

MICROOHMMETRO/MICROVOLTMETRO MULTIFUNZIONE AD ALTE PRESTAZIONI

32000 punti autorange

10nΩ ÷ 3200Ω / 10nV ÷ 320mV



STRUMENTI DI MISURA PROFESSIONALI

INDICE

Capitolo 1: Introduzione	1
1.1 Benvenuti in 20028 - USB High Performance Microohmmeter/Microvoltmeter.	1
1.2 Installazione del software	1
1.3 Avvio del software	
Capitolo 2: Il modulo	2
2.1 Il modulo hardware	2
2.2 Parte frontale del modulo	2
2.3 Parte posteriore del modulo	3
Capitolo 3: Il software	4
3.1 Descrizione generale	4
3.2 Sezione comune	4
3.3.1 Selettore Lingua	6
3.3.2 Tasto Misura	6
3.3.3 Tasto Graf	6
3.3.4 Tasto μVolt	6
3.3.5 Tasto Test	6
3.3.6 Tasto Taratura	6
3.4 Finestra Misura	7
3.4.1 Impostazione dei parametri di rappresentazione e trattamento della misura ohmmetrica	7
3.4.1.1 Tasto Modalità impulso Finestra Modalità impulso di misura	8
3.4.1.2 Tasto Temperatura Finestra Temperatura	9
3.4.1.3 Tasto Parametri cavo Finestra Parametri cavo	9
3.4.1.4 Tasto Relativo Finestra Relativo impostabile	10
3.4.1.5 Tasto Misura secondaria Finestra Misura secondaria da visualizzare	10
3.4.1.6 Tasto Misura principale Finestra Impostazione misura principale	14
3.4.2 Opzioni di misura e selezione veloce della misura secondaria da rappresentare sul secondo display	15
3.4.2.1 Tasto Misura Impulsiva	15
3.4.2.2 Tasto Reset Impulsiva	15
3.4.2.3 Tasto Misura Inversa	15
3.4.2.4 Tasto Acquisisci Ra	15
3.4.2.5 Tasto Relativo da Misura	16
3.4.2.6 Tasto Min/Max	16
3.4.2.7 Tasto Hold	16
3.4.2.8 Tasto Corrente	16
3.4.2.9 Tasto AutoZero Compens.	16
3.4.2.10 Tasto Auto Range	17
3.4.3 Salvataggio/ricambio delle acquisizioni e della configurazione dello strumento	18
3.4.3.1 Tasto Salva registrazione	18
3.4.3.2 Tasto Salva registrazione con nome....	18
3.4.3.3 Tasto Invia registrazione a Excel	18
3.4.3.4 Tasto Carica registrazione....	19
3.4.3.5 Tasto Salva configurazione....	19
3.4.3.6 Tasto Carica configurazione....	19
3.4.4 Selezione della portata ohmmetrica e della porta di comunicazione fra PC e modulo hardware	20
3.4.4.1 Tasti 3200 Ohm ÷ 320 uOhm	20
3.4.4.2 Tasto Porte COM e LPT	20
3.4.4.3 Selettore COM	20
3.4.4.4 Tasto Esci	20
3.5 Finestra Graf	21
3.5.1 Tasto AutoZoom	21
3.5.2 Barra di scorrimento verticale Shift	21

3.5.3	Selettore	Zoom (pt)	.	.	.	.	.	.	.	.	21
3.5.4	Tasto	Aggancia scroll	.	.	.	.	.	.	.	.	21
3.5.5	Tasto	Acq. Man.	.	.	.	.	.	.	.	.	22
3.5.6	Tasto	Registra	.	.	.	.	.	.	.	.	22
3.5.7	Tasto	Stop	.	.	.	.	.	.	.	.	22
3.5.8	Tasto	Cancella	.	.	.	.	.	.	.	.	22
3.5.9	Indicatore	Campioni acquisiti	.	.	.	.	.	.	.	.	22
3.5.10	Selettore	Zoom	.	.	.	.	.	.	.	.	22
3.5.11	Barra di scorrimento orizzontale	Shift	.	.	.	.	.	.	.	.	22
3.5.12	Selettore	Intervallo compion.	.	.	.	.	.	.	.	.	22
3.5.13	Informazioni ausiliarie		.	.	.	.	.	.	.	.	23
3.5.13.1	Informazioni dal puntatore del mouse		.	.	.	.	.	.	.	.	23
3.5.13.2	Informazioni generali sulla registrazione	RCD	.	.	.	.	.	.	.	.	23
3.5.13.3	Informazioni generali sulla parte di registrazione visibile sul display	DSP	.	.	.	.	.	.	.	.	23
3.6	Finestra	uVolt	.	.	.	.	.	.	.	.	24
3.6.1	Tasti	320mV ÷ 320µV	.	.	.	.	.	.	.	.	24
3.6.2	Casella	Valore (0 – 31999)	.	.	.	.	.	.	.	.	24
3.6.3	Tasto	Relativo impostato	.	.	.	.	.	.	.	.	24
3.6.4	Tasto	Relativo da Misura	.	.	.	.	.	.	.	.	24
3.6.5	Tasto	Zero	.	.	.	.	.	.	.	.	25
3.6.6	Tasto	Hold	.	.	.	.	.	.	.	.	25
3.6.7	Riquadro	Filtro (media su misure)	.	.	.	.	.	.	.	.	25
3.6.8	Riquadro	Misure/secondo	.	.	.	.	.	.	.	.	25
3.6.9	Riquadro	Funzione	.	.	.	.	.	.	.	.	25
3.7	Finestra	Test	.	.	.	.	.	.	.	.	26
3.7.1	Riquadro	Modalità di test	.	.	.	.	.	.	.	.	26
3.7.2	Riquadro	Misura da testare	.	.	.	.	.	.	.	.	27
3.7.3	Riquadro	Segnalazioni sonore	.	.	.	.	.	.	.	.	27
3.7.4	Riquadro	Limiti	.	.	.	.	.	.	.	.	28
3.7.5	Riquadro	Durata chiusura contatti	.	.	.	.	.	.	.	.	28
3.7.6	Finestra del risultato		.	.	.	.	.	.	.	.	28
3.7.5	Riquadro	Funzionamento tasto di TEST	.	.	.	.	.	.	.	.	29
3.7.8	Tasto	TEST	.	.	.	.	.	.	.	.	29
3.7.8	Tasti	Test	.	.	.	.	.	.	.	.	29
Capitolo 4:	Caratteristiche tecniche		.	.	.	.	.	.	.	.	30
Capitolo 5:	Accorgimenti nell'esecuzione della misura.		.	.	.	.	.	.	.	.	33
5.1	Potenziali di contatto		.	.	.	.	.	.	.	.	33
5.2	Uso della modalità di misura bipolare		.	.	.	.	.	.	.	.	34
5.3	Misure sulla portata di 320µΩ e 320µV		.	.	.	.	.	.	.	.	34
5.4	Campi elettromagnetici		.	.	.	.	.	.	.	.	36
5.5	Cavi di corrente di ridotta sezione		.	.	.	.	.	.	.	.	36
5.6	Lentezza della misura		.	.	.	.	.	.	.	.	36
5.7	Misura di elementi fortemente induttivi		.	.	.	.	.	.	.	.	36
5.8	Protezione da sovratensioni e sovracorrenti		.	.	.	.	.	.	.	.	37

Capitolo 1: Introduzione

1.1 Benvenuti in 20028 - USB High Performance Microohmmeter/Microvoltmeter

Lo strumento **20028** è costituito da un hardware in grado di eseguire le misure e da un software, installabile su qualsiasi PC con ambiente Windows, che elabora, gestisce e rappresenta le acquisizioni. L'insieme di queste due parti permette di ottenere uno strumento multifunzione ad alte prestazioni dalle caratteristiche uniche condensate in un dispositivo piccolissimo che sta in una mano.

La possibilità di misurare resistenze di bassissimo valore e di eseguire grafici, inviare le registrazioni dei dati ad un foglio Excel o salvarle in files, fare dei test PASS / NO PASS attivabile anche con segnale digitale esterno con la disponibilità dell'esito sottoforma visiva, acustica, vocale e tramite tre uscite digitali, è peculiare di uno strumento di elevate prestazioni.

Il **20028** è però anche un microvoltmetro dalle notevoli prestazioni. Come microohmmetro è in grado di raggiungere i $10\text{n}\Omega$ di risoluzione sul fondo scala minimo di $320\mu\Omega$ e $100\text{m}\Omega$ sul fondo scala massimo di 3200Ω , mentre usato come microvoltmetro ha una risoluzione di 10nV con fondo scala minimo di $320\mu\text{V}$. La risoluzione di $10\mu\text{V}$ è disponibile sul fondo scala massimo di 320mV .

Lo strumento, nel suo insieme, è composto dal modulo hardware di misura e dal software, ma questo può eventualmente operare anche da solo per visualizzare registrazioni ohmmetriche o voltmetriche precedenti.

1.2 Installazione del software

Le richieste di sistema del programma sono assolutamente modeste occupando solo alcune centinaia di kilobyte di spazio su disco rigido, in ambiente Windows XP o successivi e necessita di una porta USB per il collegamento con il modulo hardware.

Per l'installazione del programma occorre:

- 1 Inserire il disco CD nel driver del computer
- 2 Nel menu *Avvio* o *Start* della barra delle applicazioni fare clic sul comando *Esegui...*
- 3 Nella finestra di dialogo *Esegui* digitare **D:\Setup.exe** e premere *INVIO*. Se il disco si trova in una unità diversa digitare la lettera corrispondente all'unità.

