

特性和优点

- 高精度，量程可配置，交直流电流检测。
- 全温区与全生命周期内灵敏度误差极低。
- 全温区与全生命周期内，偏移具有出色的稳定性。
- 高带宽可提供快速响应时间和低相位延迟。
- 差分原理可确保出色的杂散磁场抑制能力。
- 两个独立的快速过流检测 (OCD) 引脚具有可配置的阈值，可为电源电路提供快速保护机制（典型值为 0.7 μs ）。
- 全量程高达 31 mT，适用于大电流应用。
- 外形小巧，可降低插入阻抗，减少功率损耗。
- 可配置的模拟输出工作模式（全差分、半差分或单端，单向和双向，带或不带比率输出特性）
- 供电电压 3.1 至 3.5 V。
- 根据 ISO 26262 标准开发，安全等级可达 ASIL B。
- 提供不同的封装方案，可优化不同布线方案中的系统集成。



TLE4972-AE35D5

描述

TLE4972 是一款用于交流和直流测量的高精度微型无磁芯磁性电流传感器，带有模拟接口和两个快速过流检测输出。

英飞凌成熟稳健的霍尔技术可对电流产生的磁场进行精确、高线性度的测量。全量程可达 ± 31 mT，可测量高达 2,000 安培的电流。可以规避使用聚磁技术的开环传感器常见的所有负面影响（如饱和、磁滞）。该传感器根据功能安全标准 ISO 26262 开发，具有内部自诊断功能。

典型应用包括高压应用中的电机驱动、车载充电器、电池主开关、电源、过载和过流检测。

得益于英飞凌专有的数字应力和温度补偿技术，TLE4972 的数字辅助模拟概念可在全温区和全使用寿命内提供卓越的稳定性。差分测量原理可以极大地抑制杂散场，从而在恶劣的环境中运行。

该传感器有两种封装，可支持各种不同的系统集成方案。

两个独立的过流检测引脚 (OCD) 在测量电流超过配置阈值时提供快速输出信号，典型值为 0.7 μs 。

传感器会在出厂前预校准，在不同温度和压力环境下均能提供准确的输出。TLE4972 具有原位校准功能，可在系统级实现最高精度。

高度的可配置性可适配各种应用。

订购信息

Product Name	Product Type	Package	Ordering Number
TLE4972-AE35D5	Current sensor for automotive applications	PG-TDSO-16	SP004914362

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）。

引脚配置

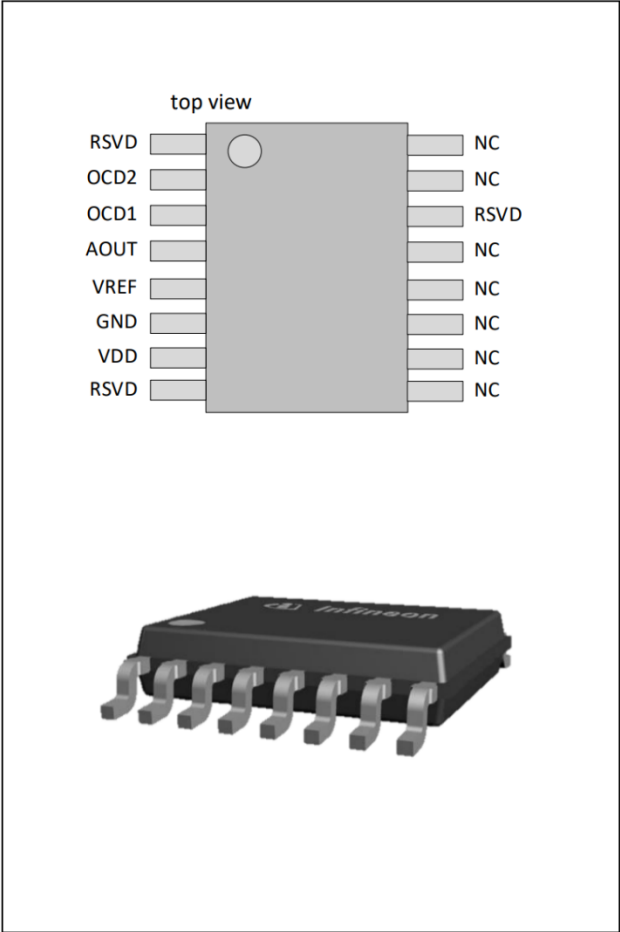


图 1 PG-TDSO-16 封装引脚配置

表 1 PG-TDSO-16 封装引脚配置

Pin No.	Symbol	Function
1 ¹⁾	RSVD	Pin shorted with lead frame.
2	OCD2	Over-current detection output 2 (open drain output).
3	OCD1	Over-current detection output 1 (open drain output).
4	AOUT	Analog signal output.
5	VREF	Reference voltage I/O or analog signal output in fully-differential mode.
6	GND	Ground.
7	VDD	Supply voltage.
8 ¹⁾	RSVD	Pin shorted with lead frame.
9-13	NC	Not connected with lead frame or sensor.
14 ¹⁾	RSVD	Pin shorted with lead frame.
15-16	NC	Not connected with lead frame or sensor.

1) 引线框架应连接至 GND。只有一个 RSVD 引脚应连接至接地，以避免通过引线框架形成接地回路。其他 RSVD 引脚应保持打开状态。

标准产品配置

表 2 标准产品配置

Parameter	Symbol	Value / Note
Sensitivity range ¹⁾	S_x	62 mV / mT $\pm 19.35 \text{ mT FS}^{2)}$ S3
Output mode ¹⁾	OP_{mode}	Semi-differential
Quiescent output voltage ¹⁾	V_{OQbid_1}	$V_{DD}/2$
Ratiometricity ³⁾	Ratio	OFF
OCD1 threshold level ¹⁾⁴⁾	$B_{THR1.x}$	$B_{THR1.2}$ $1.39 \times \text{FS}$
OCD1 deglitch filter setting ¹⁾	$OCD1_{gl_mul}$	0, filter disabled
OCD2 threshold level ¹⁾⁴⁾	$B_{THR2.x}$	$B_{THR2.4}$ $0.82 \times \text{FS}$
OCD2 deglitch filter setting ¹⁾	$OCD2_{gl_mul}$	0, filter disabled

1) 可在 EEPROM 中更改。

2) FS = 满量程。

3) 指定的精度参数适用于标准配置。请联系当地英飞凌销售办事处，了解比率开启配置。有关详细信息，请参阅用户手册。

4) 正负电流阈值水平对称。

目标应用

TLE4972 适用于交流和直流电流测量应用：

- 汽车电机驱动
- 辅助驱动
- 电流监测
- 过载和过流检测
- 汽车动力总成
- 电池总开关
- 电动助力转向
- 车载充电器等

它采用差分磁性测量原理，在暴露于外部磁场时仍具有很好的鲁棒性。该器件适用于快速过流检测，具有可配置的阈值级别。这样控制单元就可以关断电路，保护受影响的系统免受损坏。

