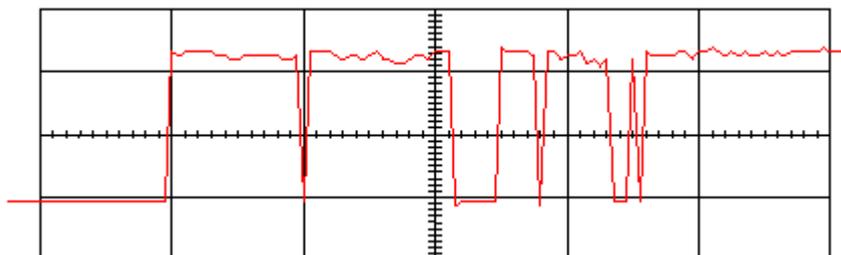


开关去抖电路

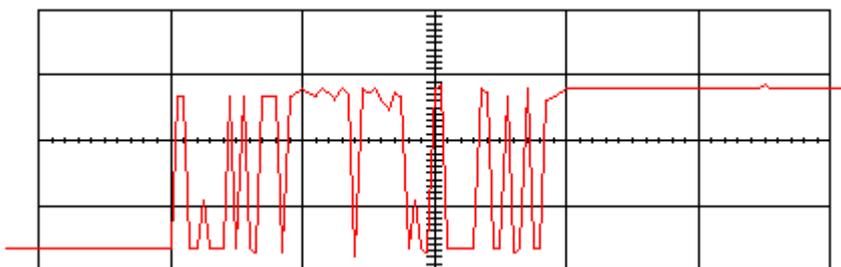
Maxim 公司北京办事处 乔宗标

引言：

由于开关极其微小的触点面积、机械式设计、产品老化等原因，使开关在实际应用中不可能象数字系统所期望的那样产生干净的数字信号输出，而是在开关闭合或断开的过程中出现许多毫秒级的状态变化，这种现象通常称之为开关的“抖动（bounce）”，它是系统设计中客观存在不可回避的问题。如果将一个标准的开关接入到数字计数器中，开关的一次闭合或断开的操作将会产生多个计数值，而错误的计数将会导致系统的错误控制。图一为用示波器跟踪不同类型的开关所得到的波形，可以帮助我们了解对抖动现象有一个直观的了解。



图一（a），一个小的按钮开关在闭合时的有抖动现象，水平轴 2ms/Div。抖动间隙大约为 10ms，在到达稳定状态前一共有 6 次变化，频率随时间升高。



图一（b），一个 5-A 型继电器在闭合时的抖动现象，水平轴 2ms/Div。抖动间隙大约为 8ms，在到达稳定状态前一共有 13 次变化。注意在开始和结束时，几个小的脉冲后伴随较高的频率。

开关的抖动现象并无规律，即使是同一开关在使用过程中其抖动输出也是不同的，测试过程中偶尔也会发现某些开关不发生抖动。比如所测试的某些薄膜开关就没有抖动现象，但这并不说明其它的这种开关也不会出现抖动现象，或者说当这些开关机械疲劳时依然不会发生抖动。

除了抖动之外，开关和数字系统还存在其它一些有待解决的问题，当用电缆连接一个运行在充满噪声的工业环境中的开关时，根据定义一个断开的开关将处于高阻态，干扰信号很容易被加载。任何脉冲噪声通过容性或感性方式耦合到连接线上，都可能导致开关闭合。例如：用一个可编程逻辑控制器（PLC）通过一个大继电器控制电机，靠近电机安装一个限制开关，并与 PLC 的数字输入端连接，为 PLC 提供位置反馈。当 PLC 控制电机启动时，一个浪涌电流流出继电器和电机。这个电流可能引起地线抖动或通过电容耦合到数字输入端产生一个尖峰脉冲，如果 PLC 设计不恰当，会把这个尖峰当作是开关的闭合信号导致关闭操作。当 PLC 关断负载时，由于继电器、电机以及连线电感/电容的感应同样会导致类似情况发生，造成 PLC 在数字输入端的错误读取。另外，在工业、办公和家庭环境中，数字式开关输入还常常遇到过压、电压瞬变和 ESD 冲击，同样有可能引起错误的操作，譬如 CPU 复位，看门

狗溢出等。

针对以上问题,系统设计者们提出了各种防御措施。MAXIM 最近推出的 MAX6816 系列产品能够为上述接口问题提供无差错、无需软件参与的去抖动及 ESD 和过压保护功能。

