

MICROOHMMETRO DIGITALE

32000 punti autorange 10nΩ ÷ 3200Ω

mod. 20046



MANUALE DELL'UTENTE



STRUMENTI DI MISURA PROFESSIONALI

INDICE

INTRODUZIONE	1
DESCRIZIONE	2
AUTO HOLD	3
DEFINIZIONE TASTI E INGRESSI	4
TASTI	4
INGRESSI	12
INFORMAZIONI RELATIVE ALLA MISURA	13
INFORMAZIONI AUSILIARIE	14
COME....	15
COME IMPOSTARE IL SALVATAGGIO AUTOMATICO	15
COME SALVARE UNA MISURA	15
COME VISUALIZZARE LA LISTA DELLE REGISTRAZIONI	15
COME FARE SCORRERE LA LISTA DELLE REGISTRAZIONI	16
COME INTERPRETARE I DATI SALVATI E VISUALIZZATI	16
COME CANCELLARE UNA SINGOLA REGISTRAZIONE	16
COME CANCELLARE L'INTERA LISTA	17
COME SINCRONIZZARE ORA E DATA DELL'OROLOGIO	17
COME SOSTITUIRE LA BATTERIA DELLA MEMORIA NON VOLATILE	18
CARATTERISTICHE TECNICHE.	19
ACCORGIMENTI NELL'ESECUZIONE DELLA MISURA	21
POTENZIALI DI CONTATTO	21
CAMPI ELETTROMAGNETICI	22
CAVI DI CORRENTE DI RIDOTTA SEZIONE	22
LENTEZZA DELLA MISURA	22
MISURA DI ELEMENTI FORTEMENTE INDUTTIVI	23
PROTEZIONE DA SOVRATENSIONI E SOVRACORRENTI	23
MISURA ESEGUITA SULLA PORTATA DI 320 $\mu\Omega$	24
CERTIFICATO DI COLLAUDO	25

INTRODUZIONE

Il microohmmetro digitale mod. **20046** è uno strumento dalle prestazioni assolutamente uniche: pur essendo di dimensioni e peso estremamente contenuti offre delle risoluzioni e delle caratteristiche mai finora presenti insieme.

Notevole inoltre è la possibilità di salvare fino a 1000 misure nella memoria non volatile ed eseguire automaticamente il salvataggio della misura a intervalli selezionabili così da ottenere facilmente grafici.

- ▶ *32000 punti di misura / 4 misure al secondo*
- ▶ *8 portate da 3200Ω a 320μΩ (risoluzione da 100mΩ a 10nΩ)*
- ▶ *scelta della portata automatica o manuale*
- ▶ *salvataggio sino a 1000 misure, ciascuna con data e ora sino al secondo di risoluzione*
- ▶ *possibilità di salvataggio/registrazione automatica della misura ogni 1-2-5-10-30-60 secondi*
- ▶ *display grafico*
- ▶ *autoazzeramento dello strumento*
- ▶ *compensazione dei cavi di misura*
- ▶ *scelta e visualizzazione dell'entità del filtraggio della misura*
- ▶ *backlight attivabile/disattivabile*
- ▶ *segnalazione acustica della correttezza o meno delle impostazioni*
- ▶ *funzionamento a batteria/rete*
- ▶ *indicazione dello stato di carica della batteria*
- ▶ *lettura dei dati e delle misure salvate in memoria non volatile tramite collegamento USB optoisolato usando il SW dedicato **20046 Remote Viewer**, interfacciabile con Excel*
- ▶ *registrazione, visualizzazione su di un grafico, salvataggio di dati acquisiti automaticamente o manualmente tramite il SW **Recorder 20000**, interfacciabile con Excel, connesso con USB optoisolato*
- ▶ *trasferimento da strumento a PC di 1000 misure salvate in 3,7 secondi*

Precisione, numero di punti di misura e risoluzione, nonché ingombro e peso ridotti, rendono questo strumento sicuramente unico considerando che è rivolto prevalentemente all'uso in campo. Infatti la presenza di batterie interne ricaricabili svincolano dalla necessità della tensione di rete, con un'autonomia che può arrivare ad un massimo di circa 200 ore.

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 è inoltre rappresentata con grandi caratteri di ben 10mm di altezza che ne consentono la lettura anche a tre metri di distanza.

DESCRIZIONE

Lo strumento di tipo analogico-digitale è alloggiato in un contenitore in materiale plastico ad altissima resistenza a forma di valigetta. Di peso decisamente contenuto, presenta una maniglia che ne agevola il trasporto.

Il display grafico retroilluminato da 64x128 pixel è di dimensioni notevoli in rapporto alle dimensioni dello strumento, così da facilitare la lettura anche a distanza e in ambienti poco illuminati. Anche la disposizione delle informazioni (misura, settaggi, informazioni ausiliarie e segnalazioni) è stata studiata per essere facilmente leggibile e non creare mai confusione.

L'intero apparecchio è gestito da un microprocessore, 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 (con MEDIA = 32) pari a soli 100nVpp tipici nell'arco di un minuto e derive tipiche inferiori a 300nVpp in 10 minuti.

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, 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 o nulla alterazione dei valori. Per il medesimo motivo la caduta di tensione nominale massima di 32mV evita che eventuali giunzioni semiconduttrici in parallelo alla resistenza incognita invalidino la misura.

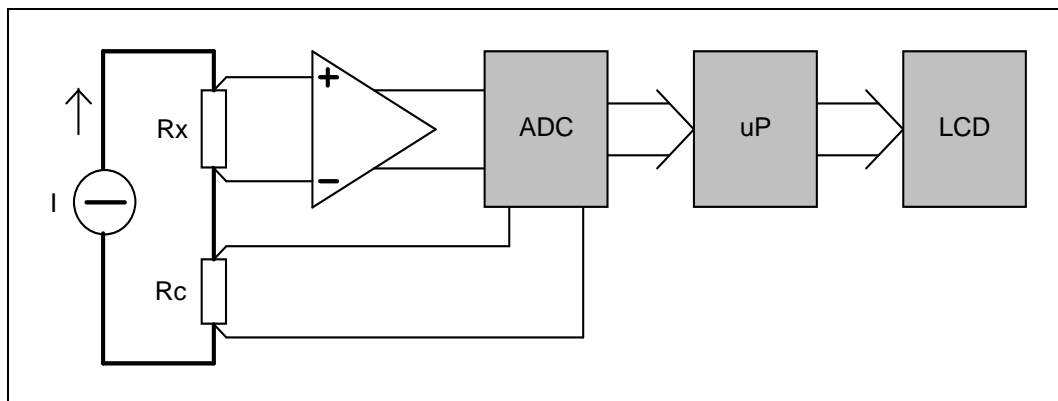


Fig. 1 Schema di principio del microohmmetro 20046 e della misura a quattro fili.

ATTENZIONE: La presenza del segno “-“ dinanzi al valore della misura sta soltanto ad indicare che sono stati erroneamente scambiati i terminali di tensione V- con V+: ciò non comporta in alcun modo pericolo per lo strumento, ma non garantisce la massima precisione della misura stessa in quanto l'amplificatore è ottimizzato per segnali positivi.

AUTO HOLD

Lo strumento dispone della funzione di Auto Hold, ossia della capacità di “congelare” la misura sul display quando vengono staccati i puntali o le pinze dall’elemento sotto misura. In particolare ciò avviene quando si ha l’interruzione del circuito di corrente sconnettendo almeno uno dei terminali di corrente.

Ne viene data segnalazione nella riga di stato in basso a destra dello schermo con la scritta **AHld** lampeggiante.

<p>ATTENZIONE: Questa funzione è automaticamente attiva solo quando lo strumento è in modalità <i>Manuale</i>. Tale limitazione consente di mantenere la funzione <i>Automatico</i> di autorange per la selezione automatica della portata più adatta alla misura.</p>

DEFINIZIONE TASTI E INGRESSI

TASTI

Lo strumento presenta 9 tasti le cui funzioni e le modalità di funzionamento sono dettagliate di seguito e riassunte in una tabella successiva. Tramite essi è possibile selezionare direttamente tutte le funzionalità dello strumento senza ricorrere a menù o combinazioni di tasti.