目录

框图	5
绝对最大额定值	5
产品特性	6
功能输出说明	7
单端输出模式	7
全差分输出模式	7
半差分输出模式	8
模拟输出特性	9
温度漂移	11
快速过流检测 (OCD)	12
OCD 引脚外部连接	12
OCD 阈值	12
OCD 输出时序行为	12
快速过流检测 (OCD) 输出参数	13
欠压/过压检测	15
系统集成	16
封装外形	17
传感原理, 极性描述	17
修订记录	19

产品特性

表 4 工作范围

一般条件（若无特殊说明）： $V_{DD} = 3.3\text{ V}$; $T_a = -40\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +125\text{ }^{\circ}\text{C}$

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	Note / Test Condition
Supply voltage	V_{DD}	3.1	3.3	3.5	V	
Ambient temperature	T_a	-40	-	+125	$^{\circ}\text{C}$	
Operating junction temperature	T_{J_OP}	-40	-	+160	$^{\circ}\text{C}$	
Capacitance on analog output pins	C_o	4.7	6.8	8	nF	Without series resistor, including parasitic cap on the board.
Reference input voltage	V_{REF_NOM}	-	1.65	-	V	Single-ended mode reference voltage. Other values can be configured in EEPROM: 1.5 V, 1.8 V. For other values refer to the user manual.
Reference input voltage variation	V_{REF_var}	-10	-	+10	%	In single-ended mode.
EEPROM programming voltage	V_{IO_PRG}	20.5	-	20.7	V	To be applied on OCD2 pin.
Sensitivity calibration range	S_{cal_rng}	-15	-	+15	%	Calibration range available for eol calibration.

表 5 工作参数

一般条件（除非另有说明）： $V_{DD} = 3.3\text{ V}$; $T_a = -40\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +125\text{ }^{\circ}\text{C}$

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	Note / Test Condition
Current consumption	I_{DD}	-	18	25	mA	$I_{AOUT} = 0\text{ mA}$
Current consumption during programming ¹⁾	I_{DD_Prog}	-	-	10	mA	Type tested. Through OCD2 pin
Power-on delay time	t_{POR}	-	-	1.5	ms	From V_{DD} rising above $V_{DD(min)}$ to full operation. Output with lower accuracy is available within 0.5 ms.
Voltage on interface pin OCD1	V_{IO_OCD1}	-0.3	-	3.5	V	
Voltage on interface pin OCD2	V_{IO_OCD2}	-0.3	-	3.5	V	In functional mode
Voltage on analog output AOUT	V_{AOUT}	-0.3	-	$V_{DD} + 0.3$	V	
Supply undervoltage lockout threshold	U_{VLOH_R}	-	-	2.93	V	V_{DD} at rising edge
Supply undervoltage lockout threshold	U_{VLOH_F}	2.5	-	-	V	V_{DD} at falling edge
Supply overvoltage lockout threshold	O_{VLOH}	3.55	-	-	V	V_{DD} at rising edge
OCD undervoltage detection limit	V_{DD_OCD}	1.8	-	U_{VLOH_R}	V	For $V_{DD} < V_{DD_OCD}$ undervoltage may not be performed.
Undervoltage/overvoltage lockout delay	t_{UVLOe}	1	-	3	μs	Enabled to disabled

1) 非产品测试数据 – 由设计和特性鉴定规定。

功能输出说明

模拟输出信号取决于以下输出模式：

- 单端
- 全差分
- 半差分

单端输出模式

在单端模式下，VREF 引脚用作输入引脚，提供模拟基准电压 V_{REF} 。AOUT 上的电压 V_{AOUT} 与电流轨上的测量电流 I_{PN} 成比例。

S 是传感器的灵敏度， V_{OQ} 是传感器的静态电压，因此输出电压可表示如下：

$$V_{O(I_{PN})} = V_{OQ} + S \cdot B_{diff}$$

其中， B_{diff} 被定义为霍尔探头位置的平均差分磁场：

$$B_{diff} = \frac{(B_{H1} - B_{H2})}{2}$$

静态电压 V_{OQ} 是当 $I_{PN} = 0$ 时， V_{AOUT} 的电压值。 V_{OQ} 跟踪 VREF 上的电压。如果选择单端模式，静态电压 V_{OQ} 与 VREF 引脚上的电压成比率关系。

$$V_{OQ}(V_{REF}) = V_{REF}$$

如果启用增益比率度，则输出灵敏度与 VREF 引脚上的基准电压成比率

$$S(V_{REF}) = S(V_{REF_nom}) \cdot \left[1 + \frac{(V_{REF} - V_{REF_nom}) \cdot K_S}{V_{REF_nom}} \right]$$

当 $K_S = 1$ 时，公式变为

$$S(V_{REF}) = S(V_{REF_nom}) \cdot \left[\frac{V_{REF}}{V_{REF_nom}} \right]$$

表 4 列出了 V_{REF_nom} 参数的可能值。

全差分输出模式

在全差分模式下，VREF 和 AOUT 均为模拟输出，相移 180°，以实现双电压摆幅。

输入电流为零时，AOUT 和 VREF 提供 $V_{DD}/2$ 的标称电压电平。

在这种情况下，芯片内部基准电压来自电源引脚 VDD 和 GND。

AOUT 和 VREF 表示如下：

$$V_{AOUT}(I_{PN}) = V_{QAOUT} + S \cdot B_{diff}$$

$$V_{REF}(I_{PN}) = V_{QVREF} - S \cdot B_{diff}$$

在这种模式下，AOUT (V_{QAOUT}) 和 VREF (V_{QVREF}) 的标称静态电压可编程为两个不同的值（参见 V_{OQBID} ）。如果标称静态电压为 1.65V，并启用偏移比率测量，则静态电压可表示如下：

$$\begin{aligned} V_{QAOUT}(V_{DD}) &= V_{QVREF}(V_{DD}) = \\ &= V_{QAOUT}(3.3V) \left[1 + \frac{(V_{DD} - 3.3V) \cdot K_{OQ}}{3.3V} \right] \end{aligned}$$

由于比率系数 K_{OQ} 的标称值为 1，因此公式变为：

$$V_{QAOUT}(V_{DD}) = V_{QVREF} = \frac{V_{DD}}{2}$$

在全差分模式下，灵敏度与 VDD 的函数关系一般可表示如下：

$$S(V_{DD}), diff = S(3.3V), diff \cdot \left[1 + \frac{(V_{DD} - 3.3V) \cdot K_S}{3.3V} \right]$$

