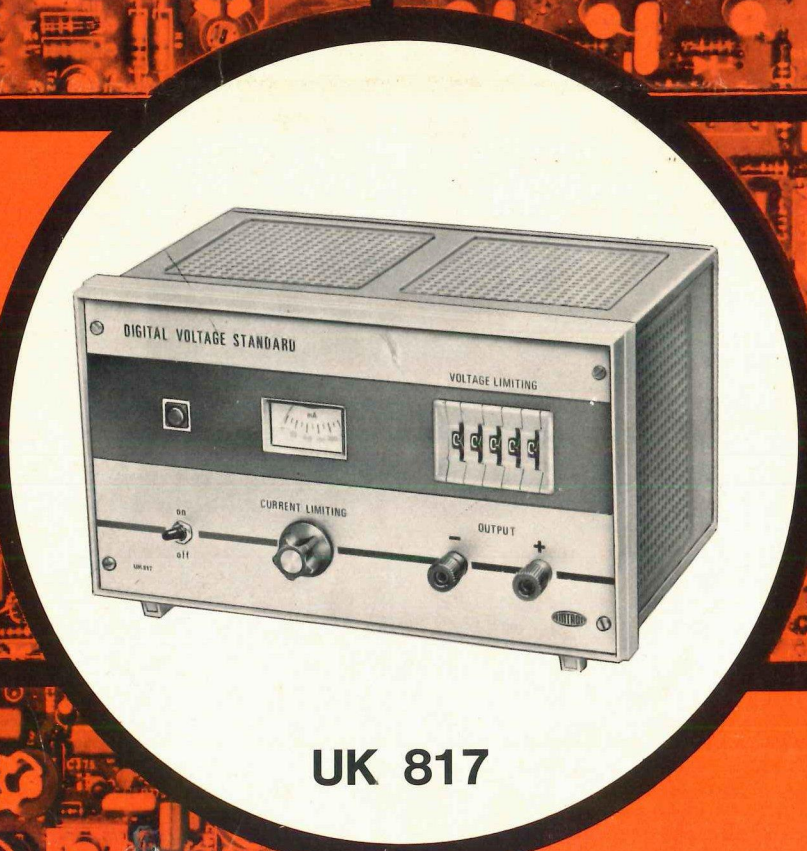


GENERATORE DI TENSIONI CAMPIONE



UK 817

CARATTERISTICHE TECNICHE

Alimentazione dalla rete:
115, 220, 250 V c.a. - 50-60 Hz
Consumo a carico max: 18 W
Tensione d'uscita: da 0 ÷ 39,999 Vc.c.
Risoluzione: 1 mV
Precisione: 1%
Stabilità con la temperatura:
circa 50 PPM /°C
Stabilità dello zero: ± 10 µV/°C
Regolazione per variazioni del carico:
≥ 86 dB da 0 ÷ 250 mA
Regolazione per variazioni di rete:
≥ 80 dB
Limitazione di corrente regolabile:
da 0 ÷ 250 mA
Transistori impiegati: BD142; 2N1711
Integrati impiegati:
2 x L141B1; L123B1
Diodi impiegati: 8 x 10D1; 4 x BAY71
Zener impiegato: BZY88C15
Dimensioni dello strumento:
230 x 130 x 145
Peso dello strumento: 1820 g

Con questo apparecchio si può disporre di una sorgente di tensioni c.c. precisa entro limiti molto ristretti da usare come campione secondario per la taratura di strumenti oppure di alimentatori. Dispone di un selettore digitale per la predisposizione della tensione con regolazione al millivolt. La tensione erogata va da 0,001 V (1 mV) ÷ 39,999 V. Un dispositivo interno permette l'uso come generatore a corrente costante con precisione pari a quella dello strumento indicatore di cui l'UK 817 è dotato. L'alta stabilità e precisione dei componenti adottati permette un uso protratto nel tempo senza necessità di frequenti ritarature. La costanza della tensione erogata è indipendente entro vasti limiti dalle variazioni del carico e dalle variazioni della tensione di rete. Le precisioni indicate sono garantite dall'uso di amplificatori operazionali integrati ad altissimo guadagno.

La tensione elettrica o meglio la forza elettromotrice è una grandezza elettrica basilare dalla quale si possono ricavare molte altre per confronto. Tanta è l'importanza che ha la definizione di un campione di tensione, che, come per la misura dell'unità di lunghezza, anche per la tensione esiste un campione di riferimento negli istituti centrali di unificazione delle varie nazioni (per esempio il National bureau of standards negli Stati Uniti e l'istituto elettrotecnico nazionale in Italia).

Il campione primario per la forza elettromotrice è costituito da una pila Weston satura al cadmio, che fornisce una forza elettromotrice di 1,01830 V a 20°C. Le pile che costituiscono i campioni primari sono conservate in ambienti appositamente mantenuti a temperatura costante.

Naturalmente sarebbe estremamente scomodo riferirsi ad un campione pri-

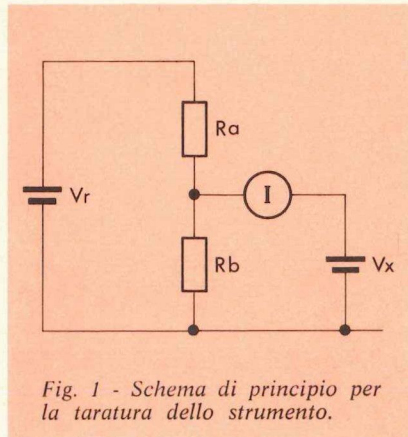


Fig. 1 - Schema di principio per la taratura dello strumento.

mario del tipo descritto sopra ogni volta che si debba eseguire una taratura.

Normalmente a questo scopo si usano delle pile al cadmio di tipo non saturo che variano, sia pure di poco la loro tensione di uscita col passare del tempo. La precisione ottenibile sta entro lo 0,1% della tensione fornita dalla pila. Per eseguire la taratura di uno strumento di misura si esegue il confronto tra la f.e.m. della pila campione e la tensione da misurare mediante un potenziometro disposto in uno schema particolare.

Siccome la precisione richiesta ad uno strumento ad indice non supera normalmente quella fornita dalla pila, il sistema è largamente usato.

Però è un sistema scomodo e richiede particolari accorgimenti per ridurre al minimo gli errori.

L'ideale sarebbe poter disporre di una sorgente di forza elettromotrice, il cui valore potesse essere entro certi limiti indipendente dal carico, ossia dalla corrente erogata, e che potesse essere variato entro limiti molto ampi con gradini di variazione piccoli. Il valore dovrebbe essere predeterminato e non verificato su uno strumento che, per la precisione richiesta, sarebbe costosissimo.

Queste ed altre caratteristiche notevoli come la precisione della tensione erogata in confronto a quella predeterminata, si ritrovano nell'interessante circuito adottato per realizzare l'UK 817 che ora vi presentiamo.

L'uso dei modernissimi amplificatori operazionali ne ha reso possibile la realizzazione mantenendone il costo entro limiti non proibitivi.

L'UK 817 è un generatore a tensione costante col carico e con le variazioni all'alimentazione. La tensione che appare ai morsetti di uscita può essere determinata con un selettore digitale a cinque cifre significative.

Il valore di uscita può essere variato con questo selettore da 0,001 V a 39,999 Vc.c.. Come si vede la risoluzione del comando di variazione a gradini è di 1 mV, quindi agli effetti pratici si può considerare una copertura continua.

La precisione del valore delle tensioni è dell'1% che abbiamo ritenuto sufficiente per la maggior parte degli scopi. Se uno desidera ottenere precisioni maggiori dovrebbe sostituire gli elementi di riferimento dei quali parleremo in seguito con altri di precisione maggiore. Lo stesso dicasi per la stabilità con le variazioni di temperatura, che nel nostro montaggio è di 50 parti per milione per una variazione di 1 °C.

I suddetti valori di precisione sono più che sufficienti per tutti gli usi normali di laboratorio. Infatti, per rivelarli occorrerebbe disporre di strumenti di precisione maggiore, al livello degli standard primari.

La notevole corrente erogata dallo strumento (0,25 A) lo rende adatto al funzionamento come alimentatore di precisione per circuiti che non assorbano una corrente maggiore di quella indicata, ossia di una vastissima gamma di circuiti a semiconduttore.

Per la sua elevata precisione può servire per la taratura accurata del valore di tensione di diodi Zener entro limiti di tolleranza molto più ristretti di quelli forniti dal costruttore.

Si può verificare l'esattezza della tensione fornita da alimentatori stabilizzati a tensione fissa destinati all'impiego su apparecchiature varie, eseguendo il confronto per mezzo di un potenziometro.

Vale la pena di dire due parole sullo uso di questo elemento di confronto delle tensioni che è il corrispondente come precisione, del ponte usato nella misura delle impedenze. Come per il ponte si usa un sistema di azzeramento della indicazione di uno strumento, dimodoché la precisione dipenderà soltanto dalla sensibilità e non dalla taratura dello indicatore.

La figura 1 mostra senza la necessità di tante spiegazioni il principio di funzionamento del sistema.

La tensione incognita si troverà facendo uso della seguente formula:

$$V_x = \frac{R_b}{R_a + R_b} V_r$$

Disponendo, come nel nostro caso, di una tensione di riferimento variabile, il rapporto tra Ra ed Rb potrà essere mantenuto costante, tenendo conto della differenza tra la tensione da misurare e quella massima erogabile dal generatore. L'equilibrio del potenziometro si potrà ottenere variando la tensione di riferimento Vr. La precisione delle due resistenze Ra ed Rb dovrà essere dello ordine di grandezza della precisione della misura che si vuole ottenere.

Siccome lo strumento è dotato di un limitatore di corrente variabile, è possibile usare anche l'apparecchio come generatore di corrente costante, potendosi leggere il valore della corrente erogata sull'indicatore di cui è dotato. Naturalmente la precisione della lettura del valore della corrente non sarà elevatissima, ma sufficiente per la maggior parte degli

usi. Tale limitazione della corrente servirà anche come protezione contro i sovraccarichi.

Tenere presente che al momento dello intervento, della limitazione di corrente, la tensione ai morsetti comincerà a diminuire e non corrisponderà più a quella indicata dal selettore digitale.

DESCRIZIONE DEL CIRCUITO

Osservando lo schema elettrico di fig. 2, si può sommariamente suddividere il circuito in cinque sezioni.

- 1) Gruppo trasformatore e raddrizzatori
- 2) Riferimento per la tensione (IC1)
- 3) Gruppo regolatore serie (Tr1-Tr2)
- 4) Amplificatore per l'errore di tensione (IC3)
- 5) Amplificatore per l'errore di corrente (IC2).

Descriveremo le varie parti del circuito e le loro funzioni basandoci sulla suddivisione di cui sopra.

1) Gruppo trasformatore e raddrizzatori

La tensione di rete prelevata mediante la presa con terra, viene applicata al primario del trasformatore TA attraverso un fusibile di protezione, un interruttore generale, ed un cambiastensioni a tre posizioni, previsto per reti a 115, 220 e 250 Vc.a. La presenza della tensione di rete al primario del trasformatore è indicata dall'accensione della lampada spia al neon LA.

Il trasformatore di alimentazione TA dispone di due secondari. Il primo, a 40 V, provvederà all'alimentazione principale, mentre il secondo a 18 + 18 V con presa centrale, sarà destinato all'alimentazione dei circuiti di servizio.

