

适用于开漏和推挽应用的 4 通道自动双向电平转换器

概述

SUM0104 支持双向电压转换，无需 DIR 引脚，从而最大限度地减少系统工作量。SUM0104 支持 5 V 的 I/O 端口，使其在工业和通信应用中兼容 TTL 电平。SUM0104 能够设置不同的电压转换电平，使用非常灵活。

SUM0104 采用 UQFN1.7 × 2.0-12 和 TSSOP-14 封装。

特征

- 无需控制转换方向
- 允许在以下电压之间进行双向电压电平转换：0.95 V ~ 3.3 V ↔ 1.8 V ~ 5 V
- 待机电流低
- 支持 5 V 的 I/O 端口，支持 TTL 电平转换
- 低 R_{ON} 可减少信号失真
- 应用简单的 PCB 线路布线

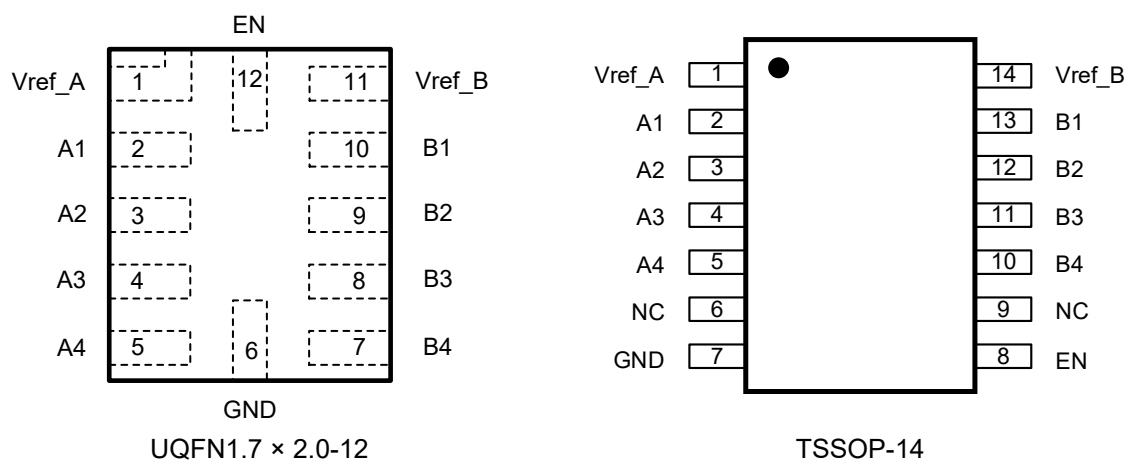
应用

- I²C、SMBus、PMBus、MDIO、UART、SDIO、GPIO 和其他双信号接口
- 企业系统
- 通信设备
- 个人计算机
- 工业自动化

订购信息

型号	封装	订购编号	包装
SUM0104	UQFN1.7 × 2.0-12	SUM0104UQN12	Tape and Reel, 3000
	TSSOP-14	SUM0104TS14	

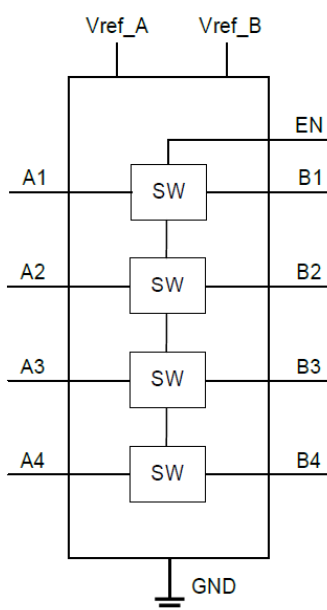
引脚配置



管脚描述

编号		名称	功能
UQFN1.7 × 2.0-12	TSSOP-14		
6	7	GND	接地脚
1	1	Vref_A	参考电源电压A
2 ~ 5	2 ~ 5	An	自动双向数据A 端口
7 ~ 10	10 ~ 13	Bn	自动双向数据B 端口
11	14	Vref_B	参考电源电压B
/	8	EN	使能脚输入。通过电阻（200 kΩ）上拉连接至V _{REF_B}
/	9	NC	没有连接

功能框图



功能描述

SUM0104 应用于连接不同接口电压的设备或系统的电平转换应用。SUM0104 非常适合用于数据输入输出的开漏驱动应用。SUM0104 还可用于数据输入输出的推挽驱动应用。

