

八通道、工业数字输入电平转换器/串行器

概述

MAX31912是一款工业接口串行器，对传感器和24V数字开关输出进行电平转换、调理和串行化处理，产生微控制器能够接受的5V CMOS兼容信号，适用于工业、过程控制和楼宇自动化应用。器件提供可编程逻辑控制器(PLC)数字输入模块的前端接口电路，内部集成了限流、低通滤波和通道串行化处理电路。与传统的分立电阻分压方案相比，输入限流可有效降低现场电源总线的功耗。可选择的片上低通滤波器可根据应用灵活地对传感器输出进行去抖和滤波。片上串行器极大地减少了用于隔离的光耦数量。串行器具有堆栈功能，可对任意数量的输入通道进行串行处理，并通过一个SPI兼容接口输出。在任意输入通道数量的条件下把所需要的光耦数量减小到3个。为了提高抗高频噪声和快速电气瞬变干扰能力，器件可生成多位CRC校验码，每8位数据通过SPI口发送一次校验码。片上5V稳压器可以为外部光耦、数字隔离器或其它外部5V电路供电。现场总线侧的LED驱动器回收利用八路输入的电流，提供输入状态视觉指示，不额外消耗任何电流或功耗。

MAX31912采用已申请专利的电路技术，利用输入限流进一步降低功耗。

对于低成本应用，Maxim Integrated提供与该器件引脚兼容的版本MAX31913，后者不包括MAX31912中已申请专利的电流开关电路。

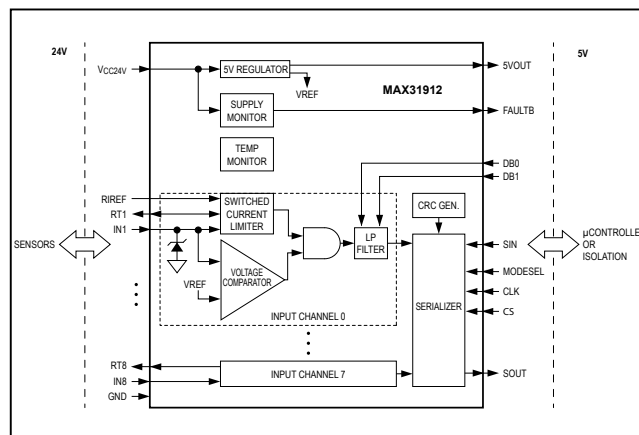
特性

- 八个高压输入通道(最高36V)
- 可配置成IEC 61131-2输入类型1、2、3
- 7V至36V较宽的工作电压范围
- 可选择配置允许5V供电
- 可选择输入滤波和0ms至3ms去抖
- 可配置0.5mA至6mA输入限流
- 所有输入引脚具有较高的HBM ESD保护
- 集成8-1串行器，SPI接口
- 内部5V稳压器
- 过热指示
- 片上24V电源电压监测
- 极低的静态电流和功耗/散热
- 可产生并发送多位CRC校验码，用于检错，提高与外部微处理器之间的数据传输可靠性
- 现场总线侧的LED驱动器不消耗电能

应用

- PLC数字输入模块
- 工业、楼宇和过程自动化
- 电机控制

方框图



订购信息在数据资料的最后给出。

相关型号以及配合该器件使用的推荐产品，请参见：www.maximintegrated.com/MAX31912.related。

本文是英文数据资料的译文，文中可能存在翻译上的不准确或错误。如需进一步确认，请在您的设计中参考英文资料。
有关价格、供货及订购信息，请联络Maxim亚洲销售中心：10800 852 1249 (北中国区)，10800 152 1249 (南中国区)，
或访问Maxim的中文网站：www.maximintegrated.com/cn。

八通道、工业数字输入电平转换器/串行器

Absolute Maximum Ratings

(Voltages relative to GND.)

Voltage Range on V_{CC24V} -0.3V to +45V

Voltage Range on IN1–IN8 -0.3V to +45V

Voltage Range on IN1–IN8
(through 2.2k Ω resistors) -45V to +45VVoltage Range on DB0/DB1, CLK, SIN,
 $\overline{CS}$, MODESEL -0.3V to ($V_{5VOUT} + 0.3V$)Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ\text{C}$)TSSOP (derate 27mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$) 2162.2mW

Operating Temperature Range

Ambient Temperature -40°C to $+125^\circ\text{C}$ Junction Temperature -40°C to $+150^\circ\text{C}$ Storage Temperature Range -55°C to $+125^\circ\text{C}$ Lead Temperature (soldering, 10s) $+300^\circ\text{C}$ Soldering Temperature (reflow) $+260^\circ\text{C}$

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

Package Thermal Characteristics (Note 1)

TSSOP

Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ_{JA}) 37°C/W Junction-to-Case Thermal Resistance (θ_{JC}) 2°C/W

Note 1: Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to www.maximintegrated.com/cn/app-notes/index.mvp/id/4083.

Recommended Operating Conditions (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Field Supply Voltage	V_{CC24V}	(Note 3)	7		36	V
Field Inputs Voltage	V_{INn}	(Note 4)	-0.3		36	V
Logic Inputs Voltage	V_{LOGIC}		0		5.5	V
Current-Limit Setting Resistor	R_{REF}			15		k Ω
Field Input Data Rate	f_{IN}	(Note 5)		200		kHz