La corrente alternata del secondario di potenza, viene raddrizzata dal ponte di Graetz monofase RP1.

La corrente alternata del secondario dei servizi viene raddrizzata dal ponte di Graetz monofase RP2. A differenza del caso precedente, il secondario del trasformatore dispone qui di una presa centrale, in quanto l'alimentazione dei circuiti operazionali necessita di un'alimentazione bilanciata con il filo di ritorno disposto in posizione intermedia tra il positivo ed il negativo.

2) Gruppo di riferimento per la tensione

Consiste nel diodo Zener a 6,2 V presente all'interno del circuito integrato monolitico IC1 (L123). Tale circuito viene anche usato come regolatore per il ramo positivo della tensione di alimentazione dei circuiti di servizio.

Il ramo negativo di tale tensione viene invece regolato tramite il diodo Zener Z1. I condensatori C10 e C25 livellano l'ondulazione residua del ramo positivo ed il condensatore C15 fa lo

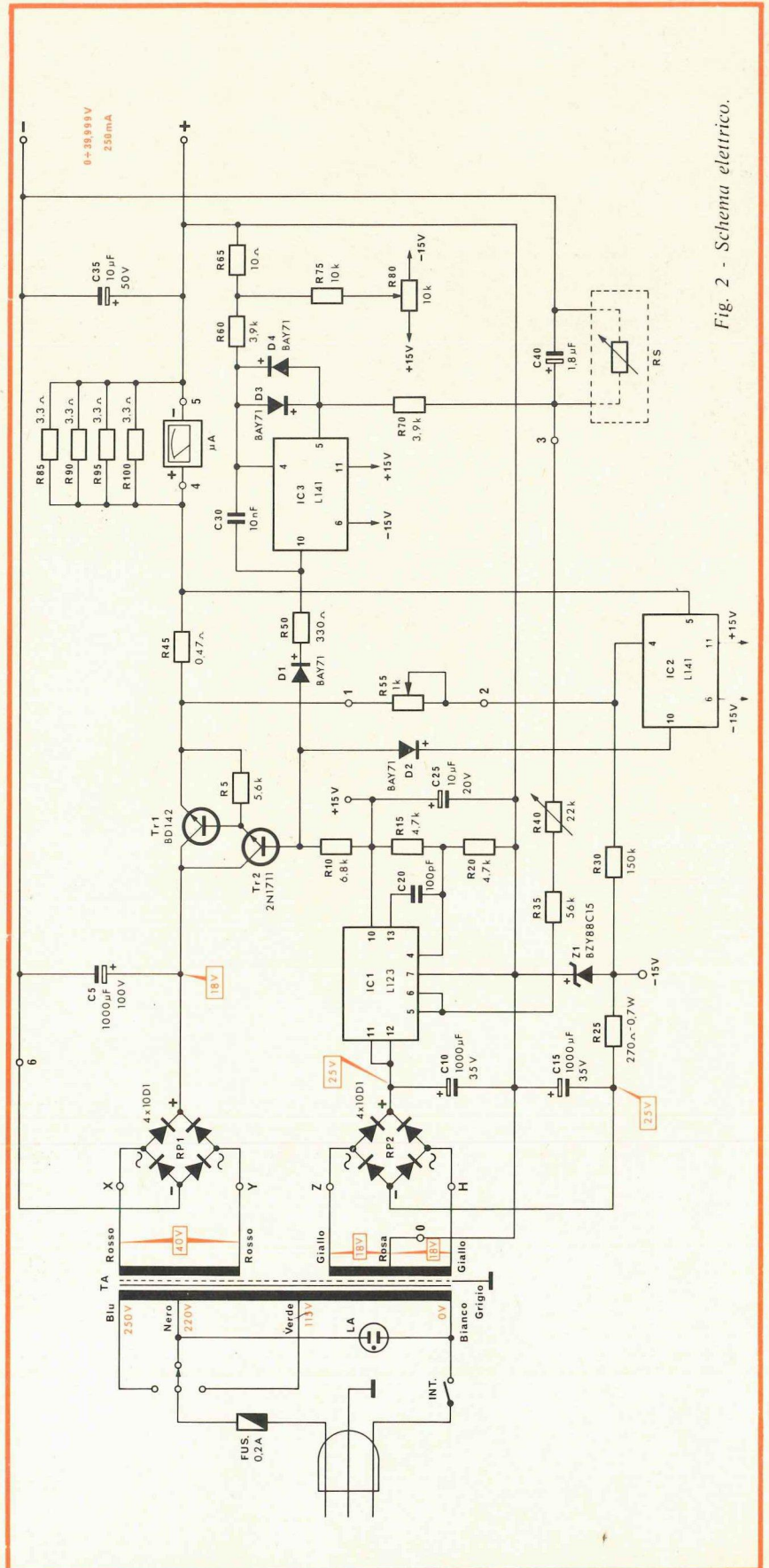


Fig. 2 - Schema elettrico.

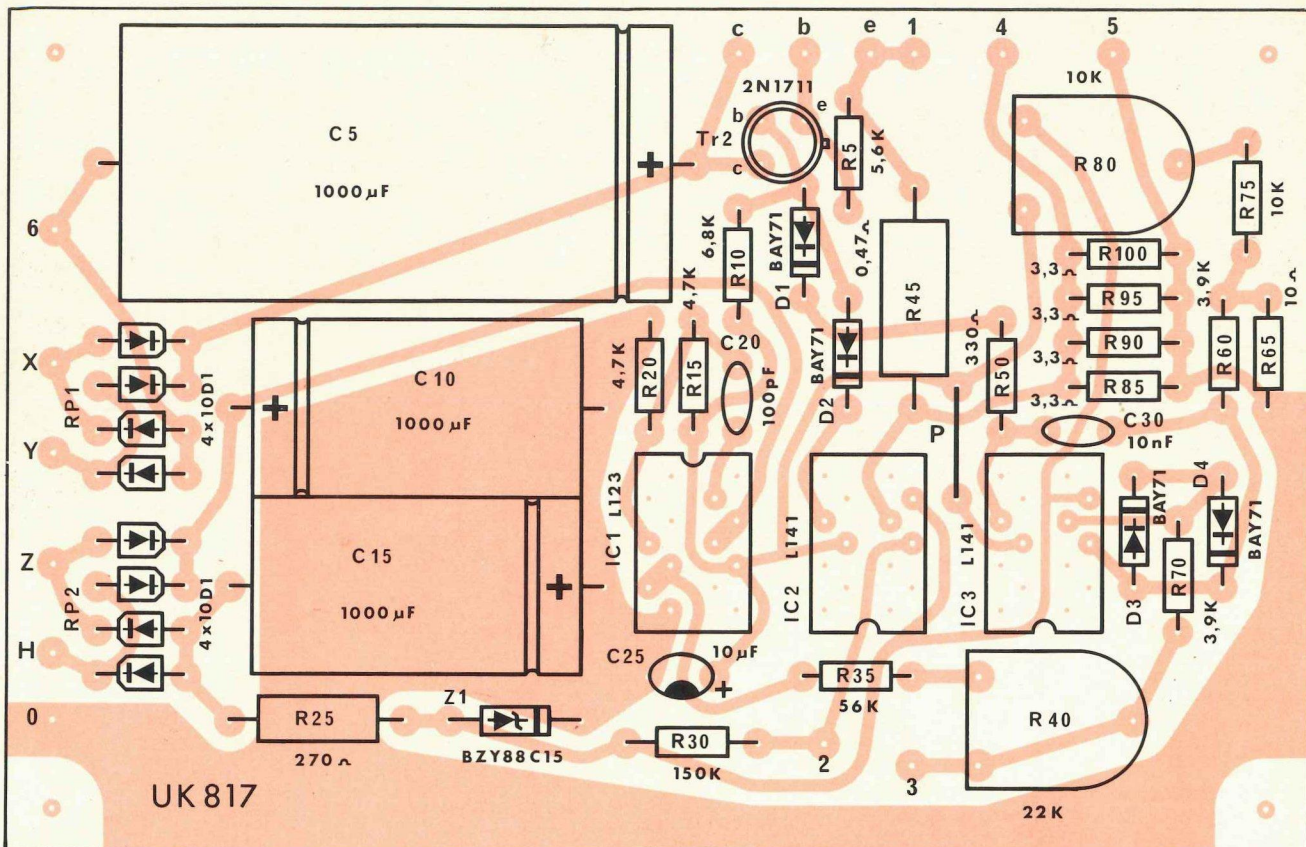


Fig. 3 - Disposizione dei componenti sulla basetta a circuito stampato.

stesso lavoro per il ramo negativo. Il resistore R25 è il carico dello Zener Z1.

I resistori R15 ed R20 servono a ridurre la deriva termica del regolatore ed il condensatore C20 costituisce la rete di compensazione di frequenza per aumentare la pendenza del gradino di intervento.

Il ponte di cortocircuito tra i piedini 5 e 6 porta la tensione di riferimento dello Zener interno all'entrata del regolatore chiudendo l'anello di reazione.

In definitiva il circuito integrato fornirà una tensione stabilizzata +15 V ed una tensione di riferimento fissa di 6,2 V che verrà usata per essere confrontata con la tensione principale di uscita.

3) Gruppo regolatore serie

È costituito dai due transistori Tr1 e Tr2 in connessione Darlington.

Si può considerare un gruppo Darlington come un unico transistor avente un guadagno di corrente dato dal prodotto dei guadagni dei singoli transistori che lo compongono. Il pilotaggio avviene sulla base di Tr2 polarizzata attraverso il resistore R10. Sulla stessa base pervengono i segnali di regolazione dagli amplificatori di errore attraverso la porta logica OR formata dai due diodi D1 e D2. Il gruppo regolatore serie si

comporta come una resistenza variabile in modo proporzionale ai segnali di pilotaggio e disposta in serie al circuito di potenza.

È la sensibilità degli amplificatori di errore, di cui parleremo in seguito, che conferisce al circuito la sua estrema precisione.

4) Amplificatore per l'errore di tensione

È costituito dal circuito integrato IC3 (L141). Questo circuito è un amplificatore operazionale di tipo modernissimo e dalle caratteristiche molto interessanti. Questo circuito contiene, disposti su una unica piastrina di silicio ben venti transistori, completi dei relativi componenti circuitali. La differenza rispetto ai normali amplificatori operazionali è che sulla medesima piastrina di silicio è stato integrato anche un condensatore che serve alla compensazione in frequenza. Quindi tale circuito non necessita di una rete esterna a questo scopo. Sopporta inoltre una tensione di modo comune agli ingressi decisamente superiore ad altri usati in precedenza, come per esempio il famoso 709.

Il guadagno in tensione ad anello aperto, ossia senza retroazione, di questo amplificatore è di norma 200.000 e non scende al di sotto di 50.000.

È evidente l'estrema sensibilità di questo componente, e l'alta precisione

che è possibile raggiungere usandolo come elemento di confronto.

Il circuito L141 possiede anche una protezione interna contro i cortocircuiti tra i terminali di uscita. La stabilità della tensione di uscita alle variazioni della temperatura ambiente è ottima. Il tempo di risposta, per merito dell'ottima compensazione interna di frequenza, è estremamente basso (0,3 μs).

Per spiegare il funzionamento del regolatore, bisogna tener conto di una caratteristica fondamentale dell'amplificatore ad ingresso differenziale.

