

di M. Calvi

# CONVERTITORE TESTER VOLTMETRO ELETTRONICO

**M**algrado che innumerevoli voci abbiano cantato il "De profundis" al comune tester analogico, in pratica lo strumento è ben lungi dall'andare verso una rapida estinzione, ed infatti lo si vende ancora benissimo, e lo si scorge sul banco di ogni riparatore o sperimentatore. La longevità del misuratore "a lancetta" ha molte giustificazioni.

Costa relativamente poco, ha un gran numero di portate, chiunque lo sa impiegare, e fatto sorprendente, in certi casi presenta dei vantaggi rispetto all'analogico digitale. Mettiamo, ad esempio, che si voglia allineare un ricevitore; in questo caso lo strumento sarà collegato all'uscita, mentre si ruotano nuclei e compensatori. Ebbene, se s'impiega un "DVM" (misuratore digitale), in questo caso si vedranno dei numerini che scorrono con grande velocità e servirebbe una doppia vista per fare un buon lavoro: una per scrutare l'indicazione, l'altra per osservare dove si ficca il cacciavite. Con l'impiego del normale tester, al contrario, l'indice che devia verso fondo scala, o torna all'inizio della scala può essere seguito con la "coda dell'occhio" senza una soverchia attenzione e fornisce un'indicazione quantitativa che è tutto quel che serve.

---

**Il comune tester analogico, pur subendo la "concorrenza" del multimetro digitale, grazie al suo basso costo, alla facilità d'impiego e probabilmente all'abitudine (!) continua ad essere il sistema per misurazioni generiche più utilizzato dal professionista dell'elettronica e dallo sperimentatore. Ha molte lacune, ma un solo vero e proprio serio handicap: la sua bassa resistenza interna non consente di effettuare misure in tensione su circuiti ad alta impedenza, a meno che invece di vere e proprie misure non ci si accontenti di rudimentali indicazioni del tipo "vi è tensione, non v'è". Presentiamo qui un intelligente modulo d'interfaccia che consente d'impiegare il buon-vecchio-tester come se fosse un sofisticato (e costoso) voltmetro elettronico munito di un'impedenza d'ingresso di 10 M $\Omega$ , ad alta precisione.**

---

Altrettanto per studiare una tensione di C.A.V. o C.A.G. mentre si effettuano le regolazioni necessarie caso per caso.

In questi casi, però, l'utilità del tester analogico è diminuita dalla sua bassa impedenza d'ingresso; non lo si può collegare dove si vuole, ma si deve trovare un punto di misura dove non sovraccarichi il circuito.

Il valore di 20.000  $\Omega$  per V, presentato dalla stragrande maggioranza dei multi-

metri analogici, rappresenta infatti una seria turbativa per sistemi che abbiano una resistenza di alcuni mega ohm; effettuando il parallelo tra le due resistenze, esterna ed interna, come avviene al momento della misura, non si può sperare che la tensione ai capi rimanga identica; al contrario si leggerà un "qualcosa" che non è sicuramente *il vero*. In certe prove, peraltro infrequenti, ci si può accontentare anche di "cenni

d'indicazione" invece che di misure, ma non a caso l'elettronica è una scienza esatta; per le grandi approssimazioni vi è poco spazio!

Ad esempio, sapere che un transistor MOSFET è polarizzato, ha un certo interesse, ma è ben più utile sapere che la polarizzazione è giusta!

Tratteremo ora un sistema che consente di annullare lo svantaggio della bassa impedenza, quindi di utilizzare il tester come se fosse un costoso sistema "attivo" elettronico con ingresso a MOSFET e di effettuare tutte le misure che si vogliono su ogni sorta di circuito, conservando l'utilità predetta della lettura ad indice.

Il dispositivo è in pratica una specie di convertitore d'impedenza in c.c., e l'ingresso ha il bel valore di 10 Mega Ohm, classico per voltmetri elettronici digitali e non. Fatto non meno importante, il nostro "convertitore" non limita le portate del tester servito, ma al contrario le *augmenta* consentendo di dividerle per 10 e moltiplicarle per 10.