Alcuni 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 prevalentemente alla medesima funzionalità. Quale esempio si consideri il tasto **A/Z**. Premendolo brevemente viene eseguito l'autoazzeramento, mentre premendolo a lungo consente la compensazione dei cavi di misura.

Una opportuna segnalazione acustica avvisa se la funzione o il tasto premuto sono attivi o meno. In particolari condizioni infatti alcuni tasti sono disabilitati e premendoli si ha una segnalazione acustica lunga. Un esempio è l'impossibilità di eseguire una procedura di autoazzeramento mentre viene rappresentata la lista delle misure salvate: premendo il tasto **A/Z** si ha una segnalazione acustica lunga.

Di seguito vengono elencate i tasti e le loro funzioni.



- **Selezione delle portate ohmmetricamente superiori**
- **Selezione dei tempi di salvataggio automatico della misura**
- **Scroll ascendente delle misure salvate durante la visualizzazione della lista**
- **Incremento dei valori di data e ora dell'orologio**

Selezione delle portate ohmmetricamente superiori

Lo strumento è nella normale modalità di rappresentazione della misura.

Se lo strumento è in modalità *Automatico* viene portato in modalità *Manuale*.

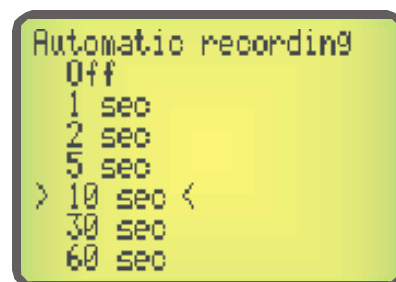
Se lo strumento è in modalità *Manuale* seleziona la portata ohmmetrica immediatamente superiore, a meno che sia già stata raggiunta la portata di 3200Ω. In questo caso viene data una segnalazione acustica lunga.

Selezione dei tempi di salvataggio automatico della misura

Lo strumento sta visualizzando la finestra di selezione dei tempi di salvataggio automatico della misura.

Questo tasto sposta gli evidenziatori **>** e **<** verso l'alto. Una volta raggiunta la scritta *Off* gli evidenziatori ricompaiono in corrispondenza della scritta *60 sec*, permettendo di selezionare il tempo di registrazione automatica desiderata o disattivare tale funzione.

Maggiori dettagli sono disponibili al paragrafo **COME IMPOSTARE IL SALVATAGGIO AUTOMATICO** a pagina 15.



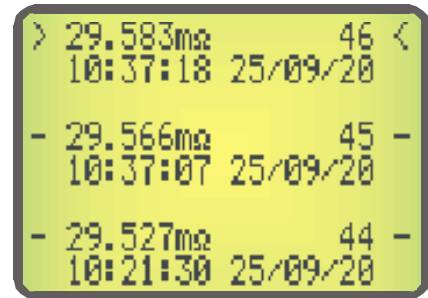
Scroll ascendente delle misure salvate durante la visualizzazione della lista

Lo strumento sta visualizzando la lista delle misure (detti anche record) salvate.

Ogni volta che si preme brevemente il tasto si ha lo scorrimento ascendente della lista di una misura.

Facendo riferimento alla figura seguente, in alto verrebbe visualizzata la 47^a misura salvata e dal basso del display uscirebbe la 44^a misura.

Tenendo premuto permanentemente il tasto, dopo un primo scorrimento di una misura e trascorso un secondo si avrebbe lo scorrimento veloce della lista sino all'eventuale raggiungimento dell'ultima e più recente misura salvata.



Incremento dei valori di data e ora dell'orologio

Lo strumento sta visualizzando la finestra riguardante l'impostazione dell'orologio.

Questo tasto incrementa il valore (ora, minuti, secondi, giorno, mese o anno) in quel momento selezionato.

Raggiunto il massimo valore per quel particolare parametro questo passa al valore minimo, 0 o 1 dipendentemente dal parametro stesso. In particolare il massimo giorno del mese dipende del mese in quel momento selezionato.

Maggiori dettagli verranno forniti nel paragrafo **COME SINCRONIZZARE ORA E DATA DELL'OROLOGIO** a pagina 17.



- Selezione delle portate ohmmetricamente inferiori
- Selezione dei tempi di salvataggio automatico della misura
- Scroll discendente delle misure salvate durante la visualizzazione della lista
- Decremento dei valori di data e ora dell'orologio

Selezione delle portate ohmmetricamente inferiori

Lo strumento è nella normale modalità di rappresentazione della misura.

Se lo strumento è in modalità *Automatico* viene portato in modalità *Manuale*.

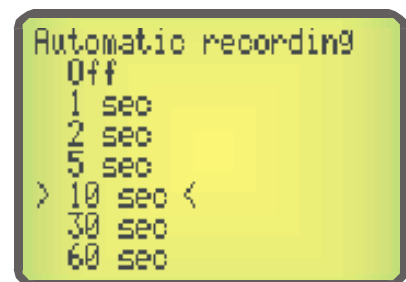
Se lo strumento è in modalità *Manuale* seleziona la portata ohmmetrica immediatamente inferiore, a meno che sia già stata raggiunta la portata di 320μΩ. In questo caso viene data una segnalazione acustica lunga.

Selezione dei tempi di salvataggio automatico della misura

Lo strumento sta visualizzando la finestra di selezione dei tempi di salvataggio automatico della misura.

Questo tasto sposta gli evidenziatori > e < verso il basso. Una volta raggiunta la scritta *60 sec* gli evidenziatori ricompaiono in corrispondenza della scritta *Off*, permettendo di selezionare il tempo di registrazione automatica desiderata o disattivare tale funzione.

Maggiori dettagli sono disponibili al paragrafo **COME IMPOSTARE IL SALVATAGGIO AUTOMATICO** a pagina 15.



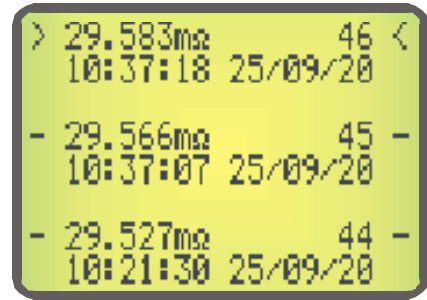
Scroll discendente delle misure salvate durante la visualizzazione della lista

Lo strumento sta visualizzando la lista delle misure (detti anche record) salvate.

Ogni volta che si preme brevemente il tasto si ha lo scorrimento discendente della lista di una misura.

Facendo riferimento alla figura seguente, in alto verrebbe visualizzata la 45^a misura salvata ed in basso entrerebbe la 43^a.

Tenendo premuto permanentemente il tasto, dopo un primo scorrimento di una misura e trascorso un secondo si avrebbe lo scorrimento veloce della lista sino all'eventuale raggiungimento della prima e più vecchia misura salvata.



Decremento dei valori di data e ora dell'orologio

Lo strumento sta visualizzando la finestra riguardante l'impostazione dell'orologio.

Questo tasto decrementa il valore (ora, minuti, secondi, giorno, mese o anno) in quel momento selezionato. Raggiunto il minimo valore (0 o 1) per quel particolare parametro questo passa al valore massimo dipendentemente dal parametro stesso. In particolare 0 per ore, minuti e secondi, 1 per giorni e mese e 20 per gli anni.

Maggiori dettagli verranno forniti nel paragrafo **COME SINCRONIZZARE ORA E DATA DELL'OROLOGIO** a pagina 17.

AUTO Modalità Automatico/Manuale

Lo strumento è nella normale modalità di rappresentazione della misura.

Se lo strumento è in modalità *Automatico* viene portato in modalità *Manuale* e viceversa.

Il tasto **AUTO** è operativo esclusivamente durante la rappresentazione della misura.

FLT Selezione Filtro

Lo strumento è nella normale modalità di rappresentazione della misura.

Ogni volta che il tasto viene premuto è selezionato un diverso valore di filtraggio nella sequenza 1-2-4-8-16-32-64-1-2-4-..... Il numero, che viene anche visualizzato nella parte inferiore dello schermo dopo la scritta **Flt:**, indica il numero di acquisizioni usate per eseguire la media, che altro non è che la misura rappresentata.