由于比率系数 $K_S = 1$ ，上式变为如下所示：

$$S(V_{DD}), diff = S(3.3V), diff \cdot \frac{V_{DD}}{3.3V}$$

半差分输出模式

在半差分模式下，传感器使用芯片内部基准电压来产生静态电压，该静态电压可在 VREF 引脚（用作输出）上获取。

AOUT 作为单端信号输出模拟测量结果。

静态电压可编程为 3 个不同的值， V_{OQbid_1} 和 V_{OQbid_2} 用于双向电流， V_{OQuni} 用于单向电流（见表 6）。

AOUT 上的静态电压理论上等于 VREF 引脚输出的内部基准电压。

静态电压设置为电源电压的一半或 1.5V (V_{OQbid})，以测量双向电流，而静态电压设置为较低值 (V_{OQuni})，以便在测量单向电流时更好地利用全电压范围。

如果选择了半差分模式并启用了灵敏度比率输出特性，则输出灵敏度可编程，且与 V_{DD} 成比例关系，遵循与全差分模式相同的公式。

模拟输出特性

表 6 模拟输出特性

一般条件 (除非另有说明) : $V_{DD} = 3.3 \text{ V}$; $T_a = -40^\circ\text{C} \dots +125^\circ\text{C}$

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Note / Test conditions
Quiescent output voltage (bidirectional option 1) ¹⁾²⁾³⁾	V_{OQbid_1}	-	$V_{DD}/2$	-	V	$B_{diff} = 0 \text{ T}$; programmable options in fully-differential or semi-differential ³⁾ (bidirectional) modes
Quiescent output voltage (bidirectional option 2) ¹⁾	V_{OQbid_2}	-	1.5	-	V	$B_{diff} = 0 \text{ T}$; programmable options in fully-differential or semi-differential (bidirectional) modes
Quiescent output voltage (unidirectional mode) ¹⁾	V_{OQuni}	-	$V_{DD}/5.5$	-	V	$B_{diff} = 0 \text{ T}$; programmable option in semi-differential mode, unidirectional case.
Analog output saturation voltage	V_{SAT}	-	150	300	mV	$V_{DD} - V_{AOUT}$ Output current = 2 mA
Analog output drive capability	I_o	-2	-	2	mA	DC current
Sensitivity range 1 ¹⁾³⁾	$S1$	-	38.75	-	mV/mT	$\pm 30.97 \text{ mT FS}$ (Full Scale)
Sensitivity range 2 ¹⁾³⁾	$S2$	-	46.5	-	mV/mT	$\pm 25.81 \text{ mT FS}$
Sensitivity range 3 ¹⁾²⁾³⁾	$S3$	-	62	-	mV/mT	$\pm 19.35 \text{ mT FS}$
Sensitivity range 4 ¹⁾³⁾	$S4$	-	93	-	mV/mT	$\pm 12.9 \text{ mT FS}$
Sensitivity range 5 ¹⁾³⁾	$S5$	-	124	-	mV/mT	$\pm 9.68 \text{ mT FS}$
Sensitivity range 6 ¹⁾³⁾	$S6$	-	186	-	mV/mT	$\pm 6.45 \text{ mT FS}$
Sensitivity ratiometry factor	K_s	-	1	-	-	
Quiescent ratiometry factor	K_{OQ}	-	1	-	-	
Transfer function cutoff frequency	BW	120	210	-	kHz	-3dB criterion, $C_0 = 6.8 \text{ nF}$
Output phase delay ⁴⁾	ϕ_{delay}	-	43.2	60.5	°	Type tested, $f_{signal} = 120 \text{ kHz}$
Output group delay ⁴⁾	φ_{gdelay}	-	1	1.4	μs	Type tested
Output group delay variation ⁴⁾	φ_{gdelay_v}	-20	-	20	%	Type tested, Over temperature and lifetime
Output noise density ⁵⁾⁶⁾	I_{NOISE}	-	90	175	nT/√Hz	Referenced to input differential magnetic field. Typical value is at 25°C , max value is for $T_a < 125^\circ\text{C}$. Higher noise is present at higher temperatures.

1) 用户可自行编程。

2) 预置设置。

3) 数值指的是输入差分磁场 B_{diff} , 即霍尔探头标称位置的平均差分磁场: $B_{diff} = (B_{H1} - B_{H2}) / 2$ 。该值适用于 $V_{REF} = 1.65 \text{ V}$ 的半差分模式或单端模式。灵敏度值在全差分模式下会翻倍。

4) 非产品测试数据--由设计、特性鉴定和资格认证规定。

5) 全差分模式下的典型值, 灵敏度范围 6。

6) $Noise\ Density = \frac{Output\ Noise\ [V_{RMS}]}{\sqrt{\frac{\pi}{2} * BW[Hz]}} * \frac{1}{Sensitivity\ [\frac{mV}{mT}]}$

表 6 模拟输出特性 (续)

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Note / Test conditions
External homogeneous magnetic field suppression ⁴⁾	BSR	34	40	-	dB	Type tested. Frequency up to 4 kHz. Up to 20 mT homogeneous field applied.
Initial sensitivity error ⁴⁾	E_{SENS}	-5	-	5	%	@ $T_a = 25^\circ\text{C}$. Initial error can be compensated in application by EOL-calibration at RT.
Sensitivity calibration resolution ⁴⁾	E_{SENS_cal}	-	0.12	-	%	Calibration resolution varies with calibration code. Further details to be found in the user manual.
Sensitivity drift over temperature ⁴⁾⁷⁾	E_{SENST}	-1.5	± 1	1.5	%	Typical refers to 3σ
Sensitivity drift over temperature and lifetime ⁴⁾⁷⁾⁸⁾	E_{SENSL}	-1.9	± 1.1	1.9	%	Temperature range: $25^\circ\text{C} - 125^\circ\text{C}$
Initial offset error	E_{OFF_init}	-200	-	200	μT	@ $T_a = 25^\circ\text{C}$. Type tested with standard product configuration. Initial error can be compensated in application by EOL-calibration at RT.
Offset calibration resolution ⁴⁾	E_{OFF_cal}	-	13.5	-	μT	Further details to be found in the user manual.
Output offset variation over temperature and lifetime ⁴⁾⁸⁾	E_{OFF_L}	-100	± 30	100	μT	Typical refers to 3σ
Total drift over temperature ⁴⁾⁷⁾	E_{TOTT}	-1.6	-	1.6	%	Percentage of FS, range S1. Includes gain, offset, and linearity error. Includes also ratiometricity error if ratiometricity is enabled.
Total drift over temperature and lifetime ⁴⁾⁷⁾⁸⁾	E_{TOTL}	-2	± 1.4	2	%	Percentage of FS, range S1. Includes gain, offset, and linearity error. Temperature range: $25^\circ\text{C} - 125^\circ\text{C}$.

