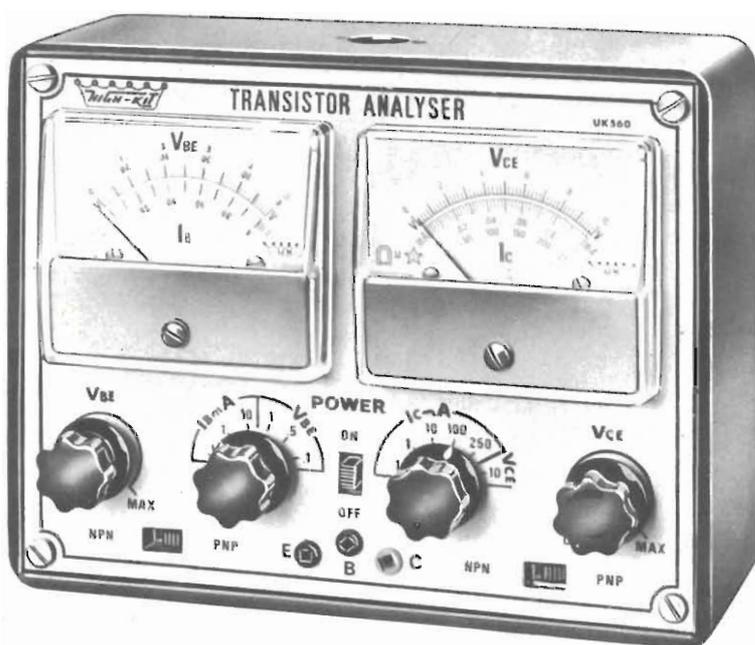


# analizzatore per transistori

C. MANDOLINI  
RADIO  
VIA S. ETTEMBE 14  
MECANATI



**I**l prova transistori è un apparecchio indispensabile ai tecnici, ai riparatori e a tutti coloro che si dedicano alla realizzazione o alla riparazione di apparecchi impieganti transistori. Il transistor richiede una verifica preliminare, poiché, diversamente, il suo impiego può dar luogo a sorprese. Si tratta tanto di conoscere esattamente quali siano le caratteristiche di funzionamento del transistor, quanto se esso è o non è efficiente, se esso può o non può venire utilizzato in un dato circuito. Questi controlli possono essere effettuati dall'analizzatore UK 560 che dispone di due strumenti indicatori che consentono la

lettura contemporanea sia delle correnti che delle tensioni, d'ingresso e d'uscita, di un transistor in prova.

Le tensioni d'alimentazione per il transistor in prova sono regolabili da 0 ÷ 1 V per il circuito di ingresso  $V_{BE}$  e da 0 ÷ 9 V per il circuito d'uscita  $V_{CE}$  a montaggio ad emettitore comune.

## CARATTERISTICHE GENERALI

**Misure sui transistori PNP o NPN**  
Misure delle correnti residue:

$$I_{CBO} - I_{CEO} - I_{CES} - I_{CER}$$

Misure dei parametri (h):

$$h_{11e} - h_{12e} - h_{21e} (\beta) - h_{22e}$$

## Campi di misura:

Corrente di base  $I_B$ : da 0 a 10 mA in tre portate con i seguenti valori di fondo scala; 0,1 - 1 - 10 mA

Tensione base-emettitore  $V_{BE}$ : da 0 a 1 V in tre portate con i seguenti valori di fondo scala: 0,1 V - 0,5 V - 1 V

Corrente di collettore  $I_C$ : da 0 a 250 mA in cinque portate con i seguenti valori di fondo scala: 0,1 - 1 - 10 - 100 - 250 mA

Tensione base-emettitore: a variazione continua da 0 ÷ 1 V

Tensione collettore-emettitore: a variazione continua da 0 ÷ 10 V  
Alimentazione  $V_{CE}$ : 2 pile da 4,5 V collegate in serie

Alimentazione  $V_{BE}$ : pila da 1,5 V

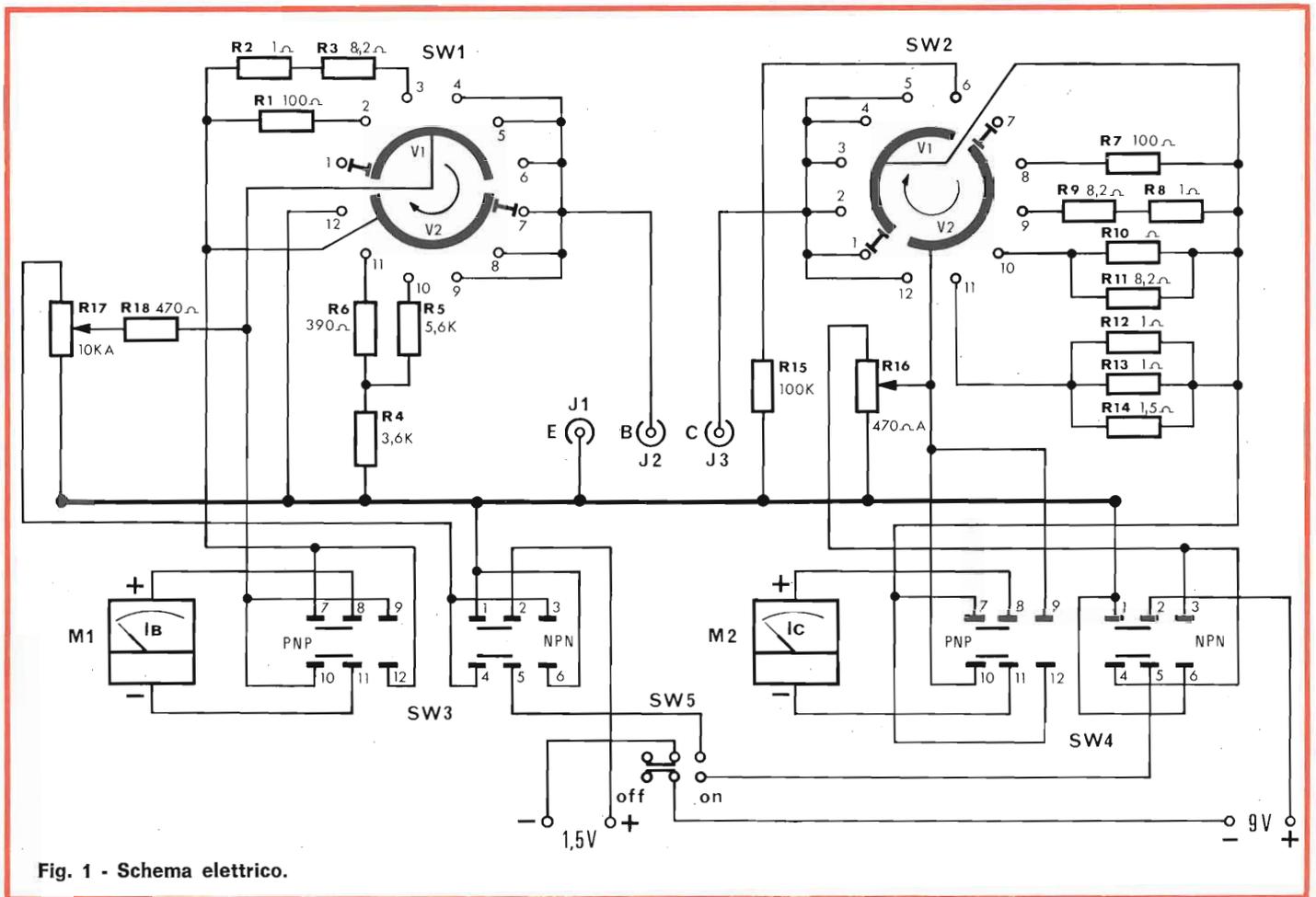


Fig. 1 - Schema elettrico.

