TMAG5328 电阻器和电压可调节的低功耗霍尔效应开关

1 特性

- 电源电压范围：1.65V 至 5.5V
- 工作温度：-40°C 至 125°C
- 可通过 ADJ 引脚调节的 B_{OP} 阈值：
  - 2mT 至 15mT 范围（A1D、A1Z 版本）
  - 8mT 至 60mT 范围（D1E 版本）
- 全极霍尔开关
- 推挽式 (CMOS) 输出
- 低功耗：
  - 占空比为 20Hz（A1D 版本）：1.4μA
  - 占空比为 40Hz（D1E 版本）：2.6μA
  - 连续时间（A1Z 版本）：1.8mA
- 行业标准 SOT-23 封装和引脚排列

2 应用

- 电池关键型位置感应
- 电表篡改检测
- 手机、笔记本电脑或平板电脑保护壳感应
- 电子锁、烟雾探测器、电器
- 医疗设备、物联网系统
- 阀门或螺线管位置检测
- 非接触式诊断或激活

3 说明

TMAG5328 器件是一款高精度、低功耗、电阻器可调的低压霍尔效应开关传感器。

外部电阻器设置器件工作的 B_{OP} 值。根据一个简单的公式，用户可计算出为其设计设置正确的 B_{OP} 值所需的阻值。迟滞值是固定的，因此 B_{RP} 值被定义为 B_{OP} 迟滞值。

TMAG5328 的可调节阈值特性可帮助用户快速进行原型设计，并在发生意外变化时在最后一刻进行修改，从而实现跨不同平台重用。

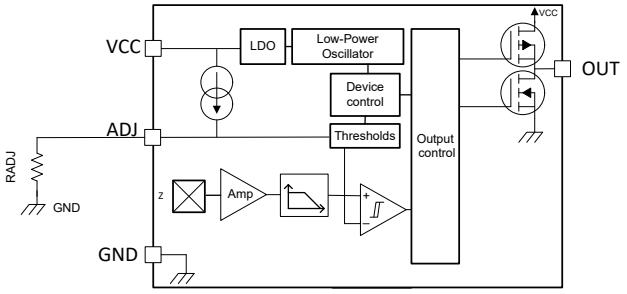
当施加的磁通密度超过 B_{OP} 阈值时，器件会输出低电压。输出会保持低电平，直到磁通密度低于 B_{RP}，随后输出将驱动高电压。通过集成内部振荡器，该器件对磁场进行采样，并以指定的速率更新输出。TMAG5328 具有全极磁响应。

此器件可在 1.65V 至 5.5V 的 V_{CC} 范围内工作，并采用标准 SOT-23-6 封装。

封装信息

器件型号	封装 (1)	封装尺寸 (2)
TMAG5328	DBV（SOT-23，6）	2.9mm × 2.8mm

(1) 有关所有可用封装，请参阅节 11。
(2) 封装尺寸（长 × 宽）为标称值，并包括引脚（如适用）。



典型电路原理图

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

内容

1 特性 1
2 应用 1
3 说明 1
4 器件比较 2
5 引脚配置和功能 2
6 规格 3
6.1 绝对最大额定值 3
6.2 ESD 等级 3
6.3 建议运行条件 3
6.4 热性能信息 4
6.5 电气特性 4
6.6 磁特性 5
6.7 典型特性 6
7 详细说明 9
7.1 概述 9
7.2 功能方框图 9
7.3 特性说明 10
7.4 器件功能模式 13
8 应用和实施 14
8.1 应用信息 14
8.2 典型应用 18
8.3 电源相关建议 20
8.4 布局 20
9 器件和文档支持 21
9.1 器件命名规则 21
9.2 接收文档更新通知 21
9.3 支持资源 21
9.4 商标 21
9.5 静电放电警告 21
9.6 术语表 21
10 修订历史记录 21
11 机械、封装和可订购信息 22

4 器件比较

表 4-1. 器件比较

VERSION	可调节 B_{OP} 范围	典型迟滞	磁响应	输出类型	采样率	可用封装
TMAG5328A1D	2mT 至 15mT	1mT	全极，低电平有效	推挽	20Hz	SOT-23
TMAG5328A1Z	2mT 至 15mT	0.5mT	全极，低电平有效	推挽	持续	SOT-23
TMAG5328D1E	8mT 至 60mT	4mT	全极，低电平有效	推挽	40Hz	SOT-23

5 引脚配置和功能

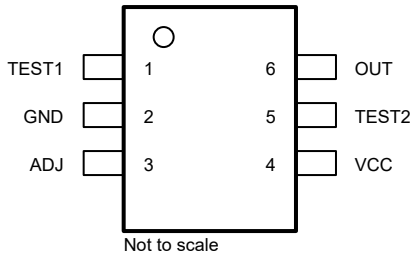


图 5-1. DBV 封装 6 引脚 SOT-23 顶视图

表 5-1. 引脚功能

引脚		I/O	说明
名称	SOT-23		
ADJ	3	I	该引脚用于设置阈值上限。可以连接到电阻器或电压源。
GND	2	—	接地基准
OUT	6	O	响应南北磁极的全极输出
TEST1	1	—	TI 建议将此引脚保持悬空。
TEST2	5	—	TI 建议将此引脚连接到 GND
VCC	4	—	1.65V 至 5.5V 电源。TI 建议将此引脚连接到一个电容值至少为 0.1µF 的接地陶瓷电容器

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6 规格

6.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）(1)

		最小值	最大值	单位
电源电压	V_{CC}	-0.3	5.5	V
引脚电压	OUT、TEST1	-0.3	V_{CC} + 0.3	V
	TEST2	-0.3	0.3	
	ADJ	-0.3	5.5	
引脚电流	OUT、TEST1	-5	5	mA
磁通密度，BMAX		无限		T
结温，T_J			150	°C
贮存温度，T_{stg}		-65	150	°C

(1) 超出“绝对最大额定值”运行可能会对器件造成永久损坏。绝对最大额定值并不表示器件在这些条件下或在建议运行条件以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出“建议运行条件”但在“绝对最大额定值”范围内使用，器件可能不会完全正常运行，这可能影响器件的可靠性、功能和性能并缩短器件寿命。

6.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准，所有引脚(1)	±2000	V
		充电器件模型 (CDM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 标准，所有引脚(2)	±500	

(1) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。
(2) JEDEC 文档 JEP157 指出：250V CDM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

6.3 建议运行条件

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）

		最小值	最大值	单位
V_{CC}	电源电压	1.65	5.5	V
V_{IO}	引脚电压。OUT、TEST1	0	V_{CC}	V
	引脚电压。TEST2	0	0	
	引脚电压。ADJ	0	5	
Io	引脚电流。OUT、TEST1	-5	5	mA
T_A	环境温度	-40	125	°C

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.4 热性能信息

热指标(1)		TMAG5328 SOT-23 (DBV) 6 引脚	单位
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	167.6	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	84.1	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	52.2	°C/W
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数	32	°C/W
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	51.9	°C/W

(1) 有关新旧热指标的更多信息，请参阅半导体和 IC 封装热指标应用手册。

6.5 电气特性

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
ADJ 引脚						
ADJ_ICC	电流输出源			80		µA
ADJ_C	最大外部电容				50	pF
推挽式输出驱动器						
V_{OH}	高电平输出电压	I_{OUT} = -0.5mA	Vcc – 0.35	Vcc – 0.1		V
V_{OL}	低电平输出电压	I_{OUT} = 0.5mA		0.1	0.3	V
TMAG5328A1D						
fs	磁采样频率			20		Hz
ts	磁采样周期			50		ms
t_{ACTIVE}	运行时长			65		µs
$I_{CC(PK)}$	峰值电流消耗			1.8	3	mA
$I_{CC(SLP)}$	睡眠电流消耗			300	600	nA
$I_{CC(AVG)}$	平均电流消耗	V_{CC} = 3.3V，T_A = 25°C		1.4	1.6	µA
		V_{CC} = 1.65V 至 5.5V			2.3	
TMAG5328A1Z						
f_{BW}	信号带宽			20		kHz
$I_{CC(AVG)}$	平均电流消耗	V_{CC} = 1.65V 至 5.5V		1.8	2.1	mA
TMAG5328D1E						
fs	磁采样频率			40		Hz
ts	磁采样周期			25		ms
t_{ACTIVE}	运行时长			65		µs
$I_{CC(PK)}$	峰值电流消耗			1.2	2.4	mA
$I_{CC(SLP)}$	睡眠电流消耗			300	600	nA
$I_{CC(AVG)}$	平均电流消耗	V_{CC} = 3.3V，T_A = 25°C		2.6	3.2	µA
		V_{CC} = 1.65V 至 5.5V			3.7	
所有版本						
P_{OS}	无外部磁场时的加电状态	$V_{CC} > V_{CCMIN}$		高		
t_{ON}	加电时间			125		µs