4) 非产品测试数据--由设计、特性鉴定和资格认证规定。

7) 比率测量值设置为 OFF (默认配置) 时有效。请联系当地英飞凌销售办事处, 了解比率开启配置。有关详细信息, 请参阅用户手册。

8) 最小/最大值来自 AEC-Q100 认证。典型值为 AEC-Q100 认证期间测得的 $\pm 3\sigma$ 值。

温度漂移

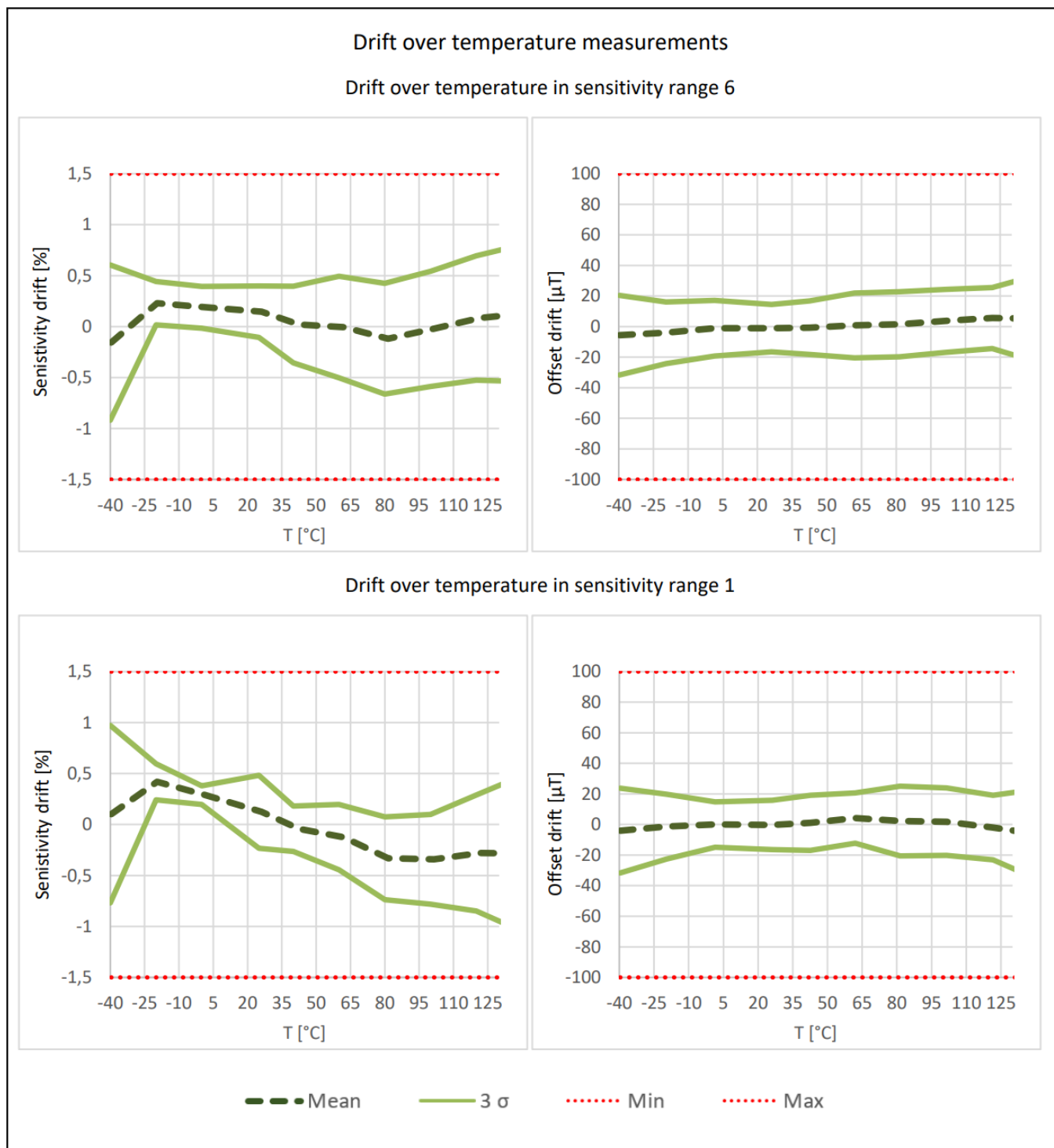


图 3 灵敏度范围 6 和 1 中的灵敏度和偏移漂移随温度变化的情况

快速过流检测 (OCD)

过流检测 (OCD) 功能可快速检测过流事件。霍尔探头的原始模拟输出直接输入具有可编程开关阈值的比较器。该系统采用了用户可编程降噪滤波器，以避免因快速开关瞬态而误触发。开漏 OCD 引脚为低电平有效，可直接与电路板线与操作，以获得过流检测信号。TLE4972 支持两个独立的可编程 OCD 输出，适合不同的应用需求。

OCD 引脚的响应速度非常快。OCD 引脚可用作快速关闭电流源以及精确检测软过载条件的陷阱功能。

OCD 引脚外部连接

OCD 引脚设计为漏极开路输出，与微控制器和/或预驱动器的逻辑输入引脚相连，以快速响应过流事件。OCD1 引脚可轻松设置为线与配置，只需通过一个微控制器引脚即可监控多个电流传感器的输出。如果 EEPROM 中已启用诊断模式（默认），则不同传感器的 OCD2 引脚不得连接在一起。在这种情况下，一个传感器的 OCD2 故障指示可能会迫使引脚接地，从而无意中激活其他传感器的诊断模式。有关诊断模式的详细信息，请参阅设备的安全手册。

OCD 阈值

OCD 输出的对称阈值电平可调，在出现正或负过流时触发过流事件。表 8 和表 9 列出了可能的阈值电平。有关编程设置的说明将在另一份名为 TLE4972 编程指南的文档中记录。

OCD 输出时序行为

两个输出引脚都具有去毛刺滤波器，可避免电流轨上的噪声尖峰造成误触发。去毛刺滤波器可根据应用需要进行编程。表 8 和表 9 列出了可用选项。

当输入电流阶跃超过阈值至少 10% 时，指定的去毛刺时间有效。图 4 显示了 OCD 输出引脚在不同过流事件中的典型行为。

过流脉冲 1：持续时间超过过流响应时间，即 $t_{D_OCDx} + \text{响应时间抖动 } \Delta t_{D_OCDx} + \text{去毛刺滤波时间 } t_{\text{deglitch}}$ 。OCD 输出电压置为低电平，直至电流值降至 OCD 阈值以下。

过流脉冲 2：持续时间不超过过流响应时间 t_{D_OCDx} ，因此不会产生 OCD 事件。

过流脉冲 3：持续时间超过响应时间 $t_{D_OCDx} + \text{响应时间抖动 } \Delta t_{D_OCDx}$ ，但未超过去毛刺滤波时间 t_{deglitch} ，且未产生 OCD 事件。

