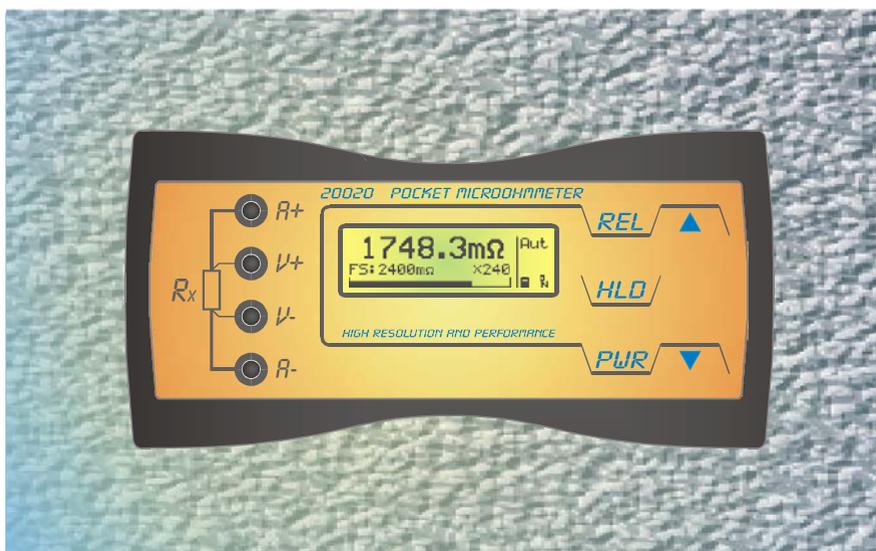


# MICROOHMMETRO DIGITALE

24000 punti autorange 100nΩ ÷ 2400Ω

mod. 20020



MANUALE DELL'UTENTE



STRUMENTI DI MISURA PROFESSIONALI



## INDICE

|   |    |
|---|----|
| INTRODUZIONE . . . . .                              | 1  |
| DESCRIZIONE . . . . .                               | 2  |
| DEFINIZIONE TASTI E INGRESSI . . . . .              | 4  |
| TASTI . . . . .                                     | 4  |
| INGRESSI . . . . .                                  | 9  |
| CARATTERISTICHE TECNICHE . . . . .                  | 10 |
| ACCORGIMENTI NELL'ESECUZIONE DELLA MISURA . . . . . | 13 |
| POTENZIALI DI CONTATTO . . . . .                    | 13 |
| MISURE SULLA PORTATA DI 2400 $\mu\Omega$ . . . . .  | 15 |
| CAMPI ELETTROMAGNETICI . . . . .                    | 16 |
| PROTEZIONE DA SOVRATENZIONI . . . . .               | 16 |
| STATO DI CARICA DELLE BATTERIE . . . . .            | 17 |
| SOSTITUZIONE DELLE BATTERIE . . . . .               | 17 |



## INTRODUZIONE

Il microohmmetro digitale mod. **20020** è uno strumento dalle prestazioni assolutamente uniche: pur essendo di dimensioni e peso estremamente contenuti offre delle risoluzioni e delle caratteristiche mai fin'ora presenti insieme in uno strumento tascabile.

- ▶ *24000 punti di misura / 5 misure al secondo*
- ▶ *7 portate da 2400Ω a 2400μΩ (risoluzione da 100mΩ a 100nΩ)*
- ▶ *scelta della portata automatica o manuale*
- ▶ *display grafico*
- ▶ *bar graph*
- ▶ *misura relativa assoluta*
- ▶ *azzeramento/compensazione dei cavi di misura*
- ▶ *hold della misura*
- ▶ *backlight attivabile/disattivabile*
- ▶ *regolazione/salvataggio contrasto*
- ▶ *funzionamento a batteria*
- ▶ *indicazione dello stato di carica della batteria*
- ▶ *spegnimento automatico attivabile/disattivabile*
- ▶ *spegnimento automatico in caso di batteria esaurita*

Precisione, numero di punti di misura e risoluzione, nonché ingombro e peso ridotti, rendono questo uno strumento sicuramente unico e adatto all'uso tanto in laboratorio quanto sul campo. Infatti grazie alle batterie, la cui autonomia può arrivare ad un massimo di circa 450 ore, si è svincolati dalla presenza della tensione di rete.

Tutte le informazioni sono presenti su un'unica videata e non esistono combinazioni di tasti per accedere a funzioni secondarie. In tal modo l'uso è semplice, intuitivo e diretto.

La misura, principale o relativa, è inoltre rappresentata con caratteri da 6mm di altezza che ne consentono una facile lettura anche a due metri di distanza.

## DESCRIZIONE

Il microohmmetro **2020** è uno strumento di tipo analogico-digitale di facilissimo uso montato in un contenitore plastico in ABS dall'aspetto ergonomico moderno e dal look inusuale.

Il display grafico retroilluminato da 32x128 pixel è di dimensioni notevoli in rapporto alle dimensioni dello strumento, così da facilitare la lettura anche a distanza e in ambienti poco illuminati. La disposizione delle informazioni (misura primaria, portata attiva ed indicazioni di stato) è stata pensata per essere facilmente leggibile e non creare mai confusione.

