

In questo articolo presentiamo una delle più recenti realizzazioni HIGH-KIT che per efficienza, praticità e basso costo non trova corrispondenti in commercio. Si tratta di un voltmetro elettronico a transistori di facile realizzazione progettato in modo scrupoloso.



# voltmetro elettronico

**T** utilità, o meglio la necessità, di poter disporre di un voltmetro elettronico è intuitiva. Infatti, solo attraverso un simile strumento è possibile misurare tensioni senza alterare apprezzabilmente le caratteristiche del circuito analizzato. Questa qualità deriva dal fatto che il voltmetro elettronico presenta una resistenza d'ingresso elevata. In tutte le misure inerenti la radio, la televisione ed in genere tutto il campo elettronico, il voltmetro elettronico è certamente di gran lunga superiore ai comuni voltmetri per correnti alternate e continue. Fino ad oggi questo strumento veniva realizzato con circuiti a valvola.

Il principio basilare su cui si fonda il funzionamento di un tale strumento è quello di un circuito a

ponte di triodi e di resistenze catodiche, dal cui squilibrio si ricava la corrente del microamperometro. L'UK 475 è un voltmetro elettronico a transistor FET che, oltre a possedere una stabilità superiore rispetto al tradizionale strumento a valvola, presenta una alimentazione effettuata con una pila da 9 V che gli consente di essere indipendente dalla rete e quindi di non risentire degli effetti che essa introduce sulla stabilità dell'indice e di conseguenza sulle misure.

Questo voltmetro elettronico riunisce tutte quelle prerogative, quali sensibilità, risposta di frequenza, ed alta impedenza d'ingresso, necessarie per le operazioni di collaudo, riparazione di tutti gli apparecchi elettronici.

