

UN SEMPLICE SENSORE IR

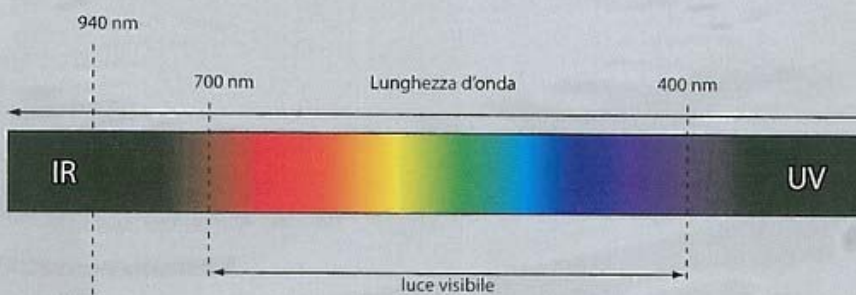
In questo Workshop vedremo nella pratica come realizzare un semplice sensore di prossimità a raggi infrarossi utilizzando pochi ed economici componenti di facile reperibilità.

Nel fascicolo precedente ci siamo soffermati su alcune problematiche collegate al **rilevamento di prossimità** e abbiamo presentato alcuni dei principi che sono alla base dei più diffusi dispositivi sensoriali pensati per questo scopo. Per completare quanto iniziato, in questo Workshop ci concentreremo sugli aspetti più 'pratici', analizzando e sperimentando su breadboard un semplicissimo circuito elettronico che sarà alla base del sistema sensoriale di RZB-1.

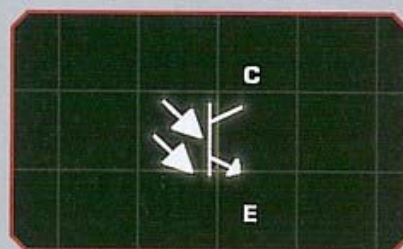
LA STRUTTURA DI BASE >>>

Il sensore che esploreremo sarà basato principalmente su due **LED a emissione infrarossa** e un **fototransistor** sensibile

Lo spettro luminoso: la lunghezza d'onda del segnale dei LED IR non è visibile.

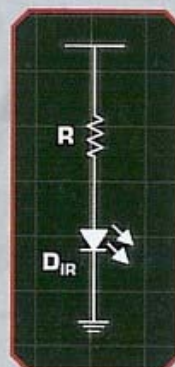


alla medesima frequenza luminosa. Per ciò che riguarda i LED a infrarossi non vi è nulla di nuovo da aggiungere a quanto già detto: sono diodi a emissione luminosa che, nel momento in cui vengono attraversati da corrente, emettono un cono di luce a una lunghezza d'onda di circa 940 nm (ossia nello spettro dell'infrarosso, vedi la figura sotto), non visibile dall'occhio umano, ma rilevabile elettronicamente. Come avevamo accennato nel fascicolo precedente, invece, i fototransistor (simbolo elettrico in alto a destra) non sono altro che dispositivi che creano un flusso di corrente tra due pin (chiamati **collettore** ed **emettitore**, esattamente come nei BJT) in modo proporzionale all'energia dello stimolo luminoso ricevuto. Il circuito sarà quindi diviso in due parti distinte: la



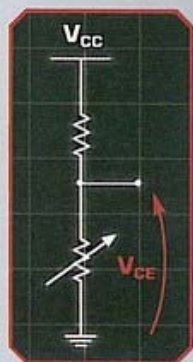
Il simbolo elettrico del fototransistor in cui sono evidenziati i pin collettore (C) ed emettitore (E).

prima sarà caratterizzata da **uno o più LED** che avranno funzione di **emettitori di raggi infrarossi**; la seconda da un **fototransistor** che svolgerà il ruolo di **ricevitore del segnale riflesso**. Abbiamo oramai familiarità con i LED: il circuito di accensione di un diodo (sotto) è costituito semplicemente da un generatore di tensione e da un carico resistivo che limiti



