英飞凌TLE 8444SL

四路半桥驱动IC

汽车电力

Never stop thinking

目录

1 概述 3

2 框图 4

3 引脚配置 6

3.1 引脚分配 6

3.2 引脚定义和功能 6

4 产品一般特性 8

4.1 绝对最大额定值 8

4.2 功能范围 9

4.3 热阻 9

4.4 电气特性 10

5 功能块描述 12

5.1 电源 12

5.1.1 一般描述 12

5.1.2 睡眠 模式 12

5.1.3 反极性 13

5.2 输入/ 输出级 14

5.3 监测功能 16

5.3.1 诊断 16

5.3.2 电源监测 17

5.3.3 温度监测 18

5.4 电源输出 1-4 （半桥输出） 19

5.4.1 保护与诊断 19

5.4.1.1 输出到 GND 或 Vs 短路 19

5.4.1.2 负载开路 23

5.5 输出开关能力 24

5.5.1 双极步进电机控制的应用注释 28

6 封装外形 30

7 修订记录 31

1 概述



PG-SSOP-24

特性

- 4 个半桥功率输出（1.3 Ω $R_{DS(ON)MAX}$ @ T_j =150 ° C）
- 最小过流关断电流为 0.9A
- 半桥输出的简单并行接口控制
- 反相和非反相输入，以尽量减少微处理器连接的数量
- 睡眠模式下的消耗电流非常低（max 5µA)
- 错误标志诊断
- 所有输出ON状态下负载开路诊断
- 输出过流保护
- 过温保护（带迟滞）
- 过压和欠压锁定
- 具有迟滞功能的 3.3V / 5V 兼容输入
- 无交叉电流
- 内部续流二极管
- 热增强型封装（熔断引线）
- 绿色产品：符合 RoHS 标准
- AEC 认证

描述

英飞凌TLE 8444SL 是一款受保护的**四路半桥驱动IC，**面向汽车和工业运动控制应用。它是一款基于英飞凌智能混合技术SPT的单片芯片，将双极和CMOS控制电路与DMOS功率器件相结合。

直流电机可以在正向（cw)、逆向（ccw)、制动和高阻态模式下驱动，而步进电机可以在无电流、负/正输出电流模式下驱动。这些不同的模式可以通过器件到MCU的标准并行接口轻松实现。

PG-SSOP-24 封装具有节省 PCB 板空间和成本的优势。集成的短路和过温保护以及内置的诊断功能（例如过压和欠压锁定以及负载开路检测）提高了系统的可靠性和性能。

目标应用：

- 单极或双极负载
- 步进电机（例如怠速控制）
- 直流有刷电机

Type	Package	Marking
TLE 8444SL	PG-SSOP-24	TLE8444SL

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）。

2 框图

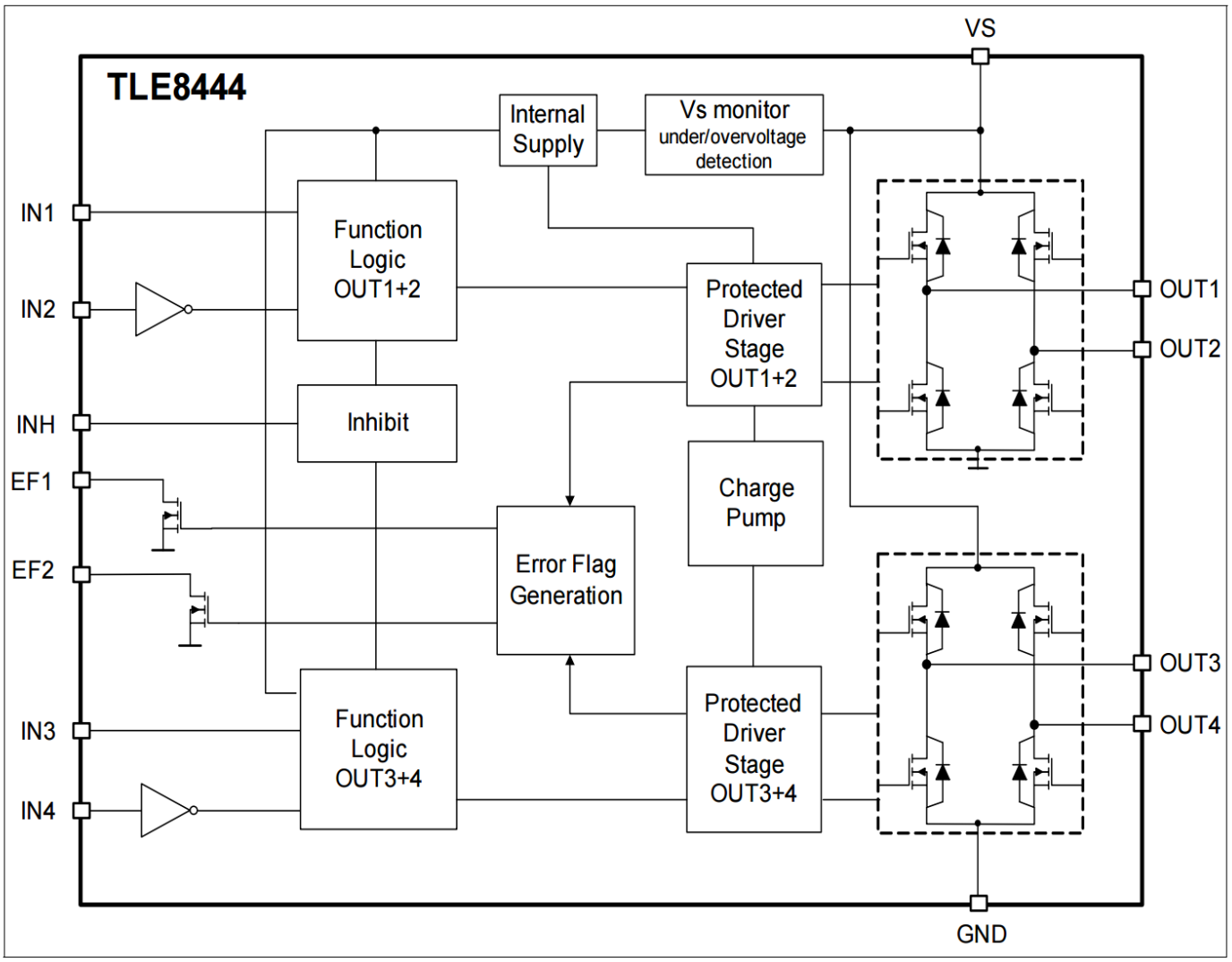

TLE8444
VS
Internal Supply
Vs monitor under/overvoltage detection
IN1
IN2
INH
EF1
EF2
IN3
IN4
Function Logic OUT1+2
Inhibit
Error Flag Generation
Function Logic OUT3+4
Protected Driver Stage OUT1+2
Charge Pump
Protected Driver Stage OUT3+4
OUT1
OUT2
OUT3
OUT4
GND

图 1 框图

框图

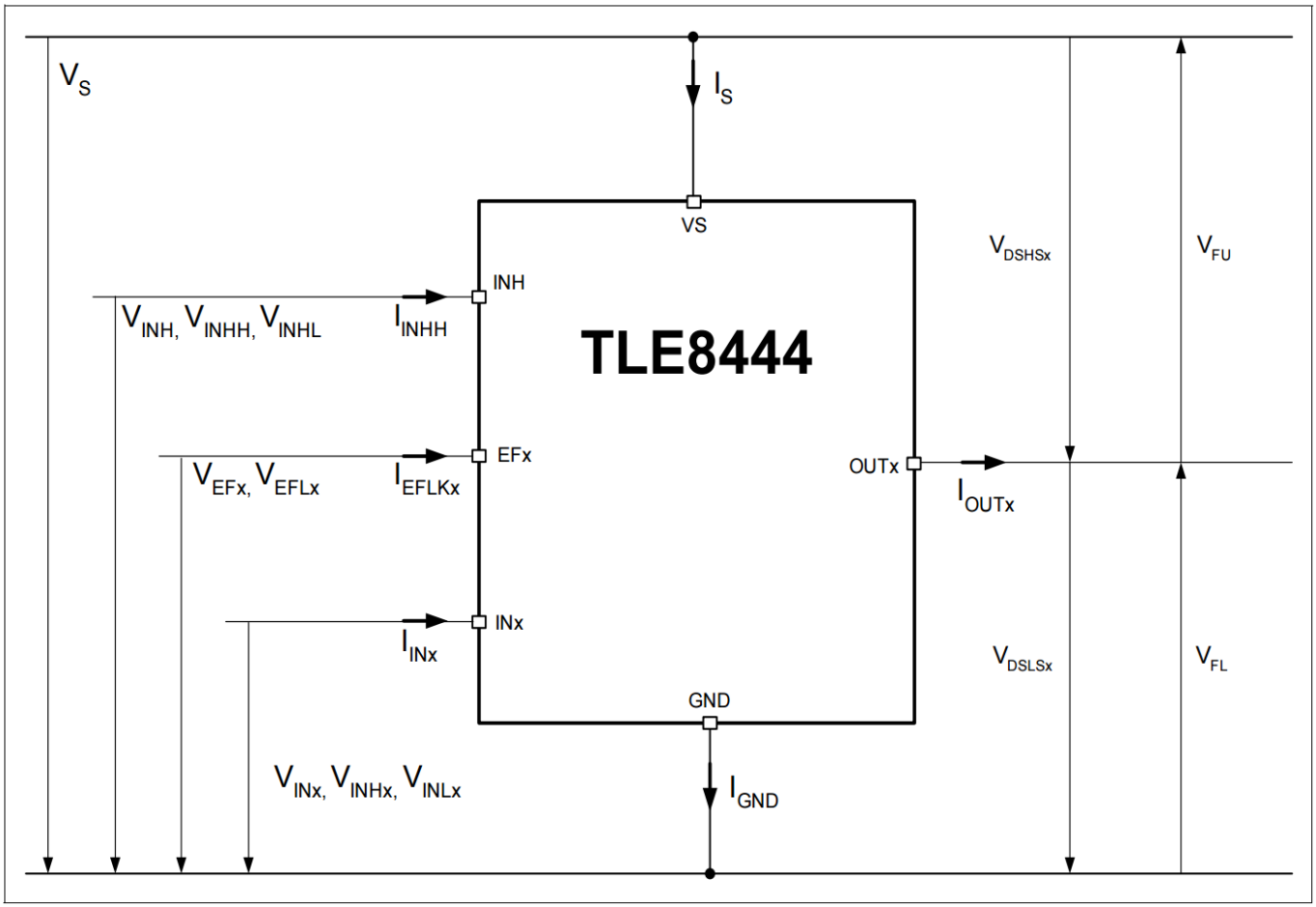

V_S
I_S
VS
V_DSHSx
V_FU
INH
V_INH, V_INHH, V_INHL
I_INHH
TLE8444
EFx
V_EFx, V_EFLx
I_EFLKx
OUTx
I_OUTx
INx
I_INx
V_DSLSx
V_FL
GND
V_INx, V_INHx, V_INLx
I_GND