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

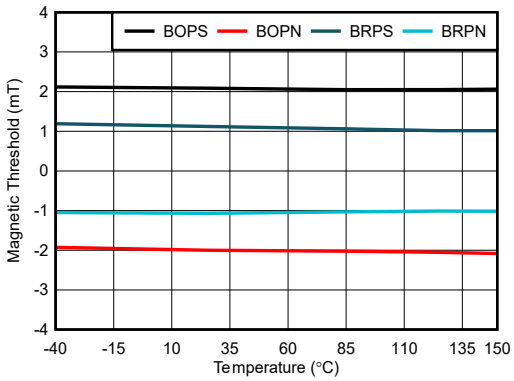
6.6 磁特性

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
TMAG5328A1D						
B_{OP}（范围 A）	可调节工作点		±2		±15	mT
B_{RP}（范围 A）	可调节释放点		±1		±14	mT
V_{ADJ}（范围 A）	电压范围		160		1200	mV
R_{ADJ}（范围 A）	电阻器范围		2		15	kΩ
$B_{OP}(R_{ADJ})$	B_{OP}/R			±1		mT/kΩ
$B_{OP_ACC}(R_{ADJ})$	B_{OP} 精度 (B_{OPSET} ± B_{OP})	2mT ≤ B_{OPSET} < 6mT	-0.85		0.85	mT
		6mT ≤ B_{OPSET} ≤ 15mT	-1.75		1.75	
$B_{RP_ACC}(R_{ADJ})$	B_{RP} 精度 (B_{RPSET} ± B_{RP})	2mT ≤ B_{OPSET} < 6mT	-1		1	mT
		6mT ≤ B_{OPSET} ≤ 15mT	-2.1		2.1	
$B_{HYS}(R_{ADJ})$	磁滞	$\lvert B_{OP} - B_{RP} \rvert$	0.25	1	1.6	mT
TMAG5328A1Z						
B_{OP}（范围 A）	可调节工作点		±2		±15	mT
B_{RP}（范围 A）	可调节释放点		±1.5		±14.5	mT
V_{ADJ}（范围 A）	电压范围		160		1200	mV
R_{ADJ}（范围 A）	电阻器范围		2		15	kΩ
$B_{OP}(R_{ADJ})$	B_{OP}/R			±1		mT/kΩ
$B_{OP_ACC}(R_{ADJ})$	B_{OP} 精度 (B_{OPSET} ± B_{OP})	2mT ≤ B_{OPSET} < 6mT	-0.67		0.97	mT
		6mT ≤ B_{OPSET} ≤ 15mT	-1.37		2.42	
$B_{RP_ACC}(R_{ADJ})$	B_{RP} 精度 (B_{RPSET} ± B_{RP})	2mT ≤ B_{OPSET} < 6mT	-0.91		1.03	mT
		6mT ≤ B_{OPSET} ≤ 15mT	-1.42		2.36	
$B_{HYS}(R_{ADJ})$	磁滞	$\lvert B_{OP} - B_{RP} \rvert$	0.04	0.5	1.2	mT
TMAG5328D1E						
B_{OP}（范围）	可调节工作点范围		±8		±60	mT
B_{RP}（范围）	可调节释放点范围		±4.5		±56.5	mT
V_{ADJ}（范围）	电压范围		160		1200	mV
R_{ADJ}（范围）	电阻器范围		2		15	kΩ
B_{OP}	B_{OP}/R			±4.256		mT/kΩ
B_{OP_ACC}	B_{OP} 精度 (B_{OPSET} ± B_{OP})	8mT ≤ B_{OPSET} < 30mT	-3.5		+3.8	mT
		30mT ≤ B_{OPSET} ≤ 60mT	-8.9		+7.6	
B_{RP_ACC}	B_{RP} 精度 (B_{RPSET} ± B_{RP})	8mT ≤ B_{OPSET} < 30mT	-3.8		+4.0	mT
		30mT ≤ B_{OPSET} ≤ 60mT	-9.8		+7.3	
B_{HYS}	磁滞	$\lvert B_{OP} - B_{RP} \rvert$	2	4	5.9	mT

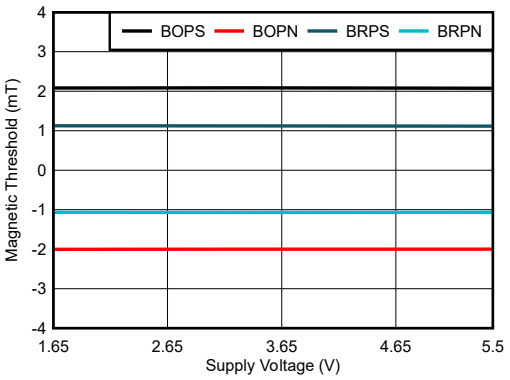
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.7 典型特性