In alternativa è possibile usare il tasto *Sfoglia* per cercare l'unità ed il file di installazione.

- 4 A installazione ultimata rimuovere il disco dall'unità.

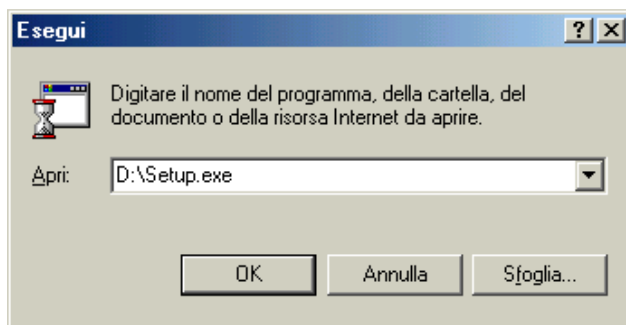


Fig. 1.1 Finestra di Windows per l'installazione del programma.

1.3 Avvio del software

Dopo l'installazione ed il riavvio del PC il programma è operativo ed accessibile tramite *Start* (o *Avvio*) > *Programmi* > *20028*. Se il modulo è già connesso facendo clic su *20028.exe* il programma si avvia e compare la finestra principale, altrimenti viene dato l'avviso della mancata connessione con lo strumento.

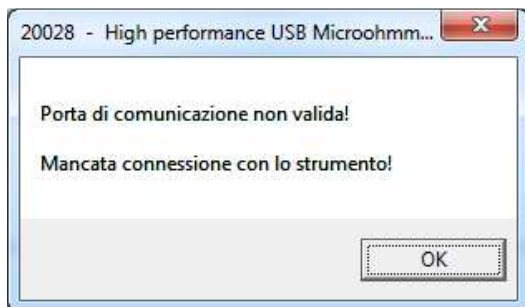


Fig. 1.2 La finestra avvisa della mancata connessione con lo strumento da parte della porta di comunicazione USB.



Fig. 1.3 Finestra principale del programma, dove è possibile selezionare la COM a cui è connesso lo strumento, verificare su quale COM si trova ed accedere a precedenti registrazioni con o senza il modulo connesso.

Capitolo 2: Il modulo

2.1 Il modulo hardware

La connessione fra modulo hardware e PC avviene tramite cavo USB standard fornito in dotazione, dove il connettore maschio tipo A si connette al PC e il connettore tipo B si connette al modulo hardware. Il cavo, oltre alla connessione dati, fornisce anche la potenza necessaria al funzionamento del modulo il quale non è elettricamente isolato dal PC e con il quale condivide la massa.

Sebbene il modulo sia in grado di erogare una corrente di misura di 1A, la massima corrente richiesta alla porta USB è notevolmente inferiore essendo tipicamente di circa 350mA quando viene erogata la massima corrente di misura. Momentaneamente la corrente di alimentazione può essere lievemente superiore richiedendo una potenza di picco di 2,5W.

2.2 Parte frontale del modulo

Sulla parte frontale del modulo vi sono 4 boccole e il connettore femmina USB tipo B. Le quattro boccole vengono utilizzate in tutto o in parte sia nella funzionalità di microohmmetro che di microvoltmetro, come indicato nella seguente tabella:

Fig. 2.1 Vista frontale del modulo con le quattro boccole per la misura Kelvin e la presa USB.



BOCCOLE

Boccole	Funzione microohmmetro	Funzione microvoltmetro
A+	Eroga la corrente di misura	Non utilizzata
V+	Rileva la tensione sul polo positivo della resistenza sotto misura	Ingresso della tensione differenziale positiva
V-	Rileva la tensione sul polo negativo della resistenza sotto misura	Ingresso della tensione differenziale negativa
A-	Assorbe la corrente di misura	Non utilizzata - Flottante

Nel funzionamento come microvoltmetro la boccola **A-** non è utilizzata ed è flottante. Per avere la massima stabilità della misura è bene usare cavetti schermati per i segnali di tensione e/o **collegare la massa analogica (AGND) del modulo a quella del circuito sotto misura.**

Sul connettore a 9 poli tipo sub-D posto sul retro del modulo sono disponibili le connessioni AGND e DGND, qualora servissero. La funzione dei singoli pin è descritta presso il connettore e nel paragrafo 2.3 di questo stesso capitolo.

Per la massima tensione applicabile agli ingressi di tensione e la massima tensione in modo comune leggere il paragrafo **SEZIONE MICROVOLTMETRO** in **CARATTERISTICHE TECNICHE**, alle pagine 30 e 31.

CONNETTORE USB tipo B

Il connettore femmina USB tipo B fornisce sia la potenza necessaria al funzionamento del modulo che la connessione dati al PC. Non vi è un isolamento fra la massa del PC e quella dell'elettronica del modulo, pertanto è bene evitare che i fili connessi alle boccole **A+** e **A-** vengano in contatto con la massa del PC o, se questo è alimentato da rete, con elementi connessi alla terra.

Il cavo USB fornito a corredo è di ottima qualità e ha la lunghezza di 1,8m. Sebbene sia tollerata una lunghezza maggiore si sconsiglia di usare cavi più lunghi di quello fornito. Lunghezze superiori possono apportare a un maggior rumore sul segnale di misura, in particolare sulla portata ohmmetrica inferiore di 320μΩ dove si ha la concomitanza della massima corrente di misura e della massima sensibilità voltmetrica.

LED Tx/Rx

Sul frontale del modulo è presente anche un led verde la cui funzione è di segnalare lo stato di funzionamento del modulo:

- quando è permanentemente acceso indica che il modulo è alimentato
- quando lampeggia segnala che sta scambiando dati con il PC tramite la connessione USB

2.3 Parte posteriore del modulo

Sulla parte posteriore del modulo è disponibile un connettore sub-D 9 poli maschio che rende disponibili alcuni segnali digitali e analogici utilizzabili in alcune delle funzionalità dello strumento, in particolare nella modalità di test **PASS / NO PASS**.

Nella tabella seguente sono elencate la definizione e la funzione di ciascun segnale. Alcuni segnali di uscita digitali di tipo *open collector* hanno una doppia funzione, a seconda della modalità di test selezionata, ma in ogni caso sono attivi quando “chiudono” verso la massa digitale DGND. Allo stesso modo gli ingressi digitali vengono attivati quando vengono “chiusi” verso la massa digitale.

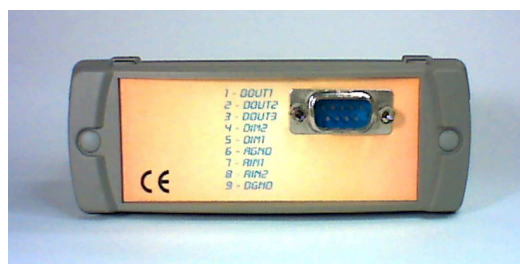
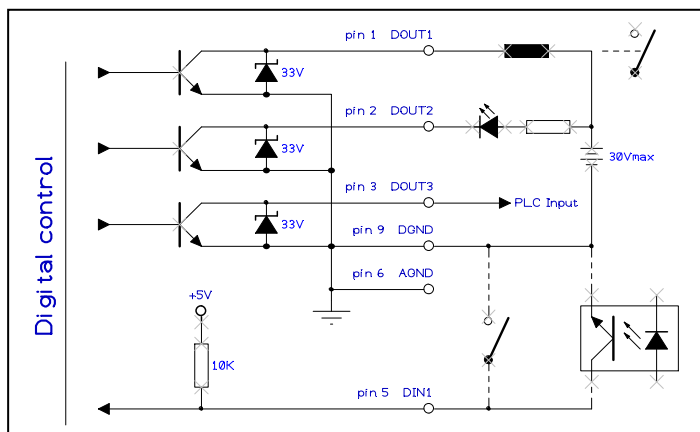


Fig. 2.2 Vista posteriore del modulo con il connettore sub-D maschio a 9 poli.

# pin	Definizione	Tipo di segnale	Funzione
1	DOUT1	Uscita digitale open collector tipo N	Risultato prima modalità di test: <i>il valore è inferiore alla soglia minima (LO)</i> Risultato modalità di test successive: <i>il valore non soddisfa il criterio del test (NO PASS)</i>
2	DOUT2	Uscita digitale open collector tipo N	Risultato prima modalità di test: <i>il valore è all'interno delle soglie (MID)</i> Risultato modalità di test successive: <i>non utilizzato</i>
3	DOUT3	Uscita digitale open collector tipo N	Risultato prima modalità di test: <i>il valore è superiore alla soglia massima (HI)</i> Risultato modalità di test successive: <i>il valore soddisfa il criterio del test (PASS)</i>
4	DIN2	Ingresso digitale attivato quando viene connesso a DGND	Non utilizzato, previsto per uso futuro
5	DIN1	Ingresso digitale attivato quando viene connesso a DGND	Attiva il test PASS / NO PASS in modo del tutto simile al pulsante TEST nel form Test
6	AGND	Massa analogica	Massa analogica da utilizzare con i segnali AIN1 e AIN2 oppure come punto di connessione dell'eventuale schermo dei segnali V- e V+ delle boccole poste sul frontale del modulo. Deve anche essere utilizzato per collegare la massa analogica (AGND) del modulo a quella del circuito sotto misura ESCLUSIVAMENTE quando lo strumento viene utilizzato come microvoltmetro. Massa di alimentazione del sensore di temperatura opzionale ST1023.
7	AIN1	Ingresso analogico	Ingresso del segnale di temperatura proveniente dal sensore ST1023
8	AIN2	Ingresso analogico / Alimentazione sensore ST1023	Alimentazione del sensore di temperatura opzionale ST1023
9	DGND	Massa digitale	Massa digitale da utilizzare con i segnali DOUT1 ÷ DOUT3 e DIN1 ÷ DIN2



Grazie al segnale digitale *DIN1* di avvio del test e al successivo risultato fornito tramite le tre uscite *DOUT1*, *DOUT2* e *DOUT3*, è possibile automatizzare i test utilizzando PLC o altri software presenti sul PC gestendo l'ingresso e le uscite digitali del modulo.