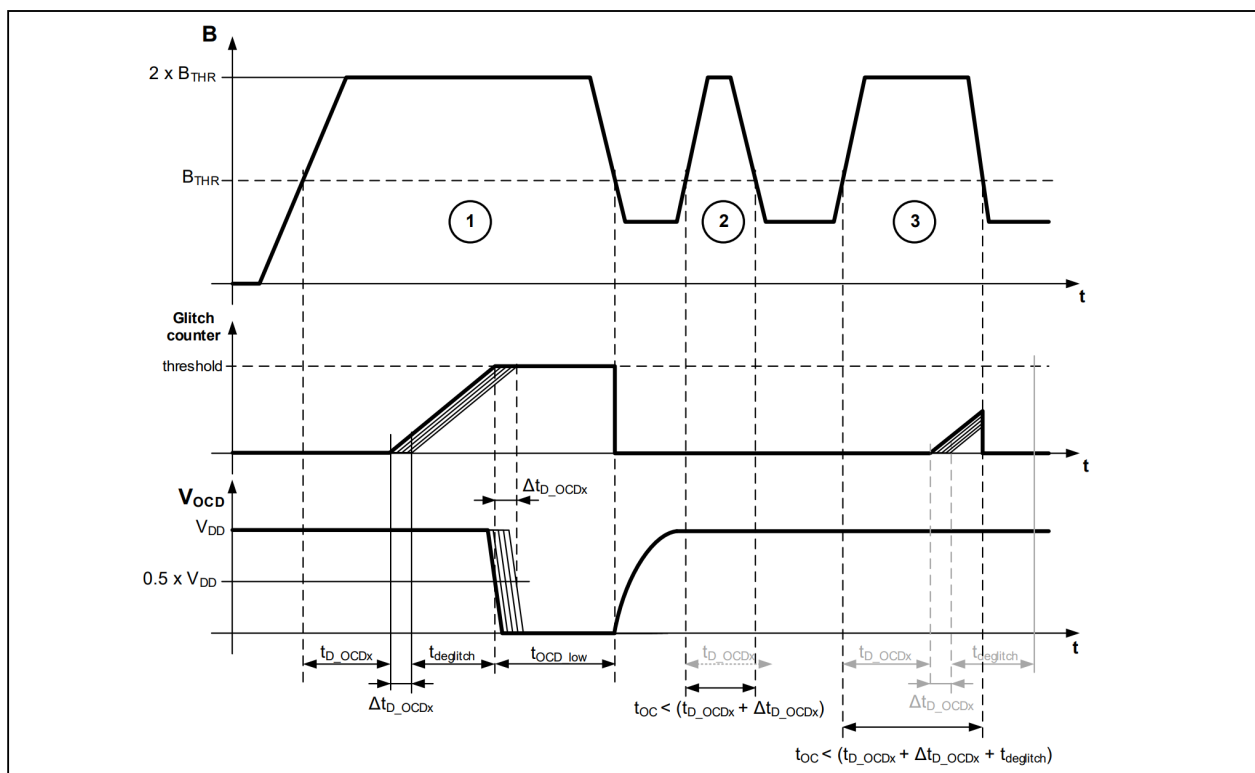


图 4 快速过流检测输出时序

快速过流检测 (OCD) 输出参数

表 7 OCD 常用参数

一般条件（除非另有说明）： $V_{DD} = 3.3\text{ V}$; $T_a = -40\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +125\text{ }^{\circ}\text{C}$, $C_L = 1\text{ nF}$, $R_{PU} = 4.7\text{ k}\Omega$

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Note / Test Conditions
Threshold level tolerance ¹⁾	I_{THT}	-10	-	10	%	Type tested
Response time jitter ¹⁾	Δt_{D_OCDx}	-	-	0.11	μs	1 σ , type tested $B = 2 \times B_{THR}$, input rise time $0.5\text{ }\mu\text{s}$
Deglintch filter basic time	t_{OCDgl}	400	500	600	ns	Basic time for deglitching filter setting $OCDx_{gl_mul}$
Detection minimum time	t_{OCD_low}	3	-	-	μs	Valid for both OCDs
Load capacitance	C_L	-	-	1	nF	
Open-drain current	I_{OD_ON}	-	-	1	mA	DC current
Pull-up resistor	R_{PU}	-	4.7	10	k Ω	To V_{DD}

1) 非产品测试数据--由设计、特性鉴定和资格认证规定。

表 8 OCD1 参数

一般条件（除非另有说明）： $V_{DD} = 3.3\text{ V}$; $T_a = -40\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +125\text{ }^{\circ}\text{C}$, $C_L = 1\text{ nF}$, $R_{PU} = 4.7\text{ k}\Omega$

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Note / Test Conditions
Threshold level 1 ¹⁾²⁾	$B_{THR1.1}$	-	1.25	-	-	Factor with respect to FS (Full Scale)
Threshold level 2 ¹⁾²⁾³⁾	$B_{THR1.2}$	-	1.39	-	-	Factor with respect to FS
Threshold level 3 ¹⁾²⁾	$B_{THR1.3}$	-	1.54	-	-	Factor with respect to FS
Threshold level 4 ¹⁾²⁾	$B_{THR1.4}$	-	1.68	-	-	Factor with respect to FS
Threshold level 5 ¹⁾²⁾	$B_{THR1.5}$	-	1.82	-	-	Factor with respect to FS
Threshold level 6 ¹⁾²⁾	$B_{THR1.6}$	-	1.96	-	-	Factor with respect to FS
Threshold level 7 ¹⁾²⁾	$B_{THR1.7}$	-	2.11	-	-	Factor with respect to FS
Threshold level 8 ¹⁾²⁾	$B_{THR1.8}$	-	2.25	-	-	Factor with respect to FS
Response time ⁴⁾	t_{D_OCD1}	-	0.7	1	μs	$B_{diff_Hall} = 2 \times B_{THR}$
Fall time ⁵⁾	t_{f_OCD1}	-	100	150	ns	Type tested
Deglintch filter setting ²⁾⁶⁾	$OCD1_{gl_mul}$	0	-	7	-	$t_{degitch} = OCD1_{gl_mul} \cdot t_{OCDgl}$ pre-configured setting = 0
Threshold level setting ²⁾	$OCD1_{THRLVL}$	0	-	63	-	

1) 正负电流阈值水平对称。

2) 用户可自行编程。中间阈值水平可根据以下公式设置。更多详情请参见用户手册。

3) 预设阈值。

4) OCD1 引脚的下降沿电平 $< 0.5 \times V_{DD0}$

5) 非产品测试数据 – 由设计和特性鉴定规定。

6) 当输入电流阶跃超过阈值至少 10% 时，指定的去毛刺时序生效。

$$\text{Threshold level OCD1 [A]}_{S1 \text{ to } S3} = \frac{((OCD1_{THRLVL}[LSB6] \cdot 1.5429) + 8.9033) \cdot 1000}{\text{Current rail transfer factor } [\frac{\mu\text{T}}{\text{A}}]} + \text{Initial offset [A]}$$

$$\text{Threshold level OCD1 [A]}_{S4 \text{ to } S6} = \frac{((OCD1_{THRLVL}[LSB6] \cdot 0.5825) + 3.5797) \cdot 1000}{\text{Current rail transfer factor } [\frac{\mu\text{T}}{\text{A}}]} + \text{Initial offset [A]}$$