## DESCRIZIONE DEL CIRCUITO

Il circuito elettrico di questo analizzatore è visibile in fig. 1 e, come si rileva, è composto da due sorgenti di tensioni necessarie per la alimentazione del transistor in prova in circuito ad emettitore comune. La tensione di alimentazione base-emettitore  $V_{BE}$ , fornita dalla batteria da 1,5 V, viene regolata mediante il potenziometro R17 e il suo valore viene letto sullo strumento indicatore M1. Quest'ultimo, mediante il commutatore SW1, viene inserito nel circuito di base sia come amperometro per la misura della corrente di base  $I_B$  sia come voltmetro per la misura della tensione base-emettitore  $V_{BE}$ . Il commutatore SW1 assolve anche alla funzione di cambiare la portata dello strumento indicatore M1 in modo che l'operatore durante le misure può scegliere quella più adatta. Il deviatore SW3 assolve alla funzione di invertire le polarità

sia dello strumento che della pila in modo da adattare sia l'alimentazione che lo strumento al transistor in prova che può essere il tipo PNP o NPN. La tensione di alimentazione collettore-emettitore  $V_{CE}$ , fornita da due pile da 4,5 V collegate in serie, viene regolata mediante il potenziometro R16 e il suo valore viene letto sullo strumento indicatore M2. Questo strumento indicatore, mediante il commutatore SW2 viene inserito nel circuito di collettore sia come amperometro per la misura della corrente di collettore  $I_C$  sia come voltmetro per la misura della tensione collettore - emettitore  $V_{CE}$ .

Il commutatore SW2 assolve anche alla funzione di cambiare la portata dello strumento indicatore M2 in modo che l'operatore durante la misura può scegliere quella più adatta. Il deviatore SW4 assolve alla funzione di invertire le polarità

sia dello strumento che delle pile in modo da adattare sia l'alimentazione che lo strumento al transistor in prova che può essere di tipo PNP o NPN.

## MECCANICA DELL'ANALIZZATORE

Meccanicamente questo analizzatore si compone di due parti e precisamente:

- 1) Pannello frontale nel quale sono montati i due strumenti indicatori M1-M2 e le boccole miniatura J1-J2-J3.
- 2) Circuito stampato nel quale sono montati tutti i componenti e che viene fissato direttamente al pannello.

E' consigliabile, inoltre, racchiudere lo strumento in una custodia, ed allo scopo ben si presta il tipo G.B.C. 00/0946-01.

## MONTAGGIO MECCANICO ED ELETTRICO

Le fasi costruttive elencate qui di seguito portano fino alla realizzazione completa come è illustrato in fig. 2 e 2A.

### 1° Fase - Montaggio dei componenti sul circuito stampato - fig. 3

- Montare n. 5 ancoraggi indicati con 1 - (+) - (-) - (+) - (-) inserendoli nei rispettivi fori in modo che la battuta di arresto aderisca alla bachelite - saldare e tagliare i terminali che superano i 2 mm dal piano del rame.

- Montare i resistori, piegandone i terminali e inserendoli nei rispettivi fori in modo da portare il loro corpo aderente alla bachelite - saldare e tagliare i terminali che superano i 2 mm dal piano del rame.

- Montare i deviatori a cursore SW3 - SW4 - SW5 orientandoli secondo il disegno e fissandoli con viti del  $\varnothing$  di 2 x 6 mm.

- Montare i due commutatori SW1 - SW2 orientandoli secondo il disegno in modo da far inserire l'aletta di riferimento nella sede del circuito stampato. Avvitare i dadi.

- Montare i due potenziometri R16-R17 orientandoli secondo il disegno e, dopo aver piegato le alette, inserirle nelle sedi del circuito stampato. Avvitare i dadi.

- Collegare i terminali dei potenziometri R16-R17 al circuito stampato con spezzoni di filo rigido del  $\varnothing$  di 0,7 mm e di lunghezza la più corta possibile.

- Collegare i deviatori a cursore SW3 e SW4 al circuito stampato mediante spezzoni di trecciola isolata. Questi collegamenti devono essere i più corti possibile.

### 2° Fase - Cablaggio - fig. 4

- Collegare fra loro i terminali 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 del commutatore SW1 con uno spezzone di filo rigido del  $\varnothing$  di 0,7 mm.

- Collegare fra loro i terminali 12-1-2-3-4-5 del commutatore SW2 con uno spezzone di filo rigido del  $\varnothing$  di 0,7 mm.

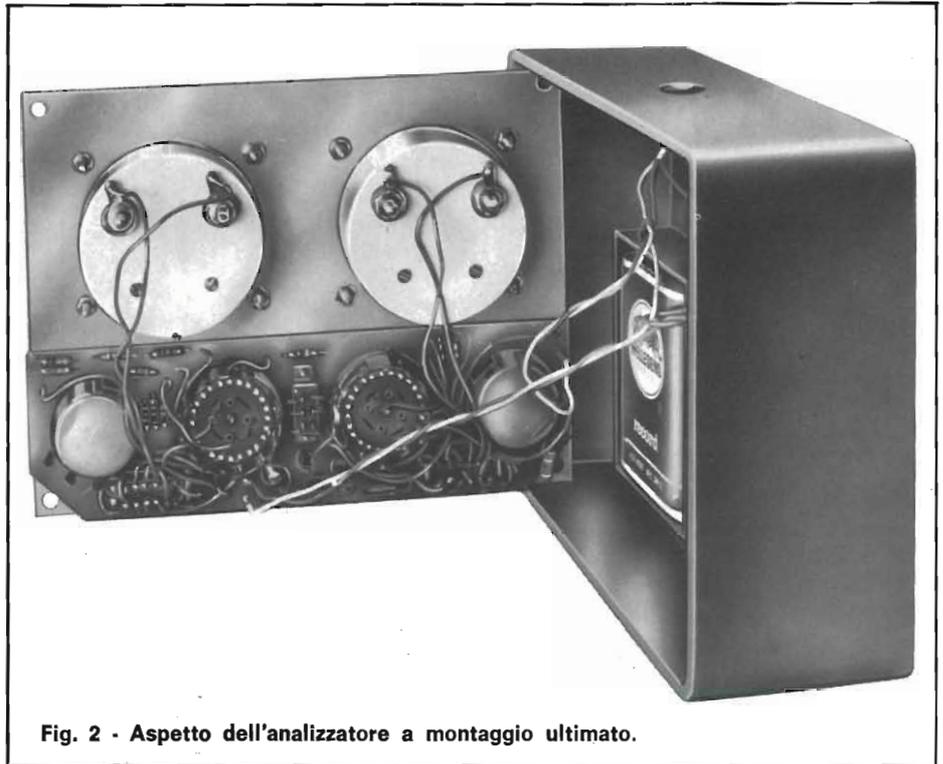


Fig. 2 - Aspetto dell'analizzatore a montaggio ultimato.

- Collegare i terminali del commutatore SW1 al circuito stampato mediante spezzoni di trecciola isolata.

- Collegare i terminali del commutatore SW2 al circuito stampato mediante spezzoni di trecciola isolata.

- Collegare il terminale 1 del deviatore SW5 al terminale 5 del deviatore SW4 mediante uno spezzone di trecciola isolata.

- Collegare il terminale 2 del deviatore SW5 al terminale 5 del deviatore SW3 mediante uno spezzone di trecciola isolata.

