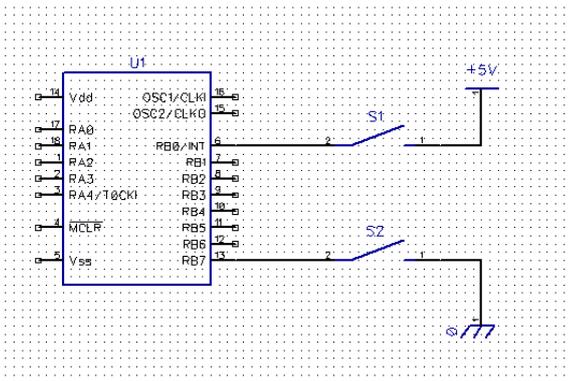


Comandi in ingresso (INPUT) in un microcontrollore

Quando vogliamo portare all'ingresso di un microcontrollore un comando attuato con un interruttore dobbiamo realizzare un circuito elettrico, anche se molto semplice, perché il comando meccanico va trasformato, sempre, in un segnale elettrico che è l'unico tipo che un controllore può riconoscere.

Esistono varie combinazioni per riuscire ad ottenere ciò che desideriamo.

Partiamo subito da come NON SI DEVE FARE.



In questo esempio abbiamo un microcontrollore generico ed un interruttore (S1) che porta il positivo (+5V) all'ingresso RB0. Avremo quindi un segnale di livello alto (HIGH) quando l'interruttore è attivato.

Però quando l'interruttore non è chiuso che potenziale arriverà all'ingresso? Non siamo in grado di dirlo con certezza poiché il filo che parte dall'ingresso RB0 non arriva da nessuna parte, ovvero è flottante e non si trova a nessun potenziale elettrico certo.

Nell'altro ingresso (RB7) abbiamo un altro interruttore (S2) che porta il potenziale negativo dell'alimentazione, la massa o ground o GND, quindi lo 0 volt.

Anche in questo caso se l'interruttore è attivato il potenziale elettrico sull'ingresso RB7 è certo (0 volt) mentre quando l'interruttore non è attivo il potenziale non è definito, esattamente come nell'esempio precedente.

Infatti in questo modo non si fa !!

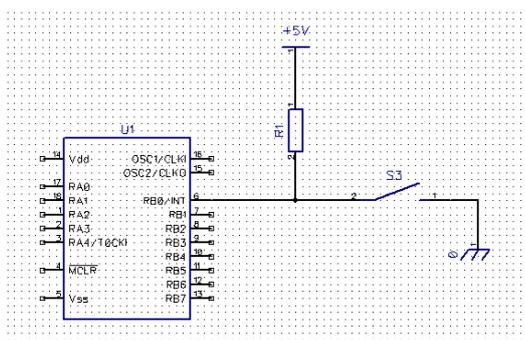
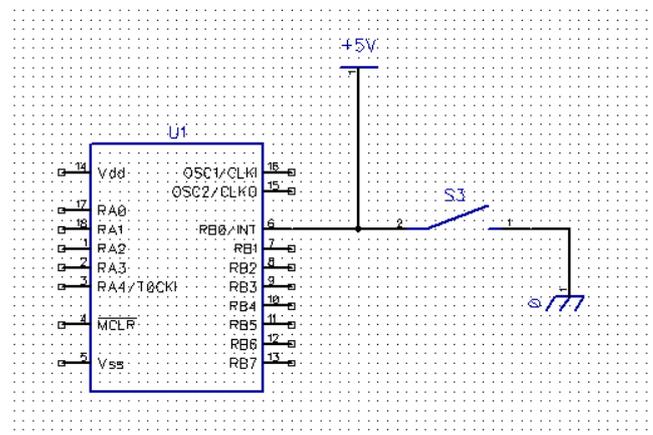
La soluzione indica a lato non è proprio una soluzione...

Normalmente, ad interruttore non attivato, sul piedino RB0 arriva direttamente il potenziale +5V e quindi un livello alto. Sembra che, attivando l'interruttore S3, esso riesca a portare il livello 0V e quindi un livello basso sull'ingresso.

In realtà l'interruttore provoca un **cortocircuito** tra il +5V e lo 0V !!

Evidentemente non è la soluzione giusta.

La soluzione proposta qui sotto è, invece, la soluzione corretta.



Normalmente (interruttore non attivato) sul piedino RB0 troviamo un livello alto, troviamo cioè la stessa tensione di alimentazione +5V, portata dal resistore R1. Su di esso non c'è caduta di tensione poiché sull'ingresso di un microcontrollore non circola corrente (in realtà circolano correnti dell'ordine del μA e quindi con cadute dell'ordine di mV).

Attivando l'interruttore S3 (chiudendolo) viene portato sul piedino RB0 il livello basso poiché esso viene collegato direttamente alla massa.