图 2 Terms

3 引脚配置

3.1 引脚分配

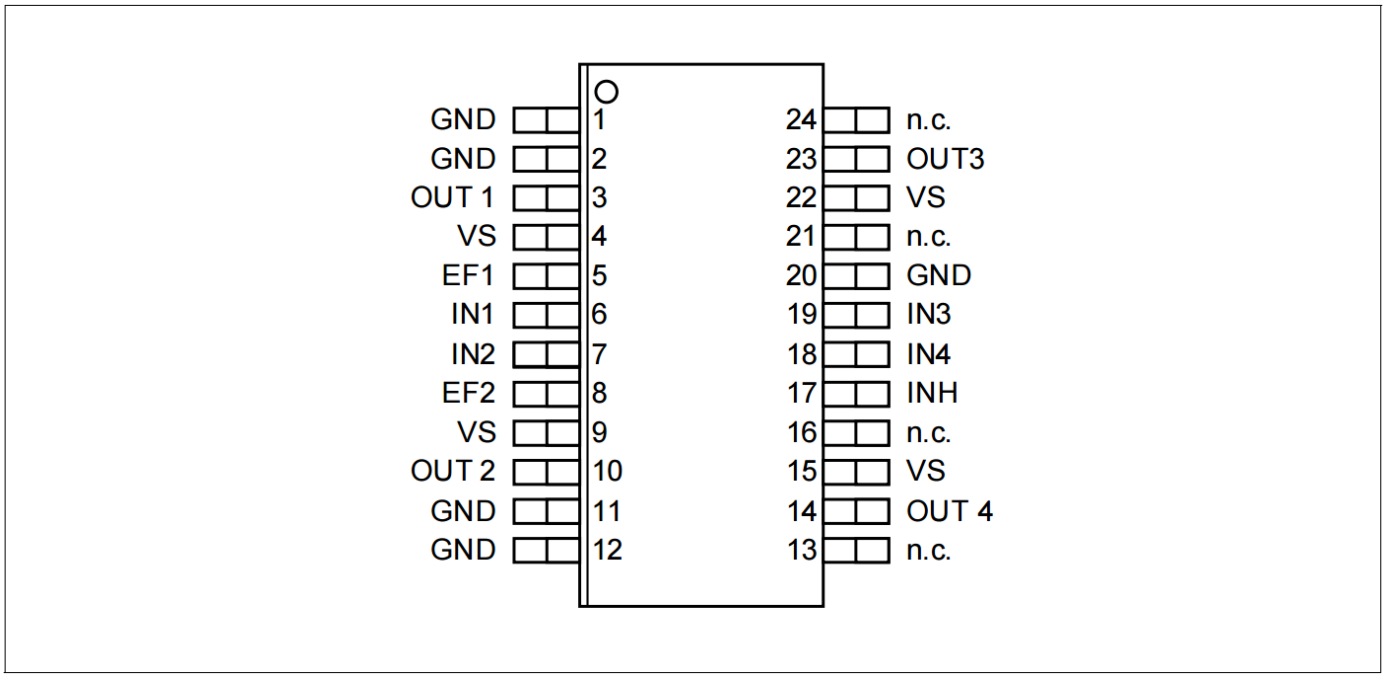


图 3 引脚配置

3.2 引脚定义和功能

Pin	Symbol	Function
1, 2, 11, 12, 20	GND	**Ground;** Signal ground; All GND pins must be externally connected together to the common GND potential
3	OUT1	**Power Output of Half-bridge 1** Short circuit protected; with integrated free-wheeling diodes
4, 9, 15, 22	V_S	**Power Supply Voltage;** All V_S pins must be externally connected together to the Battery Voltage with Reverse protection Diode, buffer capacitance and Filter against EMC. See Application Diagram, **Figure 18** and **Figure 19** for more information
5	EF1	**Error Flag 1 (Diagnosis Output)** Open drain by default; Low = error
6	IN1	**Input Channel of Half-bridge 1** Controls OUT1, Non-inverting Intput with internal Pull Down
7	IN2	**Input Channel of Half-bridge 2** Controls OUT2, Inverting Input with internal Pull Up
8	EF2	**Error Flag 2 (Diagnosis Output)** Open drain by default; Low = error
10	OUT2	**Power Output of Half-bridge 2** Short circuit protected; with integrated free-wheeling diodes
13, 16, 21, 24	N.C.	**Not Connected**

Pin	Symbol	Function
14	OUT4	**Power Output of Half-bridge 4** Short circuit protected; with integrated free-wheeling diodes
17	INH	**Inhibit Input** Low = Device in sleep mode
18	IN4	**Input Channel of Half-bridge 4** Controls OUT4, Inverting Input with internal Pull Up
19	IN3	**Input Channel of Half-bridge 3** Controls OUT3, Non-inverting Intput with internal Pull Down
23	OUT3	**Power Output of Half-bridge 3** Short-circuit protected; with integrated free-wheeling diodes

4 产品一般特性

4.1 绝对最大额定值

最大绝对额定值 [1)]

T_j = -40 ℃ 至 +150 ℃；所有电压均相对于地，正电流流入引脚（除非另有规定）。

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values		Unit	Conditions
			Min.	Max.		
Voltages						
4.1.1	Supply voltage	V_S	-0.3	40	V	–
4.1.2	Logic input voltages (IN1; IN2; IN3; IN4; INH)	$V_{IN(1-4)}$ V_{INH}	-0.3	5.5	V	0 V < V_S < 40 V
4.1.3	Logic output voltage (EF_1; EF_2)	$V_{EF(1+2)}$	-0.3	5.5	V	0 V < V_S < 40 V
Currents						
4.1.4	Output current (diode)	$I_{OUT(1-4)}$	-1	1	A	–
4.1.5	Output current (EF_1; EF_2)	$I_{EF(1-2)}$	-2	5	mA	–
Temperatures						
4.1.6	Junction temperature	T_j	-40	150	°C	–
4.1.7	Storage temperature	T_{stg}	-50	150	°C	–
ESD Susceptibility						
4.1.8	ESD capability of OUT and V_S pin vers. GND	V_{ESD}	-2	2	kV	[2)]
4.1.9	ESD capability of logic pins vers. GND	V_{ESD}	-2	2	kV	[2)]

1) 未经过生产测试，由设计指定。

2) 人体模型HBM符合 ANSI EOS\ESD S5.1 标准（eqv. 符合 MIL STD 883D 和 JEDEC JESD22-A114)

注释：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。

注释：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。

4.2 工作范围

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values		Unit	Conditions
			Min.	Max.		
4.2.1	Supply Voltage Range for Normal Operation	$V_{S(nor)}$	8	18	V	–
4.2.2	Extended Supply Voltage Range for Operation	$V_{S(ext)}$	$V_{UV\ OFF}$	$V_{OV\ OFF}$	V	Limit values, deviations possible; After V_S rising above $V_{UV\ ON}$
4.2.3	Supply voltage increasing	V_S	-0.3	$V_{UV\ ON}$	V	Outputs are open
4.2.4	Supply voltage decreasing	V_S	-0.3	$V_{UV\ OFF}$	V	Outputs are open
4.2.5	Logic input voltages (IN1; IN2; IN3; IN4; INH)	$V_{IN(1-4)}$ V_{INH}	-0.3	5.5	V	–
4.2.6	Junction temperature	T_j	-40	150	°C	–

注释：在工作范围内，IC 按照电路描述正常工作。电气特性是在电气特性表中注明的条件下指定的。

4.3 热阻

*注释：　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**www.jedec.org**。*

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Conditions
			Min.	Typ.	Max.		
4.3.1	Junction to Soldering Point[1)]	R_{thJSP}	–	–	26	K/W	pin 1, 2, 11, 12[2)]
4.3.2	Junction to Ambient[1)]	R_{thJA}	–	60	–	K/W	[3)]

1) 未经过生产测试，由设计指定。

2) 指定的 RthJS 值是在冷板装置上的自然对流下模拟的（所有引脚都固定在环境温度）。Ta=25°C，LS1+HS2+LS3+HS4 的耗散功率为 1W（每个 0.25W）。

3) 指定的 RthJA 值是根据 FR4 2s2p 板上自然对流下的 Jedec JESD51-2,-7 确定的；产品（芯片+封装）在 76.2 x 114.3 x 1.5 mm 的电路板上进行模拟，该电路板具有 2 个内部铜层（2 x 70µm Cu、2 x 35µm Cu）。Ta=25°C，LS1+HS2+LS3+HS4 的耗散功率为 1W（每个 0.25W）。

4.4 电气特性

4.4.3

电气特性

V_S = 8 V 至 18 V， T_j = -40 ° C 至 +150 ° C，INH = HIGH； I_{OUT1-4} = 0 A；所有电压相对于接地，正向电流流入引脚（除非另有说明）

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Conditions
			Min.	Typ.	Max.		
电流损耗，INH = GND							
4.4.1	Quiescent current	I_S	–	1	5	µA	V_S = 13.5 V; T_j < 85°C
电流消耗，INH = HIGH							
4.4.2	Supply current	I_S	–	5	10	mA	IN1+3=L, IN2+4=H
过压和欠压锁定							
4.4.3	UV Switch ON voltage	$V_{UV\,ON}$	4.2	–	5	V	V_S increasing, see **Figure 6**
4.4.4	UV Switch OFF voltage	$V_{UV\,OFF}$	4	–	4.8	V	V_S decreasing, see **Figure 6**
4.4.5	UV ON/OFF hysteresis	$V_{UV\,HY}$	0.05	0.26	0.7	V	$V_{UV\,ON}$ - $V_{UV\,OFF}$, see **Figure 7**
4.4.6	OV Switch OFF voltage	$V_{OV\,OFF}$	21	–	25	V	V_S increasing, see **Figure 6**
4.4.7	OV Switch ON voltage	$V_{OV\,ON}$	20	–	24	V	V_S decreasing, see **Figure 6**
4.4.8	OV ON/OFF hysteresis	$V_{OV\,HY}$	–	1	–	V	$V_{OV\,OFF}$ - $V_{OV\,ON}$, see **Figure 7**
静态漏源导通电阻							
4.4.9	High- and low-side switch	R_{DSON}	–	0.6	0.8	Ω	I_{OUT} = ±0.8 A; T_j = 25 °C
			–	1.0	1.3	Ω	I_{OUT} = ±0.8 A; T_j = 150 °C
输出保护和诊断							
4.4.10	Short Circuit Current[1)]	$I_{SC(1-4)}$	1.8	2.4	3.2	A	HS+LS each Channel, see **Figure 13**
4.4.11	Overcurrent Shutdown Threshold	$I_{SD(1-4)}$	0.9	1.2	1.6	A	
4.4.12	Shutdown Delay Time	$t_{dSD(1-4)}$	10	25	50	µs	
4.4.13	Open Load Detection Current	$I_{OLD(1-4)}$	6	12	20	mA	each LS Channel, see **Figure 15**
4.4.14	Open Load Delay Time	$t_{dOLD(1-4)}$	200	350	600	µs	
输出开关时间							
4.4.15	high-side ON delay-time	t_{dONH}	7	10	14	µs	V_S=13.5V, resistive Load =100Ω, see **Figure 16** and **Figure 17**
4.4.16	high-side switch ON time	t_{ONH}	2	6	9	µs	
4.4.17	high-side OFFdelay-time	t_{dOFFH}	1	2	4	µs	
4.4.18	high-side switch OFF time	t_{OFFH}	0.2	1	2	µs	
4.4.19	low-side ON delay-time	t_{dONL}	2	5	8	µs	
4.4.20	low-side switch ON time	t_{ONL}	0.5	1	3	µs	
4.4.21	low-side OFF delay-time	t_{dOFFL}	1	2	5	µs	
4.4.22	low-side switch OFF time	t_{OFFL}	0.5	1	2	µs	
4.4.23	dead-time	t_{DB}	0.1	2	–	µs	t_{dONH} - t_{ONH} - t_{dOFFL} or t_{dONL} - t_{ONL} - t_{dOFFH}
输出 OUT(1-4)，续流二极管							
4.4.24	Forward voltage; upper	V_{FU}	–	1	1.5	V	I_F = 0.4 A, INH = LOW

电气特性（续）

V_S = 8 V 至 18 V， T_j = -40 ° C 至 +150 ° C，INH = HIGH； I_{OUT1-4} = 0 A；所有电压相对于接地，正向电流流入引脚（除非另有说明）

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Conditions
			Min.	Typ.	Max.		
4.4.25	Forward voltage; lower	V_{FL}	–	0.9	1.4	V	I_F = 0.4 A, INH = LOW
输入接口，逻辑输入 IN1、IN2 、IN3、IN4							
4.4.26	High-input voltage IN1, IN3	$V_{INH(1+3)}$	2	–	–	V	–
4.4.27	Low-input voltage IN1, IN3	$V_{INL(1+3)}$	–	–	0.8	V	–
4.4.28	High-input voltage IN2, IN4	$V_{INH(2+4)}$	2	–	–	V	–
4.4.29	Lowh-input voltage IN2, IN4	$V_{INL(2+4)}$	–	–	0.8	V	–
4.4.30	Hysteresis of input voltage	V_{INHY}	0.1	0.3	–	V	–
4.4.31	Pull down current	$I_{IN(1+3)}$	10	25	50	µA	$V_{IN(1+3)}$ = 2 V
4.4.32	Pull up current	$I_{IN(2+4)}$	10	25	50	µA	$V_{IN(2+4)}$ = 0.8V
输入接口：逻辑输入INH							
4.4.33	High-input voltage	V_{INHH}	2	–	–	V	–
4.4.34	Low-input voltage	V_{INHL}	–	–	0.8	V	–
4.4.35	Hysteresis of input voltage	V_{INHHY}	–	0.25	–	V	–
4.4.36	Pull down current	I_{INH}	10	25	50	µA	V_{INH} = 2 V
4.4.37	Disable Delay Time	t_{ddis}	–	–	100	µs	VS=13.5V, resistive Load=100Ω, see **Figure 4**
4.4.38	Enable Delay Time	t_{den}	–	–	100	µs	
4.4.39	Time delay to Sleep Mode	t_{SLEEP}	-	–	40	µs	INH = LOW until Sleep mode is reached
输入接口，错误标志 EF(1+2)							
4.4.40	Low-output voltage level	$V_{EFL(1+2)}$	–	0.2	0.4	V	$I_{EF(1+2)}$ = 2 mA
4.4.41	Leakage current	$I_{EFLK(1+2)}$	–	–	10	µA	0 V < $V_{EF(1+2)}$ < 5.5 V
4.4.42	Error delay time	t_{dEF}	–	5	10	µs	–
热关断							
4.4.43	Thermal shutdown junction temperature [1)]	T_{jSD}	150	175	200	°C	–
4.4.44	Thermal switch-on junction temperature [1)]	T_{jSO}	125	–	175	°C	–