## CARATTERISTICHE TECNICHE

**Tensioni continue:** da 20 mV a 300 Vc.c. in 6 portate con i seguenti valori di fondo scala: 1-3-10-30-100-300 V

**Impedenza d'ingresso:** 22 M $\Omega$

**Tensioni alternate:** da 100 mV a 300 Vc.a. in 6 portate con i seguenti valori di fondo scala: 1-3-10-30-100-300 V

**Impedenza d'ingresso:** 1,5 M $\Omega$

**Larghezza di banda per misura c.a. senza sonda a RF:** da 20 Hz a 1 MHz

**Larghezza di banda per misura c.a. con sonda a RF:** da 10 kHz a 250 MHz

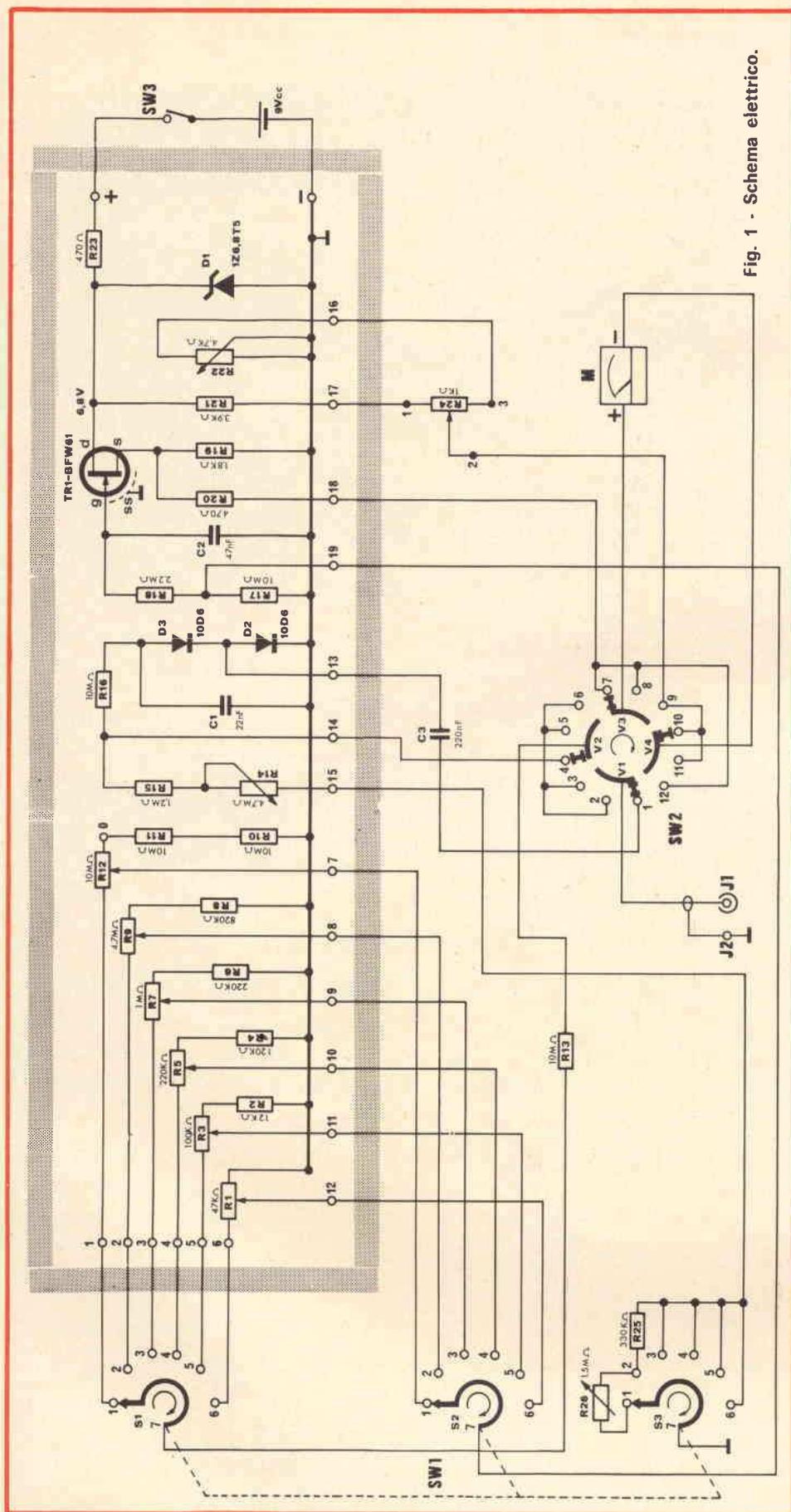


Fig. 1 - Schema elettrico.

- Tensioni misurabili con sonda a RF: da 50 mV a 50 Vp.p.
- Misure di livello: da -20 a +50 dB
- Transistor FET impiegato: BFW61
- Diodi impiegati: 2 × 10 D6
- Diodo zener impiegato: 1Z6,8T5
- Alimentazione: pila da 9 V

### DESCRIZIONE DEL CIRCUITO

Lo schema elettrico di questo strumento è visibile in fig. 1 e come si rileva la tensione da misurare alternata o continua, positiva o negativa, applicata all'ingresso — presa J1 — mediante il puntale, giunge alla via V1 del commutatore delle funzioni SW2, con il quale si predispone il voltmetro adatto per la tensione da misurare. Il puntale contiene una resistenza in serie da 8,2 MΩ, per la misura delle tensioni continue, che assolve la funzione di disaccoppiare il circuito in esame dallo strumento e che viene cortocircuitata durante le misure delle tensioni alternate.

Il circuito di misura delle tensioni continue è sostanzialmente costituito da sei partitori di tensione dei quali, di volta in volta, viene inserito quello adatto alla portata che interessa la misura, mediante il settore S1 del commutatore SW1.

Tramite il settore S2 viene prelevata una parte della tensione applicata ad ogni partitore e inviata al transistor TR1. Ogni partitore di tensione è dotato di un resistore variabile allo scopo di poter tarare il voltmetro su ogni portata.

Il circuito per la misura della tensione alternata in  $V_{eff}$ , è concettualmente identico a quello per la misura delle tensioni continue, preceduto ovviamente da un circuito raddrizzatore. Questo è costituito dai diodi D2 e D3 collegati a duplicatore di tensione che consente di caricare il condensatore C1, di uscita del rivelatore, ad una tensione doppia di quella del valore massimo della tensione d'ingresso. Il circuito del FET TR1 nella configurazione a «cathode follower», è

quello classico del ponte a resistenza. La condizione di equilibrio, cioè lo zero del ponte, è ottenuta per il tramite del potenziometro R24 che in una determinata posizione annulla ogni passaggio di corrente sulla diagonale del ponte. Allorché una tensione viene applicata alla gate G del FET fluisce una corrente proporzionale allo sbilanciamento e quindi alla tensione suddetta. Per rendere lo strumento insensibile a qualsiasi differenza di potenziale è stato impiegato il diodo zener D1.

## MECCANICA DELLO STRUMENTO

Meccanicamente il voltmetro elettronico si compone di due parti e precisamente:

- 1) Pannello frontale su cui trovano posto lo strumento indicatore M, il commutatore di portata SW1, il commutatore per le funzioni SW2, la presa miniatura J1, la boccola J2, l'interruttore rotativo SW3 e il potenziometro per la calibrazione R24.
- 2) Circuito stampato su cui sono montati i componenti, che viene fissato direttamente allo strumento indicatore M. Inoltre, l'intero montaggio deve essere racchiuso in una apposita custodia ed allo scopo ben si presta il tipo G. B. C. OO/0946-01 ben conosciuto, da tutti coloro che seguono le realizzazioni HIGH-KIT.

## MONTAGGIO MECCANICO ED ELETTRICO

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

### I FASE - Montaggio dei componenti sul circuito stampato - fig. 3

Per facilitare il montaggio la fig. 3 mette in evidenza dal lato bachelite la disposizione di ogni componente.

