电压拉低以进行 t_{RESET} 。对于 t_{RESET} ，设置 $V_{EN} < V_{EN(L)}$ ，请参阅 PRQ-75。见 图8 时序图。

一旦 EN 引脚被拉低，驱动器再次进入睡眠状态时 INT 信号就会上升。

睡眠状态可通过 $DG0 = DG1 =$ 低电平来验证。

2ED2410-EM可以通过 $EN = high$ 和 $INA = INB = low$ 回到空闲模式。

注释: 当 EN 置位“high”时，如果 INA 或 INB 保持“high”，驱动器立即进入开启模式，前提是 $V_{BC} - V_S \geq V_{BC(TH)}$ 被满足。

9 驱动器电源：升压转换器

9 驱动器电源：升压转换器

2ED2410-EM提供了一个Boost DC/DC 变换器结构。

二极管和激活切换K1在驱动器中实现，但是电容器 C_{BC} 、电阻 R_{RS} 和电感L1必须作为外部元件添加。

升压转换器在空闲模式、开启模式、安全状态模式下有效。在睡眠模式下，它是关闭的。

当 $V_S \geq V_{S(NOR)}$ 且 $V_{EN} \geq V_{EN(H)}$ (PRQ-74) 时，升压转换器启动。然后，一旦 $V_{BC} - V_S \geq V_{BC(TH)}$ (PRQ-139)，升压转换器将在 $V_{S(EXT)}$ 范围内正常工作。如果 $V_{EN} \leq V_{EN(L)}$ ，驱动器将从其他三种工作模式中的任意一种返回睡眠模式，升压转换器停止工作。

在开启模式下，切换 K1 的激活时间反映在引脚 DG0 上。

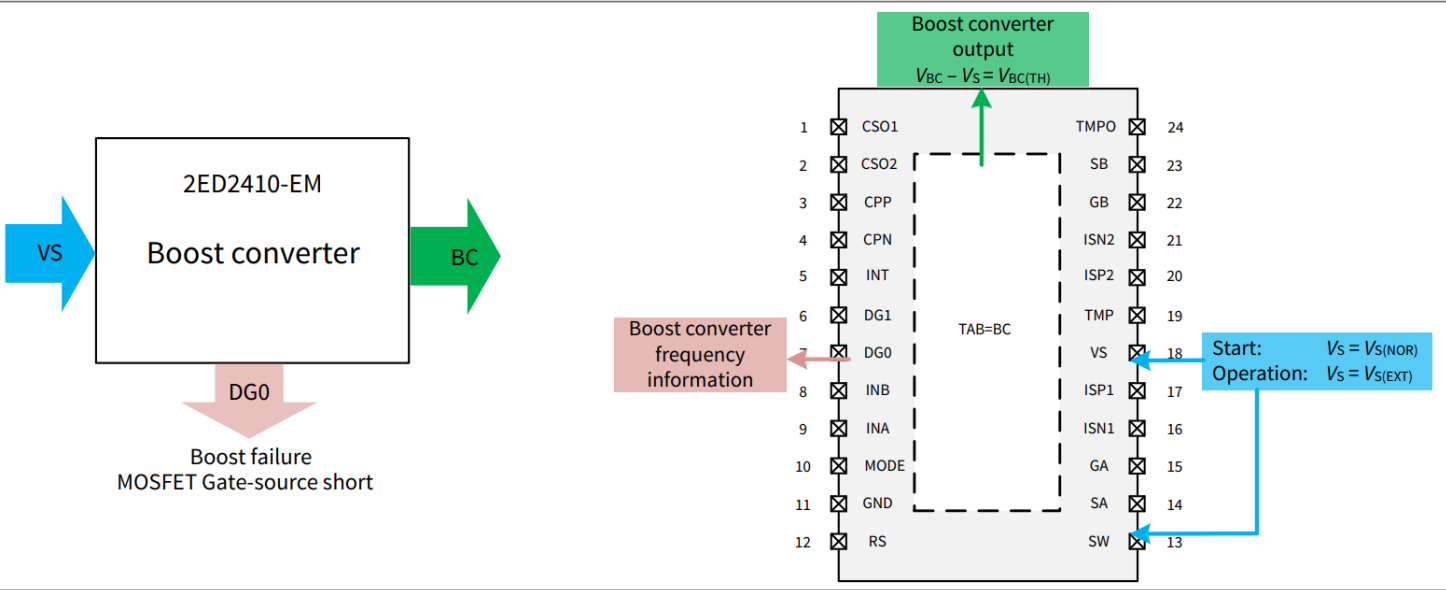


图23 升压转换器作为驱动器电源的原理

2ED2410-EM电源的拓扑是工作在电流模式控制下的升压直流/直流变换器。

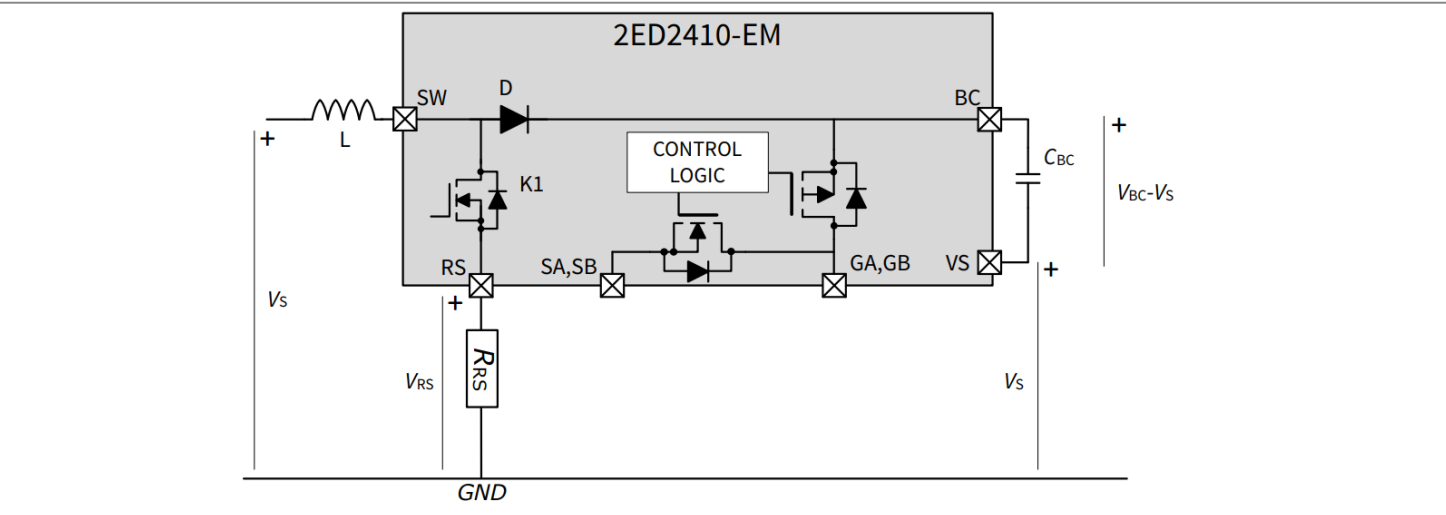


图24 BC 拓扑用作栅极电源

启动：

- K1 是一个集成 MOSFET，当 $V_{BC} - V_S < V_{BC(TH)}$ 和 $V_{RS} < V_{RS(TH)}$ 时导通 (PRQ-147)
- 当 $V_{RS} > V_{BC(TH)}$ 或 $V_{BC} - V_S > V_{BC(TH)}$ 时，K1 关闭
- 电感器通过二极管 D 为 C_{BC} 电容器充电
- D 的正向压降为 V_{FBC} (PRQ-148)