自动双向电平转换

SUM0104 是一种自动双向电压电平转换器，在 Vref_A 上工作电压范围为 0.95 V ~ 5.5 V，在 Vref_B 上工作电压范围为 1.8 V ~ 5.5 V。支持在 0.95 V ~ 5.5 V 之间实现双向电平转换，在开漏或推挽应用中无需使用方向控制脚。控制器的输出驱动器和外设输出可以是推挽或开漏（可能需要上拉电阻）。在上行和下行电平转换中，B 侧通常指高侧，指的是连接到 B 端口的设备。A 侧则称为低侧。

输出使能控制

如要启用电平传输，EN 输入应直接连接到 Vref_B，且必须通过偏置电阻（通常是 200 kΩ）拉高至高电平（VCCB）。要 I/O 引脚在上电、下电或工作期间保持高阻抗状态，EN 引脚必须处于低电平。EN 脚应始终直接连接到 Vref_B 脚，并建议使能关闭当开漏驱动器无上拉电阻时。这使得 Vref_B 能够调节 EN 输入并为通道提供适当的偏置以实现正确转换。建议在 Vref_B 上加一个滤波电容，以确保设备供电稳定。

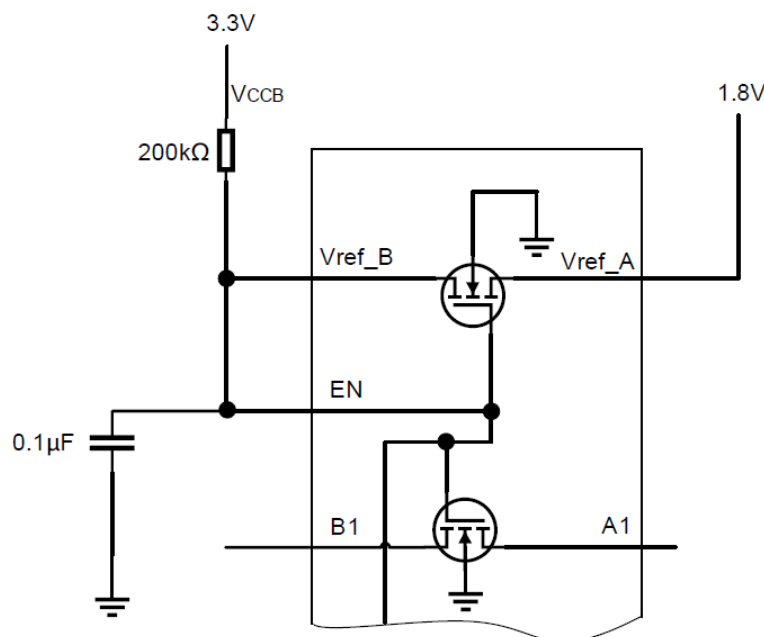


图 1. 直接将 EN 连接到 Vref_B 并通过偏置电阻器连接到 VCCB

注：开漏 I/O 器件的供电电压与用于 SUM0104 的电源完全不同，对操作没有影响。

表 1. EN 脚功能表（EN 由 Vref_B 逻辑电平控制）

EN PIN	Data Port State
直接连接 Vref_B	An = Bn
L	Hi-Z

状态功能模式

对于每个通道(n), 当 A_n 或 B_n 端口处于低电平时, 开关会在 A_n 和 B_n 端口之间提供低阻抗路径; 相应的 B_n 或 A_n 端口将被拉低电平。开关的低导通电阻允许连接时具有最小的传播延迟和信号失真。表 2 提供了设备操作的概要。

表 2. 状态功能表

信号方向 ⁽¹⁾	输入状态	开关状态	功能
B to A (下行转换)	B = LOW	ON (低阻抗)	通过开关将A 侧电压拉低至B 侧电压
	B = HIGH	OFF (高阻抗)	A 侧电压被钳制在Vref_A ⁽²⁾
A to B (上行转换)	A = LOW	ON (低阻抗)	通过开关将B 侧电压拉低至A 侧电压
	A = HIGH	OFF (高阻抗)	B 侧电压被钳制在Vref_A, 然后被拉高至V _{PU} 电源电压

注(1): 下游通道不应通过低阻抗驱动器主动驱动, 否则可能会发生总线争用。

注(2): A 侧可以使用上拉电阻至 Vref_A 以增加电流驱动能力, 也可以使用上拉电阻将 A 侧拉高至 Vref_A 以上。但应始终遵循“推荐工作条件”部分中的规范。

