

MASTERS 2009

THE WORLDWIDE CONFERENCE FOR EMBEDDED CONTROL ENGINEERS



C10L14 ZAP

出击！恶劣电气环境下的
转换电路和输入电路

课程安排

- 开关基本原理
- 静态输入分析
- 动态输入注意事项
- 应用上的挑战
- 除了开关
- 总结

课程目标

- 理解开关应用的双重作用
- 理解开关规范和所驱动的电路的要求
- 能够对电压容限进行开关输入的静态分析
- 理解输入电路保护和抗扰度

开关基本原理

开关基本原理

工程上的互作用：

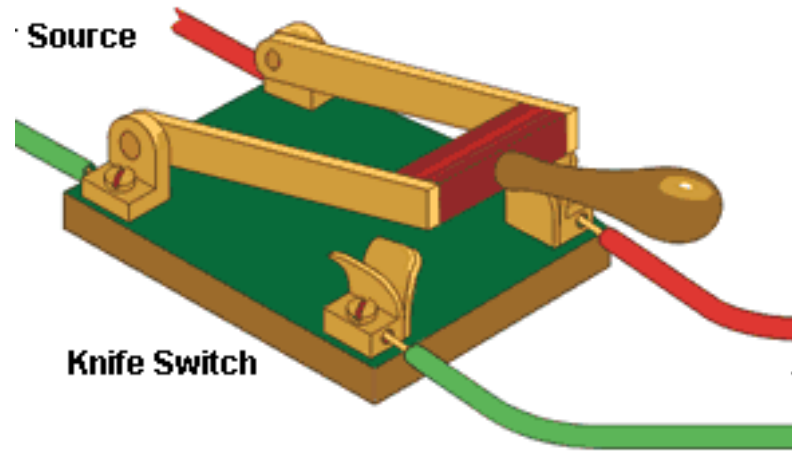
质量传递

力传递（触点/支持）

能量传递

信息传递

它只是一个开关而已！！



技术含量低？

开关触点额定值



10 amps就好？

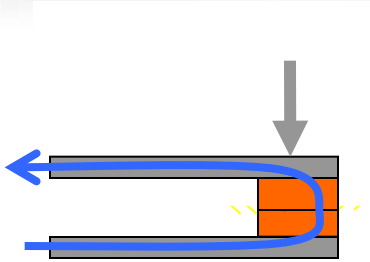
1 amp怎样？

10 mA呢？

100 μ A呢？

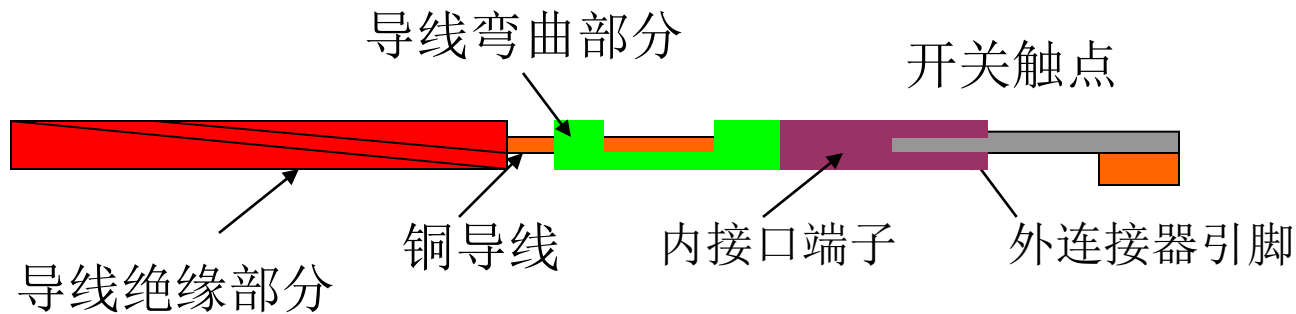
视情况而定！

触点可靠性



开关触点表面与氧化层有关

应考虑开关电路中的所有接口



注意开关的最小电流要求（湿性电流）！！

不是所有的开关都是相同的！

KSC Series Sealed Tact Switch for SMT

Features/Benefits

- Positive tactile feel
- Range of 6 actuation forces
- J or G terminations
- Tape & reel
- IP 67

Typical Applications

- Automotive
- Cellular phones
- Industrial electronics
- Computer & network industry



Specification

FUNCTION: momentary action
CONTACT ARRANGEMENT: 1 make contact = SPST, N.O.
TERMINALS: J bend & Gullwing type for SMT

Mechanical

Electrical

MAXIMUM POWER:
MAXIMUM VOLTAGE:
MINIMUM VOLTAGE:
MAXIMUM CURRENT:
MINIMUM CURRENT:

Silver
1 VA
32 VDC
20 mV
50 mA
1 mA

Gold
0.2 VA
32 VDC
20 mV
10 mA
1 mA

Electrical

MAXIMUM POWER:
MAXIMUM VOLTAGE:
MINIMUM VOLTAGE:
MAXIMUM CURRENT:
MINIMUM CURRENT:

Silver
1 VA
32 VDC
20 mV
50 mA
1 mA

Gold
0.2 VA
32 VDC
20 mV
10 mA
1 mA

开关触点容量



E Series Sealed Miniature Toggle Switches

CONTACT MATERIAL

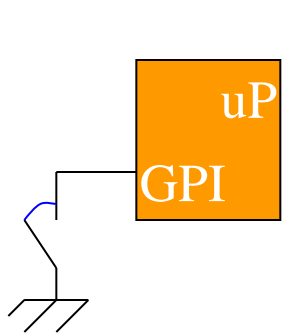


OPTION CODE	CONTACT MATERIAL	TERMINAL PLATING	RATINGS	
B	GOLD 1	GOLD 1	LOW LEVEL/ DRY CIRCUIT	0.4 VA MAX. @ 20 V AC OR DC MAX.
P		MATTE-TIN 6		
Q	SILVER 4,5	SILVER 5	POWER	E1XX & E2XX MODELS: 7.5 AMPS @ 125 V AC OR 28 V DC; 3 AMPS @ 250 V AC. E3XX MODELS: 5 AMPS @ 125 V AC OR 28 V DC; 2 AMPS @ 250 V AC.
S		MATTE-TIN 6		
G	GOLD OVER SILVER 2,3	GOLD 3	LOW LEVEL/DRY CIRCUIT OR POWER	E1XX AND E2XX MODELS: 0.4 VA MAX @20 V AC OR DC MAX. OR 7.5 AMPS @125 V AC OR 28 V DC; 3 AMPS @ 250 V AC. DC E3XX MODELS: 0.4 VA MAX. @ 20 V AC OR DC MAX. OR 5 AMPS @ 125 V AC OR 28 V DC; 2 AMPS @ 250 V AC.
R		MATTE-TIN 6		

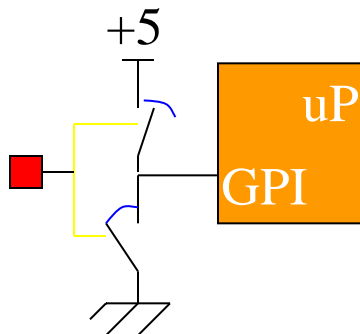
静态输入分析

上拉还是下拉

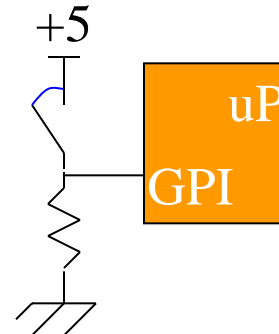
将状态信息从开关传递到单片机，用于做出控制决策



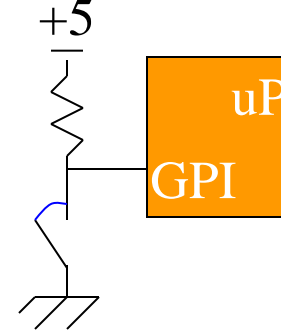
随机状态发生器：
当开关打开时为
悬空输入。



NO/NC对：
需要两个开关，
但不要同时将
两个开关关闭。



下拉：
SW 关闭，5V，
开关打开，R将
线接地



上拉：
SW关闭，0V，
开关打开，R将
线接到+5



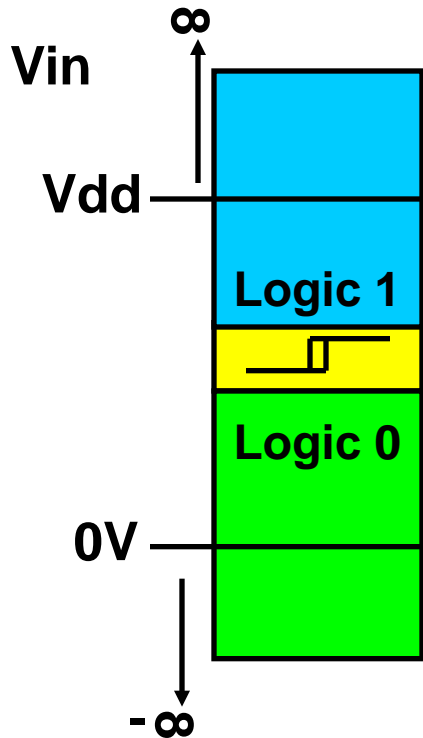
也是
Pull-up®

拉源和大小

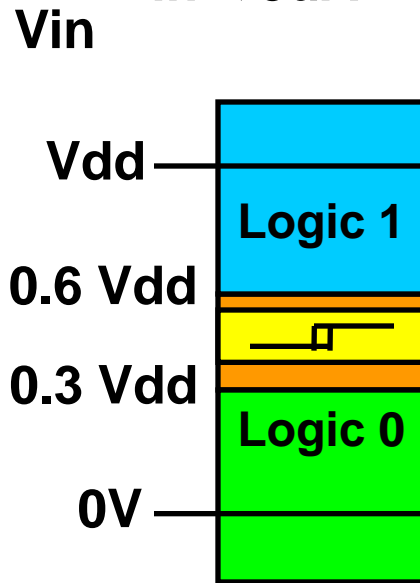
- 一般电压越高越好
 - 更强的开电场能够破坏更厚的氧化物
- 使湿性开关具有足够的电流
 - 电流弧越高，形成的开关接触面越大

