

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Toledo
Engenharia da Computação – COENC

Sistemas Embarcados

Interfaceando chaves mecânicas

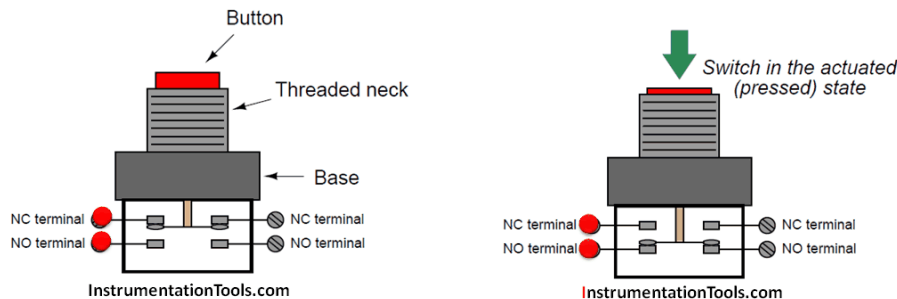
Tiago Piovesan Vendruscolo



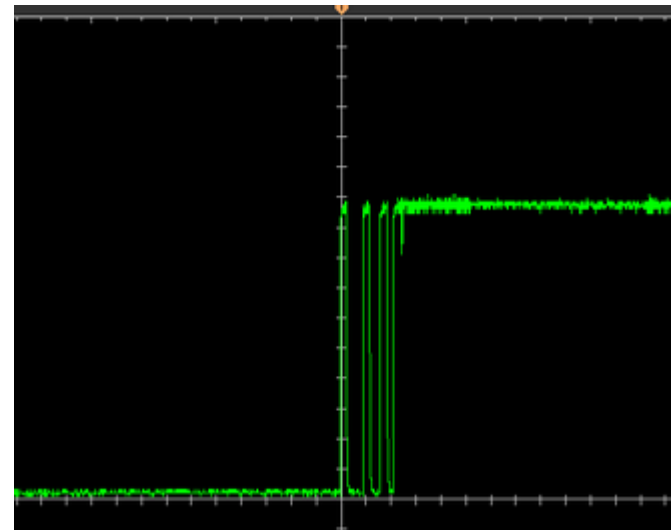
Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito aos autores originais. [4.0 international](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Interfaceando chaves mecânicas

- Sempre que são utilizadas chaves (switch) ou qualquer outro tipo de componente de contato mecânico em uma entrada do microcontrolador, são gerados ruídos que devem ser tratados para o correto funcionamento do circuito. Esse tratamento é conhecido como (circuitos) *Debounce*.



<https://instrumentationtools.com/hand-switches/>



Interfaceando chaves mecânicas

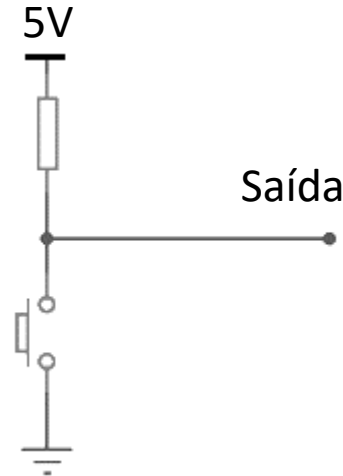
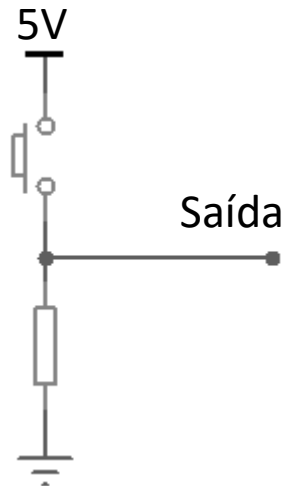
- Chaves mecânicas: Botões, push button, teclados (arranjo de chaves), chaves de fim de curso, etc.
- Como uma chave deve ser conectada ao circuito?



- Não possui limitador de corrente.
- Sinal fica flutuando quando a chave está aberta.

Interfaceando chaves mecânicas

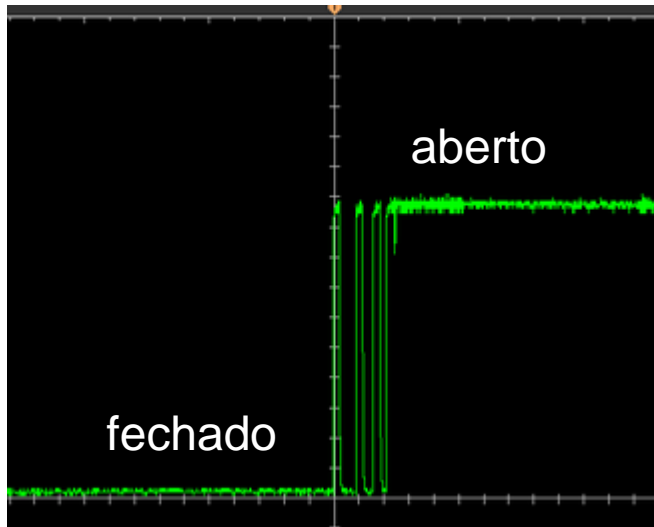
- Melhoria:



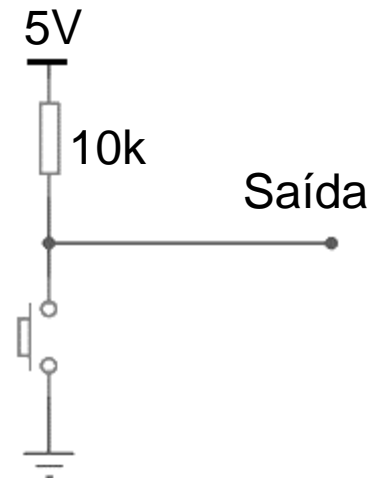
- Qual o nome dos resistores?
- Quando se utiliza resistores pequenos (próximo de 0Ω) são chamados pull-up fortes, pois permitem uma grande passagem de corrente (o que pode afetar a segurança do circuito). Quando se utiliza resistores grandes (acima de $1M\Omega$) são chamados de pull-up fracos pois pouca corrente fluirá, porém isso aumentará o tempo de comutação da porta (devida a capacitância intrínseca nos pinos de entrada $T=RC$).
- Obs: Alguns microcontroladores possuem resistores de pull-up e pull-down configuráveis em seus drivers de entrada.