上行电平转换

当信号从 A 端驱动到 B 端且 A_n 端为高电平时, 开关将关闭, B_n 端则会被连接到上拉电源电压 (V_{PU}) 的上拉电阻拉高至高于 Vref_A 的电压。此功能允许用户选择较高或较低的电压时无缝转换, 无需方向控制。上拉电阻始终需要安装在高电平侧, 如果设备输出的低电平侧为开漏状态或其输入泄漏电流大于 $1\mu A$, 低电平侧才需要上拉电阻。

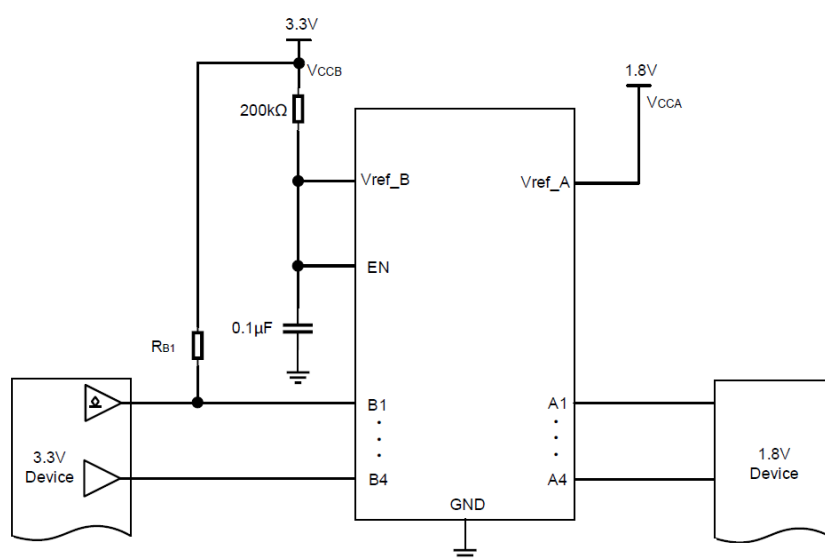


图 2. 具有推拉和开漏配置的上部转换示例原理图

使用 SUM0104 进行上行转换时, 需注意两个重要因素: 最大数据速率和灌电流。最大数据速率直接与输出信号的上升沿相关。灌电流取决于供电值和所选上拉电阻值。公式 1 给出了最大数据速率的计算方法, 公式 2 则给出了最大灌电流的计算方法, 两者均为估算值。要达到高速传输, 需要较低的 RC 值, 也需要强大的驱动器。

$$\frac{1}{3 \times 2R_{B1}C_{B1}} \equiv \frac{1}{6R_{B1}C_{B1}} \left(\frac{\text{bits}}{\text{second}} \right) \quad (1)$$

$$I_{OL} \cong \frac{VCCA}{R_{A1}} + \frac{VCCB}{R_{B1}} (A) \quad (2)$$

下行电平转换

当信号从 Bn 端口被驱动到 An 端口时，开关将处于关闭状态，使 An 端口的电压固定在 Vref_A 设定的电压。可以在设备的任一侧添加上拉电阻。有特殊情况允许移除一个或两个上拉电阻。如果信号始终从推挽驱动器向下转换，则可以移除 B 侧的电阻。如果 A 侧接收器的漏电流小于 1 μA，则也可以移除 A 侧的电阻。这种不使用外部上拉电阻的配置可用于从推挽输出向下转换到低漏电流输入。对于开漏驱动器，B 侧的上拉电阻是必需的，因为开漏输出本身无法自行驱动高电平。

极限参数值

超过下述极限会导致芯片永久损坏。

符号	参数	范围	单位
V _I	输入电压	-0.3 ~ 6.0	V
V _{I/O}	输入/输出电压	-0.3 ~ 6.0	V
I _O	持续通道电流	0 ~ 100	mA
I _{IK}	输入钳位电流	-50	mA
T _{STG}	储存温度范围	-65 ~ +150	°C
T _J	芯片工作结温度范围	-40 ~ +150	°C
V _{ESD}	HBM (JESD22-A114)	±2000	V
	CDM (JESD22-C101)	±1000	V
I _{LU}	Latch-up 电流 (JESD 17)	±100	mA

推荐工作条件

符号	参数	范围	单位
V _{I/O}	输入/输出电压	0 ~ 5.5	V
V _{REF_A/B, EN}	参考电压范围	0 ~ 5.5	V
V _{EN-ON}	开关模式使能电压	1.5 ~ 5.5	V
I _{PASS}	Pass transistor 电流	64	mA
T _A	工作环境温度	-40 ~ +125	°C