9 驱动器电源：升压转换器

达到 $V_{RS(TH)}$ 后，K1 MOSFET无法在 $t_{BC(OFF)}$ (PRQ-152) 期间重启。这限制了升压转换器的最大频率。

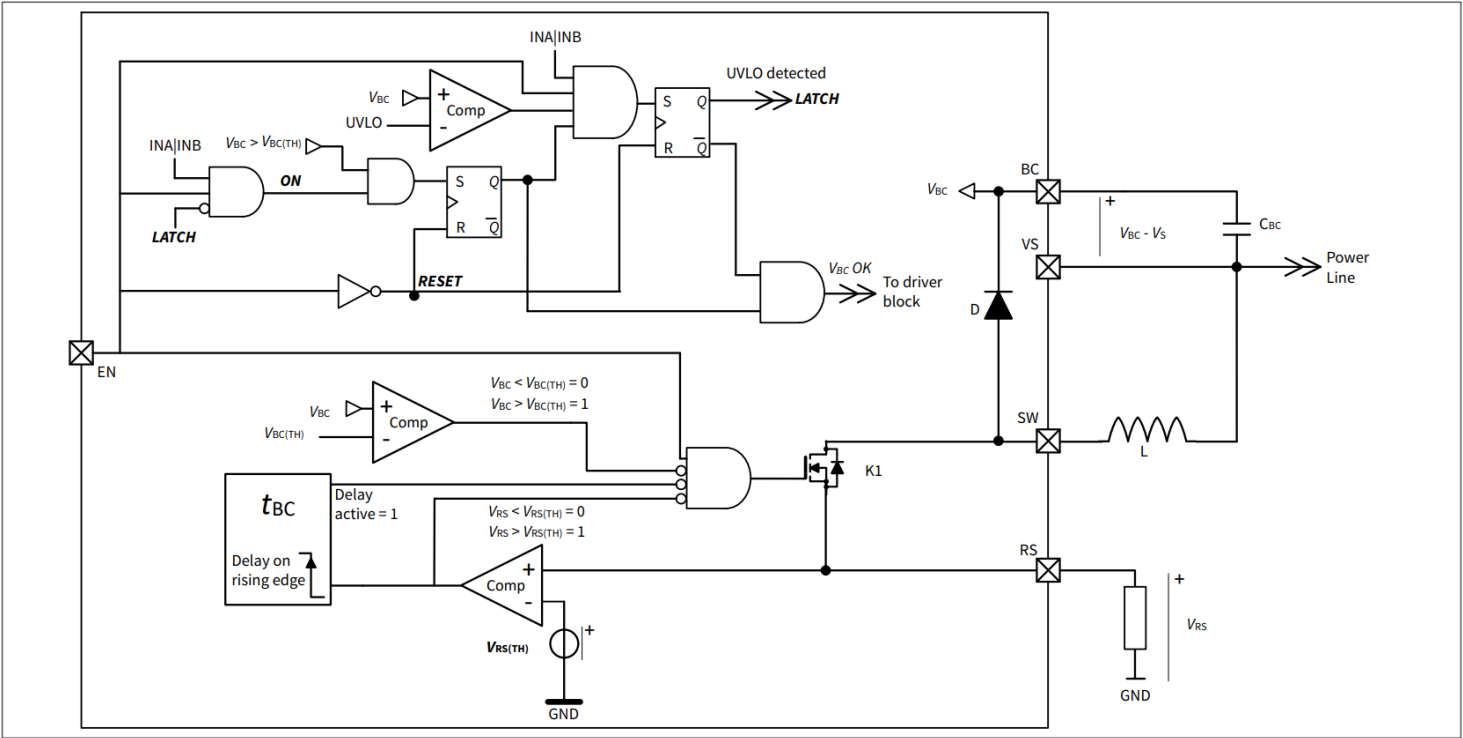


图25 升压转换器控制逻辑

电感器中的电流受到 $V_{RS(TH)}$ 比较器的限制，该比较器监视 R_{RS} 两端的电压。由于环路中的延迟 $t_{D(OFF)K1}$ (PRQ-155)，电感器电流超出阈值置位： $V_{RS(TH)}$ 。

电感器中的电流波形不是线性的，而是指数的，因为K1的阻抗、电感器L1的寄生阻抗(R_L)和 R_{RS} 的总和在K1短激活时间范围内是不可忽略的。

应用笔记“2ED2410-EM入门”中描述了这些计算。

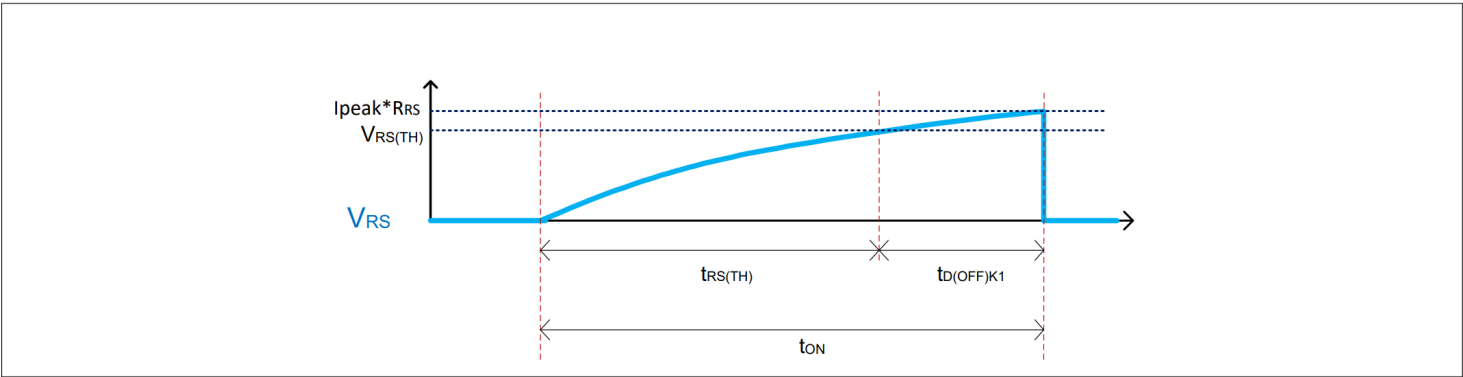


图26 电流峰值控制

峰值电流不得超过 I_{SW} 的最大额定值 (PRQ-16) 。

10 MOSFET 连接应用

下图显示了2ED2410-EM驱动器可以操作的几个典型连接。

可以断开放大器 CSO1 和/或 CSO2，以降低 2ED2410-EM 的自身功耗。参见[章节 7.2](#)。

无论使用何种功率 MOSFET 结构，任何自定义保护信号都可以连接到附加比较器，请参阅[章节 8.3](#)。

请参阅应用笔记“2ED2410-EM入门”，了解如何处理未使用的引脚。

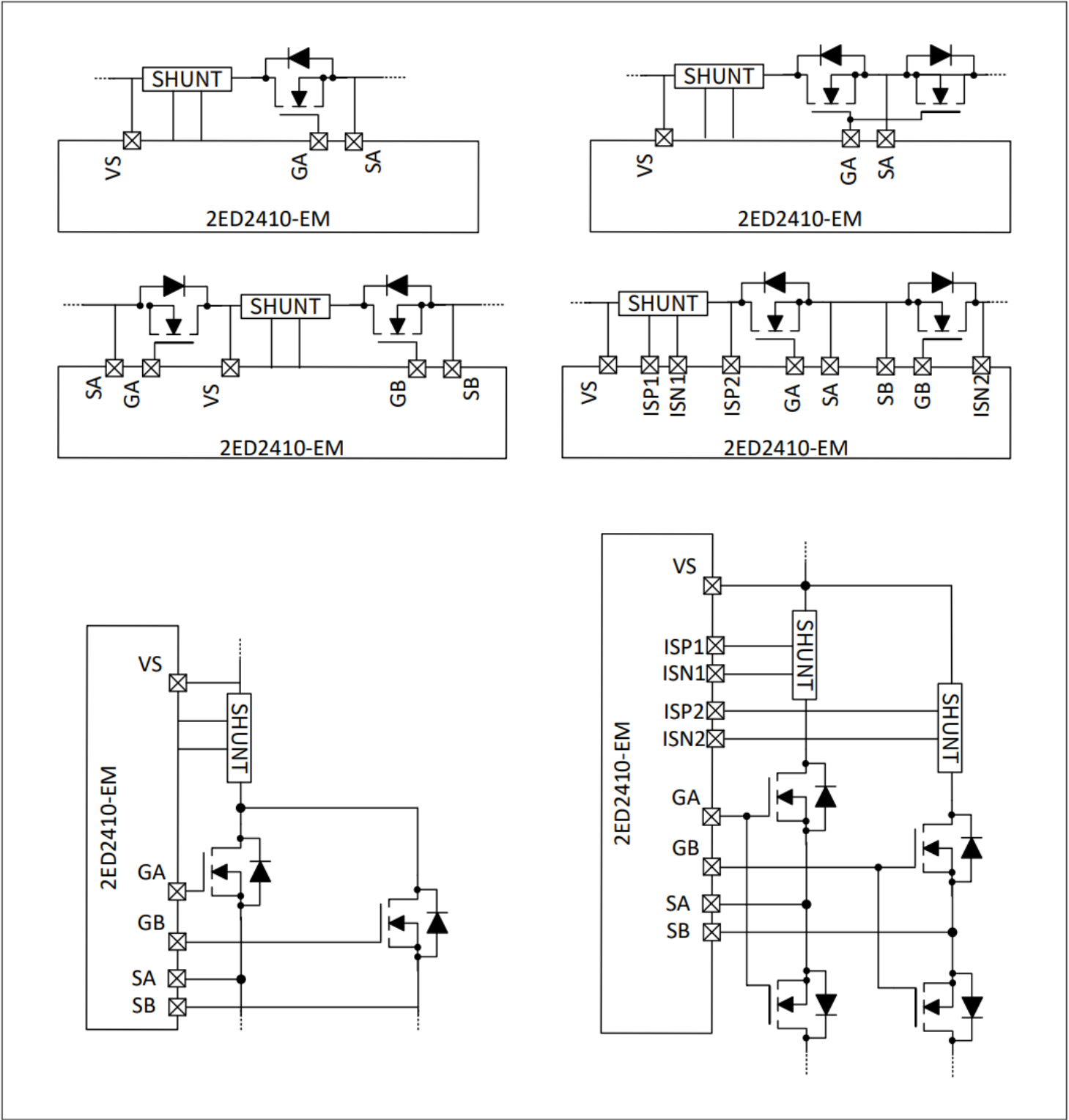


图27 典型MOSFET和检流电阻连接

11 参数图

本节所显示的图表是在典型部件上对有限数量的样品进行测量得出的。

目的是显示一些参数随驱动器的工作电压范围和温度的变化，或特定行为。

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 150°C ， $V_S = 8\text{ V}$ 至 36 V （除非另有规定），所有电压均相对于接地点，典型值针对 $V_S = 14\text{ V}$ 或/和 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ 给出。