1) 无需经过生产测试，由设计指定。

5 功能块描述

5.1 电源

5.1.1 一般描述

TLE 8444SL 有一个电源输入 V_S，连接到汽车 12V 网络。所有电源驱动器均连接至该供电电压V_S。集成驱动器级和逻辑功能块的逻辑供电电压由源自12V车载网络的内部带隙基准电路生成。为了实现器件的供电电压，建议使用 47µF 电解电容。为了改进电磁兼容性，可以添加 100nF 陶瓷电容，并且应将其放置在尽可能靠近器件的V_S引脚的位置。查看应用图表，图 18 和图 19 了解更多信息。

5.1.2 睡眠模式

通过将输入 INH 引脚设置为低电平，可以将 TLE 8444SL 置于低电流消耗模式（或睡眠模式）。 INH 引脚有一个内部下拉电流源。在睡眠模式下，所有输出晶体管均关闭。指定输出禁用和使能时间，该行为如下图 4所示。

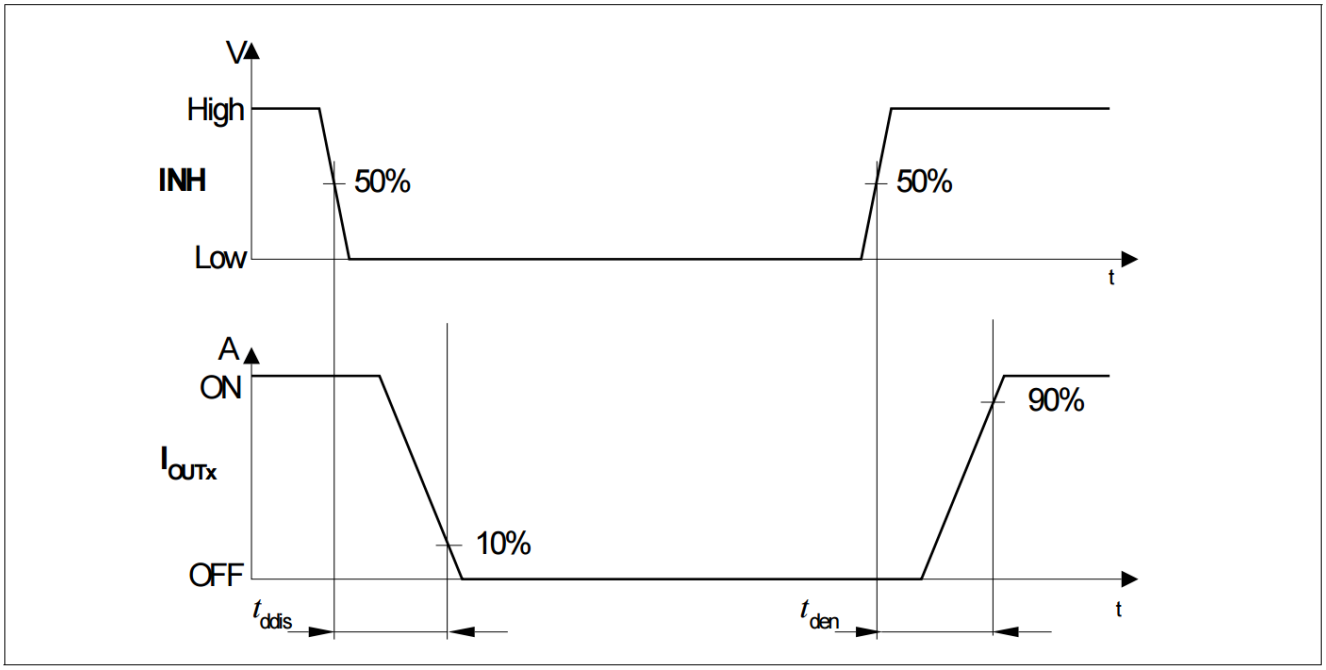


图 4 Enable 与 Disable 延时时间

5.1.3 反极性

TLE 8444SL 需要外部反极性保护。此保护至关重要，可以避免不必要的反向电流（I_{RB}）从地电位流向电池，从而避免在反极性情况下导致二极管两端功率耗散过大。因此，建议使用反极性保护二极管（图 5）。

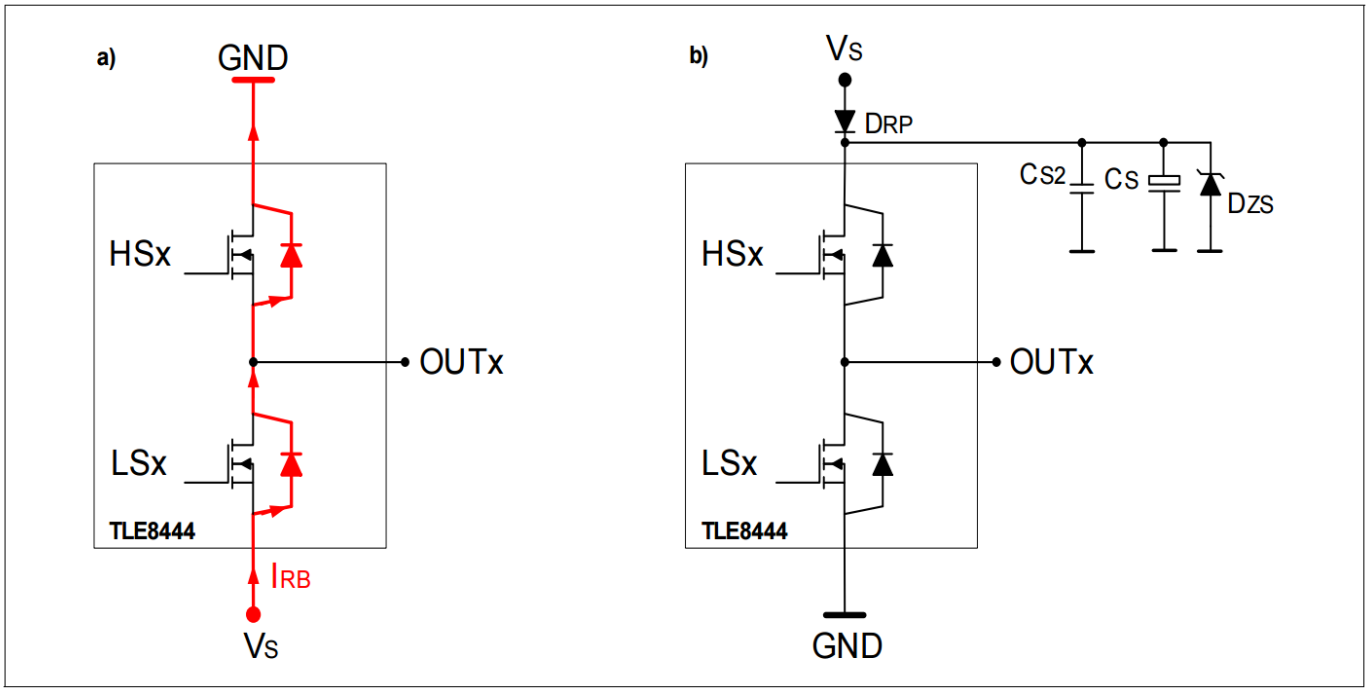


图 5 反极性保护

5.2 输入/输出级

输入信号电路

控制输入由TTL /CMOS兼容的施密特触发器和迟滞电路组成。输入IN1和IN3具有内部下拉电路，而IN2和IN4具有内部上拉电路。如果没有信号施加到输入端且INH = HIGH，则驱动器将默认置于制动LL模式。在睡眠模式下，输出关闭（三态或高阻态）。对于优化的双极步进电机控制应用，IN2和IN4输入具有内部反相结构。此概念允许将IN1 + IN2和IN3 + IN4连接在一起，最终减少µC输出引脚，并为器件提供“两相”控制（参见图 19 和图 21）。

输出级

输出级由总共 4 个 DMOS 半桥组成。集成电路保护输出免受过流和过温的影响。感性负载切换期间发生的脉冲和负压尖峰可通过集成的续流二极管来抑制。

下面的真值表显示了直流电机应用中 OUT1 和 OUT2 的输出行为。同样的表格也适用于OUT 3 和OUT 4。

表 1 直流电机应用半桥 1 和 2 的功能真值表

INH	IN1	IN2	OUT1	OUT2	Mode
0	X	X	|Z|	|Z|	Sleep Mode (Low current consumption mode)
1	open	open	L	L	Brake LL (both low side transistors turned-ON)
1	0	0	L	H	DC-Motor turns counterclockwise (CCW)
1	0	1	L	L	Brake LL (both low side transistors turned-ON)
1	1	0	H	H	Brake HH (both high side transistors turned-ON)
1	1	1	H	L	DC-Motor turns clockwise (CW)

注释：半桥1 和2 形成一个全桥

下面的真值表显示了双极步进电机应用中 OUT1 和 OUT2 的输出行为。同样的表格也适用于OUT 3 和OUT 4。

表 2 双极步进电机应用的半桥 1 和 2 的功能真值表

INH	IN1	IN2	OUT1	OUT2	Mode
0	X	X	|Z|	|Z|	Sleep Mode (Low current consumption mode)
1	open	open	L	L	no current (both low side transistors turned-ON)
1	0	0	L	H	negative phase current
1	0	1	L	L	no current (both low side transistors turned-ON)
1	1	0	H	H	no current (both high side transistors turned-ON)
1	1	1	H	L	positive phase current

注释：半桥1 和2 形成一个全桥

IN1, IN3	OUT1, OUT3
0 = Logic LOW	Low side transistor is turned-ON High side transistor is turned-OFF
1 = Logic HIGH	High side transistor is turned-ON Low side transistor is turned-OFF
IN2, IN4	**OUT2, OUT4**
0 = Logic LOW	High side transistor is turned-ON Low side transistor is turned-OFF
1 = Logic HIGH	Low side transistor is turned-ON High side transistor is turned-OFF
X = don’t care	X = don’t care
	|Z| = High- and Lowside transistor are turned-OFF (Output in Tristate, High Z)

5.3 监测功能

5.3.1 诊断

EF1 和 EF2 引脚是开漏输出，必须通过上拉电阻外部连接到 5V。正常情况下，EF1 和 EF2 信号默认为高电平。发生错误时，EF1 和 EF2 引脚被拉低。有 3 种不同的错误条件可以标志故障条件：

5.3.1.1 过流

输出接地短路：如果输出晶体管导通，并且电流上升到关断阈值 I_{SD} 以上 且持续时间超过关断延迟时间 t_{d_SD} ，则输出晶体管关闭，对应的诊断位置位。在这个延迟时间内，电流被限制在I_{SC} 上， 如图 9 所示。改变 INHIBIT 输入重置错误标志。掉电事件也将重置错误标志。

a) 输出短路至 VS：与短路至GND的行为相同。

b) 负载短路：与GND短路的行为相同。

5.3.1.2 负载开路

如果通过低边晶体管的电流低于导通状态下的基准电流 I_{OLD} 且持续时间长于开路负载检测延迟时间 t_{d_OLD} ，则开路负载错误标志为置位。输出将保持 ON。一旦输出电流增大且$I_{load} > I_{OLD}$ ，则错误标志将在t_{d_OLD}过滤时间后自动复位（图15）。

5.3.1.3 过压/过温

a) **过压：**当电压低于欠压关断阈值 (V_{UVOFF}) 且高于过压关断阈值 (V_{OVOFF}) 时，输出级将关闭。然而，错误标志仅表示过压关断情况（图 6）。在两个阈值处均实施了切换迟滞，以在供电电压恢复到工作范围内时允许自动恢复模式。

b) **过温：**结温高于热关断温度 T_{jSD} （典型值 175°C）时，器件进入热关断，同时关断所有四个输出级，并且相应的错误标志会延迟置位。冷却至热开关温度T_{jSO}后，器件将自动重启。可以观察到热开关行为（错误标志和输出级将受热时间常数调制；图 8）。

下表显示了错误标志的行为：

表 3 诊断

EF1	EF2	Interpretation of Error	Error Flag behavior	Output status	Priority
1	1	no error	-	normal operation	-
1	0	overcurrent	latch	latched switch OFF	2
0	1	open load	auto recovery	normal operation	3
0	0	over voltage / over temperature	auto recovery	auto recovery	1