直流电参数

$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $+125^{\circ}\text{C}$. 从A 到B 或从B 到A (除非另有说明, 所有典型值均在 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$)

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
V _{IK}	I/O 输入钳位电压	I _I = -18 mA, V _{EN} = 0 V				-1.2	V
I _{IH}	输入漏电流	V _I = 5 V, V _{EN} = 0 V				3	μA
I _{CC}	电源待机电流	V _{ref_B} = V _{EN} = 5.5 V, V _{ref_A} = 4.5 V, I _O = 0 mA, V _I = V _{CC} or GND			0.1	1.5	μA
C _{I(ref_A/B/EN)} ⁽³⁾	输入电容	V _I = 3 V or 0 V			11		pF
C _{IO(off)} ⁽³⁾	关闭时输入电容	V _I = 3 V or 0 V, V _{EN} = 0 V			4	6	pF
C _{IO(on)} ⁽³⁾	打开时输入电容	V _I = 3 V or 0 V, V _{EN} = 3 V			14	17	pF
R _{ON} ⁽⁴⁾	传输导通阻抗	V _I = 0 V, I _O = 64 mA	V _{ref_A} = 3.3 V; V _{ref_B} = V _{EN} = 5 V		3	7	Ω
			V _{ref_A} = 1.8 V; V _{ref_B} = V _{EN} = 5 V		4	10	
			V _{ref_A} = 1.0 V; V _{ref_B} = V _{EN} = 5 V		5	25	
		V _I = 0 V, I _O = 32 mA	V _{ref_A} = 1.8 V; V _{ref_B} = V _{EN} = 5 V		4	9	
			V _{ref_A} = 2.5 V; V _{ref_B} = V _{EN} = 5 V		3	8	
		V _I = 1.8 V, I _O = 15 mA	V _{ref_A} = 3.3 V; V _{ref_B} = V _{EN} = 5 V		4	13	
		V _I = 1 V, I _O = 10 mA	V _{ref_A} = 1.8 V; V _{ref_B} = V _{EN} = 3.3 V		7	24	
		V _I = 0 V, I _O = 10 mA	V _{ref_A} = 1.0 V; V _{ref_B} = V _{EN} = 3.3 V		5	18	
		V _I = 0 V, I _O = 10 mA	V _{ref_A} = 1.0 V; V _{ref_B} = V _{EN} = 1.8 V		6	19	

注(3): 由设计和 IC 特性保证, 不是 FT 项目。

注(4): 传输阻抗测试通过测量开关上 A 和 B 引脚之间的电压降及电流计算得出。导通阻抗由两个 (A 或 B) 端口中的最低电压决定。

交流（下行电平转换）开关特性

$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$, 从 B 到 A, $R_L = 1\text{ k}\Omega$ (除非另有说明, 所有典型值均在 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{PLH}	低到高 传输延时	$V_{CCB} = V_{IH} = 1.8\text{ V}$, $V_{CCA} = 0.95\text{ V}$, $V_{IL} = 0\text{ V}$, and $V_M = 0.5 V_{CCA}$	$C_L = 20\text{ pF}$		0.6	1.5
			$C_L = 30\text{ pF}$		0.8	2
			$C_L = 50\text{ pF}$		1	2.5
		$V_{CCB} = V_{IH} = 1.8\text{ V}$, $V_{CCA} = 1.2\text{ V}$, $V_{IL} = 0\text{ V}$, and $V_M = 0.5 V_{CCA}$	$C_L = 20\text{ pF}$		0.8	1.5
			$C_L = 30\text{ pF}$		1.4	2.5
			$C_L = 50\text{ pF}$		3	4
		$V_{CCB} = V_{IH} = 3.3\text{ V}$, $V_{CCA} = 1.8\text{ V}$, $V_{IL} = 0\text{ V}$, and $V_M = 0.5 V_{CCA}$	$C_L = 20\text{ pF}$		0.3	1.2
			$C_L = 30\text{ pF}$		0.5	2
			$C_L = 50\text{ pF}$		0.9	2.5
		$V_{CCB} = V_{IH} = 5\text{ V}$, $V_{CCA} = 3.3\text{ V}$, $V_{IL} = 0\text{ V}$, and $V_M = 0.5 V_{CCA}$	$C_L = 20\text{ pF}$		0.8	1.2
			$C_L = 30\text{ pF}$		1	1.5
			$C_L = 50\text{ pF}$		1.2	2
t_{PHL}	高到低 传输延时	$V_{CCB} = V_{IH} = 1.8\text{ V}$, $V_{CCA} = 0.95\text{ V}$, $V_{IL} = 0\text{ V}$, and $V_M = 0.5 V_{CCA}$	$C_L = 20\text{ pF}$		0.4	2.5
			$C_L = 30\text{ pF}$		1	3
			$C_L = 50\text{ pF}$		2	4
		$V_{CCB} = V_{IH} = 1.8\text{ V}$, $V_{CCA} = 1.2\text{ V}$, $V_{IL} = 0\text{ V}$, and $V_M = 0.5 V_{CCA}$	$C_L = 20\text{ pF}$		0.7	2
			$C_L = 30\text{ pF}$		1.3	3
			$C_L = 50\text{ pF}$		2	4
		$V_{CCB} = V_{IH} = 3.3\text{ V}$, $V_{CCA} = 1.8\text{ V}$, $V_{IL} = 0\text{ V}$, and $V_M = 0.5 V_{CCA}$	$C_L = 20\text{ pF}$		0.4	2
			$C_L = 30\text{ pF}$		0.9	2.5
			$C_L = 50\text{ pF}$		1.5	3
		$V_{CCB} = V_{IH} = 5\text{ V}$, $V_{CCA} = 3.3\text{ V}$, $V_{IL} = 0\text{ V}$, and $V_M = 0.5 V_{CCA}$	$C_L = 20\text{ pF}$		0.4	1.5
			$C_L = 30\text{ pF}$		1	2.5
			$C_L = 50\text{ pF}$		1.4	3