Fig. 2.3 Circuiti equivalenti d'ingresso e di uscita dei segnali digitali forniti sul connettore a 9 poli posto sul retro dello strumento.

Sulle uscite sono indicati alcuni dei possibili carichi che lo strumento può pilotare, carichi che possono essere indifferentemente di uguale o diverso tipo, ma con 500mAmax. Analogamente anche l'ingresso può essere pilotato sia da dispositivi elettronici che elettromeccanici.

Capitolo 3: Il software

3.1 Descrizione generale



Fig. 3.1 Aspetto complessivo della finestra principale con la sezione di misura.

Il form principale del software, con le sue molteplici finestre di impostazione dei parametri e configurazione, è l'interfaccia fra utente e strumento. Essa è suddivisa in varie sezioni formate da display, tasti, indicazioni ausiliarie, ecc. Tutte le scritte e i tooltip sono nella lingua selezionata, selezionabile fra italiano e inglese.

Nella parte sottostante il grande display, dove compaiono la misura principale e quella secondaria, il form può visualizzare quattro diverse finestre a seconda della selezione eseguita tramite i tasti **Misura**, **Graf**, **uVolt** e **Test**. Vi è inoltre una quinta selezione dedicata alla taratura dello strumento da parte di personale esperto, che però è accessibile solamente tramite password e che non è trattata in questo manuale.

3.2 Sezione comune

Nella parte superiore del form vi è una sezione comune che non varia in seguito alla finestra visualizzata sulla base del tasto di selezione premuto. Vi compaiono i display, il riquadro di stato dello strumento, i tasti di selezione della finestra da visualizzare ed il selettore della lingua.

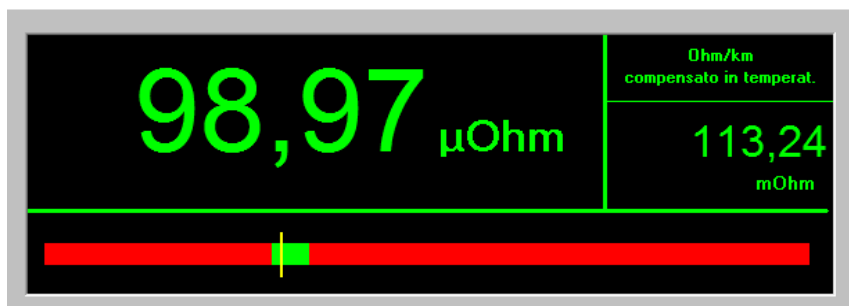


Fig. 3.2 È visibile il display della misura principale, il display della misura ausiliaria secondaria e il bar graf

Display	
La misura principale	Indica la resistenza o la tensione a seconda della funzione ohmmetrica o voltmetrica selezionata.
La misura secondaria	Indica una fra 19 misure secondarie nel caso che lo strumento funzioni come ohmmetro o una fra 2 misure secondarie se lo strumento funziona come microvoltmetro.
Bar graf	Visualizza in modo grafico la misura grazie ad un cursore giallo che si sposta lungo la barra, che rappresenta l'intero range di misura di 32000 della portata ohmmetrica o voltmetrica selezionata. Nel primo caso, se uno o entrambi i limiti del test PASS / NO PASS rientrano nella portata selezionata, la barra può assumere, in parte o per tutta la sua lunghezza, i colori rosso e/o verde. Maggiori dettagli saranno illustrati nel capitolo dedicato al test PASS / NO PASS.

La visualizzazione della misura secondaria si ha solamente scegliendo quella desiderata aprendo la finestra **Misure secondarie da visualizzare** con il tasto **Misura secondaria** o tramite i tasti di selezione veloce che verranno descritti oltre. La misura secondaria è funzione dei parametri selezionati o impostati e correlati alla particolare misura attivata.

Se per esempio si desidera disporre della misura compensata in temperatura verranno presi in considerazione le temperature ambiente e di riferimento, oltre al coefficiente di temperatura del materiale. Ma se si desidera il valore di resistività compensata in temperatura il software terrà in considerazione anche i parametri di lunghezza e sezione del cavo.

La modifica o l'impostazione di alcuni parametri non attiva in alcun modo la misura secondaria, a meno che questa sia già visualizzata, perché alcuni parametri sono utilizzati in più misure secondarie ed è l'operatore che deve e può scegliere quale misura secondaria rappresentare.

Fig. 3.3 Nel riquadro visibile in figura sono raccolte alcune segnalazioni ausiliarie di uso immediato utili per una migliore comprensione della misura.



Nel riquadro **Stato Strumento** sono raggruppate alcune informazioni che possono risultare utili per capire la validità e l'andamento della misura, mentre i quattro tasti consentono di accedere alle varie funzioni offerte dallo strumento.

Stato Strumento (funzione ohmmetro)	
Resistenza Ra	È il valore di resistenza memorizzato e considerato acquisito alla temperatura ambiente.
Corrente	Indica la corrente nominale di misura.
Circuito di corrente	Segnala se il circuito di corrente è "Aperto" o "Chiuso".
Media	Indica il numero di acquisizioni su cui viene eseguita la media delle misure. È il valore del parametro <i>Filtro</i> selezionato nella finestra parametrica Misura principale .
Misure/sec	Indica il numero di acquisizioni al secondo eseguite dal modulo. È il valore del parametro <i>Misure/secondo</i> selezionato nella finestra parametrica Misura principale .
Temperatura sonda	Indica la temperatura misurata dalla sonda opzionale ST1023, quando è connessa e abilitata.

Stato Strumento (funzione microvoltmetro)	
Resistenza Ra	Parametro non valido e forzato a 0.
Corrente	Indicazione non valida e forzata a "- - -"
Circuito di corrente	Indicazione non valida e forzata a "- - -"
Media	Indica il numero di acquisizioni su cui viene eseguita la media delle misure. È il valore del parametro <i>Filtro</i> selezionato nella finestra microVolt .
Misure/sec	Indica il numero di acquisizioni al secondo eseguite dal modulo. È il valore del parametro <i>Misure/sec</i> selezionato nella finestra microVolt .
Temperatura sonda	Indica la temperatura misurata dalla sonda opzionale ST1023, quando è connessa e abilitata.

3.3.1 Selettore Lingua

È disponibile un selettore per scegliere la lingua desiderata. Tutte le scritte che compaiono nel programma, le segnalazioni e i tool tip sono nella lingua impostata dall'operatore, scelta fra Italiano e Inglese.



Per accedere alle diverse funzioni dello strumento è sufficiente premere il tasto corrispondente, così da aprire la finestra con le opzioni e le funzionalità desiderate.

3.3.2 Tasto **Misura**

Con esso si accede alla finestra ohmmetrica principale da dove è possibile impostare tutti i parametri e le modalità di funzionamento della funzione ohmmetrica dello strumento. Sono anche disponibili alcuni tasti per il salvataggio ed il richiamo della configurazione dello strumento e delle registrazioni.

3.3.3 Tasto **Graf**

Tramite esso si accede alla finestra grafica da dove è possibile impostare le modalità di registrazione e visualizzazione del grafico.

3.3.4 Tasto **μ Volt**

Accedendo alla finestra del microvoltmetro se ne impostano i parametri e le modalità di funzionamento. Qui è inoltre possibile scegliere se lo strumento deve funzionare come ohmmetro o microvoltmetro.

3.3.5 Tasto **Test**

In questa finestra si impostano la modalità di test PASS / NO PASS, se il test è eseguito sulla misura principale o sulla misura secondaria e altre opzioni riguardanti il tipo di segnalazione del risultato.

3.3.6 Tasto **Taratura**

La finestra di taratura è accessibile da personale qualificato solamente tramite password. In essa è possibile eseguire la taratura degli offset e dei fondo scala di tutte le portate ohmmetriche e voltmetriche.