逻辑电压阈值

理想的逻辑输入：
 $I_{in} = 0nA$

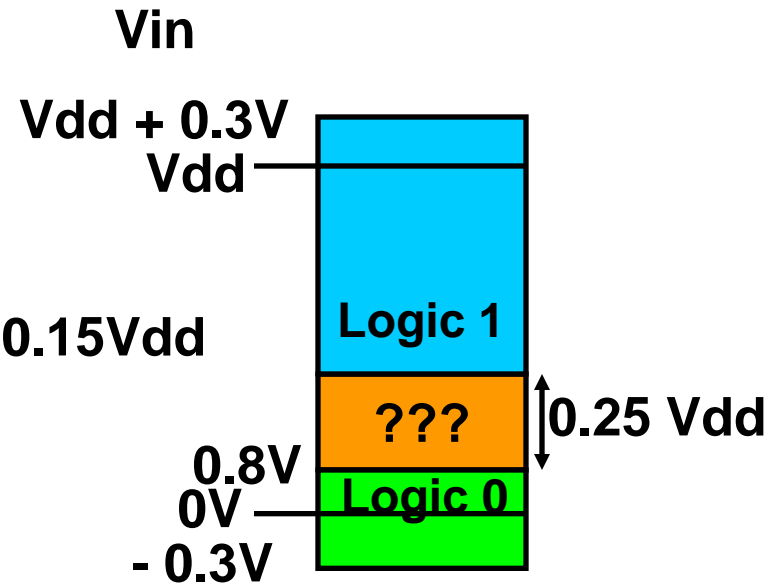


TI LVC
Fairchild UHS
 $I_{in} < 5\mu A$



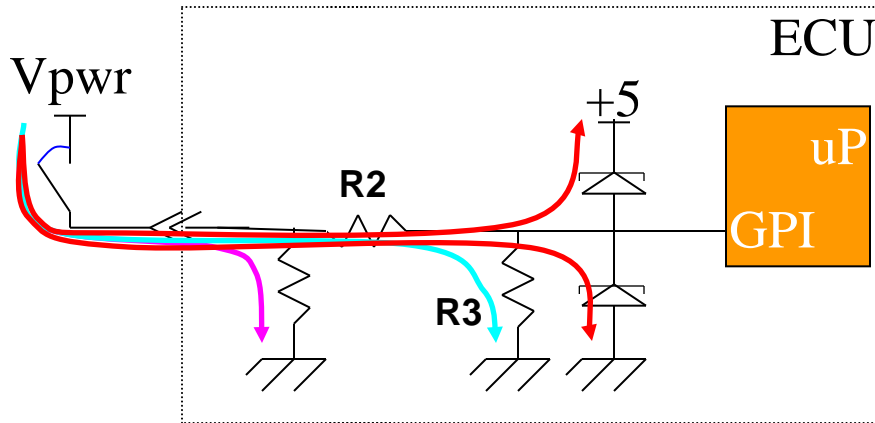
电压受钳位二极管电流限制

MCHP PIC
 $I_{in} < 1\mu A$



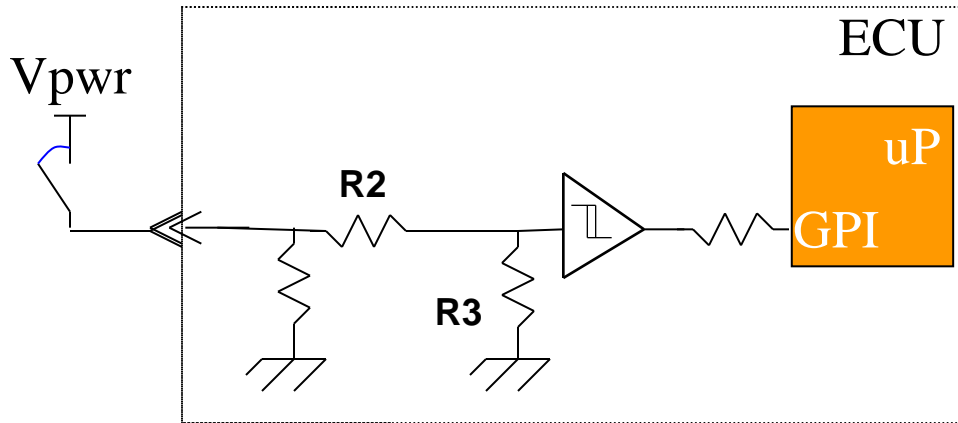
TTL级别!

静态分析



- 步骤1: 确定上拉/下拉电阻的大小以满足开关电流
- 步骤2: 确定 $R2$ 大小以限制钳位电流。(取较高的值)
破坏限值: $250V / 20\text{ mA} = 12.5k$
击穿限值: 在最大 V_{in} 下, 限制二极管电流在 $1 - 2\text{ mA}$
- 步骤3: 选择分压器比率以满足输入电压阈值
 V_{pwr} 最小值 * 比率 > V_{ih} 最大值
比率 = $R3 / (R2 + R3)$