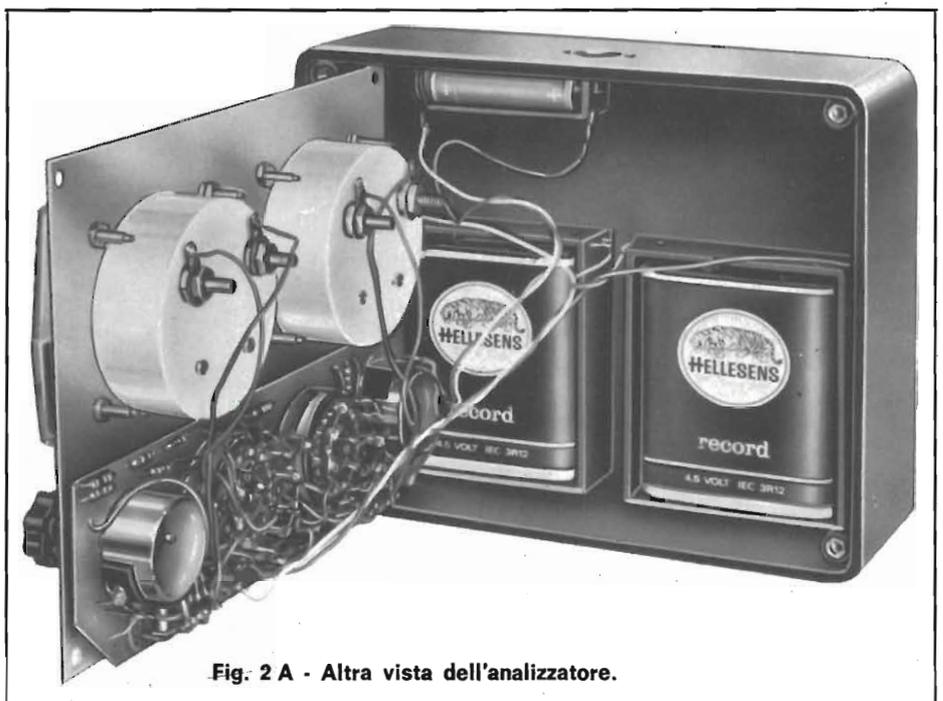


Fig. 2 A - Altra vista dell'analizzatore.

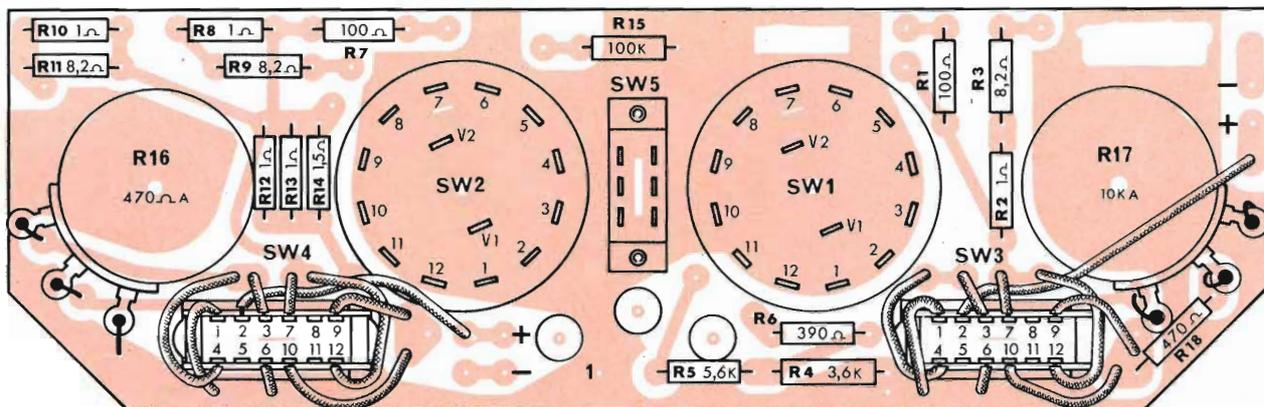


Fig. 3 - Disposizione dei componenti sul circuito stampato.

● Collegare gli altri due terminali del deviatore SW5 al circuito stampato mediante spezzoni di trecciola isolata.

Questi collegamenti devono essere i più corti possibile.

### 3ª Fase - Pannello frontale - Montaggio delle parti staccate - fig. 5

- Montare lo strumento indicatore M1 ( $I_b - V_{BE}$ ).
- Montare lo strumento indicatore M2 ( $I_c - V_{CE}$ ).
- Montare le boccole J1-J2 (Nere).
- Montare la boccia J3 (Rossa).
- Montare il circuito stampato al pannello. Togliere i dadi dei commutatori SW1-SW2 e dei potenziometri R16-R17 e sostituirli con le

rondelle distanziatrici da  $15 \times 3$  mm. Orientare il circuito stampato secondo il disegno, introdurre le quattro bussole nei fori del pannello e nelle tre finestre le leve dei deviatori a cursore. Contemporaneamente far passare attraverso i fori del circuito stampato le boccole J1-J2-J3. Avvitare i dadi fino al bloccaggio.

- Montare le manopole MI1 - MI2 - MI3 - MI4.

- 1) Ruotare l'albero del potenziometro R17 in senso antiorario fino a portarlo a zero. Montare la manopola MI1 con l'indice rivolto sullo 0 indicato sul pannello.
- 2) Ruotare l'albero del commutatore SW1 in senso antiorario fino a portarlo alla prima posi-

zione. Montare la manopola MI2 con l'indice rivolto su 0,1 mA indicato sul pannello.

- 3) Ruotare l'albero del commutatore SW2 in senso antiorario fino a portarlo alla prima posizione. Montare la manopola MI3 con l'indice rivolto su 0,1 mA indicato sul pannello.
- 4) Ruotare l'albero del potenziometro R16 in senso antiorario fino a portarlo a zero. Montare la manopola MI4 con l'indice rivolto sullo 0 indicato sul pannello.

- Montare i terminali ai due strumenti indicatori M1-M2.

### 4ª Fase - Cablaggio - fig. 6

Per questi collegamenti adoperare trecciola isolata e tenere le loro

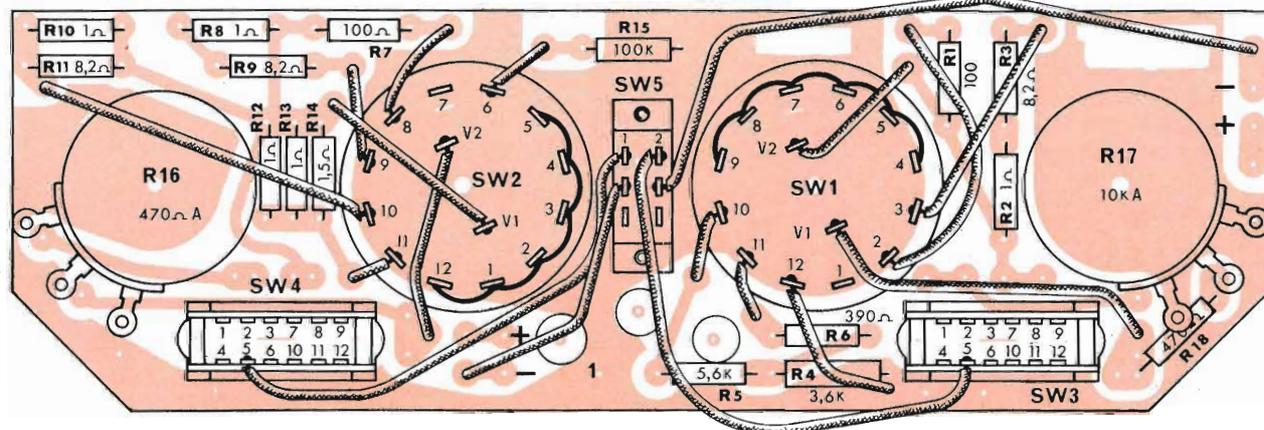


Fig. 4 - Collegamenti fra i vari componenti del circuito stampato.

lunghezze le più corte possibile.

- Collegare il terminale 11 del deviatore SW3 al terminale (-) dello strumento indicatore M1.

- Collegare il terminale 8 del deviatore SW3 al terminale (+) dello strumento indicatore M1.

- Collegare il terminale 11 del deviatore SW4 al terminale (-) dello strumento indicatore M2.

Collegare il terminale 8 del deviatore SW4 al terminale (+) dello strumento indicatore M2.

- Collegare il terminale 9 del commutatore SW1 al terminale della boccia J2.

- Collegare il terminale 1 del commutatore SW2 al terminale della boccia J3.

- Collegare il terminale della boccia J1 all'ancoraggio 1 del circuito stampato.

- Forare il contenitore (v. fig. 7).

- Montare i portapila e collegare i terminali di essi al circuito stampato (vedi fig. 6-8).

Prima d'iniziare il collaudo controllare più volte il circuito e l'isolamento nei punti più critici in modo da evitare spiacevoli inconvenienti.