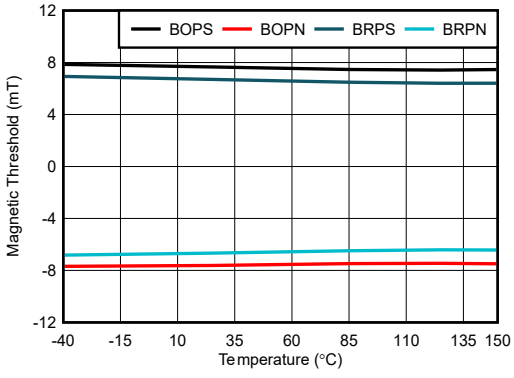
V_{CC} = 3.3V
版本：A1D

图 6-1. 2mT 磁性阈值与温度的关系



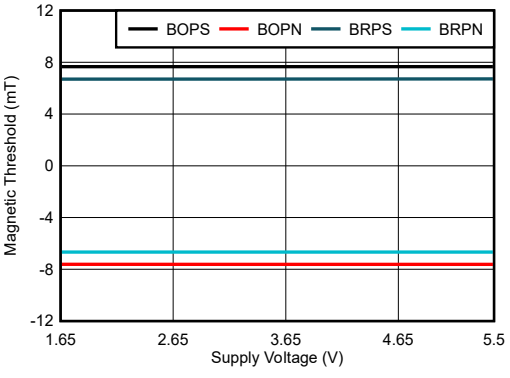
T_A = 25°C
版本：A1D

图 6-2. 2mT 磁性阈值与电源的关系



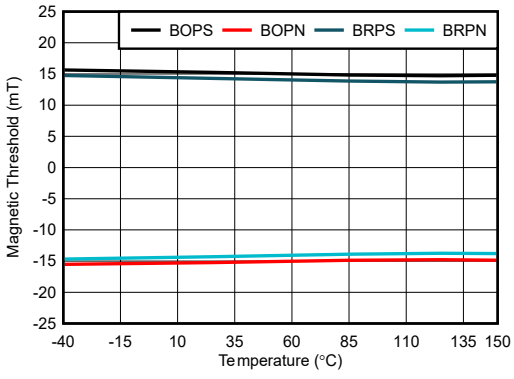
V_{CC} = 3.3V
版本：A1D

图 6-3. 7.5mT 磁性阈值与温度的关系



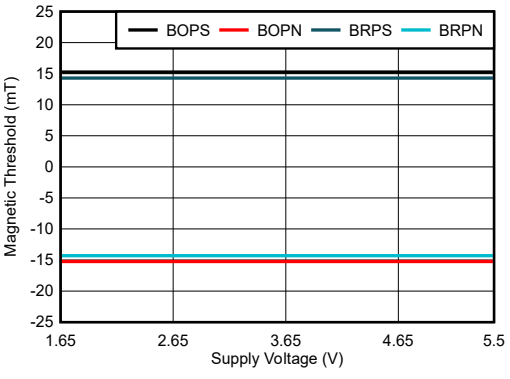
T_A = 25°C
版本：A1D

图 6-4. 7.5mT 磁性阈值与电源的关系



V_{CC} = 3.3V
版本：A1D

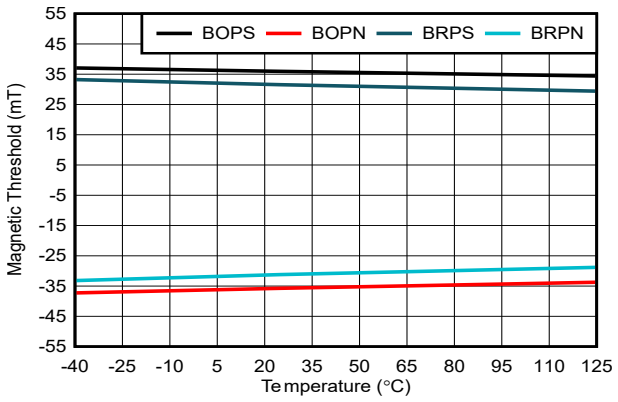
图 6-5. 15mT 磁性阈值与温度的关系



T_A = 25°C
版本：A1D

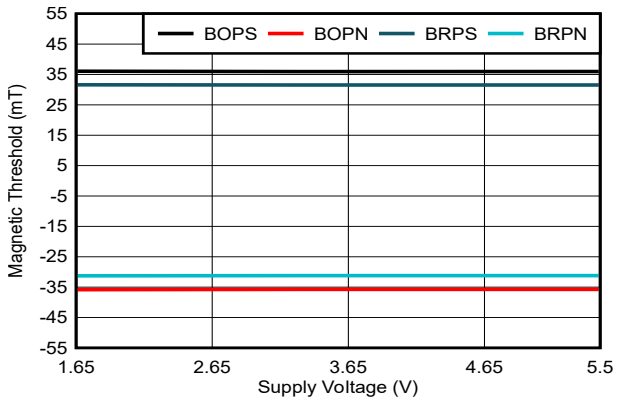
图 6-6. 15mT 磁性阈值与电源的关系

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated



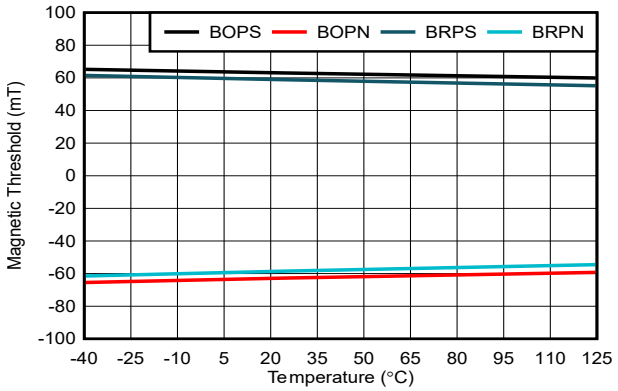
V_{CC} = 3.3V
版本：D1E

图 6-7. 30mT 磁性阈值与温度的关系



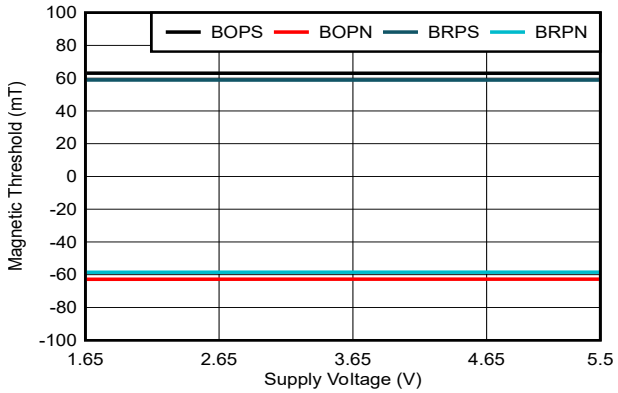
T_A = 25°C
版本：D1E

图 6-8. 30mT 磁性阈值与电源的关系



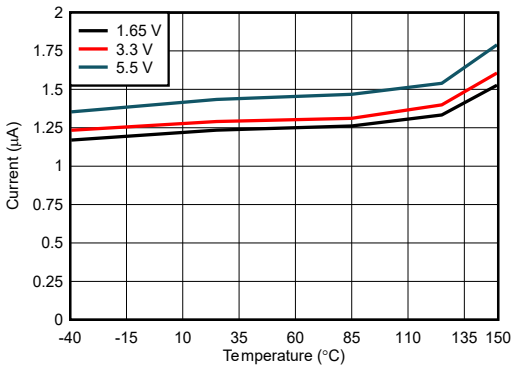
V_{CC} = 3.3V
版本：D1E

图 6-9. 60mT 磁性阈值与温度的关系



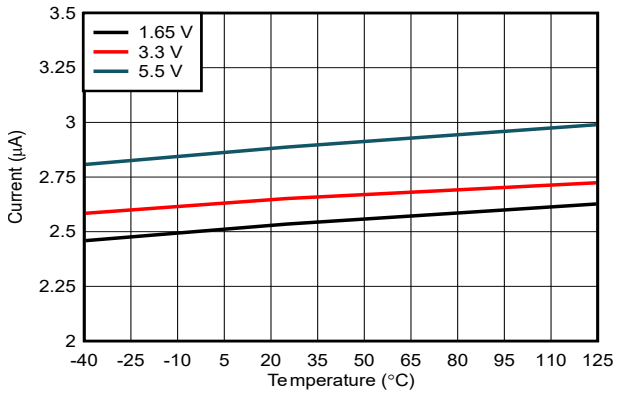
T_A = 25°C
版本：D1E

图 6-10. 60mT 磁性阈值与电源的关系



采样率 = 20Hz
版本：A1D

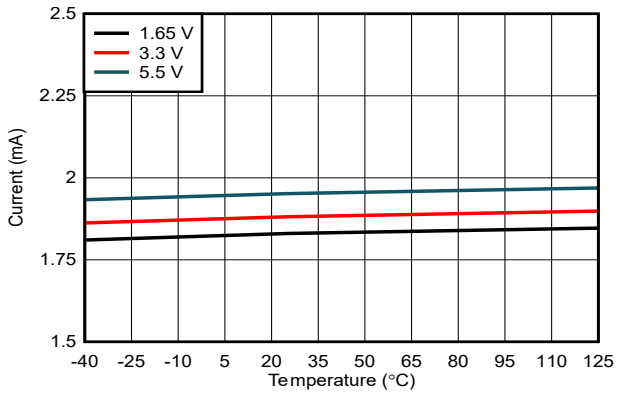
图 6-11. 平均 I_{CC} 与温度间的关系



采样率 = 40Hz
版本：D1E

图 6-12. 平均 I_{CC} 与温度间的关系

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated



连续采样
版本：A1Z

图 6-13. 平均 I_{CC} 与温度间的关系

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7 详细说明

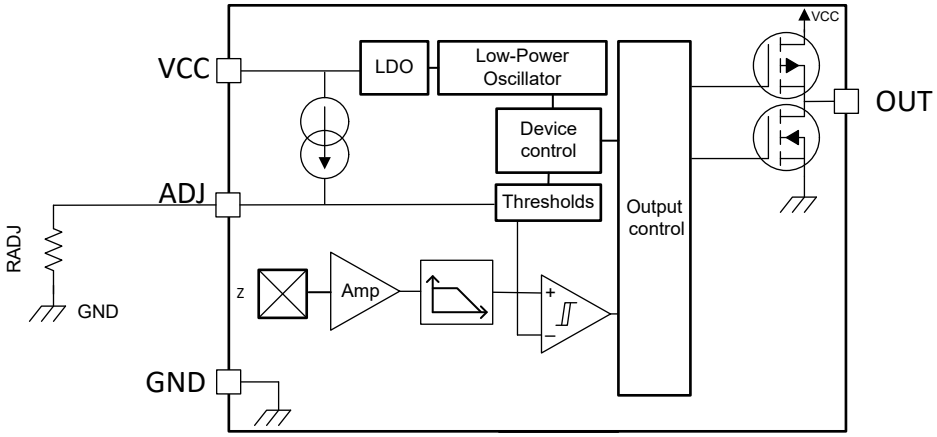
7.1 概述

TMAG5328 器件是一款具有数字输出的磁传感器，可指示何时超过磁通密度阈值。该器件集成了霍尔效应元件、模拟信号调节和低频振荡器，可实现超低的平均功耗。

虽然大多数霍尔效应传感器都有固定的阈值，但 TMAG5328 还提供了一个额外的引脚，允许用户设置特定的工作阈值。该引脚可连接到电阻器或电压源。虽然该值可以在生产时设置，但也可以允许对电阻值或电压值进行动态更改以动态地更改阈值。

该器件使用 1.65V 至 5.5V 的电源运行，可定期测量磁通密度、更新输出并进入低功耗睡眠状态。

7.2 功能方框图



7.3 特性说明

7.3.1 磁通量方向

在该数据表中，从封装底部到顶部的磁通量为正。当南磁极靠近封装顶部时，就会出现这种情况。从封装顶部到底部的磁通量会产生负毫特斯拉值。

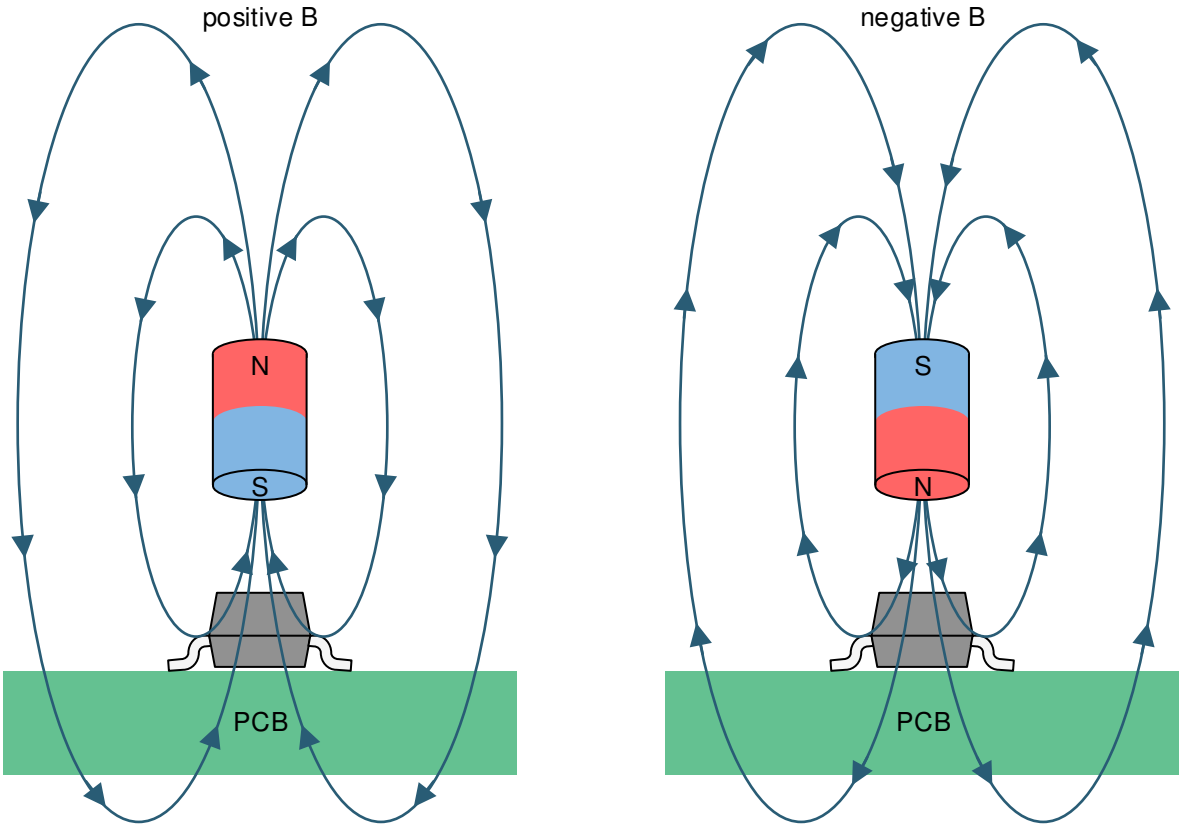


图 7-1. 磁通量方向极性

7.3.2 磁响应

TMAG5328 具有全极功能，这意味着器件对正负磁通密度都会做出响应，如图 7-2 中所示。

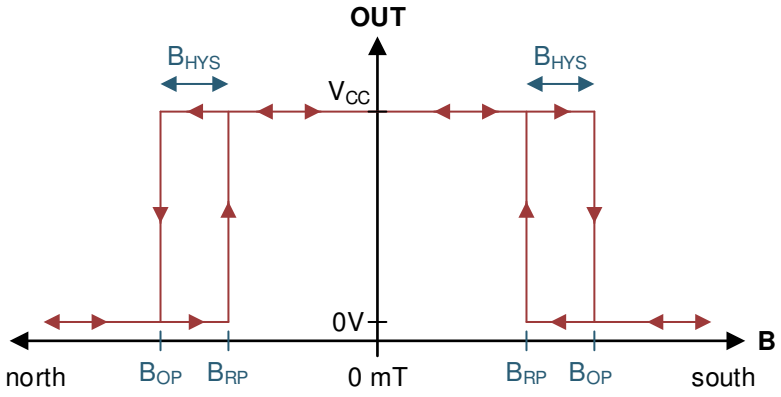


图 7-2. 全极功能

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.3.3 输出类型

TMAG5328 具有推挽 (CMOS) 输出。推挽式输出可实现极低的系统功耗，因为当输出驱动为高电平或低电平时没有电流泄漏路径。

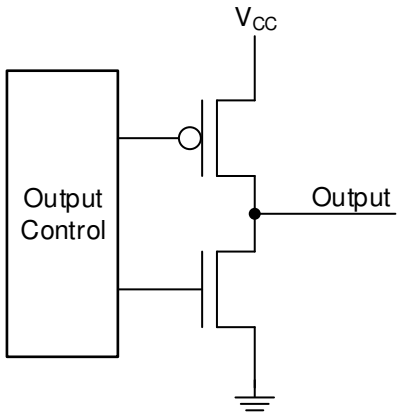


图 7-3. 推挽式输出（简化版）

7.3.4 采样率

当 TMAG5328 器件上电时，该器件会测量第一个磁性样本并设置 t_{ON} 时间内的输出。对于占空比版本（A1D、D1E），输出被锁存，器件进入超低功耗睡眠状态。在每个 t_{Active} 时间过后，器件会测量一个新的样本，并在必要时更新输出。如果磁场在各周期之间没有变化，则输出也不会改变。在活动模式下，器件会执行不同的步骤。首先加载 OTP（一次性可编程存储器）的内容，此步骤需要 35µs 并消耗约 350µA 电流。对于下一个 5µs，电流源启动并稳定下来。现在该器件在此步骤中消耗约 650µA 电流。最后，该器件执行约 25µs 的霍尔传感器转换，并消耗约 2mA 的峰值电流。