传统的开关去抖方案

1、开关抖动

消除开关抖动的传统方法是采用软件,但这种方案具有较大的时间延迟,耗费 CPU 的工作时间,特别是在多路开关的应用中,将占有较大的 RAM 空间、而且需要很长的代码去实现。

另外用电阻和电容来解决开关去抖也是可能的,然而为了有效地解决这个问题,电路中将需要多个元器件,将它用于多路输入的场所显然是不明智的。

2、瞬变和 ESD 抑制

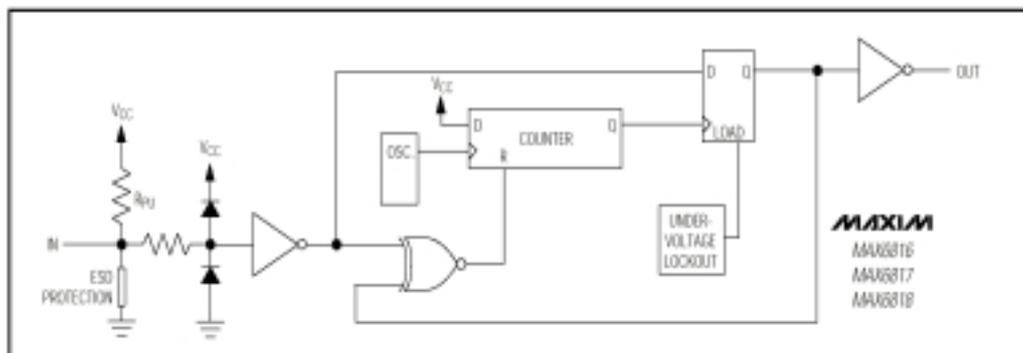
标准的解决方案是在每个外部输入端安装瞬态抑制器或者 MOV 器件,这种做法在工业和汽车系统中是非常普遍的,易于实现而且成本相对较低,但是在多路输入的情况下,即使选用每封装 4/8 个器件也会显得零散,并占有较大的 PCB 板尺寸。在 CMOS 输入端口安置串联电阻可以抵御 EMI 辐射,但对 ESD 没有效果,因为 15kV 的尖峰能够产生可观的电流。

3、过压保护

过压保护是指抵御超过电源电压的连续瞬态输入的能力。串联电阻、连接到电源电压的保护二极管都是有效的方法。当输入端口的 IC 没有接电源 V_{CC} ,而外部输入信号幅度为 24V,这样的外部信号源常常会反向驱动保护网络,迫使电压进入系统内部电源,对于这种恶劣的应用,可以考虑在输入端口器件的 V_{CC} 前连接一个稳压二极管,计算这个稳压二极管消耗的功率时应确保在最糟糕的情况下,保护电路不会失效。

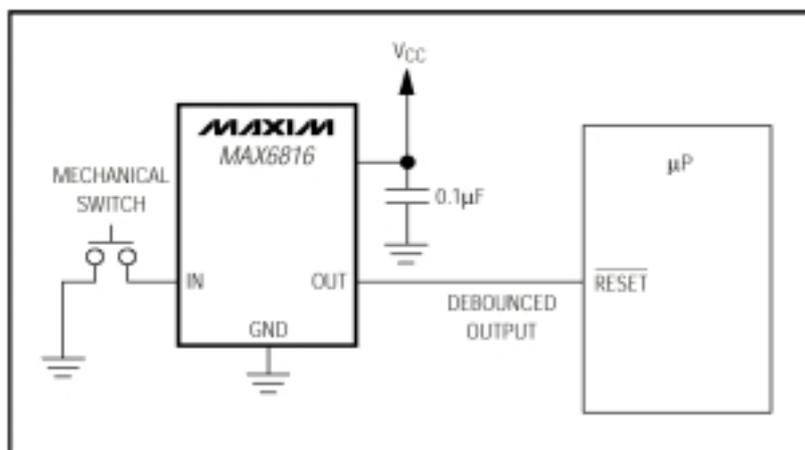
MAXIM 开关去抖器

MAXIM 开发生产的 MAX6816 系列产品具有防抖动、ESD 保护和过压保护功能。过去,一些设计人员常常使用带有去抖功能的手动复位监控电路,如 MAX811 (封装为 SOT-23),作为单通道的去抖器;还有一些工业控制产品的设计开发人员,利用 MAXIM 的带 ESD 保护 RS232 接口电路作为通用目的的数字输入器件。事实上 RS232 的接收器只能转换较低的电压,但却能够抵御很高的电压和 ESD;而后者正是这些设计者所需要的。正是设计人员的这种需求导致了具有 ESD 和抗冲击特性的开关去抖器的诞生,该系列产品的原理框图如图三所示。