L'intero apparecchio è gestito da un microprocessore a 16 bit, mentre la tecnica di misura è raziometrica a quattro fili, altrimenti nota come collegamento Kelvin, l'unica che permette di scendere a risoluzioni e precisioni tanto spinte.

L'amplificatore di misura ed il convertitore sono in versione monolitica così da avere un rumore equivalente d'ingresso pari a soli 200nVpp tipici nell'arco di un minuto e derive tipiche inferiori a 1 $\mu$ Vpp in 5 minuti, trascorso il tempo di accensione e di stabilizzazione della misura e in assenza di variazioni di condizioni di contorno alla misura stessa.

Sul frontale sono presenti quattro boccole (A+, A-, V+, V-) di cui rispettivamente due per l'apporto della corrente di misura e due per la rilevazione della caduta di tensione ai capi della resistenza incognita.

Il metodo a quattro fili rende insensibile la misura dalla resistenza offerta dai conduttori che portano la corrente e dalle varie resistenze di contatto presenti nel circuito *microohmmetro - cavi di misura - resistenza incognita*. Il segnale d'ingresso è quindi amplificato e rapportato a quello presente su una resistenza campione interna percorsa dalla medesima corrente che circola nella resistenza incognita: il risultato, opportunamente elaborato e trattato dal microprocessore che provvede all'intera sequenza di gestione dell'acquisizione, viene rappresentato sul display LCD.

Le basse correnti utilizzate per la misura riducono a valori assolutamente trascurabili le potenze dissipate dalle resistenze incognite rendendo pressoché nullo il riscaldamento per effetto Joule, con la conseguente minima alterazione dei valori. Per analoghi motivi la caduta di tensione nominale massima di 100mV evita che eventuali giunzioni semiconduttori in parallelo alla resistenza incognita invalidino la misura.

Importanti informazioni necessarie ad una buona riuscita della misura sono fornite nel capitolo **ACCORGIMENTI NELL'ESECUZIONE DELLA MISURA**.

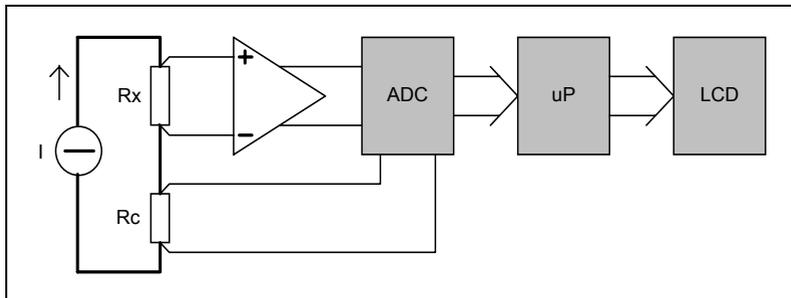


Fig. 1 Schema di principio del microohmmetro 20020 e della misura a 4 fili.



Fig. 2 Misura principale dello strumento, in modalità Automatica, sulla portata di 2400mΩ.



Fig. 3 Misura relativa. Si noti il bargraph che, partendo dal centro, per valori negativi si sposta verso sinistra.

## DEFINIZIONE TASTI E INGRESSI

### TASTI

Lo strumento presenta solo 5 tasti le cui funzioni e le modalità di funzionamento sono dettagliate di seguito e riassunte nella tabella seguente. Tramite essi è possibile selezionare direttamente tutte le funzionalità dello strumento in modo semplice e veloce.

Due tasti sono a doppia funzione e la selezione della funzione avviene in base al tempo in cui vengono premuti: breve se minore di 1 secondo oppure lunga se maggiore di un secondo.

Le due funzioni si riferiscono alla medesima modalità, ossia, quale esempio si consideri il tasto **REL**. Premendolo brevemente attiva/disattiva l'opzione di misura relativa, mentre premendolo a lungo consente di azzerare la lettura.

Di seguito vengono elencate i tasti e le loro funzioni.



#### Selezione delle portate ohmmetricamente superiori

Se lo strumento è in modalità *Automatico* viene portato in modalità *Manuale* e sulla destra dello schermo compare la scritta **Man**, senza passare ad altra portata.

Se lo strumento è in modalità *Manuale* seleziona la portata ohmmetrica immediatamente superiore, a meno che sia già stata raggiunta la portata di 2400Ω.

Premendo contemporaneamente i tasti ▲ e ▼ lo strumento si porta in modalità *Automatico* e sulla destra dello schermo compare la scritta **Aut**, uscendo dall'opzione **Relativo** eventualmente attiva.



#### Selezione delle portate ohmmetricamente inferiori

Se lo strumento è in modalità *Automatico* viene portato in modalità *Manuale* e sulla destra dello schermo compare la scritta **Man**, senza passare ad altra portata.

Se lo strumento è in modalità *Manuale* seleziona la portata ohmmetrica immediatamente inferiore, a meno che sia già stata raggiunta la portata di 2400μΩ.