Interfaceando chaves mecânicas

- Durante o fechamento da chave, duas placas metálicas entram em contato, porém, inicialmente o contato não é perfeito, gerando ruído.



Monte o circuito:

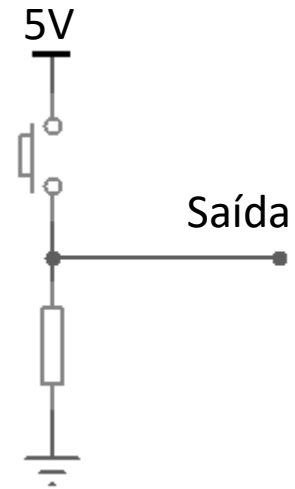
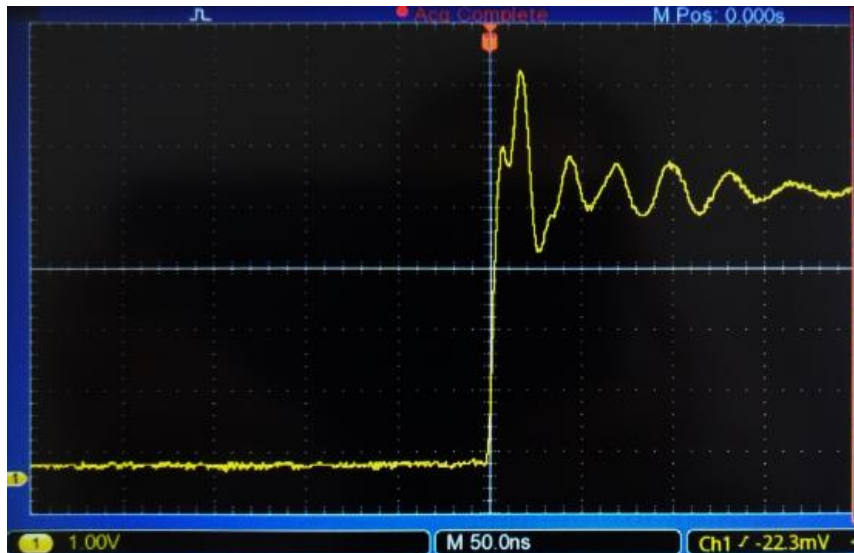


- Problemas:
 - Em circuitos sequenciais, o ruído pode levar os flip-flops comutarem indevidamente.
 - Em um contador de pulsos, podem ocorrer mais incrementos do que o desejado.

Interfaceando chaves mecânicas



Botão pressionado (GND para VCC)

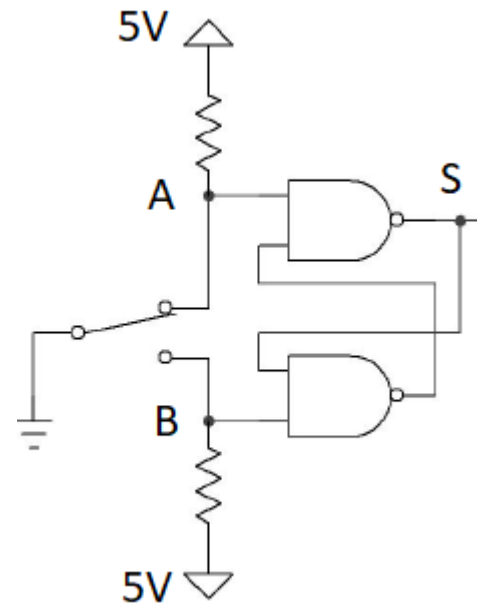
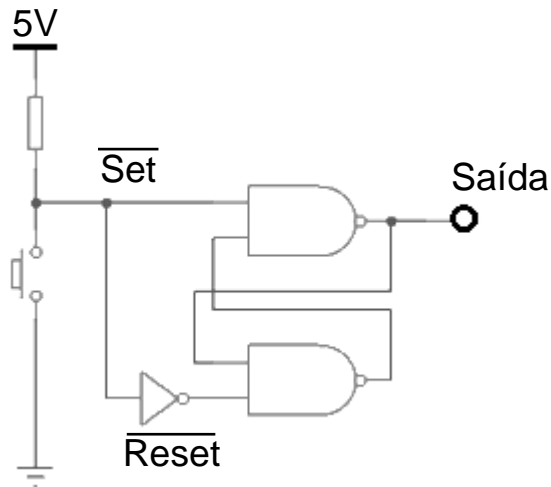


Botão solto (VCC para GND)