3.4 Finestra Misura

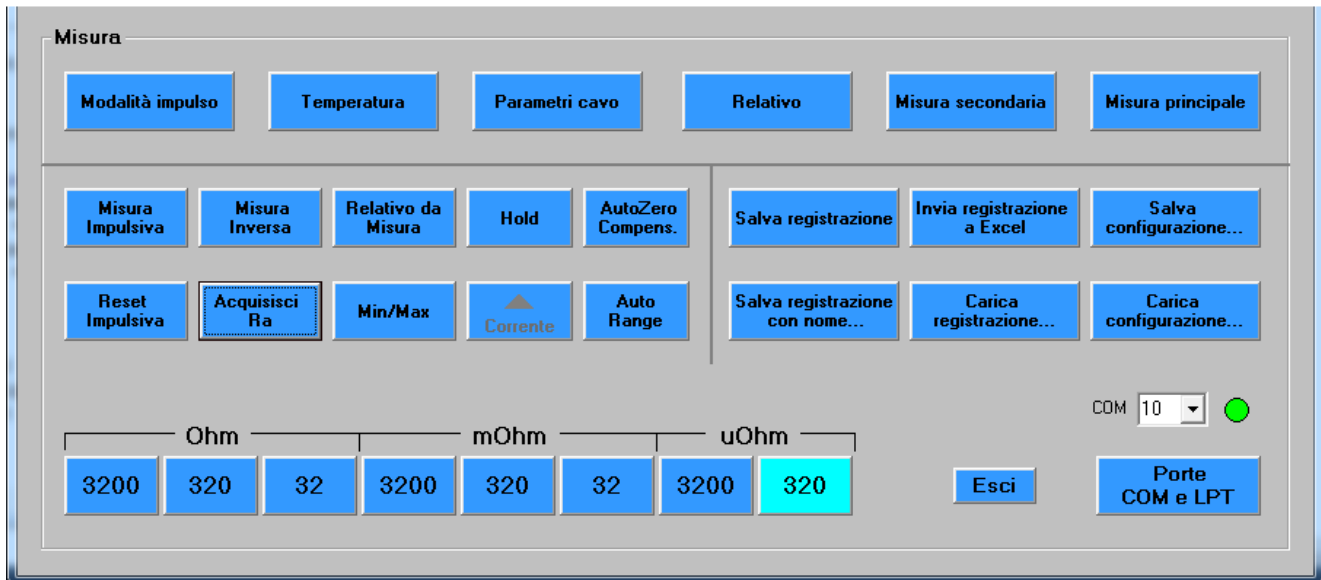


Fig. 3.3 È la finestra principale ed è la più complessa, consentendo di impostare tutti i parametri di misura, ma non solo.

È la finestra più complessa e consente la gestione dell'intera modalità di acquisizione, trattamento, salvataggio e rappresentazione dei dati, selezione delle portate ed impostazione dei parametri. È suddivisa in quattro zone che ottimizzano l'ergonomia della finestra:

- Impostazione dei parametri di rappresentazione e trattamento della misura ohmmetrica
- Opzioni di misura e selezione veloce della misura secondaria da rappresentare sul secondo display
- Salvataggio/ricambio delle acquisizioni e della configurazione dello strumento
- Selezione della portata ohmmetrica e della porta di comunicazione fra PC e modulo hardware

In alcune condizioni alcuni tasti possono essere disabilitati e dunque non operativi. Un esempio è quando lo strumento, funzionando come microvoltmetro, non permette di aprire le finestre di impostazione dei parametri.

Nel seguito saranno trattate le singole zone con la descrizione dettagliata delle finestre di impostazione dei parametri richiamate dai tasti.

3.4.1 Impostazione dei parametri di rappresentazione e trattamento della misura ohmmetrica

Le sei finestre che vengono aperte dai tasti che appaiono in questa sezione hanno in comune la presenza dei tasti **OK** e **Annulla** che servono rispettivamente per confermare la selezione attuata e chiudere la finestra senza confermare eventuali modifiche di impostazione o selezione. In tal caso rimangono valide le precedenti scelte eseguite dall'operatore.

Come in tutte le finestre di Windows è anche presente, nella parte superiore destra, un tasto rosso **Annulla** con la medesima funzione del sopracitato tasto **Annulla**.

In alcune finestre vi è solamente la possibilità di scegliere fra varie opzioni predefinite, mentre in altre è possibile impostare il valore dei parametri da parte dell'operatore. **In questo secondo caso è sufficiente cliccare sulla casella di interesse per aprire una finestrella di input dei dati** il cui formato è identico per ogni parametro, ma "personalizzata" a seconda del parametro stesso. Compaiono infatti:

Nome/definizione parametro	Nella parte superiore sinistra della finestrella viene indicato il nome o definizione del parametro
Limiti:	Indica il campo di validità del valore impostabile per il particolare parametro
Casella di immissione + Unità di misura	È la casella dove deve essere immesso il valore del nuovo parametro. A fianco è indicata l'unità di misura corrispondente
Valore attuale:	Segnala il valore attuale attivo del parametro

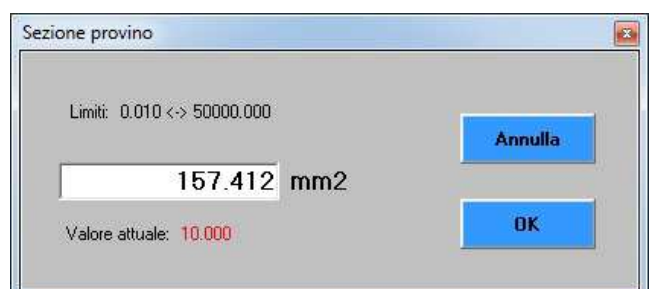


Fig. 3.4 Esempio di finestra di impostazione dei parametri.

3.4.1.1 Tasto **Modalità impulso**

Finestra

Modalità impulso di misura

Lo strumento è in grado di eseguire delle misure impulsive di vario tipo: positiva unipolare, negativa unipolare e bipolare. La durata e tipo sono programmabili in questa finestra.

Lo scopo di una simile procedura è generalmente quella di limitare la dissipazione di potenza sull'elemento sotto misura allo stretto necessario, riducendo nel contempo il riscaldamento dello strumento. Ciò può essere infatti una buona soluzione per ridurre a valori bassissimi, se non nulli, la lieve deriva che lo strumento può presentare sulla portata inferiore ($320\mu\Omega$) a partire da alcuni secondi dopo l'inizio dell'erogazione della corrente di misura.

Per sua natura questa modalità di misura viene avviata/esaeguita su richiesta, per cui le due impostazioni qui selezionabili non determinano l'automatica partenza di questo modo di attuare la misura che viene avviata, eseguita e terminata ogni volta che si preme il tasto **Misura Impulsiva** presenta nella finestra principale.

La prima volta che viene premuto il tasto **Misura Impulsiva** lo strumento passa dal normale funzionamento con la corrente sempre presente al modo di funzionamento impulsivo. Per abbandonare questo modo di operare occorre premere il tasto **Reset Impulsiva**. Maggiori dettagli riguardo questi tasti sono forniti ai paragrafi 3.4.2.1 e 3.4.2.2 a pagina 15.

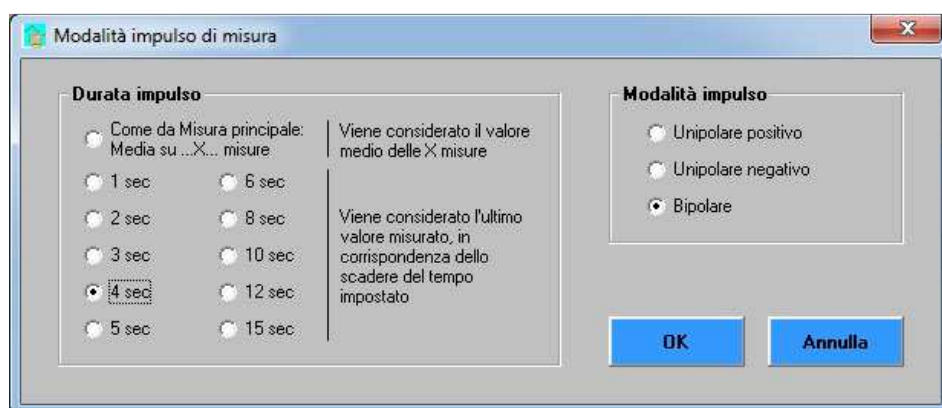


Fig. 3.5 Finestra di selezione dei parametri di esecuzione della misura impulsiva.

Durata impulso

Nel riquadro **Durata impulso** è possibile scegliere la durata dell'impulso che può variare fra 1 secondo e 15 secondi. La misura rappresentata è l'ultima acquisita dallo strumento immediatamente prima dello scadere del tempo selezionato.

Non viene in alcun modo considerato il parametro impostato dal filtro e con il quale viene calcolata la media di X acquisizioni (vedi il parametro **Filtro** nella finestra **Impostazione misura principale**) poiché la durata dell'impulso di misura può essere del tutto svincolata dal tempo richiesto ad acquisire il numero di campioni su cui eseguire la media.

Se però viene selezionata l'opzione **Come da Misura principale: Media su ...X... misure**, la durata dell'impulso di misura coincide con il tempo necessario ad acquisire gli X campioni corrispondente al parametro **Filtro**, ed il valore visualizzato è la media degli X valori acquisiti.

Qualsiasi sia la selezione di tempo eseguita la durata effettiva dell'impulso è leggermente superiore poiché è indispensabile attendere l'assestamento del segnale sulla resistenza da misurare prima di iniziare le misure.

Modalità impulso

Nel riquadro **Modalità impulso** si ha la possibilità di scegliere il tipo di impulso di misura.

- *Unipolare positivo* quando la corrente “esce” dalla boccia positiva **A+**
- *Unipolare negativo* quando la corrente “esce” dalla boccia negativa **A-**
- *Bipolare* quando la misura è eseguita con una coppia di impulsi: uno positivo e uno negativo

Nel caso della misura bipolare tutti i tempi sono raddoppiati poiché vengono eseguite un numero doppio di misure. La misura bipolare è in grado di eliminare, o quantomeno ridurre, gli effetti di offset dovuti ai potenziali di contatto.