Premendo contemporaneamente i tasti ▲ e ▼ lo strumento si porta in modalità *Automatico* e sulla destra dello schermo compare la scritta **Aut**, uscendo dall'opzione **Relativo** eventualmente attiva.

**REL****Opzione Relativo assoluto****Tasto multifunzione**

### **Tasto premuto < 1 sec**

Il tasto attiva la visualizzazione dell'opzione di misura relativa assoluta espressa sia in forma numerica che su bargraph.

Per disattivare l'opzione basta premere nuovamente brevemente il tasto.

Se viene premuto il tasto quando la misura è in overload non viene attivata questa opzione, ma potrà solo essere disattivata.

Quando l'opzione *Relativo* è attiva compare la scritta **Rel** nella parte destra dello schermo e lo strumento esce dall'eventuale modalità *Automatico*.

### **Tasto premuto > 1 sec**

La seconda funzione di questo tasto viene attivata se questo viene premuto oltre un secondo e consente di compensare la caduta sui cavi di corrente o eseguire un azzeramento. Infatti, nonostante l'elevata reiezione in modo comune dell'amplificatore d'ingresso, quando sui cavi di corrente si hanno elevate cadute di tensione per effetto di sezioni insufficienti o lunghezze eccessive, l'amplificatore potrebbe non essere in grado di compensare del tutto la variazione di potenziale che si viene ad avere fra portate, e quindi correnti, diverse.

Una seconda possibilità di tale opzione consente un azzeramento della misura qualora risultasse che, collegati i terminali come da Fig. 4, la misura principale non risultasse nulla.

Per sua natura la compensazione è diversa per ogni portata ed in funzione della corrente di misura usata, ovvero la compensazione che viene effettuata è valida solo per quella portata e per quella corrente di misura. Per tale motivo lo strumento salva quella particolare compensazione nella cella di memoria corrispondente alla portata selezionata, così da richiamarla quando viene selezionata nuovamente. La memorizzazione non è permanente e viene persa allo spegnimento, questo perché i valori salvati sono fortemente dipendenti dalle condizioni di misura (lunghezza e sezione dei cavi di corrente, temperatura ambiente ed interna allo

strumento, nonché tempo di accensione di quest'ultimo) e alla riaccensione successiva con molta probabilità potrebbero non essere validi.

Per il migliore risultato di misura è necessario connettere i cavi secondo quando indicato in Fig. 4 eseguendo la compensazione, al termine della quale ricollegare i terminali nella classica modalità Kelvin.

Il range di compensazione è di  $\pm 1000$  digit. Se il valore rappresentato quando si chiede la compensazione eccede questi limiti la compensazione non viene effettuata.

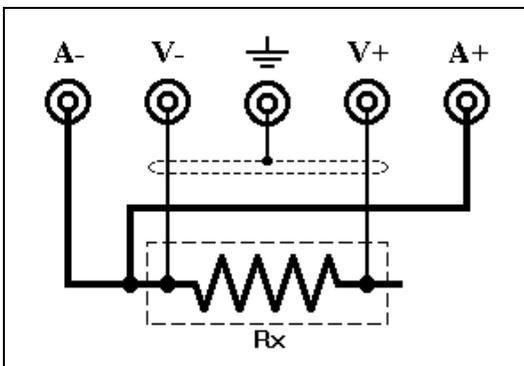


Fig. 4 Collegamento da eseguire durante la compensazione della caduta di tensione sui cavi di corrente o l'azzeramento dello strumento.

### **HOLD**

#### Fermo della misura

Alterna la modalità di hold della misura a quella normale.

Durante il fermo della misura (hold) non è consentito l'utilizzo di alcun tasto, con l'eccezione del tasto multifunzione **PWR**.

Se lo strumento è in modalità *Hold* viene visualizzata la scritta **Hold** lampeggiante nella parte destra dello schermo.

### **PWR**

#### ON/OFF – Contrasto – Backlight

#### Tasto multifunzione

#### Tasto premuto < 1 sec

La funzione principale di questo tasto è di accendere/spengere lo strumento ma, una volta acceso lo strumento, premendo brevemente il tasto si passa sequenzialmente alle videate *Misura Principale* → *Back Light Control* → *Contrast Control* → *Misura Principale*.

All'accensione compare di default la videata rappresentante la misura principale.

### Disabilitazione autospegnimento

Normalmente lo strumento si spegne automaticamente dopo 20 minuti dall'ultima volta che è stato premuto un tasto qualsiasi, ma è possibile disabilitare l'autospegnimento all'accensione semplicemente premendo un tasto qualsiasi mentre si preme il tasto **PWR**. In tal caso compare una segnalazione lampeggiante, nella parte destra in basso dello schermo, rappresentante la scritta **ON**.

### Back Light Control

Come ricordato nella videata stessa, premendo il tasto ▲ viene attivato il back light, che viene disattivato premendo il tasto ▼.

All'accensione il back light è spento per garantire la massima autonomia possibile delle batterie.