八通道、工业数字输入电平转换器/串行器

DC Electrical Characteristics

(V_{CC24V} = 7V to 36V, T_J = -40°C to +150°C, unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Field-Supply Current	I _{CC24V}	IN1–IN8 = 24V, 5V _{OUT} = open, RT1–RT8 = GND, all logic inputs open		1.6	2.3	mA
Field-Supply UV1 Alarm Off/On	V _{ONUV1}			9	10	V
Field-Supply UV1 Alarm On/Off	V _{OFFUV1}		7	8		V
Field-Supply UV2 Alarm Off/On	V _{ONUV2}			16.5	18	V
Field-Supply UV2 Alarm On/Off	V _{OFFUV2}		14	15.5		V
LED On-State Current	I _{RT-ON}	R _{REF} = 15kΩ, V _{CC24V} = 18V to 30V		2.2		mA
Field Input Threshold High-to-Low	V _{IN-(INF)}	2.2kΩ external series resistor	7	8.4		V
Field Input Threshold Low-to-High	V _{IN+(INF)}	2.2kΩ external series resistor (Note 12)		9.4	10.2	V
Field Input Hysteresis	V _{HYS(INF)}	2.2kΩ external series resistor (Note 12)		1		V
Input Threshold High-to-Low (at IC pin)	V _{TH-(INP)}		3	3.4		V
Input Threshold Low-to-High (at IC pin)	V _{TH+(INP)}	(Note 12)		4.4	5	V
Input Threshold Hysteresis (at IC pin)	V _{HYS(INP)}	(Note 12)		1		V
Field Input Pin Resistance	R _{INP}			0.8		kΩ
Field Input Current Limit	I _{INLIM}	R _{REF} = 15kΩ, V _{CC24V} = 18V to 30V, T _A = +25°C to +125°C (Note 6)	2.2	2.4	2.7	mA
Filter Time Constant	t _{FILTER}	DB1/DB0 = 0/0: no filtering		0		ms
		DB1/DB0 = 0/1	0.008	0.025	0.038	
		DB1/DB0 = 1/0	0.25	0.75	1.1	
		DB1/DB0 = 1/1	1.0	3	4.5	
Linear Regulator Output	V _{5VOUT}	Max I _{LOAD} = 50mA	4.75	5.0	5.25	V
Regulator Line Regulation	dV _{REGLINE}	I _{LOAD} = 50mA		10		mV
Regulator Load Regulation	dV _{REGLOAD}	I _{LOAD} = 1mA to 50mA		20		mV
Logic-Low Output Voltage	V _{OL}	I _{OL} = 4mA		0.4	1.0	V
Logic-High Output Voltage	V _{OH}	I _{OH} = -4mA	4.0			V
Logic-Input Trip Point	V _{IH-IL}		0.3x V _{5VOUT}	0.5x V _{5VOUT}	0.7x V _{5VOUT}	V
Logic-Input Leakage Current	I _{IL}		-50	-30	-15	μA
Overtemperature Alarm	T _{ALRM}			135		°C

八通道、工业数字输入电平转换器/串行器

AC Electrical Characteristics

(V_{CC24V} = 7V to 36V, T_J = -40°C to +150°C, unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Field Input Pulse Width	t _{PW}	No external capacitors on pins IN1–IN8	1			μs
ESD		HBM, all pins		±2		kV
		HBM, IN1–IN8 with respect to GND		±15		

AC Electrical Characteristics: SPI Interface

(V_{CC24V} = 7V to 36V, T_J = -40°C to +150°C, unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
CLK Pulse Duration	t _{CLKPW}	(Note 7)	20			ns
$\overline{\text{CS}}$ Pulse Duration	t _{CSPW}	(Note 8)	20			ns
SIN to CLK Setup Time	t _{SU1}	(Note 9)	5			ns
SIN to CLK Hold Time	t _{H1}	(Note 9)	8			ns
$\overline{\text{CS}}$ to CLK Setup Time	t _{SU2}	(Note 10)	8			ns
$\overline{\text{CS}}$ to CLK Recovery Time	t _{REC}	(Note 10)	12			ns
Clock Pulse Frequency	f _{CLK}	(Notes 7, 11)			25	MHz
Propagation Delay, CLK to SOUT	t _{P1}	(Note 7)			20	ns
Propagation Delay, $\overline{\text{CS}}$ to SOUT	t _{P2}	(Note 8)			20	ns
Rise/Fall Time SOUT/ $\overline{\text{FAULT}}$	t _{R/F}	(Note 7)			40	ns

Note 2: Limits are 100% production tested at T_A = +25°C and T_A = +125°C. Limits over the operating temperature range and relevant supply voltage range are guaranteed by design and characterization. Typical values are not guaranteed.

Note 3: If a 24V supply is not available, the device can be powered through V_{5VOUT}. In this mode of operation, the V_{CC24V} supply must be left unconnected. All other specifications remain identical. The field-supply UV1 and UV2 alarms will be activated (set to 1), indicating the absence of the 24V supply in this mode of operation.

Note 4: When using suggested external 2.2kΩ series resistors, limits of -3V to +36V apply.

Note 5: f_{IN} refers to the maximum pulse frequency (1/f_{IN} = shortest pulse width) that can be detected from the field sensors and switches.

Note 6: External resistor R_{REF} can be adjusted to set any desired current limit between 0.5mA and 6mA.

Note 7: See Figure 9.

Note 8: See Figure 6.

Note 9: See Figure 8.

Note 10: See Figure 7.