防弹输入



如果Vin的范围较窄，则不需要二极管，击穿是可接受的。

需要外部肖特基二极管来保护注入电流。增加**2.5**森特

为了达到完全输入保护，使用一个外部门。同时提供非常紧的阈值：

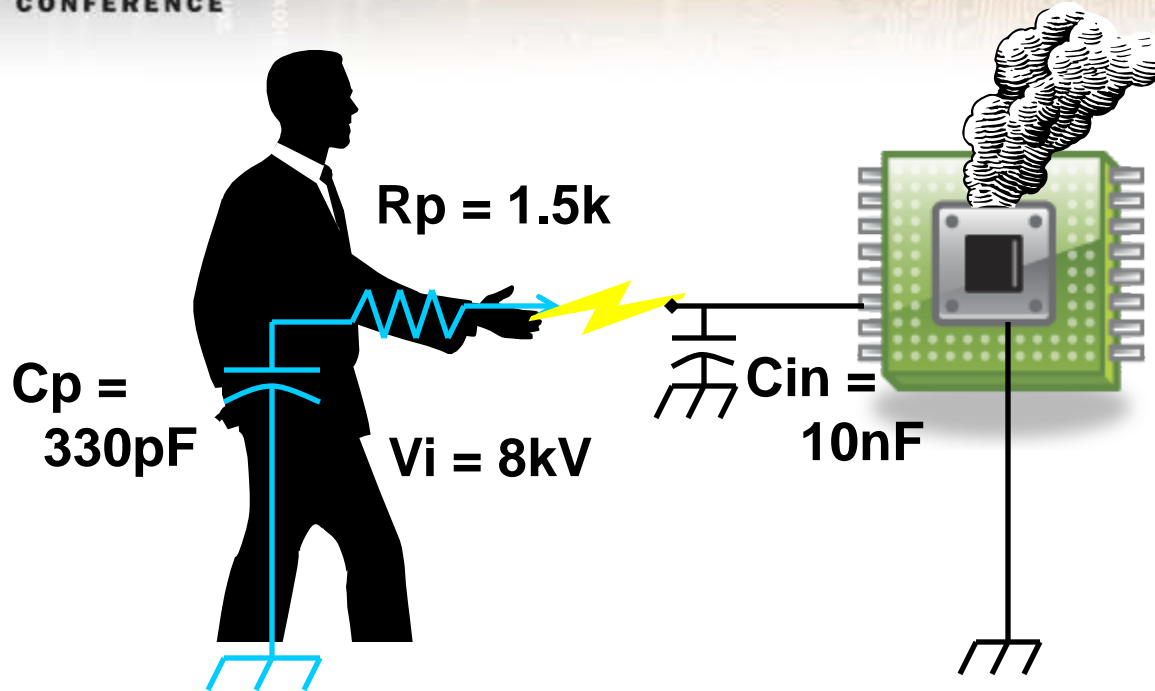
TI SN74LVC1G97——每个门增加**7.8**森特——最紧的规格

ON Semi NC7WZ17——每个双缓冲器增加**6.4**森特

施密特缓冲器之后的电阻仅要求防止I/O争用

动态输入注意事项

静电放电 (ESD)



$$T_c = R * C = 500nS$$
$$E = \frac{1}{2} C V^2 = 10 mJ$$
$$P = E / T = 20kW$$

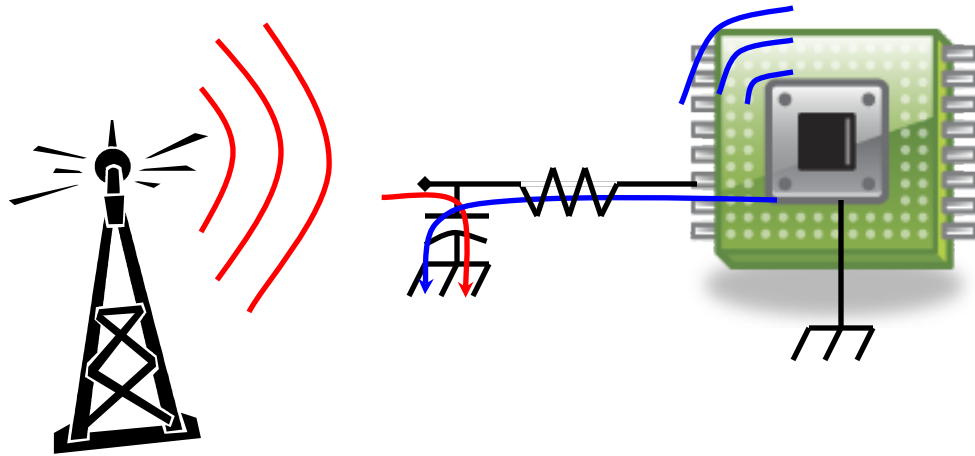
$$C = Q / V$$

储存的电量:

$$Q = V_i * C_p = 2.5 \mu C$$
$$V_f = Q / C_{in} = 250V$$

任何串联电感都会降低ESD电容的效率，因此：
ESD电容必须靠近输入端！！
接地端必须与外壳耦合很好！！

电磁兼容性 (EMC)



ESD电容:

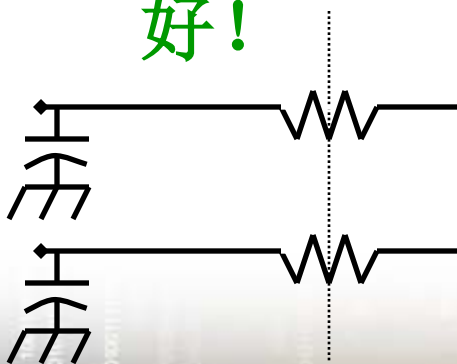
- 从直流角度看，作用类似一个开路电路
- 作用类似于连接到交流耦合电能的短路电路！
- 将交流电能保持在ECU！