Indicando con:

V_{pot}	i potenziali di contatto
V_{m+}	la tensione misurata dallo strumento con la corrente diretta
V_{m-}	la tensione misurata dallo strumento con la corrente inversa
V_{Rx}	la tensione ai capi della resistenza sotto misura
V_{Rdiff}	semidifferenza

si ha:

$$V_{m+} = V_{Rx} + V_{pot}$$

$$V_{m-} = -V_{Rx} + V_{pot}$$

$$V_{Rdiff} = (V_{m+} - V_{m-}) / 2 = [V_{Rx} + V_{pot} - (-V_{Rx} + V_{pot})] / 2 = (V_{Rx} + V_{pot} + V_{Rx} - V_{pot}) / 2 = \underline{V_{Rx}}$$

che è la tensione ai capi di Rx priva degli effetti dei potenziali di contatto.

La misura impulsiva, in qualsiasi modalità di esecuzione, può essere abbinata a qualsiasi misura secondaria.

3.4.1.2 Tasto **Temperatura**

In questa finestra si ha la possibilità di impostare e selezionare alcuni parametri riguardanti la compensazione della misura in base alla temperatura ambiente e quella di riferimento, ma anche in funzione del coefficiente di temperatura del materiale, a sua volta selezionabile fra valori predefiniti o impostabile da operatore.

Nella parte superiore della finestra vi sono due caselle dove impostare i valori riguardanti la temperatura ambiente a cui si trova l'elemento sotto misura e la temperatura a cui riferire il calcolo. Le caselle di immissione sono indicate rispettivamente come:

- *Temperatura ambiente a cui si trova il provino*
- *Temperatura finale a cui riferire la misura*

In entrambi i casi è indicato, tra parentesi, il campo di validità del parametro.

Una terza casella indica il valore di resistenza salvato con il tasto **Acquisisci Ra**, considerato come valore di resistenza acquisito alla temperatura ambiente. Questo valore è utilizzato, assieme ad altri parametri, nel calcolo di alcune misure secondarie. I dettagli completi saranno forniti nel paragrafo riguardante la selezione delle misure secondarie, specificando i parametri che intervengono nel calcolo di ciascuna misura.

Finestra **Temperatura**

Fig. 3.6 Finestra di selezione e impostazione dei parametri riguardanti la compensazione della misura con la temperatura.

Sonda di temperatura

In questo riquadro si determina se non usare la sonda di temperatura esterna oppure usarla in sostituzione di uno dei parametri *Temperatura ambiente* o *Temperatura finale* impostabili da operatore.

Coefficiente di temperatura

Il riquadro raggruppa i sette diversi materiali fra i più comuni utilizzati, ciascuno con il proprio nome e coefficiente di temperatura. È anche possibile scegliere di utilizzare il coefficiente di temperatura *alfa* impostato dall'operatore nella casella di immissione indicata da *Alfa*.

3.4.1.3 Tasto **Parametri cavo**

Lo scopo di questi parametri è di caratterizzare dal punto di vista fisico ciò che si sta misurando in base alla lunghezza e alla sezione, che può essere immessa sia sotto forma di area che di diametro, se il cavo è cilindrico.

Grazie alla lunghezza è possibile calcolare il valore di resistenza dell'elemento sotto misura su tratti di un metro o di un chilometro, partendo da una lunghezza qualsiasi.

Considerando anche l'area si può determinare la resistività del materiale espressa come Ω/m o Ω/km ,

Finestra **Parametri cavo**

Fig. 3.7 I parametri impostati in questa finestra contribuiscono al calcolo della resistenza e della resistività espressa come Ω/m e Ω/km con eventuale compensazione in temperatura.

eventualmente compensata in temperatura, a seconda della misura secondaria selezionata.

Il campo di validità del parametro all'interno del riquadro **Sezione**, indicato fra parentesi, cambia a seconda che si desideri impostare il parametro sotto forma di diametro o area.

3.4.1.4 Tasto **Relativo**

Se come misura secondaria viene visualizzato un valore relativo, sia assoluto che percentuale, è necessario disporre di un valore di riferimento su cui eseguire il calcolo. Tale valore di riferimento può essere sia una misura considerata di particolare rilevanza, ma anche il valore impostato in questa finestra.

Finestra **Relativo impostabile**

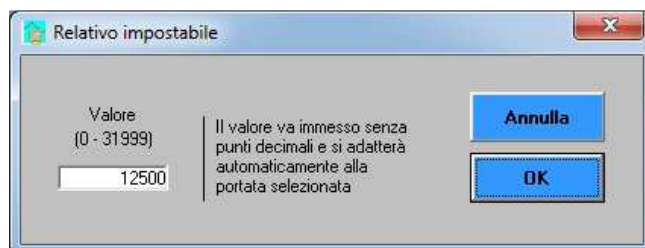


Fig. 3.8 Finestra di immissione del parametro con cui viene calcolata la misura relativa sia assoluta che percentuale.

3.4.1.5 Tasto **Misura secondaria**

Finestra **Misura secondaria da visualizzare**

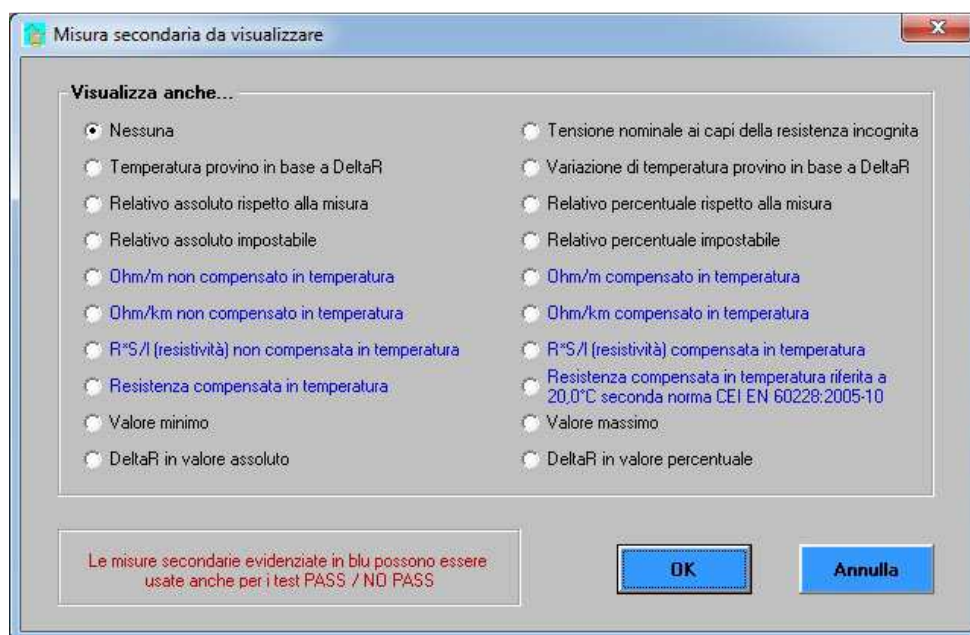


Fig. 3.9 Finestra da cui è possibile selezionare la misura secondaria da visualizzare sul secondo display.

In questa finestra è possibile selezionare la misura secondaria che si desidera visualizzare. Le 19 misure secondarie possibili utilizzano in vario modo i parametri selezionati o impostati nelle finestre precedenti. Di seguito una tabella elenca le 20 selezioni possibili, il loro scopo, segnalando i parametri, assieme alla loro finestra di provenienza, e alle equazioni utilizzate nel calcolo di ciascuna misura secondaria.

Alcune misure secondarie possono essere richiamate direttamente e più velocemente da due tasti presenti sulla finestra **Misura**. Questi tasti scorciatoia sono rappresentati nella prima colonna della tabella assieme alla definizione che compare presso ciascun tasto ratio nella finestra di selezione della misura secondaria.

Le otto misure secondarie evidenziate in blu nella finestra di Fig. 3.9 e nella tabella sottostante possono essere utilizzate per eseguire il test PASS / NO PASS in alternativa alla misura principale. Maggiori informazioni saranno fornite quando verrà trattata la finestra riguardante il test.