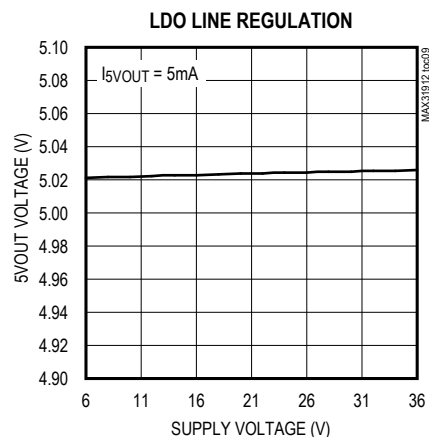
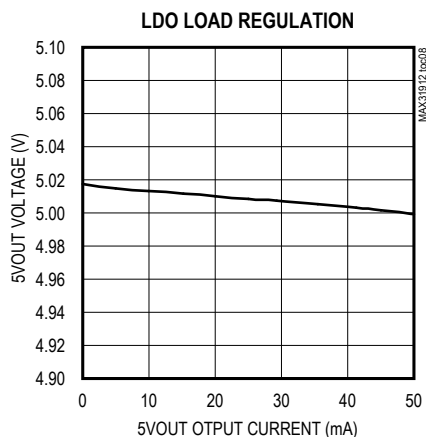
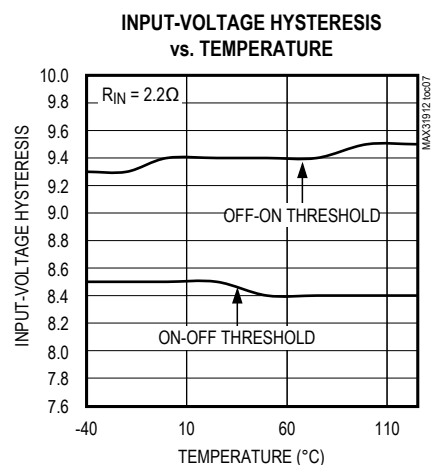
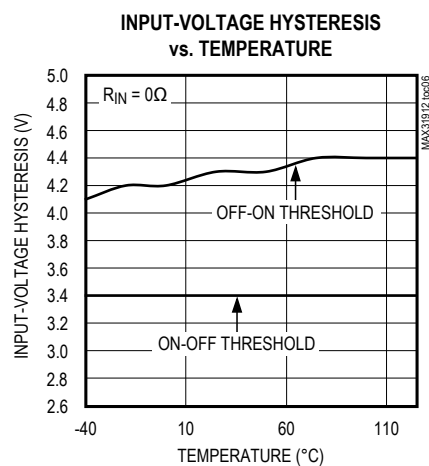
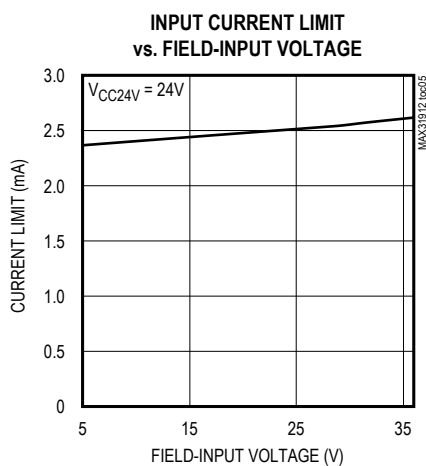
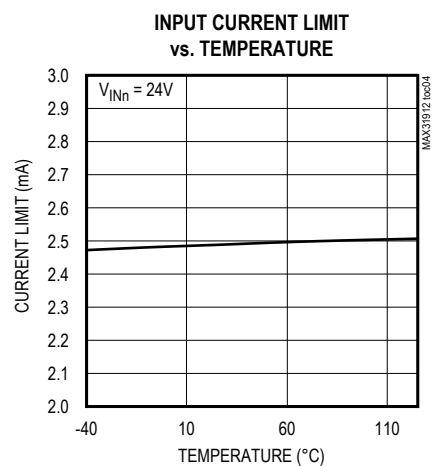
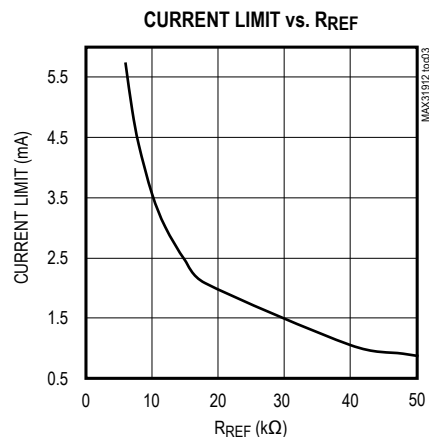
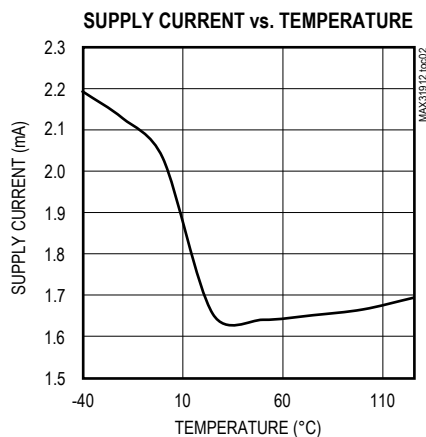
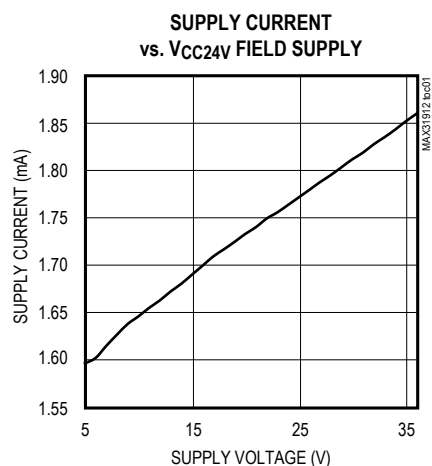
Note 11: This is the maximum bit transfer rate through the serializer interface.

Note 12: When input current switching is enabled (DB0/DB1 ≠ 00), there is no Input Threshold Hysteresis. In this case, the Input Threshold for both falling and rising signal is the High-to-Low Threshold.

八通道、工业数字输入电平转换器/串行器

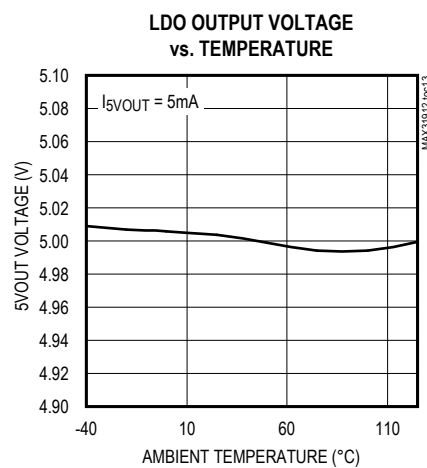
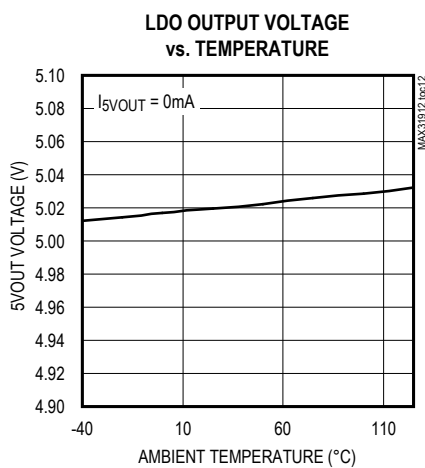
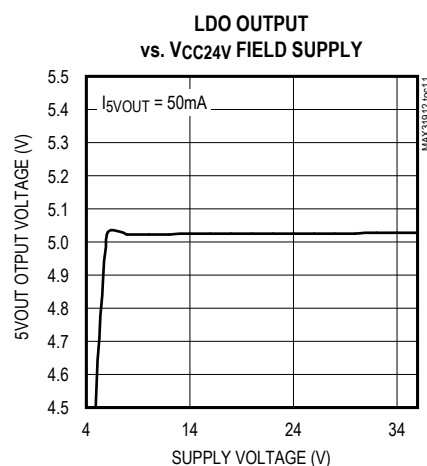
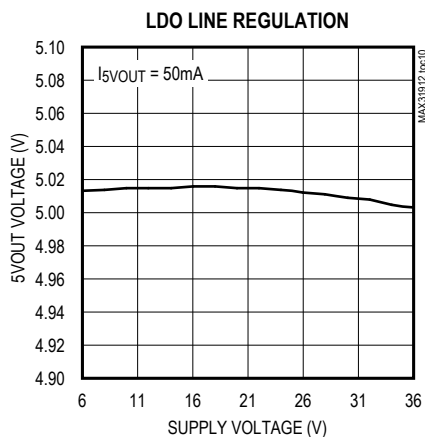
典型工作特性

($T_A = +25^\circ\text{C}$, $R_{REF} = 15\text{k}\Omega$, unless otherwise noted.)