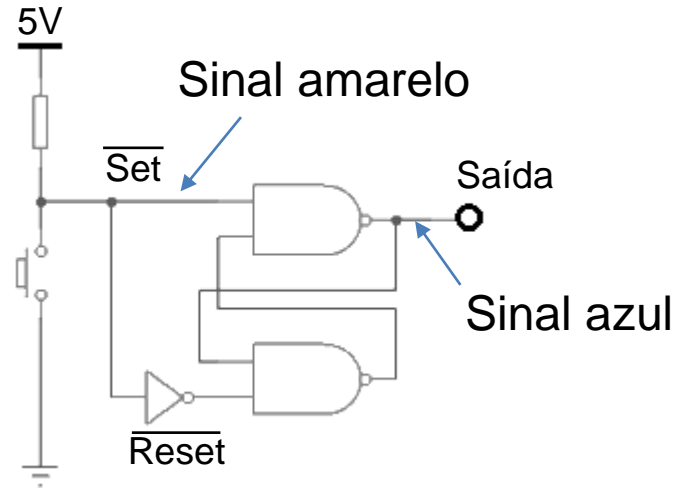
Interfaceando chaves mecânicas

- Solução: Circuitos de rejeição de ruído, ou *Debounce*. Isso pode ser implementado por: software e/ou hardware.
- Hardware:
 1. *Debounce* com LATCH RS. Método mais eficaz, porém pouco utilizado devido à necessidade de usar uma chave H-H (3 pinos), ou um CI extra para a porta NOT.

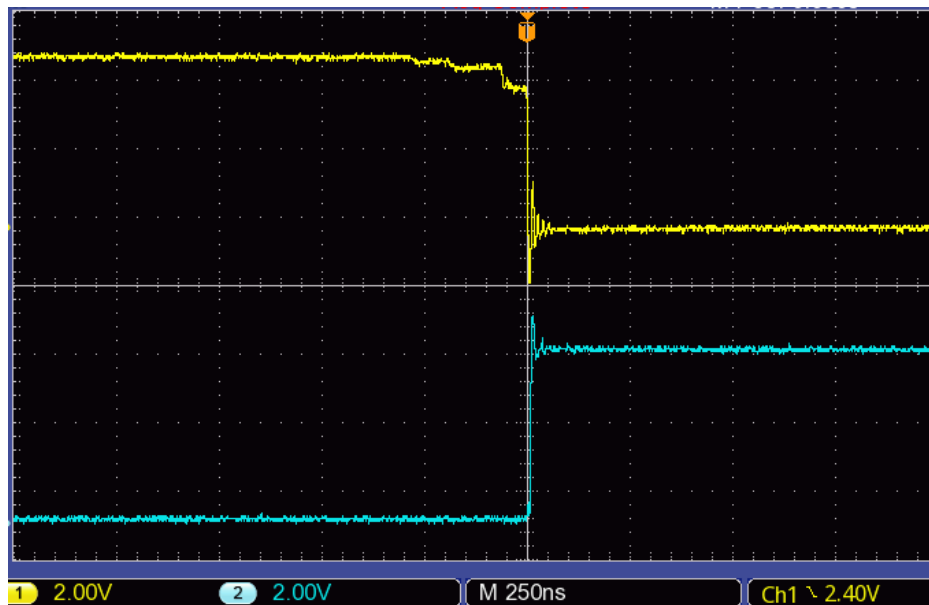


Interfaceando chaves mecânicas

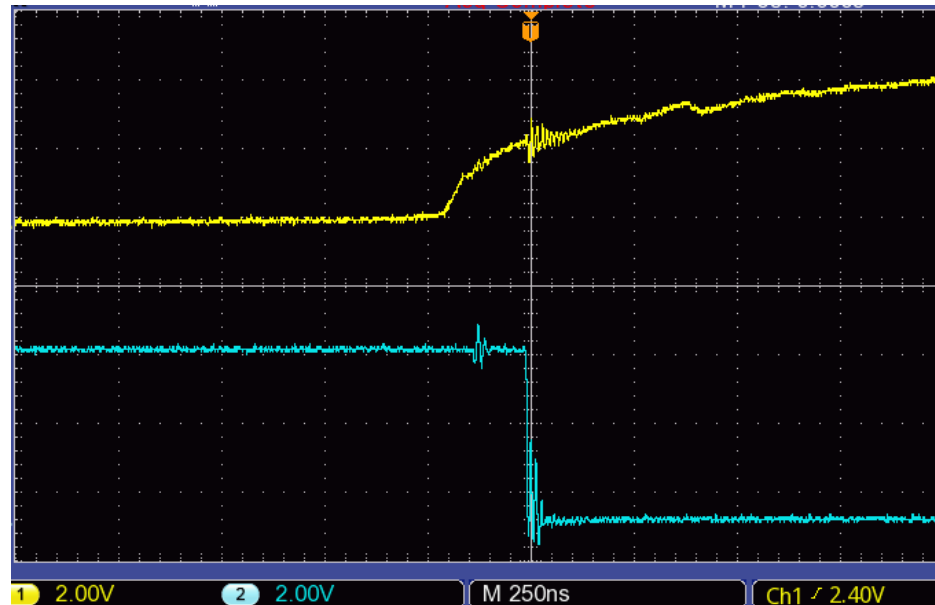
- Componentes utilizados:
 - Porta NAND 7400
 - Porta NOT 7404



Botão pressionado (VCC para GND)



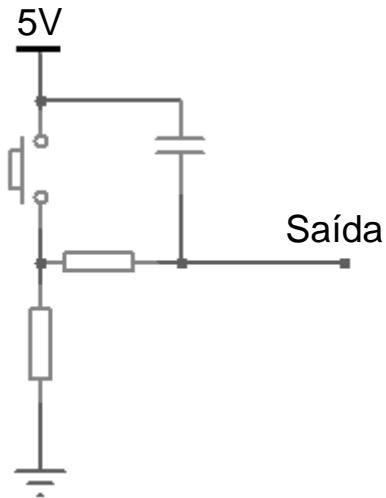
Botão solto (GND para VCC)



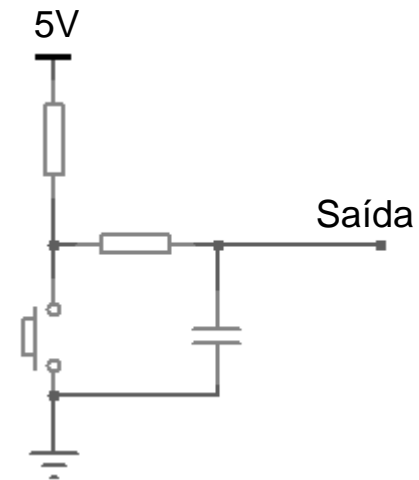
Interfaceando chaves mecânicas

- Hardware

2. *Debounce* com circuito RC: O ruído da chave pode ser anulado por um filtro capacitivo.