### COLLAUDO

L'analizzatore per transistori UK 560 non richiede una messa a punto in quanto non esiste nessun elemento da regolare, ma è necessario un controllo scrupoloso prima di essere impiegato.

Per le funzioni dei comandi vedi fig. 9.

### Controllo delle portate amperometriche $I_b$

#### Procedimento

- 1) Predispore il deviatore 5 in posizione PNP.
- 2) Portare a 0 il comando di regolazione della tensione  $V_{BE}$ .
- 3) Portare il selettore di portata 2 in posizione 0,1 mA.

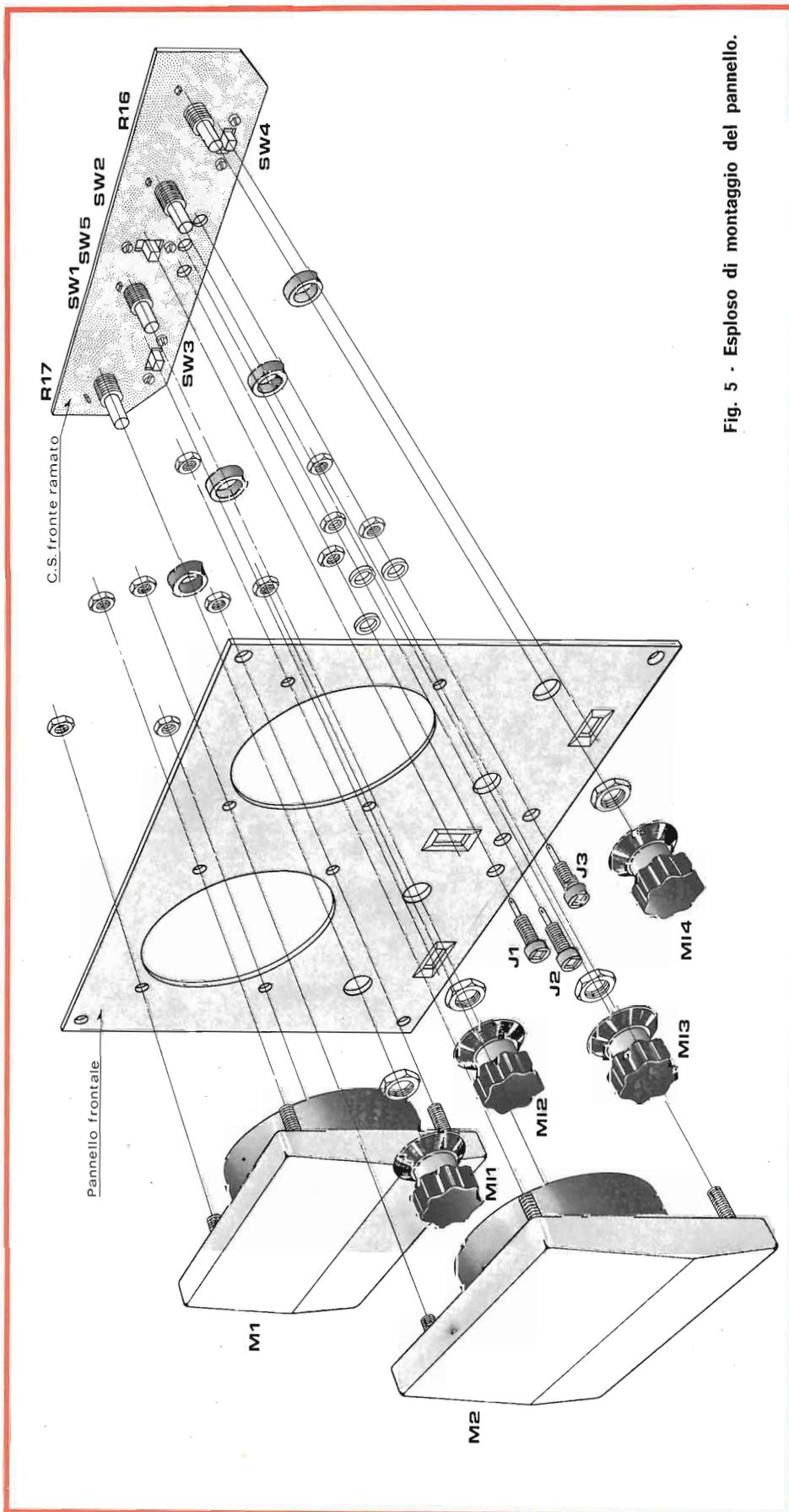


Fig. 5 - Esploso di montaggio del pannello.

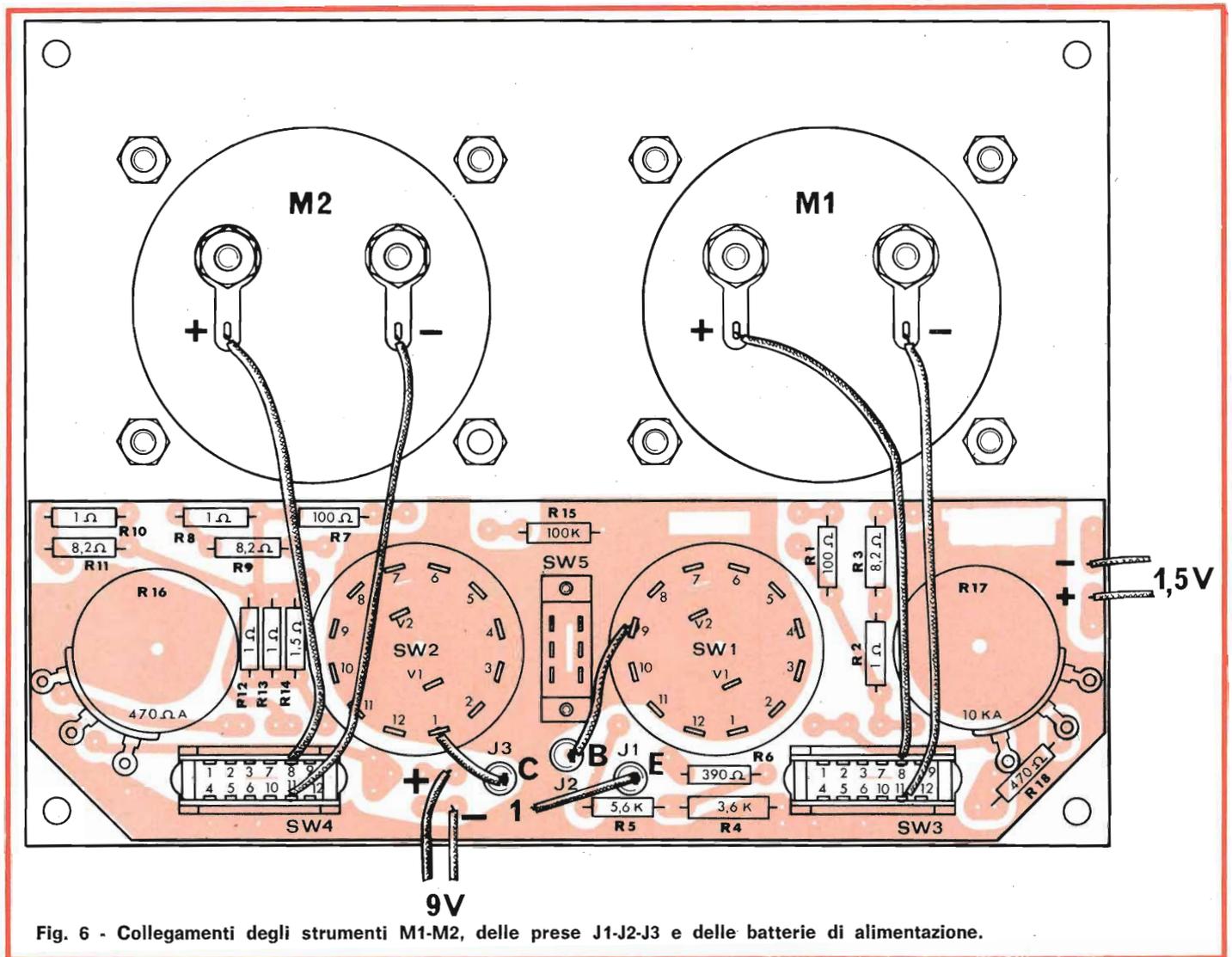


Fig. 6 - Collegamenti degli strumenti M1-M2, delle prese J1-J2-J3 e delle batterie di alimentazione.