Ultimo fatto, ma non come importanza, il convertitore ha un prezzo modestissimo, adeguato a quello del tester; non è uno di quegli "accessori" che sembrano interessantissimi sin che non si scorge la quotazione, l'importo.

Il circuito elettrico del dispositivo è basato su di un amplificatore operazionale molto interessante, lo LF13741, che comprende in sé le ben note ottime caratteristiche del celebre "741" impedenza d'ingresso elevatissima, ottenuta con l'impiego di elementi FET integrati nei primi stadi.

Osserviamo lo schema nei dettagli: figura 1.

La tensione da misurare è applicata al partitore che comprende tutti gli elementi resistivi da R1 a P2. Il sistema presenta in tutte le portate un'impedenza di 10 MΩ, quindi dal circuito sottoposto ad analisi si assorbono delle correnti davvero infime, pochi pA, ed in tal modo i valori misurati saranno sempre precissimi.

L'ingresso dell'amplificatore operazionale, logicamente è in parallelo al partitore, ma l'impedenza relativa è dell'ordine di 500 GΩ, quindi estremamente più grande, ed il vero valore del dispositivo rimane quello indicato; in pratica, 10 MΩ.

Dal partitore, si ricavano dei valori di tensione proporzionali all'ingresso, che

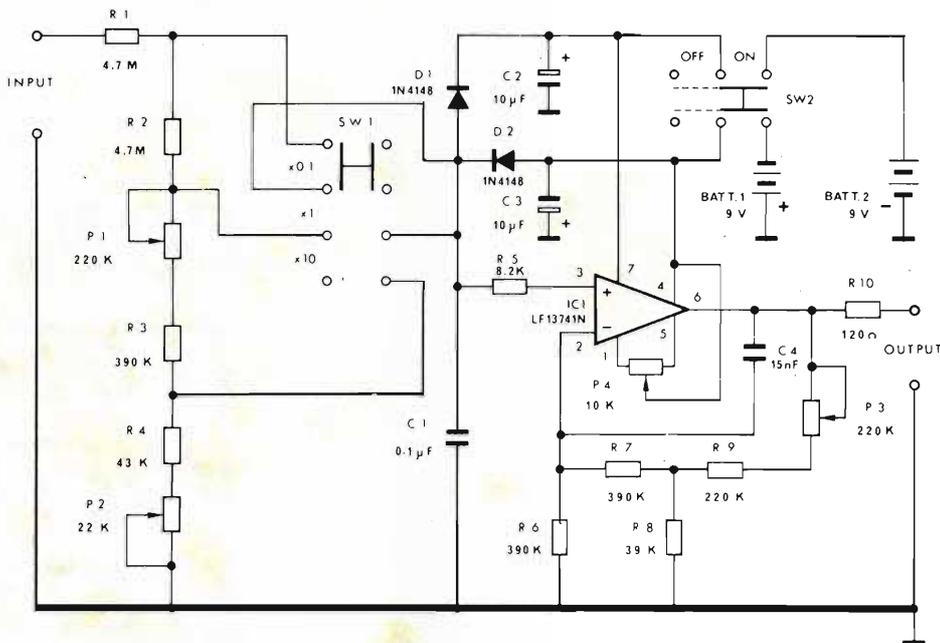