Chave normalmente aberta →
Saída em nível baixo.

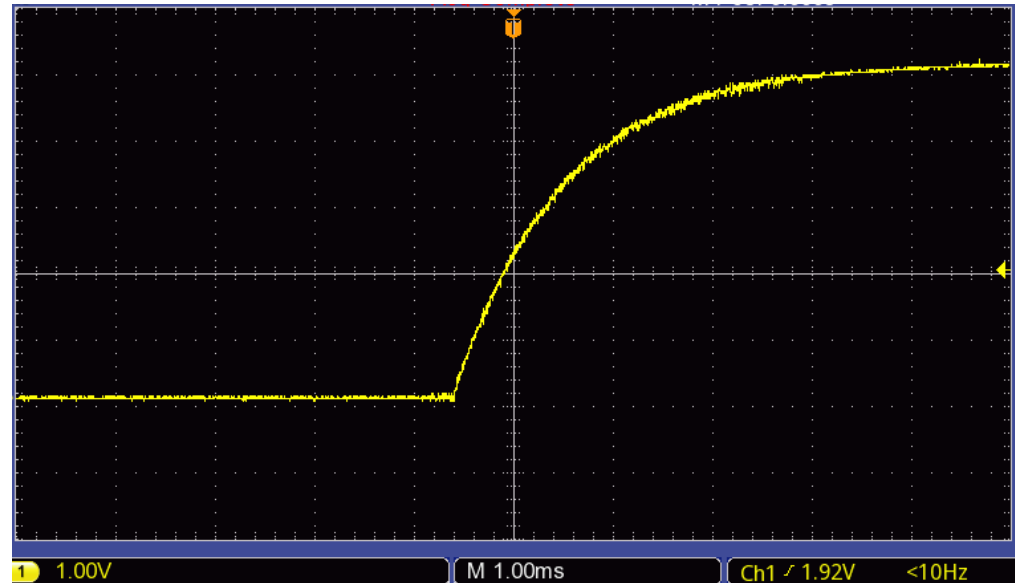
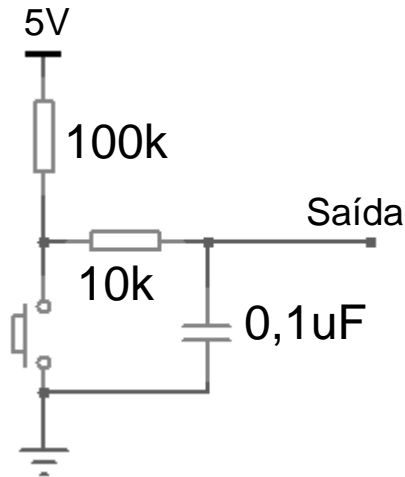


Chave normalmente aberta →
Saída em nível alto.

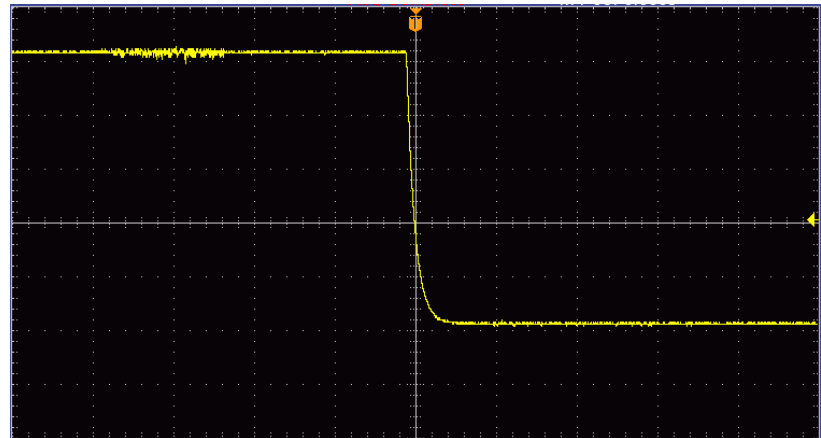
Constante de tempo = RC

Interfaceando chaves mecânicas

- Resultado:

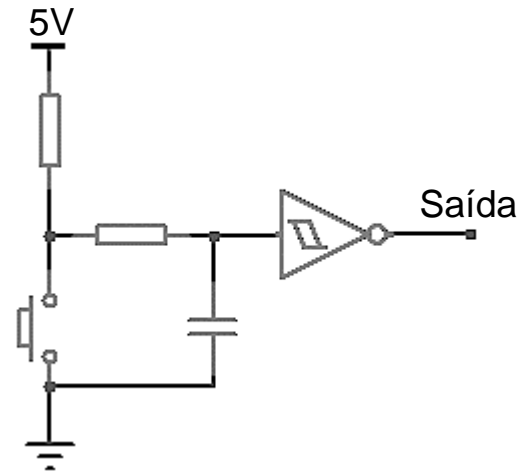
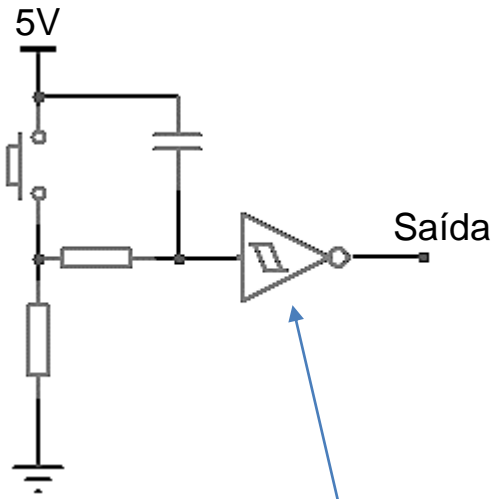


