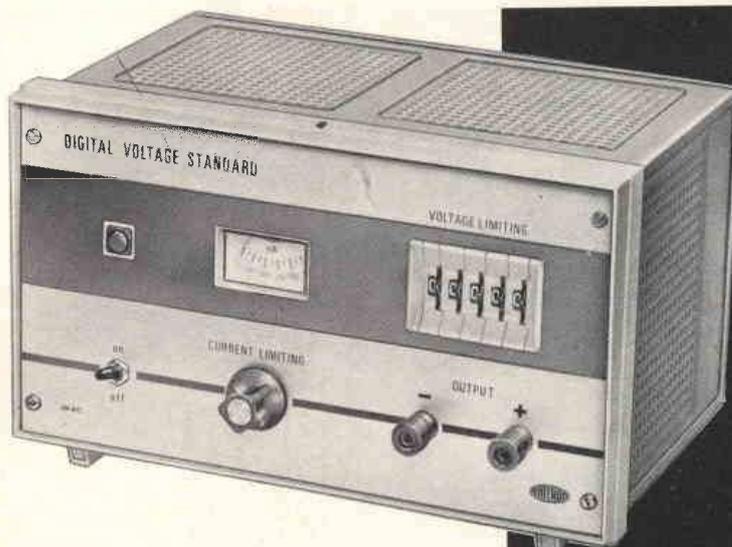


AMTRON**UK 817**

GENERATORE DI TENSIONI CAMPIONE

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 V c.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

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-

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.

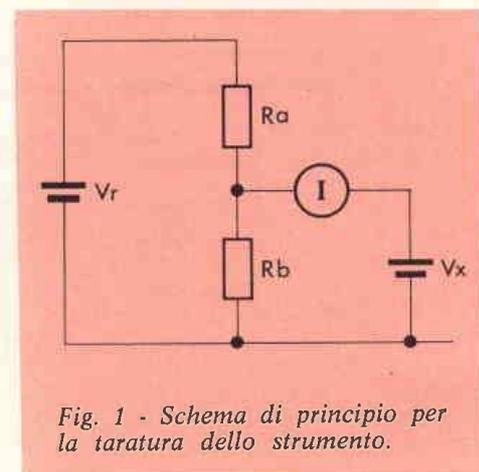


Fig. 1 - Schema di principio per la taratura dello strumento.