- 4) Collegare un milliamperometro con il polo positivo alla boccia E e con quello negativo alla boccia B. Predisporre questo per la portata  $500 \mu\text{A}$  o  $1 \text{ mA}$ .
- 5) Mettere la pila da  $1,5 \text{ V}$ .
- 6) Chiudere il circuito di alimentazione portando la leva dell'interruttore 9 in posizione ON.
- 7) Regolare lentamente la tensione  $V_{BE}$  fino a quando l'indice dello strumento indicatore  $I_B$  indica  $0,1 \text{ mA}$  (fondo scala) confrontare con il milliamperometro collegato esternamente.
- 8) Portare il selettore di portata 2 in posizione  $1 \text{ mA}$ .
- 9) Predisporre il milliamperometro esterno per tale portata.
- 10) Regolare la tensione  $V_{BE}$  fino a quando l'indice dello strumento indicatore  $I_B$  indica  $1 \text{ mA}$  (fondo scala). Confrontare con il milliamperometro collegato esternamente.
- 11) Portare il selettore di portata 2 in posizione  $10 \text{ mA}$ .
- 12) Predisporre il milliamperometro esterno per la portata di  $5 \text{ mA}$  fondo scala.
- 13) Regolare la tensione  $V_{BE}$  al massimo. La corrente letta sullo strumento indicatore  $I_B$  sarà circa  $3 \text{ mA}$ .

#### Controllo delle portate voltmetriche $V_{BE}$

##### Procedimento

- 1) Portare a 0 il comando di regolazione della tensione  $V_{BE}$ .
- 2) Portare il selettore di portata 2 in posizione  $0,1 \text{ V}$ .
- 3) Collegare un voltmetro con il polo positivo alla boccia E e con quello negativo alla boccia B. Predisporre questo per la portata di  $1 \text{ V}$ .
- 4) Predisporre il deviatore 5 in posizione PNP.
- 5) Accendere l'apparecchio.
- 6) Regolare lentamente la tensione  $V_{BE}$  fino a quando l'in-

dice dello strumento indicatore  $V_{BE}$  indica 0,1 V (fondo scala) confrontare con il voltmetro collegato esternamente.

- 7) Portare il selettore di portata 2 in posizione 0,5 V.
- 8) Regolare la tensione  $V_{BE}$  fino a quando l'indice dello strumento indicatore  $V_{BE}$  indica 0,5 V (fondo scala) confrontare con il voltmetro collegato esternamente.
- 9) Portare il selettore di portata 2 in posizione 1 V.
- 10) Regolare la tensione  $V_{BE}$  fino a quando l'indice dello strumento indicatore  $V_{BE}$  indica 1 V (fondo scala) confrontare con il voltmetro collegato esternamente.

### Controllo delle portate amperometriche $I_c$

#### Procedimento

- 1) Predisporre il deviatore 6 in posizione PNP.
- 2) Portare a 0 il comando di regolazione della tensione  $V_{CE}$ .
- 3) Portare il selettore 3 in posizione 0,1 mA.
- 4) Collegare un milliamperometro con il polo positivo alla boccia E e quello negativo alla boccia C. Predisporre questo per la portata di 500  $\mu A$  - 1 mA.
- 5) Mettere le due pile da 4,5 V.
- 6) Accendere l'apparecchio.
- 7) Regolare lentamente la tensione  $V_{CE}$  fino a quando l'indice dello strumento indicatore  $V_{CE}$  indica 0,1 mA (fondo scala). Confrontare con il milliamperometro collegato esternamente. Con il medesimo procedimento controllare le altre portate.

### IMPIEGO

Prima di effettuare qualsiasi misura sul transistor in prova, predisporre l'analizzatore come segue:

- 1) Portare i due deviatori nella posizione adatta al tipo di transistor da provare che può essere di tipo PNP o NPN.

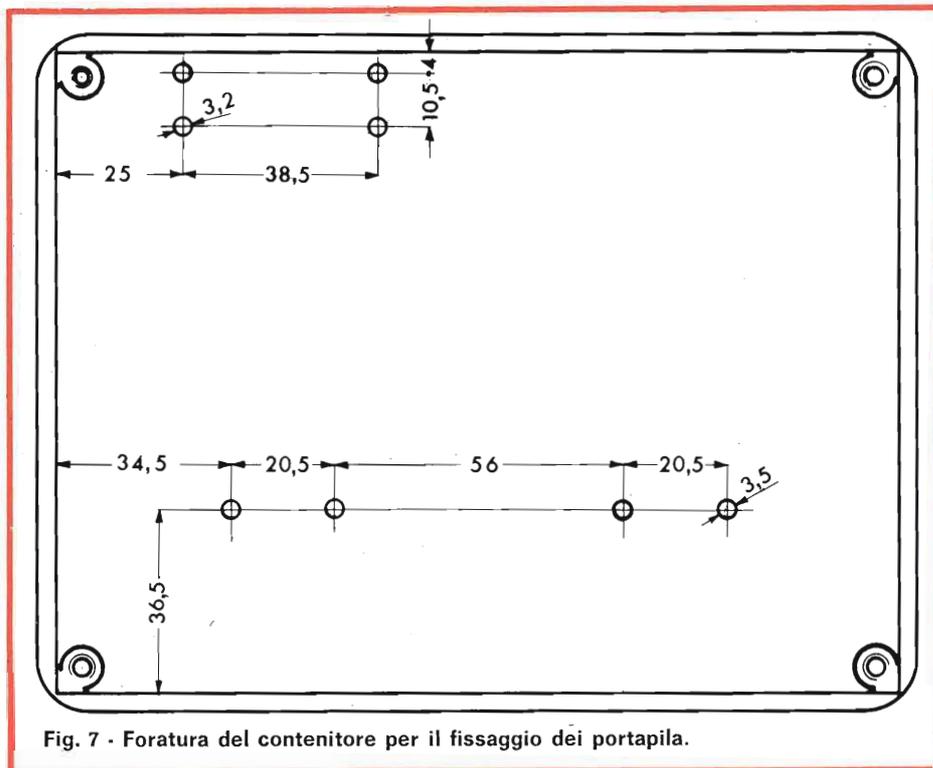


Fig. 7 - Foratura del contenitore per il fissaggio dei portapila.

- 2) Regolare il comando della  $V_{BE}$  a zero.
- 3) Predisporre il selettore 2 per la portata adatta alla misura.
- 4) Regolare il comando della  $V_{CE}$  a zero.
- 5) Predisporre il selettore 3 per la portata adatta alla misura.