“超级三动电阻”帮助解耦

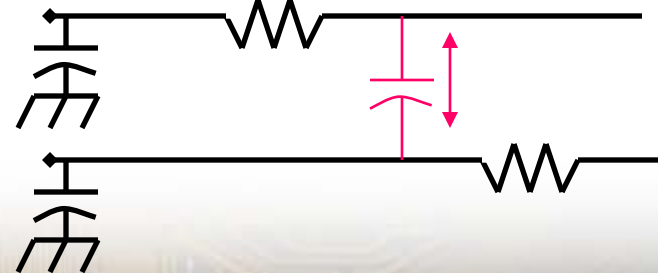
EMC/ESD的性能对PCB的布局非常敏感

布局技巧：解耦“墙”

好！

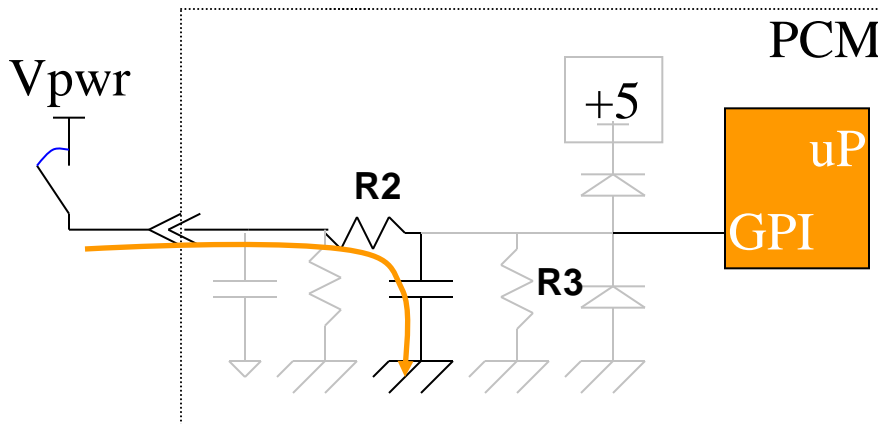


不好！



输入滤波

采用“超级三动电阻的”单极点RC滤波器



$$F_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

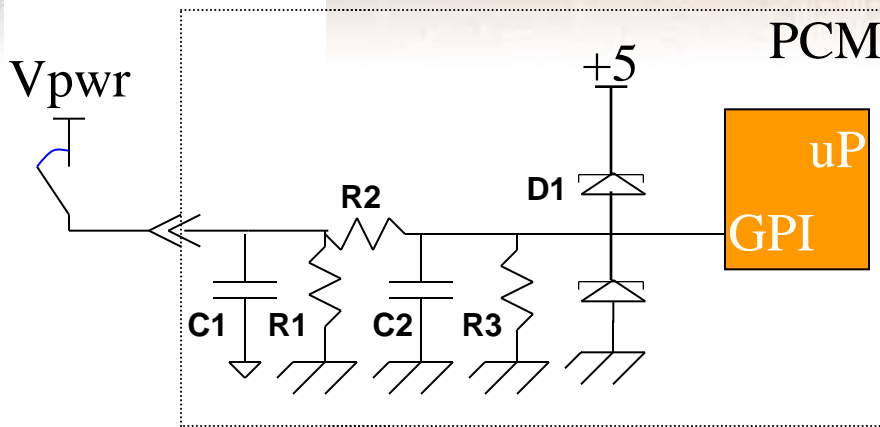
权衡:

抗扰度 (F_c : 40Hz)

响应时间 (F_c : 400Hz)