Definizione / Tasto scorciatoia	Scopo	Parametri usati	Finestra del parametro	Formula usata
Nessuna	Elimina la misura secondaria			
Tensione nominale ai capi della resistenza incognita	Indica la tensione V_x ai capi di R_x sulla base della corrente di misura nominale I_{mis}	R_x Valore della resistenza sotto misura I_{mis} Corrente nominale di misura		$V_x = R_x * I_{mis}$
Temperatura del provino in base a DeltaR	Calcola la temperatura T_f del provino sulla base di una variazione di resistenza da R_a a R_x e della temperatura a cui è stato acquisito il valore di resistenza R_a	R_x Valore della resistenza sotto misura R_a Valore di resistenza salvato alla temperatura T_a T_a Temperatura ambiente a cui è stato salvato il valore di resistenza R_a α Coefficiente di temperatura (è il valore selezionato fra quelli predefiniti e quello impostato dall'operatore)	Temperatura Temperatura	$T_f = T_a + (R_x - R_a) * (1 + \alpha * T_a) / (\alpha * R_a)$
Variazione di temperatura del provino in base a DeltaR	Calcola il salto di temperatura ΔT del provino sulla base di una variazione di resistenza da R_a a R_x	R_x Valore della resistenza sotto misura R_a Valore di resistenza salvato alla temperatura T_a T_a Temperatura ambiente a cui è stato salvato il valore di resistenza R_a α Coefficiente di temperatura (è il valore selezionato fra quelli predefiniti e quello impostato dall'operatore)	Temperatura Temperatura	$\Delta T = (R_x - R_a) * (1 + \alpha * T_a) / (\alpha * R_a)$
Relativo assoluto rispetto alla misura 	Calcola la variazione di resistenza ΔR del provino a partire dal valore di resistenza R_r salvata quando viene premuto il tasto Relativo da Misura e lo strumento entra nella modalità <i>Relativo assoluto o percentuale</i>	R_x Valore della resistenza sotto misura R_r Valore della resistenza salvata quando viene premuto il tasto Relativo da Misura		$\Delta R = R_x - R_r$
Relativo percentuale rispetto alla misura 	Calcola la variazione percentuale di resistenza $\Delta R\%$ del provino a partire dal valore di resistenza R_r salvata quando viene premuto il tasto Relativo da Misura e lo strumento entra nella modalità <i>Relativo assoluto o percentuale</i>	R_x Valore della resistenza sotto misura R_r Valore della resistenza salvata quando viene premuto il tasto Relativo da Misura		$\Delta R\% = 100 * (R_x - R_r) / R_r$
Relativo assoluto impostabile	Calcola la variazione di resistenza ΔR del provino a partire dal valore di resistenza R_i impostata nella finestra Relativo impostabile	R_x Valore della resistenza sotto misura R_i Valore della resistenza impostata dall'operatore	Relativo impostabile	$\Delta R = R_x - R_i$
Relativo percentuale impostabile	Calcola la variazione percentuale di resistenza $\Delta R\%$ del provino a partire dal valore di resistenza R_i impostata nella finestra Relativo impostabile	R_x Valore della resistenza sotto misura R_i Valore della resistenza impostata dall'operatore	Relativo impostabile	$\Delta R\% = 100 * (R_x - R_i) / R_i$
Ohm/m non compensato in temperatura	Calcola la resistenza R , non compensata in temperatura, di un provino di lunghezza $lung$ riferendolo ad un tratto di lunghezza di 1 metro	R_x Valore della resistenza sotto misura $lung$ Lunghezza reale del provino in millimetri	Parametri cavo	$R = 10^3 * R_x / lung$
Ohm/m compensato in temperatura	Calcola la resistenza R_f , compensata in temperatura, di un provino di lunghezza $lung$ posto alla temperatura ambiente T_a riferendolo ad un tratto di lunghezza di 1 metro e alla temperatura T_f	R_x Valore della resistenza sotto misura α Coefficiente di temperatura (è il valore selezionato fra quelli predefiniti e quello impostato dall'operatore) T_f Temperatura a cui viene riferito il calcolo della resistenza T_a Temperatura ambiente a cui viene misurata la resistenza R_x $lung$ Lunghezza reale del provino in millimetri	Temperatura Temperatura Temperatura Parametri cavo	$R_f = 10^3 * R_x * [(1 + \alpha * T_f) / (1 + \alpha * T_a)] / lung$

Definizione / Tasto scorciatoia	Scopo	Parametri usati	Finestra del parametro	Formula usata
Ohm/km non compensato in temperatura	Calcola la resistenza R , non compensata in temperatura, di un provino di lunghezza $lung$ riferendolo ad un tratto di lunghezza di 1 chilometro	R_x $lung$	Valore della resistenza sotto misura Lunghezza reale del provino in millimetri	Parametri cavo $R = 10^6 * R_x / lung$
Ohm/km compensato in temperatura	Calcola la resistenza R_f , compensata in temperatura, di un provino di lunghezza $lung$ posto alla temperatura ambiente T_a riferendolo ad un tratto di lunghezza di 1 chilometro e alla temperatura T_f	R_x α T_f T_a $lung$	Valore della resistenza sotto misura Coefficiente di temperatura (è il valore selezionato fra quelli predefiniti e quello impostato dall'operatore) Temperatura a cui viene riferito il calcolo della resistenza Temperatura ambiente a cui viene misurata la resistenza R_x Lunghezza reale del provino in millimetri	Temperatura Temperatura Temperatura Parametri cavo $R_f = 10^6 * R_x * [(1 + \alpha * T_f) / (1 + \alpha * T_a)] / lung$
R*S/l (resistività) non compensata in temperatura	Calcola la resistenza R , non compensata in temperatura, di un provino di lunghezza $lung$ e area $area$ riferendolo ad un tratto di lunghezza di 1 metro	R_x $area$ $lung$	Valore della resistenza sotto misura Area del provino in mm ² (è il valore di area impostato dall'operatore o l'area ricavata dal diametro, a seconda della selezione) Lunghezza reale del provino in millimetri	Parametri cavo $R = 10^3 * R_x * area / lung$ Parametri cavo
R*S/l (resistività) compensata in temperatura	Calcola la resistività R_f , compensata in temperatura, di un provino di lunghezza $lung$ e area $area$ posto alla temperatura ambiente T_a riferendolo ad un tratto di lunghezza di 1 metro e alla temperatura T_f	R_x $area$ α T_f T_a $lung$	Valore della resistenza sotto misura Area del provino in mm ² (è il valore di area impostato dall'operatore o l'area ricavata dal diametro, a seconda della selezione) Coefficiente di temperatura (è il valore selezionato fra quelli predefiniti e quello impostato dall'operatore) Temperatura a cui viene riferito il calcolo della resistenza Temperatura ambiente a cui viene misurata la resistenza R_x Lunghezza reale del provino in millimetri	Parametri cavo $R_f = 10^3 * R_x * area * [(1 + \alpha * T_f) / (1 + \alpha * T_a)] / lung$ Temperatura Temperatura Temperatura Parametri cavo
Resistenza compensata in temperatura	Calcola la resistività R_f , compensata in temperatura, di un provino posto alla temperatura ambiente T_a e riferendolo alla temperatura T_f	R_x α T_f T_a	Valore della resistenza sotto misura Coefficiente di temperatura (è il valore selezionato fra quelli predefiniti e quello impostato dall'operatore) Temperatura a cui viene riferito il calcolo della resistenza Temperatura ambiente a cui viene misurata la resistenza R_x	Temperatura Temperatura Temperatura $R_f = R_x * (1 + \alpha * T_f) / (1 + \alpha * T_a)$
Resistenza compensata in temperatura riferita a 20,0°C secondo norma CEI EN 60228:2005-10	Calcola la resistenza R_{20} , compensata in temperatura, di un provino posto alla temperatura ambiente T_a e riferendolo alla temperatura di 20,0°C utilizzando la formula richiesta dalla norma CEI EN 60228:2005-10	R_x T_a	Valore della resistenza sotto misura Temperatura ambiente a cui viene misurata la resistenza R_x	Temperatura $R_{20} = R_x * [1 + 0,004025 * (20 - T_a) + 0,00001625 * (20 - T_a)^2]$

Definizione / Tasto scorciatoia	Scopo	Parametri usati	Finestra del parametro	Formula usata
Valore minimo 	Visualizza il minimo valore che via via assume R_x	R_{min} Minimo valore assunto da R_x		$R = R_{min}$
Valore massimo 	Visualizza il massimo valore che via via assume R_x	R_{max} Massimo valore assunto da R_x		$R = R_{max}$
DeltaR in valore assoluto 	Calcola la differenza ΔR fra il valore massimo ed il minimo via via assunti da R_x	R_{max} Massimo valore assunto da R_x R_{min} Minimo valore assunto da R_x		$\Delta R = R_{max} - R_{min}$
DeltaR in valore percentuale 	Calcola la differenza in percentuale $\Delta R\%$ fra il valore massimo ed il minimo via via assunti da R_x	R_x Valore della resistenza sotto misura R_{max} Massimo valore assunto da R_x R_{min} Minimo valore assunto da R_x		$\Delta R\% = 100 * (R_{max} - R_{min}) / R_x$

3.4.1.6 Tasto **Misura principale**

Finestra

Impostazione misura principale

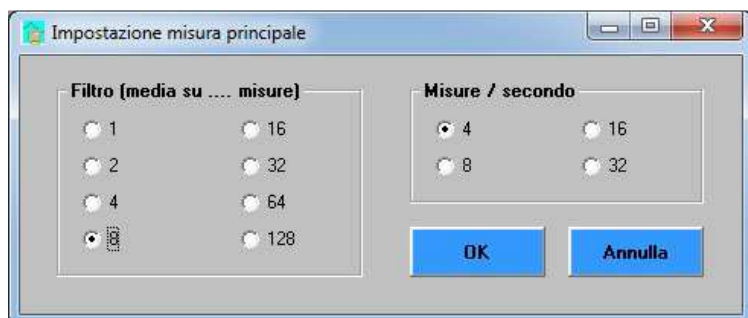


Fig. 3.10 Finestra di selezione del filtro e della velocità di acquisizione.

In questa finestra si ha la possibilità di selezionare il filtro ed il numero di misure al secondo dello strumento quando viene fatto funzionare come ohmmetro.

Filtro (media su misure)

Nel riquadro sono selezionabili il numero di misure su cui eseguire la media.

Ovviamente maggiore è il numero di punti su cui viene eseguita la media, maggiore è la stabilità della misura, in particolare quando viene usata la corrente inferiore o si stanno utilizzando le portate ohmmetricamente più basse, dove la risoluzione di tensione è di 100nV o minore. Per contro la velocità di risposta dello strumento diminuisce e non è possibile rilevare variazioni veloci della resistenza sotto misura.

