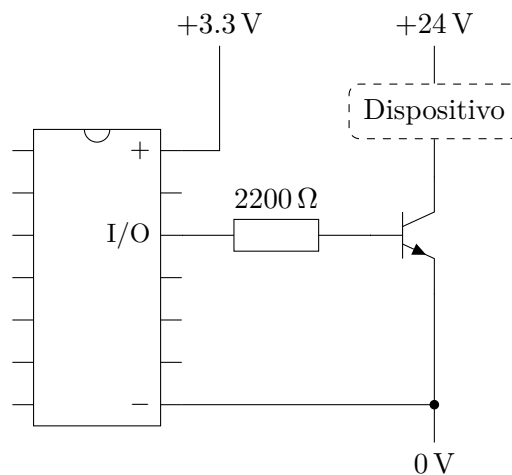


# Optoisolatori e relè

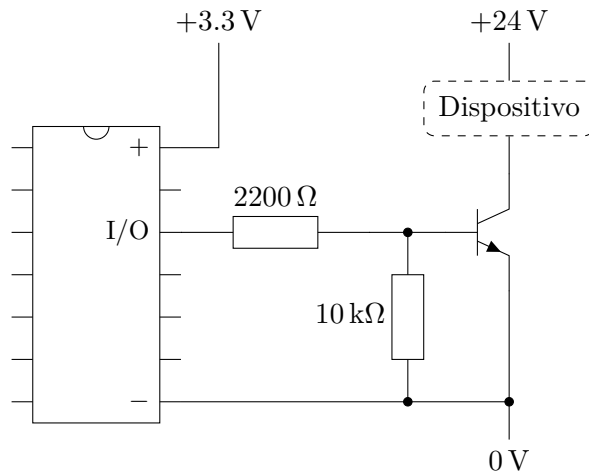
## 1 Resistenze di pull-down

Come già visto, spesso si usa un transistor collegato a un microcontrollore per controllare un qualche tipo di dispositivo (che potrebbe essere un LED o altro tipo di luce, un motore elettrico, ecc.):



Questo circuito funziona correttamente mentre il programma del microcontrollore è in esecuzione, ma (a seconda dello specifico microcontrollore e dello specifico transistor impiegati) potrebbe succedere che il dispositivo si accenda involontariamente nell'istante in cui il circuito viene collegato all'alimentazione. Infatti, il microcontrollore ha bisogno di un attimo di tempo per inicializzarsi, e mentre ciò avviene non è garantito che la tensione sulla porta di I/O rimanga stabile a 0 V.

Per “scaricare” eventuali tensioni indesiderate che potrebbero altrimenti accendere il transistor (e quindi il dispositivo), si può collegare la base del transistor (o il gate, se si usa un MOSFET) a 0 V tramite una resistenza di valore abbastanza alto (in particolare, molto più alto della resistenza che regola la corrente di base), detta resistenza di **pull-down**:

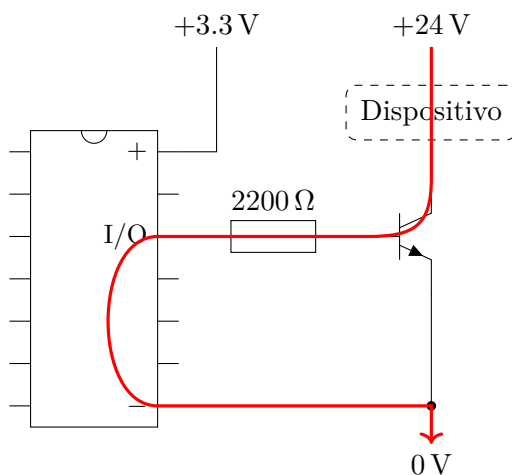


- mentre il microcontrollore si inizializza, la tensione alla base (o gate) del transistor viene tenuta a 0 V;
- quando poi il microcontrollore è attivo, il valore della resistenza di pull-down è abbastanza alto da non interferire con il normale funzionamento del circuito.

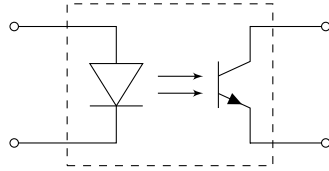
In pratica, di solito una resistenza di pull-down non è veramente necessaria, ma per prudenza si potrebbe scegliere di metterla comunque.