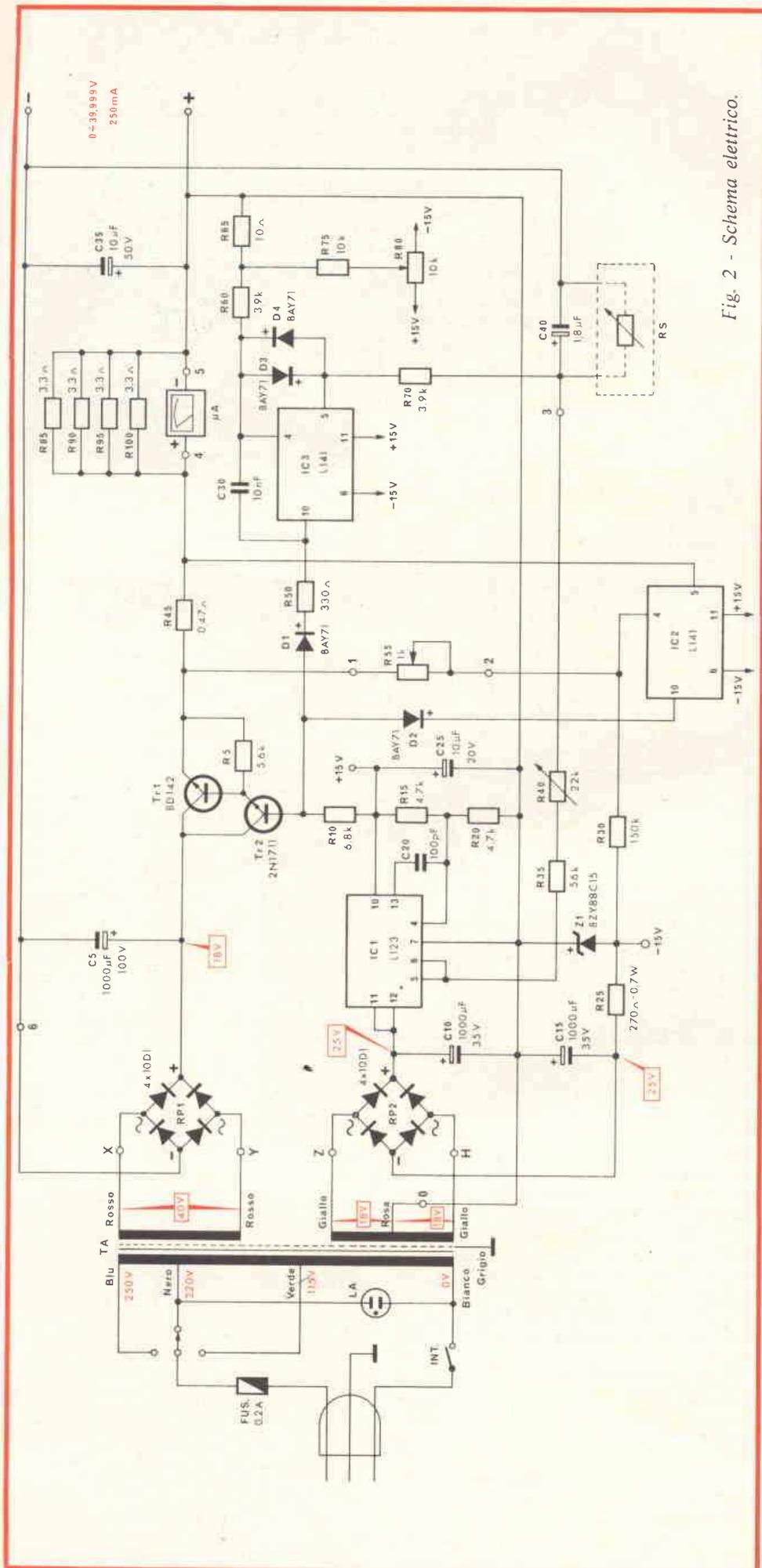


Fig. 2 - Schema elettrico.

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 R_a ed R_b 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 V_r . La precisione delle due resistenze R_a ed R_b 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 cambiatensioni 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.

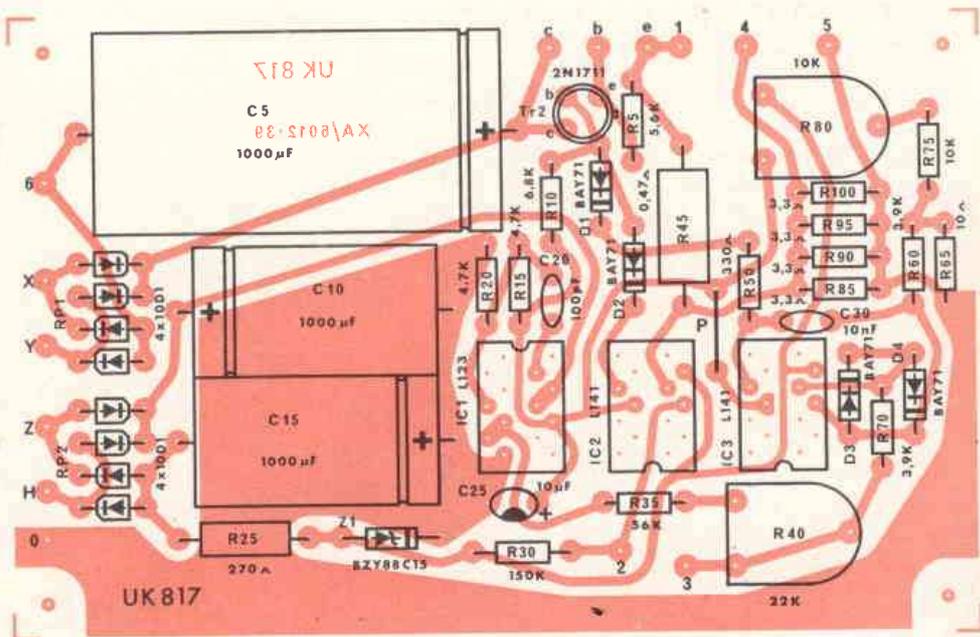


Fig. 3 - Disposizione dei componenti sulla basetta a circuito stampato.