考虑将R2与R3并联来计算 F_c

典型的电路参数



元件标称值：

R1：上拉/下拉电阻 500 – 10K Ω （1206 - 1/4W）

C1：EMC电容：10nF （0805 – 200V）

R2：串联电阻：20k – 100k – （0805 - 1/8w）

C2：滤波器电容：1nf – 20nf -> $f_c = 40 \text{ Hz} - 4 \text{ kHz}$ （0603 - 16V）

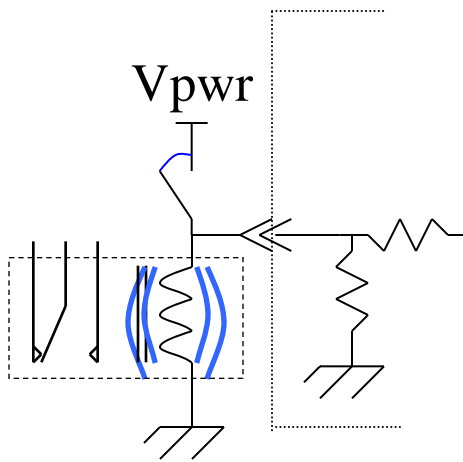
R3：分压器电阻：由Vpwr决定，（0603）

D1：钳位二极管 – BAT54S，1 mA时为0.32V

应用上的挑战

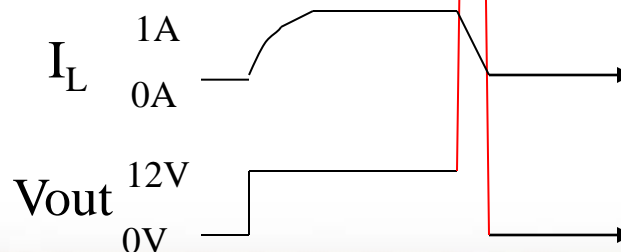
特别注意事项：电感负载

当我们将电感负载关掉后会发生什么？

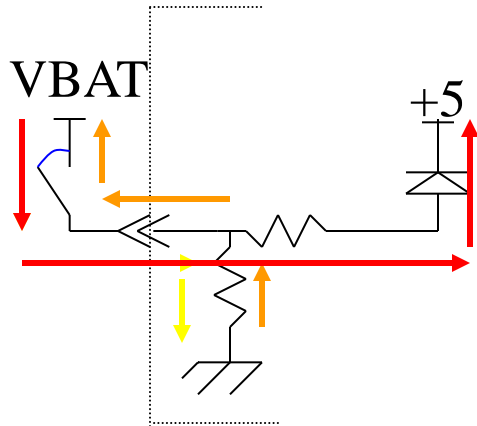


一个18V的电源和两个ISO继电器线圈并联，模拟最坏情况下的回扫。记录的峰值电压超过1.1 kV。

尽量避免使用电感负载监控器。如果不可避免，请小心使用。



特殊注意事项： 始终加电的I/O口



- 1) 始终加电的 I/O 不会在电路切断的时候向地漏电流（漏电）
- 2) 反向电池保护
- 3) 潜通路.....MCU 复位异常

除了开关

模拟输入

相同的通用电路！

模拟方面的挑战

输入阻抗:

需要一个大的串联电阻进行保护和解耦

但是数据手册上说:

TABLE 28-28: A/D CONVERTER CHARACTERISTICS: PIC18F2455/2550/4455/4550 (INDUSTRIAL)
PIC18LF2455/2550/4455/4550 (INDUSTRIAL)

Param No.	Symbol	Characteristic	Min	Typ	Max	Units	Conditions
A30	ZAIN	Recommended Impedance of Analog Voltage Source	—	—	2.5	kΩ	

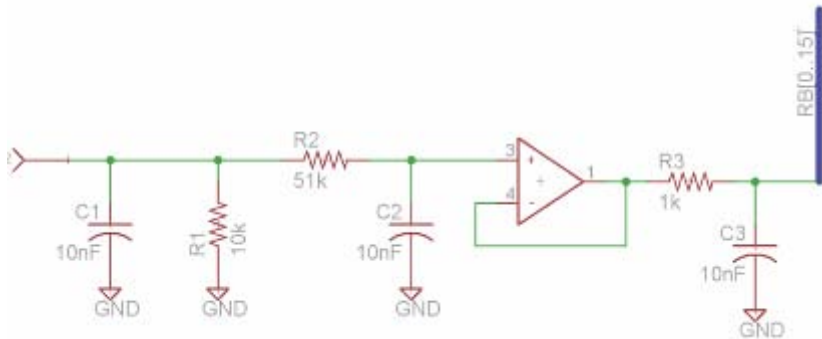
建议的阻抗是假定在全速完全精确的情况下，所以，没必要过度采样！

ADC通道对注入电流非常敏感——通道串扰是个问题。最糟情况下使用运算放大器。

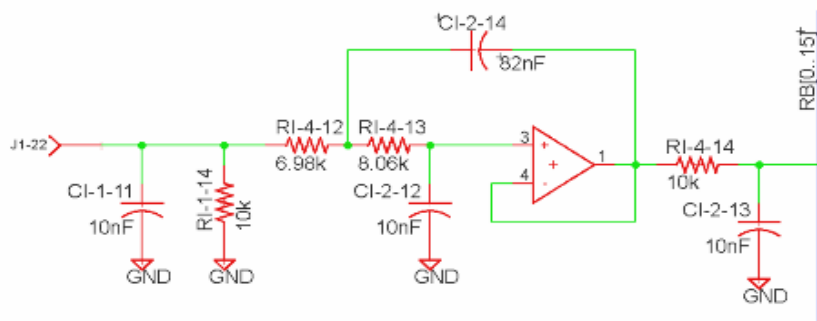
ADC输入保护

外部二极管增加了过多的漏电流——影响精确度

Microchip MCP6L01运算放大器贵了\$0.21，允许2 mA的注入电流



当您面临这种情况时，二阶Chebychev会是一个很好的抗混叠滤波器



使用Microchip FilterLab® 2.0
或者Websim!

多状态开关 (真正的ADC输入)