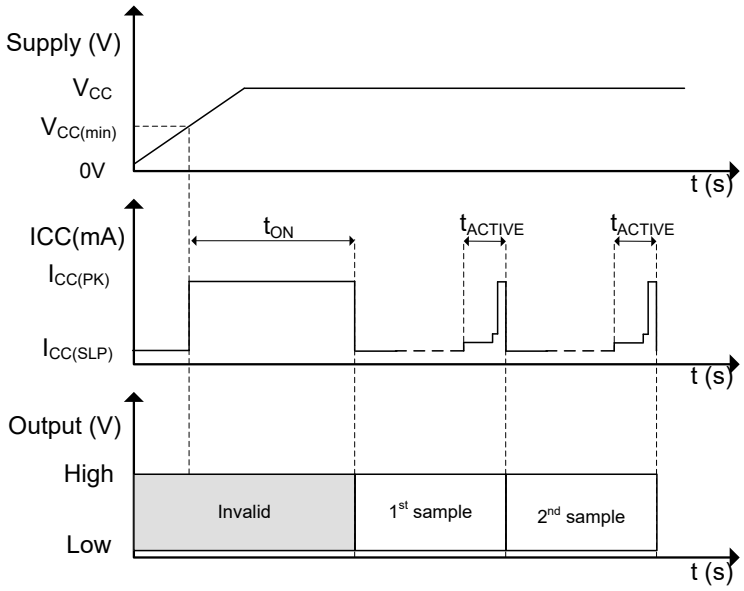


图 7-4. 占空比版本的计时示意图

连续时间版本 (A1Z) 在经过 t_{ON} 时间后保持活动状态（不进入睡眠状态），可实现高达 20kHz (f_{BW}) 的快速信号带宽。

7.3.5 可调节阈值

虽然大多数霍尔效应开关传感器都有固定的磁特性，但 TMAG5328 提供了宽范围的可调阈值。用户可以使用 ADJ 引脚设置 B_{OP} 阈值。该引脚可采用两种使用方式。电阻器或电压源可在 ADJ 上应用。在两种情况下，电阻器或电压值都定义 B_{OP} 的位置。虽然 B_{OP} 可以调节，但磁滞值固定。因此，B_{RP} 定义为 B_{OP} – B_{HYS}。

在器件进入运行模式时，占空比版本（A1D、D1E）可在引脚 ADJ 上生成 80µA 电流。该器件随后读取 ADJ 引脚并定义 B_{OP} 的值。TMAG5328 支持动态地调节 B_{OP}。如果在传感器处于睡眠模式时调节 ADJ 引脚值，B_{OP} 会在器件的下一个活动周期更新。因此，对于占空比版本，内部 B_{OP} 阈值更新所需的最大时间等于磁性采样周期 t_s。

连续时间版本 (A1Z) 在引脚 ADJ 上连续生成 80µA 电流，以根据需要动态地调节 B_{OP} 阈值。对于此连续时间版本，内部 B_{OP} 阈值更新所需的最大时间为 25µs。

7.3.5.1 可调节电阻器

设置 B_{OP} 的一种方法是将一个电阻器连接到 ADJ 引脚。该器件可产生一个固定电流，注入外部电阻器，从而产生一个代表 B_{OP} 值的电压。B_{OP} 和电阻之间的关系定义为：对于 A1D 和 A1Z 器件版本，$B_{OP}(mT) = R_{ADJ}(k\Omega)$；对于 D1E 版本，$B_{OP}(mT) = R_{ADJ}(k\Omega) \times 4$。请注意，在 ADJ 引脚上产生的电流仅在器件处于活动模式时存在，而在器件处于睡眠模式时关闭。因此，ADJ 引脚上的电压仅在器件处于活动模式时存在，与器件处于睡眠模式时相比持续时间较短。

器件 B_{OP} 必须设置为 2mT 到 15mT（A1D、A1Z 版本）或 8MT 到 60mT（D1E 版本）之间的任何值。R_{ADJ} 必须设置为 2kΩ 到 15kΩ 之间的值才能在此范围内运行。不建议在超出这些限值的情况下运行，那样可能会导致设置错误的阈值或将器件锁定到特定状态而无法退出。

图 7-5 和图 7-6 说明了 B_{OP} 与 R_{ADJ} 之间的关系。

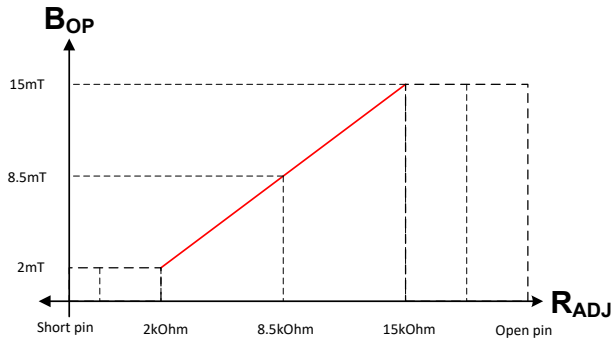


图 7-5. B_{OP} 与 R_{ADJ} 的关系（A1D、A1Z 版本）

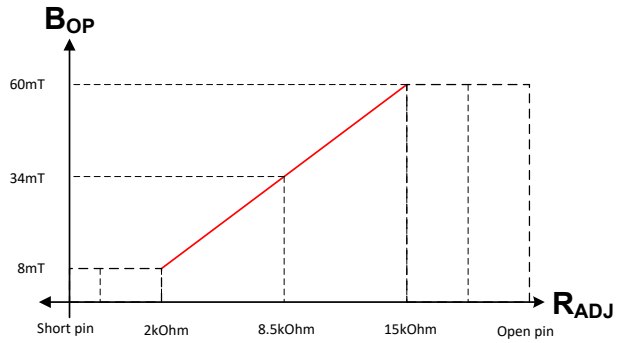


图 7-6. B_{OP} 与 R_{ADJ} 的关系（D1E 版本）

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.3.5.2 可调电压

设置 B_{OP} 的另一种方法是向 ADJ 引脚施加电压。该电压与 B_{OP} 值成正比。B_{OP} 与电压之间的关系定义为：对于 A1D 和 A1Z 器件版本，$B_{OP}(mT) = V_{ADJ}(mV) \times 0.0125$；对于 D1E 版本，$B_{OP}(mT) = V_{ADJ}(mV) \times 0.05$。要在 ADJ 引脚上施加电压，电压源必须能够在承受 ADJ 引脚上的 80µA 电流后 4µs 内稳定下来。

器件 B_{OP} 必须设置为 2mT 到 15mT（A1D、A1Z 版本）或 8MT 到 60mT（D1E 版本）之间的任何值。V_{ADJ} 必须设置为 160mV 到 1200mV 之间的值才能在此范围内运行。不建议在超出这些限值的情况下运行，那样可能会导致设置错误的阈值或将器件锁定到特定状态而无法退出。

图 7-7 和图 7-8 说明了 B_{OP} 与 V_{ADJ} 之间的关系。

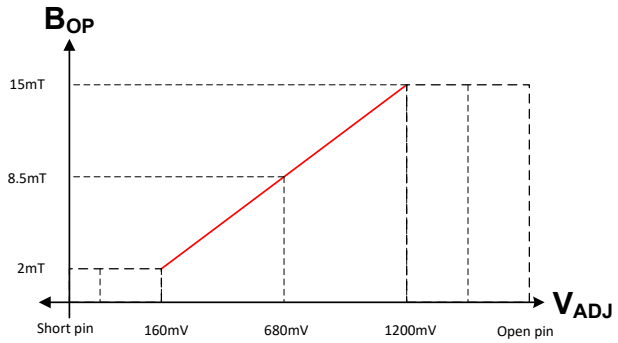


图 7-7. B_{OP} 与 R_{ADJ} 的关系（A1D、A1Z 版本）

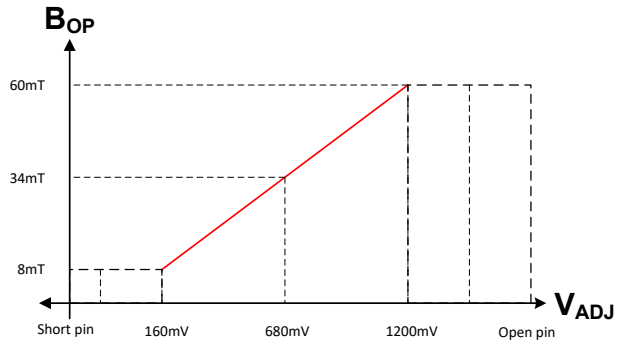


图 7-8. B_{OP} 与 R_{ADJ} 的关系（D1E 版本）

7.3.6 *霍尔元件位置*

图 7-9 显示了器件内的检测元件位置。

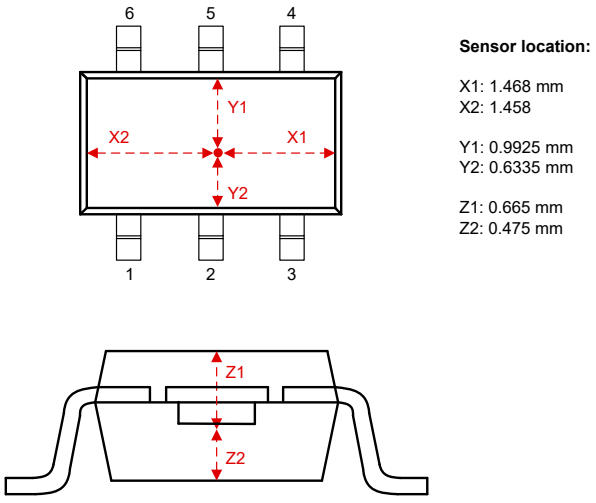


图 7-9. 霍尔元件位置

7.4 器件功能模式

TMAG5328 器件有一种运行模式，这种模式在满足*建议运行条件*时适用。

8 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 器件规格的范围，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客 户应负责确定器件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计，以确保系统功能。