表 9 OCD2 参数

一般条件（除非另有说明）： $V_{DD} = 3.3\text{ V}$; $T_a = -40\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +125\text{ }^{\circ}\text{C}$, $C_L = 1\text{ nF}$, $R_{PU} = 4.7\text{ k}\Omega$

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Note / Test Conditions
Threshold level 1 ¹⁾²⁾	$B_{THR2.1}$	-	0.5	-	-	Factor with respect to FS
Threshold level 2 ¹⁾²⁾	$B_{THR2.2}$	-	0.61	-	-	Factor with respect to FS
Threshold level 3 ¹⁾²⁾	$B_{THR2.3}$	-	0.71	-	-	Factor with respect to FS
Threshold level 4 ¹⁾²⁾³⁾	$B_{THR2.4}$	-	0.82	-	-	Factor with respect to FS
Threshold level 5 ¹⁾²⁾	$B_{THR2.5}$	-	0.93	-	-	Factor with respect to FS
Threshold level 6 ¹⁾²⁾	$B_{THR2.6}$	-	1.04	-	-	Factor with respect to FS
Threshold level 7 ¹⁾²⁾	$B_{THR2.7}$	-	1.14	-	-	Factor with respect to FS
Threshold level 8 ¹⁾²⁾	$B_{THR2.8}$	-	1.25	-	-	Factor with respect to FS
Response time ⁴⁾	t_{D_OCD2}	-	0.7	1.2	μs	$B_{diff_Hall} = 2 \times B_{THR}$
Fall time ⁵⁾	t_{f_OCD2}	-	200	300	ns	Type tested
Deglintch filter setting ²⁾⁶⁾	$OCD2_{gl_mul}$	0	-	15	-	$t_{degitch} = OCD2_{gl_mul} \cdot t_{OCDgl}$ pre-configured setting = 0
Threshold level setting ²⁾	$OCD2_{THRLVL}$	0	-	63	-	

1) 正负电流阈值水平对称。

2) 用户可自行编程。中间阈值水平可根据以下公式设置。更多详情请参见用户手册。

3) 预设阈值。

4) OCD2 引脚的下降沿电平 $< 0.5 \times V_{DD}$ 。

5) 非产品测试数据 - 由设计和特性鉴定规定。

6) 当输入电流阶跃超过阈值至少 10% 时，指定的去毛刺时序生效。

$$\text{Threshold level OCD2 [A]}_{S1 \text{ to } S3} = \frac{((OCD2_{THRLVL}[LSB6] \cdot 0.7350) + 4.1528) \cdot 1000}{\text{Current rail transfer factor } \left[\frac{\mu\text{T}}{\text{A}}\right]} + \text{Initial offset [A]}$$

$$\text{Threshold level OCD2 [A]}_{S4 \text{ to } S6} = \frac{((OCD2_{THRLVL}[LSB6] \cdot 0.2751) + 2.2132) \cdot 1000}{\text{Current rail transfer factor } \left[\frac{\mu\text{T}}{\text{A}}\right]} + \text{Initial offset [A]}$$

欠压/过压检测

TLE4972 能够检测自身电源 (V_{DD}) 的欠压和过压情况。当检测到欠压 ($V_{DD} < U_{VLOH}$) 或过压 ($V_{DD} > O_{VLOH}$) 情况时，两个 OCD 引脚都会被下拉，以提供故障状态。

OCD 引脚上的欠压检测仅在 $V_{DD} > V_{DD_OCD}$ 进行。

启动时，两个 OCD 引脚均被拉低。当 V_{DD} 超过欠压阈值 U_{VLOH_R} 且达到上电延迟时间 t_{POR} 时，传感器通过释放 OCD 引脚来指示功能正确和高精度。