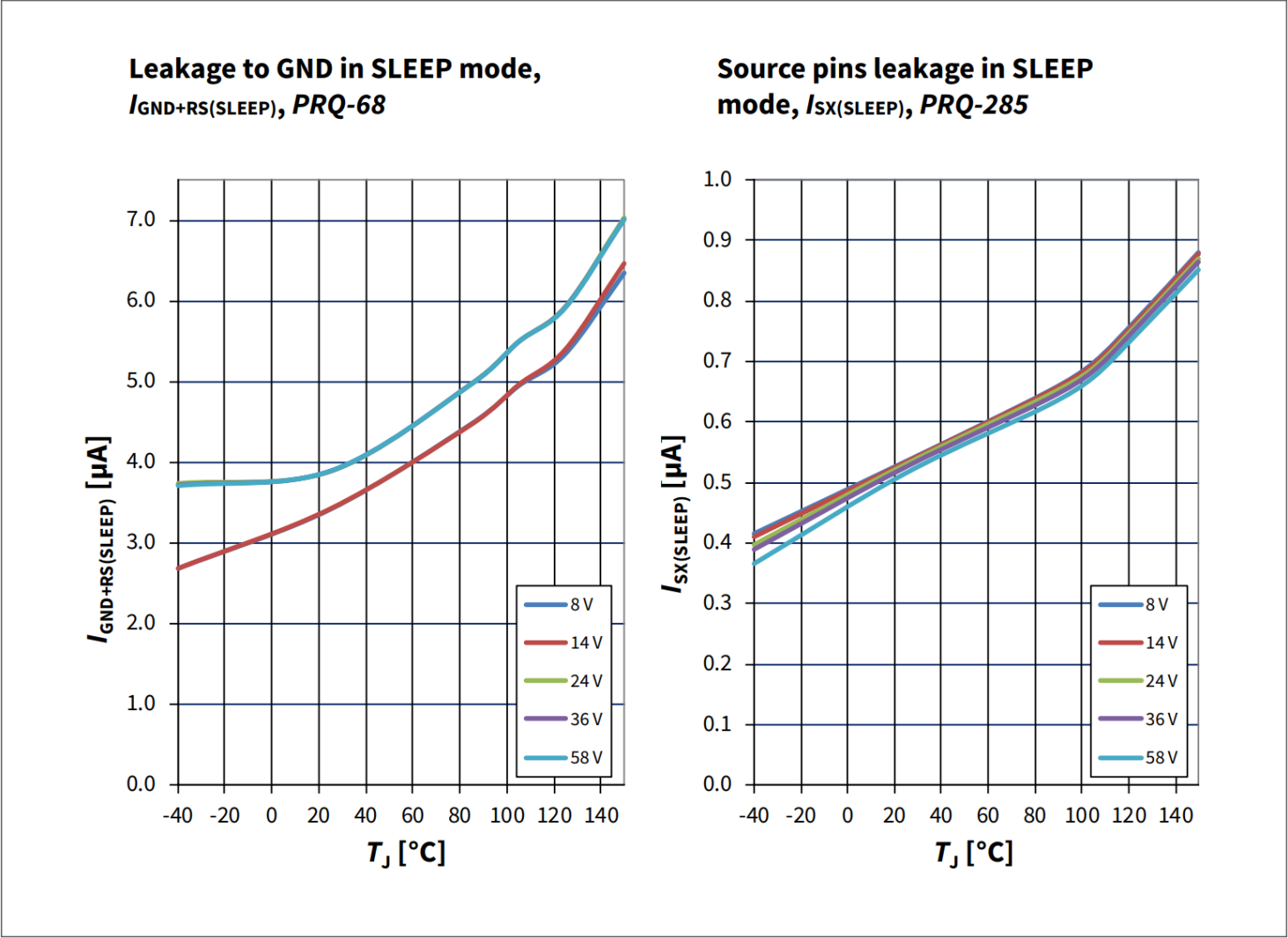


图28 睡眠模式下的驱动器漏电流

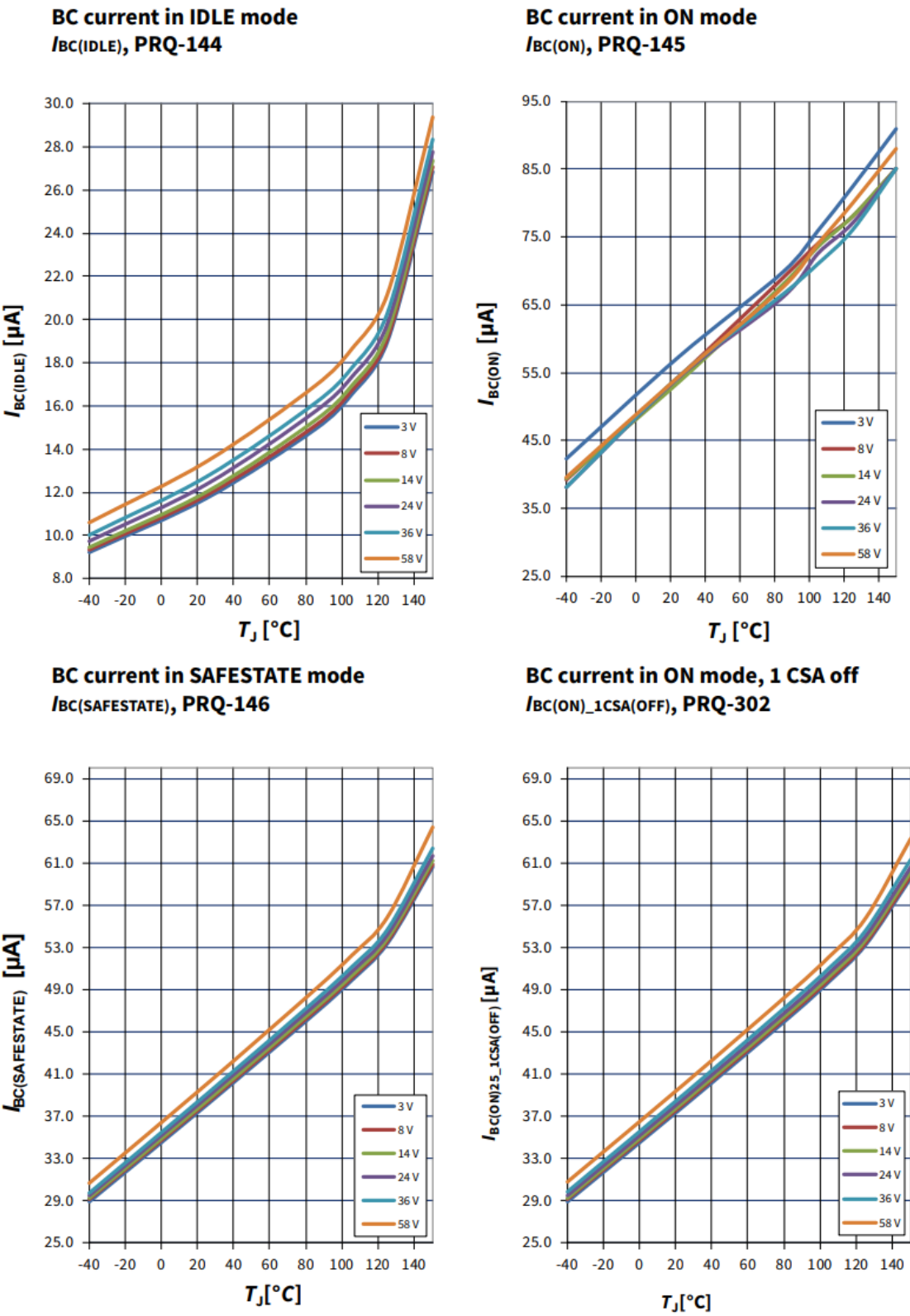


图29 电流损耗