I due ingressi hanno la proprietà, uno di invertire la fase del segnale di entrata e l'altro di lasciarla inalterata. Quindi se noi applichiamo ai due ingressi due segnali in fase tra loro e di ampiezza uguale, non avremo alcun segnale alla uscita. Appena l'ampiezza dei segnali varierà, per esempio di 0,1 mV, tra l'una e l'altra entrata, apparirà all'uscita una tensione 50.000 volte maggiore, ossia 5 V. Siccome questi valori sono eccessivi e si ha l'immediata saturazione dello amplificatore anche per piccolissime tensioni differenziali agli ingressi, si limita il valore dell'amplificazione con un'adeguata rete di controreazione, favorendo la stabilità, la costanza della prestazione in cambio di una certa perdita nell'amplificazione.

Nel nostro circuito si ottengono le due tensioni da applicare alle entrate

nel seguente modo. La tensione ai morsetti di uscita è applicata all'ingresso invertente attraverso i resistori R65 ed R60.

All'altro ingresso è applicata da tensione di riferimento che si suddivide su un partitore formato dal gruppo R35 - R40 che riduce a $100 \mu\text{A}$ la corrente nel partitore, e da RS che stabilisce per mezzo di una serie di resistenze fisse inserite in circuito dal selettore numerico, la quota parte della tensione di riferimento che andrà ad interessare l'entrata dell'amplificatore.

Ora si verifica la seguente situazione. In caso di differenza tra la tensione di uscita e quella di riferimento, si ha al morsetto 10 dell'amplificatore una tensione che pilota il regolatore serie in un senso o nell'altro, in modo da stabilire una condizione di equilibrio tra uscita e riferimento. La tensione differenziale agli ingressi dell'amplificatore si ridurrà al valore sufficiente a mantenere le condizioni di equilibrio.

Dato l'altissimo guadagno dell'amplificatore, la differenza tra tensione di uscita e tensione di riferimento sarà praticamente inapprezzabile.

La tensione di riferimento è quella sviluppata dalla corrente fissa del circuito di riferimento ($100 \mu\text{A}$) sulle resistenze via via inserite dal selettore. Il

minimo gradino è di 10Ω che alla corrente suddetta danno 1 mV di variazione minima della tensione di riferimento e quindi di quella di uscita.

5) Amplificatore per l'errore di corrente

Il tipo di circuito integrato usato per IC2 è lo stesso del caso precedente. Quindi il funzionamento avviene nel medesimo modo, con la differenza che il segnale differenziale da applicare agli ingressi dipenderà dalla corrente assorbita dal carico, in seguito alla caduta provocata da questa sul resistore R45. A variare il valore di corrente atto a provocare l'intervento dell'amplificatore, c'è il sistema di polarizzazione variabile formato da R30 fisso e da R55 variabile. In questo modo l'uscita dell'amplificatore differenziale basculerà nel senso di aumentare la resistenza del regolatore serie solo se la corrente assorbita, supererà un determinato limite che si può variare a piacere per mezzo di R55 applicato al quadro di comando dell'UK 817.

Uno strumento di misura permette di leggere in ogni momento la corrente assorbita dal carico. La tensione si legge invece sul selettore, in quanto uno strumento ad indice non potrebbe avere una

risoluzione corrispondente alla precisione dell'alimentatore.

L'intervento dei due regolatori è limitato al rispettivo campo dall'azione della porta OR formata dai diodi D1 e D2.

I condensatori di elevata capacità C35 e C40 servono ad assorbire i transitori dovuti rispettivamente alle brusche variazioni del carico ed alle commutazioni.

MECCANICA

L'intera apparecchiatura è disposta dentro un contenitore unificato di aspetto gradevole, di limitato ingombro, caratterizzato da una grande facilità di montaggio e smontaggio per eventuali verifiche o riparazioni.

Sul pannello frontale del contenitore sono disposti i vari comandi necessari al funzionamento dell'apparecchio e precisamente:

- l'interruttore generale
- la lampada spia di rete
- l'amperometro per la misura della corrente assorbita dal carico
- il potenziometro che permette di stabilire il punto di intervento del limitatore di corrente

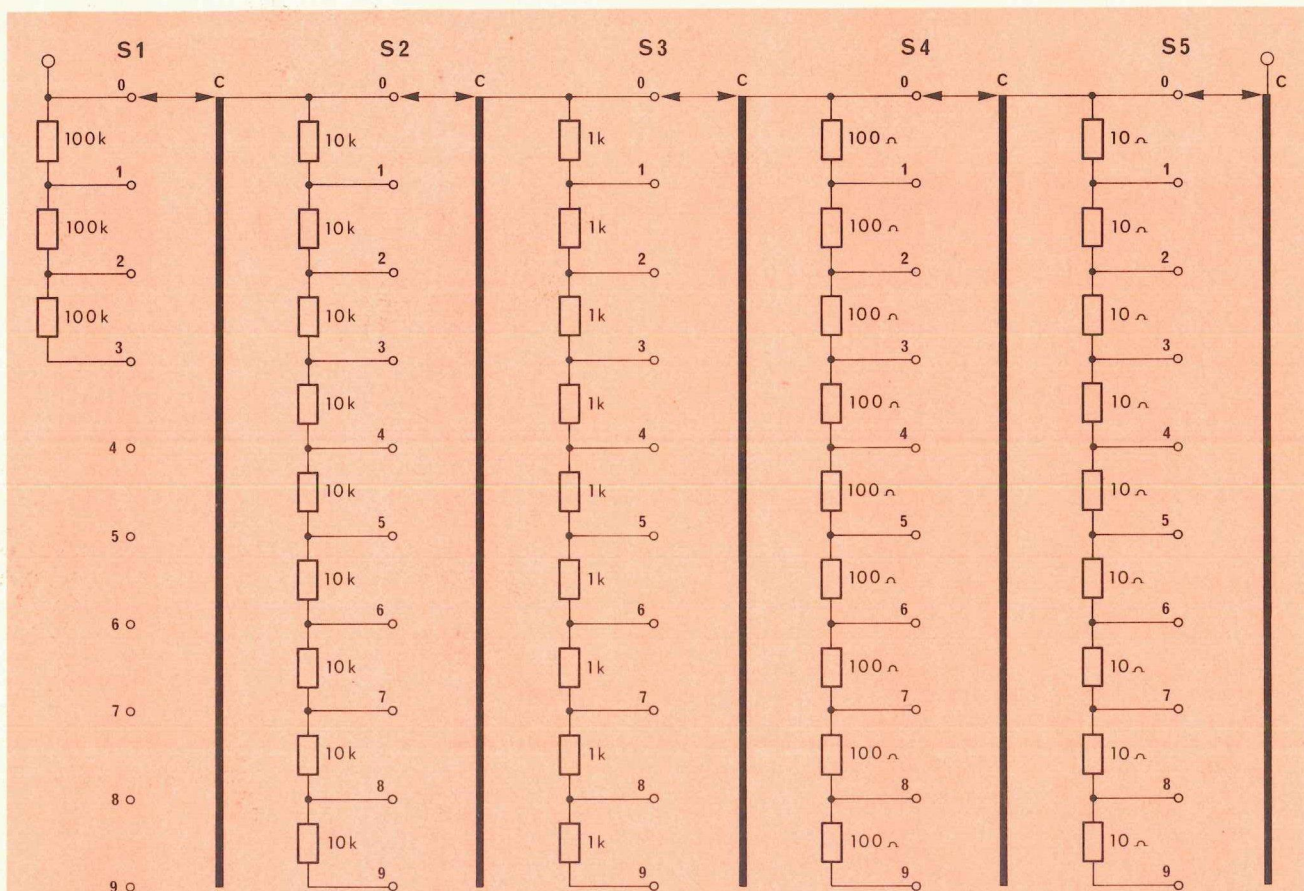


Fig. 4/a - Schema elettrico del selettore numerico.

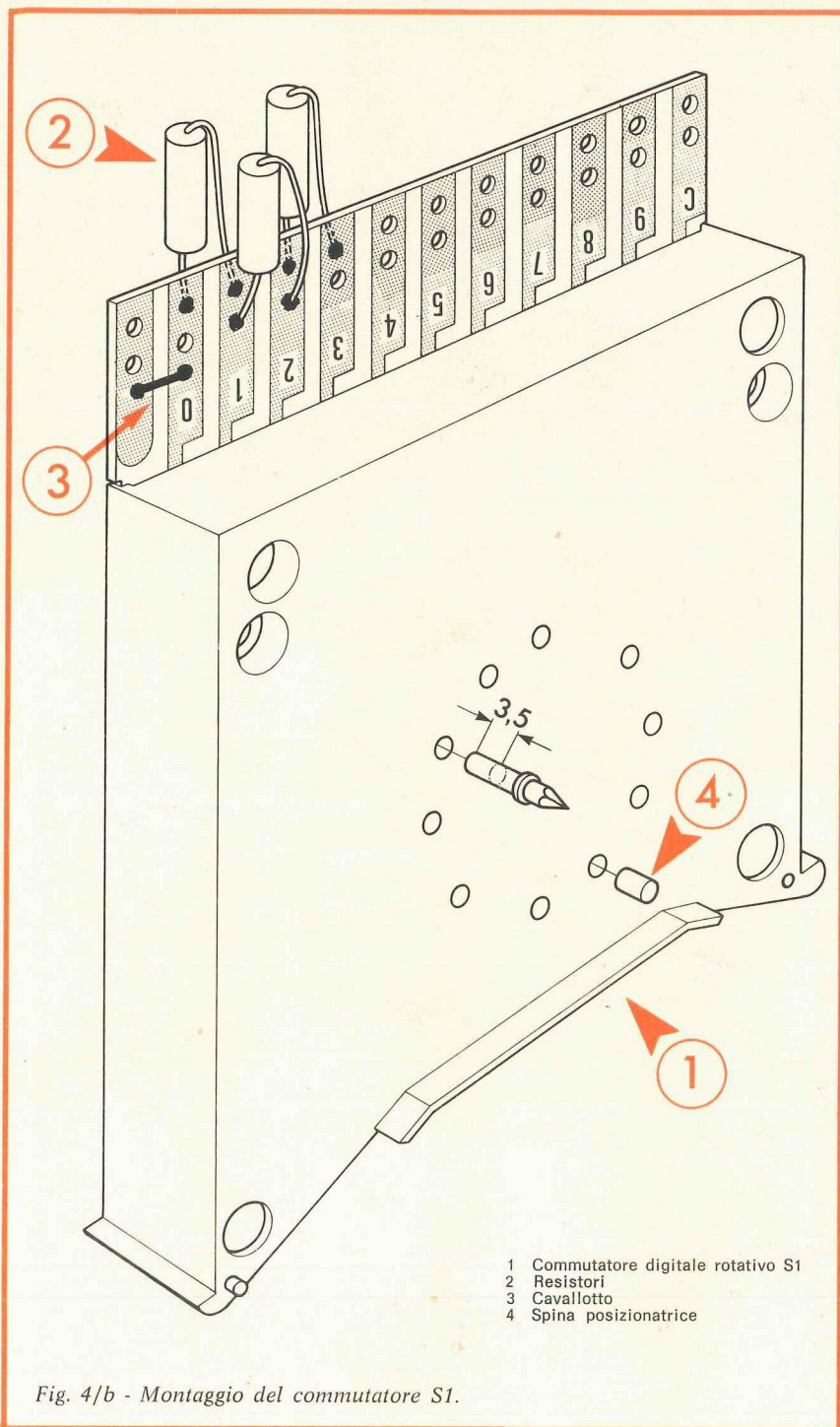


Fig. 4/b - Montaggio del commutatore S1.