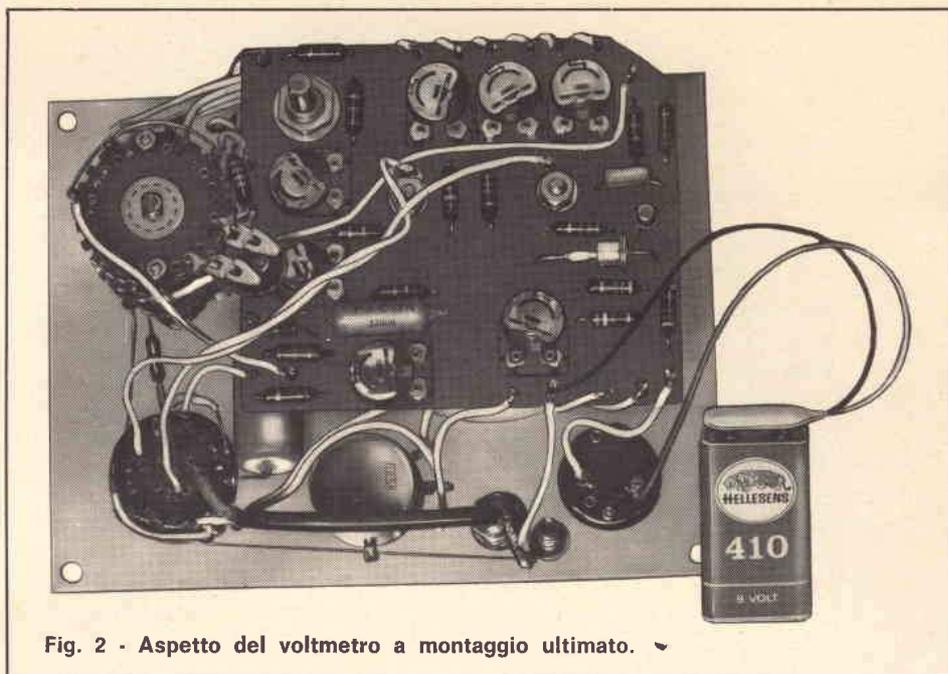
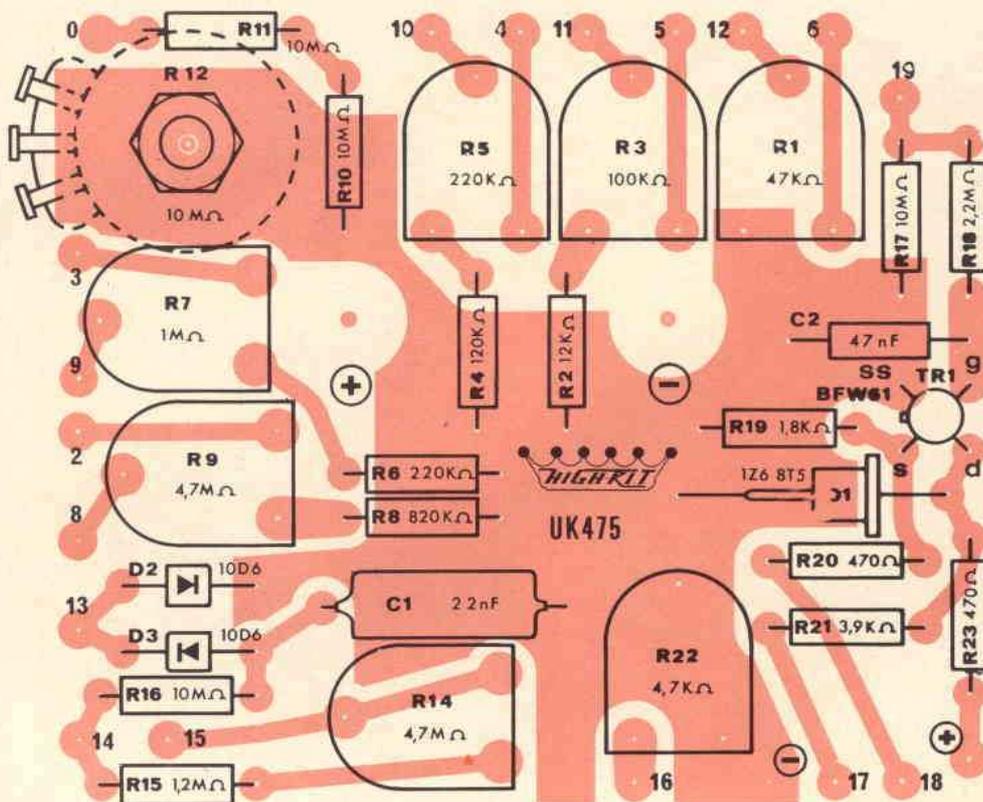


Fig. 2 - Aspetto del voltmetro a montaggio ultimato. ▽

- Montare 20 ancoraggi indicati con (+) (-) 0-2-3-4-5-6-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19 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 e i condensatori 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.