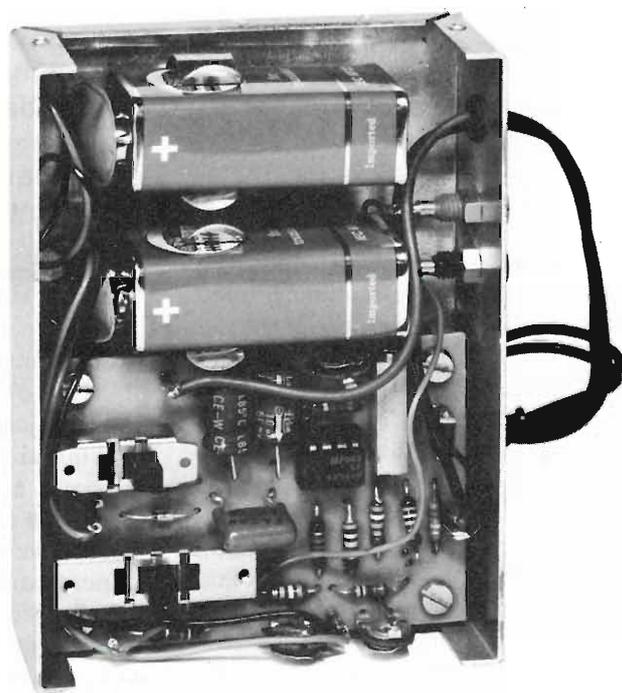
Fig. 1 - Schema elettrico del convertitore tester-voltmetro impiegante il circuito integrato LF13741N.

hanno un rapporto di 0,1 - 1 - 10 rispetto all'uscita. Tali valori sono selezionati tramite SW1.

Poichè le resistenze hanno sempre una certa tolleranza che potrebbe influire sulla precisione delle misure, sono previsti i potenziometri P1 e P2 che servono a tarare la scala per campionamento ed a compensare le tolleranze. La tensione ottenuta dal partitore è appli-

cata agli ingressi dell'amplificatore operazionale IC1. Questo, mediante la rete di reazione, P3, R8, R9, R7, R6 è fatto lavorare con un guadagno  $G = 20$ , e con l'impedenza d'ingresso già indicata di 500 GΩ.

Il guadagno offerto dall'IC1, in pratica, è combinato con l'attenzione dovuta al partitore d'ingresso, quindi, nella posizione "X 0,1" dello SW1 la tensione



Vista interna del convertitore tester dell'Amtron UK 433 in vendita presso le sedi G.B.C.

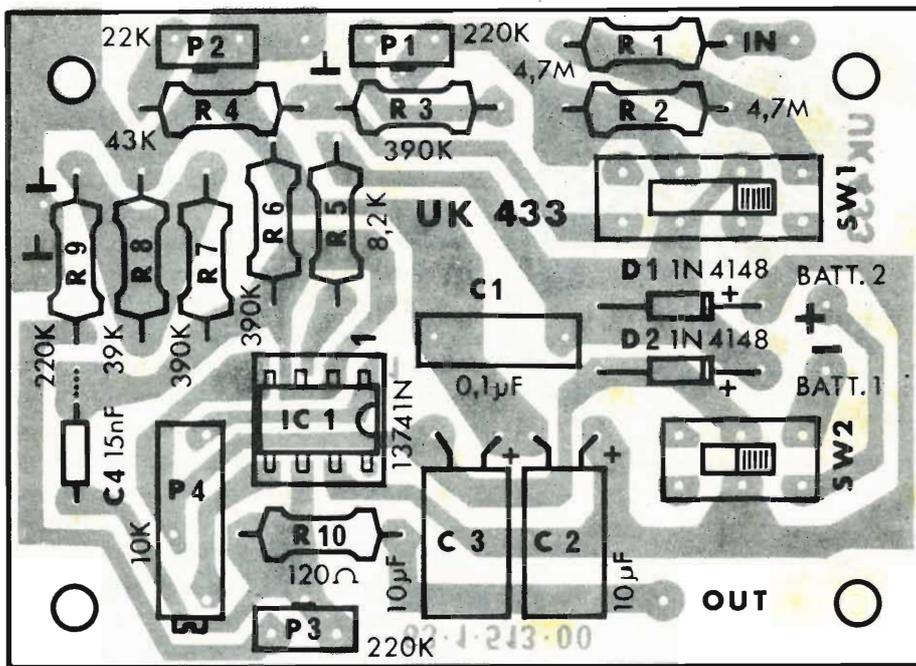


Fig. 2 - Disposizione dei componenti sulla basetta dell'UK433.

d'ingresso apparirà all'uscita amplificata dieci volte, cosicché il valore del fondo-scala del tester connesso all'uscita dovrà essere diviso per 10, e così per tutte le letture intermedie.

