

I MONTAGGI REPERIBILI ANCHE IN KIT

TRASMETTITORE PER BARRIERA A RAGGI INFRAROSSI



CARATTERISTICHE TECNICHE

Alimentazione:	5 Vc.c.
Consumo del trasmettitore:	50 mA
Frequenza di modulazione del raggio:	1.700 Hz ~
Portata del raggio:	≥ 40 m
Diodo emettitore:	CQY 11 B
Transistori impiegati:	BC108B - 2N3702
Transistore unigiunzione:	2N2646

E' un dispositivo destinato a funzionare insieme al ricevitore che descriveremo nel prossimo numero per formare una barriera molto concentrata a raggi infrarossi invisibile all'occhio.

La portata del raggio emesso da un modernissimo dispositivo allo stato solido è molto estesa e consente di formare barriere molto lunghe. Con opportuni accorgimenti si possono proteggere ambienti di notevole estensione da incursioni indesiderate. Può costituire protezione antifurto, può proteggere locali contenenti attrezzature o sostanze pericolose che potessero causare danno a persone inesperte, può provocare l'azionamento di porte od erogatori d'acqua. Il trasmettitore è contenuto in una scatola separata dalla sonda che è collegata a questo da un cavo schermato.

Il limitato ingombro della sonda ne consente la sistemazione in posizioni difficilmente accessibili o di facile dissimulazione in modo da renderla scarsamente visibile. Comunque se il cavo di alimentazione viene tagliato il sistema di allarme entra ugualmente in funzione. Non bisogna dimenticare l'uso della barriera come contapezzi di precisione e come contapersone.

Una lente concentra il raggio infrarosso in un fascio molto ristretto.

L'alimentazione ad impulsi del diodo fotomettitore consente una forte potenza di emissione senza surriscaldamento.

E' noto che uno dei sistemi più usati per la protezione di ambienti o di oggetti contro intrusioni estranee è la barriera a raggi infrarossi.

Ma le applicazioni di una barriera formata da un raggio invisibile e che non può essere disturbata dalla luce visibile, sono molteplici.

Per esempio un raggio invisibile può proteggere l'operatore di una macchina pericolosa contro manovre avventate, può provocare l'azionamento di un rubinetto nel caso in cui questo non debba essere toccato, come per esempio durante la lavatura delle mani dei chirurghi.

L'interruzione di un raggio luminoso può contare il passaggio di pezzi trasportati su un nastro o simili, oppure può provocare l'apertura di una porta senza toccare la maniglia, come nel caso di aeroporti o stazioni, dove si presume il passaggio di persone con entrambe le mani occupate.

L'applicazione come antifurto è resa interessante dall'elevata portata del raggio infrarosso emesso.

Il percorso della barriera può essere reso alquanto complicato mediante l'uso di specchi che riflettono in vario modo il raggio prima che questo raggiunga il ricevitore.

E' evidente come si possano moltiplicare le proprietà protettive di una siffatta barriera.

Il trasmettitore infrarosso usa un sistema modernissimo per produrre il raggio. Infatti un diodo luminescente che emette ad impulsi un potente raggio di luce invisibile è contenuto nella sonda emettitrice. Il fatto che il nostro occhio non avverta la luce infrarossa è un van-

taggio non indifferente in quanto nessuno può accorgersi della sua presenza.

Non c'è una differenza sostanziale tra la luce visibile e la luce infrarossa. La luce infrarossa è una radiazione elettromagnetica con una lunghezza d'onda che può andare da circa 500 micron a circa 0,7 micron. La luce visibile copre una banda molto più ristretta in quanto la sua lunghezza d'onda va da 0,7 micron a 0,45 micron coprendo tutti i colori dell'arcobaleno. A frequenze superiori troveremo la luce ultravioletta, i raggi X, i raggi gamma, eccetera.

La luce infrarossa è detta anche calore radiante, in quanto, se supera una certa potenza, produce sulla pelle una sensazione di calore, ed è comunque rivelabile da un termometro sensibile. Il calore radiante non deve essere confuso con il calore che si avverte toccando un corpo caldo in quanto si trasmette senza che ci sia un contatto materiale tra l'emettitore ed il ricevitore.

Naturalmente tutti i corpi che sono di una certa temperatura emettono luce infrarossa. Le sostanze viventi ne emettono in quantità maggiore dei corpi inanimati. Per questo le fotografie eseguite con materiale sensibile all'infrarosso mostrano le pinete e gli animali molto più chiari dell'ambiente circostante.

Ma il livello di radiazione infrarossa presente nell'ambiente non potrà in nessun caso disturbare il nostro dispositivo, che è tarato per livelli di emissione molto superiori a quelli emessi dagli oggetti e dalle persone presenti nell'ambiente.

La progettazione del circuito permette di ottenere una potenza di emissione molto elevata usando l'accorgimento di non usare un'emissione continua ma rendendo questa impulsiva. In tal modo

si ottiene lo scopo di permettere il raffreddamento del diodo emettitore negli intervalli in cui non è eccitato. E' possibile così ottenere punte di potenza molto elevate nella fase di conduzione.

Vedremo in seguito come funzionano questi semiconduttori capaci di trasformare in luce, l'energia loro fornita sotto forma di corrente elettrica.

DESCRIZIONE DEL CIRCUITO

Lo schema del trasmettitore consiste in un generatore di impulsi che fa uso di un transistor unigiunzione Tr1 che forma con il condensatore C5 e la resistenza formata dalla disposizione in serie di R5 e di P1, un generatore di impulsi brevi. Tali impulsi vengono amplificati nella loro potenza dal gruppo amplificatore a larga banda formato da Tr2 e Tr3 in accoppiamento diretto. Tale accoppiamento diretto è permesso dal fatto che i due transistori sono di opposta polarità. Al collettore di Tr3 è inserito il diodo emettitore di luce infrarossa F1 che trasforma gli impulsi elettrici

amplificati in impulsi luminosi di luce infrarossa dalla lunghezza d'onda di circa 0,9 micron. L'apparecchio è alimentato attraverso un'apposita presa dall'alimentatore che fornisce i 5 Vc.c. stabilizzati richiesti.

A parte il circuito amplificatore, che è molto semplice, e sul quale non riteniamo opportuno spendere troppe parole, notiamo due cose sulle quali vale la pena di soffermarsi. Intendiamo dire: il generatore di impulsi a transistor unigiunzione ed il diodo emettitore di luce.

Se il primo dispositivo ha trovato applicazioni relativamente limitate dovute principalmente alla limitazione della frequenza raggiungibile, il diodo luminescente ha avuto un campo di impiego vastissimo ed interessante.

Cominciamo dal transistor unigiunzione. La costruzione di questo elemento a semiconduttore, che è un dispositivo a tre terminali, ricorda vagamente il Fet a giunzione. Si tratta anche qui di una barretta di semiconduttore, per esempio di tipo N, che porta ai suoi estremi due contatti ohmmici che si chia-

mano «base 1» e «base 2». Un contatto ohmmico è un contatto che si comporta secondo la legge di Ohm, ossia con resistenza lineare, in modo diverso per intendersi dalla giunzione p-n che ha un comportamento non lineare, in particolare rispetto al verso della corrente.

Sulla barretta su descritta è applicata una pastiglia di materiale di tipo p che forma con la barretta di tipo n una giunzione p-n come prima descritto. A questa pastiglia è collegato il terzo filo che è detto emettitore.

Il dispositivo consiste in definitiva in un diodo con due giunzioni ohmmiche dette di base; se si tiene conto del dispositivo come fosse un transistor con una sola giunzione p-n, lo si chiamerà transistor unigiunzione.

Se invece lo si considera come un diodo avente i due contatti di base lo si chiamerà diodo a doppia base; le denominazioni sono equivalenti ed usate in modo indifferente.

Il funzionamento del transistor unigiunzione (UJT = Unijunction transistor) si basa sulla modulazione della

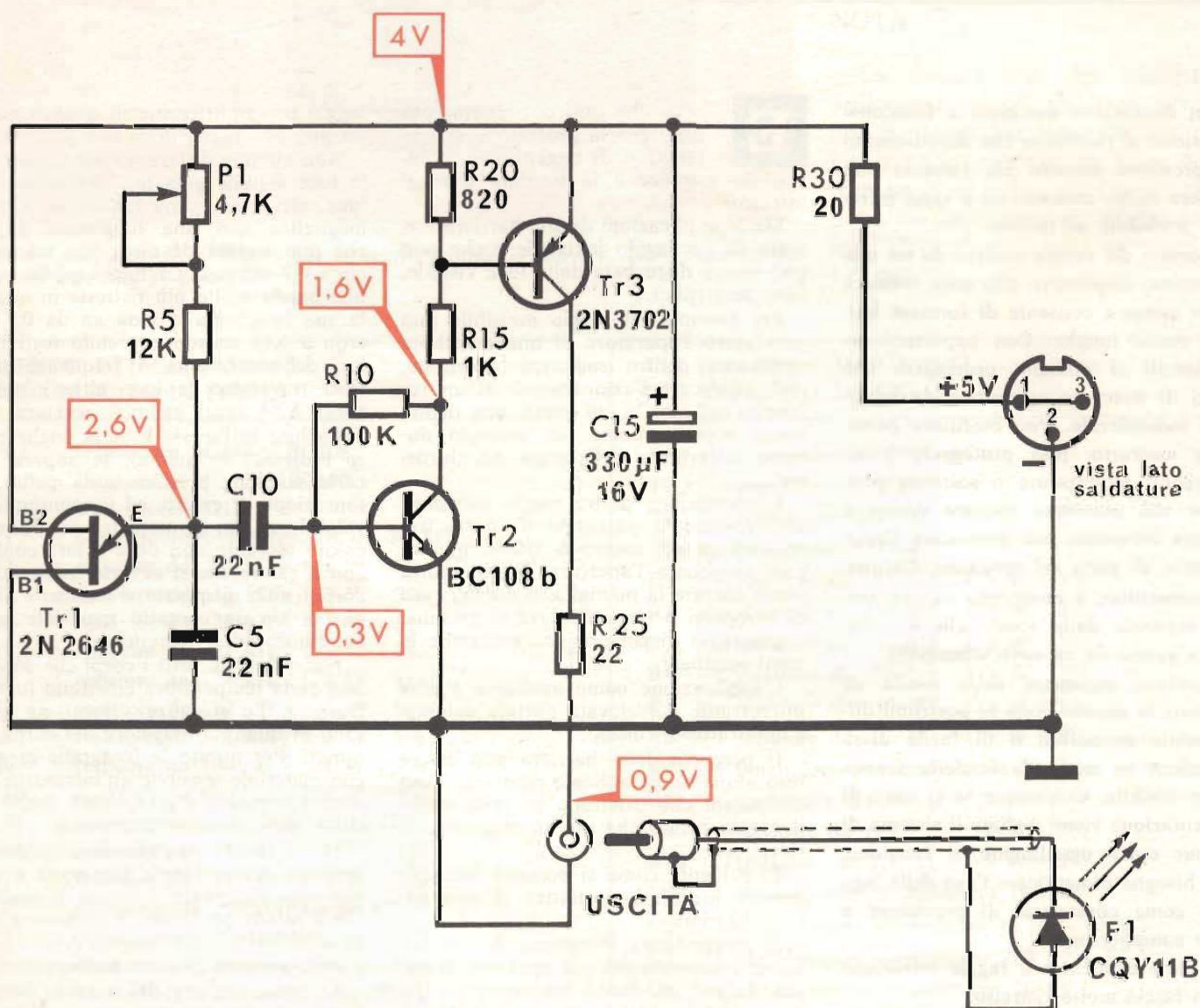


Fig. 1 - Schema elettrico.

conducibilità del tratto di semiconduttore che corre tra l'emettitore e la base uno. In condizioni normali di operazione il terminale di base uno è posto a terra, mentre alla base due è applicata una tensione di polarizzazione positiva V_{BB} (vedi Fig. 2).

La resistenza tra B1 e B2 viene indicata con R_{BB} , quella tra B2 ed A con R_{B2} e quella tra A e B1 con R_{B1} .

Ovviamente la somma di queste due ultime resistenze darà la resistenza R_{BB} .

La tensione applicata genera la corrente ed un campo elettrico lungo la barretta di semiconduttore, in modo che al punto della giunzione emettitore compare una certa frazione della tensione applicata, come se la barretta si comportasse da partitore di tensione.

Tale frazione x è detta «rapporto di inattività intrinseca» (intrinsic stand-off ratio) ed è ricavata dalla semplice formula:

$$x = \frac{R_{B1}}{R_{B1} + R_{B2}} = \frac{R_{B2}}{R_{BB}}$$

Quando la tensione di emettitore V_E è minore di $x V_{BB}$, la giunzione di emettitore risulta polarizzata inversamente e nel circuito di emettitore fluisce solo una piccola corrente di saturazione inversa.

Se V_E supera $x V_{BB}$ di una quantità pari alla caduta di potenziale diretta della giunzione di emettitore, il diodo comincia a passare in conduzione iniettando portatori di cariche, in questo caso lacune, nella barretta.

Siccome nella barretta esiste un campo elettrico, queste lacune vengono trasportate verso la base 1 determinando un aumento della conducibilità del tratto compreso tra la giunzione e tale base.

La resistenza tra la giunzione di emettitore e la base 1 scende rapidamente in funzione della polarizzazione diretta della giunzione stessa.

La resistenza R_{B1} scende in maniera più rapida di quanto la corrente non aumenti e quindi non avremo un comportamento secondo la Legge di Ohm, ma la caduta di potenziale interna si ri-

durà con la caratteristica resistenza negativa. In sostanza la corrente di emettitore si comporterà rispetto alla tensione di emettitore secondo la curva mostrata in Fig. 3.

I due punti di maggiore interesse sono il punto di picco ed il punto di valle nei quali la pendenza si annulla. La regione nella quale la corrente è inferiore a I_p si chiama regione di interdizione, quella compresa tra il picco e la valle è detta regione di resistenza negativa.

Quando la corrente è maggiore di I_v si ha la regione di saturazione.

Il tempo di commutazione tra il punto di picco ed il punto di valle dipende dalla geometria del dispositivo e dalle condizioni di polarizzazione.

E' stato osservato che tale tempo è proporzionale alla distanza tra l'emettitore ed il contatto di base 1. Ad ogni modo le frequenze ottenibili con dispositivi di questo tipo non sono mai eccessive.

Passiamo ora alla descrizione del circuito esterno del generatore di impulsi.

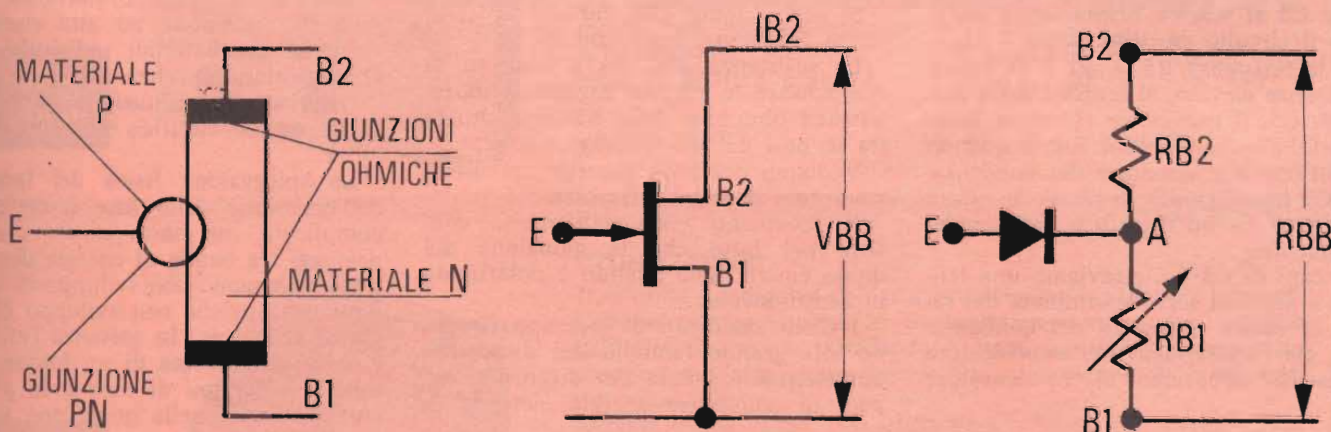


Fig. 2 -

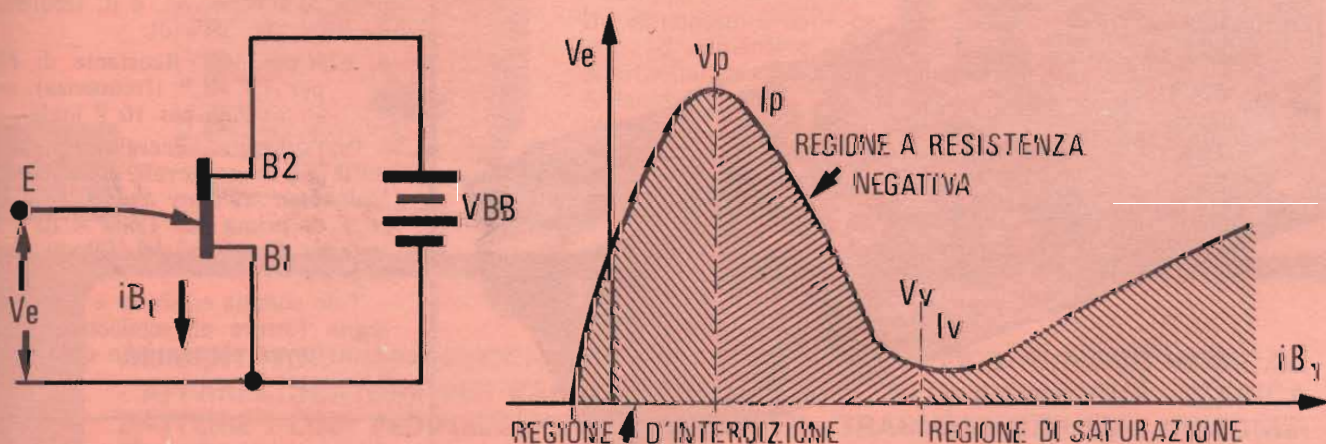


Fig. 3 -

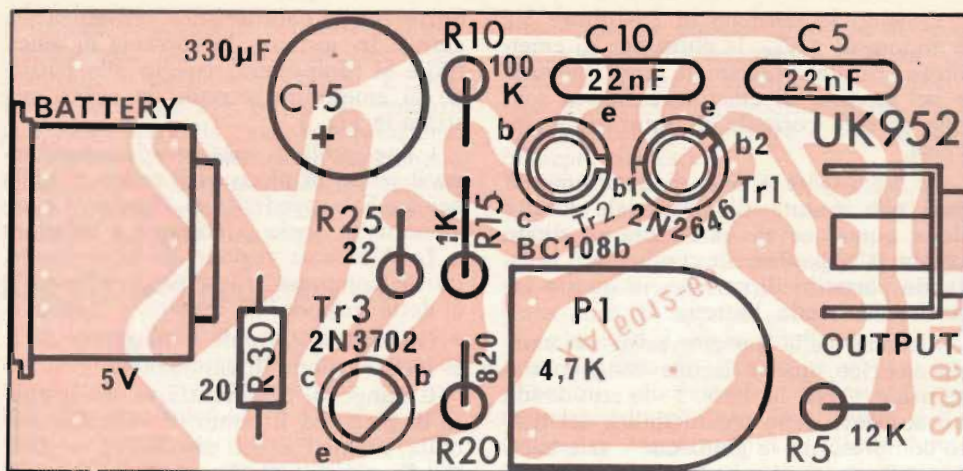


Fig. 4 - Disposizione dei componenti sulla basetta a circuito stampato C.S.1.

Applicando al circuito la tensione di batteria V_{BB} , il condensatore C5, che sostituisce la batteria di emettitore, si carica attraverso la resistenza R5 + P1 (il potenziometro P1 serve a variare la frequenza di ripetizione del ciclo) fino a raggiungere la tensione sufficiente ad eccitare l'emettitore (V_P). Allora il transistor diventa conduttore ed il condensatore C5 si scarica bruscamente attraverso il circuito emettitore-base 1 (I_{B1}).

Se la resistenza R5 + P1 è di valore abbastanza elevato, al termine della scarica di C5, il transistor ridiventa bloccato (OFF) e tale rimane fino a quando la tensione alle armature del condensatore C5 ha raggiunto di nuovo il valore di innesco V_P , ed il ciclo si ripete indefinitamente.

Ai capi di C5 noi ricaviamo una tensione a denti di sega determinata dai regimi di carica e scarica del condensatore, che trasferiamo all'amplificatore successivo attraverso il condensatore C10.

Se noi prelevassimo il segnale alla base B1 avremmo invece una serie di impulsi molto stretti che potremo usare, per esempio, per l'accensione di un diodo controllato.

L'ampiezza della tensione a denti di sega che si ottiene ai capi di C5 ha un valore pari a V_P e la frequenza dipenderà dal prodotto di C5 per R5 + P1. Si vede dunque che, variando P1, varia la frequenza degli impulsi.

La resistenza R30, ha il compito di compensare le piccole variazioni di resistenza ohmmica della barretta situata tra le basi del diodo unigiunzione.

Vediamo ora cosa succede nel diodo emettitore di raggi infrarossi.

Il fenomeno visto dall'esterno consiste nel fatto che la giunzione del diodo emette luce quando è polarizzata in senso inverso.

I diodi emettitori di luce appartengono alla grande famiglia dei dispositivi optoelettronici, ossia dei dispositivi capaci di convertire energia elettrica in

energia luminosa o viceversa. Tra questi sono i dispositivi luminescenti che, in presenza di tensione o di corrente, emettono radiazione ottica incoerente. La luce è dovuta ad emissione di fotoni da parte della giunzione e copre un largo intervallo spettrale a seconda del materiale usato. I diodi luminescenti trovano una vasta applicazione nel campo dell'interfaccia antidisturbo tra sensori e circuiti elettronici nel caso di macchine automatiche, nella visualizzazione (display) e nell'illuminazione.

La luminescenza è l'emissione di una radiazione ottica ultravioletta, visibile od infrarossa, conseguente ad una eccitazione degli elettroni del solido, escluso il caso di radiazione che sia semplicemente dovuta alla temperatura del materiale (incandescenza).

I diversi tipi di luminescenza possono essere individuati in base alla sorgente dell'energia di eccitazione:

- 1) fotoluminescenza:
nel caso di eccitazione tramite radiazione di altra lunghezza d'onda
- 2) catodoluminescenza:
nel caso di un fascio elettronico (raggi catodici)
- 3) radioluminescenza:
nel caso di azione di particelle veloci e di radiazione ad alta energia emessi da materiali radioattivi.
- 4) elettroluminescenza:
nel caso di eccitazione da parte di un campo elettrico o di una corrente.

La spiegazione fisica del fenomeno dell'emissione della luce è un tantino complicata, ma basta sapere che certi passaggi tra bande di energia degli elettroni avvengono con sviluppo di energia luminosa anziché con sviluppo di energia di altro tipo. In sostanza l'energia è emessa sotto forma di un fotone. Il fotone o «quanto» di luce è la più piccola particella nella quale può suddividersi l'energia elettromagnetica: non esistono frazioni di energia inferiori alla misura del quanto. Il valore energetico del quanto di luce è dato dalla formula:

$$\text{energia} = \text{frequenza per costante di Planck}$$

Per fare un esempio l'energia di un fotone di luce rossa della lunghezza di onda di 0,7 micron, e di frequenza 4,3 per 10^{15} Hz, sarà di:

$$6,625 \text{ per } 10^{-34} (\text{costante di Planck}) \text{ per } 4,3 \cdot 10^{15} (\text{frequenza}) = 2,85 \text{ per } 10^{-18} \text{ joule}$$

Per ottenere l'energia del fotone in unità più maneggevoli, ossia in elettronvolt, non avremo che da dividere la cifra di prima per $1,602 \cdot 10^{-19}$ ed otterremo l'energia del fotone rosso in 17,8 eV.

Tale energia equivale a quella che bisogna fornire al semiconduttore sotto altra forma per estrarre quel fotone di luce.

Questo trasmettitore fa parte della produzione AMTRON ed è reperibile in kit con la sigla UK 952 presso tutti i punti di vendita GBC e i migliori rivenditori.

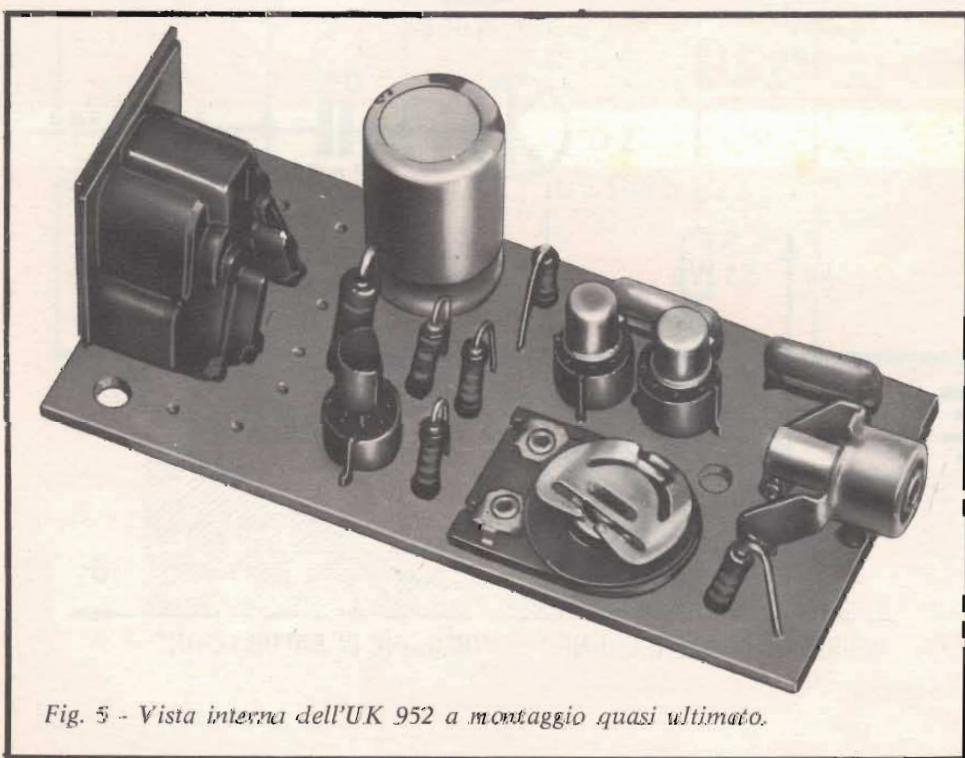


Fig. 5 - Vista interna dell'UK 952 a montaggio quasi ultimato.