ns

交流（上行电平转换）开关特性

$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$, 从 A 到 B, $R_L = 1\text{ k}\Omega$ (除非另有说明, 所有典型值均在 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{PLH}	低到高 传输延时	$V_{CCB} = 1.8\text{ V}$, $V_{CCA} = V_{IH} = 0.95\text{ V}$, $V_{IL} = 0\text{ V}$, and $V_M = 0.5 V_{CCA}$	$C_L = 20\text{ pF}$	0.8	1.5	ns
			$C_L = 30\text{ pF}$	1.0	2.0	
			$C_L = 50\text{ pF}$	1.2	3.0	
		$V_{CCB} = 1.8\text{ V}$, $V_{CCA} = V_{IH} = 1.2\text{ V}$, $V_{IL} = 0\text{ V}$, and $V_M = 0.5 V_{CCA}$	$C_L = 20\text{ pF}$	1.1	1.5	
			$C_L = 30\text{ pF}$	1.3	2.0	
			$C_L = 50\text{ pF}$	1.9	3.0	
		$V_{CCB} = 3.3\text{ V}$, $V_{CCA} = V_{IH} = 1.8\text{ V}$, $V_{IL} = 0\text{ V}$, and $V_M = 0.5 V_{CCA}$	$C_L = 20\text{ pF}$	0.6	1.0	
			$C_L = 30\text{ pF}$	0.8	1.5	
			$C_L = 50\text{ pF}$	1.0	2.0	
		$V_{CCB} = 5\text{ V}$, $V_{CCA} = V_{IH} = 3.3\text{ V}$, $V_{IL} = 0\text{ V}$, and $V_M = 0.5 V_{CCA}$	$C_L = 20\text{ pF}$	0.6	1.5	
			$C_L = 30\text{ pF}$	0.8	2.5	
			$C_L = 50\text{ pF}$	1.2	3.0	
t_{PHL}	高到低 传输延时	$V_{CCB} = 1.8\text{ V}$, $V_{CCA} = V_{IH} = 0.95\text{ V}$, $V_{IL} = 0\text{ V}$, and $V_M = 0.5 V_{CCA}$	$C_L = 20\text{ pF}$	2.0	3.5	ns
			$C_L = 30\text{ pF}$	2.8	4.5	
			$C_L = 50\text{ pF}$	4.2	6.5	
		$V_{CCB} = 1.8\text{ V}$, $V_{CCA} = V_{IH} = 1.2\text{ V}$, $V_{IL} = 0\text{ V}$, and $V_M = 0.5 V_{CCA}$	$C_L = 20\text{ pF}$	1.7	3.0	
			$C_L = 30\text{ pF}$	2.6	3.5	
			$C_L = 50\text{ pF}$	4.2	4.5	
		$V_{CCB} = 3.3\text{ V}$, $V_{CCA} = V_{IH} = 1.8\text{ V}$, $V_{IL} = 0\text{ V}$, and $V_M = 0.5 V_{CCA}$	$C_L = 20\text{ pF}$	1.2	3.0	
			$C_L = 30\text{ pF}$	1.8	4.0	
			$C_L = 50\text{ pF}$	2.6	5.0	
		$V_{CCB} = 5\text{ V}$, $V_{CCA} = V_{IH} = 3.3\text{ V}$, $V_{IL} = 0\text{ V}$, and $V_M = 0.5 V_{CCA}$	$C_L = 20\text{ pF}$	0.8	2.0	
			$C_L = 30\text{ pF}$	1.2	3.0	
			$C_L = 50\text{ pF}$	1.8	4.0	