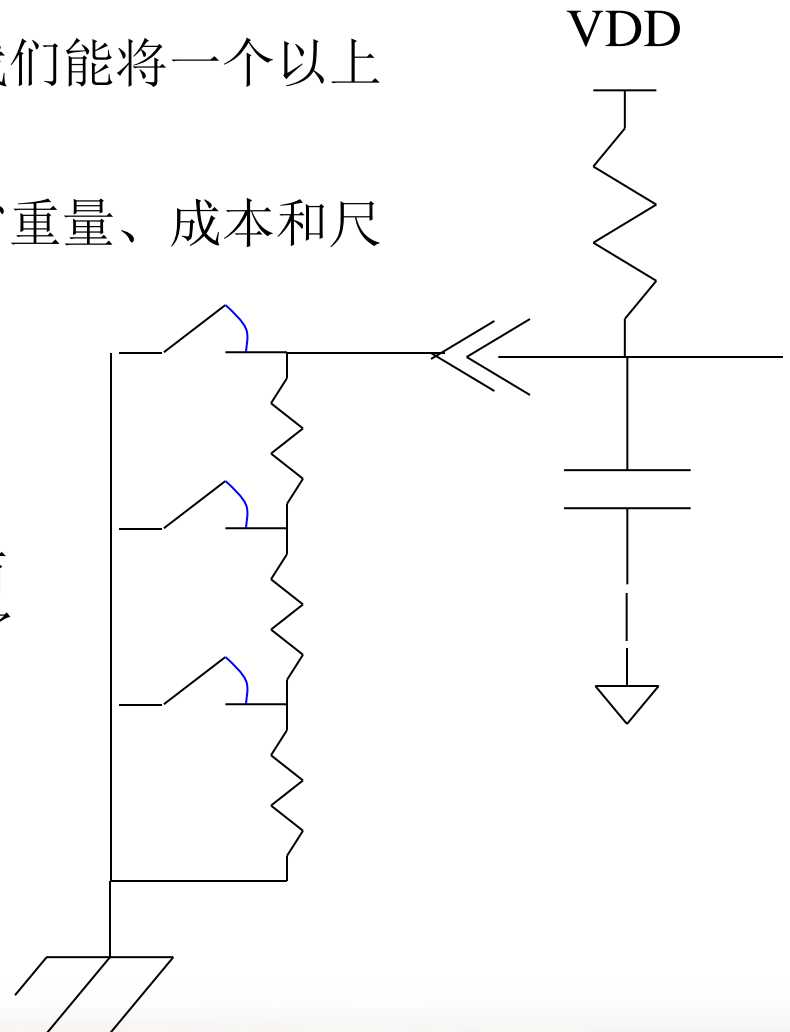
通过将输入当作模拟器件来处理，我们能将一个以上的开关状态编码成一个单通道。

这种方法能够节约导线和通道，节省重量、成本和尺寸。

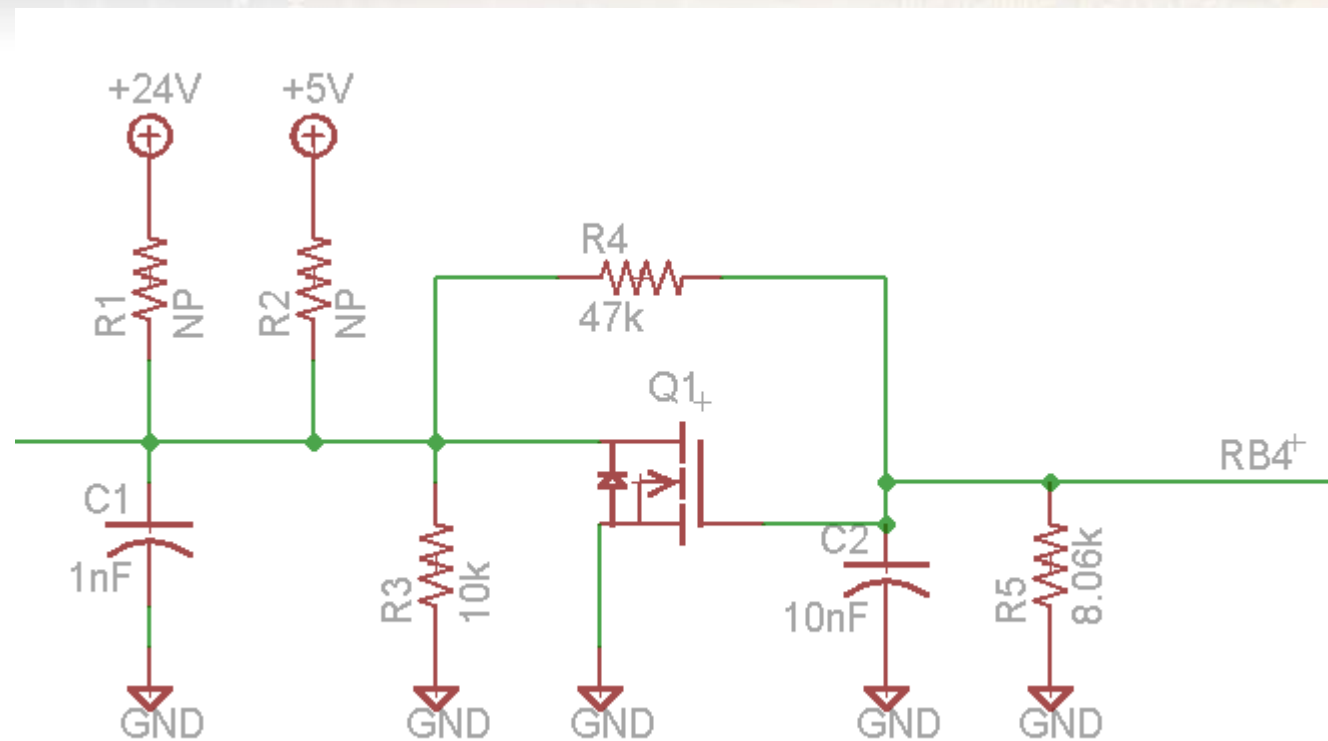
应用：方向盘速度控制按钮

图示提供了一个本征优先级译码，而相对应的具有特定“R”值的图提供了组合编码。

注意容限层叠。小心使用死区。



备用I/O (Stoltz Omni-port)