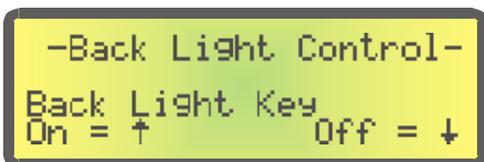


Fig. 5 Alla videata di attivazione/disattivazione della retroilluminazione si accede premendo brevemente una volta il tasto **PWR**.

### Contrast Control

Come indicato nella videata stessa, premendo il tasto ▲ viene aumentato il contrasto, contrariamente questo viene ridotto premendo il tasto ▼.



Fig. 6 Alla videata di controllo del contrasto si accede premendo brevemente il tasto **PWR** due volte, ovvero provenendo dal controllo della retroilluminazione.

Premendo il tasto **PWR** si esce dal controllo del contrasto per tornare alla misura principale o a quella relativa, a seconda del tipo di misura precedentemente selezionata. Con questa operazione viene anche salvato in memoria non volatile il valore di contrasto impostato.

Tasto premuto > 1 secSpegnimento

Premendo a lungo il tasto **PWR** lo strumento si spegne.

Nella tabella riassuntiva seguente sono indicati sinteticamente la funzione e la modalità di attivazione delle opzioni dello strumento dipendentemente dal tempo in cui viene premuto il tasto.

| Nome tasto | Azione breve/lunga | Funzione   |
|------------|--------------------|--|
| ▲          | breve              | <p>Se in modalità <i>Autorange</i>: Esce dalla modalità autorange rimanendo nella portata selezionata.</p> <p>Se in modalità <i>Manuale</i>: Se non ha raggiunto la portata di 2400Ω passa alle portate ohmmetricamente superiore. Premendo contemporaneamente ▲ e ▼ lo strumento torna alla modalità <i>Autorange</i>.</p> <p>Se in <i>Back Light Control</i>: Attiva la retroilluminazione.</p> <p>Se in <i>Contrast Control</i>: Incrementa il contrasto.</p>                           |
| ▼          | breve              | <p>Se in modalità <i>Autorange</i>: Esce dalla modalità autorange rimanendo nella portata selezionata.</p> <p>Se in modalità <i>Manuale</i>: Se non ha raggiunto la portata di 2400μΩ passa alle portate ohmmetricamente inferiore. Premendo contemporaneamente ▲ e ▼ lo strumento torna alla modalità <i>Autorange</i>.</p> <p>Se in <i>Back Light Control</i>: Disattiva la retroilluminazione.</p> <p>Se in <i>Contrast Control</i>: Decrementa il contrasto.</p>                       |
| REL        | breve              | <p>Se la misura è in Overload: Non esegue il comando.</p> <p>Se non in modalità <i>Relativo</i>: Entra nella modalità <i>Relativo</i> considerando il valore in quel momento presente sulla misura principale come valore di riferimento. La misura principale ed il bar graph indicano il <i>Relativo Assoluto</i>.</p> <p>Se in modalità <i>Relativo</i>: Esce dalla modalità <i>Relativo</i> tornando a visualizzare la misura reale sia nella misura principale che nel bar graph.</p> |
|            | lunga              | Consente l'azzeramento della misura / la compensazione dei cavi di corrente.   |

|             |       |  |  |
|-------------|-------|--|--|
| <b>HOLD</b> | breve | Se la misura non è in <i>Hold</i> :            | Blocca la misura e si ha il lampeggio della scritta <i>Hold</i> nella parte destra dello schermo. Rimane attivo solo il tasto <b>PWR</b> .   |
|             |       | Se la misura è in <i>Hold</i> :                | Esce dal blocco della misura   |
| <b>PWR</b>  | breve | Se lo strumento è spento:                      | Accende lo strumento.<br>Se all'accensione, unitamente a <b>PWR</b> viene premuto un qualsiasi tasto, si disabilita lo spegnimento automatico, che altrimenti farebbe spegnere lo strumento dopo 20 minuti da che si è premuto per l'ultima volta un tasto.<br>Se l'autospegnimento è disabilitato compare una scritta <b>ON</b> lampeggiante in basso a destra dello schermo. |
|             |       | Se è visualizzata la misura:                   | Passa alla videata <i>Back Light Control</i> , nella quale è possibile attivare/disattivare la retroilluminazione con i tasti ▲ e ▼.   |
|             |       | Se è nella videata <i>Back Light Control</i> : | Passa alla videata <i>Contrast Control</i> , nella quale è possibile incrementare/decrementare il contrasto con i tasti ▲ e ▼.   |
|             | lunga | Se è nella videata <i>Contrast Control</i> :   | Passa alla visualizzazione della misura principale o relativa.   |
|             | lunga | Spegne lo strumento.                           |  |

## INGRESSI

Sul pannello frontale gli unici ingressi presenti sono le quattro boccole di misura, indispensabili qualora si voglia misurare resistenze di basso e bassissimo valore con il metodo Kelvin.