Maggiore è il numero di misure su cui viene eseguita la media e più lenta risulta la risposta dello strumento. Pur mantenendo una frequenza di aggiornamento della misura sul display di 4 Hertz, si ha il vantaggio di una maggior stabilità della rappresentazione.

Può accadere che passando ad un valore di filtro superiore la misura principale risulti momentaneamente inattendibile, sino a quando il buffer delle misure non è stato nuovamente riempito.

Il tasto **FLT** è operativo esclusivamente durante la rappresentazione della misura.

A/Z Procedura di Azzeramento

Lo strumento è nella normale modalità di rappresentazione della misura.

Tasto premuto < 1 sec Autoazzeramento

Questo tasto multifunzione permette l'autoazzeramento dello strumento senza la necessità di scollegare i terminali di corrente o di tensione e cortocircuitarli. Tale procedura, su strumenti di alta sensibilità come questo, se non eseguita correttamente potrebbe addirittura peggiorare a tal punto la misura da renderla del tutto inattendibile.

Con la procedura automatica si ottiene per altro la compensazione dei vari effetti termoelettrici presenti nei punti di contatto tra i terminali di tensione e la resistenza incognita nonché lungo

tutto il cavo di misura sino all'interno dello strumento ad ogni contatto di materiali metallici diversi. Durante l'esecuzione dell'autoazzeramento si ottiene altresì l'eliminazione della deriva dell'amplificatore di misura.

Premendo il tasto per meno di 1 secondo compare la scritta **AUTOZERO** lampeggiante sino al completamento della procedura la cui durata è variabile dipendendo dal numero di letture da eseguire per ottenere la media, il cui valore è stato impostato con il tasto **FLT**.

Tasto premuto > 1 sec Compensazione dei cavi di corrente

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 in modo migliore di quanto possa fare la sola funzione di autoazzeramento. 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 delle correnti di misura di $1 \div 10A$, di sezioni insufficienti o lunghezze eccessive, l'amplificatore non è in grado di compensare del tutto la variazione di tensione in modo comune che si viene ad avere fra la condizione di normale misura (con la corrente circolante anche nei cavi) e quella di **AutoZero** (quando invece non si ha circolazione di corrente).

Sebbene pensata espressamente per la compensazione appena descritta e quindi in particolar modo in presenza di correnti di misura di 1A e 10A, tale possibilità è attiva su tutte le portate. Ciò consente anche un azzeramento della misura qualora risultasse che, collegati i terminali come da Fig. 2, la misura non risulti nulla.

Il tasto **A/Z** è operativo esclusivamente durante la rappresentazione della misura.

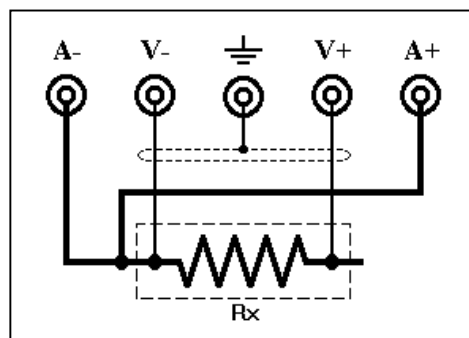


Fig. 2 Collegamento da eseguire durante la compensazione della caduta di tensione sui cavi di corrente.

Per sua natura la compensazione è diversa per ogni portata ed in funzione della corrente di misura, ovvero la compensazione che viene effettuata è valida solo per la portata in quel momento attiva. 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 è comunque permanente ed è salvata in una memoria non volatile, diversa da quella di salvataggio delle misure. Poiché i valori salvati sono fortemente dipendenti dalle condizioni di misura (lunghezza e sezione dei cavi di corrente, potenziali termoelettrici, temperatura ambiente ed interna allo strumento, nonché tempo trascorso dalla accensione di quest'ultimo) può accadere che alla successiva riaccensione dello strumento non siano più validi.

BKL **Retroilluminazione**

Accende/spegne la retroilluminazione del display sia durante la visualizzazione della misura che in tutte le altre finestre.

In caso di funzionamento a batteria si consiglia di accendere la retroilluminazione solamente se è strettamente necessario poiché il consumo dello strumento, escluso la corrente di misura, passa da circa 250mW nominali a ben 480mW, riducendo percentualmente in modo consistente l'autonomia operativa dello strumento, che però non scende sotto le 50 ore con retroilluminazione accesa e portate di $320m\Omega$ o superiori.

MEM

- Salvataggio della misura (o record)
- Accesso all'impostazione del salvataggio automatico della misura
- Selezione del parametro dell'orologio da modificare

Tasto premuto < 3 sec **Salvataggio della misura (o record)**

Lo strumento è nella normale modalità di rappresentazione della misura.

Premendo il tasto per meno di 3 secondi, al suo rilascio viene salvata la misura, unitamente a data e ora con la risoluzione del secondo, anche se sul display la massima risoluzione visibile dell'orologio è di un minuto.

Nell'istante in cui viene premuto il tasto si ha una segnalazione acustica breve. Al suo rilascio possono aversi due diversi casi:

- Nessuna altra segnalazione acustica

*Il salvataggio della misura è andato a buon fine e si può notare l'incremento del numero di record presso la scritta **Rcd**:*

- Segnalazione acustica lunga

Il salvataggio non è stato eseguito a seguito di queste possibili cause:

- ♦ È stato raggiunto il limite massimo di record salvabili
- ♦ Sta eseguendo un autoazzeramento
- ♦ Il circuito di corrente è aperto e lo strumento è in Auto Hold
- ♦ La misura è oltre il fondo scala, segnalato dalla scritta OVL

Tasto premuto > 3 sec **Accesso all'impostazione del salvataggio automatico della misura**

Lo strumento è nella normale modalità di rappresentazione della misura.

Se si desidera che lo strumento esegua in automatico il salvataggio della misura è possibile accedere alla finestra visibile a fianco tenendo premuto per più di 3 secondi il tasto **MEM**. Allo scadere di tale tempo si ha anche una segnalazione acustica breve.

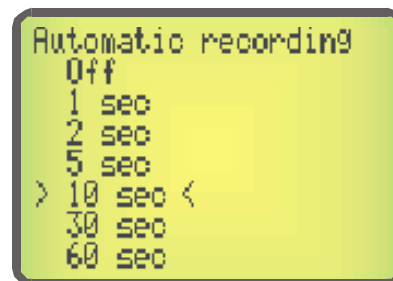
Usando i tasti **▲** e **▼** si fanno scorrere gli evidenziatori **>** e **<** fino a selezionare l'intervallo di tempo desiderato o la scritta *Off* per disattivare la funzione.

Mentre si è in questa finestra non vengono eseguiti salvataggi automatici, anche se la funzione era attiva prima di entrarvi.

Premendo nuovamente il tasto **MEM** si esce da questa finestra tornando nella finestra di misura e la modalità di funzionamento selezionata diventa attiva.

Nel settore 3 delle informazioni ausiliarie, nella parte inferiore dello schermo, compare la scritta *Off* o *1s*, *2s*, *5s*... a seconda della selezione fatta. Nel caso in cui si sia selezionato un tempo e quindi la funzione è attiva, allo scadere dell'intervallo, durante il salvataggio della misura, viene evidenziato il fatto con la rappresentazione di una "S" maiuscola anziché una "s" minuscola.

All'eventuale raggiungimento del massimo numero di salvataggi consentito la funzione di salvataggio automatico si autoesclude andando in *Off* e avvisando con una segnalazione acustica lunga.

**Selezione del parametro dell'orologio da modificare**

Lo strumento è nella modalità di impostazione dell'orologio.

Il tasto **MEM** viene anche utilizzato per selezionare il parametro (con sequenza ore – minuti – secondi – giorno – mese – anno – ore –) da modificare.

Maggiori dettagli verranno forniti nel paragrafo **COME SINCRONIZZARE ORA E DATA DELL'OROLOGIO** a pagina 17.

Il tasto **MEM** non è operativo durante la visualizzazione della lista delle misure salvate.

LIST **Entra/esce nella rappresentazione della lista delle misure salvate**

Premendo il tasto si passa dalla rappresentazione della misura a quella della lista delle misure salvate e viceversa.