Nella posizione "X 1" il valore all'ingresso ed all'uscita sarà eguale, quindi il circuito funzionerà come un trasformatore d'impedenza "puro".

Nella posizione "X 10" il valore di fondo-scala del tester dovrà essere moltiplicato per 10 e naturalmente, così per tutte le letture intermedie.

Il vantaggio di avere, oltre all'alta impedenza, anche la moltiplicazione e la divisione delle portate per 10 è evidente; se il tester impiegato prevedeva, mettiamo, sei portate in c.c., con questo dispositivo allarga la gamma di misura ad altre sei valori di fondo-scala dieci volte più piccoli ed altrettanti dieci volte più grandi: come dire a *diciotto* portate reali.

In tal modo, non solo si amplia la possibilità di misura del tester, ma si possono avere anche delle letture *più accurate*. Spesso, o quasi sempre, infatti, gli strumenti ad indice esibiscono una precisione migliore verso il centro o i due terzi della scala e se si possono far coincidere le letture con queste zone, si ha uno scarto minore; ad esempio dal 5% al 2%. Il che non è privo d'interesse, quando si tratta di misurazioni abbastanza critiche.

Torniamo al circuito nel complesso. I condensatori C3 e C4 servono per eliminare i disturbi che possono essere raccolti all'ingresso a causa dell'impedenza tanto elevata.

Il trimmer R4 cancella l'*offset*, ovvero azzera l'indicazione all'uscita con i puntali in cortocircuito.

I diodi D1 e D2 formano un circuito di protezione per lo strumento, che in tal modo sopporta anche sovratensioni sino a 500 V, continue ed alternate.

L'alimentazione del convertitore è "duale"; utilizza una coppia di pile, e la massa generale corrisponde al positivo della B1 ed al negativo della B2.

Lo SW2 è l'interruttore generale, ovviamente doppio.

La figura 2 mostra il circuito stampato del dispositivo, che è molto semplice da completare. Si monteranno per prime le resistenze, quindi i diodi, poi i condensatori (facendo attenzione alla polarità degli elettrolitici), poi ancora i trimmer P1, P2, P3, lo zoccolo del circuito integrato ed il trimmer multigiri P4. Quest'ultimo, come si vede, deve avere la vite di comando rivolta all'esterno dello stampato per una facile regolazione. Il tutto sarà ultimato montando SW1 ed SW2, ed inserendo l'IC nel suo zoccolo, con il verso indicato nella figura, cioè con lo scalfio diretto verso il centro dello stampato.

La basetta dovrà essere sottoposta ad un attento controllo; si rivedranno tutti i valori, le polarità, gli orientamenti.

Sul lato-rame, si controlleranno le saldature che devono essere lucide, nient'affatto debordanti verso le piste vicine, sicuramente efficaci.

Una volta rivisto il pannello "sopra e sotto" con tutta la cura che merita, ci si dedicherà al montaggio meccanico (figura 3) ed infine al cablaggio generale (figura 4).

Anche queste due fasi del lavoro dovranno essere ricontrollate con grande pazienza e minuziosità, al termine; se occorre, si deve essere *pignoli*. In elettronica, i meticolosi sono sempre coloro che ottengono i migliori risultati, che non sono costretti a noiose ricerche di guasti e non sprecano denaro in ricambi non necessari. I frettolosi, gli approssimativi, i superficiali, al contrario, sovente mutano hobby dopo molte e caustiche delusioni.

Il nostro consiglio quindi, è di essere *scrupolosi sino alla pedanteria*.

Se, in base ai concetti esposti, il montaggio appare impeccabile, si può passare al collaudo. Si inseriranno le due pile nei supporti e si effettueranno le connessioni.

Per tarare il dispositivo, servono delle tensioni c.c., provenienti da generatori a bassa impedenza (pile o alimentatori).

