

# SEMPLICE ADATTATORE PER MISURE DI BASSI VALORI DI RESISTENZA CON IL TESTER - di IØXJ Giovanni Paternostro

versione n° 3

[g.paternostro1@virgilio.it](mailto:g.paternostro1@virgilio.it)

Proseguendo con la descrizione degli strumenti autocostruibili con “mezzi OM”, presento ora un semplice adattatore, che agevola la misura di bassi valori ohmici con il tester (preferibilmente digitale).

Nel mio articolo sugli attenuatori avevo accennato al metodo volt-amperometrico, in quanto la misura con l’ohmetro del tester per i bassi valori di resistenza potrebbe risultare poco accurata.

Questo dispositivo, oltre a migliorare l’accuratezza di misura, consente di semplificare i relativi calcoli.



## UN PO' DI STORIA...

William Thomson, Lord Kelvin, scienziato britannico che qui vediamo riprodotto su banconote e francobolli, è noto per la scala della temperaturam che porta il suo nome (Kelvin), per i “contatti Kelvin” e per il ponte di Thomson, adatto per la misura delle basse resistenze, oltre che per altri studi, tra i quali la frequenza di risonanza dei circuiti LC (formula di Thomson).



Quello che non tutti sanno è che fu nominato Lord, non per gli studi sopra citati, ma per la realizzazione di un collegamento sottomarino con la Groenlandia. Nel francobollo commemorativo si vede riprodotta una nave posacavi. La cosa mi è rimasta impressa perchè anch’io, nella mia vita professionale, ho lavorato ad uno degli impianti sottomarini più lunghi del Mediterraneo - circa 300 km con fibre ottiche e senza ripetitori intermedi.

All’epoca si usava nel cavo sottomarino la trasmissione TELEGRAFICA. Per rivelare i deboli segnali Thomson mise a punto un particolare galvanometro con “amplificazione” tramite deviazione ottica, che in pratica costituisce una lunga lancetta.

Nella Fig. 1 si può vedere il principio del funzionamento di questi strumenti, che venivano ancora utilizzati circa 30 anni fa per la misura della capacità nell’industria dove lavoravo.

Ricordo che sullo strumento, sulla scala (che era posta a qualche metro di distanza ) e sul proiettore dello spot luminoso erano posti dei cartelli “NON SPOLVERARE” per evitare che i dispositivi venissero mossi compromettendo la messa a punto.

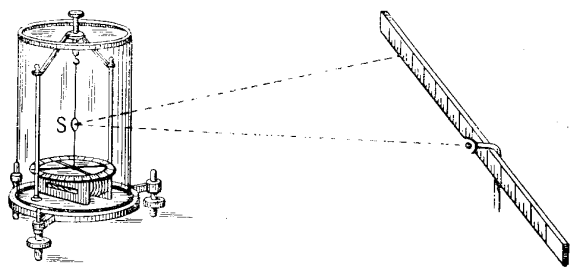


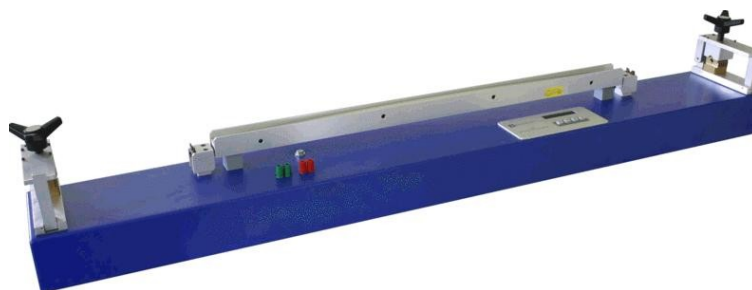
Fig. 1 . — Misura della deviazione per riflessione.

Nella stessa industria veniva usato per la misura di bassi valori resistivi il ponte di Thomson (una particolare variante del ponte di Wheatstone) che evita l'errore dovuto alla resistenza dei contatti e la relativa caduta di tensione, e più modernamente, per la misura della resistenza di conduttori anche di grande sezione, dispositivi che ancoravano il conduttore con robusti morsetti, entro i quali passa la corrente, mentre con altri appositi contatti (più centrali) si misura la caduta di tensione.

La misura viene presentata direttamente in ohm o sottomultipli e corretta per la temperatura, grazie al microprocessore che elabora i vari segnali.