Qualora non vi siano misure salvate compare la scritta **** No Record Found **** e per tornare alla visualizzazione della misura è sufficiente premere nuovamente il tasto **LIST**.

Questo tasto non è operativo durante l'impostazione dell'orologio.

DEL - **Cancellazione delle misure salvate**
- **Accesso all'impostazione dell'orologio****Cancellazione delle misure salvate**

Lo strumento sta visualizzando la lista delle misure (detti anche record) salvate.

Poiché la cancellazione dalla lista della singola misura o di tutte è un'operazione irreversibile, questo tasto ha un ritardo nell'esecuzione della propria funzione al fine di evitare cancellazioni accidentali.

Appena premuto viene emessa una segnalazione acustica breve per avvisare del suo azionamento, ma non esegue alcuna operazione. Se viene mantenuto premuto per almeno 3 secondi viene emessa una seconda segnalazione acustica ed il record più in alto nella lista, compreso fra la coppia di evidenziatori > e <, viene cancellato e si ha lo scorrimento delle altre registrazioni sottostanti verso l'alto.

Se a questo punto non si preme più il tasto si ha la cancellazione di questa sola misura, selezionata tramite i tasti ▲ e ▼. Viceversa se si mantiene ancora premuto il tasto **DEL** per altri 2 secondi, fino allo scadere del quinto secondo da che si è iniziato a premerlo, si ha la cancellazione dell'intera lista, l'emissione di un avviso acustico lungo e la comparsa della scritta **** No Record Found ****.

Tasto premuto > 3 sec Accesso all'impostazione dell'orologio

Lo strumento è nella normale modalità di rappresentazione della misura.

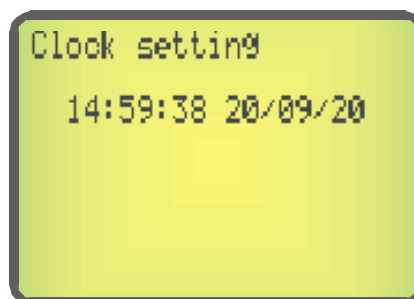
Quando si rende necessaria la sincronizzazione dell'orologio perché questo non indica più un tempo sufficientemente preciso è possibile accedere alla corrispondente finestra utilizzando il tasto **DEL**.

Premendo questo tasto inizialmente lo strumento risponde con una segnalazione acustica lunga, ma trascorsi circa 3 secondi, dopo una segnalazione acustica breve, accede all'impostazione dell'orologio.

Per uscire dall'impostazione dell'orologio è sufficiente premere brevemente nuovamente il tasto **DEL**.

Questo tasto non è operativo durante l'impostazione del salvataggio automatico della misura.

Maggiori dettagli verranno forniti nel paragrafo **COME SINCRONIZZARE ORA E DATA DELL'OROLOGIO** a pagina 17.





Nella tabella seguente sono riassunti sinteticamente le funzioni di ciascun tasto e del tipo di segnalazione acustica conseguente a seconda della finestra in quel momento attiva (misura, auto salvataggio, lista dei record o orologio) e del tempo per cui viene premuto il tasto medesimo.

Nome tasto	Visualizzazione	Azione breve/lunga	Funzione	Segnalaz. acustica breve/lunga
▲	misura	qualsiasi	Se in modalità <i>Autorange</i> : Esce dalla modalità autorange rimanendo nella portata selezionata	breve
			Se in modalità <i>Manuale</i> : Se non ha raggiunto la portata di 3200Ω passa a portate ohmmetricamente superiori Se è sulla portata di 3200Ω non esegue il comando	breve lunga
	auto salvataggio	qualsiasi	Scorrimento verso l'alto di una posizione degli evidenziatori di selezione	breve
	lista	breve lunga	Scorrimento ascendente di una posizione della lista	breve
Scorrimento ascendente di una posizione della lista seguito, dopo un secondo, da uno scorrimento veloce			breve	
orologio	qualsiasi	Incrementa il parametro dell'orologio che si desidera modificare	breve	
▼	misura	qualsiasi	Se in modalità <i>Autorange</i> : Esce dalla modalità autorange rimanendo nella portata selezionata	breve
			Se in modalità <i>Manuale</i> : Se non ha raggiunto la portata di 320μΩ passa a portate ohmmetricamente inferiori Se è sulla portata di 320μΩ non esegue il comando	breve lunga
			Scorrimento verso il basso di una posizione degli evidenziatori di selezione	breve
	lista	breve lunga	Scorrimento discendente di una posizione della lista	breve
			Scorrimento discendente di una posizione della lista seguito, dopo un secondo, da uno scorrimento veloce	breve
orologio	qualsiasi	Decrementa il parametro dell'orologio che si desidera modificare	breve	
AUTO	misura	qualsiasi	Se in modalità <i>Autorange</i> : Passa alla modalità <i>Manuale</i> lasciando inalterata la portata	breve
			Se in modalità <i>Manuale</i> : Passa alla modalità <i>Autorange</i> selezionando la portata più idonea alla misura	breve
	auto salvataggio / lista / orologio	qualsiasi	Non esegue alcun comando	lunga
FLT	misura	qualsiasi	Ogni volta che il tasto viene premuto viene selezionato un diverso valore di filtraggio nella sequenza 1-2-4-8-16-32-64-1-2-4-.....	breve
			Non esegue alcun comando	lunga
A/Z	misura	breve lunga	Esegue la procedura di autoazzeramento dello strumento.	breve
			Se la misura è in Overload: Non esegue il comando	lunga
			Se la misura <1000 punti: Acquisisce il valore e lo considera come zero	breve
	Se la misura ≥1000 punti: Non esegue il comando	lunga		
	auto salvataggio / lista / orologio	qualsiasi	Non esegue alcun comando	lunga
BKL	misura / auto salvataggio / lista / orologio	qualsiasi	Accende/spegne il backlight del display.	breve
MEM	misura	< 3 sec.	Salva il valore della misura nella memoria non volatile quando viene rilasciato il pulsante	breve quando viene premuto il pulsante
		> 3 sec.	Dopo 3 secondi da che viene premuto il pulsante passa alla visualizzazione dell'impostazione del salvataggio automatico della misura	breve quando entra nella nuova finestra



	auto salvataggio	qualsiasi	Passa a visualizzare la misura	breve
	lista	qualsiasi	Non esegue alcun comando	lunga
	orologio	qualsiasi	Seleziona il parametro dell'orologio da modificare	breve
LIST	misura	qualsiasi	Passa a visualizzare la lista delle misure salvate	breve
	auto salvataggio	qualsiasi	Non esegue alcun comando	lunga
	lista	qualsiasi	Passa a visualizzare la misura	breve
	orologio	qualsiasi	Non esegue alcun comando	lunga
DEL	misura	> 3 sec.	Dopo 3 secondi da che viene premuto il pulsante passa alla visualizzazione dell'orologio	lunga quando viene premuto il pulsante, dopo 3 sec. altra segnalazione breve
	auto salvataggio	qualsiasi	Non esegue alcun comando	lunga
	lista	> 3 sec.	Cancella il record evidenziato da > e <, presente nella parte alta del display	breve quando viene premuto il pulsante, dopo 3 sec. altra segnalazione breve
		> 5 sec.	Cancella tutti i record presenti nella lista	lunga dopo 5 sec. da che è stato premuto il pulsante
	orologio	qualsiasi	Passa a visualizzare la misura	breve

INGRESSI

Sul pannello vi sono gli ingressi di misura, presenti con le quattro boccole indispensabili qualora si voglia misurare resistenze di basso e bassissimo valore con il metodo Kelvin, la presa per l'alimentazione da rete, l'interruttore e la porta di comunicazione.

A+ / A- Morsetti di Corrente

Questi morsetti forniscono la corrente di misura. A vuoto (con maglia di corrente aperta) la tensione presente in uscita è compresa fra 2V e 2,4V, a seconda dello stato della batteria e della presenza o meno della tensione di rete.

V+ / V- Morsetti di Tensione

Tramite questi morsetti viene rilevata la caduta di tensione ai capi della resistenza incognita, con una sensibilità su tutte le portate che normalmente è di 1 μ V, con l'eccezione della portata di 320 $\mu\Omega$ dove la sensibilità raggiunge i 100nV.