8.1 应用信息

TMAG5328 器件通常用于检测磁体的接近度。磁体通常附在系统中的可移动元件上。

8.1.1 有效 TMAG5328 配置

通过将电阻器或电压源连接到 ADJ 引脚来设置 TMAG5328 B_{OP}。图 8-1 显示了如何使用电阻器 R1 来设置 B_{OP}。图 8-2 显示了如何使用 DAC 作为电压源来设置 B_{OP}。使用 DAC，用户可以通过软件动态地更改 B_{OP}。要使用 DAC，在 ADJ 引脚的 80µA 电流源导通后，DAC 的输出必须在 4µs 内稳定下来。

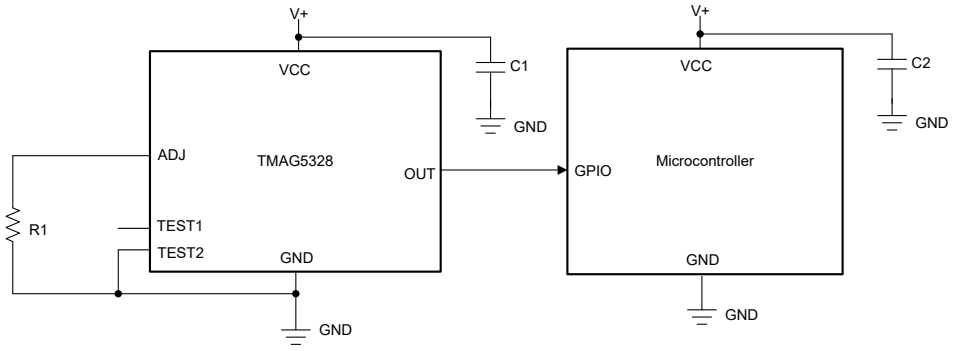


图 8-1. 使用电阻器设置一个 TMAG5328 器件的 B_{OP}

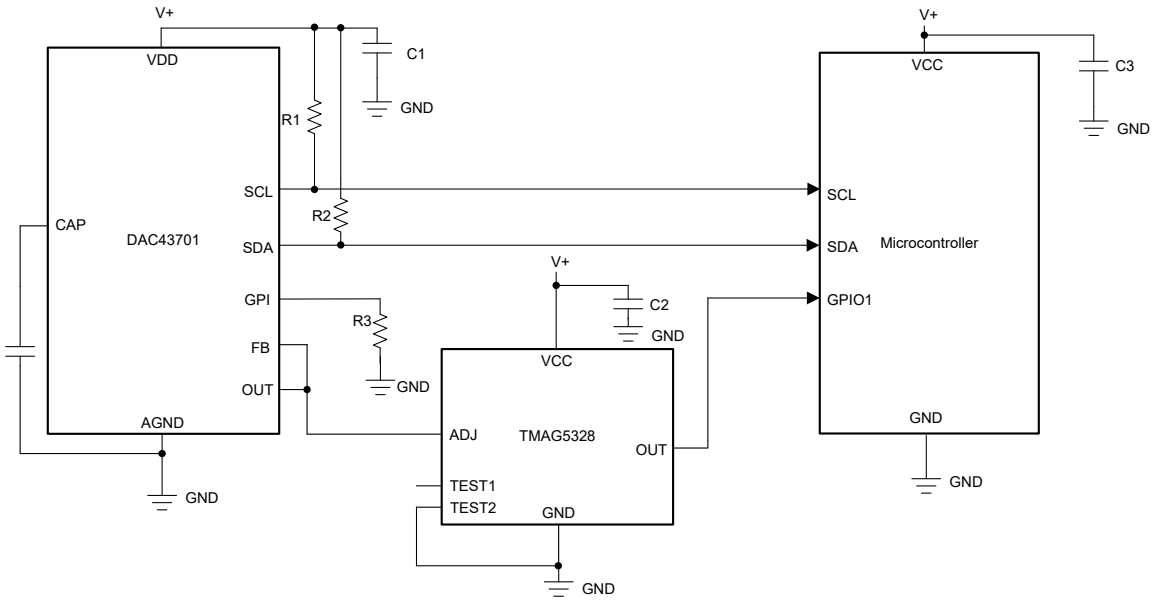


图 8-2. 使用 DAC 设置一个 TMAG5328 器件的 B_{OP}

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

作为 DAC 替代方案，图 8-3 显示了如何将分压器用作电压源。在 图 8-3 中，在分压器和 ADJ 引脚之间放置了一个运算放大器，以便在电流源导通时，馈入 ADJ 引脚的电压不受 TMAG5328 内部电流源的影响。要使用运算放大器，在 ADJ 引脚的 80µA 电流源导通后，运算放大器的输出必须在 4µs 内稳定下来。

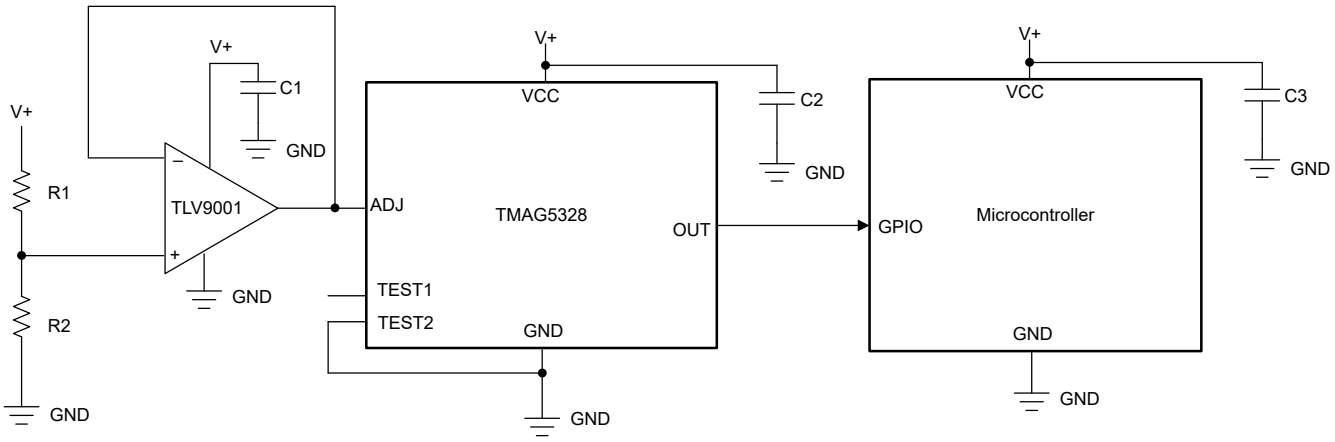


图 8-3. 使用分压器设置一个 TMAG5328 器件的 B_{OP}

电位器或变阻器可以集成到分压器中，用户可以调节该电位器以动态地更新 B_{OP}。图 8-4 显示了如何使用分压器中的电位器设置 TMAG5328 的 B_{OP}。最大输出电压根据电阻器 R1 和 R3 的值设置，它决定了最大 B_{OP}。最小输出电压根据最大电位器电阻、R1 电阻和 R3 电阻的值设置，它决定了最小 B_{OP}。选择大于 0.16V 的最小输出电压和小于 1.2V 的最大输出电压。

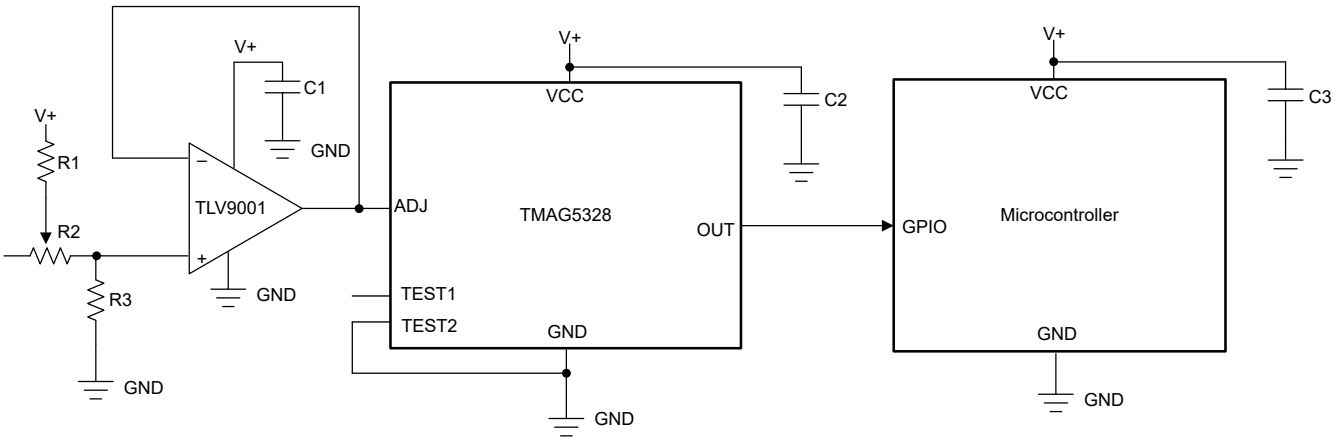


图 8-4. 使用分压器和电位计设置一个 TMAG5328 器件的 B_{OP}

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

图 8-5 显示了 TMAG5328 内部电流源如何驱动电位器或变阻器而不是分压器。在此实现方案中，请确保电阻 R2 至少为 2kΩ，以确保 ADJ 电阻始终高于 2kΩ 的最小值。最大电位器电阻与 R1 电阻之和也必须小于 15kΩ。