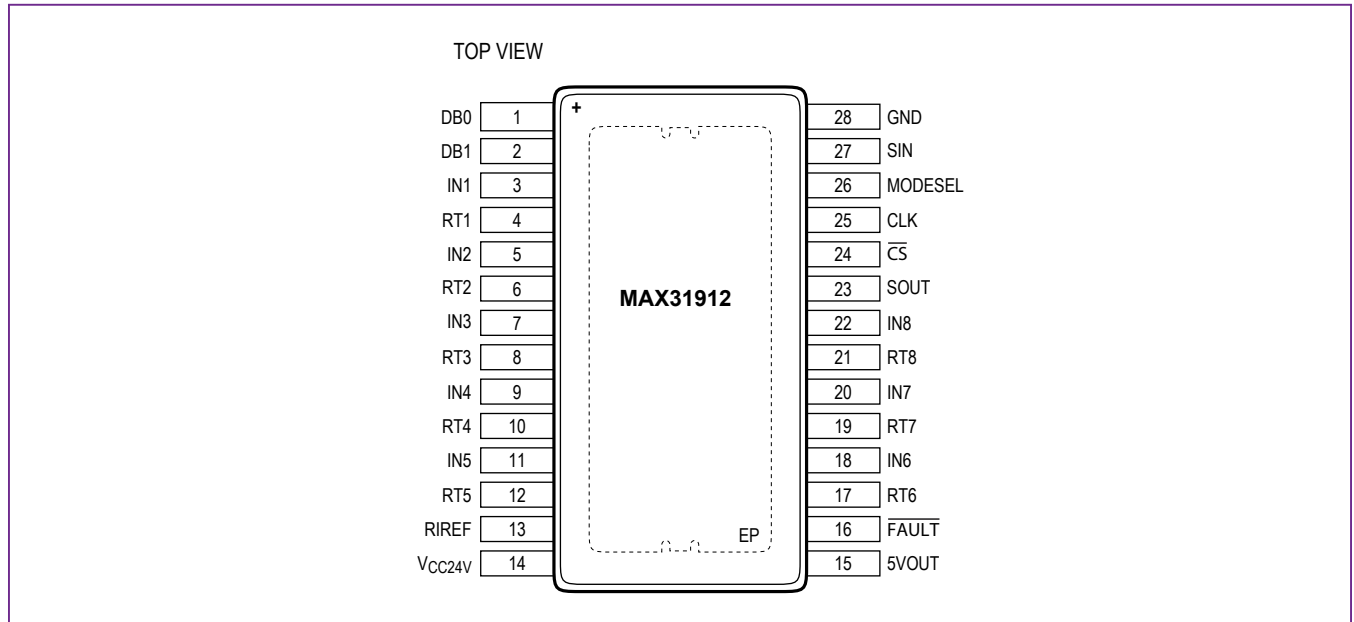
八通道、工业数字输入电平转换器/串行器

典型工作特性(续)

(T_A = +25°C, R_{REF} = 15kΩ, unless otherwise noted.)

八通道、工业数字输入电平转换器/串行器

引脚配置

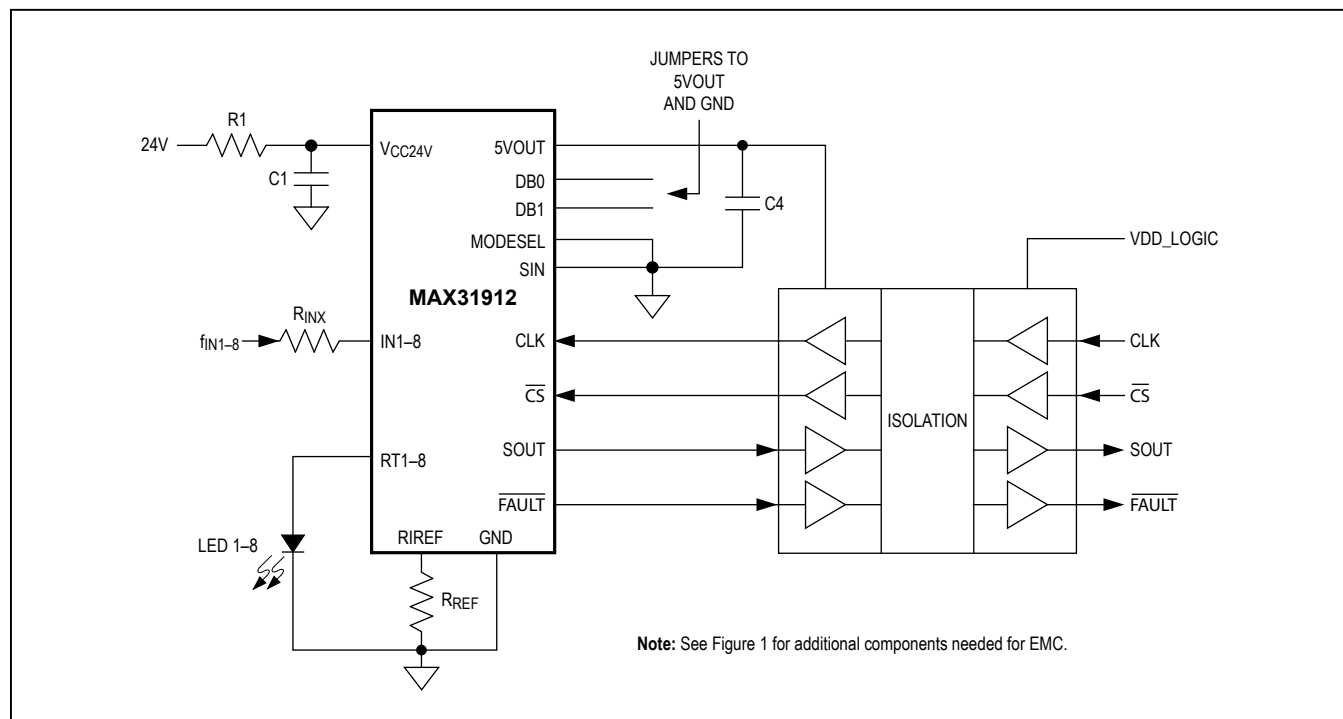


引脚说明

引脚	名称	功能
1, 2	DB0, DB1	去抖(滤波)时间选择输入，该输入也决定电流开关频率，详细信息请参见表1。
3, 5, 7, 9, 11, 18, 20, 22	IN1–IN8	现场总线输入。
4, 6, 8, 10, 12, 17, 19, 21	RT1–RT8	无耗能LED驱动器输出，不使用LED时连接至GND。
13	RIREF	限流器基准电阻。
14	V _{CC24V}	现场总线电源。
15	5VOUT	5V稳压器输出。
16	FAULT	低电平有效欠压报警。
23	SOUT	串行数据输出。
24	CS	低电平有效片选输入。
25	CLK	串行时钟输入。
26	MODESEL	模式选择输入。 MODESEL = 1：选择8位移位寄存器。 MODESEL = 0：选择16位移位寄存器。
27	SIN	串行数据输入。
28	GND	现场总线地。
—	EP	裸焊盘，必须连接至PCB接地区域。