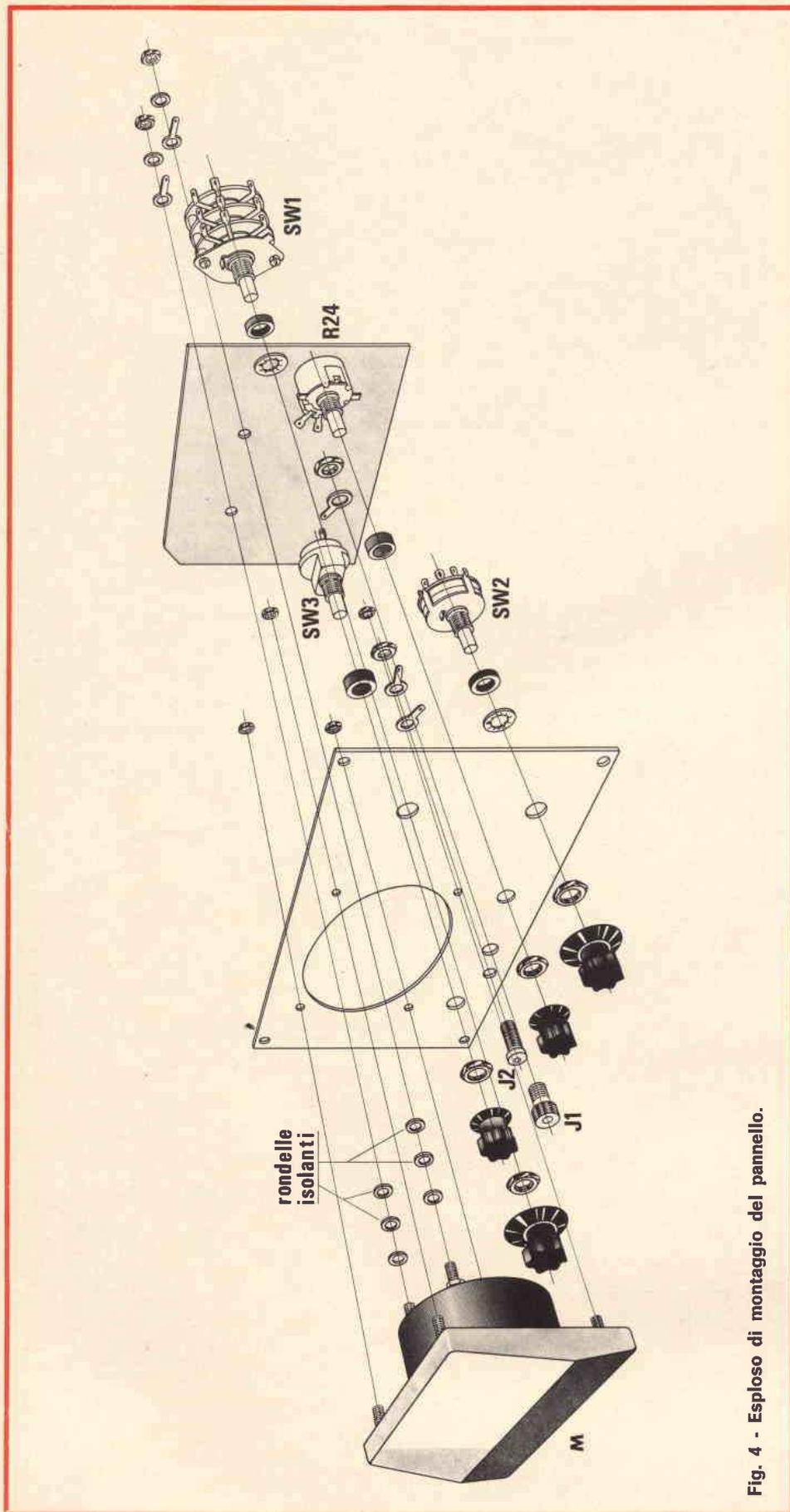


Fig. 4 - Esploso di montaggio del pannello.

- Montare i potenziometri semi-fissi inserendone i terminali nei rispettivi fori - saldare e tagliare i terminali che superano i 2 mm dal piano del rame.

- Montare i diodi D2-D3 piegandone i terminali e inserendoli nei rispettivi fori in modo da portare il loro corpo a circa 5 mm dal piano della bachelite - saldare e tagliare i terminali che superano i 2 mm dal piano del rame.

- Montare il diodo D1 piegandone i terminali e inserendoli nei rispettivi fori in modo da portare il corpo aderente alla bachelite - saldare e tagliare i terminali che superano i 2 mm dal piano del rame.

- Montare il potenziometro R12 orientandolo secondo il disegno, mettere la rondella distanziatrice, inserire la bussola nel foro da 10 mm e avvitare il dado fino al bloccaggio.