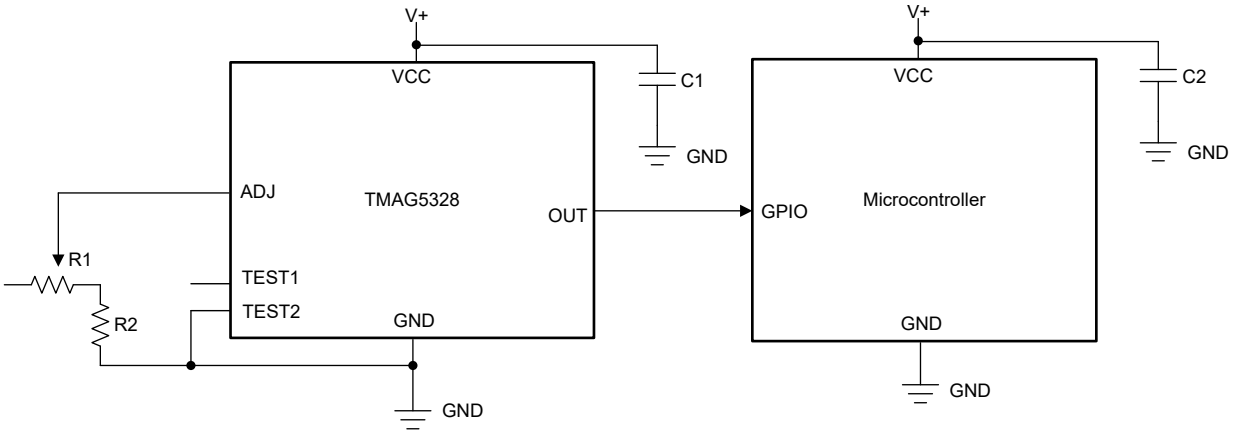


图 8-5. 使用电位器和 TMAG5328 内部电流源设置一个 TMAG5328 器件的 B_{OP}

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

在同一个系统中可以使用多个 TMAG5328 器件。使用电阻器设置 B_{OP} 时，TI 建议即使多个 TMAG5328 器件具有相同的 ADJ 电阻值，每个 TMAG5328 也都应有一个 ADJ 电阻。图 8-6 显示了包含三个 TMAG5328 器件的实现示例。如果每个器件都设置为相同的 B_{OP}，则 R1、R2 和 R3 的电阻相等。

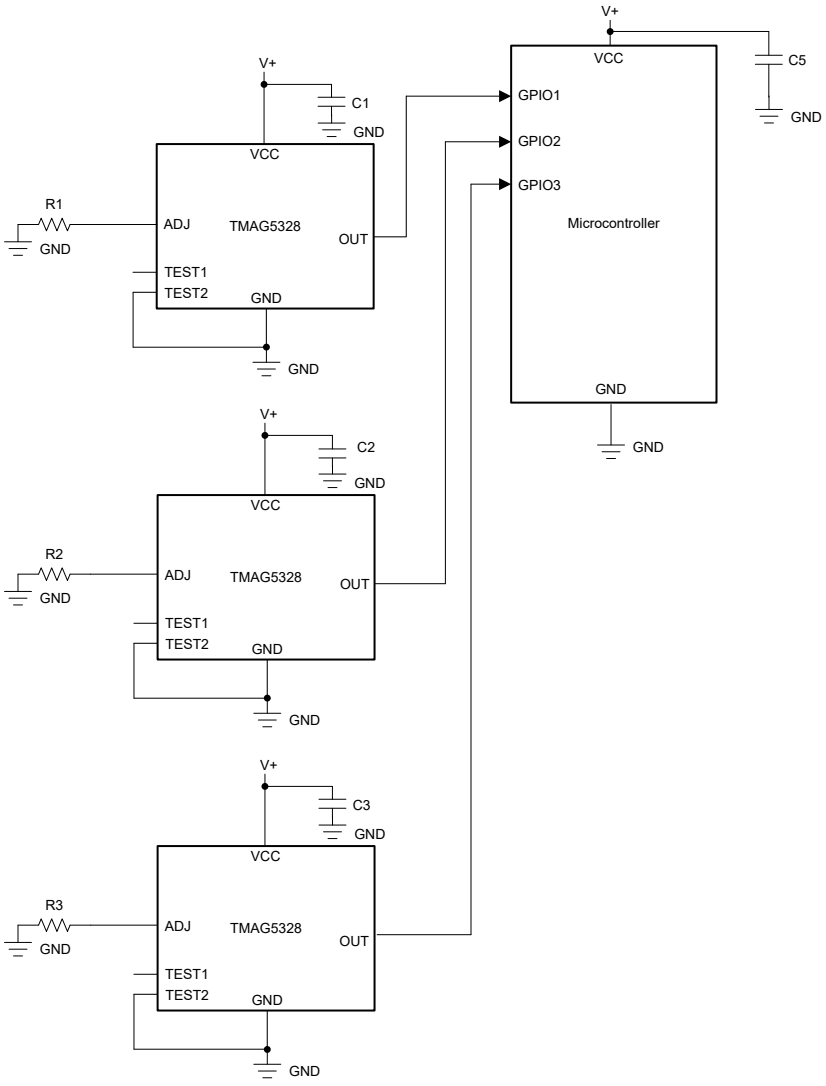


图 8-6. 使用三个电阻器设置三个 TMAG5328 器件的 B_{OP}

使用 DAC 设置 B_{OP} 时，仅当 DAC 的输出能够灌入所有 TMAG5328 器件的电流时，才可使用一个 DAC 来设置多个器件的 ADJ 引脚电压。图 8-7 显示了驱动三个 TMAG5328 器件的 ADJ 引脚的 DAC 示例。在这种特定情况下，只有当 DAC 的输出能够在承受于三个 ADJ 电流源后 4µs 内稳定下来时，DAC 才能可靠地工作。每个电流源都是 80µA，因此只有当 DAC 的输出在承受三个 80 x 3 = 240µA 的电流后能够在 4µs 内稳定下来时，DAC 才能可靠地工作。

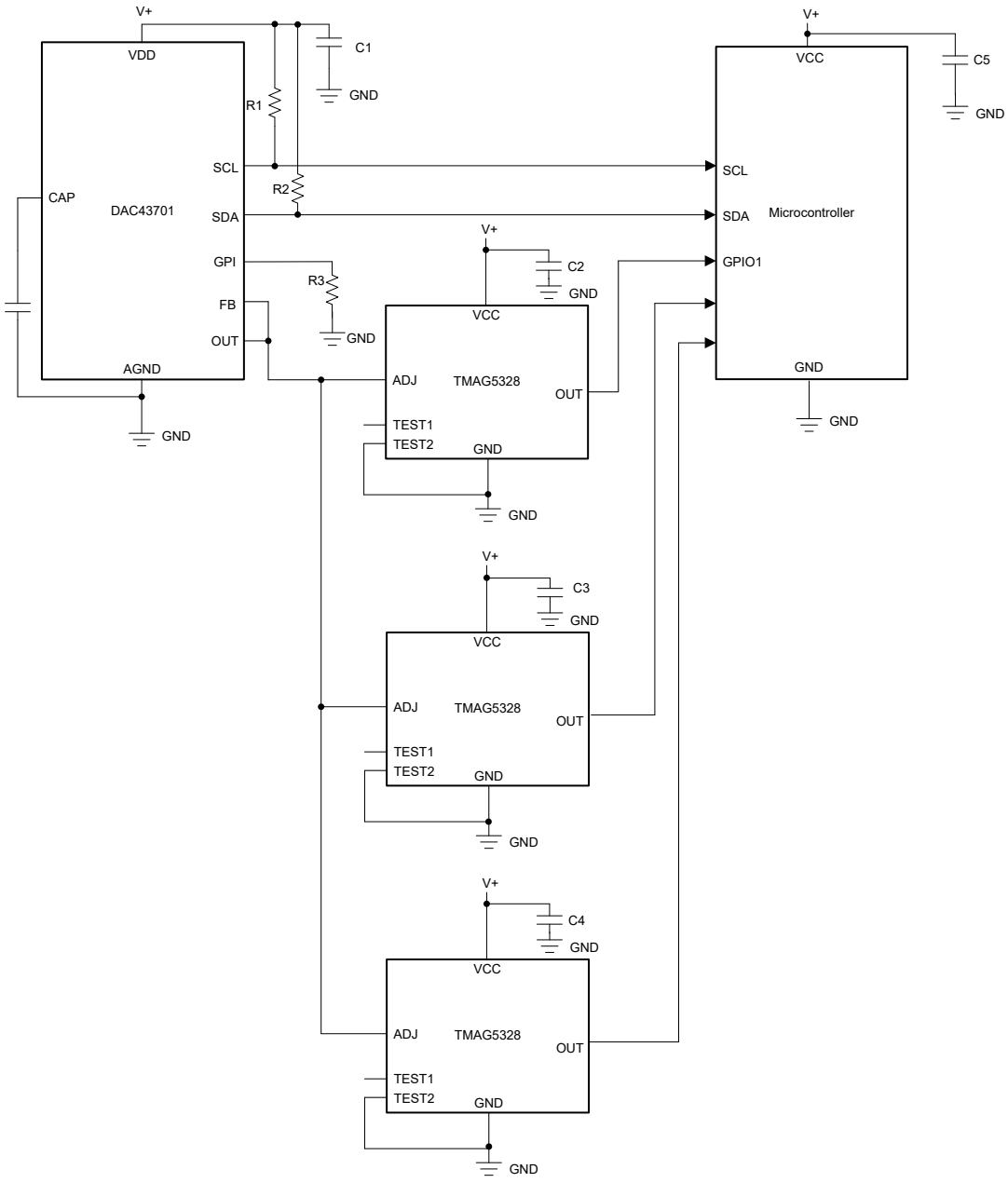


图 8-7. 使用 DAC 设置三个 TMAG5328 器件的 B_{OP}

8.2 典型应用

TMAG5328 可用于大量工业应用。在几乎所有这些应用中，传感器都是固定的，磁体安装在系统中的可移动元件上。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.2.1 冰箱门开/关检测