5.3.2 电源监测

电源供电电压 V_S进行过电压和欠电压监控（请参阅框图：图 1)。图 6 显示了欠压和过压情况下的错误标志信号，其中图 7 显示了在欠压和过压期间实施的迟滞概念。

欠压

如果供电电压 V_S降至关断电压 V_{UVOFF}以下，所有输出晶体管都会关闭，但错误标志保持高电平（无错误）。如果V_S再次上升并达到开启电压V_{UVON}，则功率输出重新启动。

过压

如果供电电压 V_S上升到关断电压 V_{OVOFF}以上，所有输出晶体管都会关闭，并且错误标志会置位。错误不会被锁存，即如果V_S再次下降并达到开启电压V_{OVON}，则功率输出重新启动并且错误标志被复位。

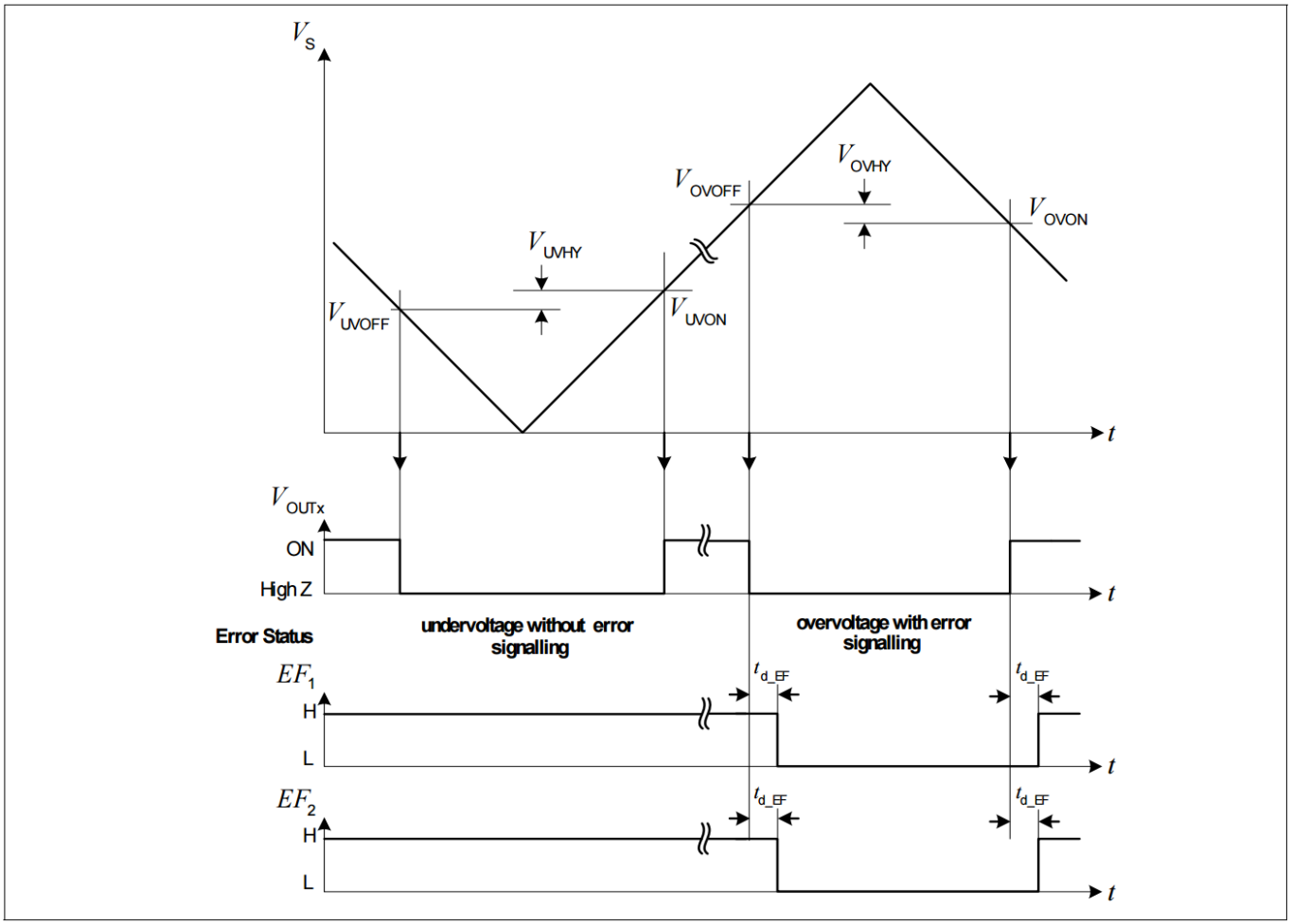


图 6　过压和欠压情况下的错误标志行为

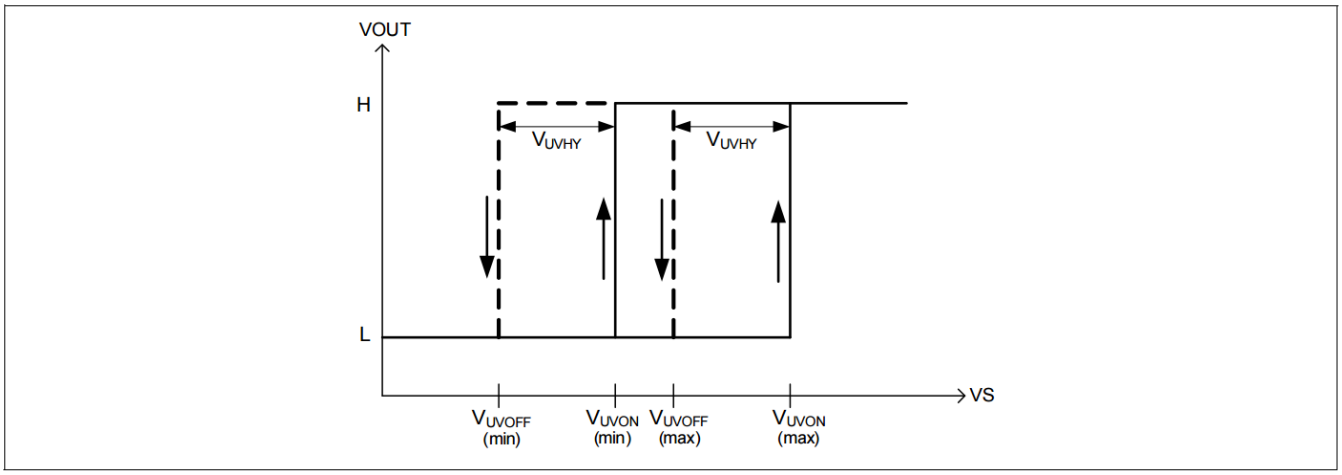


图7 欠压迟滞

5.3.3 温度监控

温度传感器集成在功率级中。每个半桥（HS+LS）配备一个温度传感器。温度监测电路将测量的温度与关断阈值进行比较。如果一个或多个温度传感器达到关断温度T_{jSD}，则过温错误标志置位至LOW。该错误标志不被锁存（即，如果温度低于开启阈值T_{jSO}，错误标志将自动再次复位为高电平）。如下图 8所示。

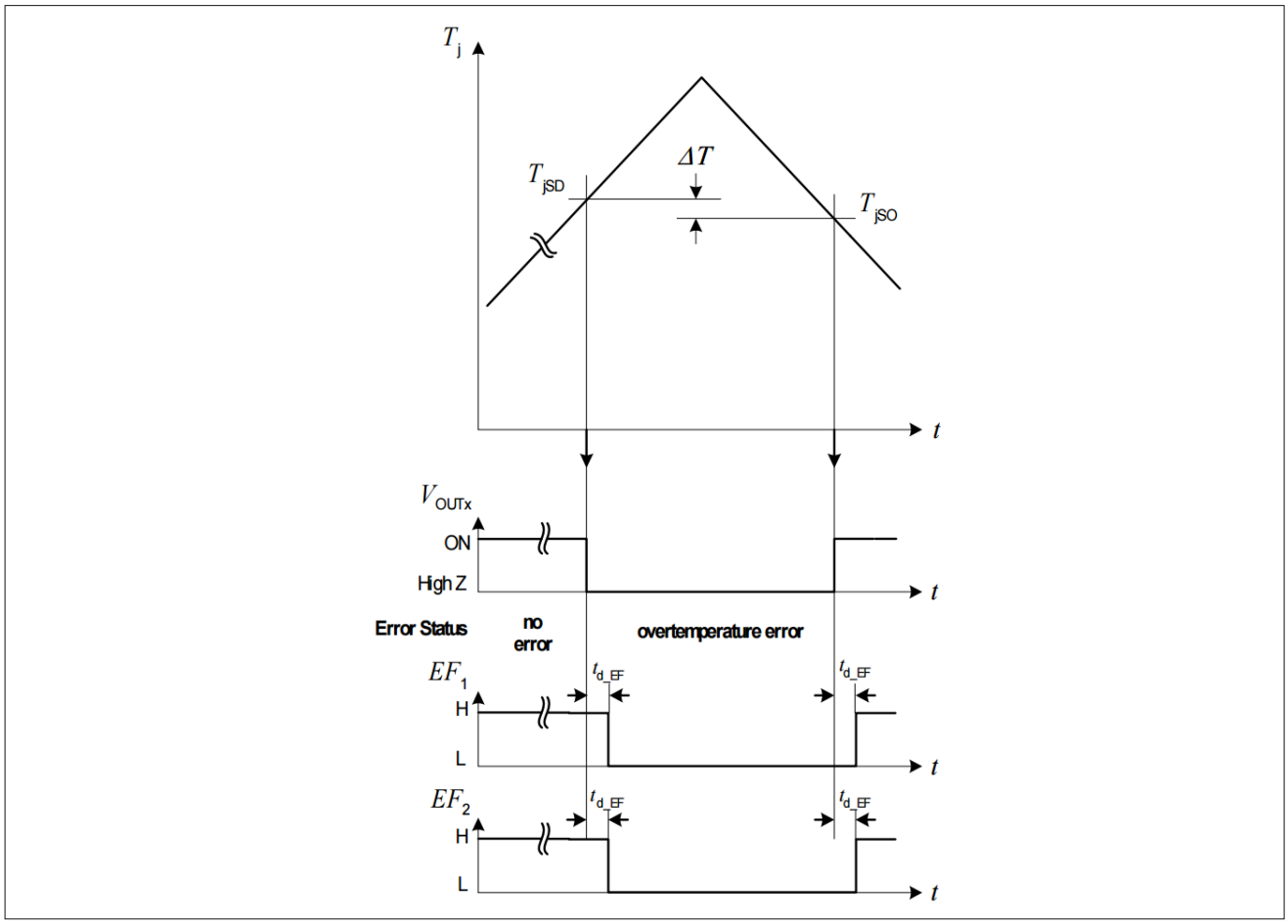


图8 过温信号

5.4 电源输出 1-4（半桥输出）

5.4.1 保护与诊断

该器件提供嵌入保护功能。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。

5.4.1.1 输出到GND或 Vs短路

低边开关具有电源短路保护，高边开关具有GND短路保护。

如果开关打开且电流上升到关断阈值 I_{SD} 以上 且持续时间超过关断延迟时间 t_{dSD} ，则输出晶体管被关闭，相应的错误标志为置位。在延时时间内，电流被限制在I_{SC}，如图9 所示。