- Que tipo de problema isso acarretará?
- Como resolver?
- Monte o circuito

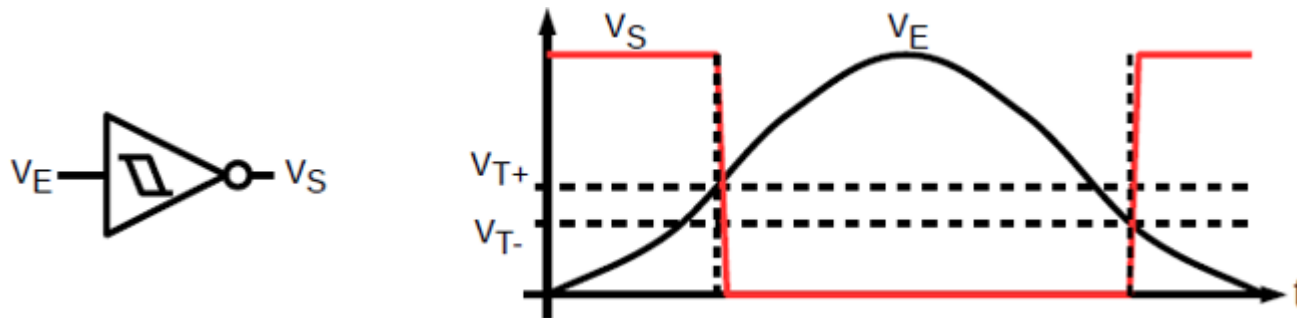


Interfaceando chaves mecânicas

- Circuito RC com porta Schmitt trigger.

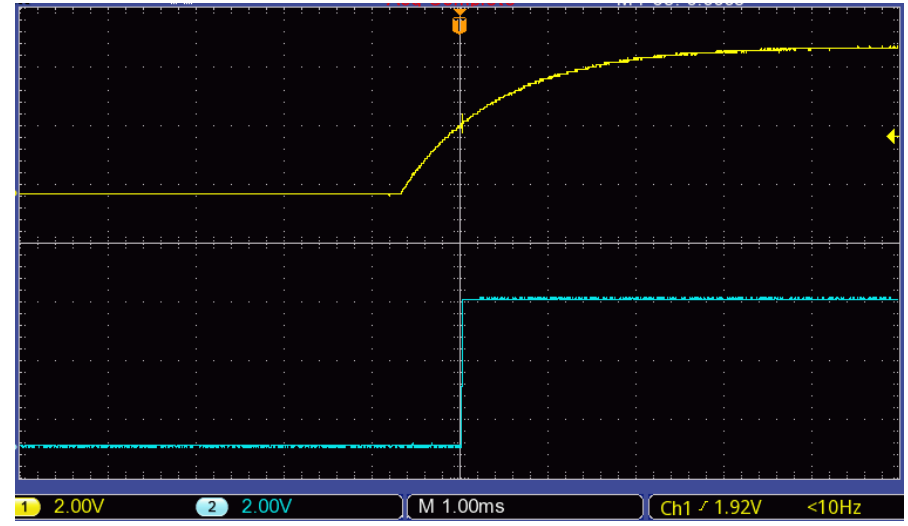
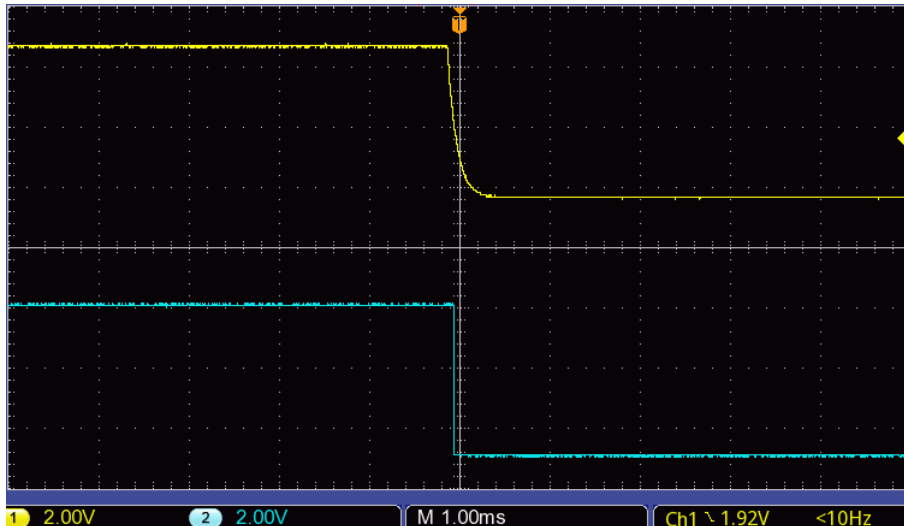
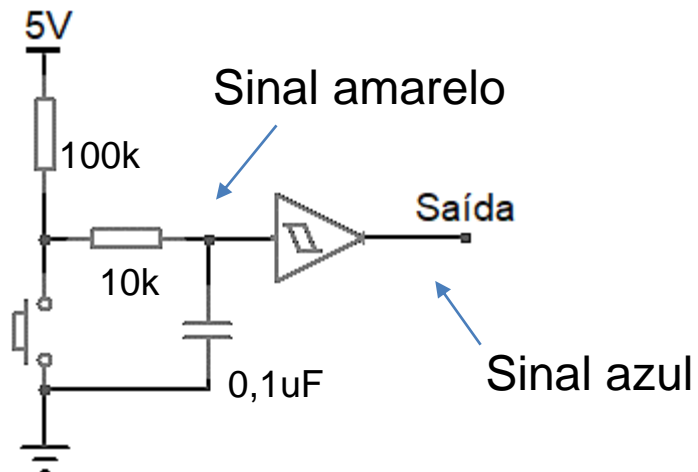