Questi dispositivi possono essere visti sul sito:

<http://www.aesa-cortaillod.com/products/energy-cable-testing-solutions/>

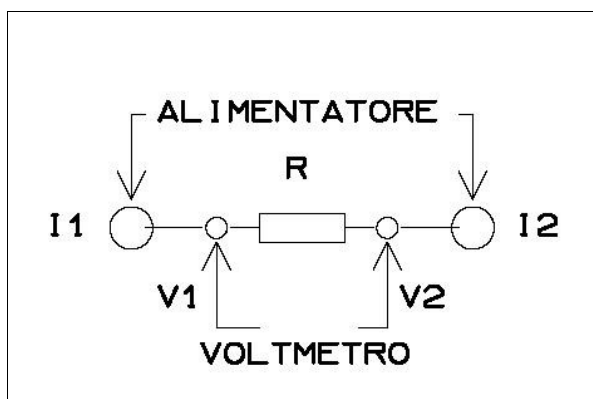


Di William Thomson, Lord Kelvin mi piace infine ricordare una frase (del 1886), che invita a riflettere sul significato delle misure:

***“..quando potete misurare ciò di cui state parlando, e potete esprimerlo in numeri, allora conoscete ciò di cui state parlando;..”***

### **CONSIDERAZIONI TECNICHE**

I dispositivi sopra accennati (ponte di Thomson, ohmmetro digitale per basse resistenze) utilizzano quello che viene anche chiamato “metodo dei quattro morsetti” cioè tra i due morsetti più esterni I1, I2 (Amperometrici) viene applicata la corrente, mentre con altri morsetti più interni V1, V2 (Voltmetrici) si misura la caduta di tensione sul resistore.



Ciò consente di evitare la caduta di tensione sui morsetti I dovuta alla pur piccola resistenza del contatto, che non è più trascurabile parlando di basse resistenze, mentre usando un voltmetro ad alta resistenza interna (da decine di kilohm ad alcuni megaohm) la caduta sui morsetti V si può trascurare.

In ogni caso consiglio di equipaggiare il tester con due cavetti alternativi, più corti e con robuste pinzette a coccodrillo al posto dei puntali, utili anche quando si fanno le misure con l'ohmetro interno del tester sulle altre portate.

Oltre alla caduta di tensione sui morsetti, se facciamo la misura di basse resistenze con l'ohmetro interno di un tester digitale comune si evidenzia un problema dovuto all' "errore di digitalizzazione" sull'ultima cifra .

Ad esempio sulla portata 200 ohm, misurando un resistore da 3,3 ohm, l'ultima cifra dello strumento sarà affetta da errore +/- 1 o 2 o anche 3 digit , e quindi la lettura potrebbe andare da 3,0 a 3,6 ohm, (senza prendere in considerazione le tolleranze sul fondo scala).

Vediamo cosa accade usando un metodo **volt-amperometrico**, cioè fare passare una corrente prefissata e ovviamente misurata, nel resistore con un alimentatore, e misurare la caduta di tensione: il valore di resistenza si ottiene applicando la legge di ohm  $R=V/I$ . (e  $V=R \times I$ ) (\*)

In pratica facendo passare un valore di 100 mA (0,1A), con  $3,3 \times 0,1$  leggeremo 0,33 V cioè 330mV sulla portata 2V (2000mV) . L'errore di digitalizzazione sull'ultima cifra è passato alla cifra più a destra.

Inoltre fino a 2 ohm si può usare la scala 200mV con un'ulteriore cifra significativa. Ad esempio con un resistore da 1,5 ohm leggeremo 150,0 mV ( $1,5 \times 0,1$ ). E' possibile leggere ancora con accuratezza accettabile i decimi di ohm.

In definitiva, anche se per i vari valori di resistenza e per le varie portate del tester può esistere un valore ottimale di corrente di misura, il valore di 100 mA mi è sembrato un buon compromesso, tenendo conto anche della dissipazione massima dei resistori che andiamo a misurare.

La dissipazione è pari al quadrato della corrente, moltiplicato per il valore di resistenza, quindi per

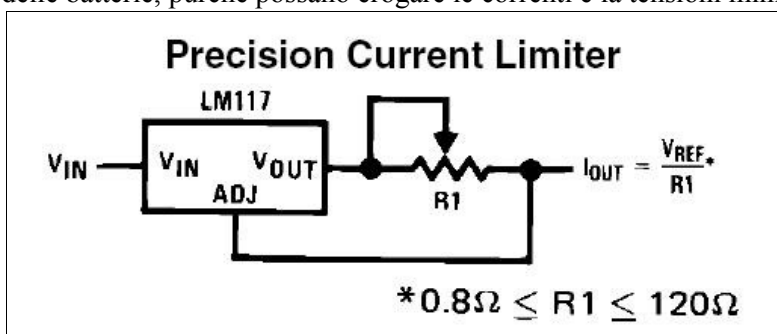
$$100 \text{ mA} = 0,1 \text{ A: } (0,1 \times 0,1 = 0,01)$$

$$W = 0,01 R - \text{ad es. per } 18 \text{ ohm: } 0,01 \times 18 = 0,18 \text{ W (cioè } 180 \text{ mW)}$$