**A+ / A-**

### Boccole di Corrente

Queste boccole forniscono la corrente di misura. A vuoto (con maglia di corrente aperta) la tensione presente in uscita è di circa 1,6V.

**V+ / V-**

### Boccole di Tensione

Tramite queste boccole viene rilevata la caduta di tensione ai capi della resistenza incognita, con una sensibilità che raggiunge i 50nV sulla portata ohmmetricamente inferiore.

**CARATTERISTICHE TECNICHE**

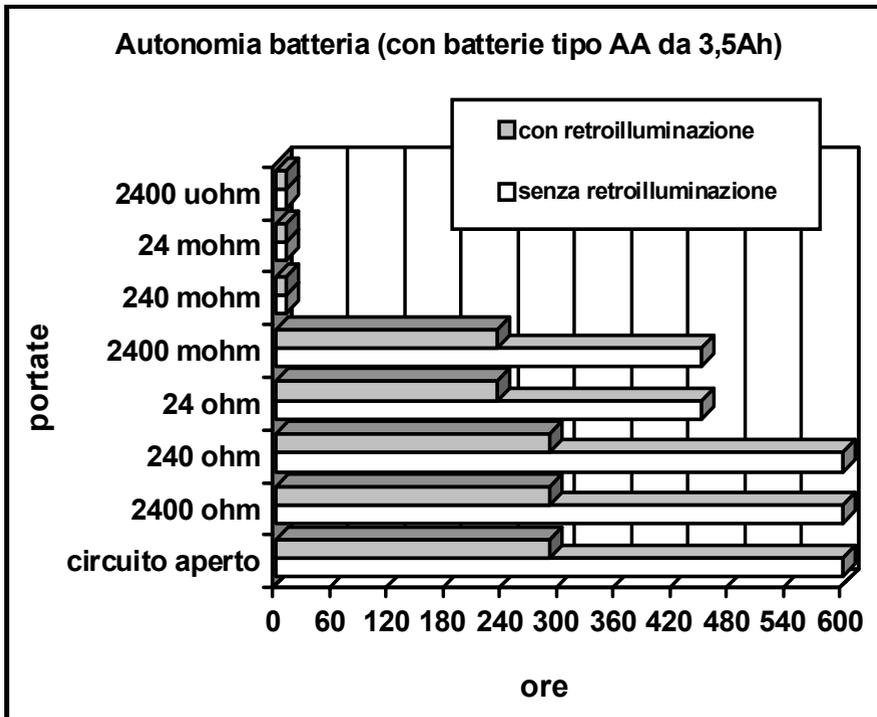
|  |  |
|--|--|
| <b>Tensione di alimentazione</b>   | 3 batterie stilo formato AA o RL6  |
| <b>Tensione minima di funzionamento</b>  | 0,9V   |
| <b>Potenza assorbita dal circuito elettronico</b><br>(con retroilluminazione spenta) | minore di 20mW, escluso corrente di misura   |
| <b>Batteria</b>  | - segnalazione visiva dello stato di carica della batteria<br>- spegnimento automatico a batteria esaurita                           |
| <b>Autonomia batteria</b>  | vedi grafico di Tab. 2   |
| <b>Rappresentazione della misura</b>   | su display grafico retroilluminato 32x128 pixel<br>15x52mm   |
| <b>Numero di punti di misura</b>   | 24000  |
| <b>Frequenza di aggiornamento display</b>  | 5 Hz   |
| <b>Portate</b>   | 2400,0 $\mu\Omega$ , 24,000m $\Omega$ , 240,00m $\Omega$ , 2400,0m $\Omega$ ,<br>24,000 $\Omega$ , 240,00 $\Omega$ , 2400,0 $\Omega$ |
| <b>Selezione portate</b>   | automatico / manuale   |
| <b>Cambio scala automatico</b>   | alla portata superiore con >24000 digit<br>alla portata inferiore con <2400 digit  |
| <b>Risoluzione e corrente di misura</b>  | vedi tabella di Tab. 1 <b>RISOLUZIONI E<br/>CORRENTI DI MISURA</b>   |
| <b>Precisione della misura</b><br>(portate da 2400 $\Omega$ a 24m $\Omega$ )         | $\pm(0,05\% + 2 \text{ digit})$  |
| <b>Precisione della misura</b><br>(portata 2400 $\mu\Omega$ )                        | $\pm(0,06\% + 3 \text{ digit})$  |
| <b>Rumore</b><br>(riferito all'ingresso da 0,01Hz a 0,1Hz)                           | 200nV <sub>pp</sub>  |
| <b>Compensazione cavi di corrente /<br/>Azzeramento</b>                              | compensazione delle f.e.m. del circuito di<br>tensione e degli offset dello strumento sino a<br>$\pm 1000$ digit                     |
| <b>Tempo di riscaldamento dopo l'accensione</b>                                      | 10 minuti circa entro $\pm 0,3 \mu\text{V}$  |
| <b>Tensione a vuoto (A+) - (A-)</b><br>(circuito di corrente aperto)                 | 1,60 Vmax  |
| <b>Valore induttivo massimo</b>  | 35 Henry / 150 ohm   |
| <b>Temperatura di lavoro</b>   | 0 ÷ 50 °C  |
| <b>Temperatura di immagazzinamento</b>   | -20 ÷ 60 °C  |
| <b>Peso</b>  | 270 grammi (batterie incluse)  |
| <b>Dimensioni contenitore</b>  | 159x78x34 (larghezza x altezza x profondità)   |