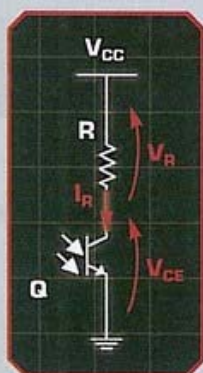
L'emettitore di raggi infrarossi del circuito è composto da un LED IR (D_{IR}) posto in serie a un resistore (R).

l'intensità di corrente passante. Sofferamoci, invece, sul secondo blocco: il ricevitore. Abbiamo già detto che la corrente passante nel fototransistor aumenta con l'aumentare dell'intensità luminosa incidente. Sotto un certo punto di vista, quindi, il fototransistor si comporta come un resistore variabile comandato a mezzo di emissioni infrarosse. Ma come sfruttare questa



Il sensore che costruiremo funzionerà in modo simile a un partitore di tensione: la tensione di uscita del sensore sarà presa dal collettore del fototransistor.

caratteristica? Una possibile soluzione è quella di **inserire un resistore a monte del transistor e di considerare la serie di questi due componenti come una sorta di partitore di tensione**. Con l'aumentare della luminosità, il fototransistor aumenterà la corrente di collettore, che a sua volta, per effetto della legge di Ohm, incrementerà la caduta di tensione sul resistore in serie al collettore, riducendo così la tensione V_{CE} . **Proprio tale valore di tensione diventa indice della prossimità dei corpi: più un ostacolo è vicino al sensore, più è intenso il raggio infrarosso riflesso sul ricevitore e, di conseguenza, basso il valore di tensione V_{CE}** . Considera, infatti, il caso in cui il fototransistor si trovi in 'ombra', ossia venga illuminato



La struttura elettrica del ricevitore del sensore di prossimità. Alla base del funzionamento vi è un fototransistor sensibile alle frequenze luminose IR.

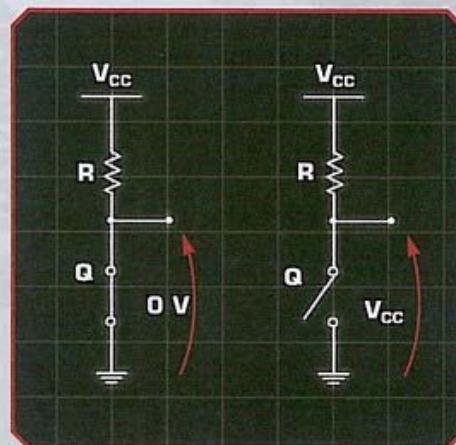
con una radiazione infrarossa trascurabile o nulla. Il transistor tenderà alle condizioni di interdizione e sarà equivalente a un **circuito aperto** (secondo schema in basso a destra) e la tensione V_{CE} sarà pari a V_{CC} . Al contrario immagina che il sensore venga investito da un **raggio di intensità elevatissima: il fototransistor tenderà a comportarsi come un circuito chiuso e di conseguenza la tensione V_{CE} tenderà a 0 V** (il primo dei due schemi posti in basso a destra).

CARATTERISTICHE DEL SENSORE >>>

Come hai potuto osservare, il sensore appena presentato è caratterizzato da una **struttura semplicissima** (bastano solo **quattro componenti elettronici**). Tuttavia a tale semplicità si contrappone un **funzionamento strettamente dipendente dall'ambiente circostante**, come potrai sperimentare nello StepbyStep delle prossime pagine. La prima cosa che possiamo osservare è che **la corrente passante nel fototransistor è legata all'intensità del raggio infrarosso riflesso**; purtroppo però **non tutti gli oggetti riflettono la luce alla stessa**

maniera. Le **superfici chiare e lucide** (come gli specchi), ad esempio, **riflettono molto bene la luce e ciò le rende rilevabili a distanze maggiori rispetto a quelle scure** (ad esempio nere), che tendono ad assorbire la radiazione luminosa (questo è anche il motivo per cui in estate le auto di colore scuro si scaldano maggiormente rispetto a quelle con carrozzeria chiara). In secondo luogo **il sensore descritto emette un segnale IR costante nel tempo e anche il circuito ricevente non effettua alcun filtraggio sul segnale riflesso**. Questo significa che qualsiasi fonte infrarossa esterna al nostro robot che incida accidentalmente il fototransistor può **'ingannare' il sensore**, facendogli percepire un ostacolo che in realtà non esiste. Per questa ragione i sensori di prossimità più evoluti utilizzano un **segnale modulato**, che può essere più facilmente 'ripulito' dai disturbi ambientali attraverso appositi **filtri** in grado di isolare le componenti.