八通道、工业数字输入电平转换器/串行器

基本应用电路



详细说明

输入限流箝位

MAX31912工业接口串行器输入(IN1-IN8)通过检测传感器输出的电压和电流，监视现场传感器的状态(开和关)。通过这些输入引脚吸入的电流随输入电压线性增大，直到达到电流箝位电路设定的限值。只要电压升高至该点以上，输入电流则不再增大。

可通过RIREF引脚和GND之间连接的外部电阻调节限流值。引脚RT1-RT8必须直接连接至GND，为输入电流提供回路。将IN1-IN8输入引脚的电压和电流与内部设定基准进行比较，确定传感器是否开启(逻辑1)或关闭(逻辑0)。确定传感器开/关状态的触发点符合IEC 61131-2类型1和3开关要求。器件也可配置为2类开关进行工作。

尖峰脉冲滤波器

数字式尖峰脉冲滤波器对传感器的嘈杂信号进行去抖和滤波，滤波器时间常数可通过DB0和DB1引脚设置为0ms至3ms，去抖设置参见表1。

为提供数字式尖峰脉冲滤波器，器件检查确认输入在至少三个时钟周期内是稳定的。时钟周期的持续时间为所选去抖时间的1/3。如果输入在至少三个时钟周期内没有达到稳定，器件不会把输入信号的变化发送到内部移位寄存器。电流开关设置请参见表1。

低功耗电流箝位开关

MAX31912采用已申请专利的开关电流限幅器，将功耗降低至通过输入限流可实现的水平以下。利用内部滤波器时钟在所选限流值的100%和20%之间切换输入电流。例如，如果限流值设定为2.4mA，则输入电流在2.4mA和0.48mA之间切换。滤波器时钟以50%占空比开关输入电流。电流开关的时钟周期由DB1和DB0尖峰脉冲滤波器设置自动选择。电流开关设置请参见表1。

八通道、工业数字输入电平转换器/串行器

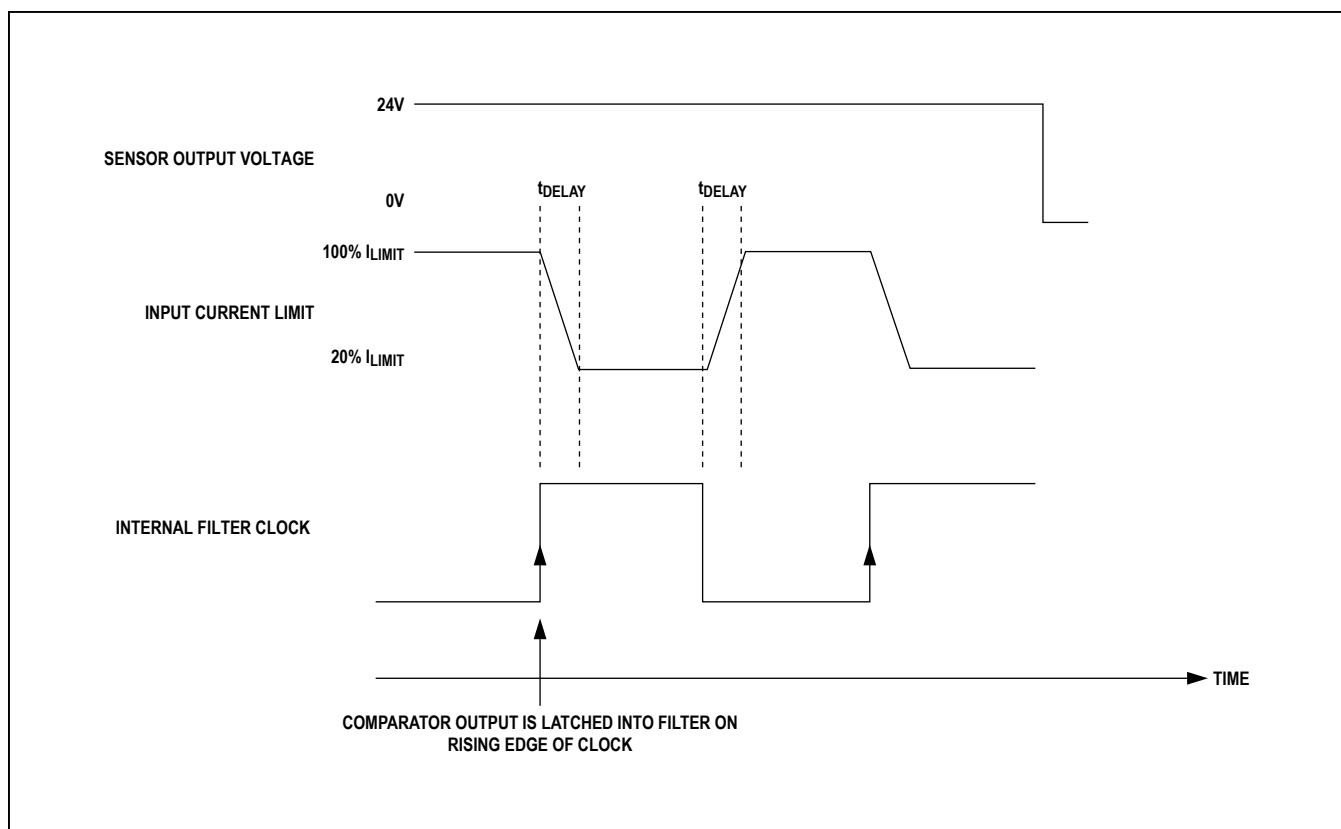


图1. 已申请专利的开关式限流器

表1. 去抖/电流开关周期设置

DB1	DB0	BINARY VALUE	DEBOUNCE TIME	CURRENT SWITCHING PERIOD
0	0	0	0	DC (disabled)
0	1	1	25 μ s	8 μ s
1	0	2	0.75ms	0.25ms
1	1	3	3ms	1ms

八通道、工业数字输入电平转换器/串行器

读取串行数据

在 $\overline{CS}$ 下降沿，将输入比较器滤波后的输出锁存至移位寄存器。 $\overline{CS}$ 保持为低电平时，为CLK引脚提供时钟信号，将锁存的数据移出SOUT，每次1位。

内部数据串行器由一个16位移位寄存器组成，包括与8路现场输入对应的8个数据位和一个8位状态字节(包括附加状态和CRC信息)。状态字节中，1位表示现场总线电压(UV)、1位表示内部温度监测器的状态(OT)、内部计算产生的5位CRC码，一个后导1作为STOP位。