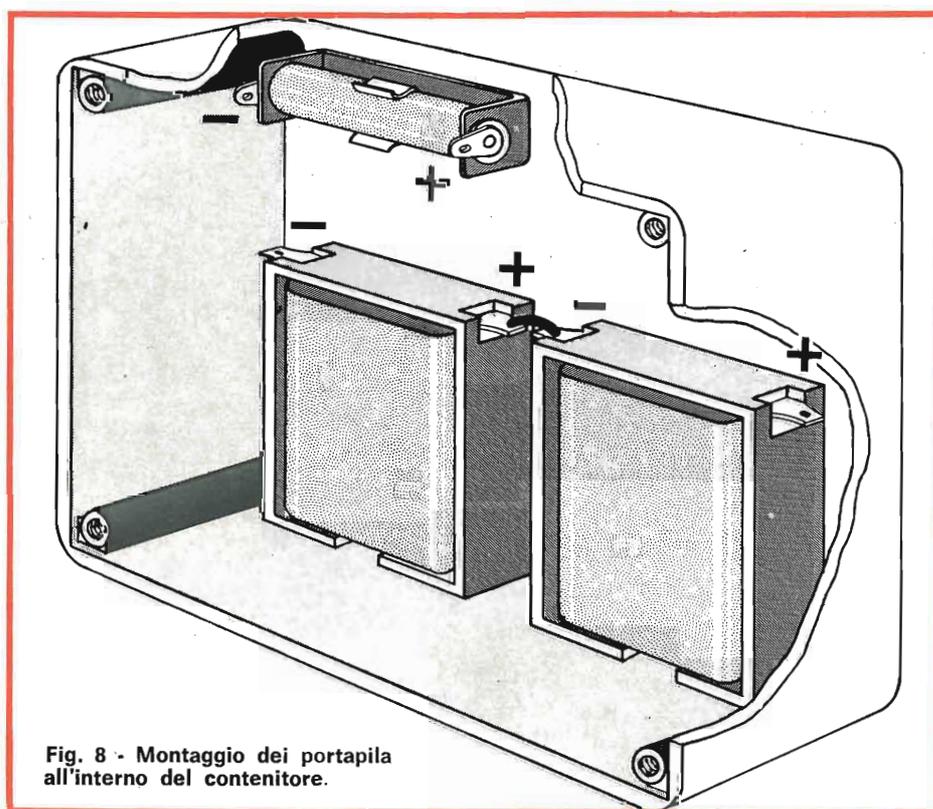
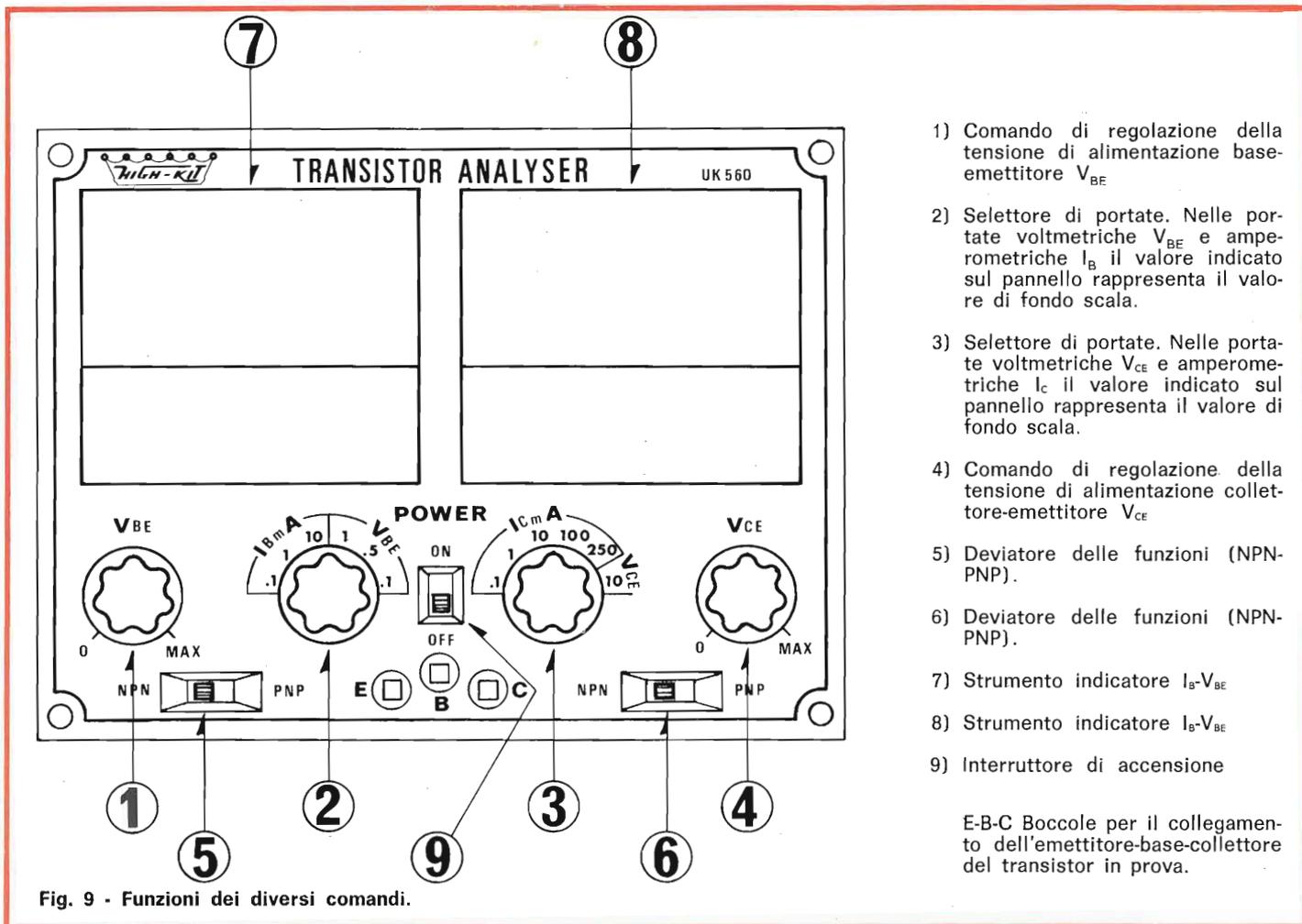


Fig. 8 - Montaggio dei portapila all'interno del contenitore.



- 1) Comando di regolazione della tensione di alimentazione base-emettitore  $V_{BE}$
- 2) Selettore di portate. Nelle portate voltmetriche  $V_{BE}$  e amperometriche  $I_B$  il valore indicato sul pannello rappresenta il valore di fondo scala.
- 3) Selettore di portate. Nelle portate voltmetriche  $V_{CE}$  e amperometriche  $I_C$  il valore indicato sul pannello rappresenta il valore di fondo scala.
- 4) Comando di regolazione della tensione di alimentazione collettore-emettitore  $V_{CE}$
- 5) Deviatore delle funzioni (NPN-PNP).
- 6) Deviatore delle funzioni (NPN-PNP).
- 7) Strumento indicatore  $I_B-V_{BE}$
- 8) Strumento indicatore  $I_C-V_{CE}$
- 9) Interruttore di accensione

E-B-C Boccole per il collegamento dell'emettitore-base-collettore del transistor in prova.

- 6) Collegare il transistor in prova secondo la misura che si vuole effettuare.

### AVVERTENZE NELL'EFFETTUARE LE MISURE SUI TRANSISTORI

Nell'effettuare le misure bisogna porre attenzione a non oltrepassare le caratteristiche massime del transistor sotto prova. Normalmente non si debbono mai applicare contemporaneamente ad un transistor le correnti e le tensioni massime ammissibili, poiché in questo caso verrebbe superato il massimo valore di potenza dissipabile. Le prove sui transistori vanno eseguite a temperatura ambiente ( $25^{\circ}\text{C}$ ) se non altrimenti specificato. I fabbricanti indicano specialmente per i transistori di potenza, che questi dati sono riferiti al raffreddamento in aria libera o con dissipatori.

### Misura della corrente d'interdizione o corrente inversa di saturazione $I_{CBO}$

Questa misura va eseguita il più rapidamente possibile, per evitare che l'eventuale eccesso di corrente di collettore distrugga il transistor. La misura della corrente residua collettore-base con emettitore aperto  $I_E=0$  è un elemento di fondamentale importanza in un transistor. Infatti quando si deve calcolare un circuito in cui il punto di lavoro deve rimanere stabile sotto diverse condizioni di temperatura, bisogna tener conto della  $I_{CBO}$  in quanto essa può raggiungere valori tali da pregiudicare la vita del transistor.

#### Procedimento di misura

- 1) Portare i due deviatori nella posizione adatta al tipo di transistor PNP o NPN.