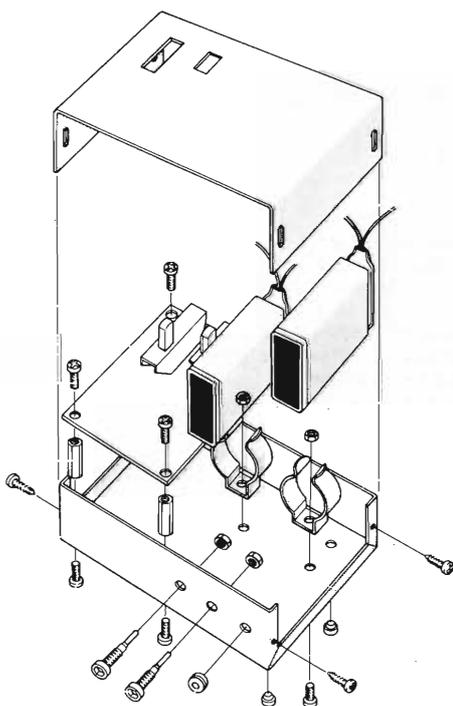


Fig. 3 - Esploso di montaggio meccanico del convertitore.

Le tensioni devono essere molto precise; se quindi s'impiegano delle pile, queste devono essere al mercurio, ed in parallelo è necessario collegare dei potenziometri a filo per regolare accuratamente i valori.

Servirà inoltre un indicatore di tali tensioni che deve avere una precisione di lettura uguale o migliore di quella del tester che s'intende impiegare.

All'inizio della messa a punto, P1, P2 e P3 saranno portati a metà corsa; s'inseriranno le spine dei puntali nella presa d'ingresso e si porranno questi ultimi in corto. Si accenderà il complesso.

All'uscita, si collegherà il tester disponibile nella portata più sensibile in Vc.c. (per esempio 100 mVc.c. a fondo-scala).

Se il tester manifesta un sovraccarico, s'impiegherà una portata superiore (250 mVc.c. o simili). In queste condizioni, si deve regolare il P4 sino a che l'indicazione cali e poi si annulli.

In tal modo l'offset è definitivamente cancellato, ma attenzione, perchè l'indice del tester non deve risultare *all'incirca* a zero, ma *proprio sullo zero*, al termine del lavoro, altrimenti le misure successive non potranno mai avere una precisione eccellente, che invece è ottenibile.

Ora, per regolare l'ingresso, ai puntali si applicherà una tensione compresa tra 100 mV e 500 mV, misurata con lo strumento campione, o alla peggio con il tester che si vuole utilizzare. Il tester, sarà poi collegato all'uscita e si sceglierà una portata che faccia ricadere la lettura della tensione scelta verso i due terzi della scala, laddove, come abbiamo detto, la precisione è più elevata. Supponiamo di aver scelto una tensione di 100 mV. Il tester sarà impiegato sul fondo-scala di 150 mV. Si passerà poi alla portata di 1 V fondo scala, si predisporrà il commutatore SW1 su "X 0,1" e si regolerà il P3 sino a leggere nella scala del tester il valore di 1 V, che è esattamente dieci volte quello d'ingresso.

Di seguito si applicherà all'ingresso un valore di tensione (sempre stabile ed accuratissimo, non occorre dirlo!) compreso tra 1 e 5 V e si regolerà il P1 sino a leggere sulla scala del tester la medesima tensione con il commutatore di portata SW1 posto su "X 1".