— il selettore digitale a cinque cifre per stabilire la tensione di uscita

— i due morsetti positivo e negativo di uscita.

Sul pannello inferiore del contenitore sono montati:

— il trasformatore di alimentazione

— il circuito stampato, sul quale è stata disposta la maggior parte del circuito e-

lettrico, per una maggiore stabilità, una migliore presentazione ed una diminuzione della probabilità di errori di cablaggio.

I circuiti integrati sono montati su appositi zoccoli per impedire il loro danneggiamento durante la saldatura e permettere una facile sostituzione in caso di guasti.

Sul pannello posteriore, dal quale fuoriesce il cavo di alimentazione completo

di terra, sono montati i seguenti componenti:

— il cambiattensoni

— il fusibile di rete

— il transistor di potenza con relativo dissipatore termico.

MONTAGGIO

Cominceremo con il montaggio dei componenti sul circuito stampato.

Per facilitare il compito dell'esecutore pubblichiamo la fig. 3 dove appare la serigrafia del circuito stampato, sulla quale abbiamo sovrapposto l'esatta disposizione dei componenti.

Diamo per prima cosa alcuni consigli generali utili a chiunque si accinga ad effettuare un montaggio su circuito stampato.

Il circuito stampato presenta una faccia sulla quale appaiono le piste di rame ed una faccia sulla quale vanno disposti i componenti.

I componenti vanno montati aderenti alla superficie del circuito stampato, paralleli a questa.

Dopo aver piegato i terminali in modo che si possano infilare correttamente nei fori praticati sulla piastrina del circuito stampato, e dopo aver verificato sul disegno il loro esatto collocamento, si posizionano i componenti nei fori suddetti.

Si effettua quindi la saldatura usando un saldatore di potenza non eccessiva agendo con decisione e rapidità per non surriscaldare i componenti.

Non esagerare con la quantità di stagno, che deve essere appena sufficiente per assicurare un buon contatto. Se la saldatura non dovesse riuscire subito perfetta, conviene interrompere il lavoro, lasciare raffreddare il componente, e quindi ripetere il tentativo.

Tale precauzione vale soprattutto per i componenti a semiconduttore in quanto una eccessiva quantità di calore trasmessa attraverso i terminali alla piastrina di semiconduttore, potrebbe alterarne permanentemente le caratteristiche se non addirittura distruggerne le proprietà.

Una volta effettuata la saldatura bisogna tagliare con un tronchesino i terminali sovrabbondanti che superano di 2 - 3 mm la superficie delle piste di rame. Durante la saldatura bisogna porre la massima attenzione a non stabilire ponti di stagno tra piste adiacenti.

Per il montaggio di componenti polarizzati come diodi, transistori, circuiti integrati, condensatori elettrolitici ecc. bisogna curare che l'inserzione avvenga con la corretta polarità pena il mancato funzionamento dell'apparecchio ed eventualmente la distruzione del componente al momento della connessione con la sorgente di energia. Nelle fasi di montaggio che riguardano componenti polarizzati faremo specifica menzione del fatto e

daremo tutte le indicazioni per la corretta disposizione.

1ª FASE - Montaggio dei componenti sul circuito stampato

□ Eseguire il ponte P con uno spezzone di filo rigido.

□ Sul circuito stampato montare i resistori R5, R10, R15, R20, R30, R35, R50, R60, R65, R70, R75, R85, R90, R95, R100, non confondere alcuni di questi resistori con quelli a bassa tolleranza (anello marrone) destinati al selettore delle tensioni.

□ Montare il resistore R25, da 270 Ω, che si riconosce per le sue dimensioni maggiori rispetto agli altri (dissipazione 0,75 W).

□ Montare il resistore R45 che si riconosce per la sua sezione quadrata e il corpo in ceramica (dissipazione 2 W).

□ Montare i due potenziometri semifissi R40 ed R80 badando a non invertire le loro posizioni (R40 = 22 kΩ, R80 = 10 kΩ).

□ Montare i due condensatori ceramici a disco C20 (100 pF) e C30 (10 nF).

□ Montare il condensatore al tantalio a goccia C25. Questo componente è polarizzato e il terminale positivo si trova a destra guardando la macchia di colore che appare sul condensatore con i terminali rivolti in basso.

□ Montare i diodi D1, D2, D3, D4. Tali componenti sono polarizzati ed il polo positivo corrisponde all'anello stampigliato sull'involucro del diodo.

□ Montare i due ponti raddrizzatori, formati ciascuno da quattro diodi 10D1. Tali componenti sono polarizzati ed il polo positivo si trova in corrispondenza della sagomatura a cupola del contenitore.

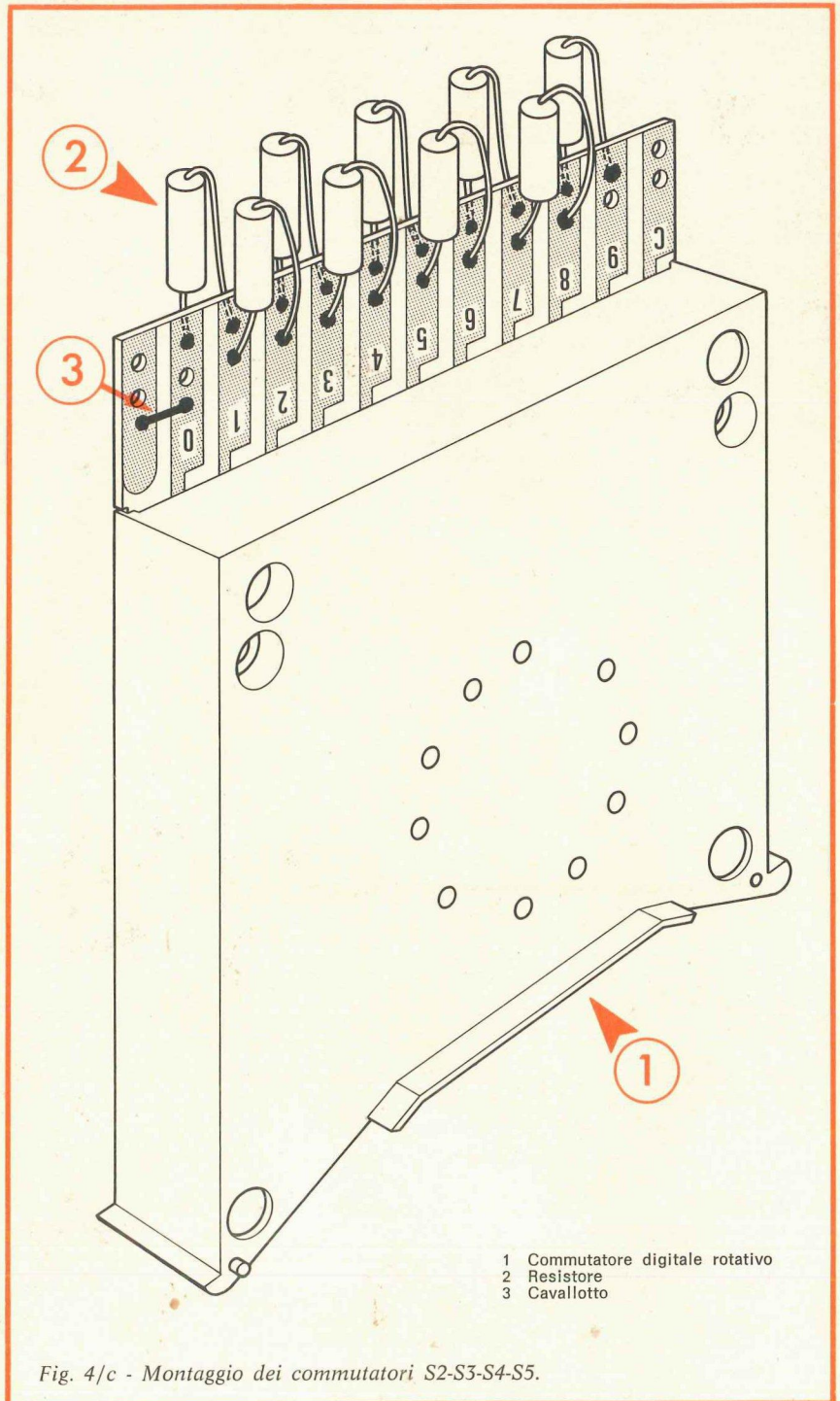
□ Montare il diodo zener Z1; questo componente è polarizzato ed il polo positivo corrisponde all'anello stampigliato sull'involucro del diodo.

□ Montare i tre zoccoli per circuiti integrati IC1, IC2, IC3, disponendo lo intaglio di riferimento di cui ciascuno zoccolo è provvisto nella direzione indicata in fig. 3.

□ Montare i condensatori elettrolitici C5, C10, C15. Tali componenti sono polarizzati ed il segno + stampigliato sull'involucro deve corrispondere allo analogo segno del circuito stampato. In caso di dubbio, ricordare che il terminale negativo è connesso con l'involucro in alluminio.

□ Montare i 14 ancoraggi per connessioni esterne contrassegnati da: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, X, Y, Z, H, e, b, c.

□ Verificare l'esatta esecuzione del montaggio con speciale riferimento alla



disposizione dei componenti polarizzati, alla corretta disposizione dei valori resistivi ed all'ottima esecuzione delle saldature.

2ª FASE - Preparazione del selettore numerico - (Figg. 4a, 4b, 4c)

Il selettore numerico è composto da cinque commutatori rotativi digitali S1 -

S2 - S3 - S4 - S5 e dalle parti di assemblaggio indicate in fig. 5.

Montaggio del commutatore S1 (fig. 4b).