- 2) Portare il comando di regolazione della tensione  $V_{BE}$  a 0.
- 3) Regolare il comando di regolazione della tensione  $V_{CE}$  a 0.
- 4) Prèdisporre il selettore 3 per la portata di  $I_C = 250$  mA.
- 5) Collegare il transistor in prova con il terminale del collettore alla boccola C e con il terminale di base alla boccola E lasciando libero il terminale dell'emettitore.
- 6) Accendere l'analizzatore.
- 7) Regolare lentamente la  $V_{CE}$  da  $0 \div 9$  V e osservare lo strumento indicatore. Cambiare la portata fino a leggere la corrente la quale è compresa fra qualche  $\mu\text{A}$  e qualche mA a secondo del tipo di transistor e della potenza. In ogni caso i valori di  $I_{CBO}$  sono indicati dal costruttore.

### Misura della corrente residua Collettore-emittitore $I_{CEO}$ con base aperta $I_B = 0$

La  $I_{CEO}$  caratterizza i circuiti ad emettitore comune. Essa è legata alla  $I_{CBO}$  per mezzo della seguente espressione  $I_{CEO} = I_{CBO}/1 - \alpha$  intendendo come  $\alpha$  il rapporto fra la corrente di collettore e quella di emettitore in un circuito a base comune.

La  $I_{CEO}$  è tanto maggiore della  $I_{CBO}$  quanto maggiore è la  $h_{FE}$  iniziale del transistor. Quanto è stato detto sulla  $I_{CBO}$  è valido per la  $I_{CEO}$  e pertanto tutte le precauzioni per evitare la conduzione spontanea devono essere considerate tenendo presente che rispetto alla  $I_{CBO}$  la  $I_{CEO}$  è molto superiore. Appare soprattutto evidente il particolare di quanto pericoloso per la vita del semiconduttore è l'inserzione in circuito del transistor con base aperta in ambiente ad alta temperatura.

#### Procedimento di misura

- 1) Predisporre l'analizzatore come per la  $I_{CBO}$ .
- 2) Collegare il transistor in prova con il terminale del collettore alla boccia C e con il terminale dell'emettitore alla boccia E lasciando libero il terminale della base.
- 3) Accendere l'analizzatore.
- 4) Regolare lentamente la  $V_{CE}$  da  $0 \div 9$  V e osservare lo strumento indicatore. Cambiare la portata fino a leggere la corrente.

### Misura della corrente residua collettore-emittitore $I_{CES}$ (base ed emittitore in corto circuito)

Il valore della  $I_{CES}$  è notevolmente inferiore rispetto alla  $I_{CEO}$ . Infatti in questa prova viene controllata la sola giunzione di collettore, essendo la giunzione di emettitore esclusa da qualsiasi influenza.

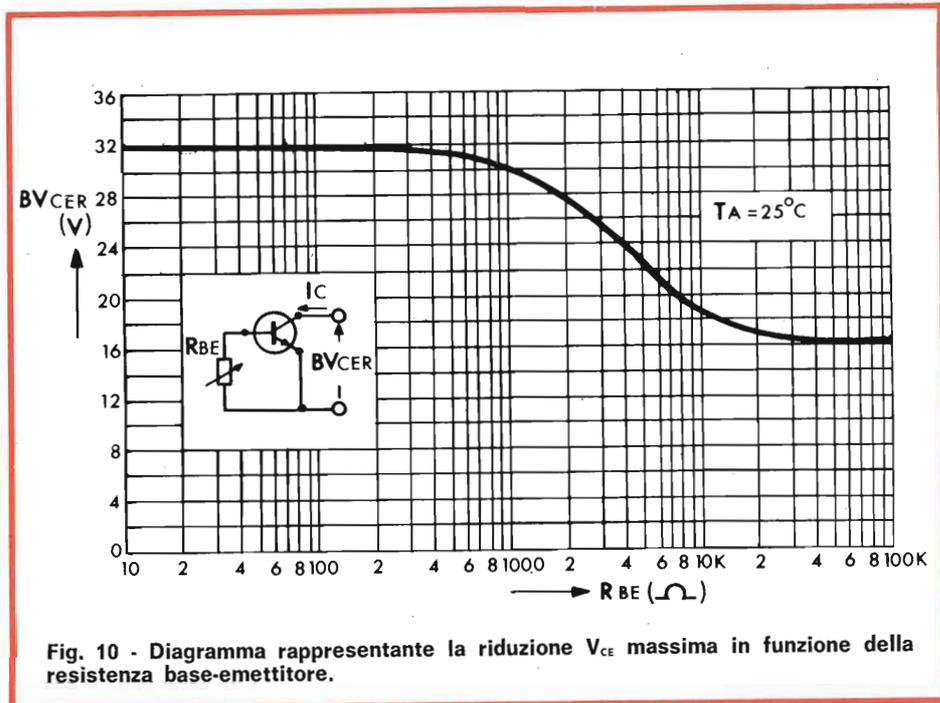


Fig. 10 - Diagramma rappresentante la riduzione  $V_{CE}$  massima in funzione della resistenza base-emittitore.

#### Procedimento di misura

- 1) Predisporre l'analizzatore come per le precedenti misure.
- 2) Collegare il transistor in prova con il terminale del collettore alla boccia C e i terminali emittitore e base alla boccia E.
- 3) Accendere l'analizzatore.
- 4) Regolare lentamente la  $V_{CE}$  da  $0 \div 9$  V e osservare lo strumento indicatore. Cambiare la portata fino a leggere la corrente residua.

### Misura della corrente residua collettore-emittitore $I_{CER}$ con resistenza fra base ed emittitore $R_{BE}$

Nella maggior parte dei circuiti ad emettitore comune, la base è collegata all'emittitore tramite un resistore di valore adeguato.

Le ragioni che giustificano la presenza del resistore sono intuibili dalle osservazioni fatte precedentemente circa i parametri già citati. E' pertanto estremamente utile, qualora il transistor debba lavorare sotto condizioni gravose, conoscere la  $I_{CER}$  ad una data temperatura o almeno alla temperatura ambiente, oppure ridurre ovviamente il valore di  $R_{BE}$  fino a che la  $I_{CER}$  si riduce al limite stabilito. La

$R_{BE}$  ha pure una notevole influenza sulla  $V_{CE}$  massima del transistor. Infatti come esposto in fig. 10 risulta che la  $V_{CE}$  massima deve essere ridotta del suo valore max quando il valore della  $R_{BE}$  supera una certa entità. Idealmente la  $R_{BE}$  dovrebbe tendere a zero, ma evidentemente viene turbata la caratteristica di amplificazione del transistor.

#### Procedimento di misura

- 1) Predisporre l'analizzatore come le precedenti misure.
- 2) Collegare il transistor con il terminale del collettore alla boccia C e il terminale dell'emittitore alla boccia E. Collegare fra emittitore e base un resistore variabile di valore adatto.
- 3) Accendere l'analizzatore.
- 4) Regolare lentamente la  $V_{CE}$  da  $0 \div 9$  V e osservare lo strumento indicatore.

Cambiare la portata fino a leggere la corrente. Regolare la  $R_{BE}$  per il valore migliore della  $I_{CER}$ . Seguire le istruzioni già date per la  $I_{CEO}$  tenendo presente che la  $I_{CER}$  è sempre inferiore alla  $I_{CEO}$  ed è tanto più piccola quanto più basso è il valore del resistore (R).

$$\begin{aligned} \text{Infatti per } R &= \infty & I_{CER} &= I_{CEO} \\ R &= 0 & I_{CER} &= I_{CES} \end{aligned}$$

## Rilievo delle curve caratteristiche di un transistor

I costruttori forniscono una serie di curve; alcune riguardano il montaggio con base comune, altre con emettitore comune. L'insieme di curve dette caratteristiche statiche mostrano le mutue relazioni esistenti tra le sei variabili che sono poi le tre correnti nei tre elettrodi ( $I_E, I_B, I_C$ ) e le tre tensioni di ciascuna coppia di elettrodi ( $V_{CE}, V_{BE}, V_{BC}$ ).

Queste quantità per la configurazione ad emettitore comune, sono indicate in fig. 11.

Nel 1° quadrante:

La caratteristica d'uscita che dà  $I_C = f(V_{CE})$  per  $I_B = \text{cost}$

$$1/h_{22e} = \frac{\Delta V_C}{\Delta I_C} \quad h_{22e} = \frac{\Delta I_C}{\Delta V_C} =$$

= conduttanza d'uscita.