Si applicherà ora all'ingresso una tensione di 8 V e si regolerà P2 in modo da leggere 0,8 V sulla scala del tester con SW1 nella posizione "X 10". È da nota-

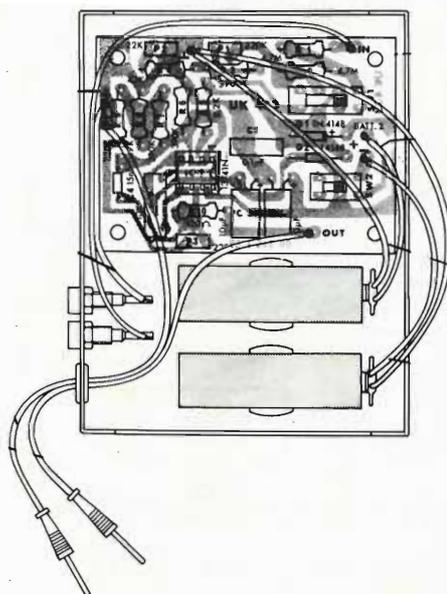


Fig. 4 - Cablaggio generale

re che queste regolazioni determinano la precisione assoluta che si può raggiungere in seguito, quindi devono essere effettuate con grande lentezza, pazienza, escludendo il parallasse median-

te lo specchio presente sulla scala del tester, e con ogni possibile precauzione. Anche se si pensa di aver usato tutta la cura possibile, è bene *rifare* le regolazioni, tutte e tre, una seconda volta.

Una volta che P1, P2 e P3 siano finissimamente regolati, non sarà più necessario ritoccarli in seguito.

Può darsi, invece, che si debba ancora intervenire sul P4, a distanza di tempo, perchè forti differenze nel calore ambientale o altri fattori hanno fatto un po' "slittare" la regolazione dell'offset.

Il convertitore sarà ovviamente inserito tra il tester ed il circuito da misurare e la lettura del fondo scala dovrà sempre essere effettuata valutando il fattore di moltiplicazione o divisione eventualmente introdotto con lo SW1.

Quando il convertitore non è impiegato, ci si deve rammentare di spegnerlo tramite SW2, altrimenti le pile si scaricheranno inutilmente, seppure in un periodo molto prolungato.

Durante l'uso, il contenitore del dispositivo deve sempre essere ben racchiuso, perchè serve anche da schermo contro le influenze parassitarie esterne.

**ELENCO DEI COMPONENTI DELL'UK 433 CONVERTITORE TESTER-VOLTMETRO**

<i>resistori:</i>	
R1-R2	: resist. str. carb. 4,7 M $\Omega$ $\pm$ 5% 0,25 W
R3-R6-R7	: resist. str. carb. 390 k $\Omega$ $\pm$ 5% 0,25 W
R4	: resist. str. carb. 43 k $\Omega$ $\pm$ 2% 0,25 W
R5	: resist. str. carb. 8,2 k $\Omega$ $\pm$ 5% 0,25 W
R9	: resist. str. carb. 220 k $\Omega$ $\pm$ 5% 0,25 W
R8	: resist. str. carb. 39 k $\Omega$ $\pm$ 5% 0,25 W
R10	: resist. str. carb. 120 $\Omega$ $\pm$ 5% 0,25 W
<i>trimmer:</i>	
P1-P3	: trimmer da 220 k $\Omega$
P2	: trimmer da 22 k $\Omega$
P4	: trimmer multigiri da 10 k $\Omega$
<i>diodi:</i>	
D1-D2	: diodi 1N4148
<i>condensatori:</i>	
C2-C3	: cond. elett. 10 $\mu$ F - 16 V mV
C1	: cond. poliestere 0,1 $\mu$ F - 100 V
C4	: cond. poliestere met. 15 nF - 100 V
IC1	: circ. integrato LF13741N
1	: zoccolo per IC 8 piedini
SW1	: deviatore a slitta 2 vie 3 pos.
SW2	: deviatore a slitta 2 vie 2 pos.
2	: clips per batteria
2	: presa polarizzata
CS	: circuito stampato
4	: distanziatori esagonali L = 15
4	: gommini
1	: boccia rossa
1	: boccia nera
1	: spina a banana rossa
1	: spina a banana nera
1	: coppia puntali
7	: ancoraggi per C.S.
10	: viti M3x6
2	: dadi M3
4	: viti autofilettanti 2,9x6,5
cm 15	: trecciola isolata rossa
cm 15	: trecciola isolata nera
1	: confezione stagno