□ Su uno dei commutatori (1) è necessario limitare il numero degli scatti, in modo che compaiano solo i numeri 0, 1, 2, 3. Per ottenere questo occorre tagliare, per una lunghezza di circa 3,5 mm, le spine posizionatrici (4) e inserirle negli appositi fori in modo che

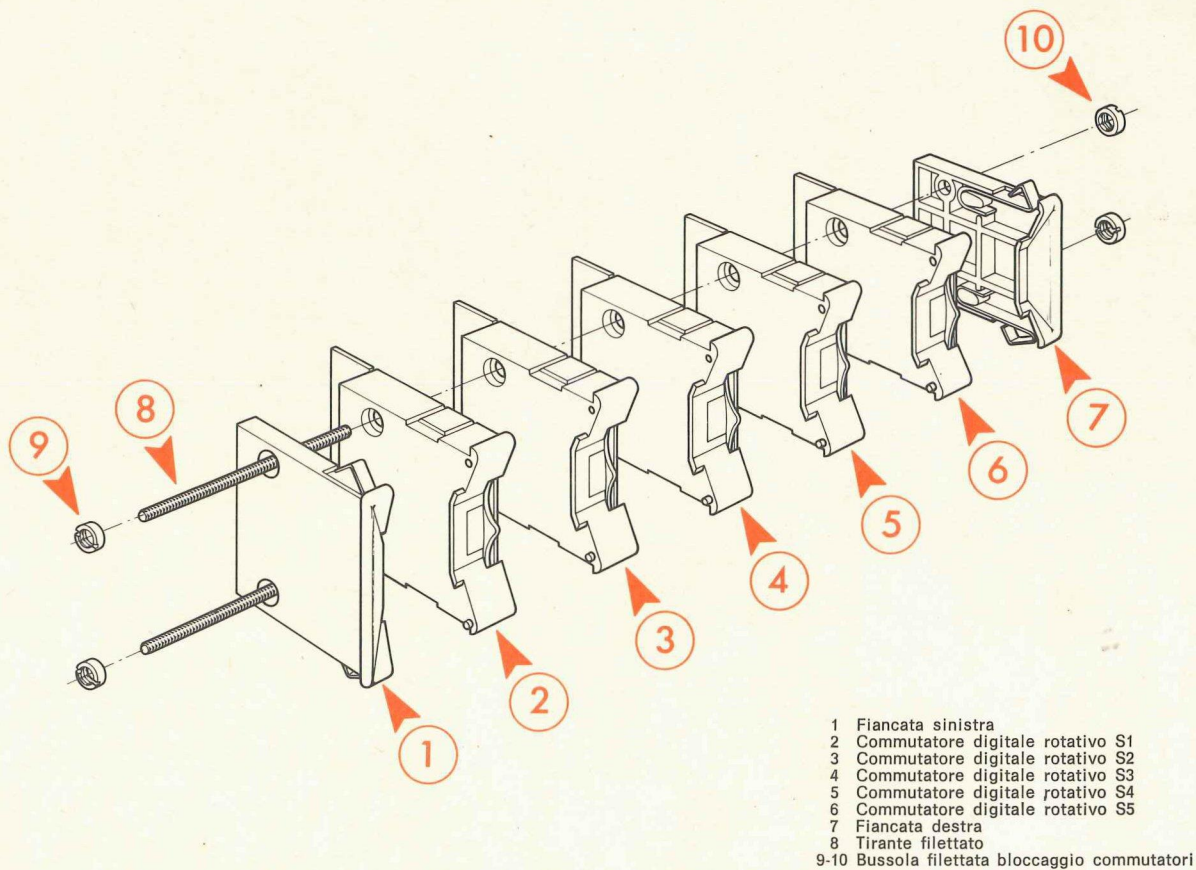


Fig. 5 - Assemblaggio del selettore.

non sporgano dal piano del commutatore. Montare poi i tre resistori (2) con tolleranza 1% contrassegnati dalla seguente serie di anelli colorati: marrone-nero-nero-arancio-marrone. Il valore resistivo è di 100 k Ω . Il commutatore S1 corrisponde alle decine di V.

□ Montaggio dei commutatori S2 - S3 - S4 - S5 (fig. 4c)

□ Montare sui contatti del commutatore S2 i nove resistori da 10 k Ω (marrone-nero-nero-rosso-marrone). Le posizioni di S2 corrispondono alle unità di V.

□ Montare sui contatti del commutatore S3 i nove resistori da 1 k Ω (marrone-nero-nero-marrone-marrone). Le posizioni di questo commutatore corrispondono ai decimi di V.

□ Montare sul commutatore S4 i nove resistori da 100 Ω (marrone-nero-nero-nero-marrone). Le posizioni di questo commutatore corrispondono ai centesimi di V.

□ Montare sul commutatore S5 i nove resistori da 10 Ω (marrone-nero-nero-nero-marrone). Le posizioni di questo

commutatore corrispondono ai millesimi di V. I resistori (2) vanno montati con il corpo disposto in verticale, (fig. 4c) sfalsati tra di loro in modo da occupare il minimo spazio.

□ Collegare con un ponticello di filo nudo (3) il contatto 0 di ciascun commutatore con il contatto immediatamente precedente (vedi fig. 4b e 4c).

3ª FASE - Assemblaggio del selettore - (Fig. 5)

□ Disporre di seguito la fiancata sinistra (1) il commutatore S1 (2) a tre posizioni, il commutatore S2 (3), il commutatore S3 (4), il commutatore S4 (5), il commutatore S5 (6), e la fiancata destra (7) bloccando il tutto con i tiranti filettati (8) e le bussole di bloccaggio (9) e (10).

4ª FASE - Montaggio dei componenti sulla mascherina frontale - (Fig. 6)

□ Sulla mascherina frontale (1), che nella fig. 6 è vista dal lato non serigra-

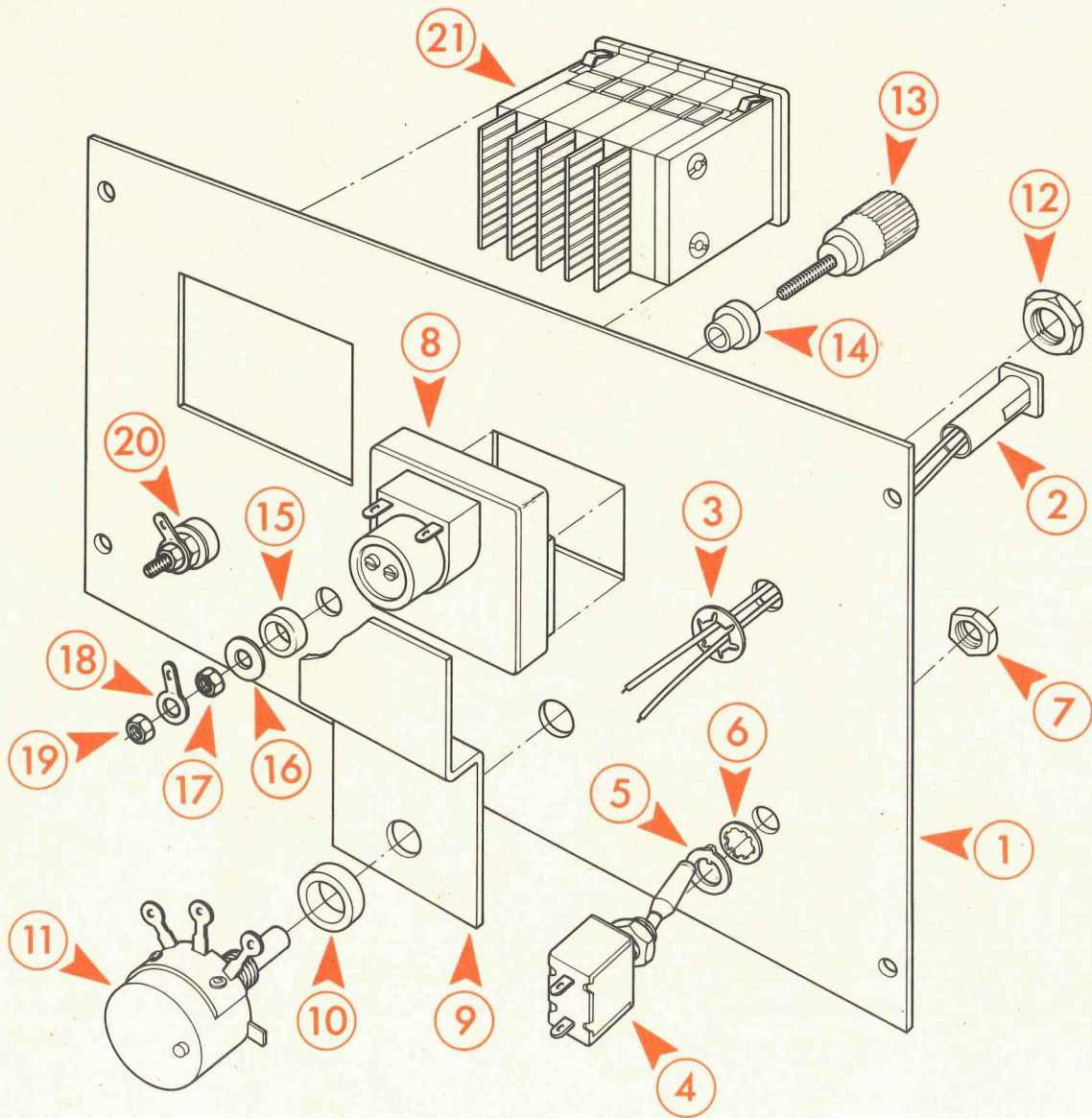
fato montare il segnalatore al neon (2) fissandolo con la prestola (3).

□ Montare l'interruttore generale a levetta (4) badando che alla posizione della levetta corrispondente alla scritta «on» sul pannello i due contatti risultino chiusi. Posizionare uno dei due dadi in modo da limitare la sporgenza della parte filettata sul davanti del pannello, inserire la rondella (5) e la rondella dentellata (6), infilare la parte filettata nel foro del pannello e bloccare con il dado (7).

□ Montare lo strumento indicatore (8) introducendo la sporgenza corrispondente alla scala di lettura nell'apposita finestra praticata sulla mascherina. Il fissaggio dello strumento indicatore verrà fatto dalla staffa (9) bloccata dal potenziometro (11).

□ Montare il potenziometro (11) infilando sulla parte filettata il distanziatore (10). Infilare il perno del potenziometro nel foro praticato nella staffa (9) e nel corrispondente foro della mascherina (1): bloccare il tutto con il dado (12).

□ Montare le due prese di uscita (13) nera e (20) rossa: la prima in corrispon-



- | | | |
|----------------------------------|---|---------------------------------------|
| 1 Mascherina frontale | 8 Strumento | 15 Distanziatore isolante |
| 2 Segnalatore al neon | 9 Staffa supporto strumento | 16 Rondella piana |
| 3 Prestola fissaggio segnalatore | 10 Distanziatore per potenziometro L = 3 mm | 17 Dado bloccaggio morsetto serrafilo |
| 4 Interruttore a leva | 11 Potenziometro | 18 Dado fissaggio terminale semplice |
| 5 Rondella | 12 Dado fissaggio potenziometro | 19 Dado fissaggio terminale semplice |
| 6 Rondella dentellata | 13 Morsetto serrafilo nero | 20 Boccola isolante rossa |
| 7 Dado fissaggio interruttore | 14 Boccola isolante | 21 Commutatori digitali rotativi |

Fig. 6 - Montaggio dei componenti sulla mascherina frontale.

denza del segno — e la seconda in corrispondenza del segno + del pannello. Il fissaggio va effettuato tenendo conto che le bussole devono essere isolate dal pannello, quindi inserire le rondelle isolanti (14), infilare nel foro, inserire i distanziatori isolanti (15), le rondelle piane (16), bloccare con i dadi (17),