填入:

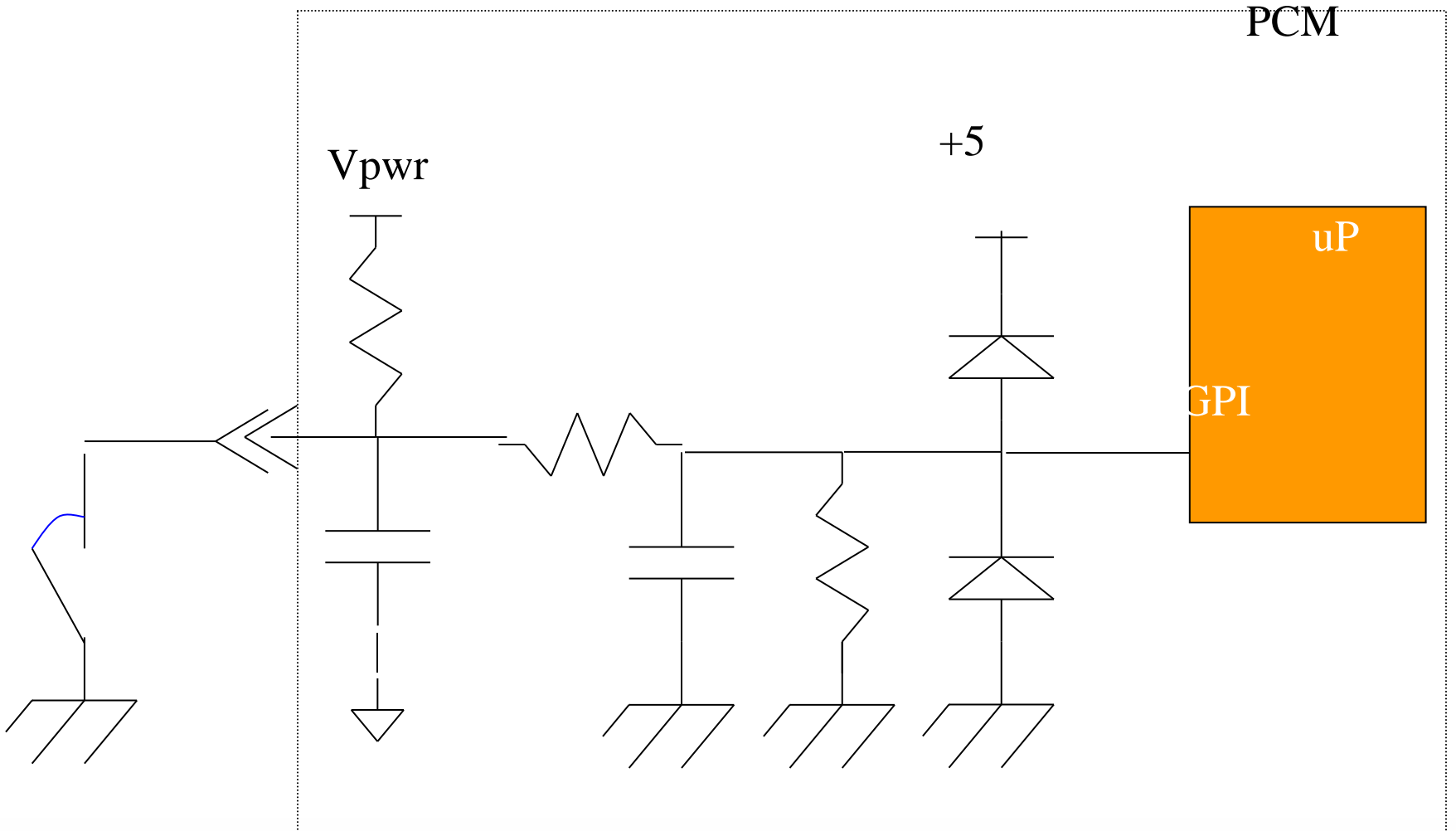
- 开关输入 (上拉或下拉)
- 模拟输出
- 接地输出

总结

总结

- 开关湿性/拉电阻
- DC阈值
- AC解耦
- 特殊注意事项

输入电路回顾



其他资源

- 数据手册的电器特性
- www.fordemc.com
- **The Tin Commandments**（锡的使用指南）
<http://www.tycoelectronics.com/documentation/whitepapers/pdf/sncomrep.pdf>
- 一个**DVM** 和一个电位计！

Tom Stoltz, Adjunct Professor
University of Detroit Mercy
stoltz@stelesys.com

商标

Microchip的名称和徽标组合、Microchip徽标、dsPIC、KeeLoq、KeeLoq徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、rfPIC和UNI/O均为Microchip Technology Inc.在美国和其他国家或地区的注册商标。

FilterLab、Hampshire、HI-TECH C、Linear Active Thermistor、MXDEV、MXLAB、SEEVAl和The Embedded Control Solutions Company 均为Microchip Technology Inc.在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、HI-TIDE、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Mindi、MiWi、MPASM、MPLAB Certified徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、Octopus、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PIC32徽标、REAL ICE、rfLAB、Select Mode、Total Endurance、TSHARC、UniWinDriver、WiperLock和ZENA均为Microchip Technology Inc.在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP是Microchip Technology Inc.在美国的服务标记。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2009, Microchip Technology Inc.版权所有。