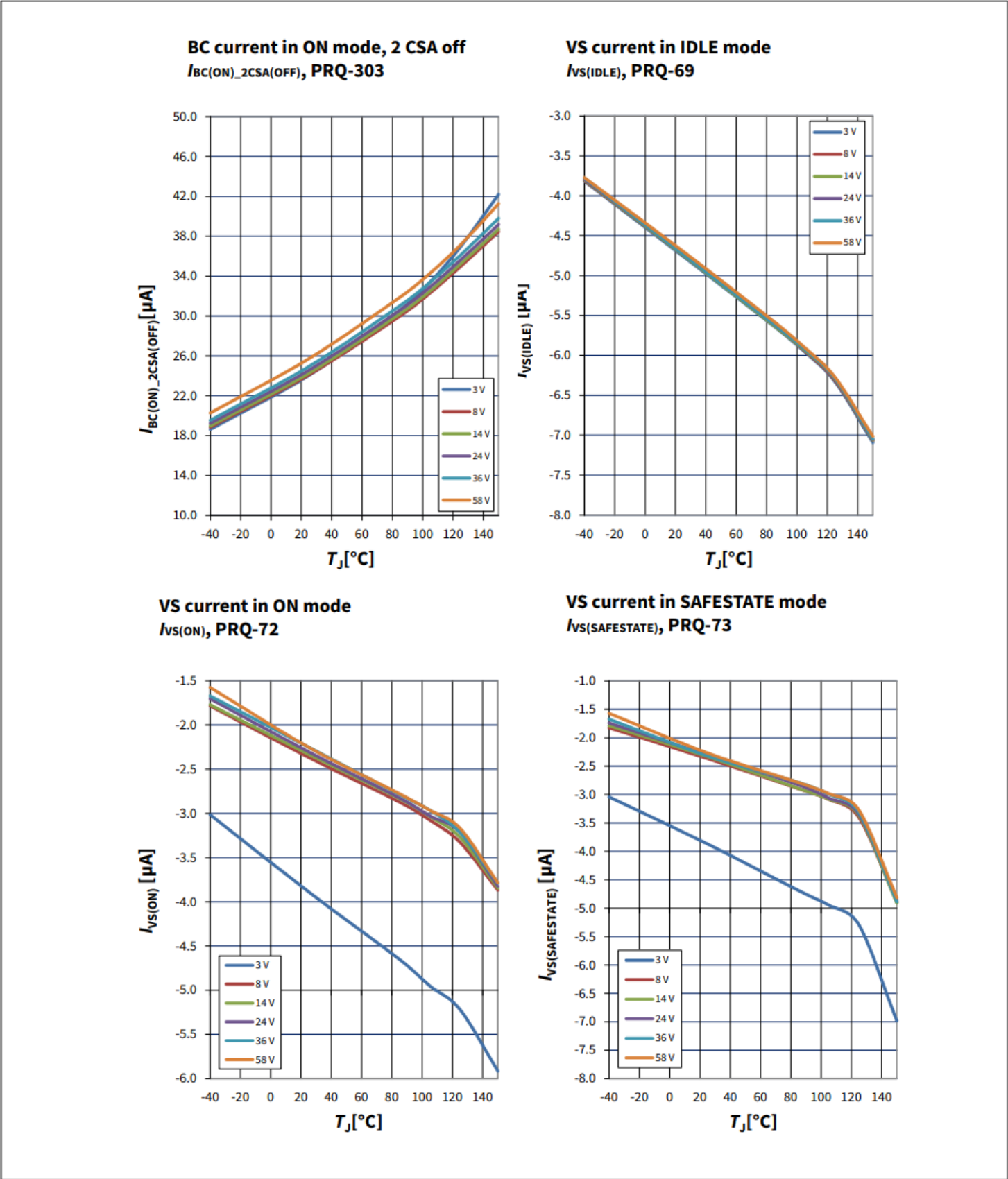


图30 电流损耗（续）

T

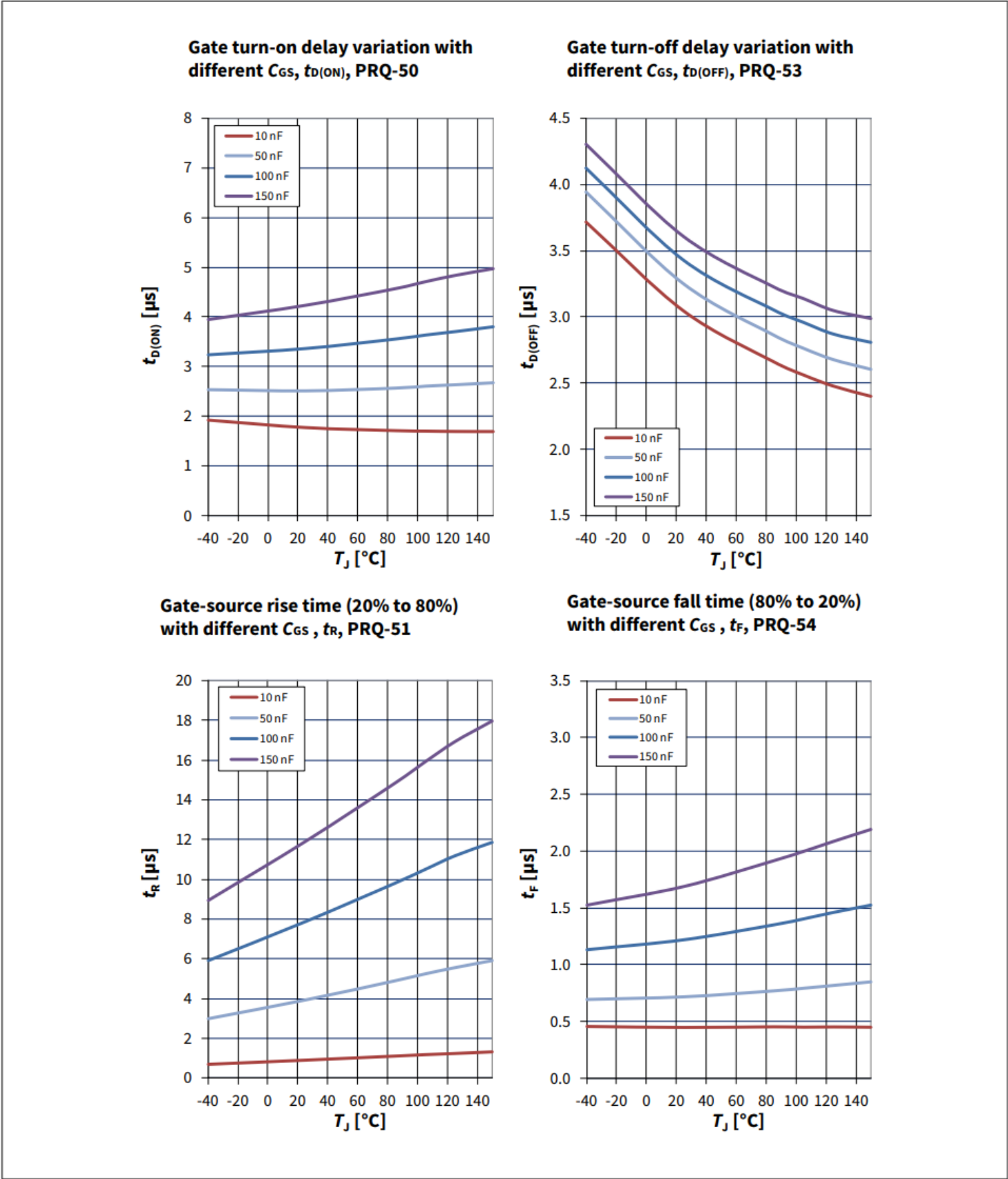


图 31 开关时序图 (GA 或 GB)