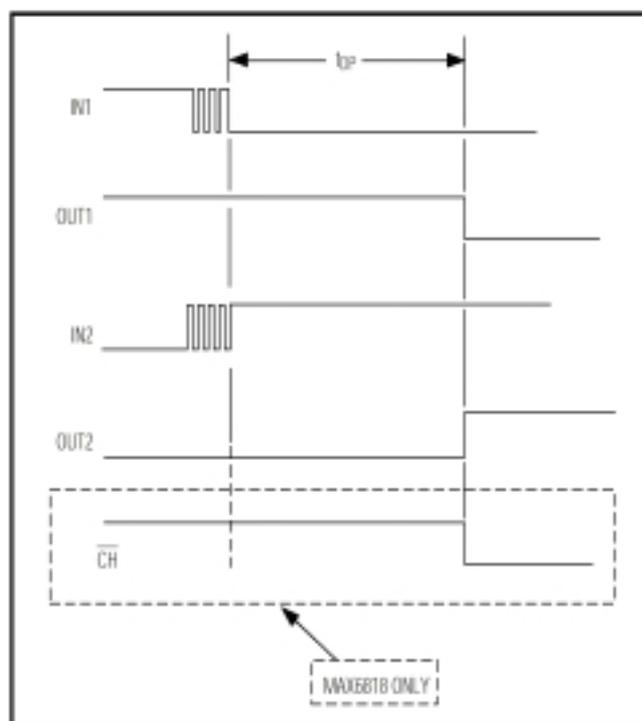
图三, MAX6818 系列开关去抖器的框图。具有 ESD 保护和过压保护的输入结构

在实际应用中,该类器件可净化机械开关与数字电路接口的嘈杂信号,当收到一个或多个由按键操作产生的抖动信号时,经过短暂的预定延迟后,产生干净的数字信号输出。开关断开或闭合所造成的抖动均可得到抑制,其坚固的输入结构能够去除土

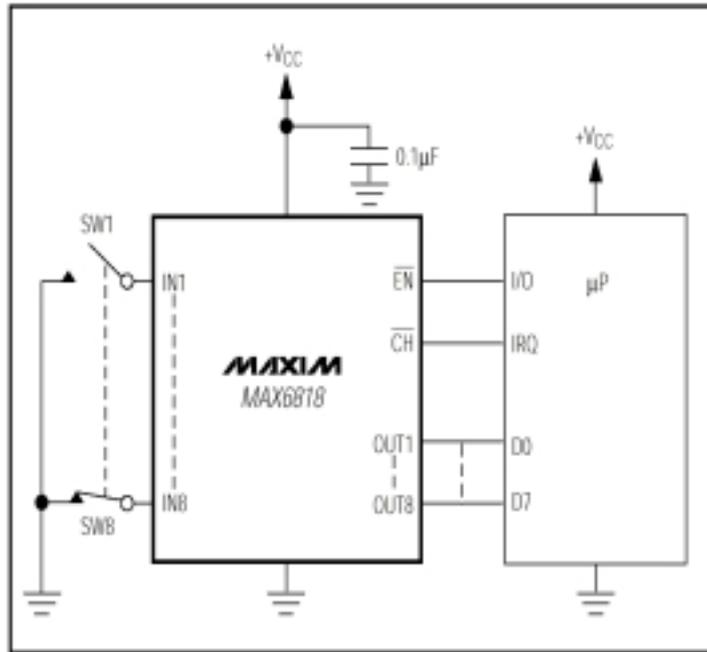


图四，典型的单开关去抖器应用电路----MAX6818 具有 SOT23-4 封装

25V 的信号抖动，并提供±15kV ESD 保护，保证在恶劣的工业和汽车电子工作环境下正常工作。采用单电源供电，电压范围自+2.7V 至+5.5V；低电压闭锁电路使输出在上电期间保持正确的有效状态；去抖动延时典型值为 40ms，最小为 20ms，最大为 60ms，能够适应性能较差的开关。MAX6816/MAX6817 分别单、双开关去抖器采用微型 SOT 封装，无需外接元件，电流损耗仅 6 μ A，典型应用电路如图四所示。MAX6818 为八路开关去抖器，适用于数据总线接口，具有可控制的三态输出，状态改变中断（CH）有利于节省 μ P 资源。每次在使能端有效时对 MAX6818 进行读操作后，CH 引脚被重置；一旦某个输入的状态改变了，CH 引脚将变低。数据总线的三态受控于使能引脚（EN）。



图五，去抖器时序图。输出状态的改变发生在输入稳定后的 40ms（典型值）



图六，MAX6818 的典型引用电路