- Montare il transistor TR1 orientandolo secondo il disegno, inserire i terminali nei rispettivi fori in modo da portare la base a circa 5 mm dal piano della bachelite - saldare e tagliare i terminali che superano i 2 mm dal piano del rame.

#### II FASE - Montaggio del pannello frontale

##### Montaggio delle parti staccate - fig. 4

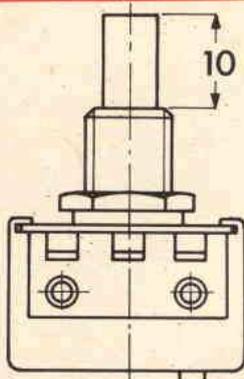
- Montare il commutatore di portata SW1 orientandolo secondo il disegno. Interporre fra commutatore e pannello la rondella distanziatrice del  $\varnothing$  di  $15 \times 3$  mm, la rondella elastica e avvitare il dado.

- Montare il commutatore per le funzioni SW2 orientandolo secondo il disegno. Interporre fra commutatore e pannello la rondella distanziatrice da  $15 \times 3$  mm, la rondella elastica e avvitare il dado.

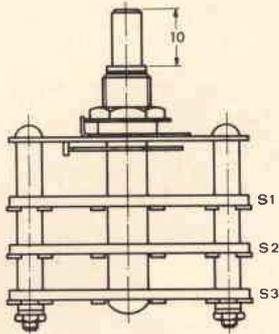
- Montare il potenziometro R24 orientandolo secondo il disegno. Interporre fra potenziometro e pannello la rondella distanziatrice da  $15 \times 6$  mm e avvitare il dado.

- Montare la presa miniatura J1 con relativo terminale.

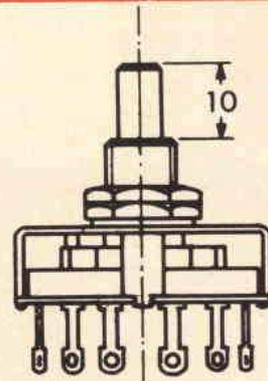
- Montare la boccola J2 mettendo sotto il dado due terminali - saldare detti terminali a quello della presa J1.



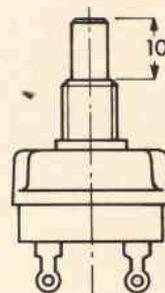
Modifica da apportare ai perni dei potenziometri R24 e R12.



Modifica da apportare al perno del commutatore SW1.



Modifica da apportare al perno del commutatore SW2.



Modifica da apportare al perno dell'interruttore rotativo SW3.

● Montare l'interruttore rotativo SW3. Interporre fra interruttore e pannello la rondella distanziatrice da 15 x 6 mm e avvitare il dado.

● Collegare con uno spezzone di filo rigido nudo del  $\varnothing$  di 0,7 mm e di lunghezza cm 20 i terminali delle prese J1 e J2, la linguetta del potenziometro R24, le basi metalliche dei commutatori SW2 SW1 e il terminale 7-S3 del commutatore SW1.

● Montare lo strumento indicatore M.

● Montare il circuito stampato allo strumento. Interporre fra ogni vite dello strumento e il circuito stampato una rondella metallica e due rondelle isolate, mettere i terminali e avvitare i dadi.

● Ruotare l'albero dell'interruttore SW3 in senso antiorario — aperto — montare la manopola con l'indice rivolto su OFF indicato sul pannello.

● Ruotare l'albero del potenziometro R24 in senso antiorario fino a portarlo a zero. Montare la manopola con l'indice rivolto sull'estremo sinistro del cerchietto indicato sul pannello.

● Ruotare il commutatore SW2 in senso antiorario fino a portarlo sulla prima posizione. Montare la manopola con l'indice rivolto su AC indicato sul pannello.

● Ruotare il commutatore SW1 in senso antiorario fino a portarlo alla prima posizione. Montare la manopola con l'indice rivolto su 1 V indicato sul pannello. Collegare fra loro i terminali 2-3-5-6 del

commutatore SW2 con uno spezzone di filo rigido nudo del  $\varnothing$  di 0,7 mm. Collegare fra loro anche i terminali 9-10-11 e i terminali 7-8-12.

Collegare fra loro i terminali 3-4-5-6-S3 del commutatore SW1. Collegare con uno spezzone di filo l'ancoraggio 0 del circuito stampato e il terminale in alto del potenziometro R12. Per questi collegamenti vedere fig. 5.

### III FASE - Cablaggio: fig. 5 - Tab. 1

● Collegare la presa polarizzata con il terminale nero all'ancoraggio (-) del circuito stampato e il terminale rosso + all'altro terminale dell'interruttore SW3.

● Collegare la presa miniatura J1 con il commutatore SW2 con uno spezzone di cavo schermato unipolare della lunghezza di cm 12 e del  $\varnothing$  di 4,5 mm.

