

M.M.Electronics - <http://www.mmetft.it>



Michele Marino - michele.marino@mmetft.it

Sensore di prossimità a infrarossi

V 0.1

Marzo 2008

INFORMATIVA

Come prescritto dall'art. 1, comma 1, della legge 21 maggio 2004 n.128, l'autore avvisa di aver assolto, per la seguente opera dell'ingegno, a tutti gli obblighi della legge 22 Aprile del 1941 n. 633, sulla tutela del diritto d'autore. Tutti i diritti di questa opera sono riservati. Ogni riproduzione ed ogni altra forma di diffusione al pubblico dell'opera, o parte di essa, senza un'autorizzazione scritta dell'autore, rappresenta una violazione della legge che tutela il diritto d'autore, in particolare non ne è consentito un utilizzo per trarne profitto. La mancata osservanza della legge 22 Aprile del 1941 n. 633 è perseguibile con la reclusione o sanzione pecuniaria, come descritto al Titolo III, Capo III, Sezione II. A norma dell'art. 70 è comunque consentito, per scopi di critica o discussione, il riassunto e la citazione, accompagnati dalla menzione del titolo dell'opera e dal nome dell'autore.

AVVERTENZE

Chiunque decida di far uso delle nozioni riportate nella seguente opera o decida di realizzare i circuiti proposti, è tenuto pertanto a prestare la massima attenzione in osservanza alle normative in vigore sulla sicurezza.

L'autore declina ogni responsabilità per eventuali danni causati a persone, animali o cose derivante dall'utilizzo diretto o indiretto del materiale, dei dispositivi o del software presentati nella seguente opera.

Si fa inoltre presente che quanto riportato viene fornito così com'è, a solo scopo didattico e formativo, senza garanzia alcuna della sua correttezza.

L'autore ringrazia anticipatamente per la segnalazione di ogni errore.

Indice

1	Introduzione	4
2	Il trasmettitore IR	4
3	Il ricevitore IR	7
4	Circuito stampato e lista componenti	8
5	Conclusioni	10
	Bibliografia	11

Elenco delle figure

1	Circuito di pilotaggio diodi IR	5
2	Onda quadra di uscita per il pilotaggio dei diodi IR	5
3	Circuito di ricezione IR	6
4	Onda quadra di ingresso del circuito simulato	8
5	Uscita del circuito di ricezione (blu)	8
6	PCB ricevitore lato componenti (sinistra) e lato rame (destra)	9
7	PCB trasmettitore lato componenti (sinistra) e lato rame (destra) .	9

Elenco delle tabelle

1 Introduzione

Il sensore di prossimità ad infrarossi (IR - InfraRed) impiega un emettitore ad infrarossi e un fototransistor che riceve i raggi riflessi da un corpo che vi si approssima; ogni volta che il raggio IR riflesso è di intensità sufficiente, si ha un livello alto sulla relativa uscita del ricevitore, basso in assenza di riflessione.

2 Il trasmettitore IR

Per il pilotaggio dei diodi emettitori ad infrarossi si fa uso di un circuito multivibratore astabile. Come noto i multivibratori possono essere di tre tipi:

- monostabile
- bistabile
- astabile

Il multivibratore monostabile a seguito di una sollecitazione (trigger), passa ad un livello logico per un certo intervallo di tempo per poi ritornare al livello logico di riposo. Chiaramente un circuito del genere può essere utilizzato come generatore di impulsi.

Nei multivibratori bistabili invece, l'uscita cambia a seguito di un comando esterno e rimane sul nuovo livello indefinivamente. Tale dispositivo può essere utilizzato come dispositivo di memoria.

Nel multivibratore astabile infine, nessuno dei due stati è stabile ed il circuito passa continuamente da uno stato all'altro.