LINE Presa di alimentazione

Presenza di alimentazione da rete 230V \pm 10% 48÷66Hz e portafusibile 5x20mm con fusibile 250mA ritardato.

ON Interruttore di alimentazione

Interruttore dello strumento.

Anche con interruttore in posizione OFF la sezione caricabatteria è comunque sempre attiva, in presenza della rete, per mantenere in carica la batteria.

COM Porta di comunicazione

La porta di comunicazione dello strumento consente la connessione optoisolata ad un PC il quale può sia leggere i dati che l'intero setup dello strumento. Tramite essa è anche possibile sincronizzare al secondo l'orologio dello strumento con quello del PC.

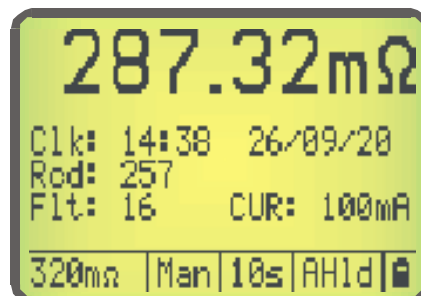
INFORMAZIONI RELATIVE ALLA MISURA

Come visibile nell'immagine a lato assieme alla misura vengono fornite altre informazioni utili.

Clk:

A fianco è indicata la data e l'ora dell'orologio dello strumento.

Quando viene salvata la misura questa è associata al valore segnato dall'orologio, ma con la risoluzione del secondo, anche se questi non compaiono sul display. Se quindi vengono salvate due misure a brevissima distanza di tempo sul display potrebbe essere rappresentato il medesimo tempo, ma il tempo salvato nella memoria delle misure è diverso, comprendendo anche i secondi.



Red:

A fianco viene indicato il numero di record salvati sino a quel momento tramite il tasto **MEM** o con il salvataggio automatico, per un valore massimo di 1000 salvataggi.

Flt:

Indica il numero di acquisizioni usate per eseguire la media delle misure.

Il valore viene modificato tramite il tasto **FLT** nella sequenza 1-2-4-8-16-32-64-1-2-4-.....

CUR:

Indica la corrente usata dallo strumento per la misura.

INFORMAZIONI AUSILIARIE

Nei cinque settori della parte inferiore del display, nella riga di stato, sono fornite varie informazioni ausiliarie riassunte nella tabella sottostante.



Settore	Informazione	Indicazione	Note	Stato segnalazione
1	Portata	3200Ω 320Ω 32Ω 3200mΩ 320mΩ 32mΩ 3200μΩ 320μΩ	Portata selezionata	fissa su tutte le portate
2	Automatico / Manuale	Aut Man	Strumento in selezione automatica della portata Strumento in selezione manuale della portata	fissa fissa
3	Auto salvataggio	Off 1s 2s 5s 10s 30s 60s	Auto salvataggio disattivato È indicato l'intervallo di tempo fra il salvataggio di una misura ed il successivo	fissa la lettera "s" diventa una "S" maiuscola nell'istante del salvataggio
4	Hold	AHld nessuna indicazione	Lo strumento è in <i>Auto Hold</i> poiché il circuito di corrente è aperto Lo strumento non è in <i>Auto Hold</i>	lampeggiante
5	Stato batteria	nessuna indicazione immagine di una batteria con livello di carica via via decrescente immagine batteria vuota lampeggiante	Batteria carica Batteria sempre più scarica Batteria completamente scarica	fissa lampeggiante

COME....

COME IMPOSTARE IL SALVATAGGIO AUTOMATICO

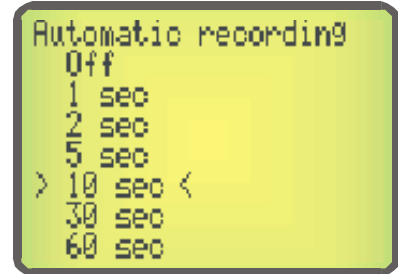
La funzione di salvataggio automatico consente di eseguire una registrazione automatica impostando l'intervallo di tempo desiderato selezionabile fra 1 secondo e 60 secondi.

Per attivare/disattivare la funzione occorre entrare nella finestra visibile a lato premendo il tasto **MEM** per almeno 3 secondi. Sia nell'istante in cui si preme il tasto che allo scadere dei 3 secondi si ha una segnalazione acustica breve.

Con i tasti **▲** e **▼** si sceglie l'intervallo di tempo fra un salvataggio ed il successivo, oppure si disattiva la funzione selezionando la scritta *Off*.

Per uscire dalla finestra è sufficiente premere il tasto **MEM**. La memorizzazione della selezione effettuata avviene automaticamente all'uscita dalla finestra. Quando è aperta questa finestra non vengono comunque eseguiti salvataggi automatici, anche se la funzione è attiva.

Ovviamente è possibile fare registrazioni in successione con tempi diversi, inoltre è possibile eseguire salvataggi "manuali" premendo il tasto **MEM** anche con il salvataggio automatico attivo.



COME SALVARE UNA MISURA

Per salvare una misura è sufficiente premere il tasto **MEM** per meno di 3 secondi durante la rappresentazione delle misure. Nell'istante in cui si preme il tasto si ha una segnalazione acustica breve. Il salvataggio della misura avviene durante il rilascio del tasto, sempre che non vi siano cause che impediscano l'esecuzione del comando come:

- ◆ È stato raggiunto il limite massimo di record salvabili
- ◆ Sta eseguendo un autoazzeramento
- ◆ Il circuito di corrente è aperto e lo strumento è in Auto Hold
- ◆ La misura è oltre il fondo scala, segnalato dalla scritta *OVL*

In caso di mancato salvataggio si ha una segnalazione acustica lunga. Al contrario il buon fine dell'operazione viene segnalato tramite l'incremento del numero evidenziato da **Rcd:**.

È possibile eseguire dei salvataggi "manuali" anche quando è attiva la funzione di salvataggio automatico.

COME VISUALIZZARE LA LISTA DELLE REGISTRAZIONI

Per entrare nella visualizzazione della lista delle misure salvate occorre premere il tasto **LIST**, che consente anche di tornare dalla lista alla visualizzazione della misura.

Se non vi sono misure registrate premendo il tasto **LIST** compare la scritta **** No Record Found **** accompagnata da una segnalazione acustica breve. Se vi sono dati salvati compare la lista e la segnalazione acustica è breve.

La prima volta che viene visualizzata la lista dopo l'accensione dello strumento il primo record in alto è il più recente salvato. Se si fa uno scorrimento della lista e poi si esce, quando si rientra nella visualizzazione della lista il record in alto è il medesimo che era visualizzato all'uscita precedente.

COME FARE SCORRERE LA LISTA DELLE REGISTRAZIONI

Quando si è nella lista delle registrazioni i tasti ▲ e ▼ fanno scorrere i record rispettivamente verso quelli più recenti o quelli più vecchi.

Premendo brevemente i tasti si ha lo scorrimento di una posizione, ma se si mantiene il tasto premuto dopo circa 1 secondo si ha lo scorrimento veloce.

Quando nella posizione in alto, in cui sono presenti gli evidenziatori > e <, giunge la registrazione più recente o più vecchia lo scorrimento si ferma e viene generato un segnale acustico lungo.

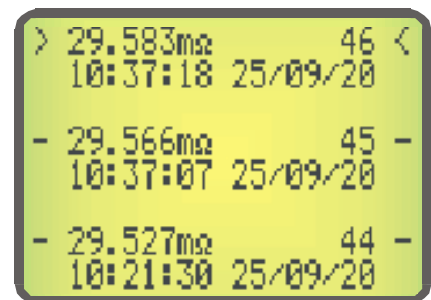
COME INTERPRETARE I DATI SALVATI E VISUALIZZATI

Ogni record è composto da due righe. Il primo dato, nella riga superiore a sinistra, è la misura che è stata salvata. Nella medesima riga sulla destra vi è invece il numero progressivo di salvataggio.

Maggiore è il numero, più recente è il salvataggio.

La seconda riga è interamente dedicata alla data e all'ora di salvataggio, con la risoluzione di 1 secondo, anche se l'orologio presente nella rappresentazione della misura visualizza il tempo minimo di 1 minuto.