系统集成

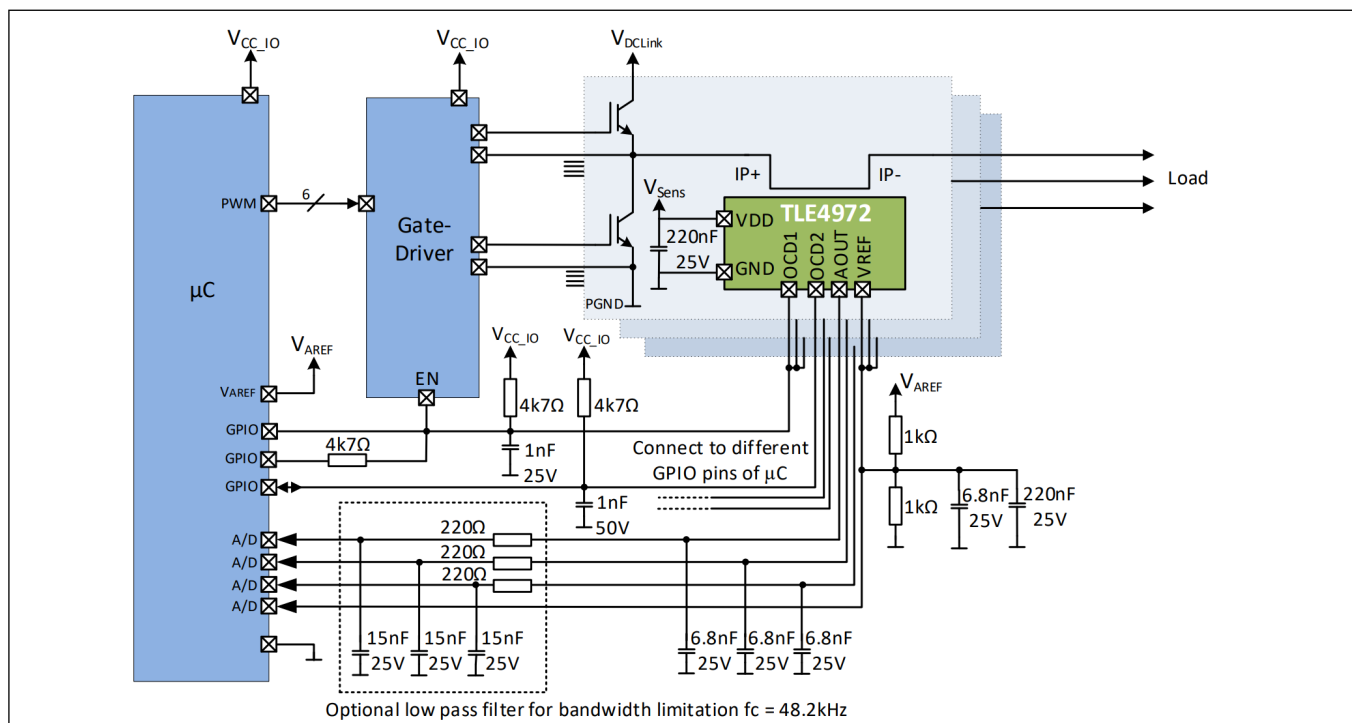


图 5 单端模式下三相系统的应用电路

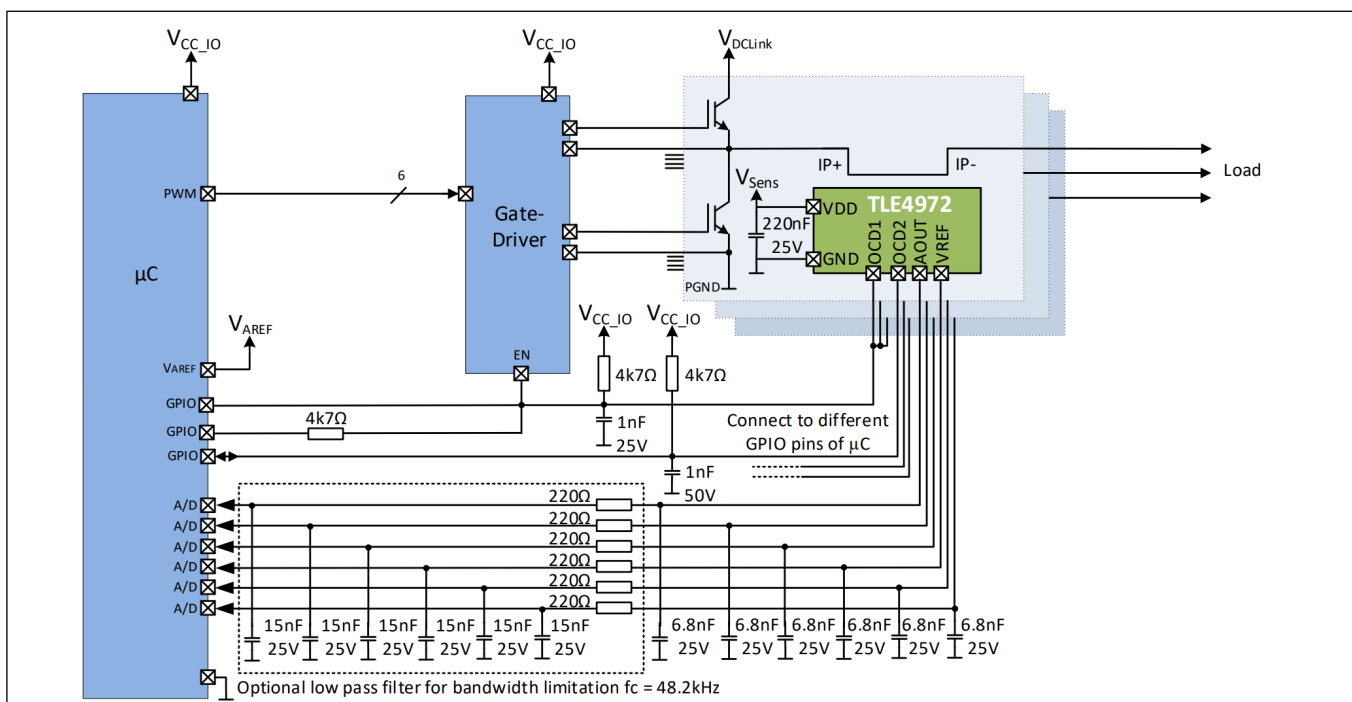


图6 半差分或全差分模式下三相系统的应用电路

两种应用电路的注意事项：在对EEPROM 编程时，为了保护OCD1 引脚免受过压影响，不得将OCD1 和OCD2 引脚短接在一起。如果EEPROM 中已启用诊断模式（默认），则不要将不同传感器的OCD2 引脚连接在一起。如果所有OCD2 都接在一起，则一个传感器的OCD2 故障指示可能会迫使引脚接地，从而无意中激活其他传感器的诊断模式。有关诊断模式的详细信息，请参阅设备的安全手册。如果在应用中对传感器进行编程，则应在OCD2 引脚和微控制器GPIO 引脚之间设置保护电路。有关其他详细信息，请参阅用户手册。