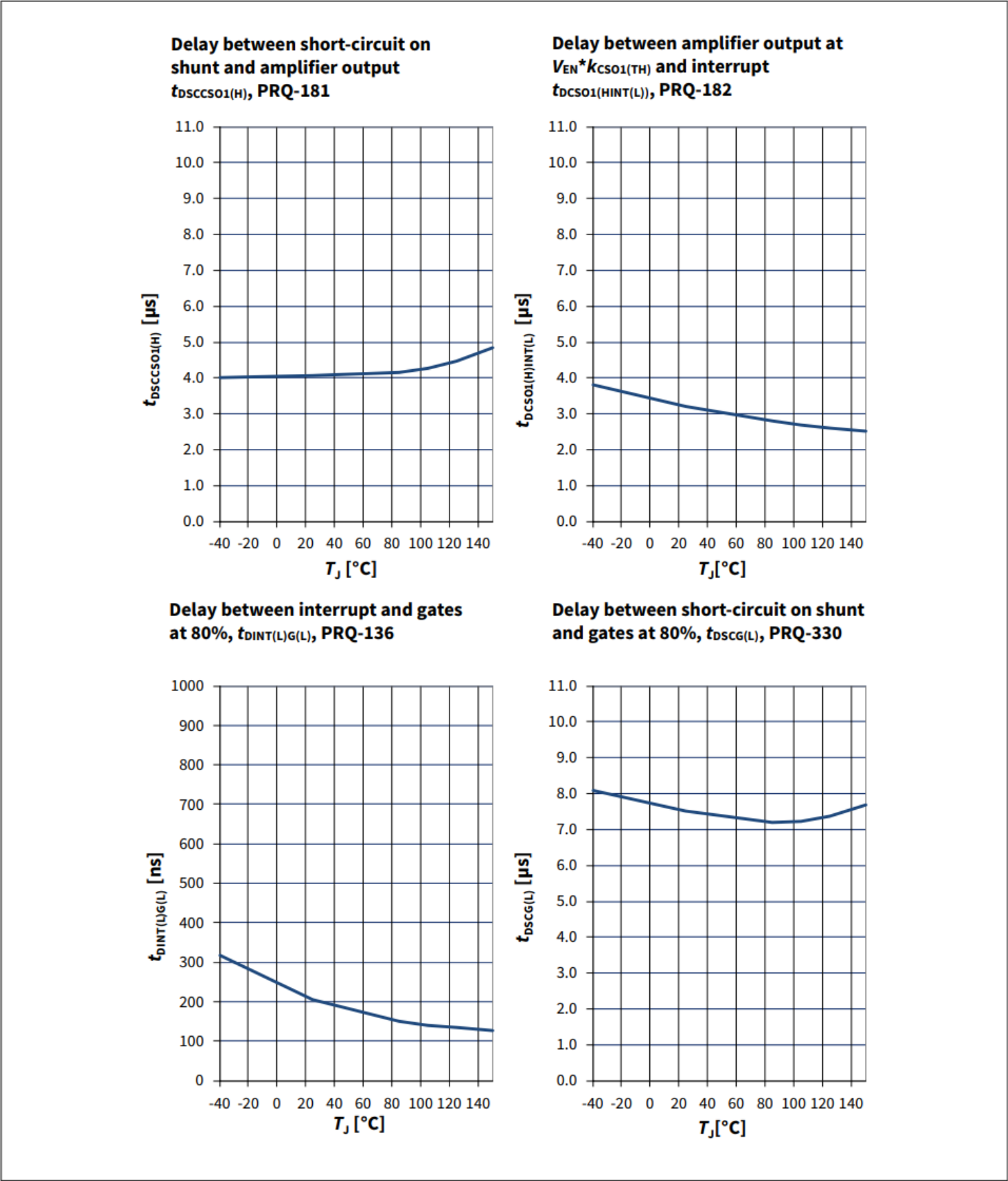


图32 短路保护电路时序图

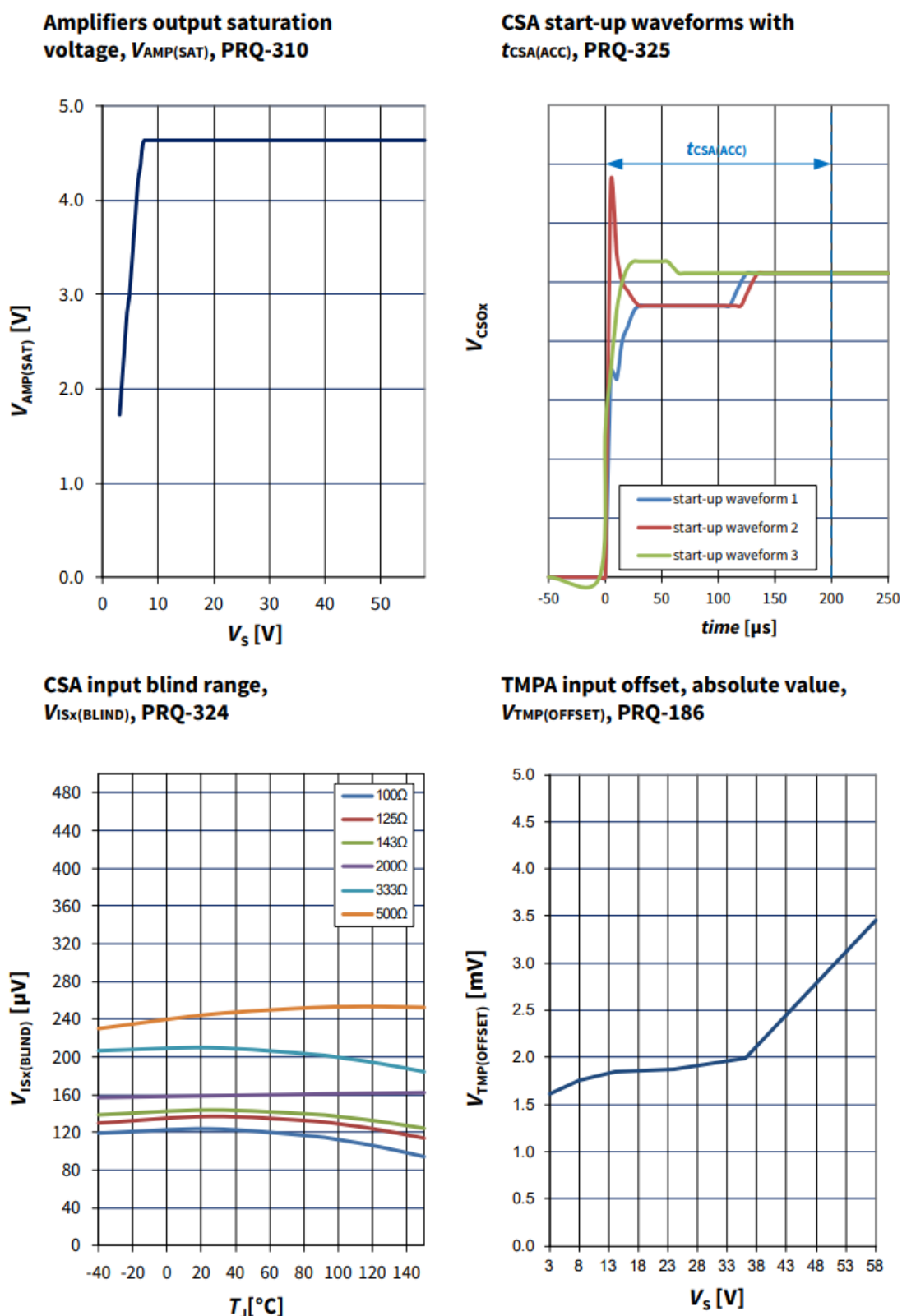


图33 放大器特性

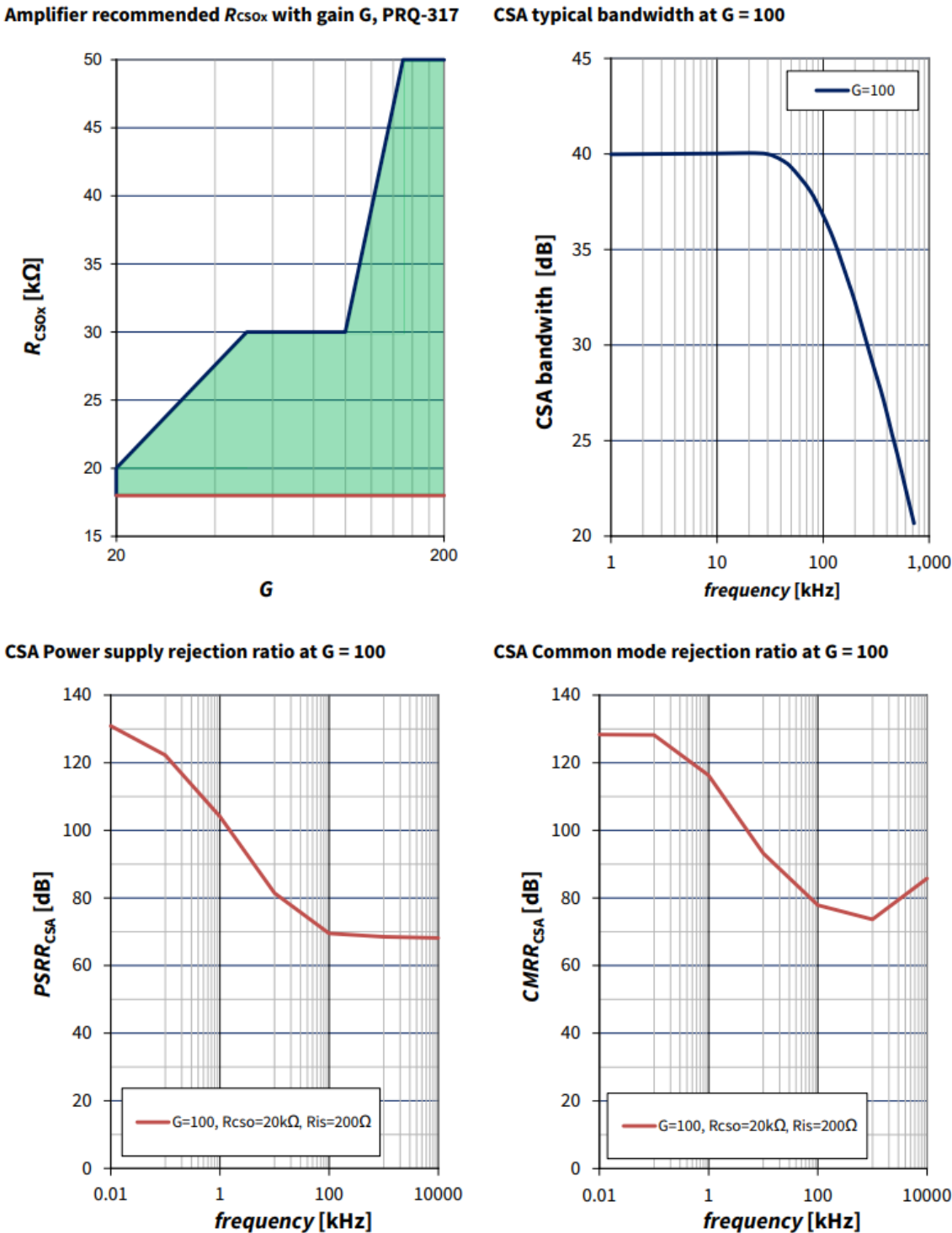


图34 放大器特性（续）

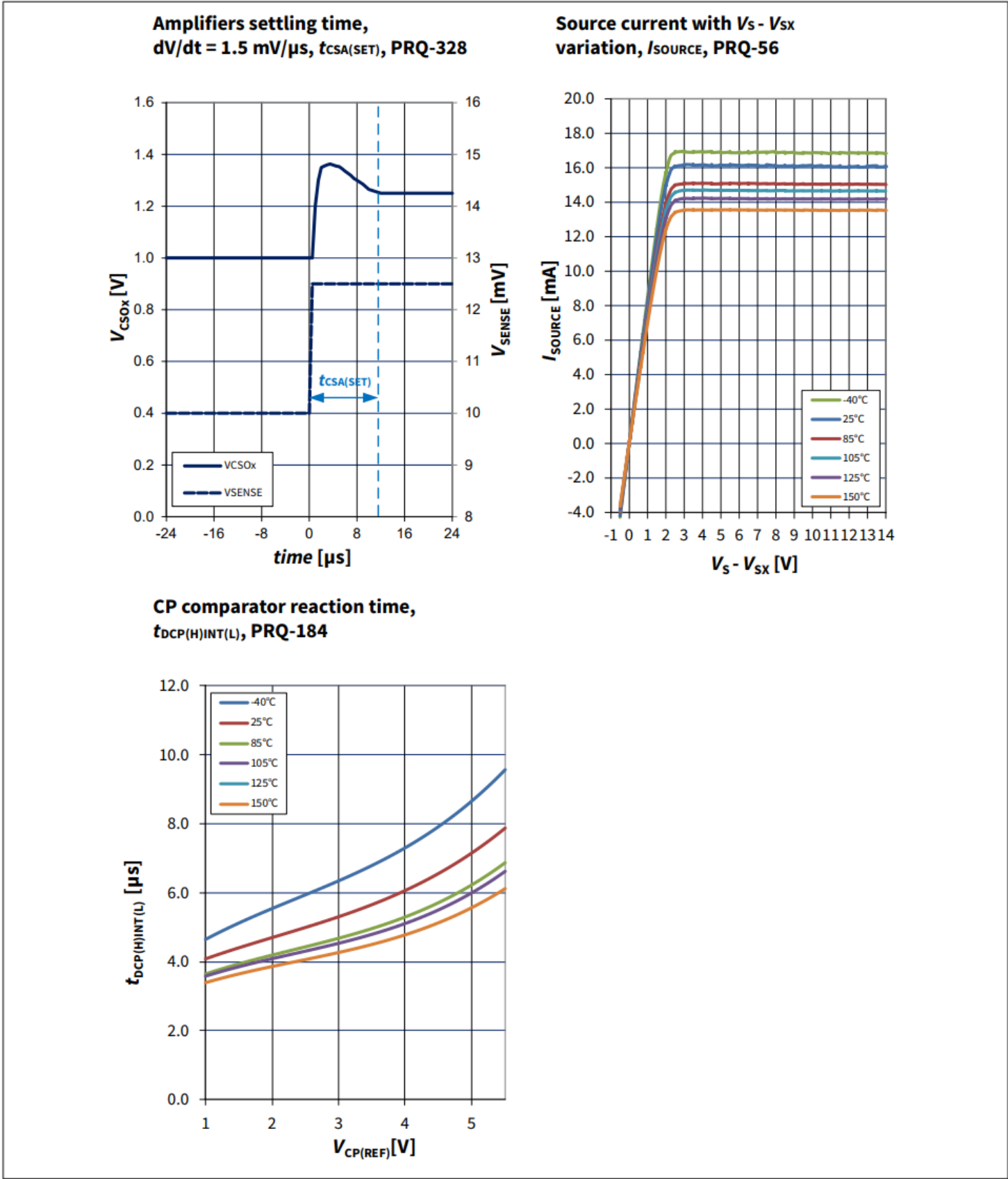


图35 其他特性

12 应用信息

注释：以下信息仅作为执行器件的提示，不应被视为对器件某种功能、条件或质量的描述或担保。

12.1 应用电路简图

注：这是一个非常简化的应用电路和物料清单的示例。需在实际应用中进行验证功能。

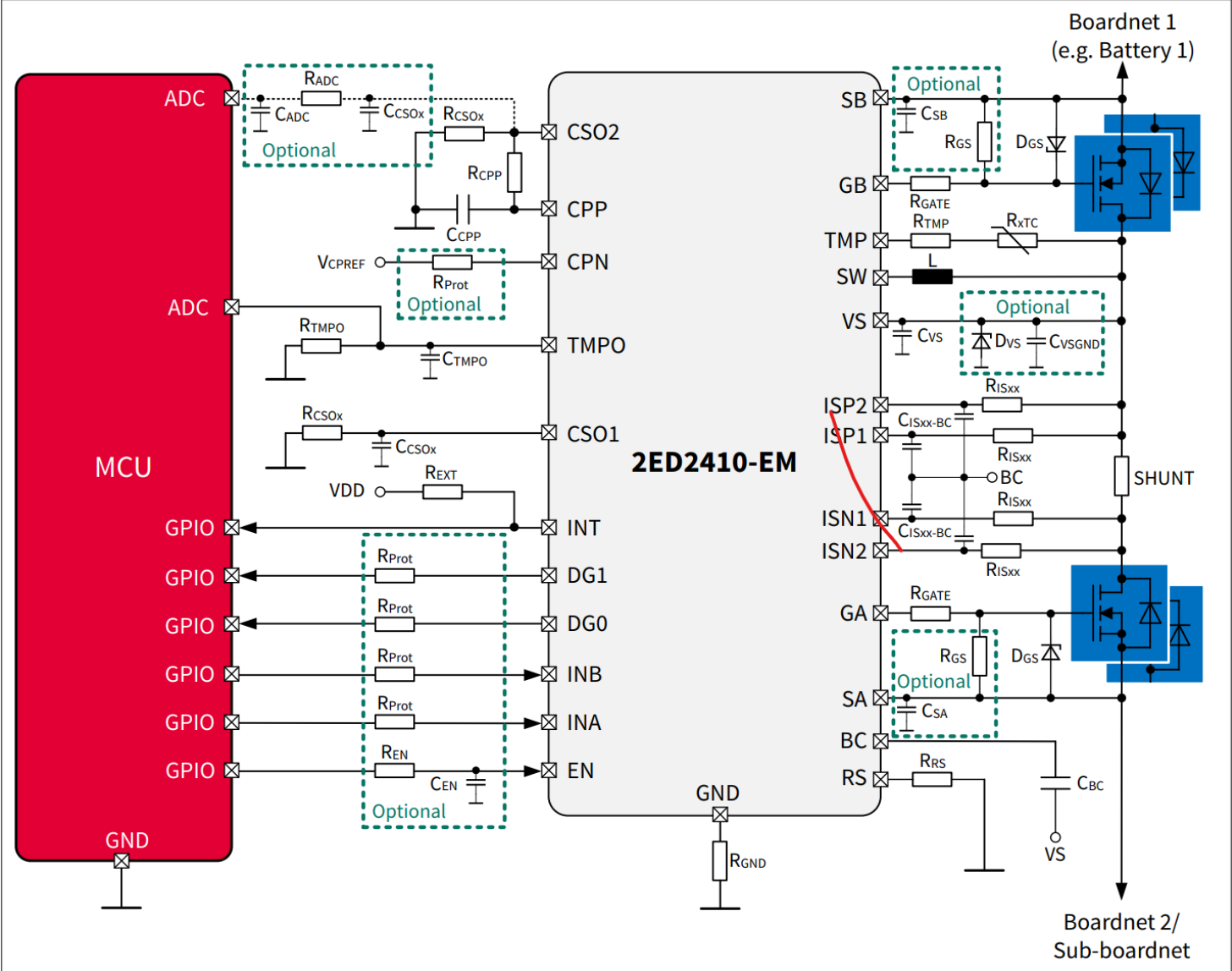


图36 共漏极应用图

12.2 外部元器件

表11 建议元器件参数值

Table with 3 columns: Reference, Value, and Description / Purpose. It lists recommended values for RProt (1...10 kΩ), REN (≤ 10 kΩ), and CEN (10 nF).

(表格续下页.....)

表11 (续) 建议元器件参数值

Reference	Value	Description / Purpose
R_{CSOx}	25 k Ω	Current sense amplifier 1 or 2 gain setting output resistor
R_{ISxx}	250 Ω	Current sense amplifier 1 or 2 gain setting input resistor
C_{CSOx}	220 pF / 10 V	dV/dt robustness - populate when current sense output used for short circuit protection
$C_{ISxx-BC}$	1 nF / 25 V	DPI robustness
C_{CPP}	-	I-t wire protection function time constant setting - value depends on targeted wire protection profile
R_{CPP}	≥ 150 k Ω	I-t wire protection function time constant setting