## 2 Optoisolatori

Quando si usa un transistor per controllare un dispositivo che funziona a una tensione superiore rispetto alla tensione di alimentazione del microcontrollore, se per qualunque motivo il transistor si bruciasse, la tensione maggiore potrebbe raggiungere il microcontrollore e bruciare anche quello:



Per eliminare questo rischio, bisogna isolare completamente la parte digitale di comando dalla parte di potenza del circuito. Un componente che permette di farlo è l'**optoisolatore**: esso contiene al suo interno un LED e un **fototransistor**, cioè un transistor che non ha un terminale di base, ma viene invece comandato dalla luce emessa dal LED:



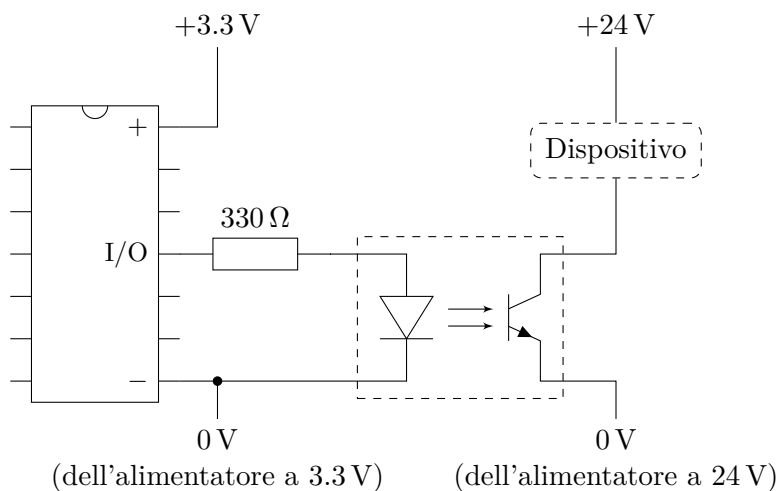
Il fototransistor lascia passare la corrente quando il LED è acceso, e blocca la corrente quando il LED è spento.

Tra i circuiti ai due lati di un optoisolatore si ha **isolamento galvanico**, ovvero non c'è alcun collegamento elettrico. Di conseguenza, un guasto nella parte di potenza del circuito può bruciare al massimo il fototransistor dell'optoisolatore, ma non può danneggiare il microcontrollore o gli altri componenti della parte di comando del circuito.

Nella pratica, ha senso usare un optoisolatore quando c'è concretamente il rischio di bruciare il circuito di comando, soprattutto se si sta progettando un dispositivo che deve avere una certa affidabilità / robustezza. Quando invece non c'è un rischio significativo, un optoisolatore aumenterebbe inutilmente il costo e la complessità del circuito, quindi conviene usare un semplice transistor.

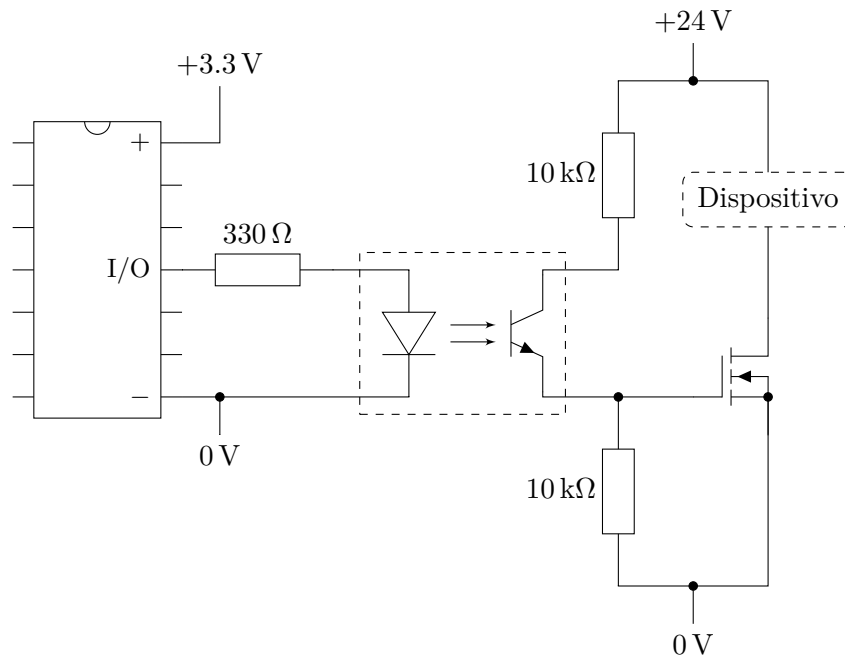
## 2.1 Uso nei circuiti

Per comandare un "carico" non troppo grande (un dispositivo che non richiede troppa corrente), si può utilizzare direttamente il transistor interno dell'optoisolatore:



Si osserva che il LED dell'optoisolatore, come un qualunque altro LED, necessita di un'opportuna resistenza per limitare la corrente, e può essere collegato in sourcing (come appena mostrato) o in sinking.