A sinistra il sensore con il transistor in condizioni di cortocircuito ($V_{OUT}=0 V$), a destra in condizioni di interdizione ($V_{OUT}=V_{CC}$).



STEPbySTEP

COSTRUIAMO IL SENSORE

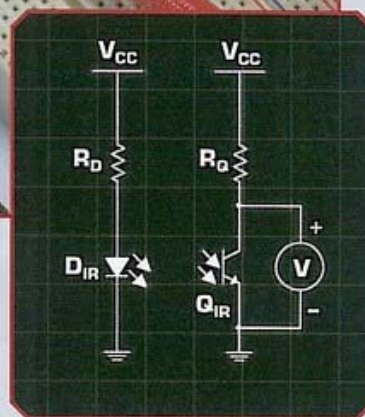
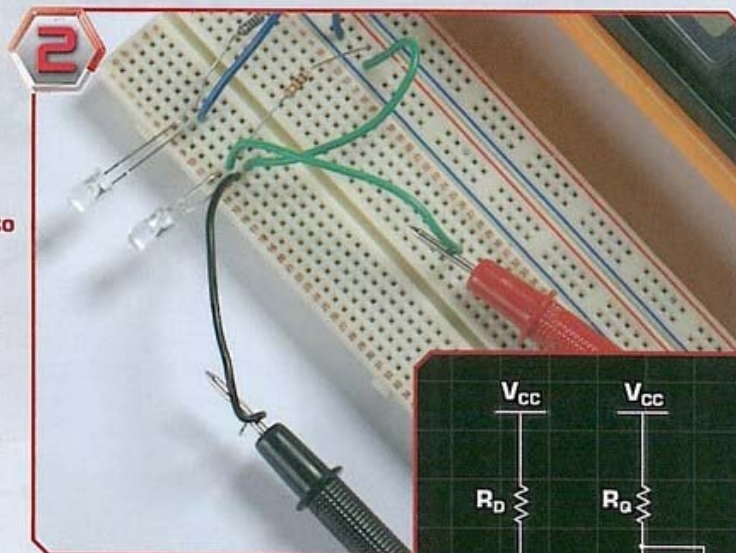
In questo StepbyStep potrai costruire il semplice sensore a infrarossi descritto all'interno dell'articolo e sperimentare le sue proprietà di funzionamento. Per proseguire avrai bisogno dei seguenti componenti e materiali:

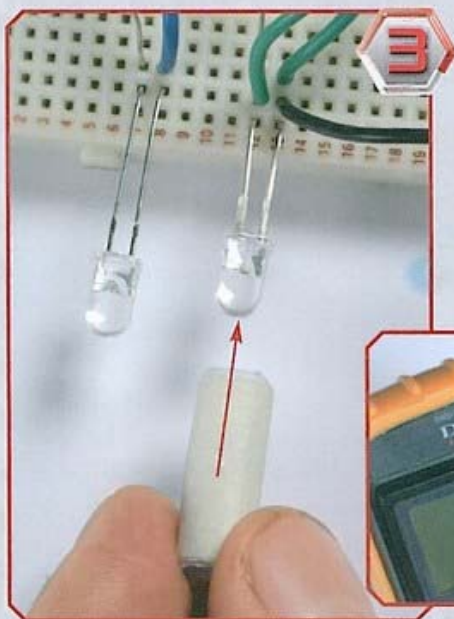


- ◁1 Un LED a infrarossi (come l'L53SF4C, D_{IR})
- ◁2 Un fototransistor IR NPN (Kingbright L53P3C, Q_{IR})
- ◁3 Un resistore da 220 Ω (R_D)
- ◁4 Un resistore da 10 k Ω (R_O)
- ◁5 Una breadboard
- ◁6 Fili per breadboard
- ◁7 Un multimetro (V)
- ◁8 Due cartoncini opachi: uno bianco (o grigio chiaro) e uno nero

Oltre al materiale elencato avrai bisogno anche di un portapile da 4 stilo, con le relative batterie.