Nella figura 1 è riportato lo schema del multivibratore astabile utilizzato per pilotare i diodi emettitori all'infrarosso. In esso le reti RC di temporizzazione fanno sì che i transistor conducano uno solo alla

volta e che quando uno dei due è in saturazione, l'altro è interdetto. Supponiamo di avere il transistor Q2 in conduzione. In queste condizioni la tensione sul collettore di Q2 è prossima a zero e quindi si ha la carica di C1 attraverso R2. Quando la tensione sulla base di Q2 raggiunge la soglia di 0.6V, il transistor Q1 entra in conduzione, portando la tensione sul proprio collettore ad un valore prossimo a zero. In queste condizioni, C2 inizia a caricarsi portando Q2 in interdizione, mentre C1 si scarica attraverso il gruppo resistivo R1-R2. Man mano che C2 si carica attraverso la resistenza R3 fino a raggiungere la soglia di 0.6V, Q2 ritorna in conduzione caricando C1 e mandando Q1 in interdizione. In questo secondo caso C2 si scarica attraverso la rete formata da R3 ed R4. Il ciclo si ripete indefinitivamente con un periodo che dipende dai valori delle coppie resistenza/condensatore presenti nel circuito ovvero, R2/C1 ed R3/C2. Giocando sulle asimmetrie tra i valori di tali componenti è possibile anche variare il duty cycle dell'onda quadra di uscita.

La costante di tempo e quindi la frequenza teorica dell'onda quadra, con i valori dei componenti riportati in figura 1, è data da:

$$f_{teo} = \frac{1}{100K\Omega \cdot 3.3nF} \approx 3KHz \quad (1)$$

La figura 2 mostra la forma d'onda di uscita simulata in OrCAD che pilota il transistor Q3 ovvero, i diodi IR. La frequenza dell'onda simulata è circa pari a 2.1KHz. Questo a causa degli effetti di carico dovuti alla resistenza R5 e alla presenza del transistor pilota Q3.