本应用部分介绍了如何在具有不同机械特性的两个相同应用中使用相同的器件。

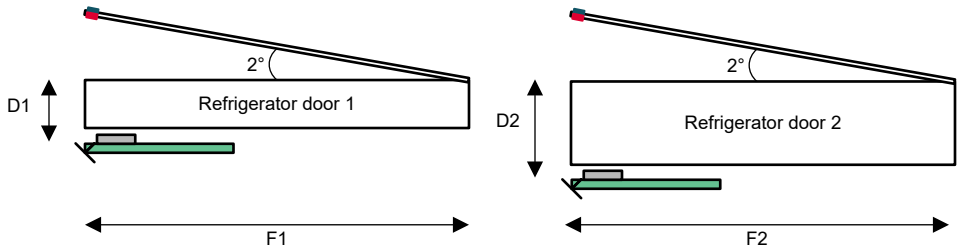


图 8-8. 冰箱 1 和冰箱 2 原理图

8.2.1.1 设计要求

对于这个设计示例，请使用表 8-1 中列出的参数。

表 8-1. 冰箱 1 的设计参数

设计参数	示例值
霍尔效应器件	TMAG5328A1D
V_{CC}	5V
磁体	10 立方毫米 N35
D1	7.025mm
F1	500mm
开门角度	2°
所需计算阈值 (B_{OP})	7.87mT
R_{ADJ}	7.87kΩ

表 8-2. 冰箱 2 的设计参数

设计参数	示例值
霍尔效应器件	TMAG5328A1D
V_{CC}	5V
磁体	10 立方毫米 N35
D2	16.08mm
F2	500mm
开门角度	2°
所需计算阈值 (B_{OP})	3.49mT
R_{ADJ}	3.48kΩ

8.2.1.2 详细设计过程

对于这两种应用，霍尔传感器都用于检测冰箱门打开还是关闭。两个冰箱门彼此不同，因此采用不同的机械设计。这意味着霍尔传感器和磁体的位置彼此不同。换句话说，如果用户希望检测两个冰箱门的特定距离，则必须使用不同的磁体或不同的传感器。在该应用中，磁体不能灵活地选择。电子板也可以在多个平台之间重复使用，因此可以使用相同的传感器。

TMAG5328 是一款可通过电阻器调节的霍尔效应开关，用户可以设置 2mT 至 15mT 之间所需的任何阈值。

对于此应用，冰箱门制造商可以使用具有相同半导体成分的相同印刷电路板 (PCB)，并且只需根据制造的冰箱版本更改电阻器值。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

两个冰箱门的开口角度相同。现在冰箱门 1 是比冰箱门 2 更薄的型号。这意味着对于冰箱门 2，PCB 的位置较远，因此检测冰箱门位置所需的灵敏度会受到影响。

已知门尺寸、所需的开门角度以及磁体到 PCB 的距离，可以使用仿真工具来计算所需位置的磁体强度。对于冰箱门 1，计算出的灵敏度是在距离 7.025mm 时为 7.87mT。对于冰箱 2，在距离 16.08mm 时的灵敏度为 3.49mT。根据这些值，可从 E48 系列中选择电阻器值。7.87kΩ 的电阻器可用于冰箱门 1，3.48kΩ 的电阻器可用于冰箱门 2。

8.3 电源相关建议

TMAG5328 器件由 1.65V 至 5.5V 直流电源供电。必须使用靠近器件的去耦电容器以最小电感提供局部能量。TI 建议使用容值至少为 0.1µF 的陶瓷电容器。

8.4 布局

8.4.1 布局指南

磁场通过大多数非铁磁材料而没有明显的干扰。将霍尔效应传感器嵌入塑料或铝制外壳中来感应外部磁体是惯常的做法。磁场也很容易穿过大多数印刷电路板，因此可以将磁体放置在另一侧。

8.4.2 布局示例

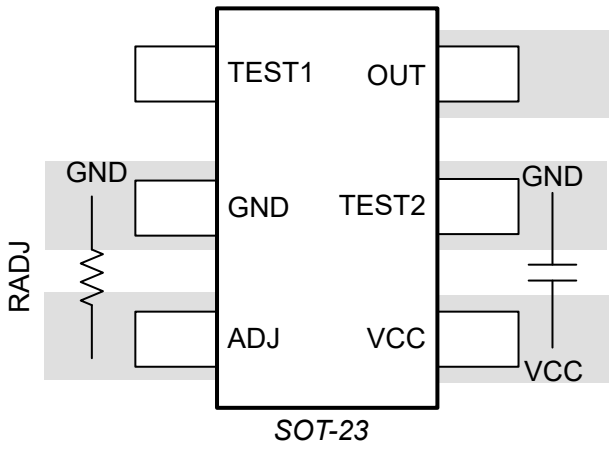


图 8-9. SOT-23 布局示例

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9 器件和文档支持

9.1 器件命名规则

图 9-1 显示了 TMAG5328 的完整器件名称的解读图例。

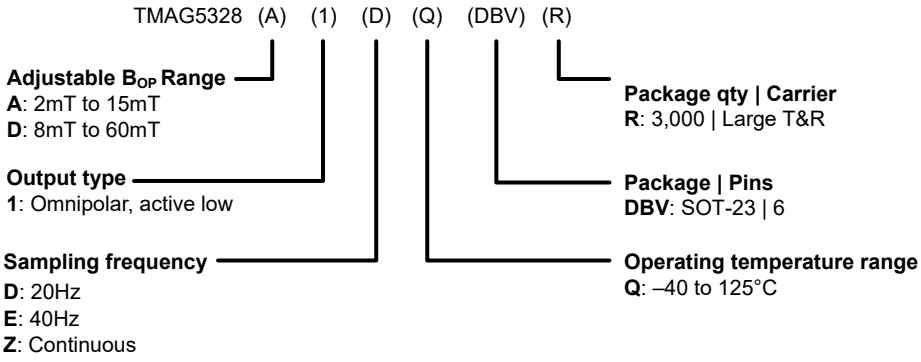


图 9-1. TMAG5328 器件命名规则

9.2 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 ti.com 上的器件产品文件夹。点击*通知* 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

9.3 支持资源

TI E2E™ 中文支持论坛是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的使用条款。

9.4 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.
所有商标均为其各自所有者的财产。

9.5 静电放电警告

静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序，可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级，大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏，这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

9.6 术语表

TI 术语表　　本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

10 修订历史记录

Changes from Revision B (May 2024) to Revision C (April 2025)	Page
• 向数据表添加了 D1E 器件版本	1
• 添加了*器件比较*部分	2
• 删除了*热性能信息* 表中的结至外壳（底部）热指标	4
• 在*电气特性* 中添加了 D1E 型号信息	4
• 更正了 B_{OP_ACC} 的 A1D 参数说明	5

- 更正了 B_{RP_ACC} 的 A1D 参数说明 5
- 更新了 BOP 和 BRP 精度值 5
- 更正了 B_{OP_ACC} 的 A1Z 参数说明 5
- 更正了 B_{RP_ACC} 的 A1Z 参数说明 5
- 在*磁特性* 中添加了 D1E 型号信息 5
- 在*典型特性* 部分中添加了 A1Z 和 D1E 器件版本的*平均 ICC 与温度的关系* 图表 6
- 在*可调节电阻器* 部分添加了公式和图表 12
- 在*可调电压* 部分添加了公式和图表 13

Changes from Revision A (June 2022) to Revision B (May 2024)	Page
• 向数据表添加了 A1Z 器件版本	1

Changes from Revision * (December 2021) to Revision A (June 2022)	Page
• 将数据表状态从*预告信息* 更改为*量产数据*	1

11 机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件的最新可用数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。如需获取此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package | Pins	Package qty | Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
TMAG5328A1DQDBVR	Active	Production	SOT-23 (DBV) | 6	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	A1D
TMAG5328A1DQDBVR.A	Active	Production	SOT-23 (DBV) | 6	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	A1D
TMAG5328A1ZQDBVR	Active	Production	SOT-23 (DBV) | 6	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	A1Z
TMAG5328A1ZQDBVR.A	Active	Production	SOT-23 (DBV) | 6	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	A1Z
TMAG5328D1EQDBVR	Active	Production	SOT-23 (DBV) | 6	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	

(1) **Status:** For more details on status, see our product life cycle.

(2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

(3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the TI RoHS Statement for additional information and value definition.

(4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

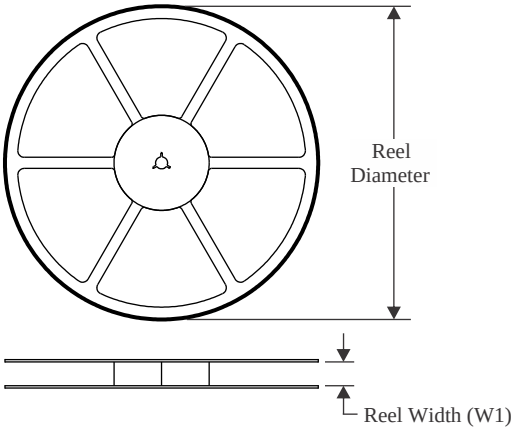
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

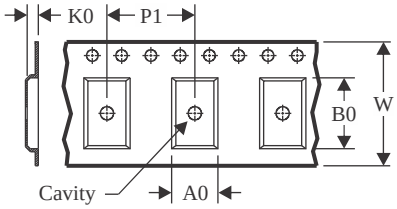
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