*\*NOTA: I puristi potrebbero obiettare che con questo metodo si sommano le incertezze della misura voltmetrica e amperometrica, ma in ogni caso per l'ultima cifra sono un ordine di grandezza inferiore (per quanto detto prima), oltre il fatto che sulle singole misure (almeno nel mio tester) l'incertezza dichiarata sul fondo scala per le misure di tensione e corrente è inferiore e quindi migliore rispetto a quella dell'ohmetro.*

## **REALIZZAZIONE**

Serve comunque un alimentatore ausiliario, se avessimo un dispositivo che mantiene la corrente costante, nel nostro caso a 100mA (anche per non fare troppi calcoli), ci consentirebbe di usare un alimentatore qualsiasi o delle batterie, purché possano erogare le correnti e la tensioni minime occorrenti.



Il regolatore integrato LM117-LM317 (LM317T è il tipo per impieghi normali) consente di realizzare un "current limiter" (cioè un alimentatore a corrente costante) secondo lo schema molto semplice consigliato dalla casa costruttrice:

Il valore del resistore R1 è quello che determina la corrente secondo la

formula indicata, tenendo conto che Vref è pari a circa 1,2 V.

Questo valore varia leggermente a seconda dell'integrato disponibile, e quindi, dopo aver provato vari valori di resistori da circa 12 ohm che avevo nel cassetto, ho deciso di utilizzare un tipo reso variabile con l'impiego di un potenziometro semifisso.

I potenziometri semifissi di basso valore non sono facilmente reperibili, ma mettendo in parallelo ad un resistore di 15 ohm un potenziometro semifisso da 100 ohm si ottiene il valore desiderato, migliorando inoltre la sensibilità di regolazione.

E' opportuno utilizzare un resistore da almeno 1/2 W e potenziometro semifisso **non** subminiatura (vanno bene ad es. quelli a suo tempo impiegati nei vecchi TV), per evitare che il calore dovuto alla corrente ne faccia variare il valore.

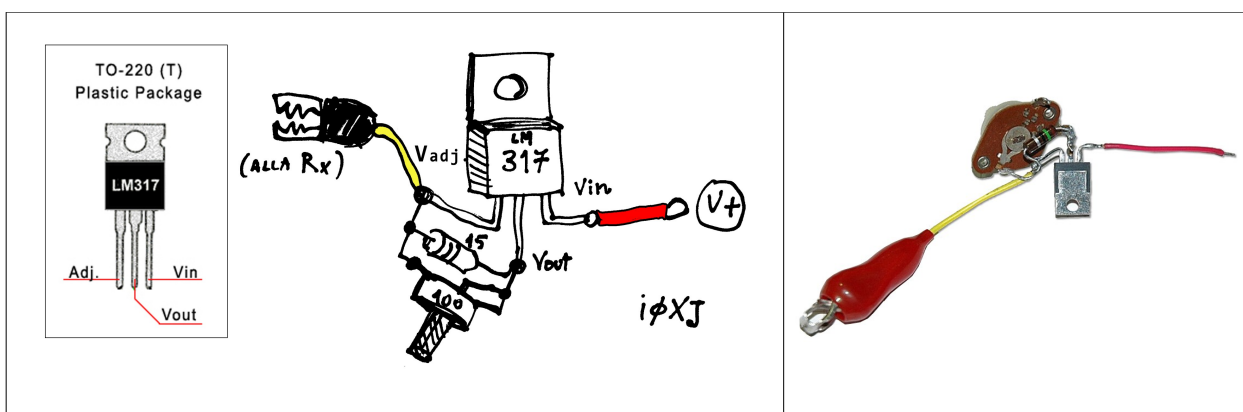
## COSTRUZIONE

Considerato la semplicità del circuito ho cablato il tutto in aria, o "punto a punto".

Ciò anche perchè nella mia stazione utilizzo un tavolo di legno e quindi non c'è pericolo di corti tra i vari terminali e morsetti. (Se avete un tavolo metallico, appoggiate il tutto su di una superficie isolante).