欠压(UV)位为常0，如果电源电压下降至 $V_{OFFUVLO}$ 以下，UV变为1；电源电压升高至 V_{ONUVLO} 以上后，UV位恢复为0。

过热指示(OT)位也为常0，如果结温升高至 $TALRM$ 以上，OT位变为1；结温下降至 $TALRM$ 后，该位恢复为0。

从器件向外部微控制器传输数据期间，可利用CRC码检查数据完整性。如果所传输数据的完整性不特别重要，可忽略CRC位。CRC采用以下多项式：

$$P(x) = x^5 + x^4 + x^2 + x^0$$

内部串行器的位数可选择8位或16位。利用MODESEL引脚将串行器配置为8位(禁止状态字节)或16位移位寄存器。8位模式下，只通过SPI接口传输8路现场输入状态，忽略状态字节。因此，在多IC应用中(输入通道大于8)，如果需要，对任意数量的输入通道，可只产生及发送一个状态字节。

通过SPI兼容接口只能读取移位寄存器的内容(目前不支持写操作)。

如果输入通道大于8个，可级联多片器件。这种情况下，器件的SOUT引脚应连接到下一器件的SIN引脚，将内部移位寄存器级联在一起。采用这种配置时，所有器件的CLK和 $\overline{CS}$ 引脚应该连接在一起。关于使用SPI接口的更多详细信息，请参见[串口工作](#)部分。

温度监测

器件连续监测内部结温，通过将OT位置1触发报警。

电源电压监测

主电源电压监测电路持续监测现场总线电源电压，如果该电压下降至门限(V_{OFFUV1})以下，则通过使 $\overline{FAULT}$ 引脚变为有效触发报警，表示器件发生故障条件，串行器中的数据不可信。此外，器件将UV1位复位为0。现场电源电压恢复并升高至 V_{ONUV1} 以上时，释放 $\overline{FAULT}$ 引脚。辅助电源电压监测电路也监测现场总线电源电压，如果现场电源下降至 V_{OFFUV2} 以下，该辅助监测器仅在串行器中设置标识：将UV2位复位为0(不触发 $\overline{FAULT}$ 引脚)。电源电压恢复至 V_{ONUV2} 以上时，UV2位置1。辅助电源监测器的触发点较高，目的是向系统报警，表示电源电压低于指标(大约24V - 20%)；而主电源监测器的目的是表示电源电压已下降至接近IC的最低工作电压。

八通道、工业数字输入电平转换器/串行器

应用信息

EMC标准合规性

图1所示的外部元件允许器件工作在恶劣的工业环境。所选的元件有助于抑制电压突变和瞬态浪涌，使系统能够满

足或优于EMC标准要求。表2给出了图2每个元件的示例器件。参考表2所列元件时，图2所示系统能够可靠通过IEC瞬态电压、瞬态浪涌、传导RFI以及ESD规范(IEC 61000-4、5、6和2)测试。

表2. 推荐元件

COMPONENT	DESCRIPTION	REQUIRED/RECOMMENDED/OPTIONAL
C0	4.7nF, 2kV polypropylene capacitor	Recommended
C1	10 μ F, 60V ceramic capacitor	Required
C3	100nF, 10V ceramic capacitor	Recommended
C4	4.7 μ F, 10V low ESR ceramic capacitor	Required
C5	100nF, 100V ceramic capacitor	Recommended
D0	36V fast zener diode (ZSMB36)	Recommended
D1	General-purpose rectifier (IN4007)	Optional: For reverse polarity protection. This diode can alternatively be placed in series with the Field Supply (24V)
LED1–LED8	LEDs for visual input status indication	Optional
R1	150 Ω , 1/3W MELF resistor	Required
R _{INX}	2.2k Ω , 1/4W MELF resistor	Required
R _{REF}	15k Ω , 1/8W resistor	Required

注：为实现较高EMC性能，可在节点 f_{IN1-8} 与地之间增加1nF、1000V电容。

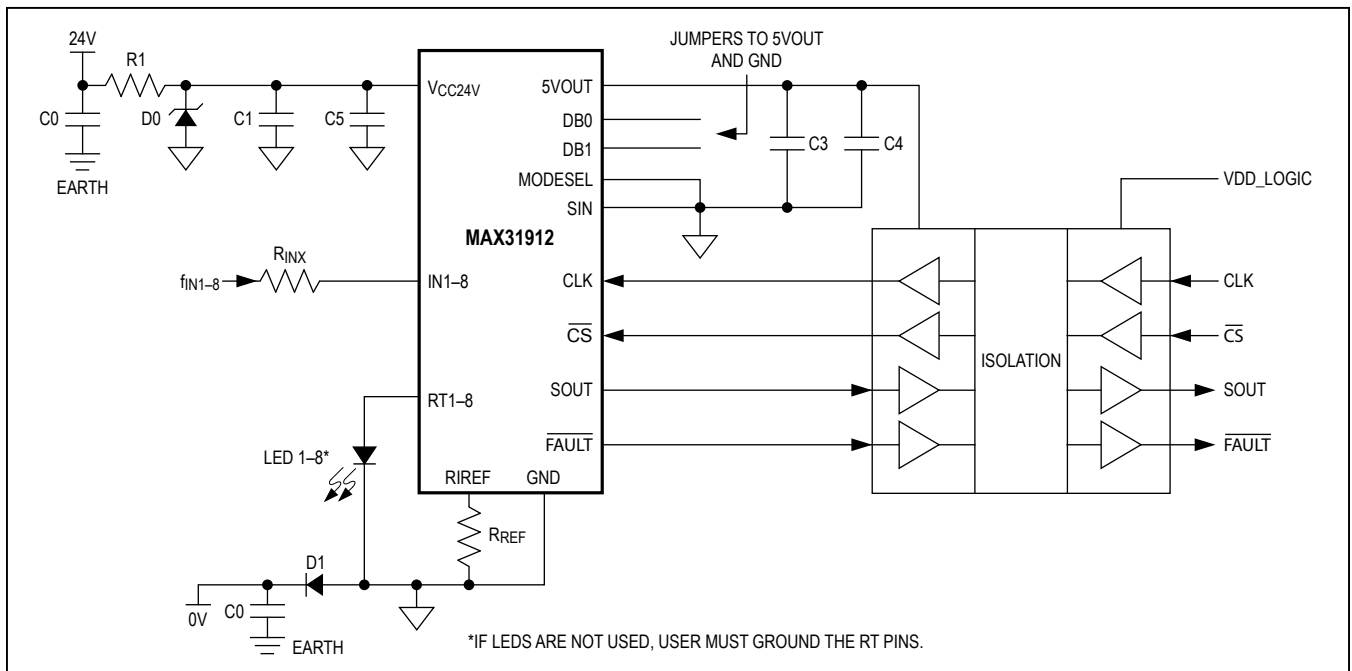


图2. 典型EMC保护电路

八通道、工业数字输入电平转换器/串行器

串口工作

器件的串行输出有两种工作模式，取决于MODESEL设置(表3)。MODESEL = 0时，器件输出包括5位CRC、欠压报警和过热报警，关于CRC、欠压和过热报警功能的说明请参见[详细说明](#)部分；MODESEL = 1时，器件仅输出IN1–IN8输入的状态，省略CRC、欠压报警和过热报警。