Tem versões inversoras e não-inversoras



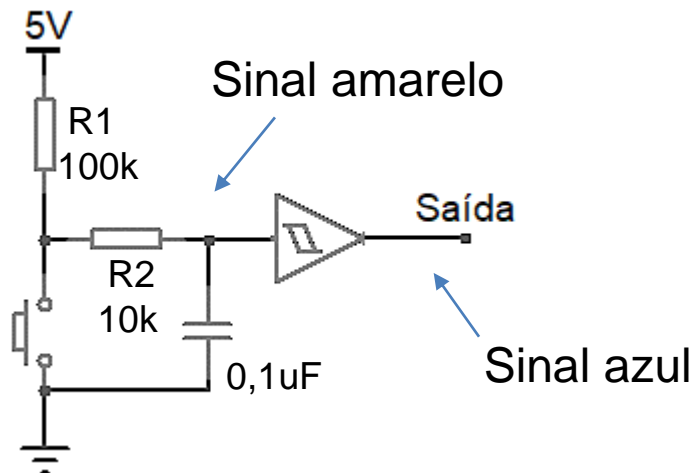
Interfaceando chaves mecânicas

- Resultado:



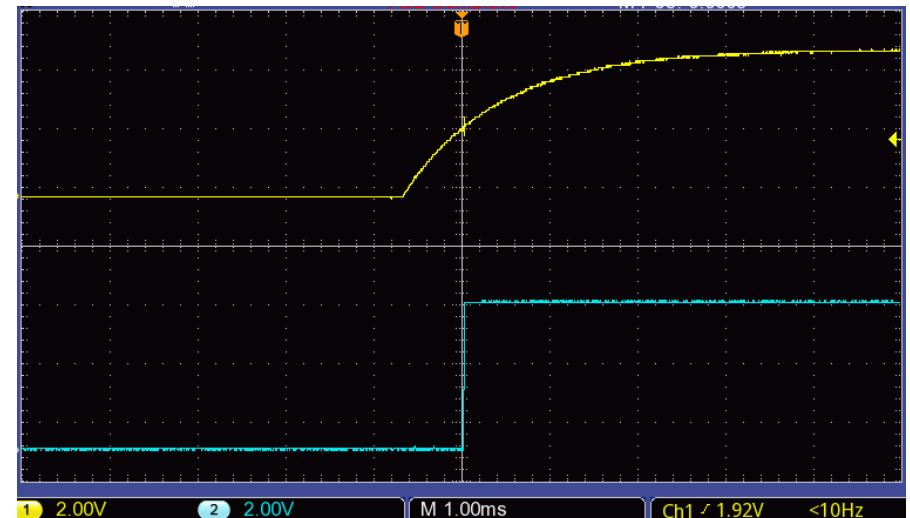
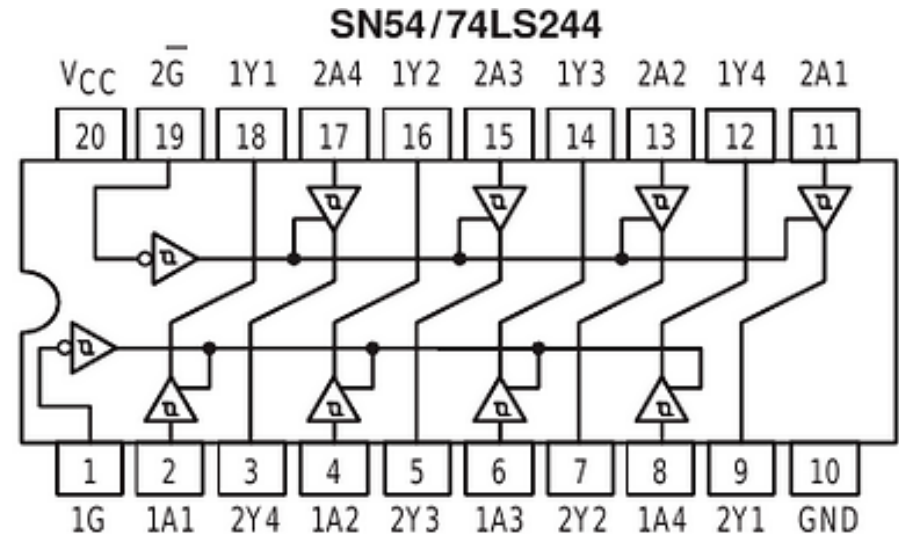
Interfaceando chaves mecânicas

- Resultado (monte o circuito):



Inputs		Output
\bar{G}	A	Y
L	L	L
L	H	H
H	X	Z

L = LOW Logic Level
H = HIGH Logic Level
X = Either LOW or HIGH Logic Level
Z = High Impedance




Interfaceando chaves mecânicas

- Circuito RC com porta Schmitt trigger.
 - *Calculando para quando fecha a chave...*

$$V_{cap} = V_{inicial} \cdot (e^{\frac{-t}{RC}})$$

- *Resolvendo para R:*

$$R = \frac{-t}{C \cdot \ln\left(\frac{V_{th}}{V_{inicial}}\right)}$$


$V_{inicial}$: tensão inicial no capacitor

V_{cap} : tensão limiar (V_{th}) em que o Schmitt Trigger muda de estado, indo para 0.