交流特性测试电路

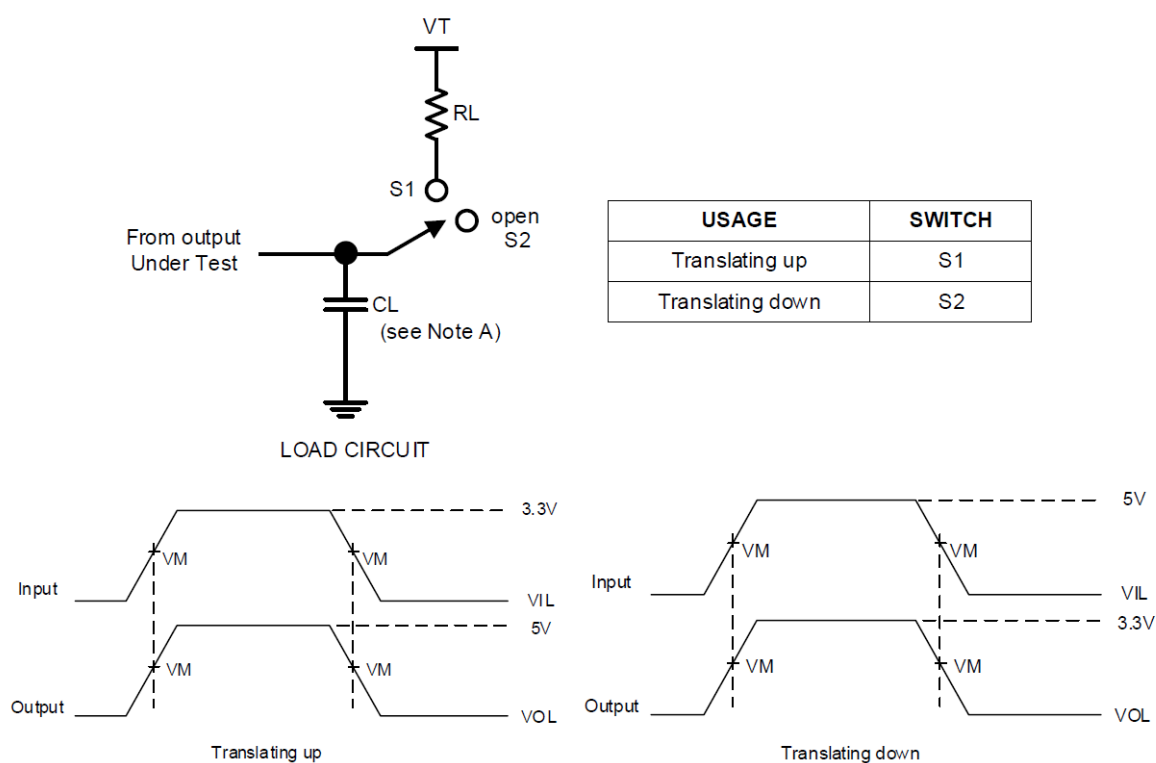


图 3. 输出的交流性能负载电路

注释 A: C_L 包括探针和夹具电容。

注释 B: 具有以下特征的信号发生器可生成所需要的输入脉冲: $P_{RR} \leq 10 \text{ MHz}$, $Z_o = 50 \Omega$, $t_r \leq 2 \text{ ns}$, $t_f \leq 2 \text{ ns}$.