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 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

E' costituito dai due transistori Tr1 e Tr2 in connessione Darlington.

Si può considerare un gruppo Darlington come un unico transistoro 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.

E' 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

E' 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.

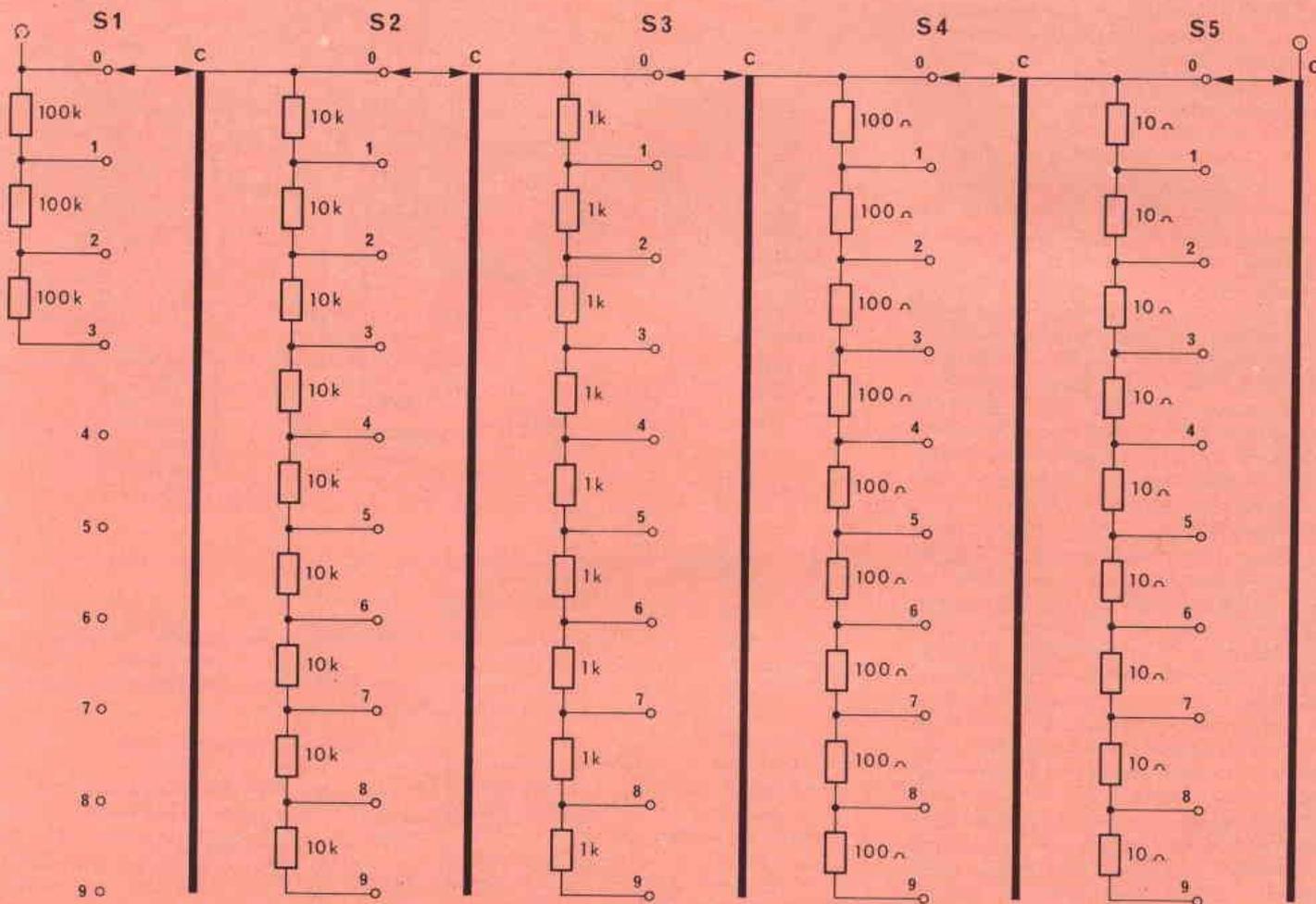


Fig. 4 - Schema elettrico del selettore numerico.

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.

E' 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 μ s).