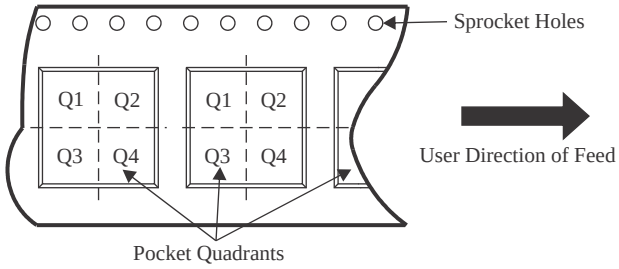


TAPE DIMENSIONS



A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

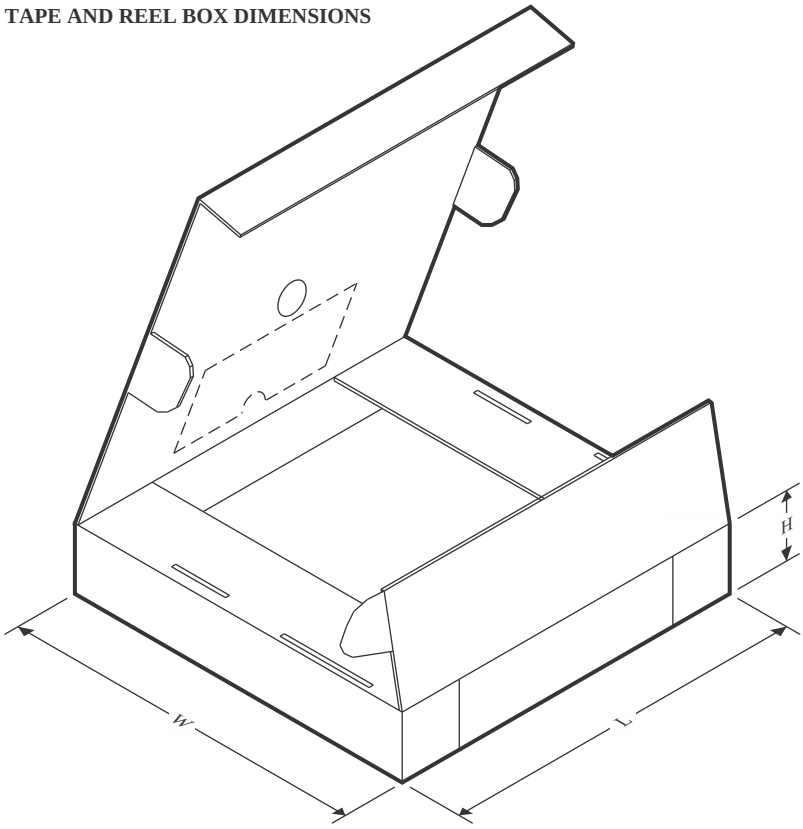
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TMAG5328A1DQDBVR	SOT-23	DBV	6	3000	178.0	9.0	3.3	3.2	1.4	4.0	8.0	Q3
TMAG5328A1ZQDBVR	SOT-23	DBV	6	3000	178.0	9.0	3.3	3.2	1.4	4.0	8.0	Q3
TMAG5328D1EQDBVR	SOT-23	DBV	6	3000	178.0	9.0	3.3	3.2	1.4	4.0	8.0	Q3

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

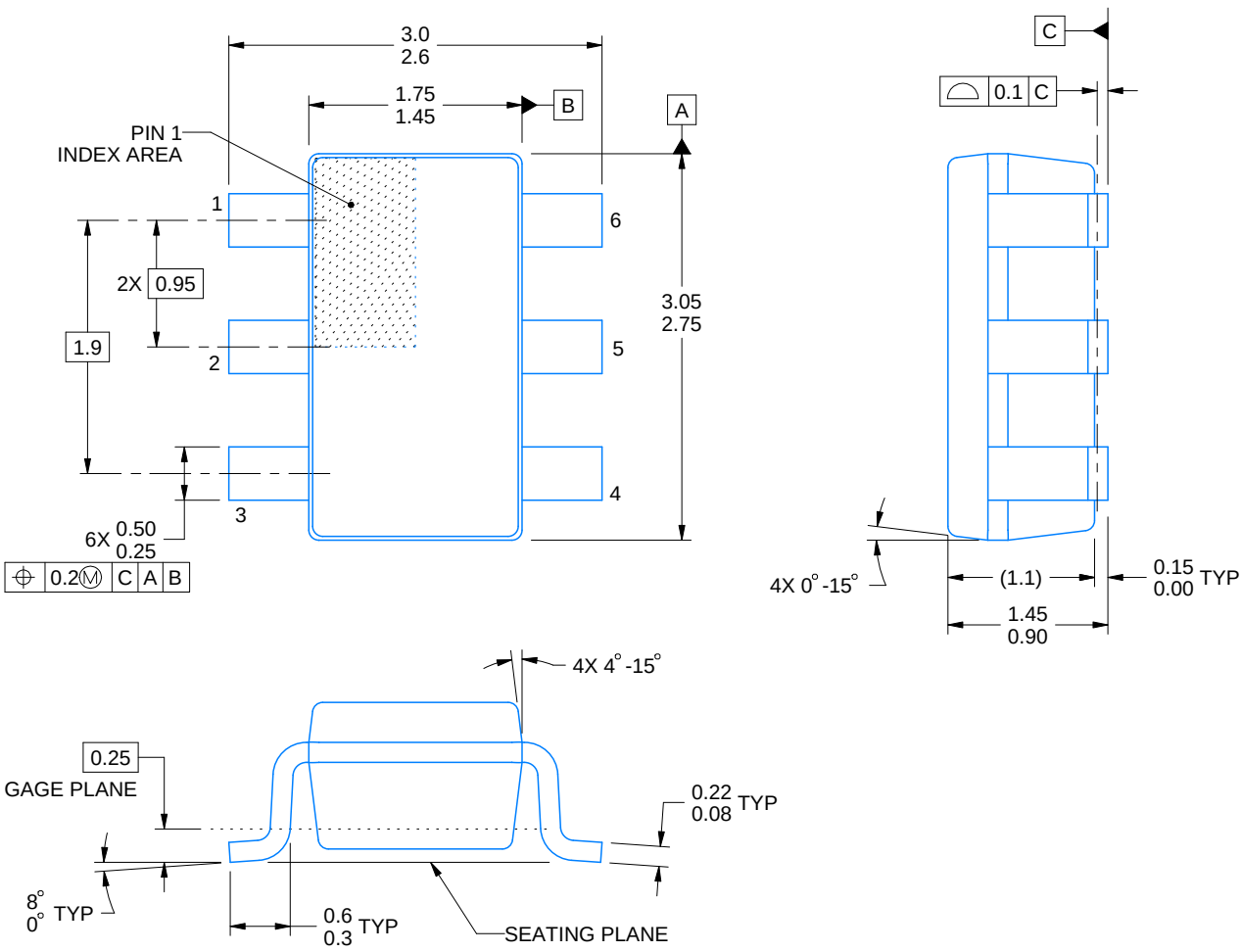
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TMAG5328A1DQDBVR	SOT-23	DBV	6	3000	190.0	190.0	30.0
TMAG5328A1ZQDBVR	SOT-23	DBV	6	3000	190.0	190.0	30.0
TMAG5328D1EQDBVR	SOT-23	DBV	6	3000	190.0	190.0	30.0

PACKAGE OUTLINE

DBV0006A

SOT-23 - 1.45 mm max height

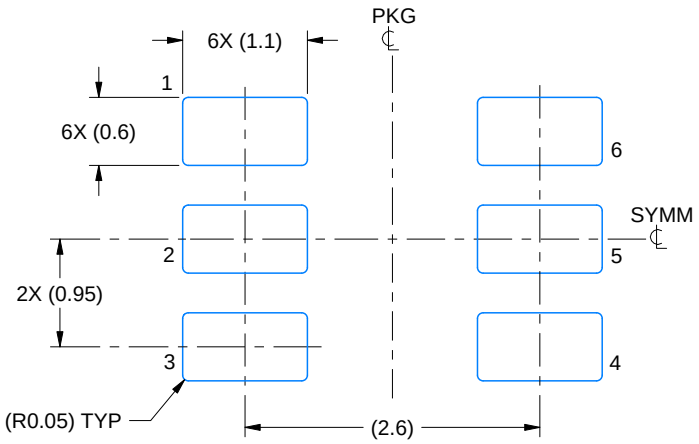
SMALL OUTLINE TRANSISTOR



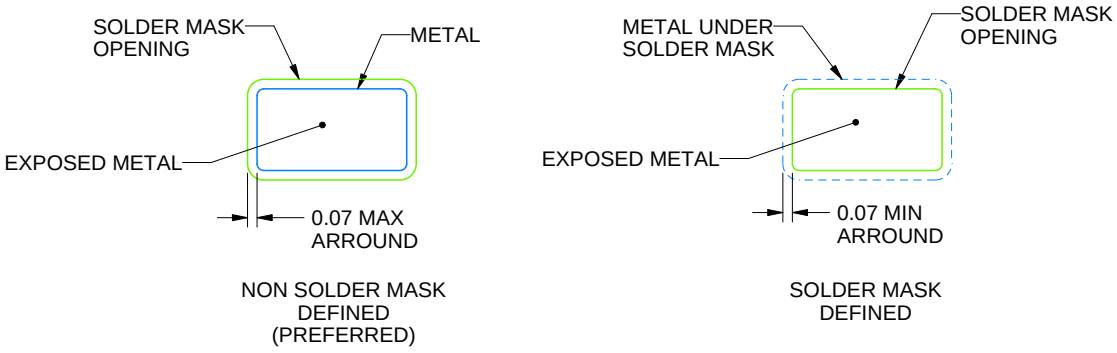
4214840/G 08/2024

NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. Body dimensions do not include mold flash or protrusion. Mold flash and protrusion shall not exceed 0.25 per side.
4. Leads 1,2,3 may be wider than leads 4,5,6 for package orientation.
5. Refernce JEDEC MO-178.



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:15X

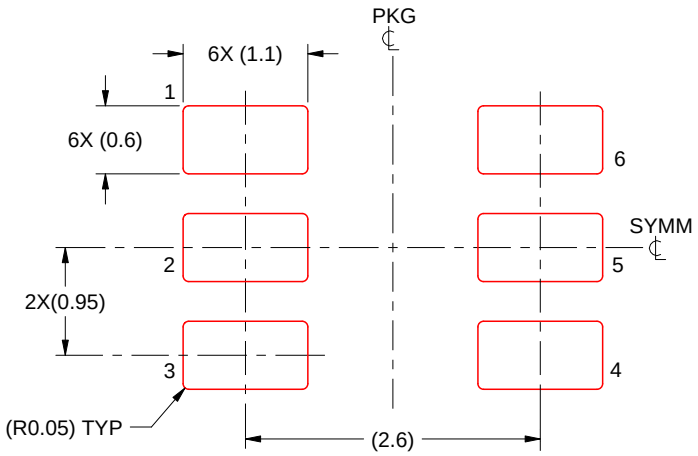


SOLDER MASK DETAILS

4214840/G 08/2024

NOTES: (continued)

6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
SCALE:15X

4214840/G 08/2024

NOTES: (continued)

8. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
9. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做出任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 TI 销售条款)、TI 通用质量指南 或 ti.com 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。 除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月