### **In pratica:**

- al terminale Vin del LM317 ho saldato un filo rosso con un estremo libero
- al terminale Vadj. del LM317 ho saldato un filo giallo con un morsetto rosso all'estremo
- tra i terminali Vadj. e Vout del LM317 ho saldato il resistore da 15 ohm in parallelo al potenziometro da 100 ohm, di cui si collega il centrale e un estremo (l'altro estremo può essere collegato al centrale).



Il disegno e le fotografie illustrano il semplice montaggio. Attenzione comunque a non scambiare tra loro i terminali Vin e Vout. Nelle figure è riportato anche il "package", che racchiude l'integrato LM317; nel disegno viene indicata la disposizione dei tre piedini.

Per quanto riguarda il dissipatore, per precauzione e per evitare eventuali "drift" con la temperatura, io applico un morsetto a coccodrillo sulla placca metallica. Se avete un ritaglio metallico potete avvitare su questa placca. Non conviene superare i 12 V di alimentazione. A questa tensione l'integrato dovrà dissipare circa 1,2 W, nel caso di valori di resistenza molto bassi.

## TARATURA e IMPIEGO

Usando un piccolo alimentatore da 6,5 a 12 V c.c. , collegare il polo positivo (rosso) al filo rosso (Vin) del dispositivo; il morsetto *Vadj*(coccodrillo) del dispositivo andrà alla resistenza in prova (Rx)- Questo è uno dei due morsetti "I" attraverso i quali scorre la corrente di misura. Il polo negativo (nero) dell'alimentatore sarà collegato all'altro capo della resistenza in prova Rx- Questo è il secondo morsetto "I". Possibilmente questi due morsetti "I" andranno collegati sui terminali del resistore Rx un po' esterni rispetto al corpo dello stesso .

Più internamente e vicino al corpo del resistore Rx si collegano ora i morsetti voltmetrici V del tester: il positivo (rosso) vicino al morsetto *Vadj* del dispositivo, il negativo (nero) vicino al terminale negativo (nero) dell'alimentatore.

La **taratura** conviene farla nelle condizioni reali d'impiego, quindi con un resistore sufficientemente accurato (ad es. : 18 ohm, 1/2 watt, 1% ) regolando il potenziometro fino a leggere le cifre del valore nominale (si legge 1800 mV oppure 1,800 V). Io ne avevo un paio al 2% nel cassetto e ho fatto la media delle due (letture effettive 1795 e 1805). Si può utilizzare anche un normale resistore da 18 ohm al 5%, misurandolo prima con l'ohmetro del tester nella scala ohm x 200.- l'accuratezza di misura sarà la stessa da 10 a 20 ohm, ma si acquista un cifra significativa in più nelle misure sotto i 10 ohm per quanto detto nelle considerazioni tecniche.

**Non** conviene usare il metodo più immediato, e cioè mettere il tester in serie al resistore in misura e leggere la corrente, che dovrà essere pari a 100 mA dopo taratura. Questo perchè la legge di Murphy è sempre in agguato: ho scoperto a mie spese che così facendo avevo bruciato il fusibile interno al tester digitale, in teoria da 200 mA visto che questa è la portata max sotto fusibile. Non so se questo fusibile aveva una tolleranza inferiore, oppure se all'accensione del dispositivo si ha un il transitorio di assestamento della corrente che supera il valore nominale. Se proprio si vuole verificare la corrente, utilizzare la portata 10 A che non è sotto fusibile – in questo caso si leggerà 0,10 A. (Per la cronaca, ho poi installato un fusibile da 250 mA, e utilizzando un alimentatore variabile partendo da pochi volt e aumentando la tensione, ho constatato che la corrente si mantiene costante a 100 mA a partire da 6,2 V- per quanto detto sopra non consiglio però questo metodo)

Per quanto riguarda l'**impiego normale**, il campo d'utilizzo va da qualche decimo di ohm a 19,9 ohm. Io ho verificato vari resistori nei miei cassettei da 0,98 ohm a 18,9 ohm, tra cui alcuni con tolleranza 2% provenienti da vecchie schede, riscontrando una buona rispondenza delle misure con i valori di questi.

Se si vogliono misurare avvolgimenti (es.di trasformatori), verificare che il diametro dei fili consenta la corrente di 100mA (per alcuni fili "capillari" la corrente potrebbe essere eccessiva).

Ricordare inoltre che tutti i conduttori variano la loro resistenza con la temperatura.

Non conviene superare i 20 ohm con le misure, innanzi tutto perchè occorrerebbe usare la scala 20 Volt f.s. superiore e tanto vale usare l'ohmetro normale del tester. Inoltre si potrebbe superare la dissipazione massima dei resistori e presumibilmente occorrerebbe anche aumentare la tensione di alimentazione.

*ØXJ Giovanni Paternostro*