R : resistor em que o capacitor se descarrega.

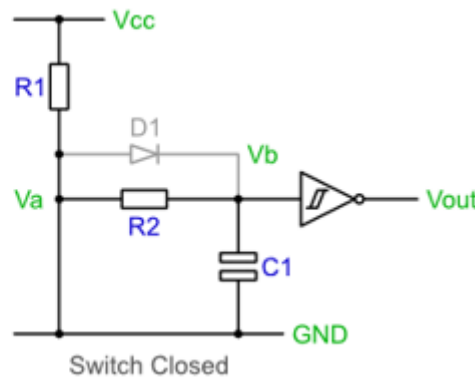
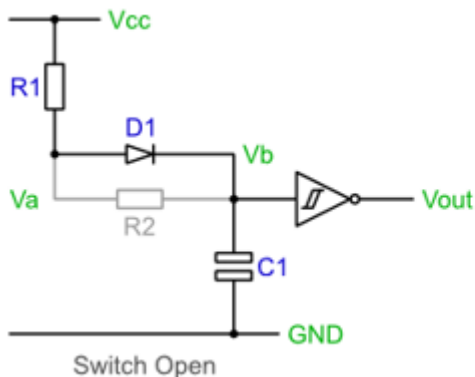
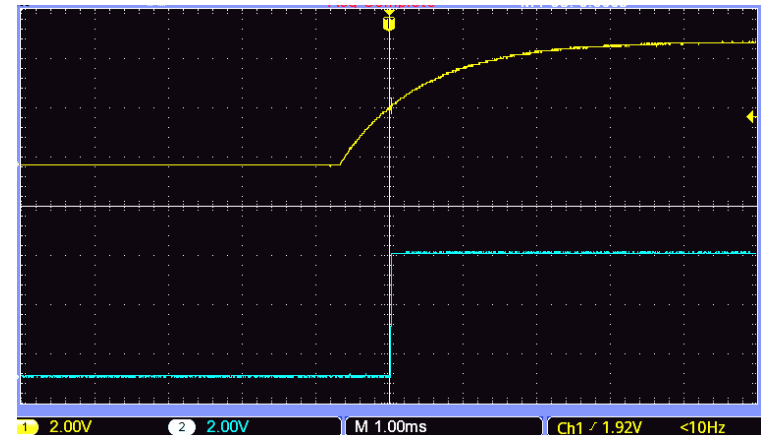
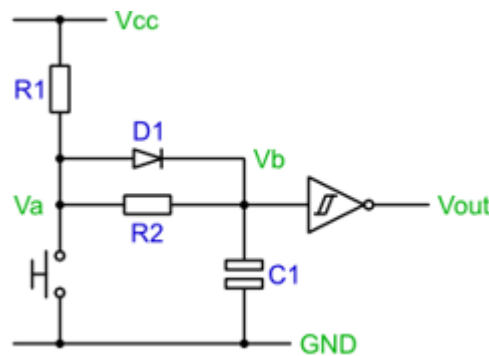
t : Delay, em segundos

Para uso em projeto comercial, escolhe-se o valor do capacitor (componente em que o preço varia bastante de acordo com o tipo) e calcula-se o resistor.

Para mais informações: GANSSLE, Jack G. *A Guide to Debouncing*, The Ganssle Group, Baltimore, 2008.
<http://www.eng.utah.edu/~cs5780/debouncing.pdf>

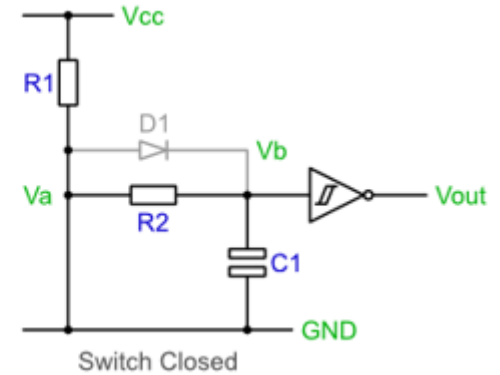
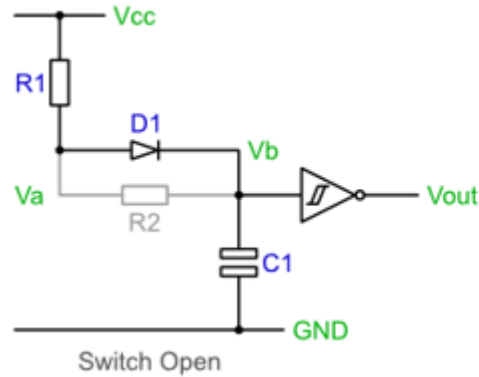
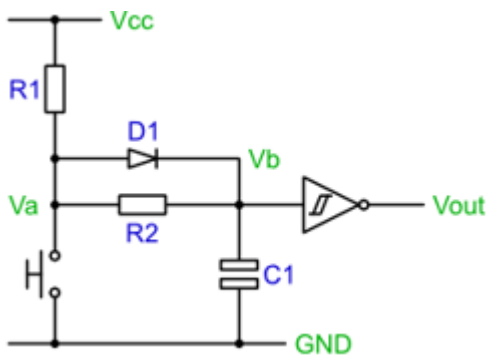
Interfaceando chaves mecânicas

- Dependendo como o circuito for projetado, a soma $R1 + R2$ acaba se tornando muito alta, atenuando demais a tensão V_{cc} , nesse caso, adiciona-se um diodo para anular o $R2$. Isso também reduz o tempo de carregamento do capacitor $C1$, tornando o circuito mais rápido.