菊链工作

对于需要八路以上传感器输入的系统，可将多片器件以菊链配置连接在一起，允许通过单个串口访问全部数据输入。采用菊链配置时，将器件的SOUT连接至上行器件的SIN输入，链中全部器件的 $\overline{CS}$ 和SCK应并联在一起(见[图3](#))。菊

链配置中，外部不需要对电路板上的每个器件使用增强型EMC元件，[图4](#)所示为16路输入的应用。

SPI波形

器件的串行输出遵循SPI协议，CPHA = 0及CPOL = 0。在CS下降沿锁存IN1–IN8输入状态。拉低CS，立即开始传输从机输出的SOUT数据(即将MSB输出至SOUT，与CLK无关)，其余数据位在CLK下降沿移出。将数据位写至SOUT输出时，MSB在前。 $\overline{CS}$ 为高电平时，SOUT为高阻，对应时序如[图5](#)所示。注意，如果通过MODESEL输入选择了8位工作模式，IN1之后的所有位无效。[图6](#)、[图7](#)、[图8](#)和[图9](#)所示为SPI时序。

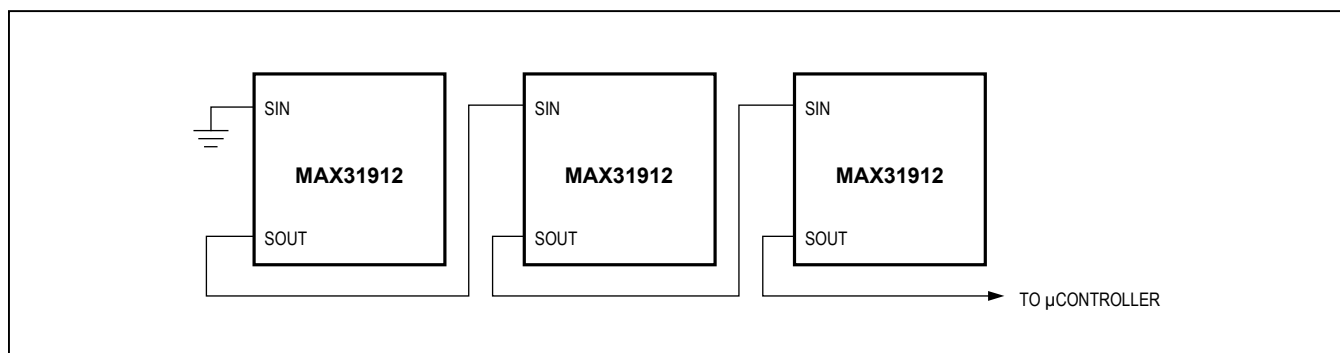


图3. 菊链工作

表3. MODESEL设置

MODESEL SETTING	FUNCTIONALITY
0	16-bit output; [IN8–IN1][CRC (5 bit)][UV1][OT][UV2]
1	8-bit output; [IN8–IN1]