Prendendo come riferimento l'immagine a lato si può notare che la misura 46, posta più in alto, è stata salvata più recentemente della misura 45, la quale è più recente della 44, e così via.



Inoltre solo il primo record in alto è contrassegnato dagli evidenziatori > e <, mentre i rimanenti record, per un massimo di 2, sono contrassegnati dagli evidenziatori -. La motivazione è essenziale: quando si desidera cancellare un singolo record questo va fatto scorrere sino agli evidenziatori > e <. Solamente il record così evidenziato verrà cancellato.

COME CANCELLARE UNA SINGOLA REGISTRAZIONE

Se si desidera cancellare una singola specifica registrazione occorre entrare nella finestra della lista, fare scorrere la lista con i tasti ▲ e ▼ sino ad allineare la registrazione desiderata agli evidenziatori > e < posti sulla prima riga in alto del display. A questo punto premere il tasto **DEL** sino a quando si sente la seconda segnalazione acustica breve, dopo circa 3 secondi da che si è premuto il tasto e da che è stata data una prima segnalazione breve. Rilasciare quindi subito il tasto **DEL**.

La numerazione delle registrazioni verrà rielaborata scalando il numero totale di uno, mantenendo inalterata la numerazione delle registrazioni più vecchie di quella cancellata e scalando tutte le registrazioni più recenti.

Quando viene cancellato un record posto fra il primo e l'ultimo della lista questa posizione di memoria non è più disponibile per il salvataggio di una misura, mentre se viene cancellato l'ultimo record salvato la posizione di memoria è ancora disponibile per un successivo salvataggio. Però se la posizione di memoria in cui si trovava il record più recente prima di essere cancellato era contigua a una o più posizioni di memoria precedentemente cancellate, anche queste posizioni di memoria ritornano ad essere disponibili per successivi salvataggi. Ovviamente la cancellazione dell'intera memoria rende questa totalmente disponibile.

COME CANCELLARE L'INTERA LISTA

Per cancellare l'intera lista occorre entrare nella videata della lista e premere il tasto **DEL** per almeno 5 secondi. Appena premuto il tasto si avrà una segnalazione acustica breve per avvisare che il tasto è stato premuto; dopo circa 3 secondi vi sarà una seconda segnalazione acustica breve e verrà cancellata la registrazione posta fra gli evidenziatori **>** e **<**. Dopo circa 5 secondi da che si è premuto il tasto **DEL** verrà cancellata l'intera lista, vi sarà una segnalazione acustica lunga e comparirà la scritta **** No Record Found ****.

COME SINCRONIZZARE ORA E DATA DELL'OROLOGIO

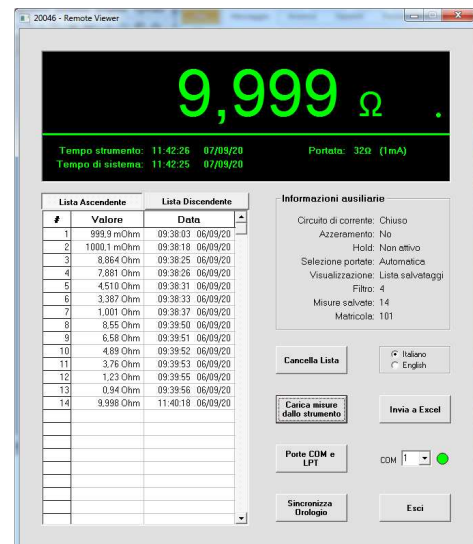
Per sincronizzare l'orologio ci sono due alternative:

Sincronizzazione tramite SW 20046 Remote Viewer o il SW Recorder 20000

Disponendo del software **20046 Remote Viewer** è possibile sincronizzare l'orologio dello strumento a quello del PC semplicemente premendo il pulsante **Sincronizza Orologio** posto in basso, in centro alla finestra del programma, come è possibile notare dall'immagine a lato.

Il PC provvederà a inviare allo strumento il comando con data e ora di sistema del PC stesso (ritenute valide e corrette) con la risoluzione del secondo, senza la necessità di fare altro.

La medesima operazione può essere svolta con il SW **Recorder 20000** premendo il pulsante **Sincronizza Orologio** posto nella finestra di Setup.



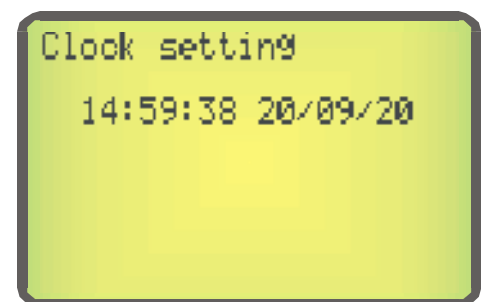
Impostazione manuale da strumento

Naturalmente è anche possibile impostare/modificare l'orologio direttamente da strumento. Per accedere alla finestra dedicata è necessario porsi nella finestra della misura e premere il tasto **DEL** per almeno 3 secondi. Dapprima si avrà una segnalazione acustica lunga, ma allo scadere dei 3 secondi se ne avrà una breve e comparirà un'immagine simile a quella a fianco con le ore lampeggianti.

I tasti **▲** e **▼** consentono di incrementare/decrementare il valore in quel momento lampeggiante, mentre per passare da un parametro al seguente, nella sequenza ore – minuti – secondi – giorno – mese – anno – ore –, si utilizza il tasto **MEM**. Il nuovo valore selezionato inizia subito a lampeggiare. Ovviamente è possibile non apportare alcuna modifica al parametro selezionato e passare al parametro successivo.

Ogni volta che viene incrementato/decrementato il valore questo viene immediatamente salvato, per cui non serve fare un'operazione di salvataggio prima di uscire dalla finestra dell'orologio perché il nuovo valore è già stato salvato.

Unica eccezione all'incremento/decremento del valore riguarda i secondi, che vengono azzerati, indipendentemente dal tasto **▲** o **▼** premuto.



Per uscire dall'impostazione dell'orologio è sufficiente premere nuovamente il tasto **DEL**. Se l'impostazione della data non è corretta compare la scritta ***** Wrong setting ***** ed è necessario impostare una data corretta per poter tornare alla visualizzazione della misura.

DEL Permette di entrare/uscire dalla videata dell'orologio e cancellare la segnalazione di impostazione errata: ***** Wrong setting *****.

▲ e **▼** Incrementano/decrementano di una unità il valore del parametro selezionato, evidenziato dal lampeggiamento. A seconda del mese si passa da 29 a 1 o da 1 a 29 se il mese è un febbraio bisestile o da 1 a 28 e da 28 a 1 se è un febbraio non bisestile, così pure passa opportunamente da 1 a 30 e da 30 a 1 o da 1 a 31 e da 31 a 1 negli altri mesi.

Inoltre se, per esempio, è impostato *31/08/27* e si modifica il mese in *09*, automaticamente il giorno passa a *01* non essendo valida la data *31/09/27*.

MEM Seleziona il successivo parametro nella sequenza ore – minuti – secondi – giorno – mese – anno – ore –

ATTENZIONE: Lo strumento esegue un controllo del numero del giorno sulla base del mese in quel momento impostato, tenendo conto anche dell'anno bisestile ed accetta, ad esempio, l'impostazione del *29/02/24*, ma non *29/02/23* quando viene modificato il giorno con mese ed anno correttamente impostati. Non è invece in grado di eseguire un controllo immediato qualora si passasse, per esempio, dalla data *31/01/27* alla data *31/02/27* modificando il mese successivamente all'impostazione del giorno. Quando si tenta di uscire dall'orologio premendo il tasto **DEL** viene comunque eseguito un controllo dell'impostazione e se questa risulta errata compare la scritta ***** Wrong setting *****. È possibile procedere alla correzione sia prima che dopo aver premuto il tasto **DEL** che farà scomparire la scritta di allarme e, se non ci sono più errate impostazioni, permetterà il ritorno alla misura.