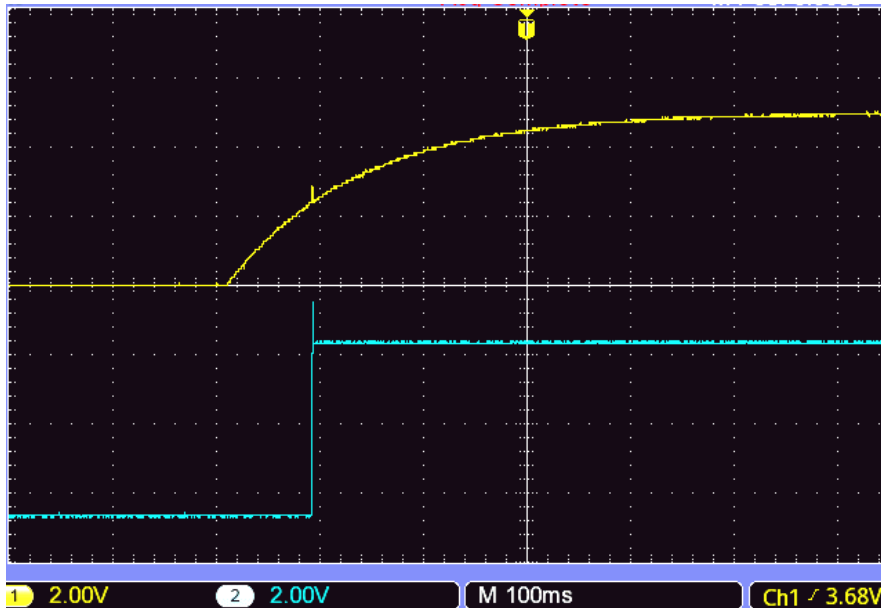
<http://www.labbookpages.co.uk/electronics/debounce.html>

Interfaceando chaves mecânicas

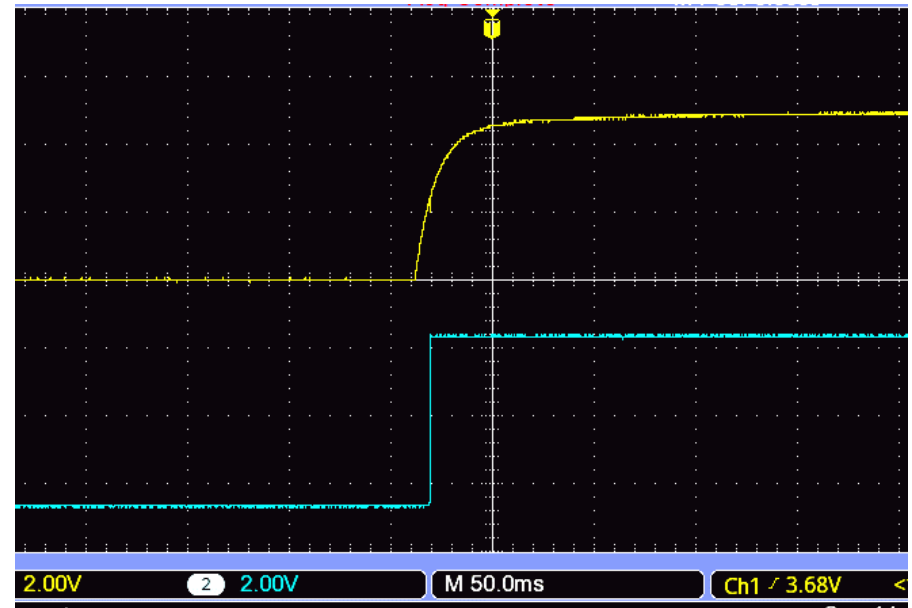


Componentes utilizados: R1= 10k, R2= 120k, C1= 1uF, D1= 1N4007

Sem diodo ~ 400 ms – calculado: 130 ms

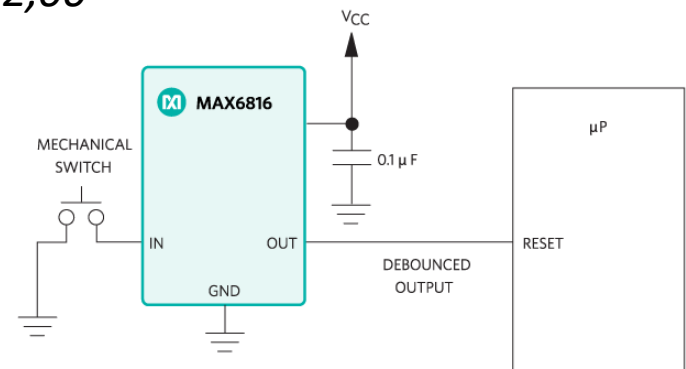


Com diodo ~ 50 ms – calculado: 10 ms



Interfaceando chaves mecânicas

- Hardware:
 - Com o uso de circuitos integrados
 - MAX6816, MAX6817, MAX6818: A partir de U\$2,00*



- MC14490: A partir de U\$4.00*

MC14490

PIN ASSIGNMENT

A _{in}	1	16	V _{DD}
B _{out}	2	15	A _{out}
C _{in}	3	14	B _{in}
D _{out}	4	13	C _{out}
E _{in}	5	12	D _{in}
F _{out}	6	11	E _{out}
OSC _{in}	7	10	F _{in}
V _{SS}	8	9	OSC _{out}

- Existem outras opções, mais caras...*

Uso de IDEs / Interfaceamento de botões (debounce) - Software