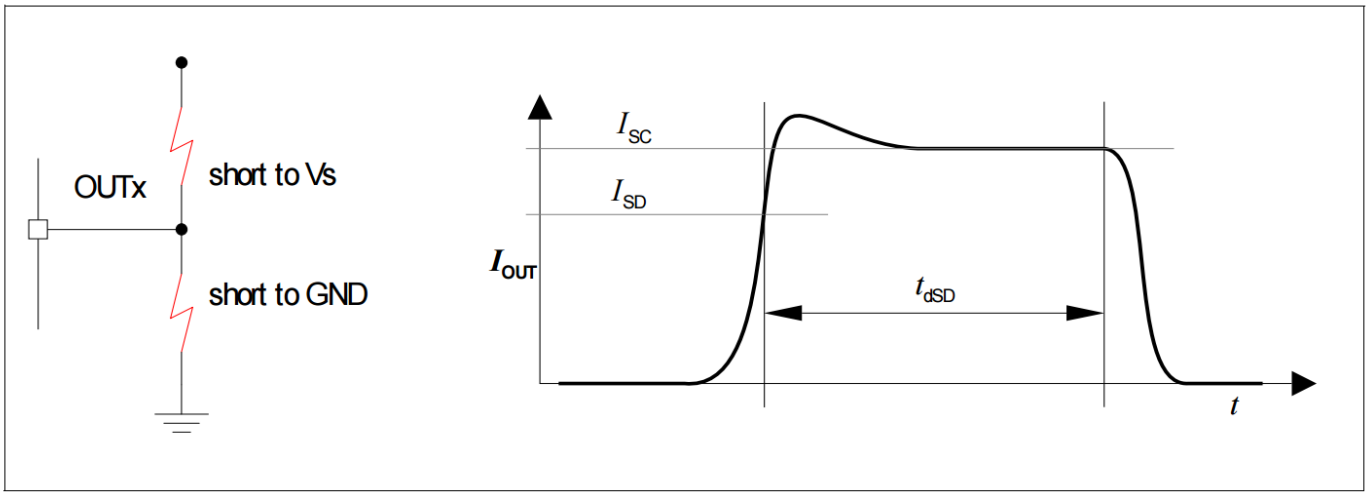


图9 短路保护

延迟时间经过优化，以限制短路事件期间器件中消耗的功率。该方案允许正常运行期间电机应用所需的峰值电流。

输出级保持关闭状态，相应的诊断输出信息置位，直到 INHIBIT 再次切换为低电平和高电平或执行上电复位。（参见图13 ）

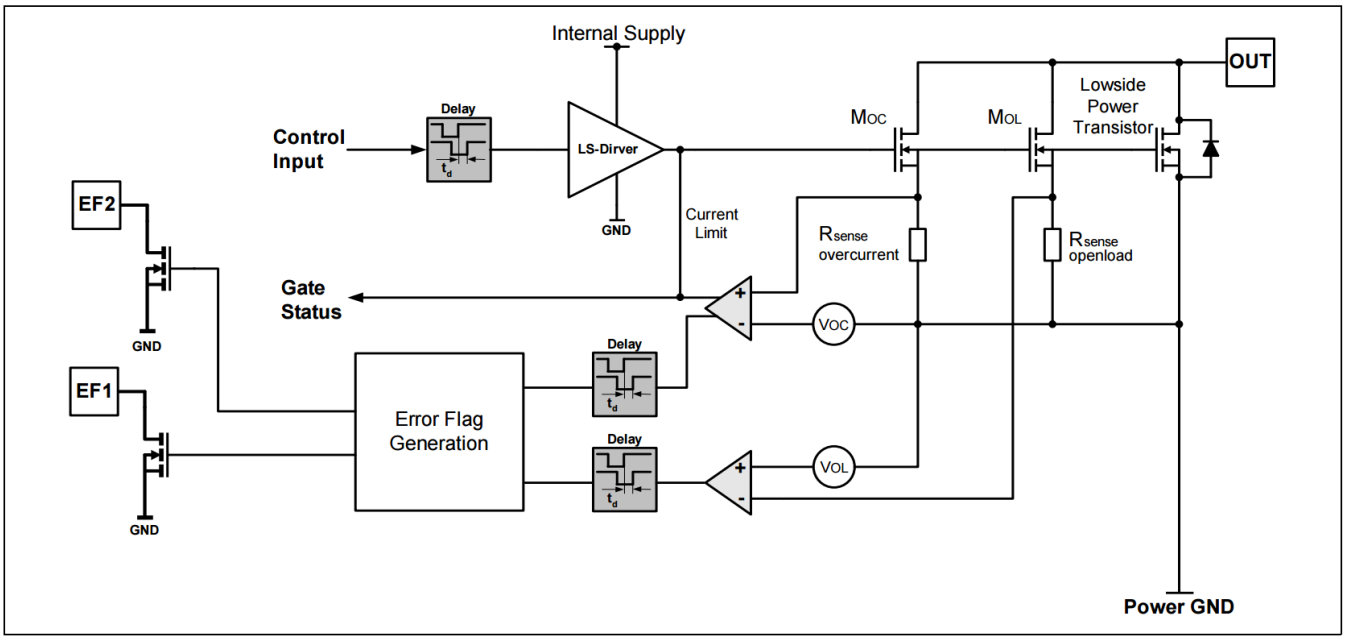


图10　　LS-switch 短路保护和负载开路检测简化原理图

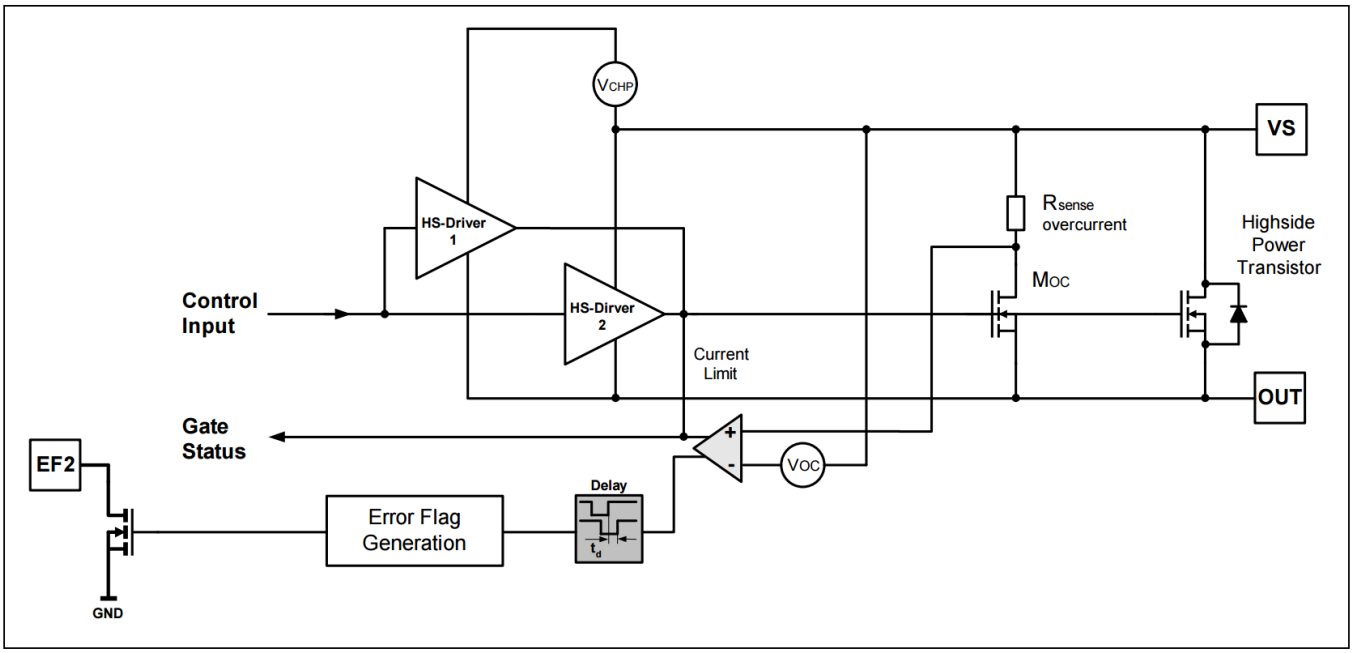


图 11　　HS-switch 短路保护简化原理图

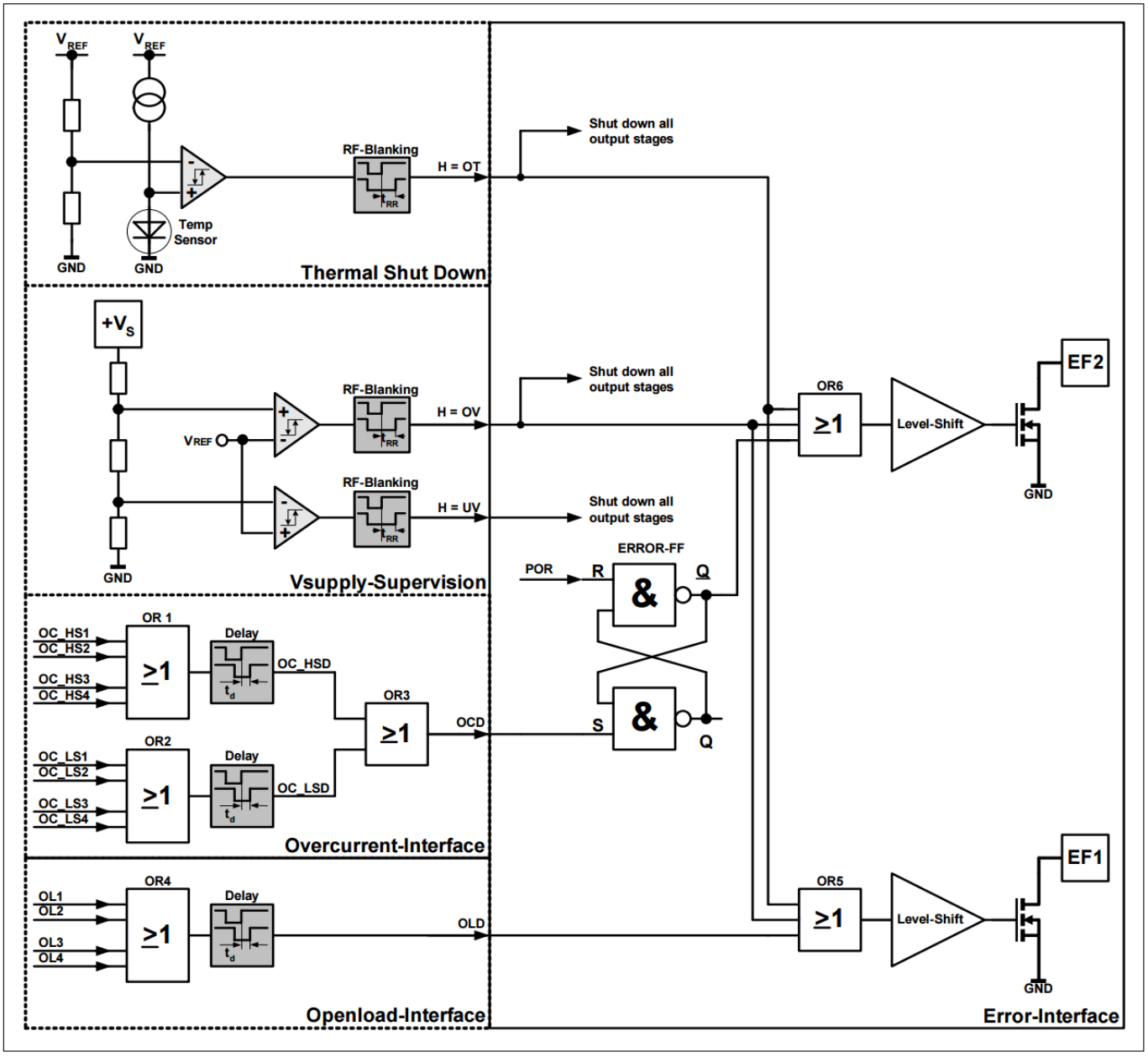


图 12　　TLE8444 错误标志生成概念的简化原理图

短路诊断

如果存在半桥输出到GND的短路，则器件的行为如下图13 所示。