Adesso nel resistore R1 circola corrente dal positivo all'negativo dell'alimentazione, ma non è più la corrente di cortocircuito distruttiva dell'esempio precedente.

La resistenza R1 ha la funzione cosiddetta di **PULL-UP** ovvero di "tirare su", verso il +5V, il potenziale sul piedino di ingresso. Questa resistenza può avere valori molto variabili, in genere viene calcolata per avere una corrente di alcuni mA. Valori più elevati di corrente provocano inutili dispersioni di potenza nell'alimentazione. Ad esempio 10 KΩ è valore normalmente utilizzato per alimentazioni di +5V con una corrente circolante di 0,5 mA.

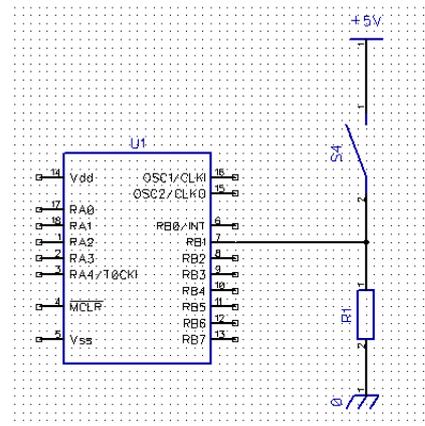
Un'altra soluzione corretta, speculare alla precedente, è quella indicata qui a lato.

Normalmente, ad interruttore non attivato, sul piedino RB1 troviamo un livello basso ovvero un potenziale di 0V. Chi lo porta?

Naturalmente la resistenza R1, anche qui senza circolazione (o quasi) di corrente.

Attivando l'interruttore S4, esso porterà il potenziale +5V sul piedino di ingresso. Nel resistore R1 circolerà adesso una corrente dell'ordine dei mA.

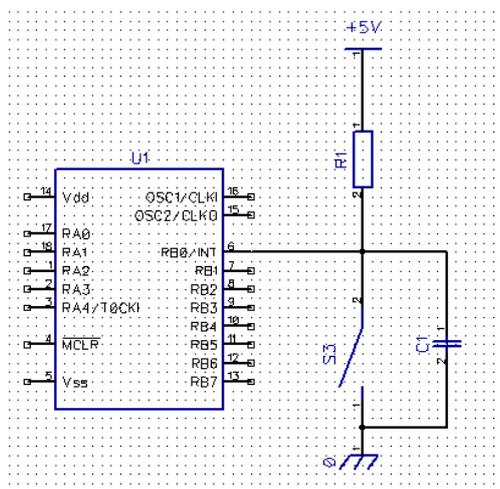
In questo esempio il resistore ha la funzione di **PULL-DOWN** ovvero di "portare giù", verso la massa o 0V, il potenziale del piedino di ingresso.



Quale soluzione è preferibile scegliere?

In genere è indifferente, cambia solo il livello attivo (con interruttore azionato) che viene portato sull'ingresso, ovvero cambiano solo le istruzioni software nel programma di controllo.

Normalmente viene scelta la soluzione con gli interruttori collegati verso la massa poiché essa, spesso, è collegata elettricamente con la carcassa metallica del contenitore. È preferibile quindi portare in giro un conduttore collegato alla massa che non uno collegato all'alimentazione positiva del circuito (in genere gli interruttori sono posti sui pannelli di comando, abbastanza lontano dal circuito stampato).



Spesso in parallelo al contatto dell'interruttore troviamo un condensatore (con capacità da 1nF a 100nF) che funge da filtro anti-disturbi elettrici sull'ingresso.

Poiché un filo che va dal circuito stampato al pannello, dove è montato l'interruttore, si comporta come un'antenna che capta i campi elettromagnetici; il filo riesce quindi a portare segnali elettrici dall'ambiente al microcontrollore.

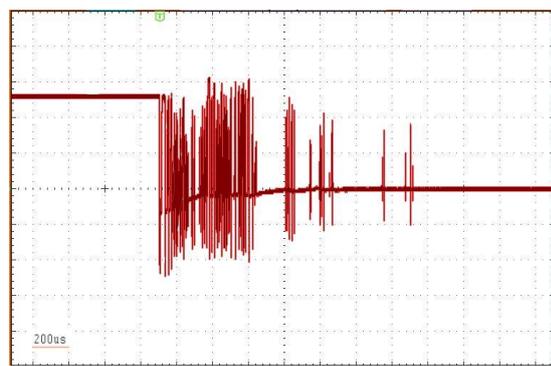
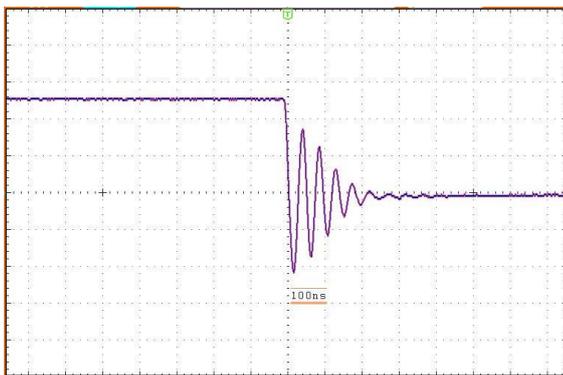
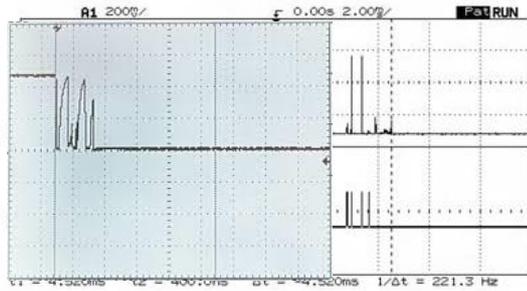
Questi disturbi potrebbero provocare dei malfunzionamenti nel software.