注释 C: 每次测量输出时对应有一个电平转换过程。

应用电路

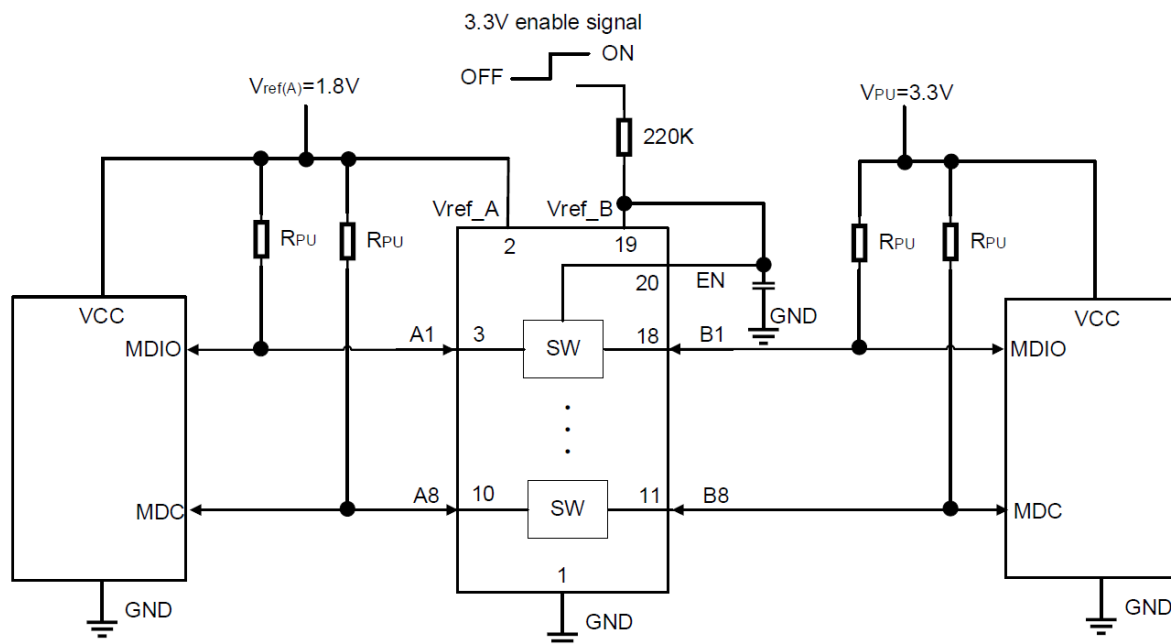


图 4. 开漏转换的典型应用电路 (以 MDIO 接口为例)

在上图中, V_{ref_B} 通过 200 k Ω 电阻连接到 3.3 V 电源, V_{ref_A} 设置为 1.8 V。A1 ~ A8 通道的最大输出电压等于 V_{ref_A} , B1 ~ B8 通道的最大输出电压等于 V_{PU} 。

SUM0104 具有 EN 输入, 用于通过设置 EN 低电平使设备禁用, 将所有 I/O 置于高阻抗状态。由于 SUM0104 的设备是开关型电压转换器, 因此功耗非常低。