La tabella di sottostante riporta i valori di risoluzione, corrente di misura e potenza nominale massima dissipata dall'elemento incognito in funzione del fondo scala selezionato.

| <b>RISOLUZIONI E CORRENTI DI MISURA</b> |                                     |                                   |                              |                 |                            |
|---|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------|----------------------------|
| <b>Portata</b>                          | <b>Risoluzione<br/>(resistenza)</b> | <b>Risoluzione<br/>(tensione)</b> | <b>Tensione<br/>di f. s.</b> | <b>Corrente</b> | <b>Potenza<br/>massima</b> |
| 2400 $\mu\Omega$                        | 100n $\Omega$ ( $10^{-7}\Omega$ )   | 50nV                              | 1,2mV                        | 500mA           | 600 $\mu$ W                |
| 24m $\Omega$                            | 1 $\mu\Omega$ ( $10^{-6}\Omega$ )   | 0,5 $\mu$ V                       | 12mV                         | 500mA           | 6mW                        |
| 240m $\Omega$                           | 10 $\mu\Omega$ ( $10^{-5}\Omega$ )  | 5 $\mu$ V                         | 120mV                        | 500mA           | 60mW                       |
| 2400m $\Omega$                          | 100 $\mu\Omega$ ( $10^{-4}\Omega$ ) | 0,5 $\mu$ V                       | 12mV                         | 5mA             | 60 $\mu$ W                 |
| 24 $\Omega$                             | 1m $\Omega$ ( $10^{-3}\Omega$ )     | 5 $\mu$ V                         | 120mV                        | 5mA             | 600 $\mu$ W                |
| 240 $\Omega$                            | 10m $\Omega$ ( $10^{-2}\Omega$ )    | 0,5 $\mu$ V                       | 12mV                         | 50 $\mu$ A      | 0,6 $\mu$ W                |
| 2400 $\Omega$                           | 100m $\Omega$ ( $10^{-1}\Omega$ )   | 5 $\mu$ V                         | 120mV                        | 50 $\mu$ A      | 6 $\mu$ W                  |

**Tab. 1** Tabella riassuntiva delle risoluzioni, sensibilità, correnti di misura e potenza massima dissipata della resistenza incognita in funzione della portata selezionata.

Di seguito viene fornito il grafico concernente l'autonomia della batteria in funzione della portata selezionata e dello stato di accensione/spegnimento della retroilluminazione del display.



Tab. 2 Grafico rappresentante l'autonomia della batteria in funzione della portata selezionata e dello stato della retroilluminazione.

## ACCORGIMENTI NELL'ESECUZIONE DELLA MISURA

### POTENZIALI DI CONTATTO

Dopo l'accensione dello strumento, prima di eseguire qualsiasi misura, sarebbe buona norma attendere non meno di 10 minuti, per dare luogo al necessario assestamento termico dei componenti il microohmmetro.

Nell'eseguire la misura è essenziale, al fine dell'ottenimento dei migliori risultati, seguire lo schema di collegamento dei terminali di misura indicati alla Fig. 7. In tal modo si evita che nel circuito di tensione si vengano a trovare le resistenze di contatto tra i terminali di corrente e l'elemento sotto misura, alterando macroscopicamente il risultato di quest'ultima.

Con cavetti di tipo Kelvin questo problema non sussiste in quanto le due pinzette con cui terminano sono collegate in modo tale da evitare che le resistenze di contatto alterino la misura.

Altre cause di errore possono essere i potenziali di contatto che si hanno quando due materiali metallici diversi si toccano.

Per minimizzare l'influenza di questo fenomeno fisico si deve cercare di avere il medesimo tipo di contatto fra terminale positivo e negativo di tensione e la resistenza incognita. Ciò contempla tanto lo stato delle superfici (lucide, ossidate, sporche, ecc.) che il materiale (diverso materiale di un capo della resistenza incognita rispetto all'altro), nonché la diversa temperatura a cui possono trovarsi i punti di contatto dell'elemento sotto misura.

Se il tipo di contatto al terminale positivo è simile al terminale negativo, i due effetti tendono ad elidersi ed eventualmente rimane un potenziale pari

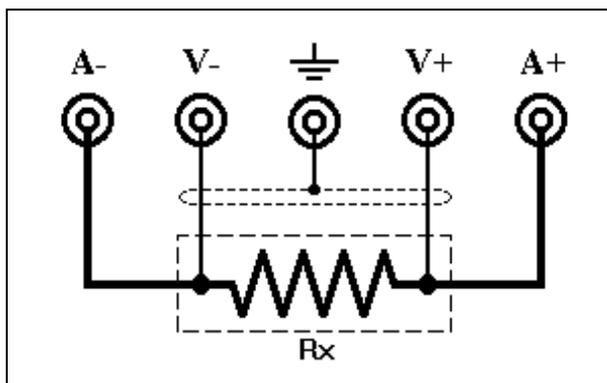


Fig. 7 Schema di collegamento per la misura a quattro fili su di una resistenza di basso valore.

alla differenza dei due. Se tale effetto rimane costante nel tempo è sufficiente compensarlo una volta per tutte con il tasto **REL**, seguendo il collegamento indicato in Fig. 4.