Per ridurre le fluttuazioni della misura quando si seleziona la portata di 3200 $\mu\Omega$ automaticamente viene impostato un filtro di 16, che sale a 32 per la portata di 320 $\mu\Omega$. L'operatore può modificare il valore del filtro sia in più che in meno, ma si sconsiglia vivamente di ridurre il valore al di sotto di quando impostato dal software che andrebbe considerato come valore minimo consigliato.

Passando da una delle due portate inferiori ad una portata ohmmetricamente più alta il valore di filtro rimane quello impostato nella portata precedentemente attiva.

Misure / secondo

Lo strumento è in grado di eseguire da 4 a 32 misure ohmmetriche al secondo. Maggiore è la velocità di misura, maggiore è il rumore. È quindi consigliabile usare la minima velocità possibile per ridurre il rumore di quantizzazione, lasciando le velocità maggiori solamente per quei casi in cui è veramente necessario.

3.4.2 Opzioni di misura e selezione veloce della misura secondaria da rappresentare sul secondo display

In questa sezione sono raggruppati tasti eterogenei che assolvono a funzioni di vario tipo, come sarà dettagliato tasto per tasto.

3.4.2.1 Tasto **Misura Impulsiva**

Ogni volta che viene premuto questo tasto viene avviata la misura impulsiva secondo la modalità definita nella finestra **Modalità impulso di misura**. Se lo strumento non è in modalità di misura impulsiva entra in tale modalità, esegue la misura e si ferma.

I valori della misura principale e della misura secondaria, se attiva, sono aggiornati solamente al termine della misura impulsiva.

Per uscire dalla modalità di misura impulsiva e tornare ad una misura continua occorre premere il tasto sottostante **Reset Impulsiva**.

Quando lo strumento opera in funzionamento normale il tasto è di colore azzurro, mentre diventa verde quando si è in modalità impulsiva. Durante l'esecuzione di questo tipo di misura il tasto è inibito, così pure il tasto **Misura Inversa** risulta verde ed inibito qualora è stata impostata una modalità di misura bipolare.

Il tasto torna abilitato e pronto per avviare una successiva misura impulsiva subito dopo il termine di quella in atto.

Durante la misura impulsiva compare una barra segnatempo blu, sotto la misura



Fig. 3.12 Quando è in esecuzione la misura impulsiva compare la barra segnatempo che diventa completamente gialla a misura terminata, segnalando l'aggiornamento del display principale, ed eventualmente di quello secondario, con il nuovo valore.

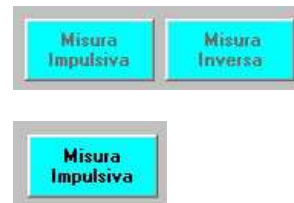


Fig. 3.11 Ecco come si presentano i tasti quando sono disabilitati (sopra) o abilitati, con lo strumento in modalità di misura impulsiva.

principale, al solo scopo di segnalare che la misura è in esecuzione e che non sarà aggiornata fino al termine della procedura di misura. La barra segnatempo diventa

completamente gialla al termine della misura impulsiva. Ciò per evidenziare, assieme al ritorno del tasto **Misura Impulsiva** all'abilitazione, che lo strumento ha aggiornato la rappresentazione della misura, eventualmente anche di quella secondaria, e che è pronto per una successiva ripartenza.

3.4.2.2 Tasto **Reset Impulsiva**

Premendo questo tasto lo strumento esce dalla modalità di misura impulsiva tornando a generare la corrente di misura permanentemente. I tasti **Misura Impulsiva** e **Misura Inversa**, se era richiesta una misura bipolare, tornano di colore azzurro.

3.4.2.3 Tasto **Misura Inversa**

Per eseguire la misura con polarità della corrente inversa rispetto a quella standard occorre premere questo tasto, che diventa verde per segnalare l'impostazione.

Ripremendolo nuovamente lo strumento torna alla modalità standard ed il tasto riassume il colore azzurro.

ATTENZIONE: In questo modo non viene eseguita una misura bipolare, ovvero la semidifferenza fra una misura con polarità standard e una con polarità invertita allo scopo di neutralizzare eventuali potenziali di contatto.

3.4.2.4 Tasto **Acquisisci Ra**

Per l'esecuzione di alcune misure secondarie è richiesto che venga salvato il valore della resistenza misurata alla temperatura ambiente. Per catturare questo valore si usa il tasto **Acquisisci Ra**.

3.4.2.5 Tasto **Relativo da Misura**

È un tasto scorciatoia che evita di dover aprire la finestra **Misura secondaria da visualizzare** per selezionare una delle due possibili misure relative:

- *Relativo assoluto rispetto alla misura*
- *Relativo percentuale rispetto alla misura*

Nell'istante in cui si preme il tasto viene acquisito il valore con cui lo strumento calcola la misura relativa. La prima volta che si preme il tasto come misura secondaria viene visualizzata la misura relativa assoluta. Premendolo nuovamente si passa alla misura relativa percentuale utilizzando sempre il valore acquisito inizialmente. In queste due condizioni il tasto assume il colore verde per segnalare l'attivazione di questo tipo di misura secondaria e nella parte superiore del display secondario ne è indicato il tipo.

Premendo una terza volta il tasto non si ha più alcuna misura secondaria rappresentata ed il colore del tasto torna ad essere l'azzurro.

3.4.2.6 Tasto **Min/Max**

È un tasto scorciatoia che evita di dover aprire la finestra **Misura secondaria da visualizzare** per selezionare una fra quattro possibili misure secondarie che fanno riferimento ai valori minimo e massimo:

- *Valore minimo*
- *Valore massimo*
- *DeltaR in valore assoluto*
- *DeltaR in valore percentuale*

Premendo il tasto è possibile passare in sequenza le varie possibilità fino ad uscirne. Quando il tasto è verde è attiva una delle selezioni e nella parte superiore del display secondario ne è indicato il tipo.

3.4.2.7 Tasto **Hold**

Questo tasto serve per “congelare” la rappresentazione della misura sia principale che secondaria, se abilitata, con il colore delle cifre che passa da verde a rosso per evidenziare la condizione di stasi. Il colore del tasto diviene verde. Esso tornare azzurro, con le cifre nuovamente in verde, quando si preme una seconda volta il tasto per uscire dalla condizione di “congelamento”.

3.4.2.8 Tasto **Corrente**

Su cinque delle otto portate ohmmetriche dello strumento c'è la possibilità di selezionare, tramite questo tasto, la corrente di misura fra una “bassa” e una “alta. Se sul tasto è presente il simbolo ▼ si potrà selezionare la corrente bassa, viceversa se c'è il simbolo ▲ si potrà selezionare la corrente alta.

Quando è attiva una delle portate dove non è possibile selezionare la corrente di misura il tasto diventa inattivo, mentre nel riquadro **Stato Strumento** è indicata sempre la corrente nominale di misura, seguita dalle diciture **ALTA** o **BASSA** a seconda dei casi.

3.4.2.9 Tasto **AutoZero / Compens.**

Tasto multifunzione

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 il tasto diventa verde e compare la barra segnatempo, visibile in Fig. 3.12, sino al completamento della procedura la cui durata è variabile e dipende dal numero di letture da eseguire per ottenere la media, il cui valore è impostato dal parametro **Filtro** nella finestra **Impostazione misura principale**.

Tasto premuto > 1 sec Compensazione dei cavi di corrente

La seconda funzione di questo tasto viene attivata se questo viene premuto oltre un secondo consentendo 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 della corrente di misura di 1A per 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, tale possibilità è attiva su tutte le portate e consente anche un azzeramento della misura qualora risultasse che, collegati i terminali come da Fig. 3.13, la misura principale non risulti nulla.

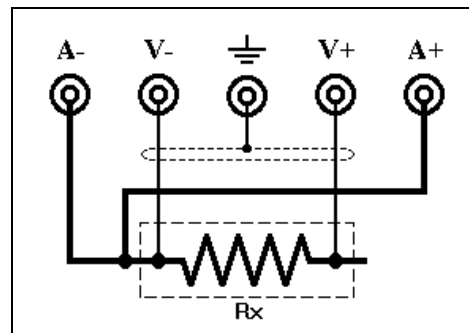


Fig. 3.13 Collegamento da eseguire durante la compensazione della caduta di tensione sui cavi di corrente.

Per sua natura la compensazione è diversa per ogni portata ed in funzione della corrente di misura 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 a quella portata e quella corrente, così da richiamarla quando vengono selezionate nuovamente. La memorizzazione non è comunque permanente e viene persa allo spegnimento 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, ecc.

3.4.2.10 Tasto **Auto Range**

Con questo tasto è possibile abilitare/disabilitare la funzione di auto range dello strumento. A funzione abilitata il tasto è di colore verde.

Se l'auto range è abilitato premendo uno qualsiasi dei tasti di selezione delle portate la funzione viene disabilitata e lo strumento si pone sulla nuova portata..

3.4.3 Salvataggio/ricambio delle acquisizioni e della configurazione dello strumento

I sei tasti di questa sezione servono a salvare i dati registrati sul grafico, a richiamare e visualizzare registrazioni precedenti, nonché a salvare e richiamare le configurazioni desiderate.

3.4.3.1 Tasto **Salva registrazione**

Con questo tasto è possibile eseguire velocemente il salvataggio di una registrazione in un file il cui nome è stato precedentemente definito nel primo salvataggio della registrazione medesima.

Se si tenta di eseguire il primo salvataggio della registrazione del grafico con questo tasto viene segnalato l'errore con l'avviso di salvare prima la registrazione con un nome.