八通道、工业数字输入电平转换器/串行器

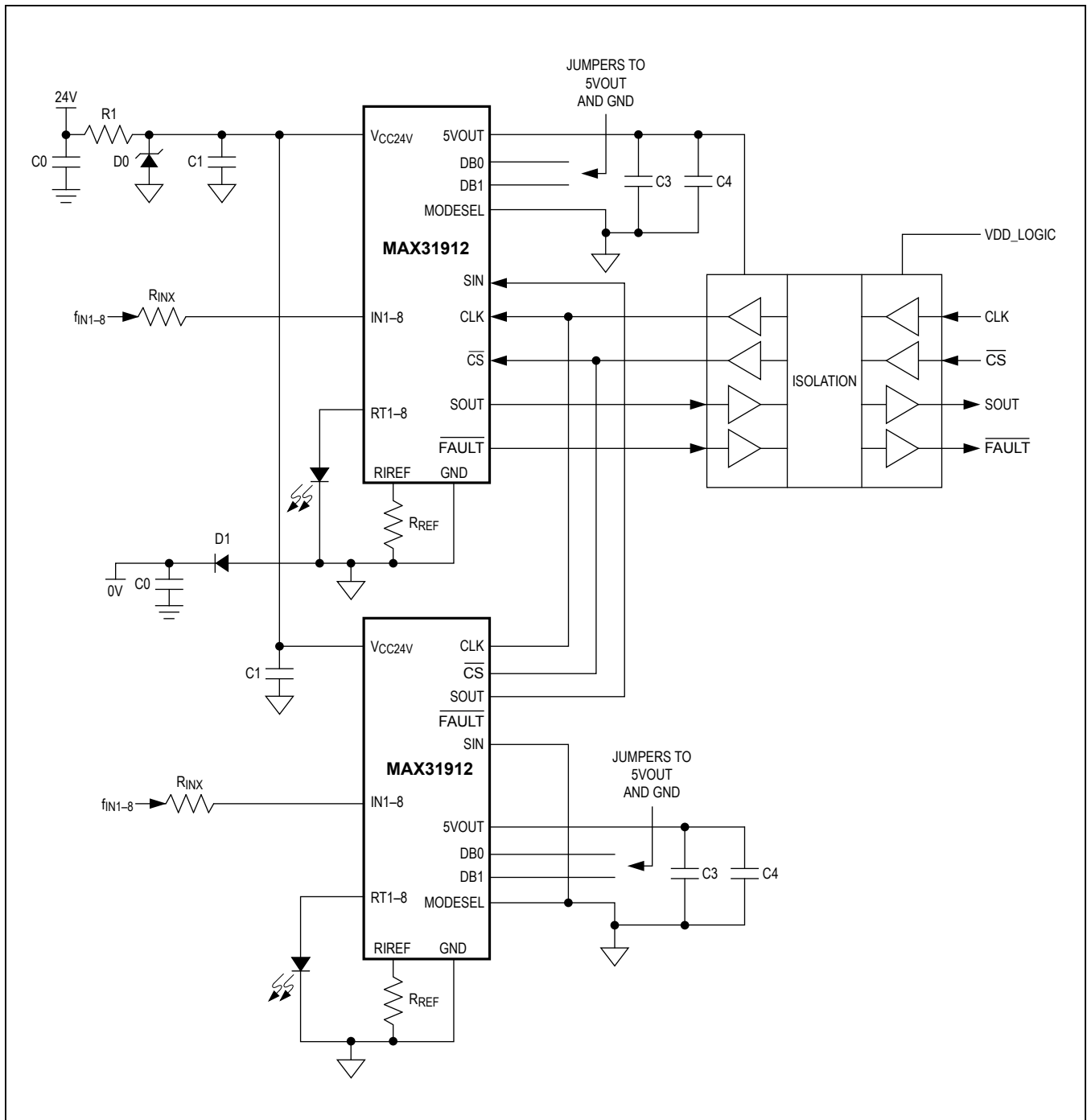


图4. 16路输入应用电路

八通道、工业数字输入电平转换器/串行器

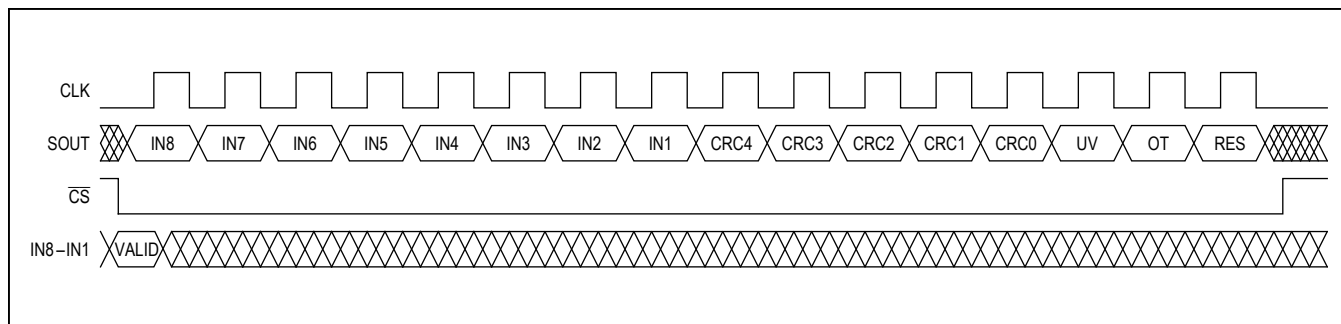


图5. SPI通信示例

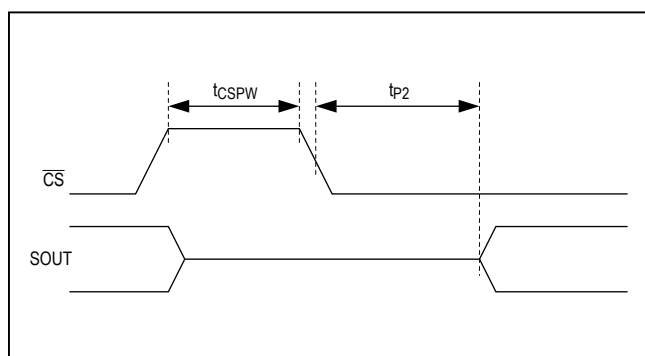


图6. SPI时序图1

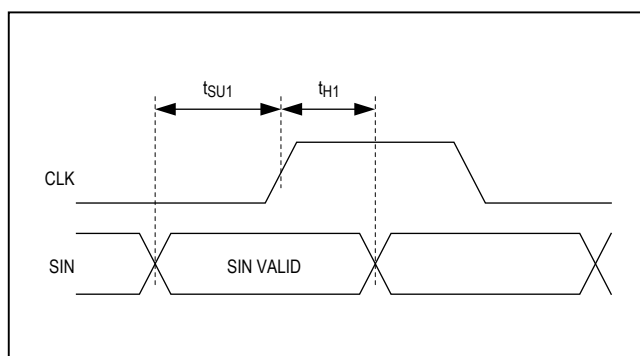


图8. SPI时序图3

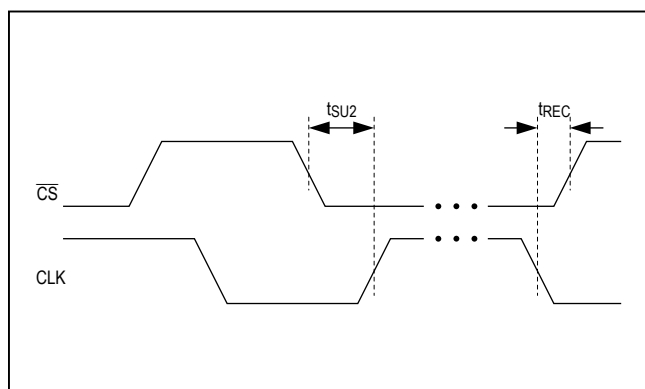


图7. SPI时序图2

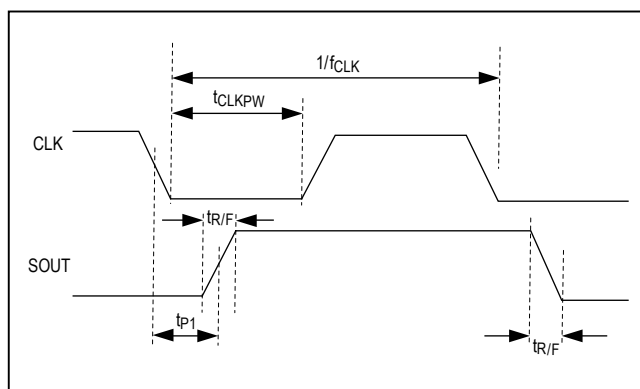


图9. SPI时序图4

八通道、工业数字输入电平转换器/串行器

订购信息

器件	温度范围	引脚-封装	包装形式
MAX31912AUI+	-40°C至+125°C	28 TSSOP	Bulk
MAX31912AUI+T	-40°C至+125°C	28 TSSOP	Tape and Reel

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

T = 卷带包装。

封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局(占位面积), 请查询www.maximintegrated.com/cn/design/packaging。请注意, 封装编码中的“+”、“#”或“-”仅表示RoHS状态。封装图中可能包含不同的尾缀字符, 但封装图只与封装有关, 与RoHS状态无关。

封装类型	封装编码	外形编号	焊盘布局编号
28 TSSOP-EP	U28E+4	21-0108	90-0146

芯片信息

PROCESS: S45JRS

八通道、工业数字输入电平转换器/串行器

修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
0	3/14	最初版本。	—
1	7/14	Updated <i>Input Current Clamp</i> section	8

Maxim北京办事处

免费电话: 800 810 0310

电话: 010-5226 4200

传真: 010-6211 5299



Maxim不对Maxim产品以外的任何电路使用负责，也不提供其专利许可。Maxim保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。电气特性表中列出的参数值(最小值和最大值)均经过设计验证，数据资料其它章节引用的参数值供设计人员参考。