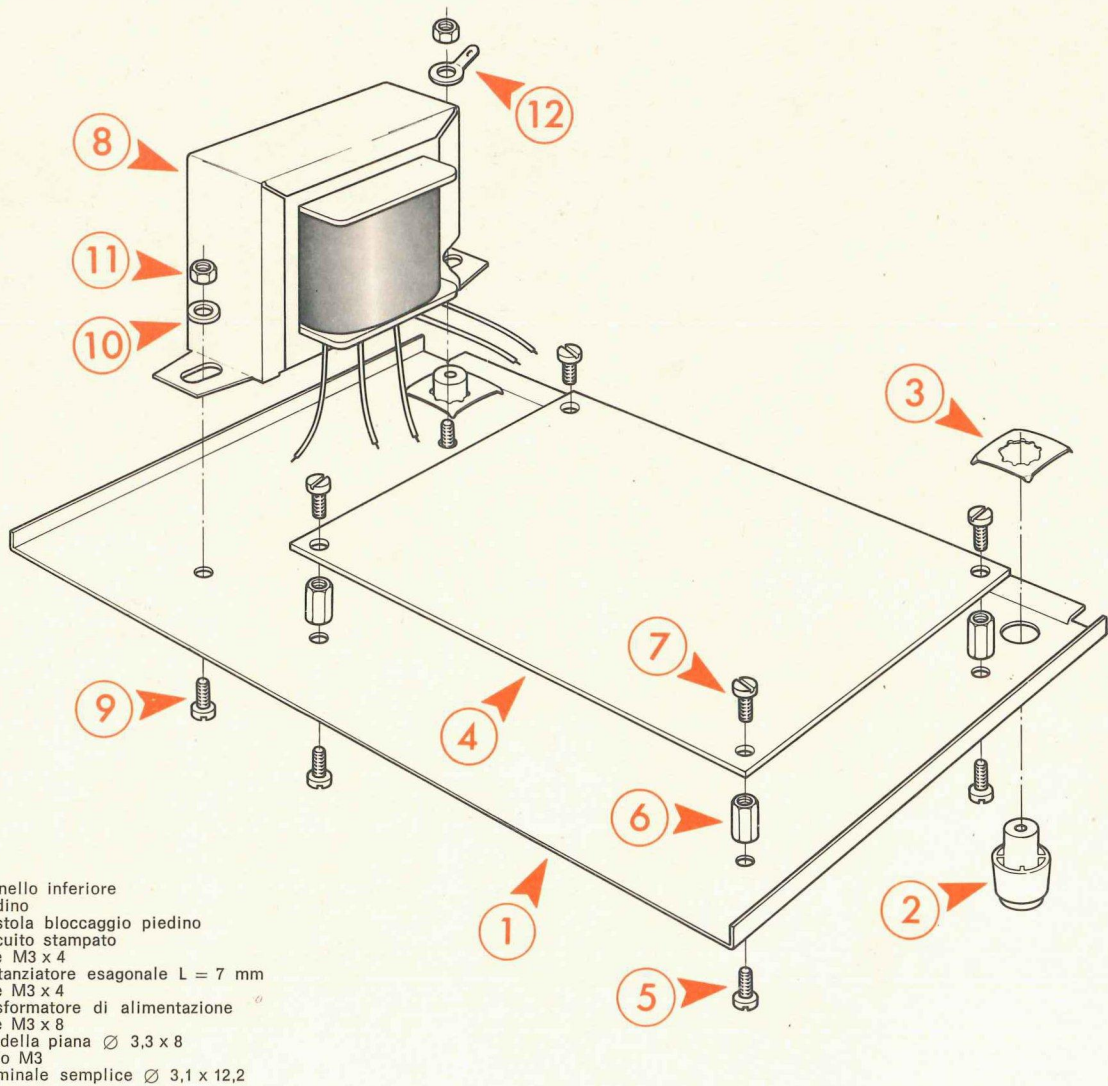
inserire i terminali ad occhio (18) bloccandoli infine con i dadi (19). Abbiamo usato il plurale per indicare che la serie di operazioni va ripetuta per le due boccole.

☐ Montare il gruppo del selettore (21) infilandolo nella finestra praticata sulla

mascherina (1); il bloccaggio avviene a scatto per semplice pressione.

5ª FASE - Montaggio dei componenti sul pannello inferiore - (Fig. 7)

☐ Sul pannello inferiore (1) montare



- 1 Pannello inferiore
- 2 Piedino
- 3 Prestola bloccaggio piedino
- 4 Circuito stampato
- 5 Vite M3 x 4
- 6 Distanziatore esagonale L = 7 mm
- 7 Vite M3 x 4
- 8 Trasformatore di alimentazione
- 9 Vite M3 x 8
- 10 Rondella piana \varnothing 3,3 x 8
- 11 Dado M3
- 12 Terminale semplice \varnothing 3,1 x 12,2

Fig. 7 - Montaggio dei componenti sul pannello inferiore.

i due piedini (2) bloccandoli con le prestole (3).

□ Montare i distanziatori esagonali (6) fissandoli con le viti (5) da M3x4. Sui distanziatori montare il circuito stampato (4) fissandolo con le viti (7) da M3x4. L'orientamento del circuito stampato deve essere tale che gli ancoraggi contrassegnati O, H, Z, Y, X, 6, siano disposti dal lato previsto per il fissaggio del trasformatore.

□ Montare il trasformatore (8) disponendo i fili del secondario (2 rossi, 2 gialli, 1 marrone) rivolti verso il circuito stampato. Il fissaggio va effettuato mediante le viti (9) da M3x8 ed i dadi M3 (11) interponendo le rondelle piane (10). Tra la rondella piana ed il

dado della vite di fissaggio rivolta verso il lato posteriore, inserire il terminale ad occhiello (12).

6° FASE - Montaggio dei componenti sul pannello posteriore - (Fig. 8)

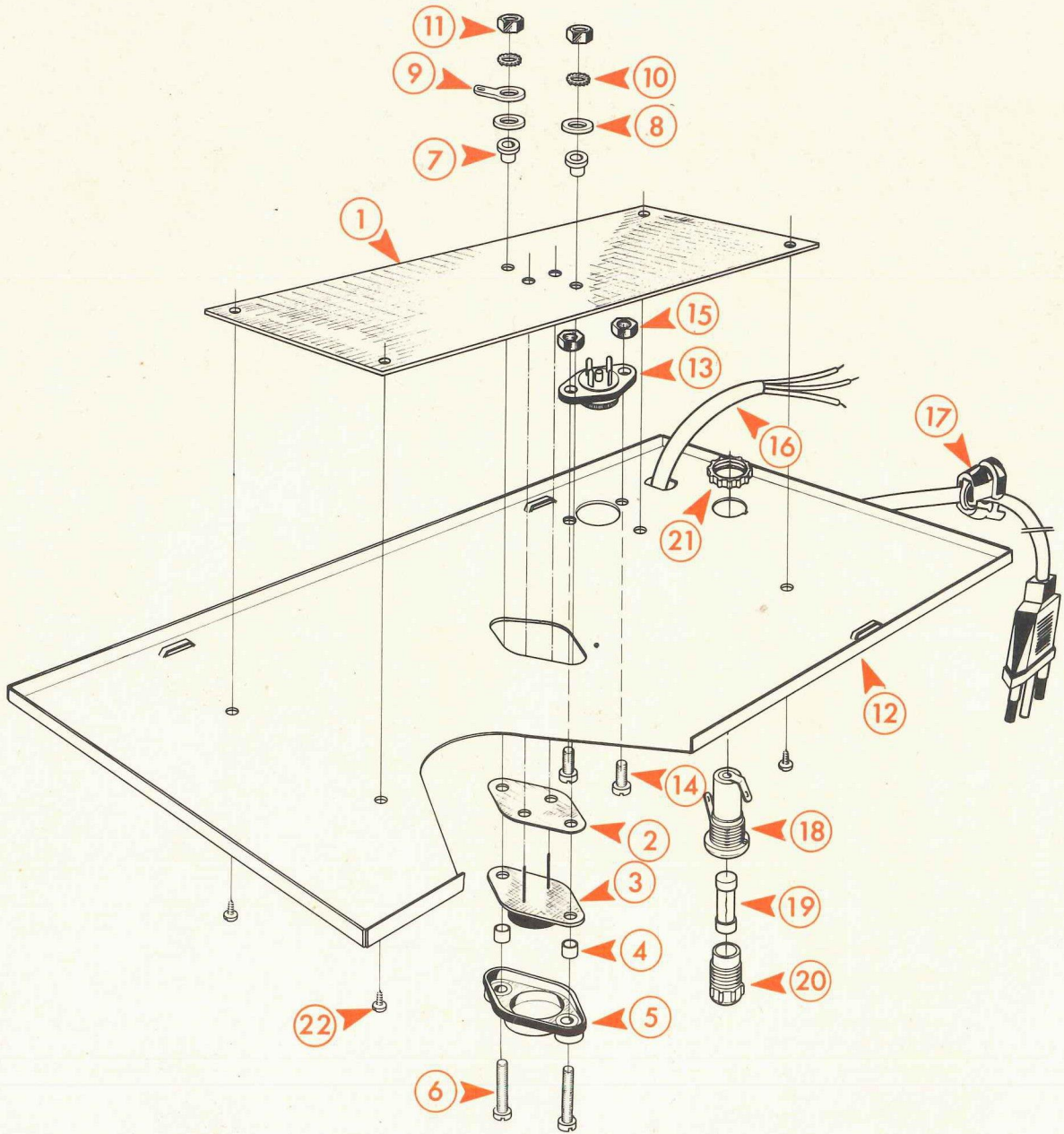
□ Sul dissipatore termico (1) montare il transistor di potenza (3); il montaggio va effettuato nel seguente modo: infilare le viti M3x20 (6) nei fori del cappuccio isolante (5), nei distanziatori cilindrici (4), nei fori del transistor (3) nei fori della mica isolante (2). Appoggiare il tutto sul dissipatore (1) dopo aver inserito negli appositi fori le bussole isolanti (7). Bloccare il transistor con i dadi M3 (11) interponendo le rondelle piane (8) il terminale sem-

plice (9) e le rondelle elastiche (10). Verificare con un tester che non esista cortocircuito tra il collettore del transistor e il dissipatore termico (1).

□ Sul pannello posteriore (12) montare il cambiavoltaggio (13) fissandolo con le viti (14) da M3x8 ed i relativi dadi (15).

□ Infilare nell'apposito foro il cordone di alimentazione (16) e bloccarlo con il fermacavi a scatto (17) lasciando sporgere l'estremità libera del cavo verso l'interno del pannello per circa 20 cm.

□ Montare il portafusibili (18) fissandolo al pannello (12) con la ghiera filettata in plastica (21). Inserire il fusi-



- 1 Dissipatore per transistori
- 2 Mica isolante
- 3 Transistore BD 142
- 4 Distanziatori cilindrici L = 3 mm
- 5 Cappuccio isolante per transistori
- 6 Vite M3 x 20
- 7 Bussola isolante

- 8 Rondella piana \varnothing 3,3 x 8
- 9 Terminale semplice \varnothing 3,1 x 12,2
- 10 Rondella elastica \varnothing 3,2 x 6
- 11 Dado M3
- 12 Pannello posteriore
- 13 Cambiatensioni
- 14 Vite M3 x 8

- 15 Dado M3
- 16 Cavo alimentazione
- 17 Passacavo
- 18 Portafusibile
- 19 Fusibile 0,2 A
- 20 Tappo chiusura
- 21 Ghiera fissaggio portafusibile
- 22 Vite autofilettante \varnothing 2,9 x 6,5

Fig. 8 - Montaggio dei componenti sul pannello posteriore.

bile da 0,2 A (19) e chiudere con il tappo (20).

□ Montare il dissipatore termico (1) sul pannello (12) bloccandolo aderente a questo con le viti autofilettanti (22) Ø 2,9 x 6,5. La piastra deve essere montata all'interno del pannello, con i piedini del transistor rivolti ancora verso l'interno e la protezione isolante del transistor inserita nella cava praticata allo scopo sul pannello. Siccome tale cava è disassata rispetto alla foratura di fissaggio, non esistono possibilità di errore nell'orientamento del dissipatore.

7ª FASE - Cablaggio - (Fig. 9)

□ Disporre sul piano del tavolo la mascherina frontale, il pannello inferiore e il pannello posteriore, secondo la disposizione mostrata in fig. 9.

□ Collegare uno dei fili rossi (1) del secondario del trasformatore di alimentazione all'ancoraggio X del circuito stampato.