封装外形

TLE4972 提供两种符合 RoHS 规范、无卤素的封装。

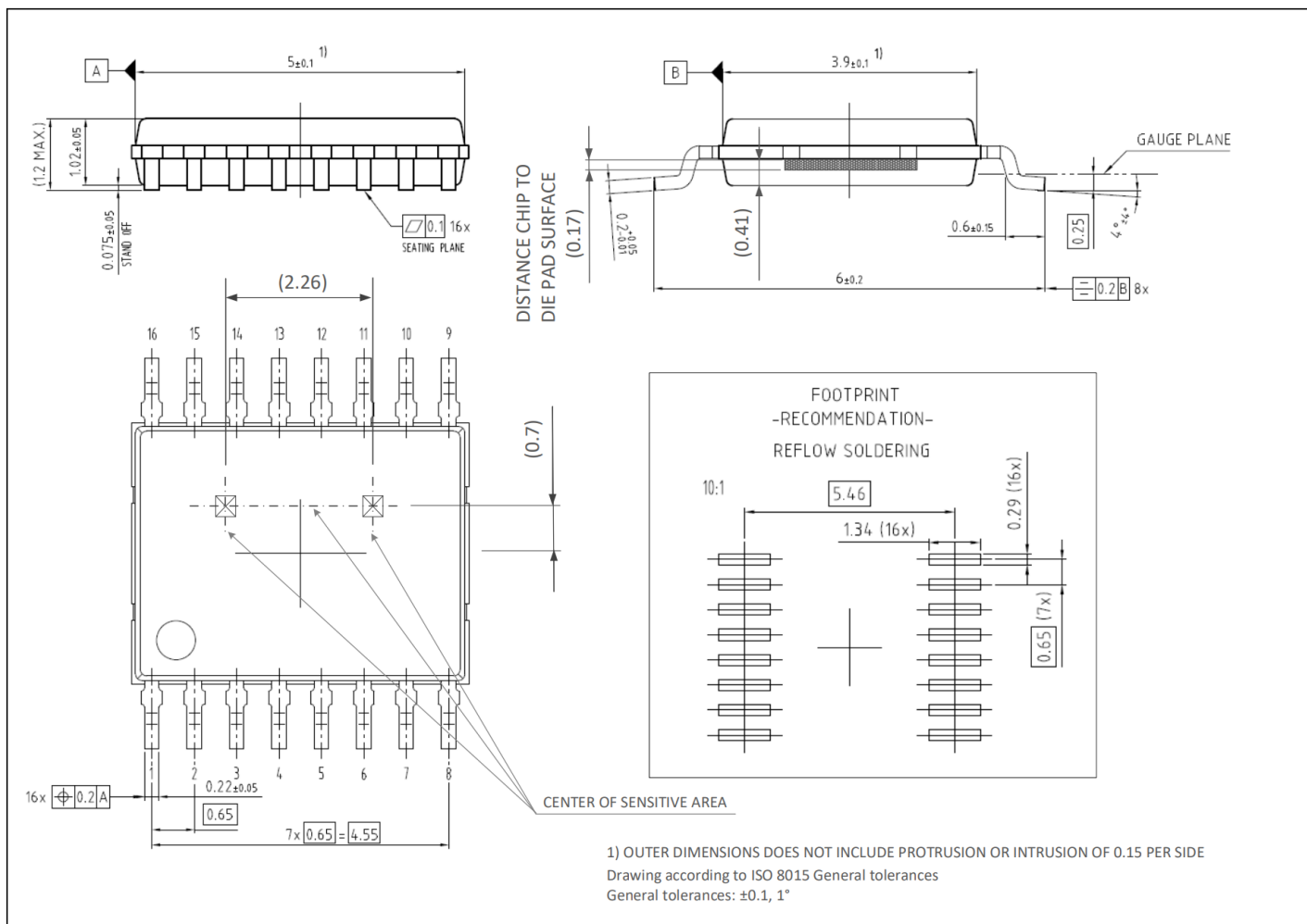


图 7 PG-TDSO-16 封装尺寸。

传感原理，极性描述

TLE4972 无磁芯磁性电流传感器测量由流经外部导体的电流引起的差分磁场。下图显示，传感器霍尔单元位置处的磁场 $+B_{IPN}$ 和 $-B_{IPN}$ 取决于电流 I_{PN} 。其中 S 为传感器的灵敏度， V_{OQ} 为传感器的静态电压，输出电压与磁场的关系可表示如下：

$$V_{O(IPN)} = V_{OQ} + S \cdot B_{diff}$$

其中， B_{diff} 被定义为霍尔探头位置的平均差分磁场。

$$B_{diff} = \frac{((+B_{IPN}) - (-B_{IPN}))}{2}$$

下图显示了封装相对于电流方向的方向。如果电流 I_{PN} 沿下图所示方向流动，则传感器会提供与输入电流 I_{PN} 极性相同的输出电压 $V_{O(IPN)}$ ；否则，传感器会提供与输入电流 I_{PN} 极性相反的输出电压 $V_{O(IPN)}$ 。

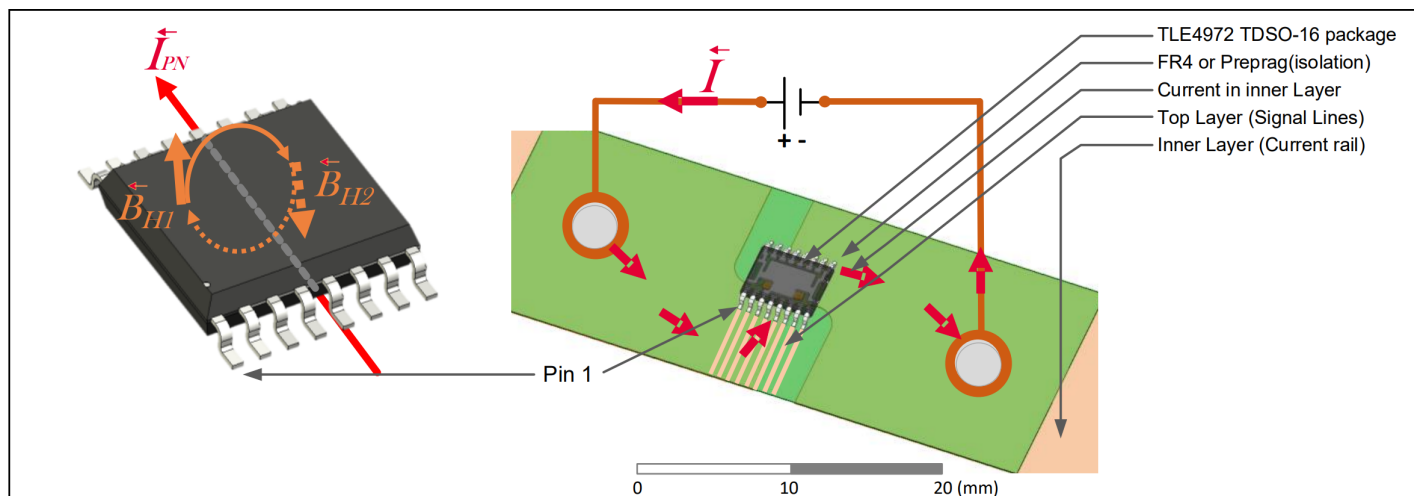


图 8 PG-TDSO-16 封装的极性说明和横向插入传感结构示例

修订记录

自上次修订以来的主要变化

Revision number	Date of release	Description of change
1.00	24-08-2021	Initial release
1.01	29-09-2021	• Typical value of I_{DD} updated (page 6) • Table of contents added (page 4) • Trademark section in the final page updated • Typos and formatting issues corrected
1.02	21-12-2021	• Removed application circuit for only one sensor • Updated application circuits (OCD2 pins of different sensors are now not connected with each other) • Added a note about OCD2 connection below the application circuit • Modified the text in chapter "OCD pins external connection" • Added a note about protection between OCD2 pin and microcontroller pin • Updated OCD1 and OCD2 thresholds formulas • Renamed NC1 pins into RSVD, extended the footnote in the pin configuration • Added load capacitance and pull-up resistor values to the general conditions of OCD parameters tables • Added detection minimum time to the common OCD parameters table • Added typical values of offset and sensitivity calibration resolution • Removed explicit reference to application notes, now referencing to the device user manual • Updated symbols, now in <i>Italic</i>.

Trademarks

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

Edition 21-12-2021

Published by

**Infineon Technologies AG
81726 München, Germany**

**© 2021 Infineon Technologies AG.
All Rights Reserved.**

Do you have a question about this document?

Email: erratum@infineon.com

Document reference

IMPORTANT NOTICE

The information given in this document shall in no event be regarded as a guarantee of conditions or characteristics ("Beschaffenhheitsgarantie").

With respect to any examples, hints or any typical values stated herein and/or any information regarding the application of the product, 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.

In addition, any information given in this document is subject to customer's compliance with its obligations stated in this document and any applicable legal requirements, norms and standards concerning customer's products and any use of the product of Infineon Technologies in customer's applications.

The data contained in this document is exclusively intended for technically trained staff. It is the responsibility of customer's technical departments to evaluate the suitability of the product for the intended application and the completeness of the product information given in this document with respect to such application.

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

WARNINGS

Due to technical requirements products may contain dangerous substances. For information on the types in question please contact your nearest Infineon Technologies office.

Except as otherwise explicitly approved by Infineon Technologies in a written document signed by authorized representatives of Infineon Technologies, Infineon Technologies' products may not be used in any applications where a failure of the product or any consequences of the use thereof can reasonably be expected to result in personal injury.



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 2026-08-26

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

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>。