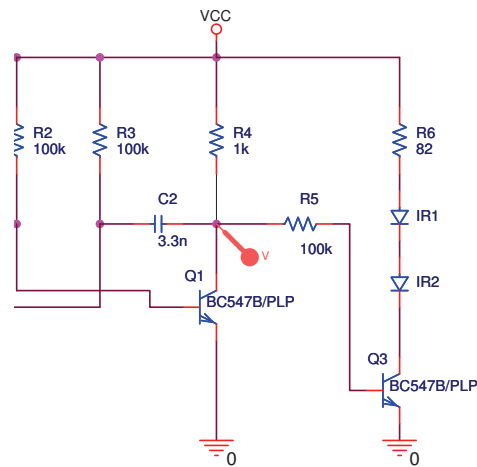


Figura 1: Circuito di pilotaggio diodi IR

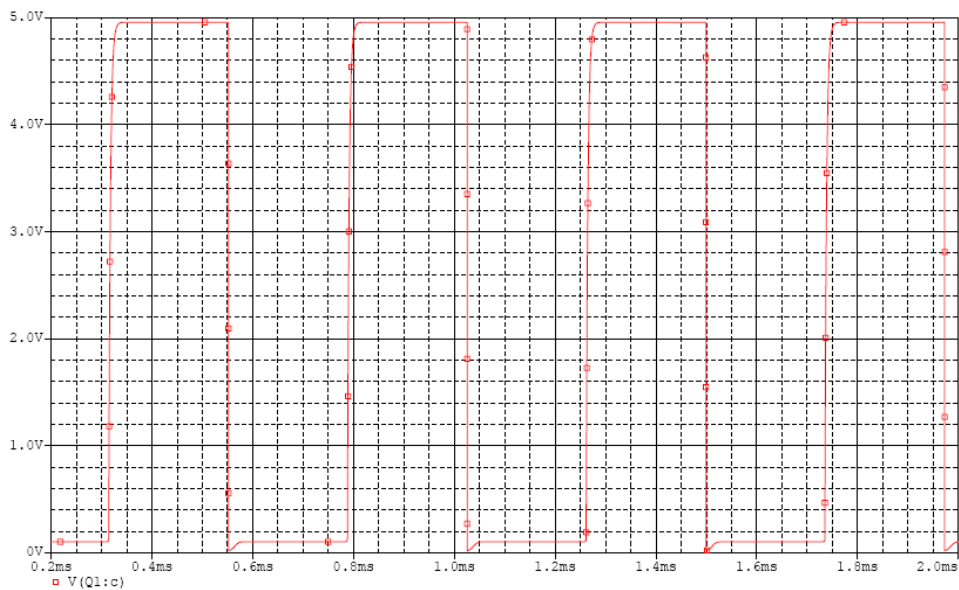


Figura 2: Onda quadra di uscita per il pilotaggio dei diodi IR

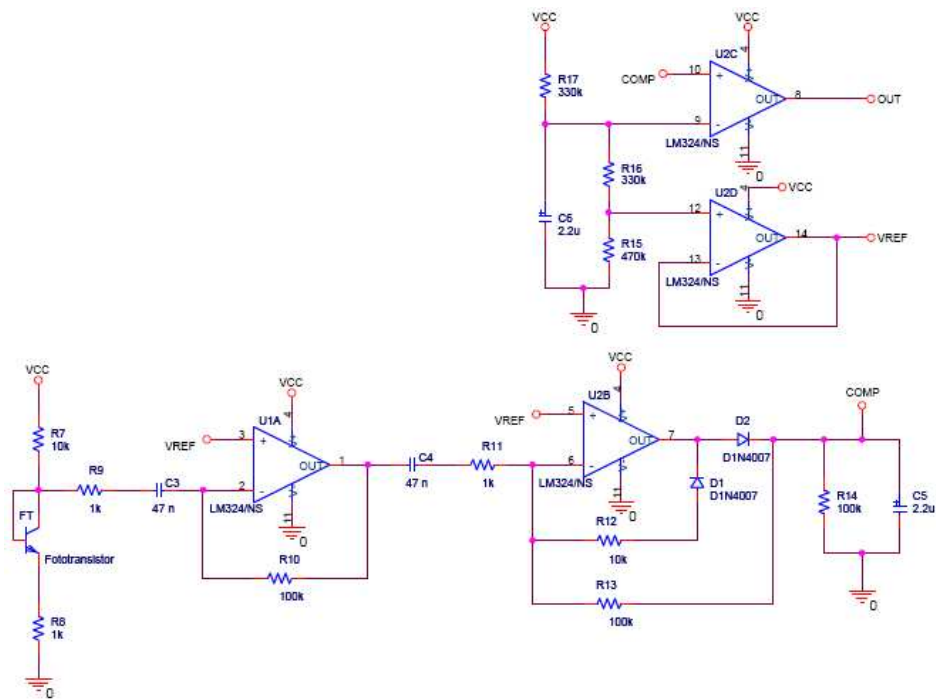


Figura 3: Circuito di ricezione IR

3 Il ricevitore IR

Lo schema del ricevitore IR è riportato nella figura 3.

Quando un corpo si avvicina, in base alle sue caratteristiche (massa, colore) riflette una parte dei raggi infrarossi, che quindi possono andare a colpire la superficie del fototransistor. In quest'ultimo si verifica un aumento della corrente inversa della giunzione base-collettore, che corrisponde ad un incremento della corrente di collettore, quindi in un calo della tensione tra R7 e massa.

Questo abbassamento non è costante, ma segue l'andamento degli impulsi prodotti dal LED all'infrarosso che non è dunque una luce costante. Il collettore del fototransistor quindi, ripete un po' l'andamento del segnale che pilota il LED ad infrarossi, producendo a sua volta impulsi di fase opposta (abbassamenti e cali di tensione) che vengono amplificati dall'operazionale U1a. Questo, montato in configurazione invertente, amplifica e inverte il segnale, restituendo a C4 una componente in fase con quella trasmessa. L'onda che ne deriva viene amplificata ulteriormente e raddrizzata da U1b, il cui stadio fornisce sul catodo del diodo D2 una tensione continua proporzionale all'ampiezza degli impulsi, potenziale che viene confrontato, nel comparatore U1c, con una tensione di riferimento.

Quando l'ampiezza degli impulsi supera quella del potenziale di riferimento, il pin 1 del comparatore si porta al livello logico alto, mentre resta a zero nel caso contrario. La soglia di confronto è stata inserita per fare in modo che il circuito risulti sensibile solo ai raggi infrarossi riflessi di una certa intensità; infatti, sotto un certo valore, il comparatore rima-

ne bloccato con l'uscita a zero, mentre al di sopra può dare il comando con valore logico alto.

E' evidente che la sensibilità del sistema dipende non solo dall'intensità dei raggi IR emessi, ma anche dalle caratteristiche fisiche dell'oggetto che si avvicina al circuito; i corpi scuri assorbono la luce, anche quella all'infrarosso, pertanto a parità di dimensioni e di distanza dalla coppia dei diodi emettitori IR, determinano minore sensibilità rispetto agli elementi chiari. L'operazionale U1d funziona da buffer avendo guadagno unitario: il suo ingresso non invertente è polarizzato con il potenziale ricavato dal partitore R15/R16/R17, tensione che viene riportata sul pin 14 e che fornisce il riferimento agli ingressi non invertenti degli operazionali U1a e U1b.

Lo scopo di tale riferimento è quello di portare la tensione di uscita, a riposo, ad un valore che permetta la massima oscillazione in entrambe le semionde del segnale. Poiché l'IC LM324 è alimentato a tensione singola, se gli ingressi non invertenti venissero portati a massa, gli operazionali non potrebbero restituire altro che semionde positive, determinando un'inaccettabile distorsione del segnale amplificato.

Le figure 5 e 4 mostrano l'uscita del ricevitore IR e l'uscita del rettificatore, considerando come ingresso un generatore d'onda quadra con periodo 0.5ms che simula il fotodiodo di ricezione all'infrarosso. Il riferimento è fissato a 3.2V circa e come si vede la commutazione si ha quando l'uscita del rettificatore (COMP) raggiunge il valore di 3.25V.

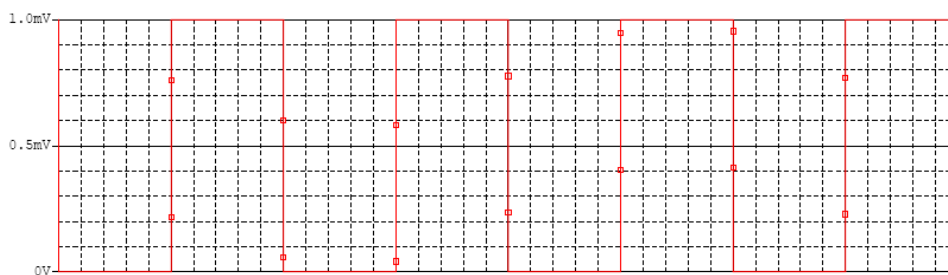


Figura 4: Onda quadra di ingresso del circuito simulato

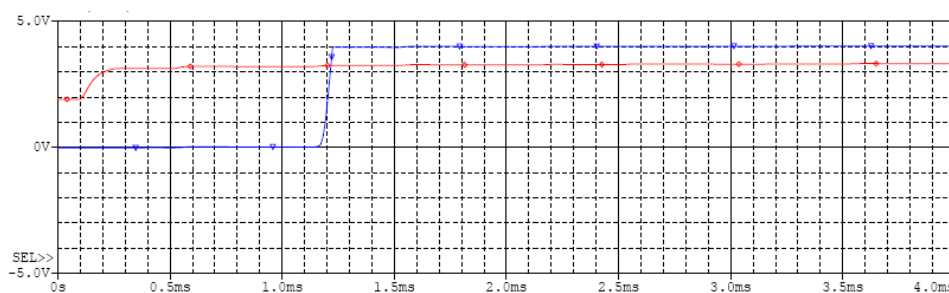


Figura 5: Uscita del circuito di ricezione (blu)

4 Circuito stampato e lista componenti

I circuiti stampati del ricevitore e del trasmettitore IR sono stati realizzati su due board diverse. La figura 6 mostra un a visuale 3D del ricevitore mentre, la figura 7 mostra quella relativa al trasmettitore.

Lista componenti - RX

C1 = $47nF$ poliestere
 C2 = $47nF$ poliestere
 C3 = $2.2\mu F$ 16V elettrolitico
 C4 = $2.2\mu F$ 16V elettrolitico
 R1 = $100k\Omega$
 R2 = $1k\Omega$
 R3 = $1k\Omega$
 R4 = $10k\Omega$
 R5 = $100k\Omega$
 R6 = $100k\Omega$
 R7 = $330k\Omega$

R8 = $470k\Omega$
 R9 = $330k\Omega$
 R10 = $10k\Omega$
 R11 = $1k\Omega$
 D1 = $1N4004$
 D2 = $1N4004$
 D3 = Diodo emettitore a infrarossi
 IC1 = $LM324N$
 SV1 = Connettore AMP-MT 3 poli

Lista componenti - TX

C1 = $3.3nF$
 C2 = $3.3nF$
 LED1 = Foto diodo IR
 LED2 = Foto diodo IR
 Q1 = $BC547B$
 Q2 = $BC547B$
 Q3 = $BC547B$
 R1 = $1k\Omega$
 R2 = $100k\Omega$

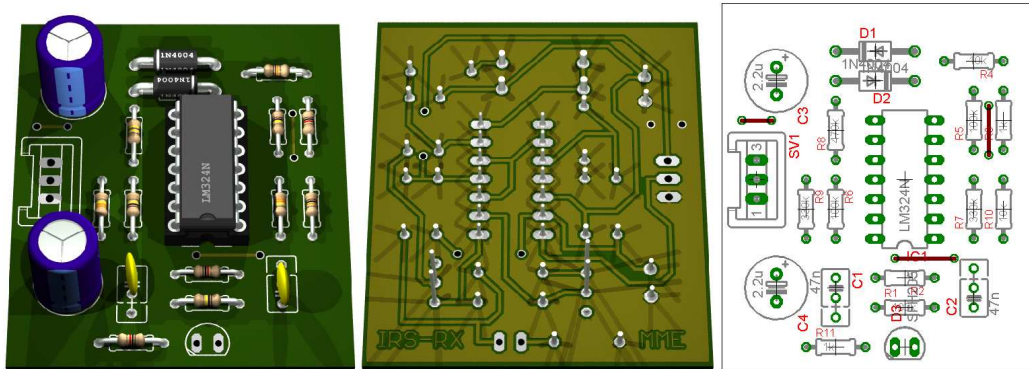


Figura 6: PCB ricevitore lato componenti (sinistra) e lato rame (destra)

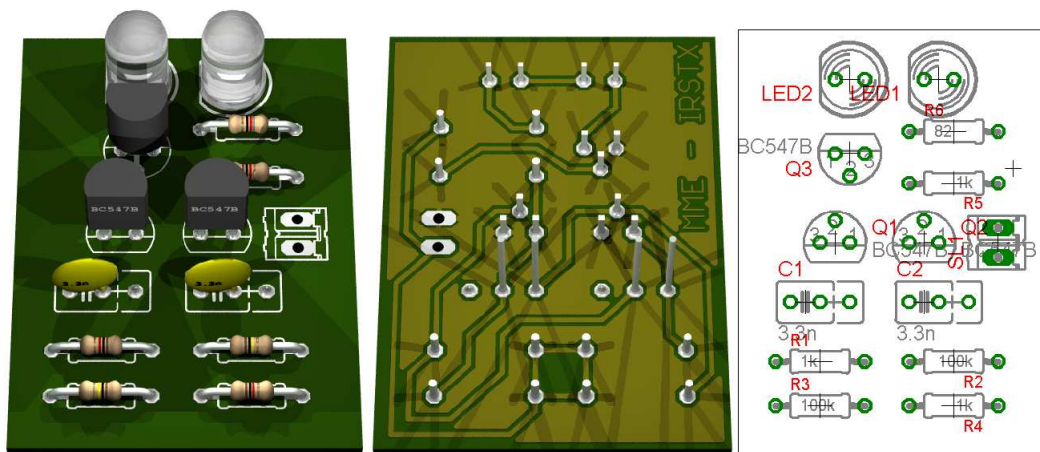


Figura 7: PCB trasmettitore lato componenti (sinistra) e lato rame (destra)

R3 = 100k Ω

R4 = 1k Ω

R5 = 1k Ω

R6 = 82 Ω

SL1 = Connettore AMP-MT 2 poli

5 Conclusioni

Il circuito presentato può essere quindi usato come sensore di prossimità per esempio in applicazioni di robotica. L'uscita potrebbe pilotare anche un relè per il pilotaggio di un carico ad alto assorbimento o ancora come barriera ad infrarossi per un antifurto. In quest'ultimo caso l'impulso del sensore IR potrebbe essere gestito da un microcontrollore per attivare, per esempio, un combinatore telefonico o una sirena. In ogni caso le applicazioni di tale circuito sono svariate e dipendono dai settori ai quali viene applicato.

Riferimenti bibliografici

- [1] M.M.Electronics, '<http://www.mmetft.it>',