La variazione cui si fa cenno è essenzialmente dovuta a variazioni di temperatura fra i due punti in cui i puntali di tensione toccano la resistenza incognita: l'unico modo per ottenere una misura attendibile e stabile è di adottare ogni precauzione per far sì che subito dopo un azzeramento non vi siano fluttuazioni nella differenza di temperatura dei due punti di contatto.

Tutti i fenomeni sopra detti sono, in valore assoluto, sicuramente modesti (generalmente qualche decimo di microvolt), ma purtroppo sono più che rilevabili da strumenti di simile sensibilità. Ecco perché è essenziale adottare alcuni indispensabili ed elementari accorgimenti per avere una buona qualità della misura. I principali, ma non i soli, sono:

- Pulire le superfici dei terminali della resistenza incognita e dei cavi di misura da oli, acqua, ossidi ecc.
- Se la sezione dei cavi che portano la corrente è inferiore o uguale a  $1\text{mm}^2$  questi devono essere di uguale sezione, per evitare che un differente riscaldamento per effetto Joule faccia derivare la misura nel tempo. In ogni caso è fortemente consigliato l'uso di cavi di non meno di  $1\text{mm}^2$  quando si usano le portate inferiori di  $24\text{m}\Omega$  e  $2400\mu\Omega$ .
- Attendere che il pezzo da misurare si sia raffreddato.
- Evitare di scaldare/raffreddare anche di poco e in qualsiasi modo un terminale della resistenza da misurare rispetto all'altro.
- Evitare di concatenare i cavi di misura con campi magnetici variabili che possano rendere instabile la lettura.
- Eseguire sempre un azzeramento/compensazione dei cavi alla prima misura ed attendere non meno di 10 minuti dall'accensione prima di utilizzare lo strumento, se si desidera una buona precisione e stabilità della misura.
- Eseguire sempre un azzeramento quando si è sulle portate da  $24\text{m}\Omega$  e  $2400\mu\Omega$  o si collegano i cavi di misura ad un'altra resistenza.
- Non modificare il punto di misura quando questa viene effettuata rispetto a quello dell'azzeramento .

Siccome i potenziali di contatto possono variare da punto a punto è indispensabile, per avere i migliori risultati, non spostare i punti di misura, anche se questi si presume siano equipotenziali: flussi di corrente diversi e potenziali di contatto diversi in punti diversi alterano la misura.

## MISURE SULLA PORTATA DI 2400 $\mu\Omega$

Considerato che la portata inferiore ha una sensibilità in tensione di soli 50nV (pari a circa 1/200 del segnale fornito da una termocoppia per una variazione di 1°C) il suo utilizzo deve essere affidato a personale esperto, in grado di valutare i molteplici fenomeni che possono incorrere nel rendere inattendibile la misura stessa. Vanno infatti considerati con estrema attenzione i gradienti di temperatura sia nell'ambiente che sull'elemento in misura ed eventuali sue derive termiche. Occorre scegliere adeguatamente i punti di connessione all'elemento in misura controllandone la robustezza meccanica/elettrica, evitare in qualsiasi modo flussi di aria, illuminazioni di potenza parziali (che inducono riscaldamenti localizzati), campi magnetici, ecc.

E' assolutamente consigliabile anche eseguire la misura non meno di 10 minuti dopo l'accensione dello strumento, così da raggiungere un adeguato equilibrio termico dei componenti.

A questo punto vi sono due possibili strategie di misura che sfruttano rispettivamente l'inerzia termica e l'assestamento termico dei componenti. Infatti il passaggio di una corrente di misura di 0,5A determina un riscaldamento ed una conseguente indesiderata deriva termica dovuta a fenomeni termoelettrici che però si propagano e derivano abbastanza lentamente, stabilizzandosi in circa 2 minuti.

Avendo la possibilità di eseguire una misura veloce è possibile sfruttare l'inerzia termica, così da non dar luogo ad una sufficiente propagazione del calore.

Se invece è richiesta una misura continuativa si dovrà attendere l'assestamento termico prima di poter procedere ad una misura sufficientemente stabile.

Evitare comunque di far circolare dell'aria di raffreddamento che sicuramente creerebbe differenze e variazioni termiche sui cavi di misura di tensione che si tramuterebbero in altrettanti variazioni di segnale.

Non va sottovalutato nemmeno il rumore sia ambientale che interno allo strumento. Quest'ultimo è tipicamente contenuto in circa  $\pm 200\text{nV}$  in un periodo di 1 minuto.