C_{ADC}	-	ADC filter capacitor - value depends on targeted filter time constant
R_{ADC}	≥ 150 k Ω	ADC filter resistor
R_{EXT}	≥ 150 k Ω	Pull-up resistor for open drain output
R_{TMPO}	50 k Ω	Temperature sense amplifier output resistor
C_{TMPO}	1...10 nF	DPI robustness
R_{TMP}	-	Linearization of V_{TMPO} signal - value depends on temperature sense resistor choice
R_{xTC}	-	Temperature sense resistor
C_{VS}	100 nF / 100 V	Supply voltage decoupling
D_{VS}	58 V / 1 W	Protection during overvoltage
C_{VSGND}	3.3 μ F / 100 V	Increase micro-interruption robustness
R_{GATE}	10 Ω	Gate protection resistor
R_{GS}	≥ 100 k Ω	Gate to source pull-down resistor
D_{GS}	15...18 V	Gate to source overvoltage protection diode
L	≥ 100 μ H (12 V systems) / ≥ 200 μ H (24 V systems)	Boost converter inductor
R_{RS}	12 Ω / 500 mW	Boost converter peak current limitation and sensing
C_{BC}	2.2 μ F	Boost converter output capacitor - value depends on the amount of MOSFETs to drive
C_{SA}, C_{SB}	220 nF / 100 V	DPI robustness
R_{GND}	10 Ω	ESD robustness Limit current through GND-pin

12.3 更多应用信息

- 更多应用信息请参阅应用笔记“2ED2410-EM入门”