### PRECAUZIONI E CONSIGLI DI MONTAGGIO

*Togliere per una lunghezza di cm 2 la guaina mettendo a nudo la calza metallica — schermo — senza tagliarla. Spingere indietro la calza facendo allargare le maglie. Da una apertura che si sarà prodotta tra una maglia e l'altra estrarre il conduttore isolato interno, spellare l'estremità per circa 5 mm e saldarla al punto centrale della presa miniatura J1. Saldare la calza al capocorda. Preparare l'altra estremità del cavo con il medesimo procedimento. Saldare l'estremità del conduttore interno al terminale V1 del commutatore SW2 e la calza alla base metallica di esso.*

Dopo la costruzione e un minuzioso controllo del circuito e una verifica d'isolamento nei punti più critici, bisogna provvedere ad un accurato collaudo.

### COLLAUDO

- 1) Regolare R24 mediante la manopola portando questa con l'indice rivolto sullo 0 indicato sul pannello.
- 2) Commutare SW2 in posizione +DC.
- 3) Commutare SW1 sulla portata di 1 V.c.c.
- 4) Ruotare R1-R3-R5-R7-R9-R12 in senso antiorario.
- 5) Ruotare R14-R22 in modo da portare il cursore in posizione centrale.
- 6) Mettere l'indice dello strumento in corrispondenza della graduazione 0 a sinistra della scala mediante la vite.
- 7) Collegare la pila da 9 V e accendere l'apparecchio mediante l'interruttore SW3. Dopo l'accensione osservare lo spostamento dell'indice. Se questo av-

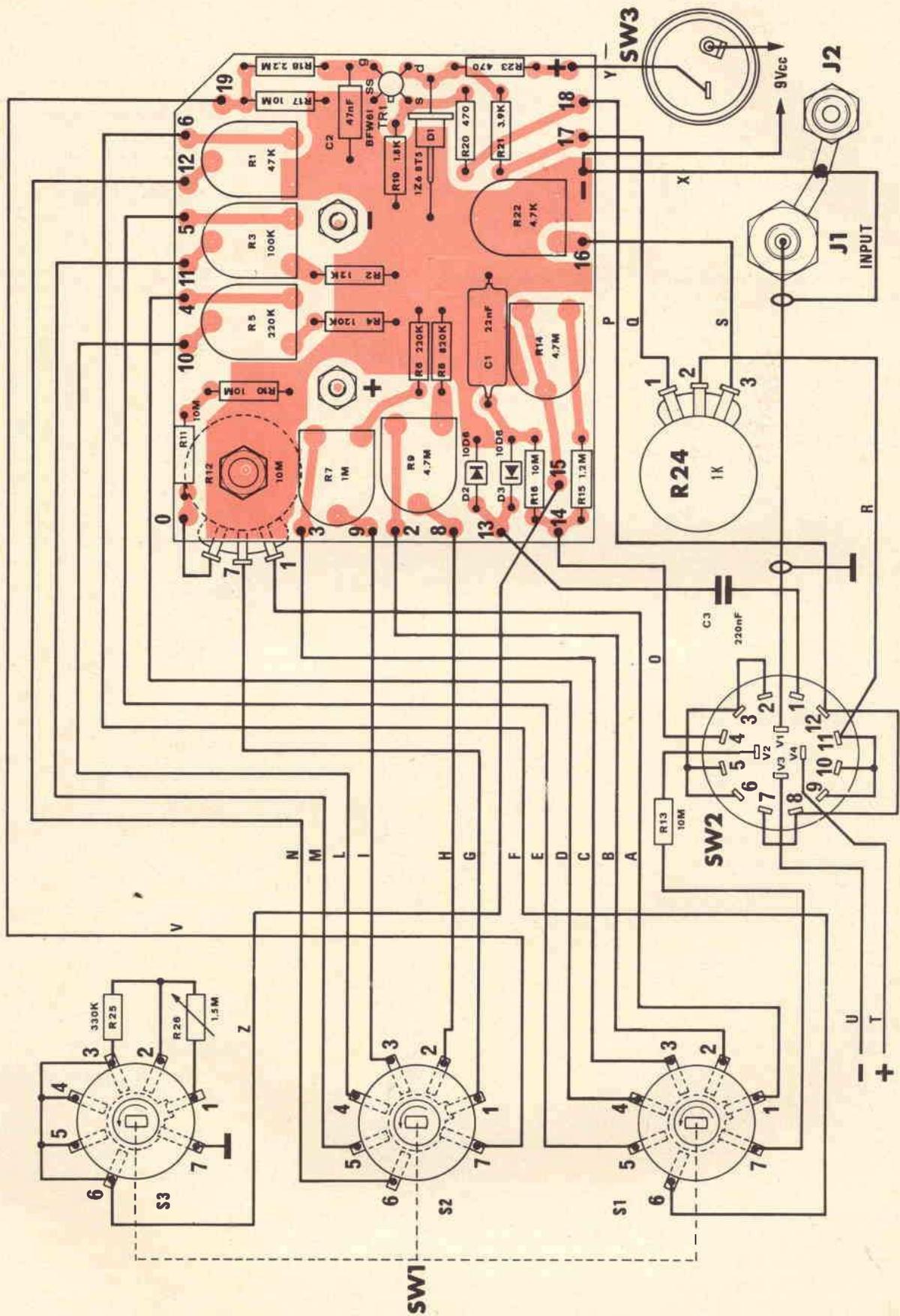


Fig. 5 - Cablaggio fra circuito stampato e componenti esterni.