□ Collegare l'altro filo rosso (2) del secondario del trasformatore all'ancoraggio Y del circuito stampato.

□ Collegare uno dei fili gialli (3) del secondario del trasformatore all'ancoraggio Z del circuito stampato.

□ Collegare l'altro filo giallo (4) del secondario del trasformatore all'ancoraggio H del circuito stampato.

□ Collegare il filo rosa (5) del secondario del trasformatore all'ancoraggio 0 del circuito stampato.

□ Collegare il filo bianco (6) del primario del trasformatore ad uno dei contatti dell'interruttore di rete.

□ Collegare il filo nero (7) del primario del trasformatore al contatto periferico del cambiatensioni, corrispondente alla tensione di 220 V. Per riconoscere i contatti corrispondenti alle varie tensioni, tener presente che quando appare nella finestrella un valore di tensione il contatto corrispondente deve risultare in corto circuito col contatto centrale.

□ Collegare il filo blu (8) del primario del trasformatore con il contatto corrispondente a 250 V del cambiatensione.

□ Collegare il filo verde (9) del primario del trasformatore con il contatto corrispondente a 115 V del cambiatensioni.

□ Collegare il filo grigio (10) uscente dal trasformatore con il terminale ad occhiello inserito sotto ad uno dei dadi di fissaggio del trasformatore.

□ Collegare il cavo di alimentazione (11) nel seguente modo: il filo di colore giallo-verde (13) corrispondente allo spinotto centrale di massa, al terminale ad occhiello di massa del punto precedente. Uno dei fili di corrente

(12) blu al contatto centrale del portafusibile l'altro filo di corrente (14) marrone al contatto ancora libero dell'interruttore generale.

□ Collegare il contatto laterale del portafusibili col contatto centrale del cambiatensione usando uno spezzone di trecciola isolata (15).

□ Collegare il contatto del cambiatensioni al quale arriva il filo nero del trasformatore di alimentazione con uno dei fili uscenti dalla lampada spia (16).

□ Collegare l'altro filo uscente dalla lampada spia con il contatto dell'interruttore generale al quale arriva già il filo bianco del primario del trasformatore (17).

□ Collegare il piedino di base del transistor di potenza, contrassegnato dalla lettera «b» in figura con l'ancoraggio b del circuito stampato, usando uno spezzone di trecciola isolata (18).

□ Collegare il terminale di collettore del transistor di potenza (terminale ad occhiello) con l'ancoraggio «c» del circuito stampato usando uno spezzone di trecciola isolata (19).

□ Collegare il piedino di emettitore del transistor di potenza con l'ancoraggio «e» del circuito stampato usando uno spezzone di trecciola isolata (20).

□ Collegare il terminale del potenziometro corrispondente al fondo scala in

senso orario, all'ancoraggio 1 del circuito stampato, usando uno spezzone di trecciola isolata (21).

□ Cortocircuitare i due rimanenti terminali del potenziometro con uno spezzone di filo nudo (23).

□ Collegare i suddetti terminali con l'ancoraggio 2 del circuito stampato, con uno spezzone di trecciola isolata (22).

□ Collegare il contatto positivo dello strumento indicatore con l'ancoraggio 4 del circuito stampato, usando uno spezzone di trecciola isolata (24).

□ Collegare (25) il contatto negativo dello strumento indicatore con la boccia positiva di uscita, e da questa proseguire con un collegamento (27) fino all'ancoraggio 5 del circuito stampato, usando due spezzoni di trecciola isolata.

□ Collegare la boccia negativa di uscita (nera) con l'ancoraggio 6 del circuito stampato, usando uno spezzone di trecciola isolata (26).

□ Collegare il condensatore elettrolitico (28) C35 da 10 µF 50 V tra i terminali di uscita negativo e positivo. Verificare il corretto orientamento del condensatore in rapporto alle polarità segnate sull'involucro.

□ Collegare con uno spezzone di trecciola isolata (29) il contatto 0 del

- | | | | |
|----|---|----|--|
| 1 | Filo rosso del secondario trasformatore al punto X del C.S. | 21 | Trecciola isolata dal punto 1 del C.S. al terminale laterale sinistro del potenziometro |
| 2 | Filo rosso del secondario del trasformatore al punto Y del C.S. | 22 | Trecciola isolata dal punto 2 del C.S. al terminale laterale destro del potenziometro |
| 3 | Filo giallo del secondario del trasformatore al punto Z del C.S. | 23 | Filo nudo tra il terminale centrale a quello laterale destro del potenziometro |
| 4 | Filo giallo del secondario del trasformatore al punto H del C.S. | 24 | Trecciola isolata dal contatto (+) dello strumento al punto 4 del C.S. |
| 5 | Filo rosa del secondario del trasformatore al punto O del C.S. | 25 | Trecciola isolata dal contatto (-) dello strumento al terminale semplice del morsetto serrafilo rosso |
| 6 | Filo bianco del primario ad un contatto dell'interruttore | 26 | Trecciola isolata dal punto 6 del C.S. al terminale semplice del morsetto serrafilo nero |
| 7 | Filo nero del primario al punto 220 V del cambiatensione | 27 | Trecciola isolata dal punto 5 del C.S. al terminale semplice del morsetto serrafilo rosso |
| 8 | Filo blu del primario al punto 250 V del cambiatensione | 28 | Condensatore elettrolitico C35 10 µF tra i terminali semplici dei morsetti (Reoforo positivo sul morsetto rosso) |
| 9 | Filo verde del primario al punto 115 V del cambiatensione | 29 | Trecciola isolata dal contatto O del commutatore S1 al contatto C del commutatore S2 |
| 10 | Filo grigio al terminale semplice di massa | 30 | Trecciola isolata dal contatto O di S2 al contatto C di S3 |
| 11 | Cavo d'alimentazione | 31 | Trecciola isolata dal contatto O di S3 al contatto C di S4 |
| 12 | Filo blu del cavo d'alimentazione al contatto del portafusibile | 32 | Trecciola isolata dal contatto O di S4 al contatto C di S5 |
| 13 | Filo bicolore del cavo d'alimentazione al terminale semplice di massa | 33 | Condensatore elettrolitico C40 1,8 µF dal contatto O di S5 al contatto C di S1 (Reoforo positivo dal contatto O di S5) |
| 14 | Filo marrone del cavo d'alimentazione all'interruttore | 34 | Tubetto sterling |
| 15 | Trecciola isolata dal centro del cambiatensione al portafusibile | 35 | Trecciola isolata dal contatto C di S1 al terminale semplice del morsetto nero |
| 16 | Conduttore dal segnalatore al neon al punto 220 V del cambiatensione | 36 | Trecciola isolata dal contatto O di S5 al punto 3 del C.S. |
| 17 | Conduttore del segnalatore al neon al contatto dell'interruttore | | |
| 18 | Trecciola isolata dalla base del transistor BD142 al punto b del C.S. | | |
| 19 | Trecciola isolata dal collettore del transistor BD142 al punto c del C.S. | | |
| 20 | Trecciola isolata dall'emettitore del transistor BD 142 al punto e del C.S. | | |

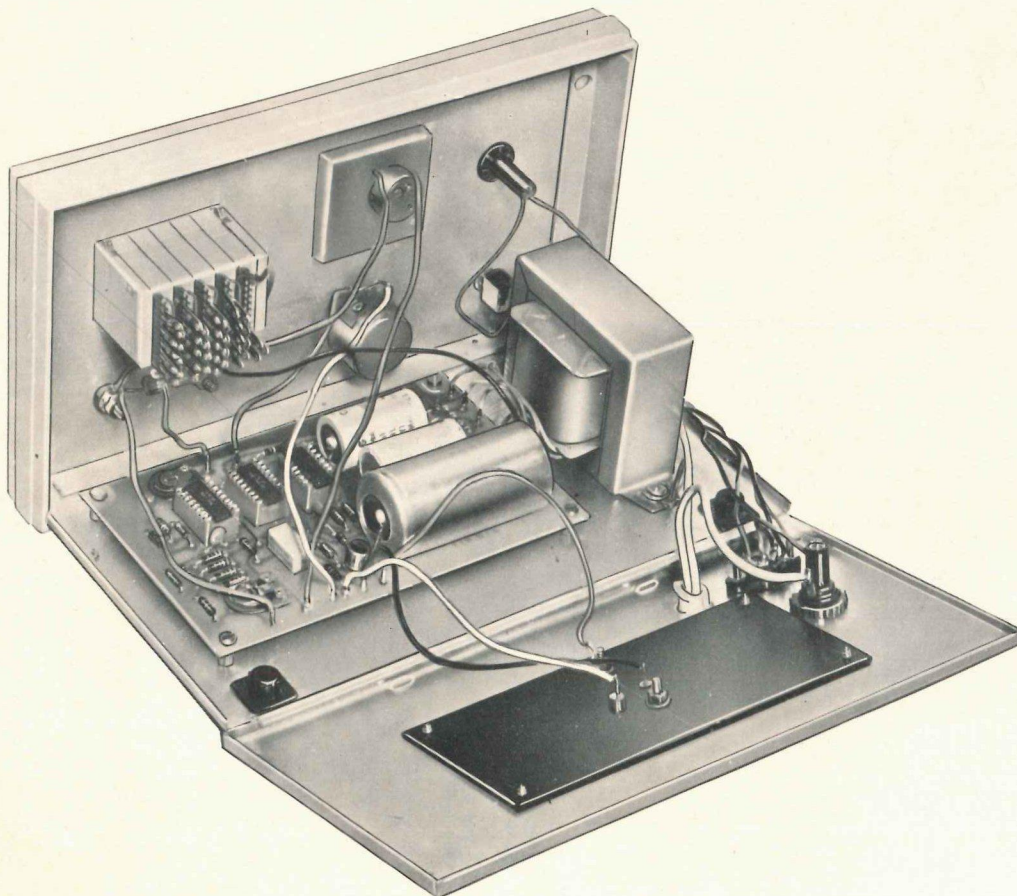


Fig. 10 - Vista interna dell'UK 817 a montaggio ultimato.

commutatore S1 con il contatto C del commutatore S2.

□ Collegare (30) il contatto 0 del commutatore S2 con il contatto C di S3.

□ Collegare (31) il contatto 0 del commutatore S3 con il contatto C di S4.

□ Collegare (32) il contatto 0 del commutatore S4 con il contatto C di S5.

□ Collegare il condensatore elettrolitico (33) C40 da 1,8 μF tra il contatto 0 di S5 (positivo) ed il contatto C di S1 (negativo). Prima della saldatura i terminali del condensatore devono essere protetti con due spezzoni di tubetto sterlingato (34).

□ Collegare il contatto C di S1 con la boccia negativa (nera) di uscita. Usare uno spezzone di trecciola isolata (35).

□ Collegare il contatto 0 di S5 con l'ancoraggio 3 del circuito stampato. Usare uno spezzone di trecciola isolata (36).

□ Controllare accuratamente la corretta esecuzione delle connessioni cablate.

□ Infilare i circuiti integrati IC1, IC2, IC3 nei rispettivi zoccoli facendo attenzione a far corrispondere le tacche di riferimento con quelle praticate sugli zoccoli.

8° FASE - Montaggio del mobile

□ Appoggiare la mascherina frontale nella cava della cornice di plastica verso la parte anteriore.

□ Avvitare le fiancate che devono stare dal lato posteriore della cornice. Per il bloccaggio usare quattro viti autofilettanti $\varnothing 2,9 \times 9,5$.