Nel 2° quadrante:

La caratteristica di trasferimento che dà  $I_C = f(I_B)$  per  $V_{CE} = \text{cost}$

$$h_{21e} = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = h_{fe} = \beta.$$

Nel 3° quadrante:

La caratteristica d'ingresso che dà  $I_B = f(V_{BE})$  per  $V_{CE} = \text{cost}$

$$h_{11e} = \frac{\Delta V_B}{\Delta I_B} = \text{resistenza di ingresso.}$$

Nel 4° quadrante:

La caratteristica di reazione che dà  $V_{BE} = f(V_{CE})$  per  $I_B = \text{cost}$ .

$$h_{12e} = \frac{\Delta V_B}{\Delta V_C} = \text{coefficiente di reazione di tensione tra uscita e ingresso.}$$

La prima di queste curve caratteristiche consente di definire il comportamento dell'uscita del transistor e del carico; la terza caratteristica consente di definire il comportamento dell'ingresso del transistor e del circuito ad esso collegato, la seconda consente di definire l'azione del circuito d'ingresso sul circuito d'uscita, e la quarta la reazione del circuito di uscita sul circuito d'ingresso.

### A) Rilievo della curva

caratteristica:  $I_C = f(V_{CE})$   $I_B = \text{cost}$  ( $h_{22e}$ )

### Predisporre i comandi dell'analizzatore per tale misura

- 1) Commutare per  $I_B$ . Portata adatta alla corrente di base che si vuole misurare.
- 2) Commutare per  $V_{CE}$  10 V fondo scala.
- 3) Portare a zero il regolatore di  $V_{BE}$ .
- 4) Portare a zero il regolatore di  $V_{CE}$ .
- 5) Commutare i due deviatori per il tipo di transistor PNP o NPN.
- 6) Collegare il transistor ai tre terminali dell'analizzatore.
- 7) Accendere l'analizzatore.

### Procedimento

Si regola la tensione  $V_{BE}$  fino a leggere sullo strumento una corrente di base  $I_B$  es.:  $10 \mu A$  si faccia variare la tensione collettore-emettitore, da 0÷9 V mediante il regolatore  $V_{CE}$ . Si indichino in corrispondenza dei successivi valori di  $V_{CE}$  i corrispondenti valori che assume la corrente di collettore  $I_C$ . Con il medesimo procedimento si possono ricavare le necessarie curve per differenti valori di  $I_B$  e si ottiene così la famiglia di curve di uscita.

### B) Rilievo della curva

caratteristica  $I_C = f(I_B)$  per  $V_{CE} = \text{cost}$  ( $h_{21e}$ )

- 1) Predisporre i comandi dell'analizzatore come in (A).

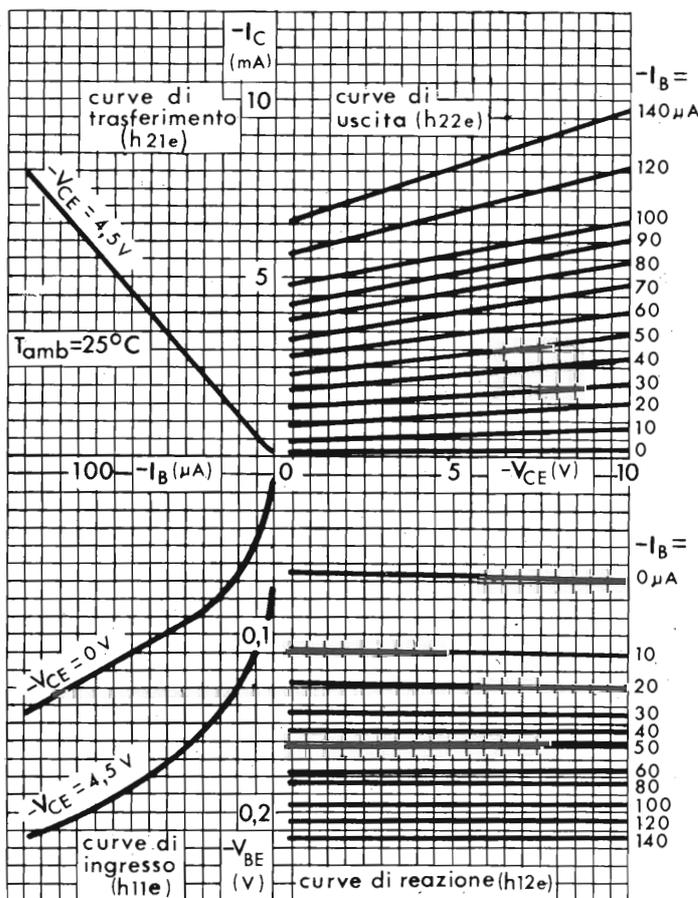


Fig. 11 - Curve caratteristiche di un transistor.

## Procedimento

Si regoli la tensione  $V_{CE}$  es.: 4,5 V; si faccia variare  $I_B$ : si indichino per differenti valori di  $I_B$  i corrispondenti valori che assume  $I_C$ . Il rapporto dei differenziali di  $\Delta I_B$  e  $\Delta I_C$  dà il coefficiente di amplificazione di corrente  $\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$ . Con il medesimo procedimento si può ricavare il  $\beta$  per diversi valori di  $V_{CE}$ .

## C) Rilievo della curva caratteristica $I_B = f(V_{BE})$ per $V_{CE}$ cost. ( $h_{11c}$ )

- 1) Predisporre i comandi dell'analizzatore come in (A).

## Procedimento

Si regoli la tensione  $V_{CE}$  es.: 4,5 V indi si faccia variare  $V_{BE}$ : si indichino per differenti valori di  $V_{BE}$  i corrispondenti valori che assume  $I_B$ . Con il medesimo procedimento si possono ricavare varie curve per differenti valori di  $V_{CE}$ .

## D) Rilievo della curva caratteristica $V_{BE} = f(V_{CE})$ $I_B = \text{cost}$ ( $h_{12a}$ )

- 1) Predisporre l'analizzatore con in (A).

## Procedimento

Si regoli per una corrente di base es.: 10  $\mu A$  si faccia variare la  $V_{CE}$  da 0 ÷ 9 V e si indichino, per differenti valori di  $V_{CE}$  i corrispondenti valori che assume la  $V_{BE}$ . Con il medesimo procedimento si possono ricavare varie curve per diversi valori di  $I_B$ .

## CONCLUSIONE

Da quanto detto è facile rilevare l'utilità d'impiego e le numerosissime misure che questo analizzatore consente. Inoltre, tenendo conto del suo costo davvero economico, della semplicità di montaggio ed uso, appare evidente che la costruzione di questo Kit fornirà notevoli ed incontestabili vantaggi a tutti coloro che vorranno realizzarlo.

SPERIMENTARE — N. 11 — 1970

# Lalla aveva appena scoperto il nostro congelatore

Era incredula. "Non ci credo", disse.

Le spiegammo: "Lo chiamiamo Congelatore. È un prodotto, confezionato in bomboletta aerosol, che rapidamente può ridurre la temperatura praticamente di qualsiasi cosa".

La nostra intrepida ragazza rimase in silenzio, ma avevamo altro da aggiungere.

"Contiene anche una sostanza grassa" dicemmo, "mettiamo anche il nostro lubrificante per contatti elettrici nel medesimo barattolo".

Lalla non trovò altro da obiettare. "Viviamo proprio in uno strano mondo" disse.

"Pensa a tutte le possibili applicazioni" aggiunsemmo, "l'adattamento di interferenze, i cicli termici, la prova di termostati, la localizzazione di saldature fredde ....."

"Pensateci Voi" ella disse, "io me ne vado a casa".

Prima di andare a casa, pensateci un pò anche Voi. Il nostro freezer può risolvere anche qualche Vostro problema.

ELECTROLUBE FREEZER

## ELECTROLUBE LTD.

Richiedete i prodotti Electrolube a:  
G.B.C. Italiana s.a.s. V.le Matteotti, 66  
20092 - Cinisello B. - Milano