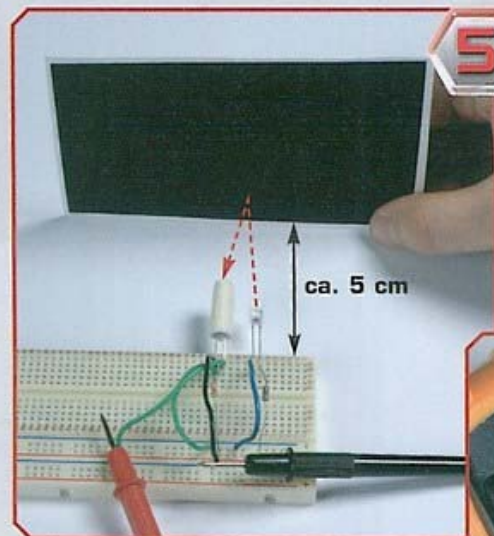
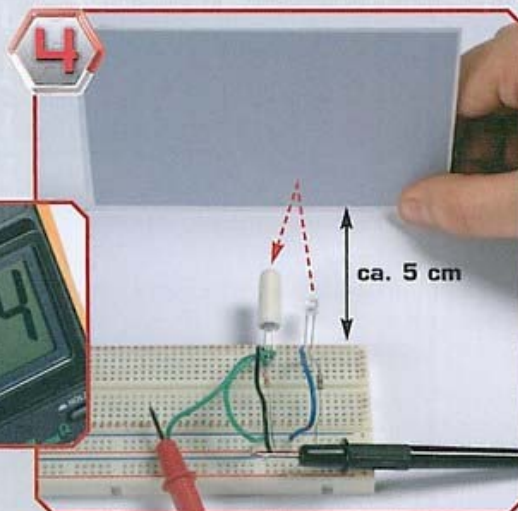
In basso a destra puoi osservare lo schema elettrico del circuito che dovrai realizzare, mentre nella foto puoi vedere il circuito completo montato sulla breadboard. Come vedi, abbiamo collocato il diodo e il fototransistor sul bordo della breadboard in modo da poterli piegare e direzionare verso l'esterno. Per la piedinatura del fototransistor, ricorda che il pin di lunghezza inferiore è il collettore (C), mentre quello di lunghezza maggiore corrisponde all'emettitore (E). Per riconoscere i due pin nello schema elettrico fai riferimento al simbolo presentato nella prima pagina di questo Workshop.





3 Con una striscia di cartoncino crea un cappuccio cilindrico e montalo sul fototransistor: limiterai il cono di illuminazione del componente, favorendo l'ingresso dei raggi IR ortogonali al sensore stesso. Verifica, infine, che i due componenti optoelettronici siano leggermente convergenti l'uno verso l'altro (la luce emessa deve essere riflessa verso il fototransistor). **Accendi il circuito collegando il portatile, sgombra il 'campo visivo' del sensore e colloca lontano dalla luce solare (se troppo intensa può sovrastare l'effetto del raggio emesso dal LED).** Rileva il valore di tensione V_{CE} che verrà indicato dal tester (foto piccola).

Poni il cartoncino chiaro di fronte al sensore e muovilo lentamente fino ad avvicinarlo a una distanza di circa 5 cm. Vedrai il valore di tensione presente sul fototransistor diminuire progressivamente con l'avvicinarsi del cartoncino. Rileva tale valore: lo dovrai confrontare con quello 'letto' nel prossimo step.



5 Ripeti quanto fatto nello step 4 utilizzando il cartoncino nero. Vedrai che a pari distanza dal sensore il cartoncino nero produrrà una tensione più alta rispetto a quella rilevata utilizzando il cartoncino chiaro, per effetto di un maggiore assorbimento luminoso da parte delle superfici di colore scuro.