COME SOSTITUIRE LA BATTERIA DELLA MEMORIA NON VOLATILE

Mediamente la durata della batteria tampone usata nel salvataggio dei dati della lista è di circa 10 anni. Non viene data alcuna segnalazione dello stato di carica di questa batteria, ma è possibile capire che questa è scarica se i dati salvati vengono persi o assumono valori incoerenti oppure l'orologio non ha più la precisione indicata nelle specifiche tecniche.

Per sostituire la batteria è necessario scollegare lo strumento dalla rete elettrica, spegnerlo e aprirlo svitando le quattro viti che fissano il pannello ed estraendo lo strumento dal case di plastica ponendo estrema attenzione.

Sul circuito stampato principale vi è un unico circuito di circa 3x3cm dove è bene evidente la batteria CR2032 da 3V alloggiata nel proprio portabatteria. Sostituita la batteria procedere alla chiusura dello strumento.

ATTENZIONE: Durante la sostituzione della batteria tutti i dati salvati in memoria andranno persi e l'orologio verrà azzerato, per cui diventa necessario sincronizzarlo/impostarlo nuovamente.

CARATTERISTICHE TECNICHE

Tensione di alimentazione	230V \pm 10% 48-66Hz 250mA rit.
Potenza assorbita	15VA
Batteria	segnalazione visiva dello stato di carica della batteria
Autonomia batteria	vedi grafico di Tab. 2
Rappresentazione della misura	su display LCD retroilluminato 64x128 pixel 62x44mm
Numero di punti di misura	32000
Frequenza di aggiornamento display	4 Hz
Portate	320,00 $\mu\Omega$, 3200,0 $\mu\Omega$, 32,000m Ω , 320,00m Ω , 3200,0m Ω , 32,000 Ω , 320,00 Ω , 3200,0 Ω
Selezione portate	automatico / manuale
Cambio scala automatico	alla portata superiore con >31999 digit alla portata inferiore con <3000 digit
Risoluzione e corrente di misura	vedi tabella di Tab. 1 RISOLUZIONI E CORRENTI DI MISURA
Precisione della misura (portate 3200 Ω ÷ 3200 $\mu\Omega$)	\pm (0,05% + 2 digit)
Precisione della misura (portata 320 $\mu\Omega$)	\pm (0,06% + 3 digit)
Rumore (riferito all'ingresso da 0,01Hz a 0,1Hz)	0,2 μ V _{pp} con filtro = 16
Compensazione cavi di corrente / Azzeramento	compensazione delle f.e.m. del circuito di tensione e degli offset dello strumento sino a \pm 1000 digit
Tempo di riscaldamento dopo l'accensione	10 minuti circa entro \pm 0,3 μ V
Tensione a vuoto (A+) - (A-) (circuito di corrente aperto)	2,20Vmax (funzionamento a batteria) 2,40Vmax (funzionamento a rete)
Filtro	1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 misure
Salvataggio/registrazione automatica	Si, attivabile con tempi di salvataggio selezionabili di 1-2-5-10-30-60s
Numero di record salvabili nella memoria dati non volatile (Lista)	1000
Tipo di dati salvati nella Lista	misura, data e ora con risoluzione di 1 secondo
Tempo di trasferimento misure salvate da strumento a PC	3,7 secondi per trasferire 1000 record
Tempo di ritenzione dei dati salvati	circa 10 anni, con batteria nuova
Tipo batteria della memoria dati	CR2032 3V
Precisione dell'orologio dello strumento	migliore di 5 secondi al giorno
Temperatura di lavoro	0 ÷ 50 °C
Temperatura di immagazzinamento	-20 ÷ 60 °C
Peso	4850 grammi circa
Dimensioni contenitore	265x245x170mm (larghezza x altezza x profondità)

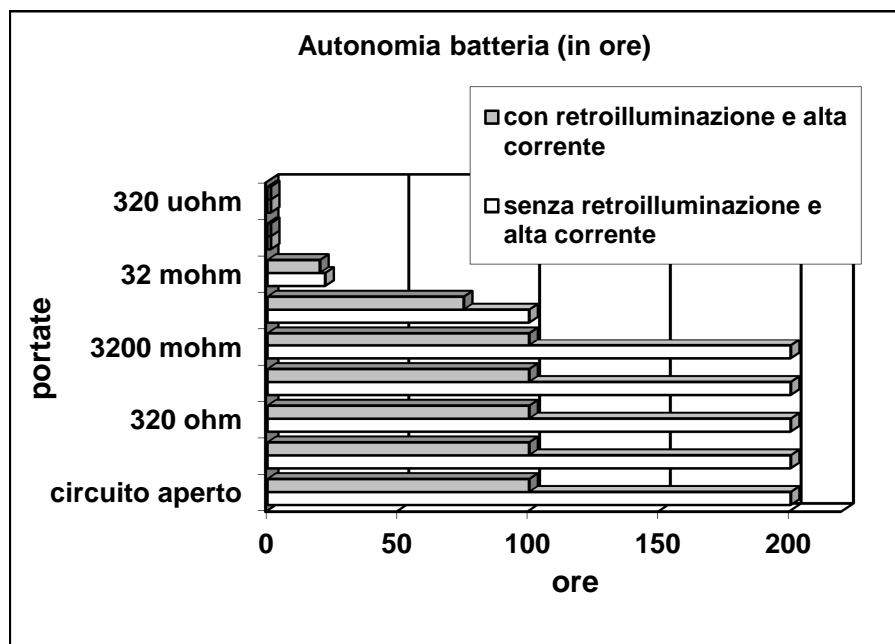
La tabella sottostante riporta i valori di risoluzione, corrente di misura e potenza nominale massima dissipata dall'elemento incognito in funzione del fondo scala selezionato.

RISOLUZIONI E CORRENTI DI MISURA					
Portata	Risoluzione (resistenza)	Risoluzione (tensione)	Tensione di f. s.	Corrente	Potenza massima
320 $\mu\Omega$	10n Ω ($10^{-8} \Omega$)	0,1 μ V	3,2mV	10A	32mW
3200 $\mu\Omega$	100n Ω ($10^{-7} \Omega$)	1 μ V	32mV	10A	320mW
32m Ω	1 $\mu\Omega$ ($10^{-6} \Omega$)	1 μ V	32mV	1A	32 mW
320m Ω	10 $\mu\Omega$ ($10^{-5} \Omega$)	1 μ V	32mV	100mA	3,2mW
3200m Ω	100 $\mu\Omega$ ($10^{-4} \Omega$)	1 μ V	32mV	10mA	320 μ W
32 Ω	1m Ω ($10^{-3} \Omega$)	1 μ V	32mV	1mA	32 μ W
320 Ω	10m Ω ($10^{-2} \Omega$)	1 μ V	32mV	100 μ A	3,2 μ W
3200 Ω	100m Ω ($10^{-1} \Omega$)	1 μ V	32mV	10 μ A	0,32 μ W

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

Per evitare che un eccessivo riscaldamento interno dello strumento possa causare derive nella misura, in particolare modo sulla portata inferiore, la carica della batteria avviene con corrente di circa 1A quando lo strumento è acceso e con corrente di 2A quando è spento. Di conseguenza la carica completa a strumento spento comporta circa 20 ore di tempo, mentre a strumento acceso e con corrente di misura sempre circolante, il tempo di carica può notevolmente variare in funzione della portata selezionata e dello stato della retroilluminazione. Addirittura per corrente di misura già di 1A e retroilluminazione accesa si ha comunque una leggera scarica della batteria la quale, se la corrente di misura sale a 10A, si scarica in poco più di 1 ora.

Di seguito viene fornito il grafico concernente l'autonomia della batteria, senza connessione alla rete, in funzione della portata selezionata e dello stato di accensione/spengimento 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 affinché si abbia l'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. 3. 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 pinze di tipo Kelvin questo problema non sussiste in quanto le due pinzette 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 e tutt'al più rimane un potenziale pari alla differenza dei due. Se tale effetto rimane costante nel tempo è sufficiente compensarlo una volta per tutte, viceversa occorre procedere ad un periodico azzeramento col tasto **A/Z**.

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 autoazzeramento 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 4mm^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 6mm^2 quando si usano le portate inferiori con corrente di 10A.
- 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.