TABELLA I

CONDUTTORE	LUNGHEZZA cm	COLLEGA- MENTO	COMPONENTI DA COLLEGARE
trecciola isolata	5,5	A	terminale 1 S1 del commutatore SW1 e terminale 1 del potenziometro R12
trecciola isolata	3	B	terminale 2 S1 del commutatore SW1 e ancoraggio 2 del circuito stampato
trecciola isolata	3	C	terminale 3 S1 del commutatore SW1 e ancoraggio 3 del circuito stampato
trecciola isolata	9	D	terminale 4 S1 del commutatore SW1 e ancoraggio 4 del circuito stampato
trecciola isolata	13	E	terminale 5 S1 del commutatore SW1 e ancoraggio 5 del circuito stampato
trecciola isolata	16	F	terminale 6 S1 del commutatore SW1 e ancoraggio 6 del circuito stampato
trecciola isolata	7	G	terminale 1 S2 del commutatore SW1 e terminale 7 del potenziometro R12
trecciola isolata	2	H	terminale 2 S2 del commutatore SW1 e ancoraggio 8 del circuito stampato
trecciola isolata	2	I	terminale 3 S2 del commutatore SW1 e ancoraggio 9 del circuito stampato
trecciola isolata	9	L	terminale 4 S2 del commutatore SW1 e ancoraggio 10 del circuito stampato
trecciola isolata	12	M	terminale 5 S2 del commutatore SW1 e ancoraggio 11 del circuito stampato
trecciola isolata	13	N	terminale 6 S2 del commutatore SW1 e ancoraggio 12 del circuito stampato
trecciola isolata	3	O	terminale 4 del commutatore SW2 e ancoraggio 14 del circuito stampato
trecciola isolata	12	P	terminale 12 del commutatore SW2 e ancoraggio 18 del circuito stampato
trecciola isolata	7	Q	terminale 1 del potenziometro R24 e ancoraggio 17 del circuito stampato
trecciola isolata	10	R	terminale 2 del potenziometro R24 e terminale 11 del commutatore SW2
trecciola isolata	6	S	terminale 3 del potenziometro R24 e ancoraggio 16 del circuito stampato
trecciola isolata	13	T	terminale V4 del commutatore SW2 e terminale + dello strumento M
trecciola isolata	15	U	terminale V3 del commutatore SW2 e terminale — dello strumento M
trecciola isolata	15	V	terminale 7 S2 del commutatore SW1 e ancoraggio 19 del circuito stampato
trecciola isolata	7	Z	terminale 6 S3 del commutatore SW1 e ancoraggio 15 del circuito stampato
trecciola isolata	5	X	ancoraggio — del circuito stampato e terminali delle prese J1 e J2
trecciola isolata	5	Y	ancoraggio + del circuito stampato e un terminale dell'interruttore SW3

Collegare la R13 fra V2 del commutatore SW2 e il terminale 7-S1 del commutatore SW1. Collegare la R25 fra i terminali 2-3 S3 del commutatore SW1 e la R26 - resistore variabile - fra i terminali 1 - 2.

viene verso il fondo scala, cioè a destra, regola R22 in senso orario fino a portarlo alla graduazione 0 della scala, viceversa regolare R22 in senso antiorario se l'indice si trova a sinistra dello 0.

Lasciare il voltmetro in funzione per un tempo di circa 30 secondi affinché il FET si stabilizzi e raggiunga la temperatura di lavoro; a questo punto procedere ad una più accurata azzeratura, sempre attraverso la regolazione di R22, perché senz'altro l'indice si sarà spostato di qualche linea.

- 8) Collegare il cavetto di massa nella boccola J2 e il puntale UK 565 A alla presa miniatura J1 dello strumento. Predisporre il puntale per misure di tensioni continue in modo che la R1 da 8,2 MΩ sia inserita. Fatto ciò si provvede di un'alimentatore dal quale si possano prelevare tensioni continue 1-3-10-

30-100-300 Vc.c. e 1-300 Vc.a. per la taratura. Allo scopo potrebbe essere utile disporre di

un apparecchio radio a valvole dal quale a monte del filtro si possa ricavare una tensione