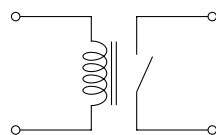
Se invece il carico è più grande, si usa l'optoisolatore per comandare un transistor di potenza. Qui, ad esempio, viene usato un MOSFET:



Infine, un optoisolatore è utile quando il microcontrollore è collegato al carico da un cavo lungo: mettendo un optoisolatore tra il microcontrollore e il cavo, si eviterebbe di bruciare il microcontrollore se il cavo venisse accidentalmente danneggiato e facesse corto circuito.

### 3 Relè

Quando si vogliono comandare dei carichi molto grandi con un microcontrollore, come ad esempio dispositivi alimentati a corrente alternata a 220 V, usare i transistor diventa complicato e costoso. In questi casi, conviene piuttosto usare un **relè**, che è un interruttore meccanico azionato da un elettromagnete:

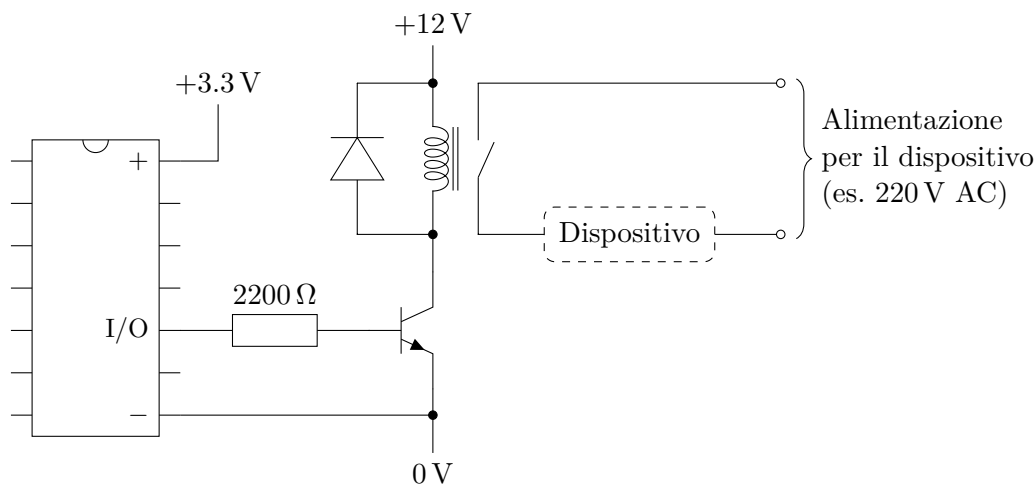


Quando si fa passare una corrente nella *bobina* di un relè, si genera un campo magnetico che fa spostare (aprire e/o chiudere, a seconda del tipo di relè) uno o più contatti elettrici. Quando invece la corrente nella bobina viene interrotta, l'attrazione magnetica cessa, e una molla riporta i contatti nella loro posizione originale.

Siccome i relè funzionano in modo meccanico, essi sono molto più lenti dei transistor, ma hanno appunto il vantaggio di poter comandare facilmente carichi grandi, siano essi alimentati a corrente continua o alternata. Detto ciò, questi due componenti vengono spesso impiegati insieme: per pilotare un relè con un microcontrollore si usa solitamente un transistor, perché la bobina di un relè richiede una corrente che, per quanto molto inferiore a quella richiesta dal carico, è comunque superiore a quella che può essere fornita da una porta di I/O.

### 3.1 Uso nei circuiti

Un semplice circuito per usare un relè con un microcontrollore è il seguente:



Quando la corrente in una bobina (di un relè, così come di un motore elettrico, ecc.) viene interrotta, si genera momentaneamente ai capi della bobina una tensione inversa (di segno opposto rispetto a quella con cui si stava alimentando la bobina), che può facilmente raggiungere valori alti (ad esempio centinaia di volt). Per scaricare questa tensione senza danneggiare altri componenti del circuito (ad esempio il transistor che comanda la bobina), bisogna collegare un diodo in “antiparallelo” alla bobina, come mostrato nel circuito sopra: normalmente, questo diodo non conduce corrente perché è in polarizzazione inversa, ma nel momento in cui la bobina genera una tensione inversa esso va invece in polarizzazione diretta, e così scarica tale tensione in modo controllato.

Un relè, come un optoisolatore, realizza isolamento galvanico tra la bobina di comando e i contatti di potenza, ma la bobina stessa richiede valori di tensione e corrente che

potrebbero bruciare un microcontrollore. Inoltre, un altro rischio per il microcontrollore sono i forti picchi di tensione inversa che la bobina può generare (nel caso il diodo in antiparallelo si guastasse, o ci si dimenticasse di metterlo). Perciò, è una buona idea comandare un relè tramite un optoisolatore, costruendo ad esempio un circuito come questo:

