

## NOTE DI LABORATORIO

a cura di GIULIO CALVELLI

(Per eventuali contributi indirizzare al  
curatore - Istituto di Fisica dell'Università -  
Via Marzolo 8 - 35100 Padova)

LEDO STEFANINI

Liceo Scientifico «Belfiore»  
Mantova

# Un moderno ricevitore di Hertz

## 1. Il ricevitore di Hertz

L'apparecchio di Hertz è un rivelatore di onde elettromagnetiche (1).

Nella versione didattica tradizionale consta di un condensatore in parallelo con una piccola lampada al neon (Fig. 1).

Per comprenderne il funzionamento, consideriamo la curva caratteristica di un generico tubo al neon rappresentata in Fig. 2.

Da qui si vede che applicando una tensione crescente alla lampada, questa non conduce sensibilmente fino a che non si raggiunge una determinata tensione di innesco che per le lampade più comuni si aggira sul centinaio di volt. Raggiunta questa tensione, la lampada entra in conduzione e la corrente aumenta bruscamente. A questo punto, diminuendo il valore della tensione al di sotto di quello di innesco, la lampada rimane accesa fino a che non si scende di un valore limite inferiore ( $V_0$  nel grafico).

Si pensi ora di aver caricato il condensatore in parallelo alla lampada con una tensione leggermente inferiore a quella di innesco; basterà allora un piccolo aumento di tensione per portare la lampada nella zona di resistenza negativa e consentire la scarica del condensatore attraverso la lampada. Per produrre questo segnale di tensione è sufficiente far scoccare una scintilla elettrica nelle vicinanze del dispositivo, per esempio mediante un generatore di Van De Graaff per usi didattici. In Fig. 3 riportiamo lo schema completo dell'apparato.

Messa a punto la tensione operando sul potenziometro, ad ogni scintilla del Van De Graaff la lampada si accende. I risultati sono migliori se al sistema lampada-condensatore si collega qualche metro di filo che funga da antenna. A questo proposito si noti che per rivelare il segnale è necessario che l'antenna sia parallela alla direzione della scintilla.

Questo classico apparato funziona egregiamente, ma dal punto di vista didattico pre-

senta l'inconveniente che richiede un'alimentazione in continua piuttosto elevata, per cui uno studente non può costruirselo senza una

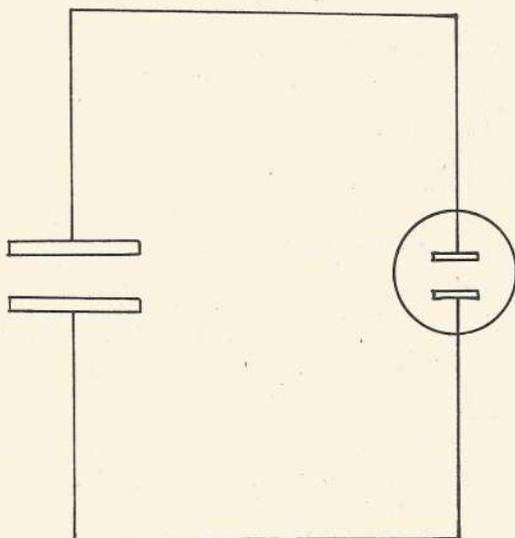


Fig. 1

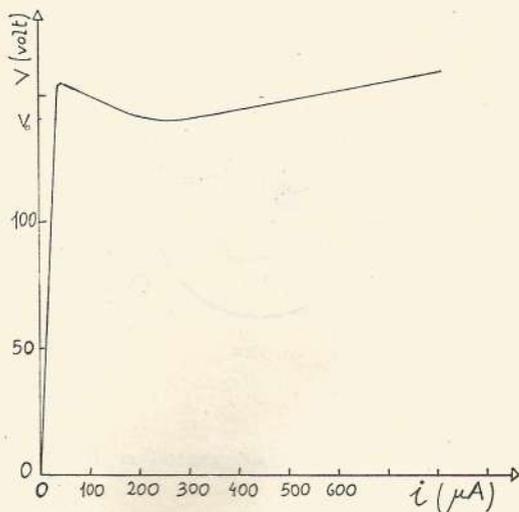


Fig. 2

(1) E. Perucca, *Fisica Generale e Sperimentale*, Torino 1946, pag. 805.

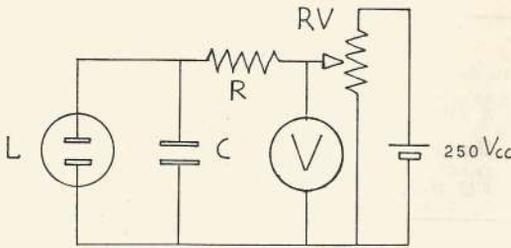


Fig. 3 - L = Lampadina al neon tipo NE-2 o simile  
 C = Condensatore da 1  $\mu$ F (100V)  
 R = Resistenza da 100 K $\Omega$  (1/4 W)  
 V = Voltmetro  
 RV = Potenziometro 10 K $\Omega$

spesa rilevante (per l'alimentatore) e senza pericolo (per l'alta tensione).

Nelle pagine seguenti presentiamo un circuito altrettanto semplice ma piú efficace e di minor costo, in quanto utilizza per l'alimentazione una coppia di pile da 4,5 V. In esso si utilizza un moderno componente elettronico: il transistor unigiunzione.

## 2. Il transistor unigiunzione

Il transistor unigiunzione (U.J.T.) è un componente elettronico a semiconduttore dotato di tre elettrodi, detti rispettivamente EMITTORE, BASE 1 e BASE 2. Il simbolo del transistor unigiunzione è riportato in Fig. 4.

Polarizzando la base  $B_2$  con una tensione positiva e fissa rispetto alla base  $B_1$ , possiamo studiare come varia la tensione  $V_E$  dell'emittore rispetto alla base  $B_1$  in funzione dell'intensità della corrente  $i_E$  nell'emitto-

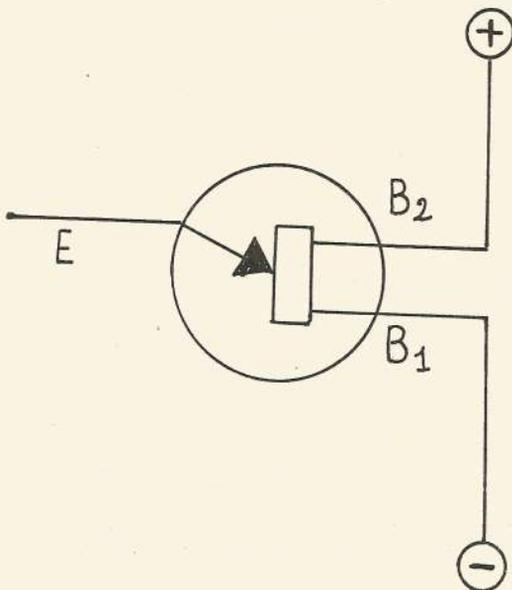


Fig. 4

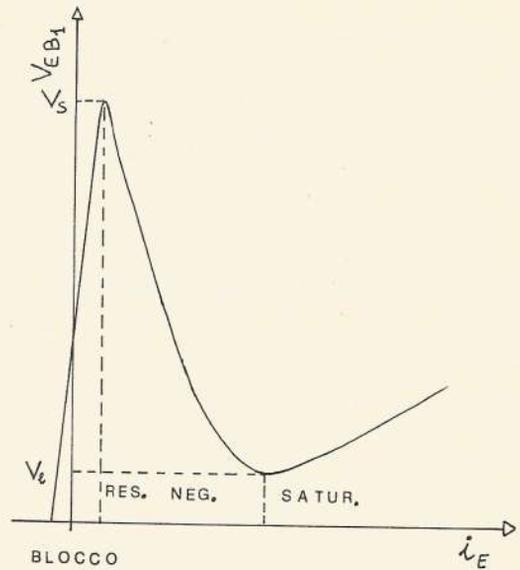


Fig. 5

re. La relazione che si ottiene è analoga a quella relativa alla lampada al neon ed è riportata in Fig. 5.

In questa curva caratteristica possiamo distinguere tre zone: la zona di blocco, la zona di resistenza negativa e quella di saturazione. In pratica, fissata la tensione tra  $B_2$  e  $B_1$ , nell'emittore non passa corrente fino a che la tensione  $V_E$  non abbia raggiunto un valore di soglia  $V_s$ . Superato questo valore, l'intensità di corrente subisce un brusco aumento ed il transistor continua a condurre anche se la tensione cala al di sotto del valore di soglia.

## 3. Il circuito ricevitore

L'impiego tipico del transistor unigiunzione si ha negli oscillatori a rilassamento, di cui in Fig. 6 è riportato lo schema di principio.

Chiuso l'interruttore I, il condensatore C comincia a caricarsi attraverso la resistenza  $R_1$  con un tempo caratteristico  $R_1 C$ . Così la tensione in E aumenta lentamente fino a raggiungere il valore di soglia  $V_s$ . A questo punto il transistor entra nella zona di caratteristica negativa — il che equivale a cortocircuitare E con  $B_1$  — per cui il condensatore si scarica rapidamente attraverso  $R_2$ . In questo modo la tensione di E scende al di sotto del valore limite inferiore ed il transistor ritorna nella zona di blocco. Da questo momento ricomincia il processo di carica del condensatore ed il ciclo riprende. Uno schema reale di oscillatore a rilassamento è quello riportato in Fig. 7.

Il tempo caratteristico per la carica del condensatore è regolabile mediante la resi-

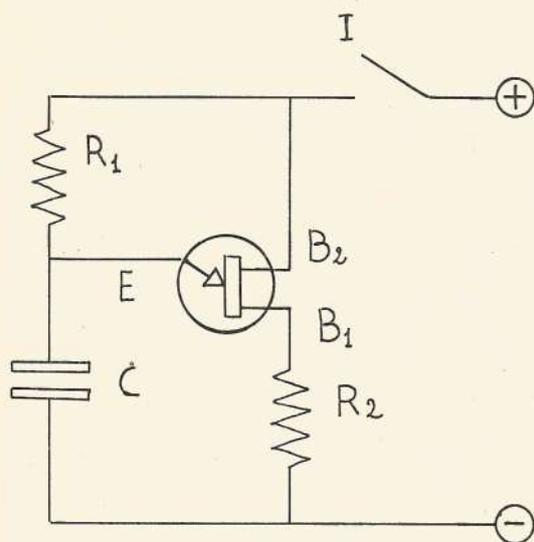


Fig. 6

stenza variabile  $R_1$ . Raggiunta la tensione di soglia  $V_s$ , il condensatore si scarica rapidamente attraverso  $R_2$  (di bassa resistenza) e il diodo LED, che emette un lampo.

Poniamo ora in parallelo al condensatore una resistenza variabile, secondo lo schema di Fig. 8.

Posto  $R_3$  al suo valore massimo, accomodiamo  $R_1$  in modo che il ritardo tra un lampo e il successivo sia di qualche secondo; quindi diminuiamo lentamente il valore di  $R_3$  fino a che la scarica non abbia più luogo.

Questo avviene quando la tensione dell'emittore è appena inferiore al valore di soglia. Basterà quindi un piccolo aumento di  $V_E$  per provocare la scarica del condensatore attraverso il diodo LED ed  $R_2$ . A questo punto colleghiamo al capo di  $R_3$  un filo di qualche metro che funge da antenna. Se a qualche distanza dall'antenna si mette in funzione un Van De Graaff, in modo che il periodo delle scintille sia pressoché uguale a quello della carica del condensatore, ad ogni scintilla del generatore corrisponde un bagliore del diodo. Disponendo di una buona antenna, è possibile ottenere lo stesso effetto anche con un accendi-gas piezoelettrico. Un altro effetto interessante si ottiene ponendo in serie ad  $R_3$  una bobina con un nucleo di ferro. In questo caso, basta muovere nelle vicinanze un magnete per ottenere impulsi luminosi nel LED.

Si consiglia di realizzare il circuito su una lastra di bachelite ramata e forata. Il costo totale del dispositivo non supera le 3000 Lire.

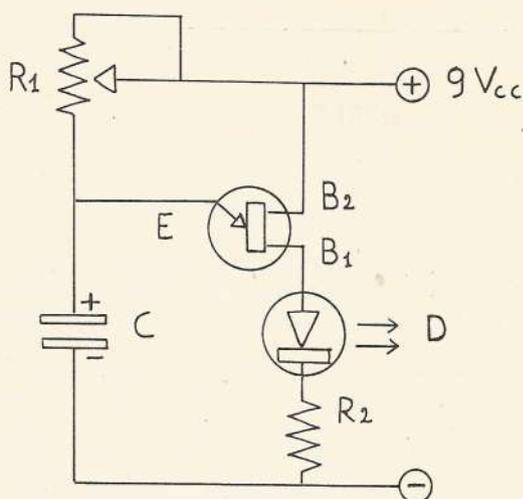


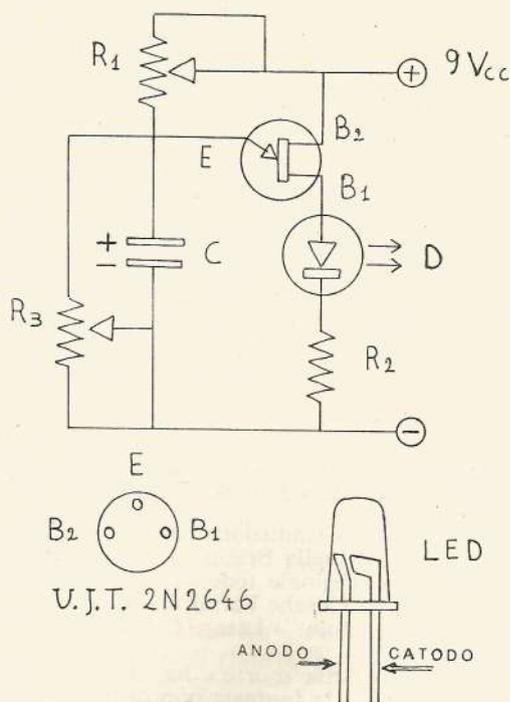
Fig. 7 - U.J.T. = Transistor Unigiunzione 2N2646

$R_1$  = Resistenza variabile da 100 K $\Omega$  (trimmer)

$R_2$  = Resistenza da 120  $\Omega$  (1/4 W)

C = Condensatore elettrolitico 47  $\mu$ F (10 V)

D = Diodo LED

Fig. 8 -  $R_3$  = Potenziometro lineare da 100 K $\Omega$ .