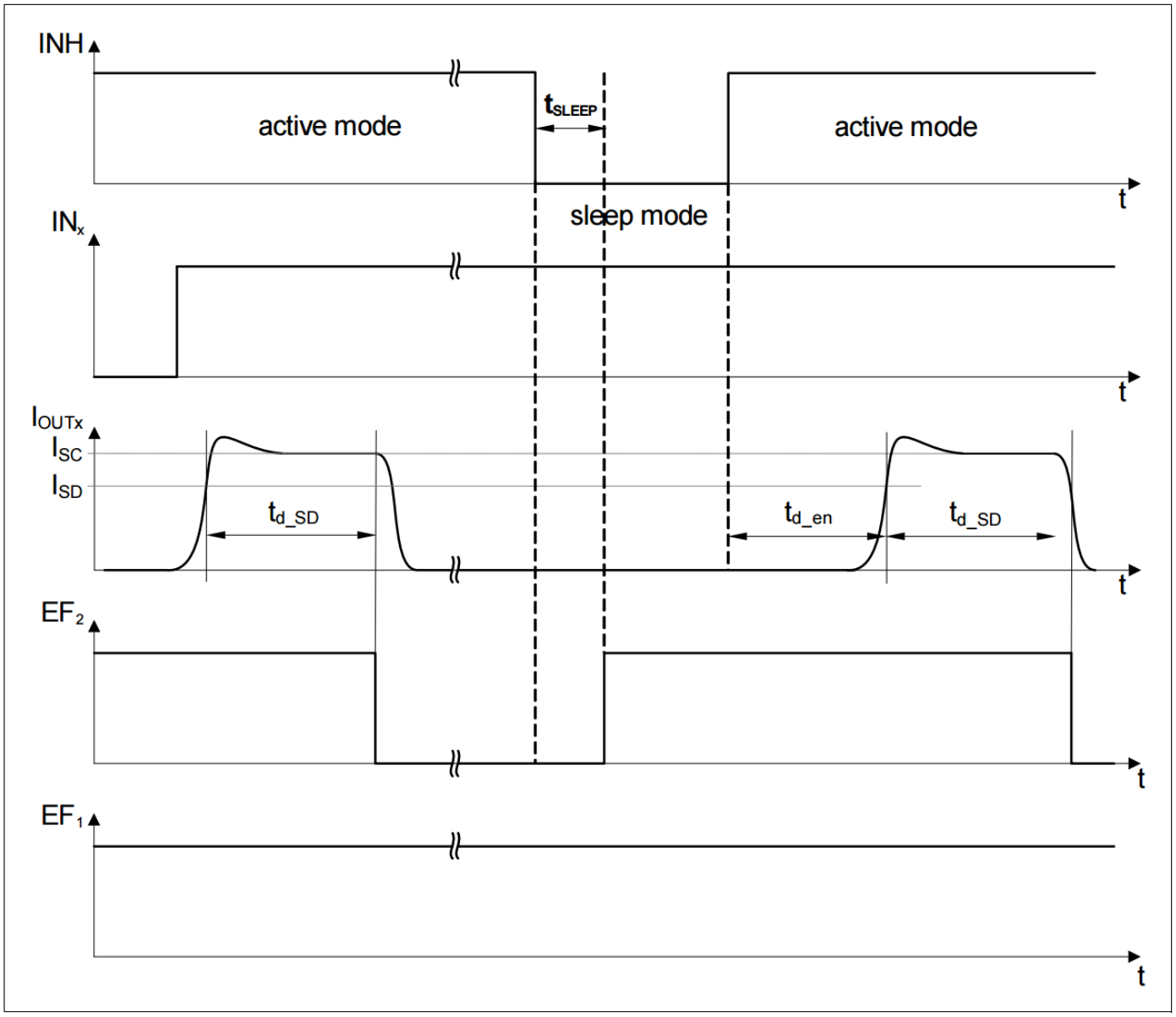


图 13　　过流信号

5.4.1.2 负载开路

导通状态下的开路负载检测是在桥接器输出的低边晶体管中实现的。如果通过低边晶体管的电流低于导通状态下的基准电流 I_{OLD} 且持续时间长于开路负载检测延迟时间 t_{d_OLD}，则开路负载错误标志为置位。然而，输出晶体管保持开启状态。负载开路错误标志具有自动恢复行为。负载开路检测示例如下图14、15所示。

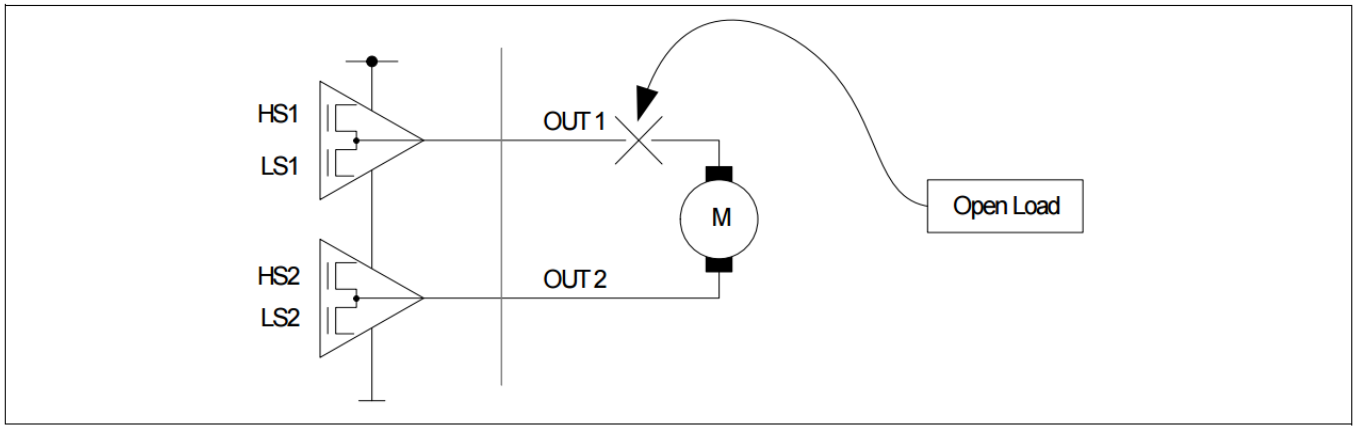


图14 负载开路示例

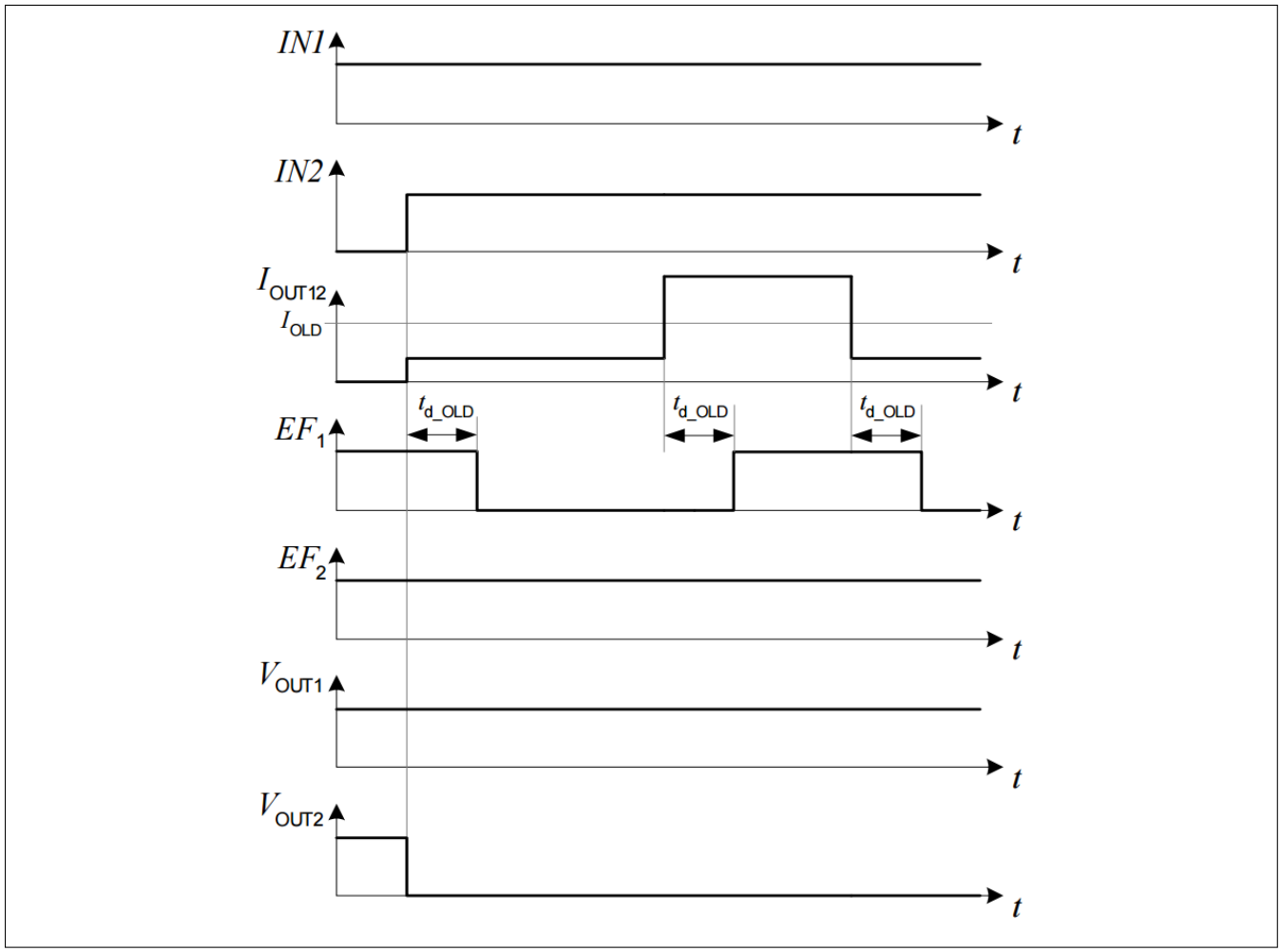


图15 负载开路信号

5.5 输出开关能力

防止交叉电流的死区时间

在桥接器配置中，确保高边和低边功率晶体管不会同时“ON”，以避免交叉电流。这通常是通过功率输出驱动级中的延迟集成来保证的，在关闭一个功率晶体管和打开同一半桥的另一个功率管之间产生所谓的死区时间。