Il condensatore riesce a "cortocircuitare" verso massa questi disturbi impedendogli di entrare nel microcontrollore.

In questi casi il condensatore viene montato vicino al microprocessore.

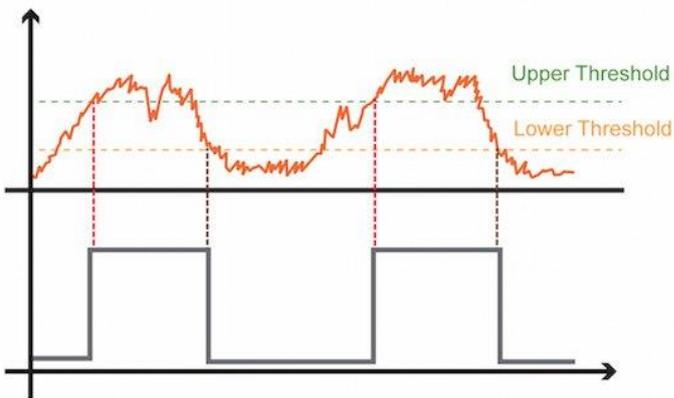
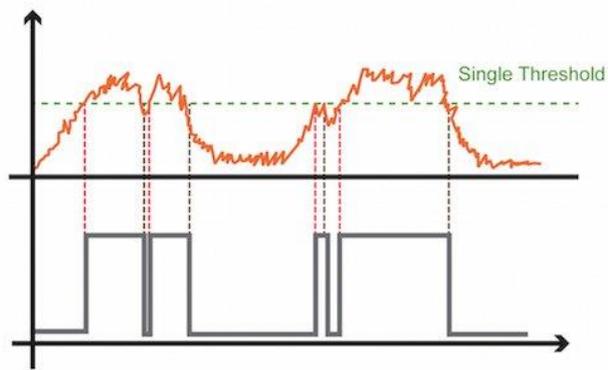
Circuiti "anti-ribalzo"

Un grosso problema che abbiamo è quello del rimbalzo meccanico del contatto elettrico: poiché la lamella metallica che provvede al contatto elettrico ha una sua massa e viene eccitata da una certa forza, si avrà che essa avrà una quantità di moto che non si può annullare una volta raggiunta la posizione finale. Si avrà una serie di rimbalzi fino all'annullamento di questa energia. Di conseguenza avremo anche una serie di contatti / non-contatti elettrici, il segnale elettrico che giunge al processore potrà avere forme d'onda simili a quelle illustrate di seguito.



Nella prima immagine si vedono una serie di impulsi che terminano dopo quasi 5 ms. È questo il tempo da considerare prima di accettare come valido lo stato o il livello di un ingresso costituito da un contatto elettro-meccanico, anzi, per sicurezza si considerano tempi di 10-20 ms.

Nelle altre figure si osservano ulteriori situazioni come ad esempio quella con la forma d'onda blu: in questo caso abbiamo una oscillazione sinusoidale smorzata nel tempo e dovuta alla presenza di una capacità di filtro insieme ad una induttanza costituita dalla lunghezza dei cavi di collegamento (circa 50 cm) si è, cioè, creato un circuito RLC.



Per risolvere queste situazioni ed eliminare questi “rimbalzi” elettrici (in inglese bouncing) si può provvedere con circuiti hardware o soluzione software, ma anche applicando entrambe le soluzioni.

In alcuni casi, come nella variazione lenta di un segnale sovrapposta ad un rumore elettrico, può essere sufficiente un circuito con doppio livello di soglia (trigger di Schmitt).

Per l’anti-rimbalzo di un ingresso può essere necessario un flip-flop di tipo R-S con la conseguente complicazione circuitale.

Molto più semplice è l’eliminazione dei rimbalzi sul segnale elettrico tramite soluzioni software, quando utilizziamo, come in questo caso, un microprocessore o un microcontrollore.

Per risolvere il problema si possono utilizzare due tecniche: un contatore di impulsi oppure un filtraggio su base temporale o meglio una tecnica mista.