□ Infilare il fondo ed il pannello superiore facendoli scivolare nelle cave previste per accoglierli nella cornice in plastica.

□ Posizionare e fissare il pannello posteriore mediante quattro viti autofilettanti $\varnothing 2,9 \times 6,5$. Fare attenzione che

i lamierini del fondo e del pannello superiore vadano ad impegnarsi negli appositi intagli praticati sul pannello posteriore.

TARATURA E COLLAUDO

Se il montaggio è stato eseguito con esattezza in ogni punto, ora si può addirittura collegare lo strumento alla rete elettrica, previo controllo della corrispondenza della tensione al cambiamento con quella disponibile.

Il generatore erogherà tensione, ma naturalmente all'inizio queste tensioni non corrisponderanno a quanto indicato dai numeri del selettore. E questo per due ragioni: la prima è che ogni amplificatore differenziale, non essendo perfetto, eroga una piccola tensione all'uscita anche se la tensione differenziale agli ingressi è zero, ossia se l'alimentazione è fatta in «modo comune». Per questo motivo si è previsto un elemento di regolazione R80, che ricercando uno zero fittizio per l'equilibratura delle entrate, elimina la tensione di offset all'uscita alterando leggermente in senso

contrario l'equilibrio delle entrate. La regolazione di questo trimmer, per comprendere tutto il circuito interessato alla regolazione di tensione si esegue mettendo a zero tutte le cifre del predispositore delle tensioni. Poi procedere come segue.

Collegare in parallelo all'uscita principale un voltmetro per tensioni c.c. Predisponendolo su scala 50 Vc.c., si deve notare una tensione, molto bassa vicina a zero; nel caso contrario si dovrà controllare accuratamente tutto il montaggio al fine di trovare l'errore.

Predisporre il voltmetro su scala sempre più sensibile, per mettere in evidenza la tensione residua che si cercherà di annullare regolando R80.

Sostituire il voltmetro con un milliamperometro con diverse scale di sensibilità e procedere come prima, cioè riducendo al minimo l'indicazione del milliamperometro regolando R80, via via che si aumenterà la sensibilità dello strumento: 1 mA, 500 μ A, 100 μ A. Più il misuratore di corrente è sensibile più la taratura di R80 è perfetta.

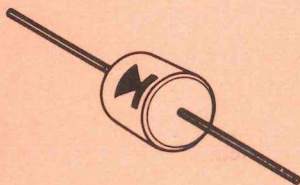
Ora resta la parte più importante. Mediante il trimmer R40 si regola l'esatto valore della tensione di riferimento da confrontare con la tensione d'uscita. Quindi l'esattezza della tensione erogata dipenderà in definitiva da questa regolazione. Il sistema migliore sarebbe quello di disporre di una sorgente calibrata di tensione, che sia il più possibile vicina al valore massimo che fornisce l'UK 817, ossia 39,999 V e di precisione pari al terzo decimale ossia in sostanza di uno di quei campioni secondari di tensione nominati nell'introduzione di questo scritto. In mancanza di una taratura precisa in questo senso, dovremo accontentarci solo della precisione delle differenze di tensione tra le varie posizioni del selettore. La precisione in assoluto dipende dalla precisione della taratura.

Materialmente la taratura si esegue usando la disposizione di fig. 1. Conviene usare per il potenziometro dei resistori fissi di alta precisione.

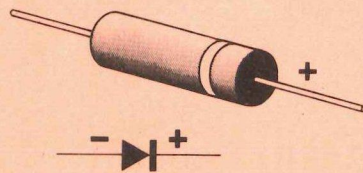
Regolato il valore indicato dal selettore sul valore che risulta in base ai valori dei resistori che abbiamo a disposizione ed al valore della sorgente campione, tutti i dati si possono ricavare dalla formula del potenziometro, indicata nella spiegazione che abbiamo dato all'inizio.

Si regola quindi lentamente R40 fino ad azzerare l'indicazione del microamperometro usato per verificare l'equilibratura del potenziometro. Una pila che si può usare come campione in sostituzione della pila Weston è la pila al mercurio oggi usata per l'alimentazione delle apparecchiature elettroniche. Anche questo tipo di pila presenta una grande stabilità della tensione erogata in rapporto allo stato d'uso. La tensione è di 1,345 per elemento. Nell'effettuare le tarature curare molto bene l'efficienza dei contatti elettrici in quanto un millivolt si perde con estrema facilità in un contatto imperfetto.

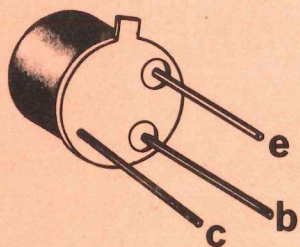
DISPOSIZIONE TERMINALI DEI SEMICONDUTTORI



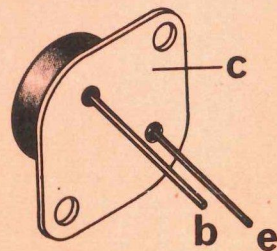
10D1



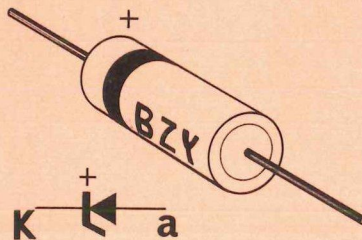
BAY71



2N1711



BD142



BZY88C15

ELENCO DEI COMPONENTI

| N. | Sigla | Descrizione | N. | Sigla | Descrizione |
|----|----------------------|---|-------|---------|---|
| 1 | R5 | resistore a strato di carbone 5,6 kΩ ± 5% - 0,33 W | 1 | IC1 | circuito integrato L123B1 |
| 1 | R10 | resistore a strato di carbone 6,8 kΩ ± 5% - 0,33 W | 2 | IC2-IC3 | circuiti integrati L141B1 |
| 2 | R15-R20 | resistori a strato di carbone 4,7 kΩ ± 5% - 0,33 W | 1 | — | trasformatore di alimentazione |
| 1 | R25 | resistore a strato di carbone 270 Ω ± 5% - 0,75 W | 2 | — | boccole di isolamento |
| 1 | R30 | resistore a strato di carbone 150 kΩ ± 5% - 0,33 W | 1 | — | mica isolante |
| 1 | R35 | resistore a strato di carbone 56 kΩ ± 5% - 0,33 W | 2 | — | distanziatori L = 3 mm |
| 1 | R40 | potenziometro semifisso 22 kΩ lineare 0,25 W orizzontale 16x20 | 1 | — | dissipatore per transistore |
| 1 | R45 | resistore a filo 0,47 Ω - ± 10% - 2 W 7x7x16,5 | 1 | — | cappuccio isolante per transistore |
| 1 | R50 | resistore a strato di carbone 330 Ω ± 5% - 0,33 W | 1 | — | cambiamentoni |
| 1 | R55 | potenziometro a filo lineare 1 kΩ 2 W | 2 | — | ancoraggi |
| 2 | R60-R70 | resistori a strato di carbone 3,9 kΩ ± 5% - 0,33 W | 1 | — | fermacavo |
| 1 | R65 | resistore a strato di carbone 10 Ω ± 5% - 0,33 W | 1 | — | cavo di alimentazione |
| 1 | R75 | resistore a strato di carbone 10 kΩ ± 5% - 0,33 W | 1 | — | portafusibile da pannello |
| 1 | R80 | potenziometro semifisso lineare 10 kΩ 0,25 W orizzontale 16x20 | 1 | — | fusibile rapido 0,2 A Ø 5 x 20 |
| 4 | R85-R90- R95-R100 | resistori a strato di carbone 3,3 Ω ± 5% - 0,33 W | 1 | — | interruttore con leva a pera 125 V - 6 A |
| 9 | RS | resistori a strato metallico 10 Ω ± 1% - 0,35 W | 1 | — | manopola a indice |
| 9 | RS | resistori a strato metallico 100 Ω ± 1% - 0,35 W | 5 | — | commutatori digitali rotativi |
| 9 | RS | resistori a strato metallico 1 kΩ ± 1% - 0,35 W | 1 | — | assieme accessori assemblaggio |
| 9 | RS | resistori a strato metallico 10 kΩ ± 1% - 0,35 W | 1 | — | morsetto serrafilo isolato rosso |
| 3 | RS | resistori a strato metallico 100 kΩ ± 1% - 0,35 W | 1 | — | morsetto serrafilo isolato nero |
| 1 | C5 | condensatore elettrolitico 1.000 µF - 100 V - Ø 30 x 61 orizz. | 1 | — | staffa, supporto strumento |
| 2 | C10-C15 | condensatori elettrolitici 1.000 µF - 35 V - Ø 22 x 46 orizz. | 1 | — | milliamperometro 250 mA f.s. |
| 1 | C20 | condensatore ceramico a disco 100 pF - 50 V - Ø 8 x 3 | 2 | — | terminali a occhio Ø 4,2 x 12,2 |
| 1 | C25 | condensatore elettrolitico al tantalio 10 µF - 20 V - Ø 6,5 x 13 | 2 | — | terminali a occhio Ø 3,1 x 12,2 |
| 1 | C30 | condensatore ceramico a disco 10 nF - 25 V - Ø 7 x 3 | 1 | — | assieme circuito stampato |
| 1 | C35 | condensatore elettrolitico 10 µF - 50 V - Ø 6,5 x 16 orizz. | 1 | — | distanziatore per potenziometro L = 3 mm |
| 1 | C40 | condensatore elettrolitico al tantalio 1,8 µF - 50 V - Ø 4,5 x 11,4 orizz. | 4 | — | distanziatori esagonali L = 7 mm |
| 8 | RP1-RP2 | diodi 10D1 | 14 | — | ancoraggi per circuito stampato |
| 1 | Z1 | diode Zener BZY88C15 | 1 | — | segnalatore al neon rosso 220 V - 1 mA |
| 4 | D1-D2-D3 D4 | diodi BAY71 | 3 | — | rondelle Ø 3,3 x 8 |
| 1 | TR1 | transistore BD142 | 2 | — | rondelle elastiche Ø 3,2 x 6 |
| 1 | TR2 | transistore 2N1711 | 8+2 | — | viti M3 x 4 |
| | | | 2 | — | viti M3 x 20 |
| | | | 4+1 | — | viti M3 x 8 |
| | | | 6+1 | — | dadi M3 |
| | | | 8+2 | — | viti autofilettanti 2,9 x 6,5 |
| | | | 4+1 | — | viti autofilettanti 2,9 x 9,5 |
| | | | cm 10 | — | filo di rame stagnato nudo Ø 0,7 |
| | | | cm 10 | — | tubetto sterlingato Ø 2 |
| | | | cm 60 | — | trecciola isolata rossa Ø 2 |
| | | | cm 60 | — | trecciola isolata nera Ø 2 |
| | | | cm 60 | — | trecciola isolata bianca Ø 2 |
| | | | 2 | — | prestole |
| | | | 1 | — | cornice |
| | | | 1 | — | pannello superiore |
| | | | 1 | — | supporto inclinazione strumento |
| | | | 2 | — | fiancate reversibili |
| | | | 1 | — | assieme pannello posteriore |
| | | | 1 | — | pannello inferiore |
| | | | 2 | — | pedini |
| | | | 2 | — | feltrini |
| | | | 1 | — | assieme mascherina frontale |
| | | | 1 | — | confezione stagno |