为了确保不会导致交叉电流的切换斜率重叠，指定了死区时间 t_{db}。参见**图16，**测试电路如**图17**所示。

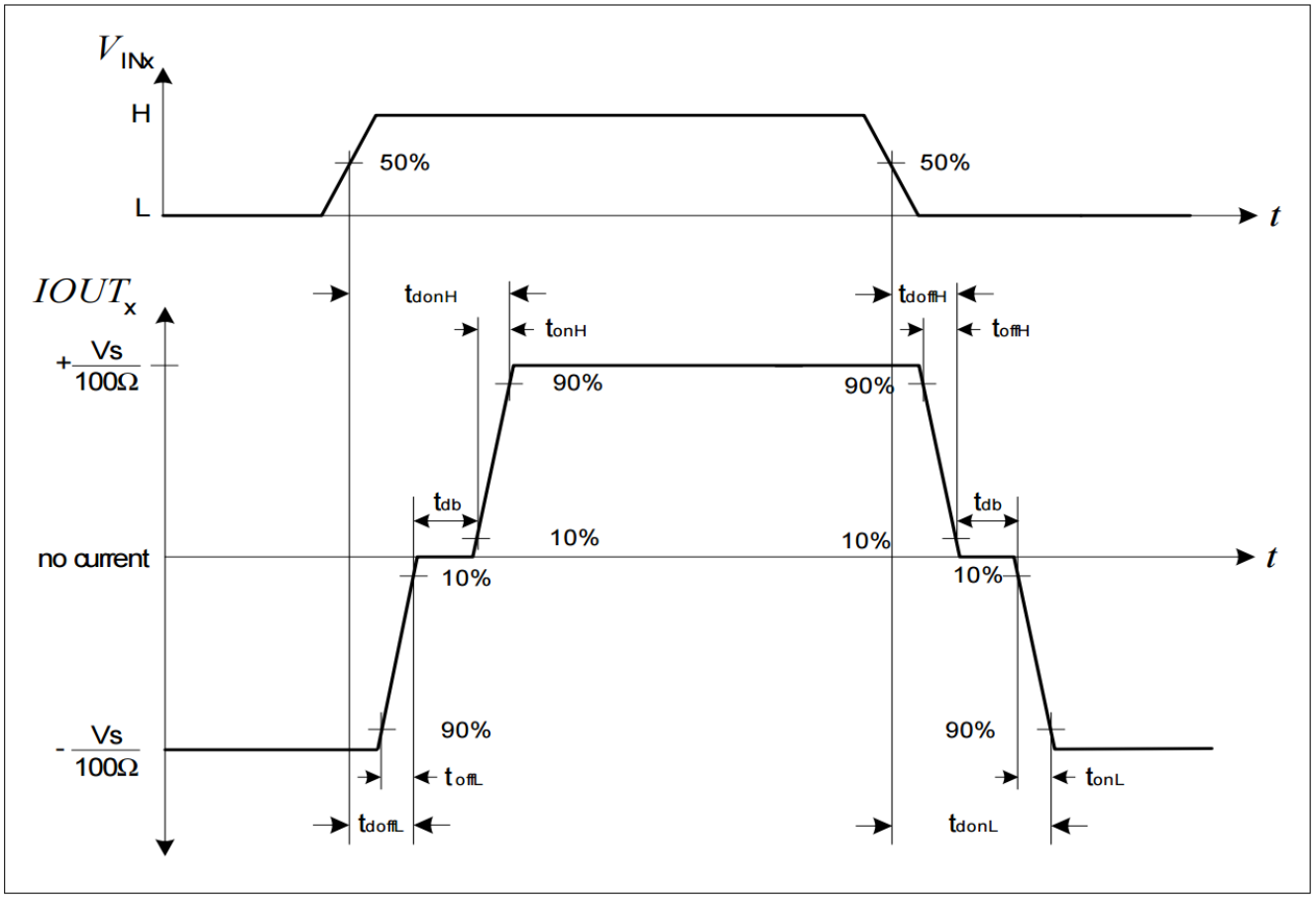


图 16　开关时间定义

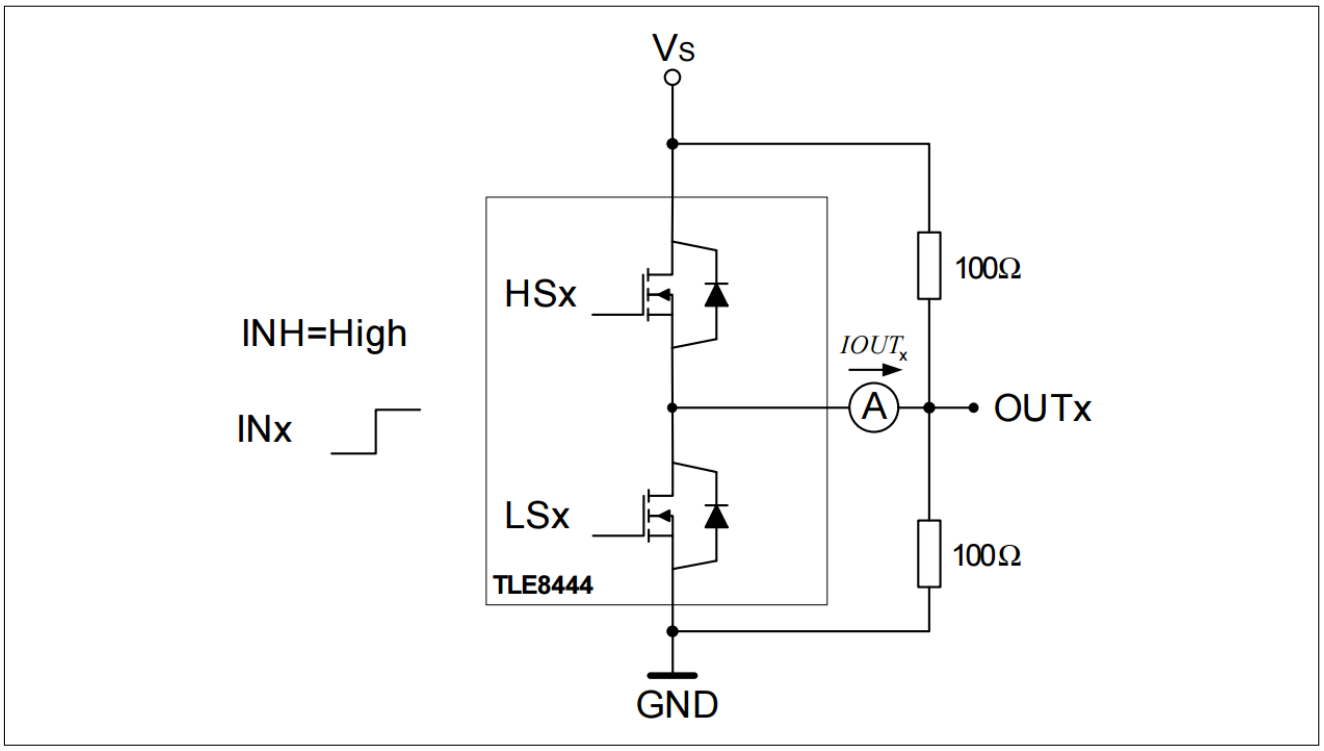


图 17　　开关时间特性电路

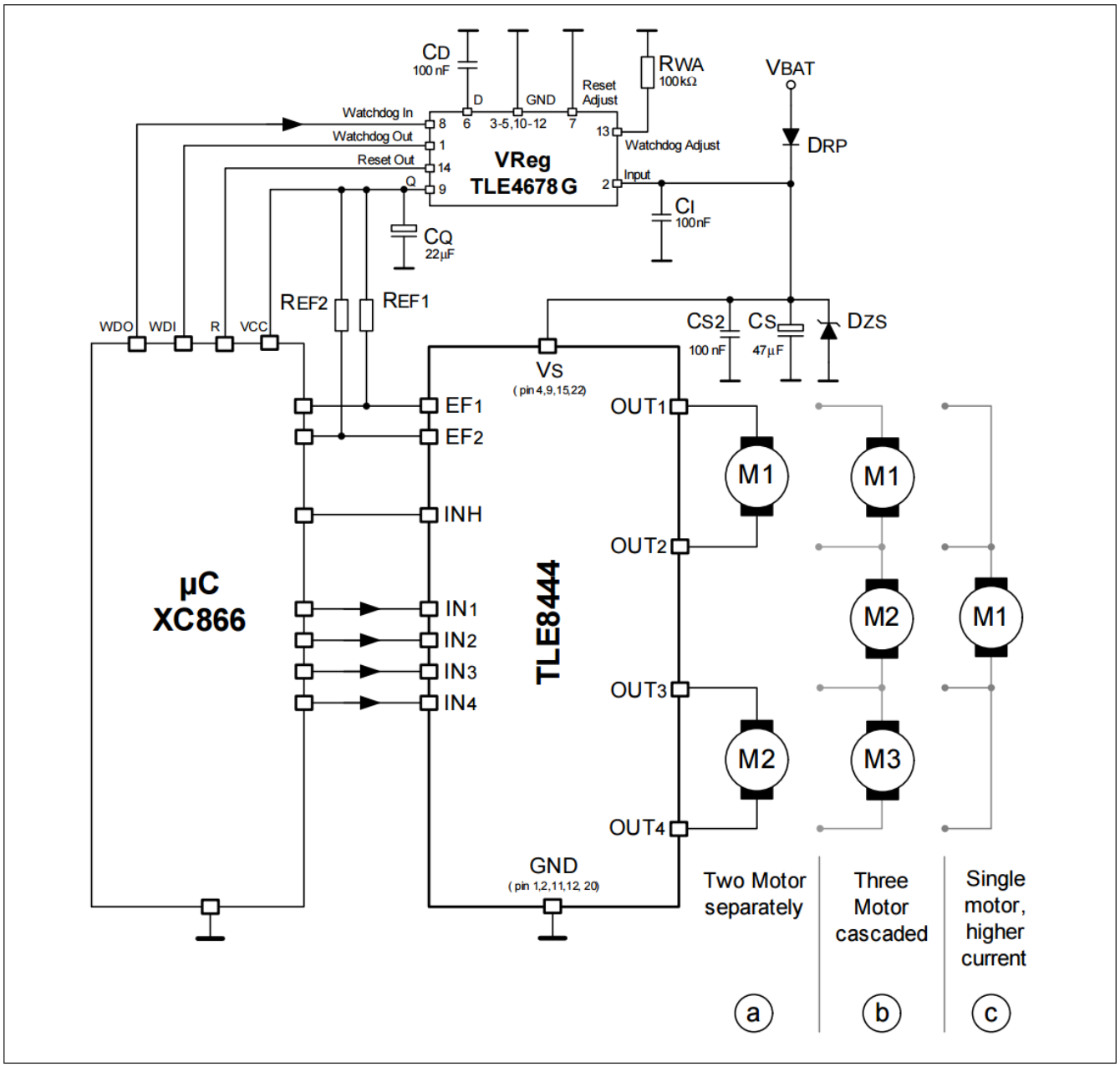


图18　直流有刷电机负载应用电路

图 18 a，两个电机分别驱动: 例如侧视镜xy位置。电机可以独立驱动，也可以并行驱动。

图 18 b，三台电机级联：例如HVAC风门控制。直流有刷电机永远不会同时开启。级联电机的切换应依次进行。这种设置可以驱动 3 个风门，从而节省一个半桥。

图 18 c，单电机更高电流：需要更高失速电流和浪涌电流的直流有刷电机应用。应用PCB的输入和输出走线布局必须尽可能对称，以确保器件正常工作。

注释：所有 VS 和GND引脚必须在外部连接在一起。CS和 CS2 电容器必须尽可能靠近 Vs 引脚放置，以优化电磁兼容性能。

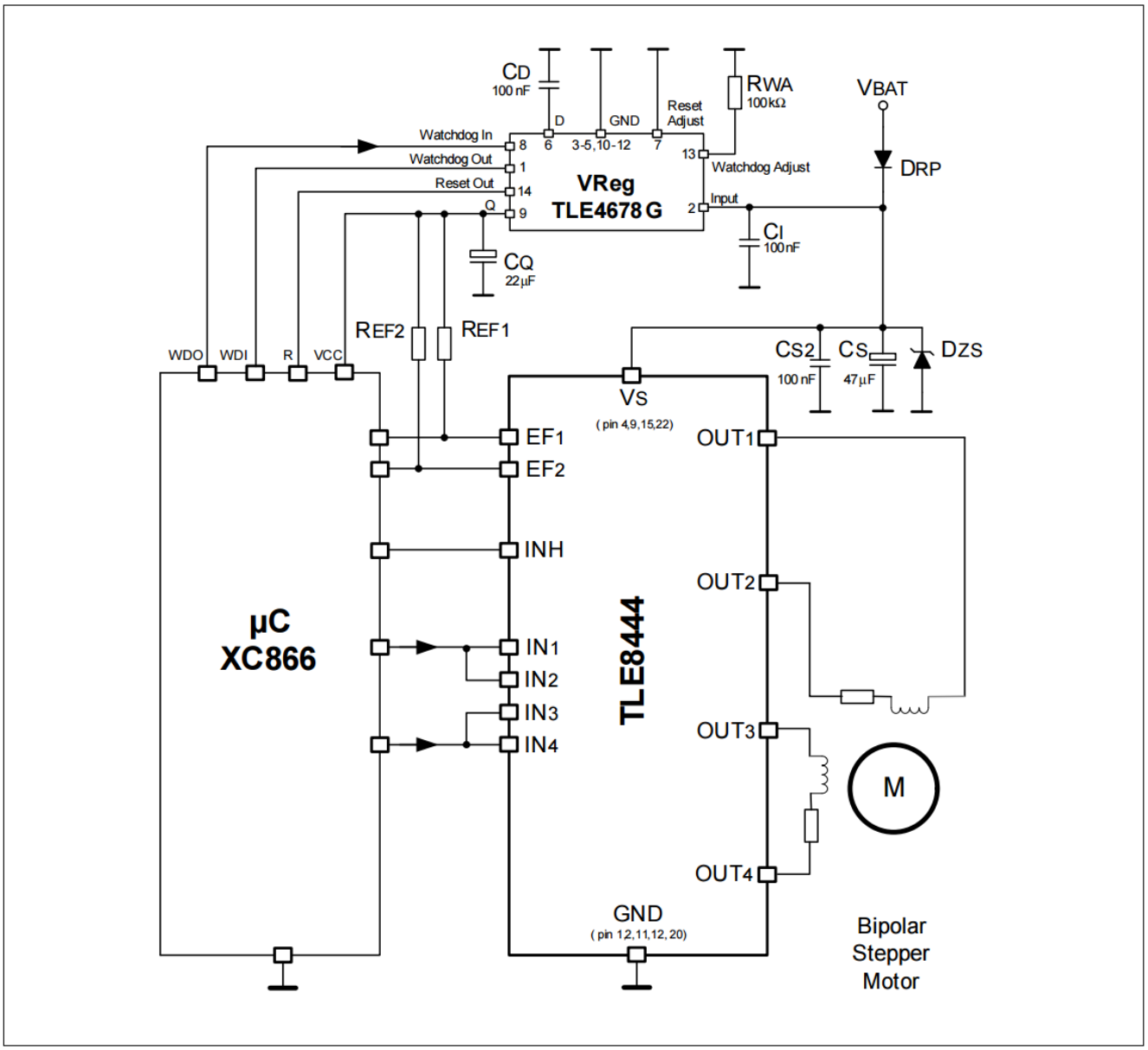


图 19　　双极步进电机负载应用电路

注释：所有 VS 和GND引脚必须在外部连接在一起。CS和 CS2 电容器必须尽可能靠近 Vs 引脚放置，以优化电磁兼容性能。

5.5.1 双极步进电机控制的应用注释

用于步进电机控制的 H 桥接器中的电流

为了实现双极步进电机转子的连续运动，相电流必须逐步反转。通过全桥的电流如下图 20 所示。左侧（图a）显示电流流经步进电机负载的相线圈HS1，LS2到达GND。下一步，通过关闭HS1和LS2，并激活HS2和LS1，使电流反向流经电机的相线圈（图b）。