12 应用信息

- 如欲了解引脚行为评估的相关信息，请联系我们
- 如需了解更多信息，您可以访问<http://www.infineon.com/>

13 封装信息

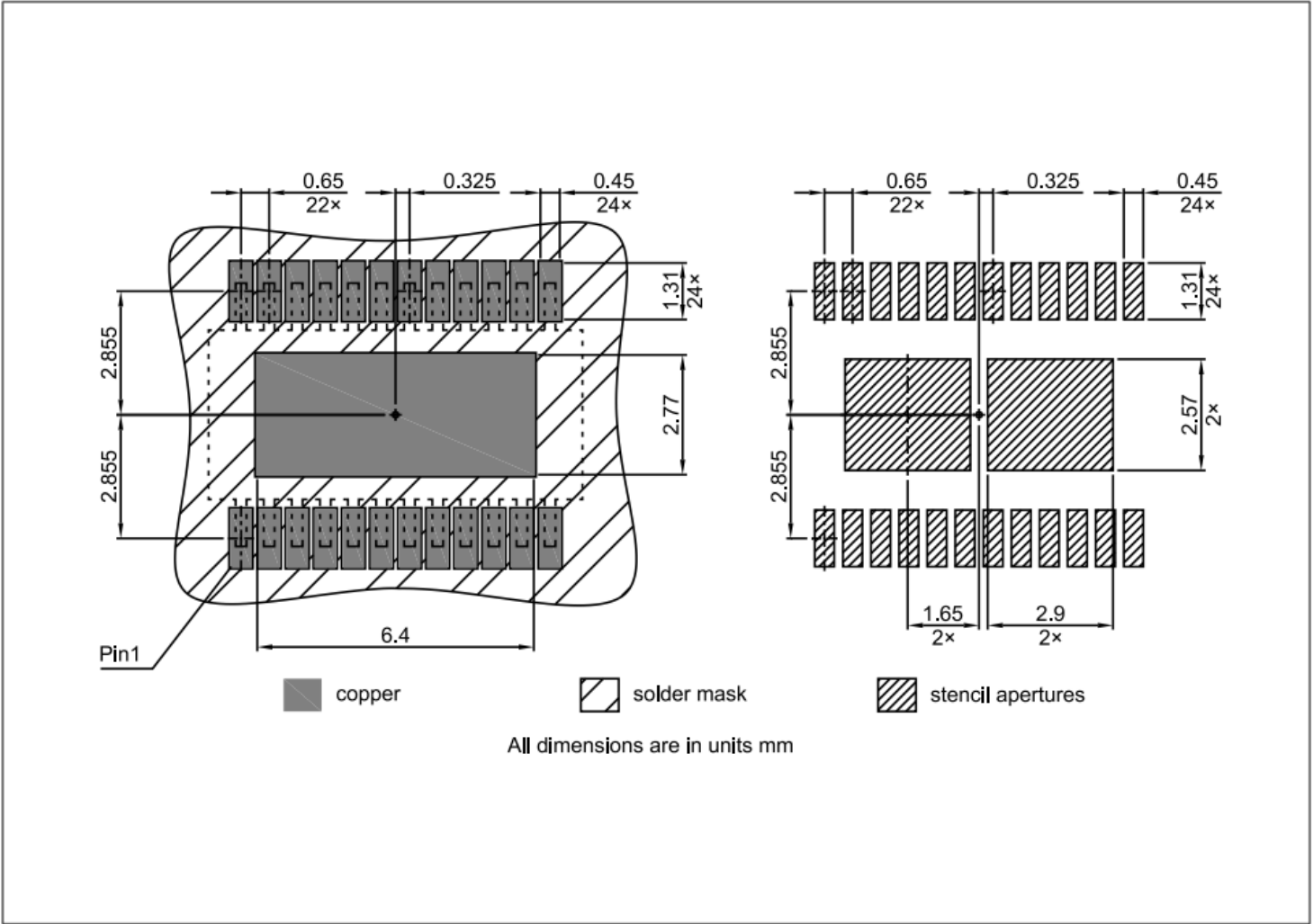


图37 封装图

13 封装信息

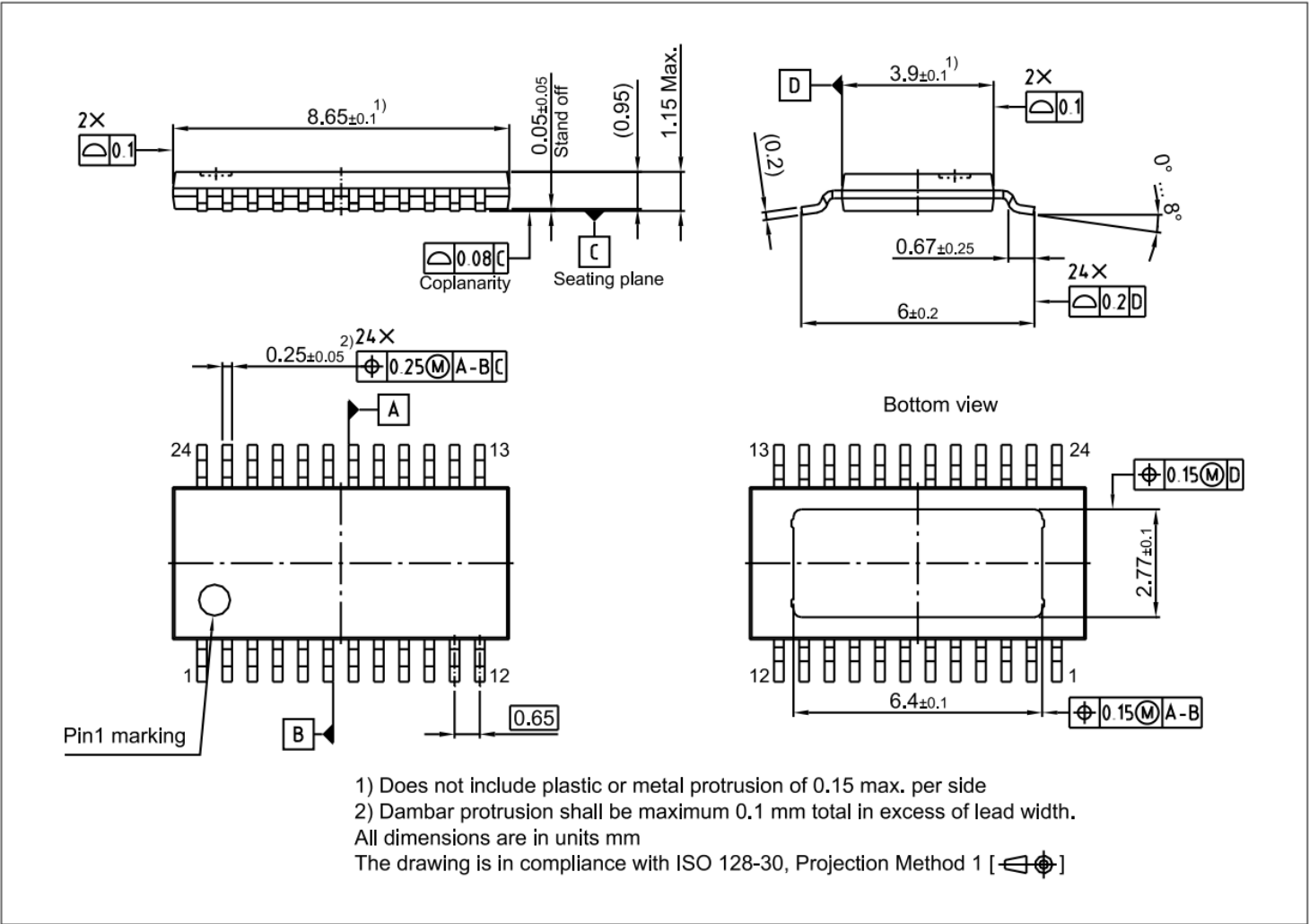


图38 封装外形

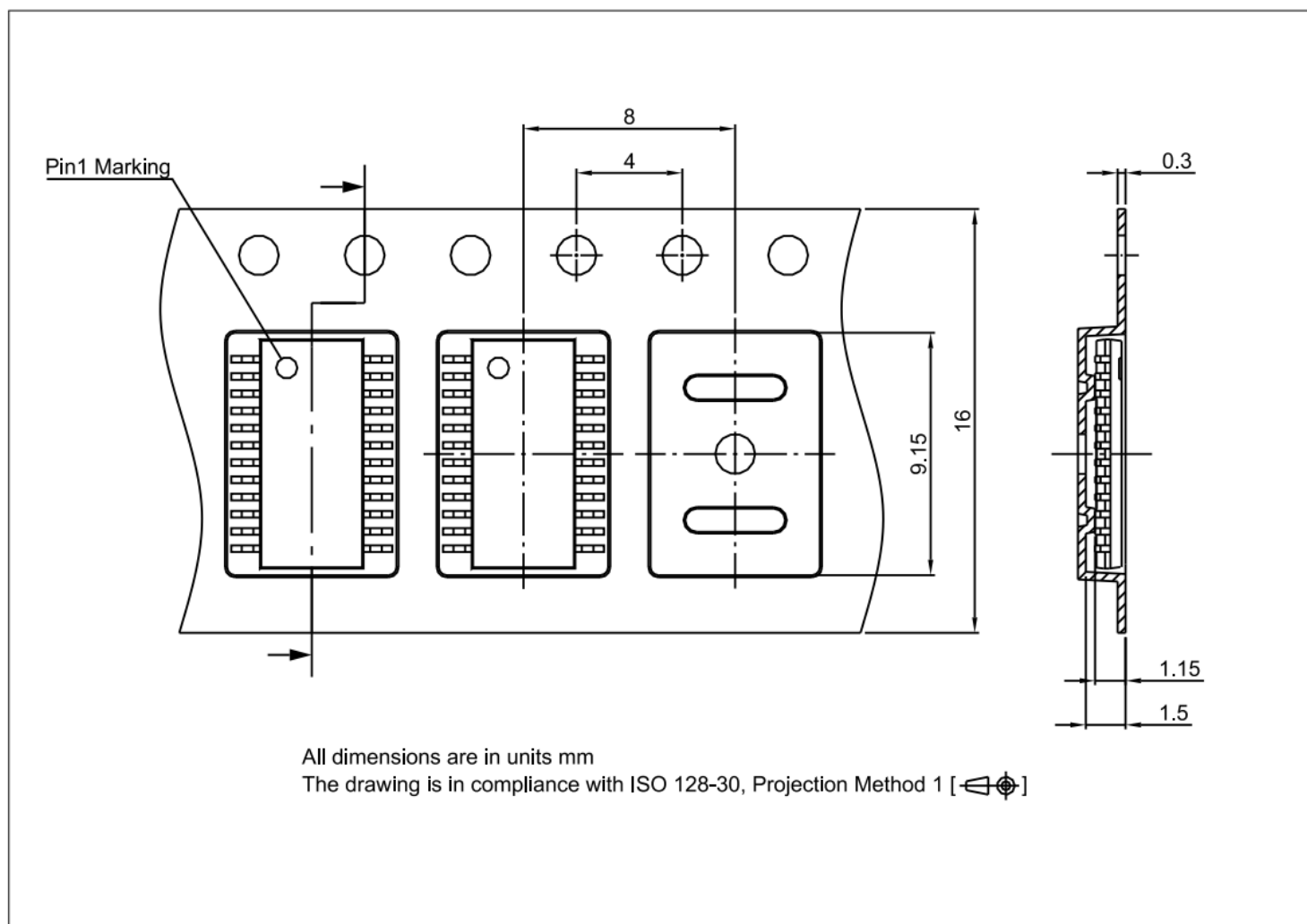


图39 卷带包装

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）。

14 修订记录

Document version	Date of release	Description of changes
Rev. 3.00	2025-09-18	• PRQ-342, PRQ-343, PRQ-344, PRQ-435, PRQ-484, PRQ-485, PRQ-486, PRQ-487 added • PRQ-51, PRQ-54, PRQ-66, PRQ-142, PRQ-148, PRQ-168, PRQ-317, PRQ-326 limits updated • PRQ-50, PRQ-51, PRQ-53, PRQ-54, PRQ-69, PRQ-72, PRQ-73, PRQ-75, PRQ-88, PRQ-136, PRQ-154, PRQ-157, PRQ-164, PRQ-181, PRQ-182, PRQ-294, PRQ-295, PRQ-297, PRQ-298, PRQ-317, PRQ-318, PRQ-324, PRQ-325, PRQ-327, PRQ-328, PRQ-330, PRQ-336, PRQ-337, PRQ-338, PRQ-340 notes and conditions updated • Chapters 5.4, 6, 7.1, 7.2, 8.1, 8.2, 8.5 updated • Chapter 12 "Application information" added • Editorial changes: - Cover page figure "Simplified application example" updated - "RCSO" changed to "RCSOx" - "ENABLE" changed to "EN" - "VEN<VIN(L)" to "VEN<VEN(L)" - "VEN>VIN(H)" to "VEN>VEN(H)" - "kCSO" and "kCSO(TH)" renamed "kCSO1(TH)" - Chapter 4.1 Static electrical characteristics' footnote "not subject to production test, specified by characterization" removed - Typographic issues addressed
Rev. 2.10	2023-01-26	• PRQ-341 added • PRQ-69 lower limit changed from -12μA to -15μA
Rev. 2.00	2022-07-11	• Device released • Footnote added in column "Note or condition" of PRQ-157, PRQ-336, PRQ-337, PRQ-338 • Footnote added in column "Note or condition" of PRQ-154
Rev. 1.00	2022-05-23	• Datasheet creation during development phase



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 2025-12-24

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>。