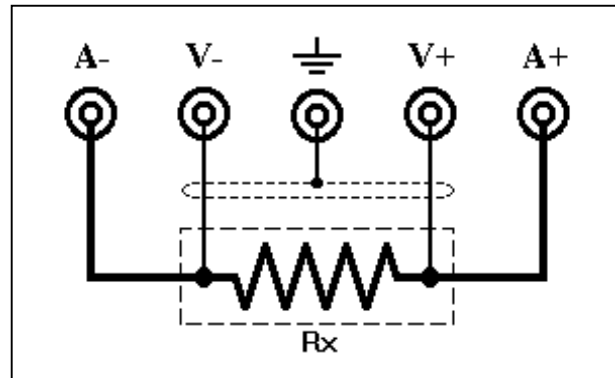
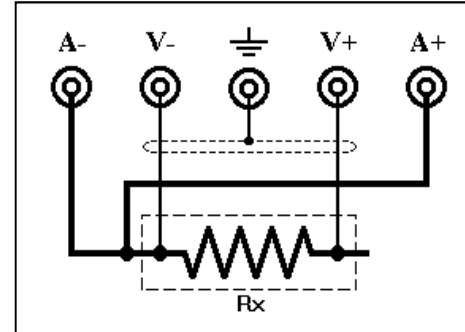


Fig. 3 Schema di collegamento per la misura a quattro fili su di una resistenza di basso valore.

- Eseguire sempre un autoazzeramento ed eventualmente una 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 autoazzeramento quando si è sulle portate di $3200\mu\Omega$ e $320\mu\Omega$ o si collegano i cavi di misura ad un'altra resistenza.
- Per ottenere un corretto azzeramento dello strumento e garantite una misura la più precisa possibile non si devono spostare i puntali/terminali di tensione dopo aver eseguito un autoazzeramento. Se si desidera verificare o eseguire il corretto azzeramento dello strumento e dei relativi potenziali di contatto dei terminali di tensione è **ASSOLUTAMENTE INDISPENSABILE** utilizzare la configurazione visibile nello schema a fianco, dove viene **SPOSTATO SOLAMENTE** uno dei terminali di corrente.



Infatti 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. Questo è assolutamente valido anche qualora si volesse eseguire un autoazzeramento: non va mai alterato il collegamento elettrico dei terminali di tensione tra la fase di misura e quella di autoazzeramento.

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.

CAVI DI CORRENTE DI RIDOTTA SEZIONE

Un'altra causa di errore, anche se in questo caso decisamente modesta e riscontrabile solo sulle portate di $3200\mu\Omega$ e $320\mu\Omega$, è dovuta alla limitata sezione dei cavi di corrente. Se infatti la sezione è inferiore a 6 mm^2 e il cavo è proporzionalmente troppo lungo si ha, tra fase di autoazzeramento e di misura, una differenza nelle cadute di tensione sul cavo che l'amplificatore di misura non riesce più a compensare correttamente, introducendo un errore che, con i cavi in dotazione, generalmente non supera $1\div 2$ digit. Il rimedio è di usare, sulle portate inferiori, cavi di elevata sezione e quanto più brevi possibile.

Nel caso vengano utilizzati cavi che diano elevate cadute e si renda necessaria una compensazione per ridurre l'errore si vedano le indicazioni riportate a pag. 6 riguardanti il tasto **A/Z** **Procedura di Azzeramento**.

LENTEZZA DELLA MISURA

Questa non è certamente una causa d'errore, ma potrebbe sembrare, certe volte, che lo strumento sia troppo lento o addirittura che si fermi: il motivo è dovuto al valore che è stato

settato nel filtro. Maggiore è questo valore e maggiore è il tempo che lo strumento impiega per fare un ciclo di misure sulla resistenza incognita.

MISURA DI ELEMENTI FORTEMENTE INDUTTIVI

Il microohmmetro **20046** è in grado di misurare la componente resistiva anche di elementi fortemente induttivi quali trasformatori con potenze di oltre 1 MVA. Per evitare danneggiamenti o malfunzionamenti dello strumento è consigliabile collegare, in parallelo all'elemento incognito, un diodo come indicato in Fig. 4.

Tale diodo di protezione va però messo soltanto se effettivamente vi è necessità, ovvero su carichi induttivi, giacché sulle portate ohmmetricamente alte la pur bassa corrente inversa dello stesso diodo può alterare, anche se modestamente, la misura.

Per le portate da 3200Ω a $320m\Omega$ compresa è sufficiente un diodo da 1A quale il tipo 1N4004 o simile. Per le portate ohmmetricamente inferiori (da $32m\Omega$ a $320\mu\Omega$) è consigliabile utilizzare un diodo in grado di sopportare correnti maggiori quali quelli "a vitone".

La sua funzione è di salvaguardare principalmente il circuito amperometrico, giacché quello voltmetrico è comunque protetto contro tensioni differenziali continue sino a $\pm 35V$ e impulsive sino a $\pm 100V$ per 1 secondo.

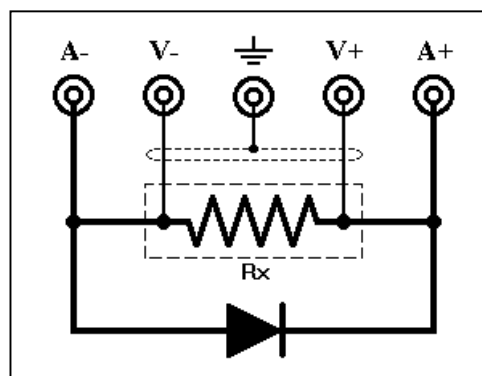


Fig. 4 Schema di collegamento del diodo di protezione in parallelo ad un elemento fortemente induttivo. Si noti il verso di inserzione del diodo.

ATTENZIONE: È importante che il diodo di protezione venga collegato in parallelo all'elemento induttivo e non fra i morsetti di corrente o tensione, altrimenti non è in grado, sconnettendo i cavi di corrente, di eliminare il forte scintillio che si viene a creare. La scarica, dell'ordine anche del migliaio di volt, potrebbe danneggiare irreparabilmente alcuni circuiti elettronici del generatore di corrente.

PROTEZIONE DA SOVRATENSIONI E SOVRACORRENTI

Lo strumento è fornito di adeguate protezioni contro le sovratensioni sugli ingressi di tensione, come specificato nelle caratteristiche tecniche, ma richiede, in caso di misura su elementi prevalentemente induttivi, un diodo di protezione esterno. Tale diodo, come indicato nel paragrafo precedente, è pienamente sufficiente alla protezione del circuito di generazione della corrente di misura. 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.

ATTENZIONE: 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.

MISURA ESEGUITA SULLA PORTATA DI 320 $\mu\Omega$

Questa portata è l'unica ad avere una sensibilità in tensione di soli 0,1 μV , contro una sensibilità di 1 μV di tutte le altre. Ciò la rende più suscettibile ai vari effetti di disturbo elencati in questo capitolo, ma è sufficiente un minimo di attenzione ed eventualmente un autoazzeramento, come suggerito al paragrafo **POTENZIALI DI CONTATTO**, per garantire una misura corretta.

CERTIFICATO DI COLLAUDO

MODELLO STRUMENTO 20046
MATRICOLA STRUMENTO _____
BATTERIE OK
PORTA USB OK
TEMPERATURA di TARATURA _____

PORTATA	VALORE CAMPIONE	VALORE MISURATO	PRECISIONE DICHIARATA	RISULTATO
3200Ω			0,5 ‰ + 2dgt	OK
320Ω			0,5 ‰ + 2dgt	OK
32Ω			0,5 ‰ + 2dgt	OK
3200mΩ			0,5 ‰ + 2dgt	OK
320mΩ			0,5 ‰ + 2dgt	OK
32mΩ			0,5 ‰ + 2dgt	OK
3200μΩ			0,5 ‰ + 2dgt	OK
320μΩ			0,6 ‰ + 3dgt	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 Collaudatore

DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ

La PEDRANTI ELIO, via Cesare Battisti 33/B, Cardano al Campo – Varese, dichiara sotto la propria responsabilità, che lo strumento **20046**, al quale questa dichiarazione si riferisce, è conforme alle norme previste dalla direttiva CEE 89/336.

Cardano al Campo, 05/10/20

. Pedranti Elio .