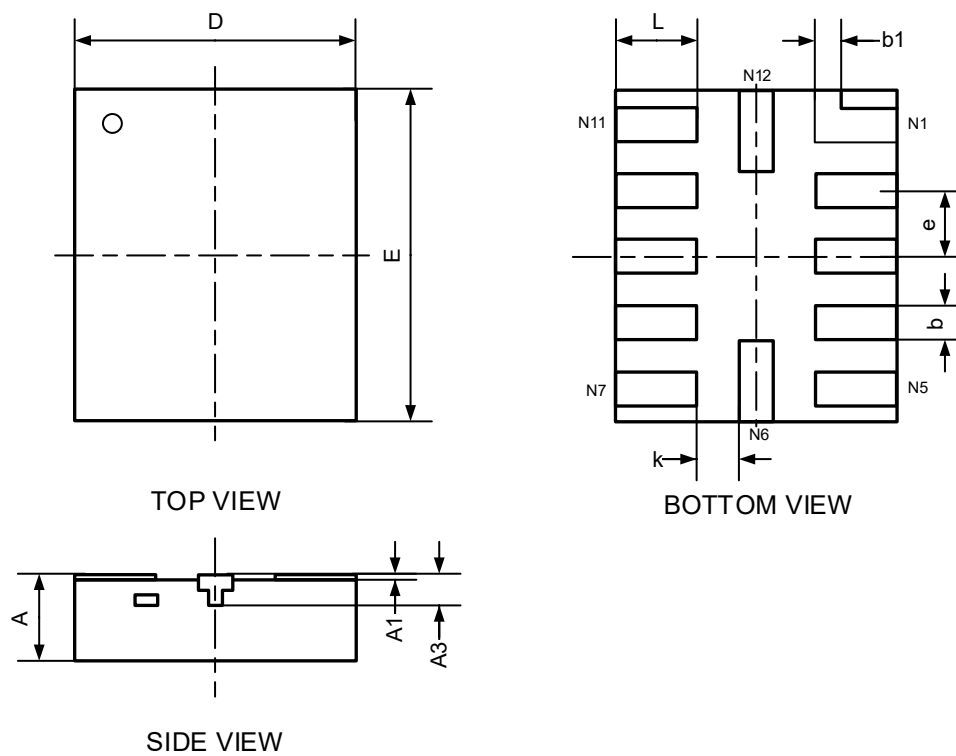
表 3. 应用工作条件

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{ref_A}^{(5)}$	基准电压 (A)	0.9		5.5	V
V_{ref_B}	基准电压 (B)	$V_{ref_A} + 0.8$		5.5	V
$V_{I(EN)}$	EN 引脚输入电压	$V_{ref_A} + 0.8$		5.5	V
V_{PU}	上拉电源电压	0		V_{ref_B}	V

注(5): V_{REF_A} 必须是所有输入和输出之间的最低电压电平。200 k Ω 的偏置电阻允许 V_{REF_B} 调节 EN 输入并对器件进行偏置以正确转换。

封装尺寸图

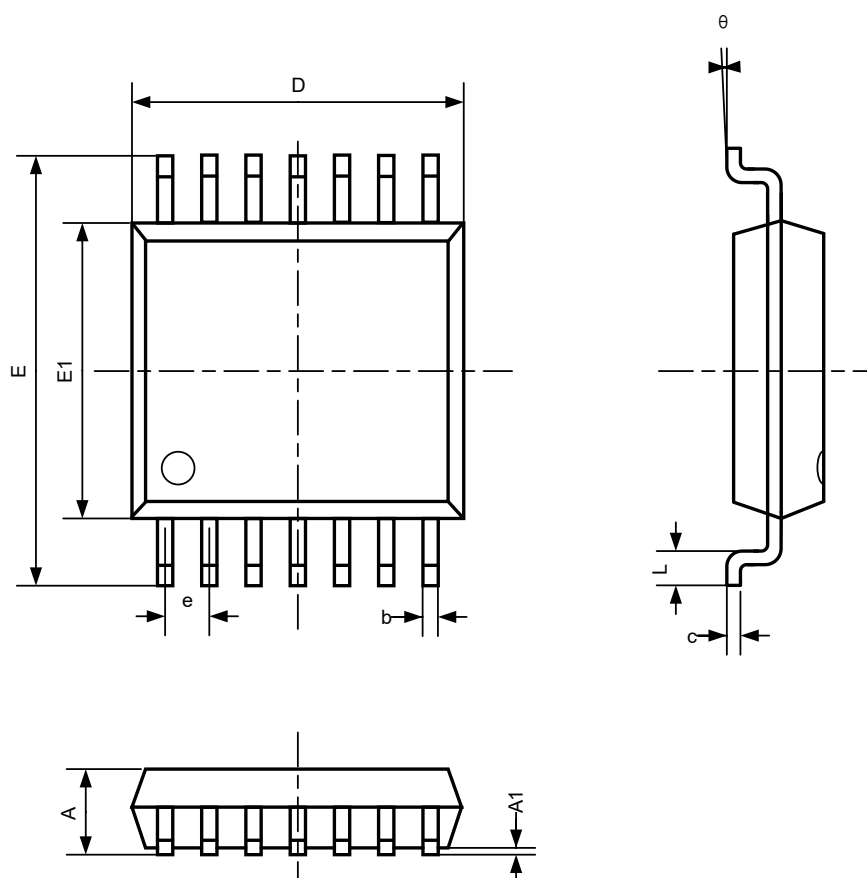
UQFN1.7 × 2.0-12



Symbol	Dimensions in Millimeters	
	Min	Max
A	0.450	0.550
A1	0.000	0.050
A3	0.152REF	
D	1.600	1.800
E	1.900	2.100
b	0.150	0.250
b1	0.150REF	
k	0.250REF	
e	0.400BSC	
L	0.400	0.600

封装尺寸图

TSSOP-14



Symbol	Dimensions in Millimeters	
	Min	Max
A		1.20
A1	0.05	0.15
b	0.19	0.30
c	0.15REF	
D	4.90	5.10
E	6.20	6.60
E1	4.30	4.50
e	0.65BSC	
L	0.50	0.75
θ	0°	8°

V 1.0