Per quanto concerne il rumore elettromagnetico si potrebbe eseguire la misura in una gabbia di Faraday o anecoica.

## CAMPI ELETTROMAGNETICI

Altre cause di errore o instabilità nella misura o nell'azzeramento sono imputabili alla presenza di campi magnetici che, inducendo del rumore elettrico, possono spostare il livello in continua del segnale. Il modo migliore per attenuare questa influenza è di tenere i cavi di misura, sia di corrente che di tensione, i più corti e vicini possibile, assicurandosi inoltre che i cavi di misura non ondegghino o vibrino anche in vicinanza di campi magnetici statici: ciò causerebbe l'insorgere di tensioni indotte di ampiezza e frequenza dipendenti dal movimento.

## PROTEZIONE DA SOVRATENSIONI

Lo strumento è fornito di adeguate protezioni contro le sovratensioni sia sulle boccole di tensione che di corrente. Queste sovratensioni possono essere provocate da una diversa corrente di misura dovute al cambio scala o allo scollegamento di elementi induttivi. Ciò non significa però che lo strumento sia in grado di sopportare sollecitazioni elettriche quali il collegamento a motori o trasformatori collegati alla propria alimentazione, specialmente se questa è la linea di rete. Le potenze elettriche in gioco in tal caso sarebbero ben oltre quelle sopportabili dai circuiti di protezione, interni ed esterni, del microohmmetro e il suo danneggiamento sarebbe certo.

Oltre ad una protezione circuitale lo strumento dispone di una protezione software che lo spegne immediatamente qualora vi siano sovratensioni troppo elevate. Tale protezione potrebbe entrare in funzione in particolare quando vengono scollegati elementi induttivi in cui stava circolando la corrente di misura di 0,5A, sulle portate 240mΩ ed inferiori.

|   |
|---|
| <p><b>ATTENZIONE:</b> Lo strumento non è in grado di sopportare, sulle boccole di misura, l'applicazione di tensioni o correnti esterne, in special modo se dovute alla connessione diretta con la linea di rete.</p> |
|---|

## STATO DI CARICA DELLE BATTERIE

Nella parte inferiore destra dello schermo appare la segnalazione relativa allo stato di carica della batteria.

Se tale segnalazione è assente significa che la batteria è pienamente carica, altrimenti compare il disegno di una batteria via via sempre più vuota.

Quando la batteria è completamente esaurita l'immagine che compare è di una batteria vuota lampeggiante, il che porta allo spegnimento automatico dello strumento dopo circa 20 secondi.

## SOSTITUZIONE DELLE BATTERIE

La sostituzione delle batterie avviene svitando le due viti del coperchio posto sotto lo strumento, accedendo all'alloggiamento dove sono poste le tre batterie che assicurano l'alimentazione.

Porre attenzione al verso di inserimento, che **E' IL MEDESIMO PER TUTTE LE BATTERIE**, come visibile nel disegno posto nel centro dell'alloggiamento.

**ATTENZIONE:** Si consiglia vivamente di utilizzare batterie alcaline studiate appositamente per macchine fotografiche o cineprese in grado di erogare forti correnti e con capacità non inferiori a 3Ah. Batterie di altro tipo (ad esempio per orologi) non garantiscono l'autonomia dichiarata nelle specifiche tecniche.



# CERTIFICATO DI COLLAUDO

MODELLO STRUMENTO . . . . . 20020  
MATRICOLA STRUMENTO . . . . . \_\_\_\_\_  
BATTERIE . . . . . OK  
TEMPERATURA di TARATURA . . . . . \_\_\_\_\_

| PORTATA | VALORE CAMPIONE | VALORE MISURATO | PRECISIONE DICHIARATA | RISULTATO |
|---------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------|
| 2400Ω   |                 |                 | 0,5 ‰                 | OK        |
| 240Ω    |                 |                 | 0,5 ‰                 | OK        |
| 24Ω     |                 |                 | 0,5 ‰                 | OK        |
| 2400mΩ  |                 |                 | 0,5 ‰                 | OK        |
| 240mΩ   |                 |                 | 0,5 ‰                 | OK        |
| 24mΩ    |                 |                 | 0,5 ‰                 | OK        |
| 2400μΩ  |                 |                 | 0,6 ‰                 | OK        |

TEST NOISE . . . . . OK  
TEST EMC . . . . . OK  
TEST BURN-IN . . . . . OK  
MANUALI, CAVI, SOFTWARE . . . . . OK

Si certifica che lo strumento risulta conforme alle specifiche tecniche ad esso relative, secondo quanto dichiarato nelle caratteristiche tecniche.

Data

Il Verificatore

Il Collaudatore

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ

La PEDRANTI ELIO, via Cesare Battisti 33/B, Cardano al Campo – Varese, dichiara sotto la propria responsabilità, che lo strumento **20020**, al quale questa dichiarazione si riferisce, è conforme alle norme previste dalla direttiva CEE 89/336.

Cardano al Campo, 07/07/08

        *Pedranti Elio*