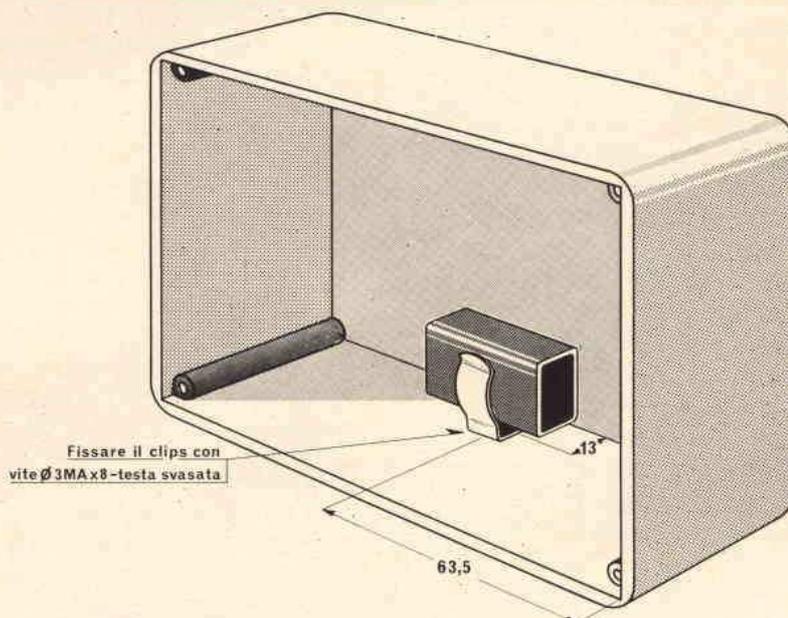


Fig. 6 - Cablaggio della pila all'interno del contenitore.

**TABELLA II**

Operazioni N°	Controllo con il voltmetro campione regolare per il valore di	Posizione del commutatore di portata	Posizione del commutatore delle funzioni	Regolare in senso orario il potenziometro semifisso	Posizioni che deve assumere l'indice dello strumento
I	1Vc.c.	1V	+DC	R12	1V
II	3Vc.c.	3V	+DC	R9	3V
III	10Vc.c.	10V	+DC	R7	10V
IV	30Vc.c.	30V	+DC	R5	30V
V	100Vc.c.	100V	+DC	R3	100V
VI	300Vc.c.	300V	+DC	R1	300V

**TABELLA III**

Operazioni N°	Controllo con il voltmetro campione regolare per il valore di	Posizione del commutatore di portata	Posizione del commutatore delle funzioni	Regolare in senso orario il potenziometro semifisso	Posizioni che deve assumere l'indice dello strumento
VII	300Vc.a.	300V	AC	R14	300V
VIII	1Vc.a.	1V	AC	26	1V

massima di 300 Vc.c. e dal secondario ad alta tensione i 300 Vc.a. necessari. Disponendo di tale apparecchio si collega un potenziometro da 1 M $\Omega$ -2 W fra la massa dell'apparecchio e il massimo positivo della tensione anodica, e si preleva la tensione per ogni singola portata da tarare fra la massa e il cursore del potenziometro dopo averla calibrata con uno strumento a disposizione, dal quale corrisponderà la precisione di fondo scala di ogni singola portata da tarare. Per la taratura di 1 Vc.a. la tensione di riferimento può essere prelevata dai filamenti delle valvole. La tabella II espone chiaramente le operazioni da eseguire per la taratura delle portate da 1 a 300 Vc.c. La tabella III espone le operazioni da eseguire per la taratura delle portate 1 Vc.a. e 300 Vc.a. Predisporre il puntale per misure di tensioni alternate.

#### REGOLE PER L'USO DEL VOLTMETRO ELETTRONICO UK 475

Osservando alcune semplici regole per l'uso del voltmetro elettronico UK 475 si possono prevenire danni allo strumento preservandolo e prolungando la sua durata. Queste regole vengono elencate qui di seguito:

- 1) Quando si misurano tensioni continue o alternate, commutare sempre prima lo strumento sulla scala a più alta tensione, poi commutare sulle scale a tensione più bassa sino a che il valore sconosciuto sia indicato un po' oltre il centro della scala.
- 2) Verificare la posizione del commutatore delle funzioni prima di toccare con i puntali il circuito da esaminare.
- 3) Durante periodi lunghi di misura, è bene verificare la messa a zero (CAL).

- 4) E' buona regola lasciare lo strumento commutato sulla scala 300 V quando non si usa.
- 5) Toccare fra loro le punte dei puntali per tensioni alternate dopo aver effettuato misure su circuiti a corrente alternata nei quali sia presente anche una tensione elevata a corrente continua. Il condensatore di accoppiamento del voltmetro si carica per effetto di detta componente continua e può causare la «scossa» se i due puntali venissero casualmente toccati dall'operatore. Il contatto delle punte scarica la capacità.

#### CONCLUSIONE

Seguendo scrupolosamente le indicazioni fornite ed adottando le poche precauzioni elencate, ogni fase costruttiva, di collaudo, e di impiego, risulterà estremamente semplice; il che consentirà anche ai meno esperti di poter disporre di uno strumento validissimo e certamente indispensabile in molte occasioni.