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 μ 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 μ A) sulle resistenze via via inserite dal selettore. Il minimo gradino è di 10 Ω 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 pro-

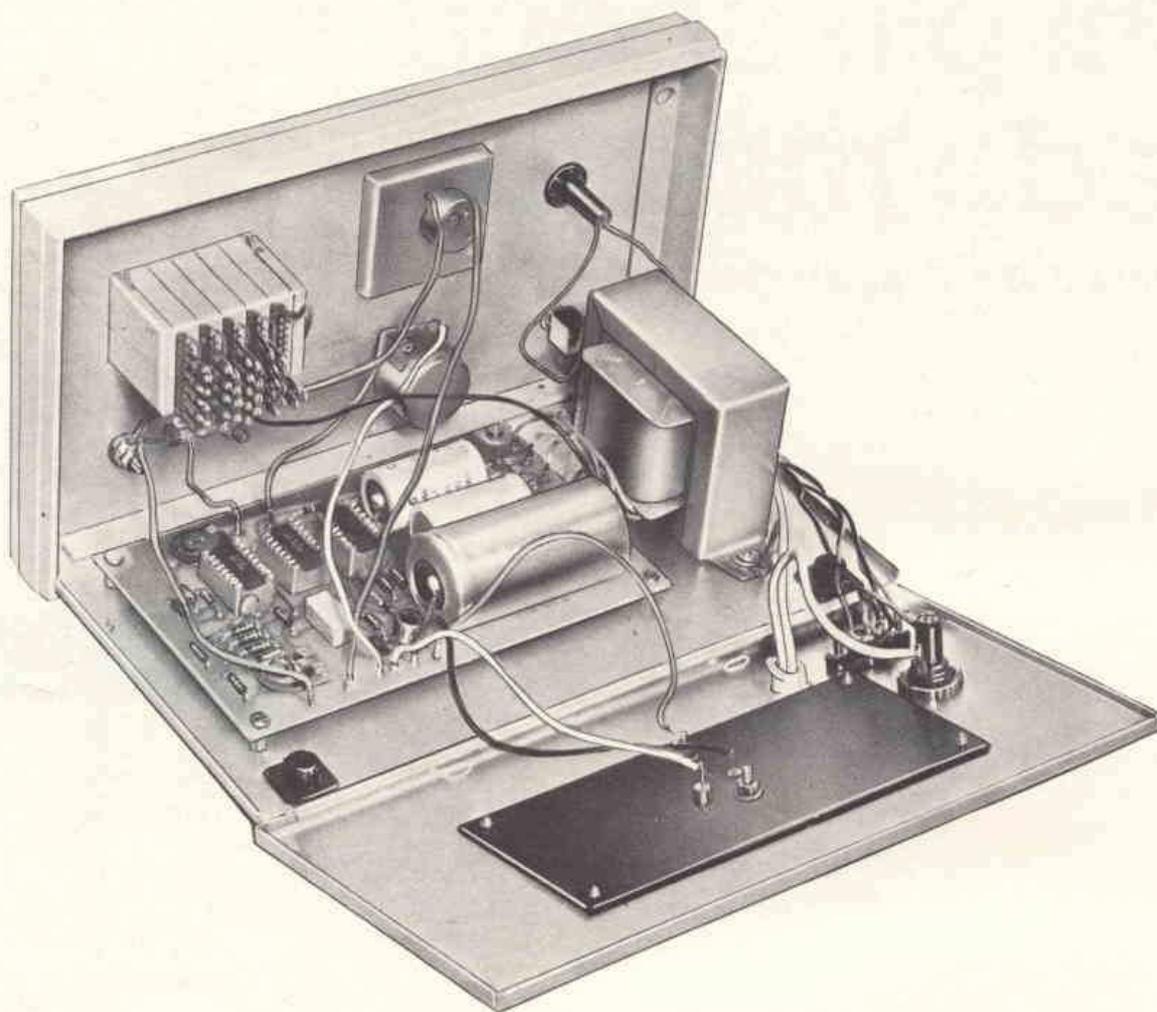


Fig. 5 - Vista interna dell'UK 817 a montaggio ultimato.

vocare 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
- 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 elettrico, 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 cambiatensioni
- il fusibile di rete
- il transistor di potenza con relativo dissipatore termico.

Le scatole di montaggio AMTRON sono reperibili presso tutti i punti di vendita ABC.