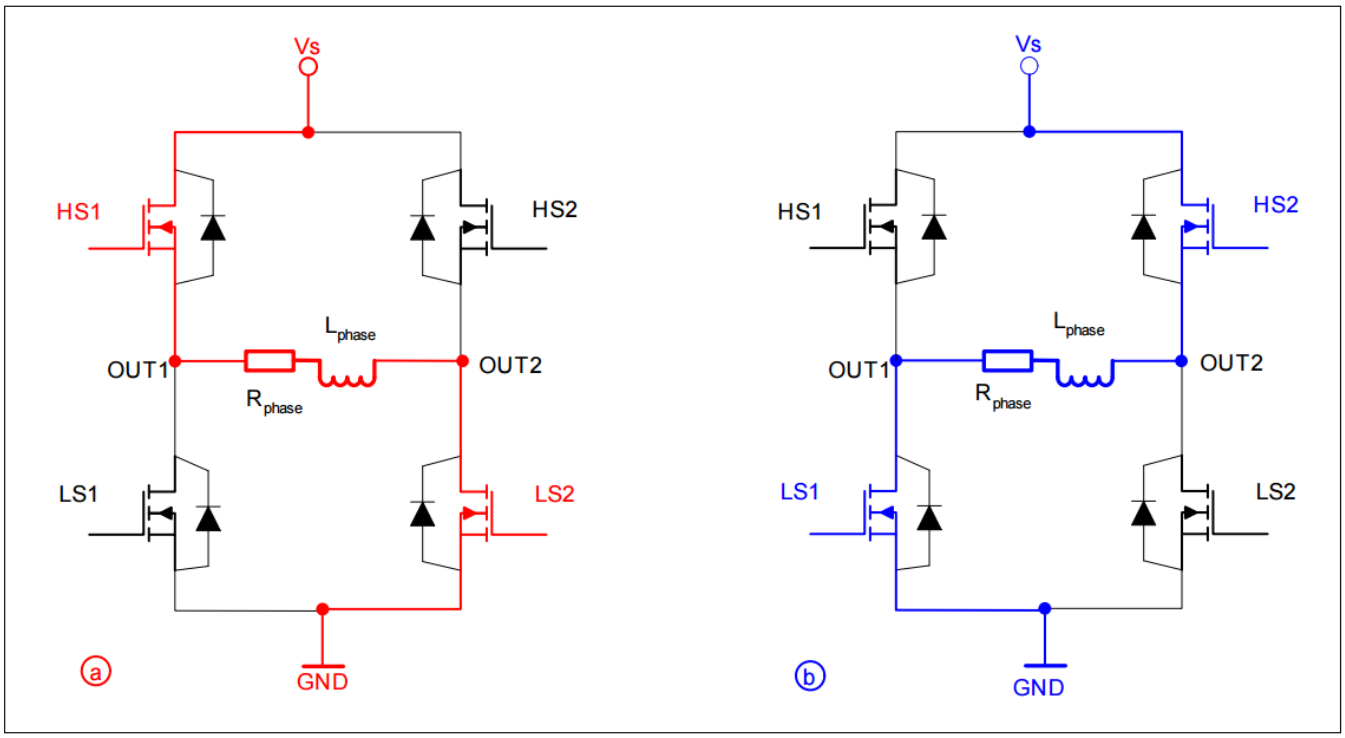


图20 在全桥运行中反转电流以实现步进电机运动

双极步进电机应用的控制模式

双极步进电机应用于线性定位，如怠速控制需要特定的输入信号模式，如图 21 所示。通常情况下，输出开关频率较低（约<2kHz）。这取决于所用的电机负载（L/R比）。

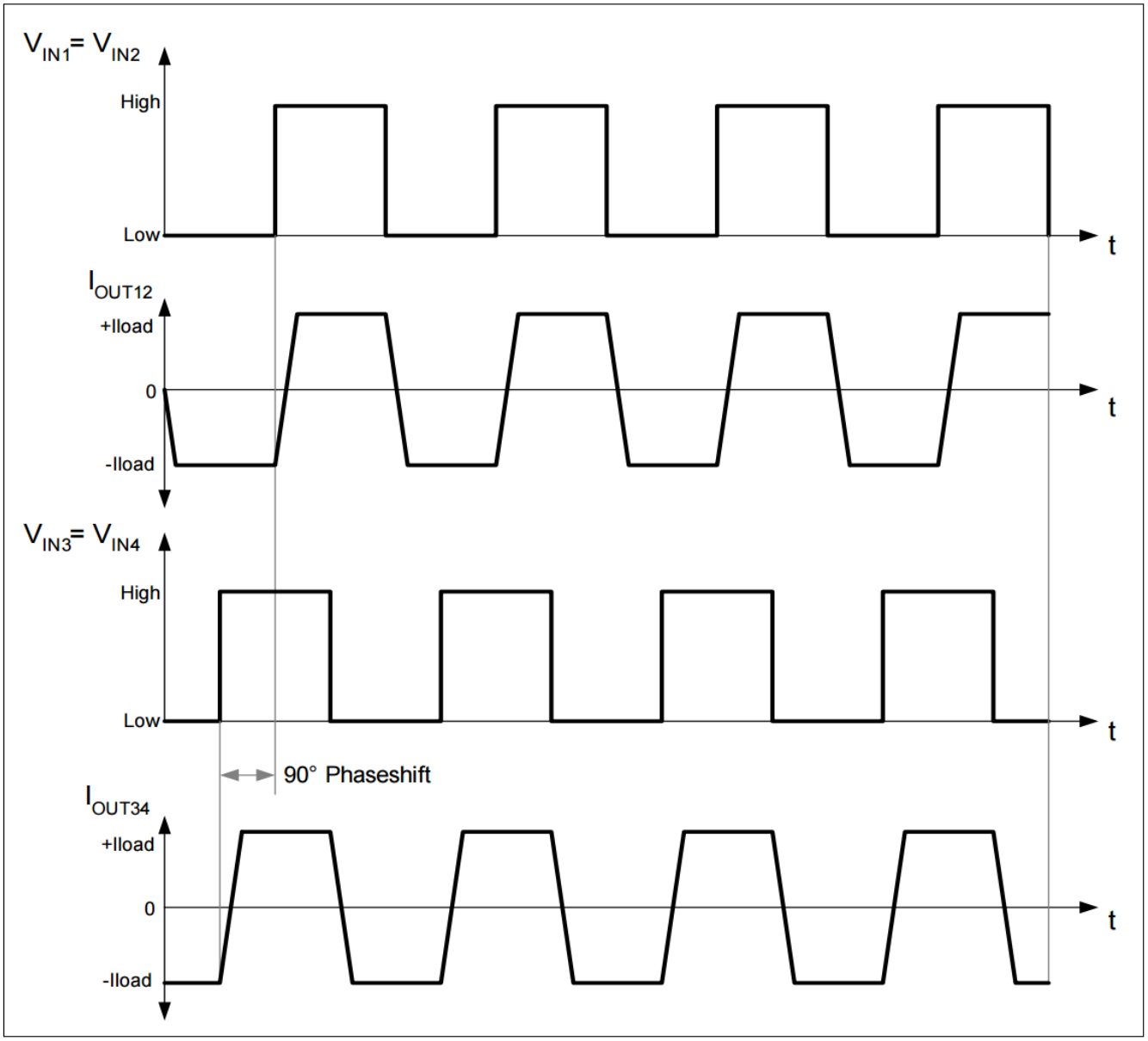


图21　双极步进电机控制（全步模式）

6 封装外形

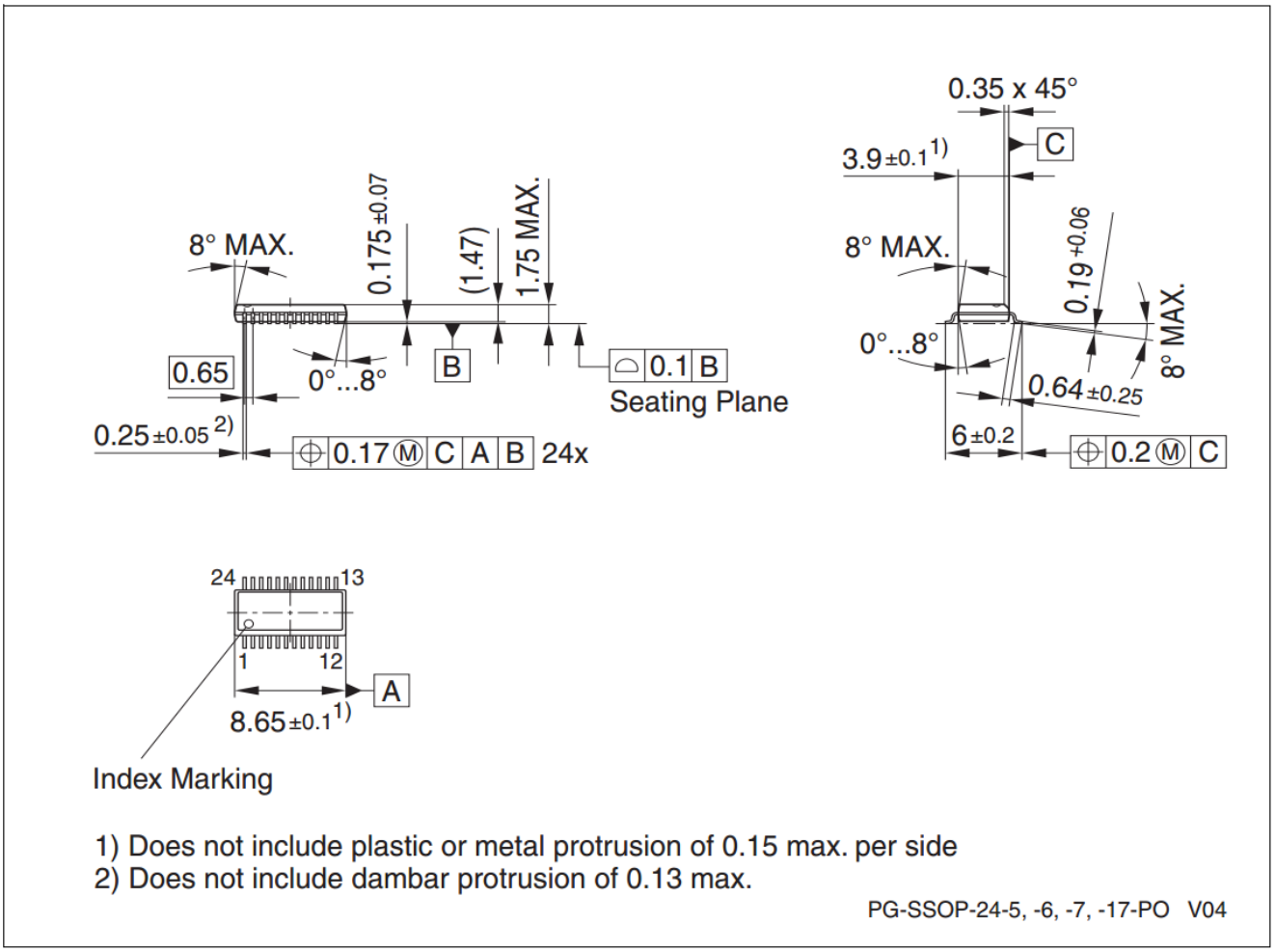


图 22 PG-SSOP-24（Plastic/Plastic Green - Dual Small Outline Package）

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）。

您可以访问英飞凌官方网站产品页 **http://www.infineon.com/products** 获取所有封装、包装方式及其他信息。

尺寸单位为毫米

7 修订记录

0.40.3

TLE 8444SL

修订记录: Rev. 1.2, 2022-10-07

Version	Subjects (major changes since last revision)
1.2	Package suffix deleted Package drawing with updated standoff
1.1	Package Illustration on overview sheet corrected from exposed pad to standard SSOP package
1.0	Final Data Sheet Release

Edition 2022-10-07

Published by
Infineon Technologies AG
81726 Munich, Germany

© 2022 Infineon Technologies AG

All Rights Reserved.

Legal Disclaimer

The information given in this document shall in no event be regarded as a guarantee of conditions or characteristics.With respect to any examples or hints given herein, any typical values stated herein and/or any information regarding the application of the device, Infineon Technologies hereby disclaims any and all warranties and liabilities of any kind, including without limitation, warranties of non-infringement of intellectual property rights of any third party.

Information

For further information on technology, delivery terms and conditions and prices, please contact the nearest Infineon Technologies Office (**www.infineon.com**).

Warnings

Due to technical requirements, components may contain dangerous substances. For information on the types in question, please contact the nearest Infineon Technologies Office.

Infineon Technologies components may be used in life-support devices or systems only with the express written approval of Infineon Technologies, if a failure of such components can reasonably be expected to cause the failure of that life-support device or system or to affect the safety or effectiveness of that device or system.Life support devices or systems are intended to be implanted in the human body or to support and/or maintain and sustain and/or protect human life.If they fail, it is reasonable to assume that the health of the user or other persons may be endangered.

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.

版本 **2026-08-25**

Infineon Technologies AG 出版，
德国 **Neubiberg 85579**

版权 © **2026 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

重要通知

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档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探勘（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。

如果本文档包含或引用软件：
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**。