Se si eseguono salvataggi della medesima registrazione con nomi diversi usando il tasto **Salva registrazione con nome....**, il salvataggio rapido con **Salva registrazione** utilizza l'ultimo nome e locazione di file impostato.

Il salvataggio dei dati in un file ovviamente non preclude che questi possano essere anche inviati ad un foglio di Excel in cui eseguire grafici o altre elaborazioni.

Oltre ai dati di registrazione vengono salvate altre informazioni di carattere generale come quelli inviati al foglio di Excel.

Quando viene cancellata la registrazione vengono persi locazione e nome del file di salvataggio che riassume il nome di default di **File1.rcd**.

3.4.3.2 Tasto **Salva registrazione con nome....**

Il tasto permette di salvare la registrazione di un grafico con un nome grazie all'apertura di una finestra di dialogo che consente di scegliere locazione e nome del file di salvataggio. Successivamente a questa operazione si può utilizzare il tasto **Salva registrazione** che consente di salvare direttamente la registrazione nel medesimo file senza che venga aperta una finestra di dialogo.

Con il tasto **Salva registrazione con nome....** è possibile salvare la medesima registrazione, e/o il proseguo di essa, con vari nomi in modo di disporre di vari file, tutti con la medesima parte iniziale, con la parte finale che termina in istanti diversi.

Il salvataggio dei dati in un file ovviamente non preclude che questi possano essere anche inviati ad un foglio di Excel in cui eseguire grafici o altre elaborazioni. Oltre ai dati di registrazione vengono salvate altre informazioni di carattere generale come quelli inviati al foglio di Excel visibile in Fig. 3.14.

Il file è in formato ASCII e può essere facilmente aperto e letto con un qualsiasi programma di testo come Word, Blocco Note e molti altri, ma anche con Excel.

Quando viene cancellata la registrazione vengono persi locazione e nome del file di salvataggio che riassume il nome di default di **File1.rcd**.

3.4.3.3 Tasto **Invia registrazione a Excel**

È sufficiente premere questo tasto per trasferire l'intera registrazione nell'ambiente di Excel assieme ad altre informazioni di carattere generale come evidente nell'immagine a lato in Fig. 3.14.

Non è necessario aver salvato la registrazione in un file prima di utilizzare questo tasto e il trasferimento dei dati ad un foglio di Excel non preclude che questi possano essere successivamente salvati anche in un file con i tasti **Salva registrazione con nome....** o **Salva registrazione**.

A1	fX	20028 - High performance USB Microohmmeter	
A	B	C	
1	20028 - High performance USB Microohmmeter		
2			
3	20028 - High performance USB Microohmmeter		
4	VERSIONE = 1.00		
5	DATA SALVATAGGIO = 29/05/2016 11:45:48		
6			
7	STRUMENTO = 20028		
8	FUNZIONE = Ohmmetro		
9	PORTATA = 32 Ohm		
10	CORRENTE DI MISURA = 100uA BASSA		
11	INTERVALLO DI CAMPIONAMENTO = 1 sec		
12	NUMERO CAMPIONI ACQUISITI = 29		
13			
14			
15			
16	Misura	Ora	# Campione
17	1,0076E+01	11:45:16,67; 29/05/16	1
18	1,0150E+01	11:45:17,70; 29/05/16	2
19	1,0128E+01	11:45:18,75; 29/05/16	3
20	1,0102E+01	11:45:19,79; 29/05/16	4
21	1,0096E+01	11:45:20,82; 29/05/16	5
22	1,0096E+01	11:45:21,87; 29/05/16	6
23	1,0092E+01	11:45:22,91; 29/05/16	7
24	1,0092E+01	11:45:23,94; 29/05/16	8
25	1,0092E+01	11:45:24,99; 29/05/16	9
26	1,0090E+01	11:45:26,03; 29/05/16	10
27	1,0090E+01	11:45:27,06; 29/05/16	11
28	1,0090E+01	11:45:28,11; 29/05/16	12
29	1,0090E+01	11:45:29,15; 29/05/16	13
30	1,0112E+01	11:45:30,18; 29/05/16	14

Fig. 3.14 Ecco come si presenta il foglio di Excel con le informazioni di carattere generale nella parte alta e la lista dei dati acquisiti nella parte sottostante.

3.4.3.4 Tasto **Carica registrazione....**

La funzione di questo tasto è di caricare e visualizzare sul grafico una precedente registrazione salvata con i tasti **Salva registrazione con nome....** o **Salva registrazione**. Premendolo si apre una finestra di dialogo dove è possibile scegliere la registrazione desiderata.

3.4.3.5 Tasto **Salva configurazione....**

Lo strumento ha la possibilità di salvare l'intera configurazione dello strumento in un file che può essere richiamato con il tasto **Carica configurazione....**. Qualsiasi parametro impostato dall'operatore o selezione eseguita fra le varie proposte dal software fa parte della configurazione.

È quindi possibile salvare diverse configurazioni che possono essere caricate a seconda delle esigenze. Anche in questo caso si apre una finestra di dialogo che consente di decidere luogo e nome del file da salvare.

Quando il programma viene terminato con il tasto **Esci** o con  viene automaticamente salvata la configurazione di quel momento, anche se durante l'utilizzo sono state modificate alcune impostazioni rispetto alla precedente configurazione caricata. In questo modo alla riaccensione lo strumento viene configurato esattamente come era all'atto dello spegnimento.

3.4.3.6 Tasto **Carica configurazione....**

È il tasto complementare del precedente e serve a caricare una configurazione precedentemente salvata. Premendolo si apre una finestra di dialogo tramite la quale è possibile scegliere la configurazione desiderata.

3.4.4 Selezione della portata ohmmetrica e della porta di comunicazione fra PC e modulo hardware

In quest'ultima sezione della finestra di misura ci sono i tasti di selezione delle portate ohmmetriche, il selettore della porta di comunicazione fra software e modulo hardware ed un tasto di apertura di una finestra dove è possibile vedere su quale COM il sistema operativo di Windows ha collocato la connessione fra PC e modulo. L'ultimo tasto riguarda la chiusura dell'applicazione.

3.4.4.1 Tasti 3200 Ohm ÷ 320 uOhm

Sono gli otto tasti di selezione della portata ohmmetrica desiderata.

Se è attiva la funzione di autorange premendo uno di questi tasti si ha la disattivazione della funzione di autorange e la selezione della portata corrispondente al tasto premuto, che appare in verde.

3.4.4.2 Tasto Porte COM e LPT

Questo tasto avvia l'applicazione di Windows **Gestione dispositivi** che permette di verificare su quale porta COM il sistema operativo ha collegato il modulo hardware. Nel caso specifico è visibile in Fig. 3.15 che la COM virtuale **USB Serial Port** è connessa a **COM3**. Ciò permette di selezionare la COM su cui si è connesso il modulo hardware.

Generalmente una volta che il sistema operativo ha attribuito ad un dispositivo una particolare COM questa rimane anche per tutte le connessioni/accensioni successive. Allo spegnimento dello strumento con il tasto Esci o con il tasto  la COM selezionata è salvata nella configurazione ed è richiamata alla successiva riaccensione.

Se il modulo hardware non è connesso molti dei tasti presenti sulla finestra sono disattivati poiché non utilizzabili.

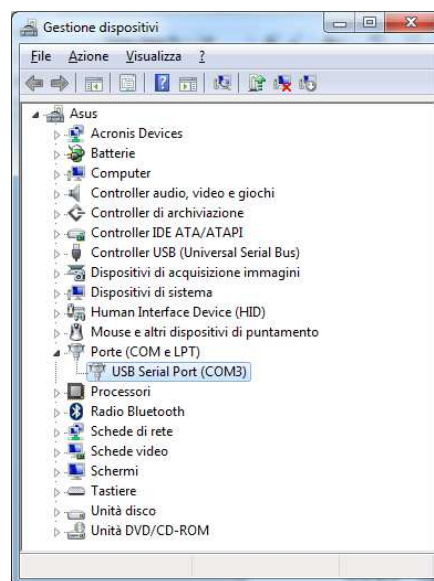


Fig. 3.15 Finestra del gestori dispositivi, da cui è possibile controllare su quale COM il sistema operativo di Windows a posto il modulo.

3.4.4.3 Selettore COM

Con il selettore si ha la possibilità di selezionare la COM su cui il sistema operativo ha connesso il modulo hardware. Il pallino a fianco assume i colori rosso, giallo o verde a seconda dello stato di comunicazione fra PC e modulo hardware:

rosso: non è stata identificata la COM
giallo: il modulo hardware non comunica
verde: il modulo comunica normalmente

Se il sistema operativo non modifica la propria scelta all'accensione successiva l'impostazione rimane salvata e valida per tutte le successive accensioni dello strumento.



Fig. 3.16 Il pallino è rosso se la COM selezionata è inesistente, ovvero Windows non trova alcuna seriale reale o virtuale connessa. Il pallino è giallo se il modulo è connesso, ma non risponde. Il pallino è verde se il modulo risponde correttamente.

3.4.4.4 Tasto Esci

È il tasto che chiude l'applicazione salvando la totalità dei parametri e delle selezioni attive al momento della chiusura del programma: misura secondaria, lingua, portate ohmmetriche e voltmetriche, filtri, misure/secondo, ecc., che saranno richiamati al successivo avvio dello strumento.

La medesima identica funzione è svolta dal tasto .

3.5 Finestra Graf

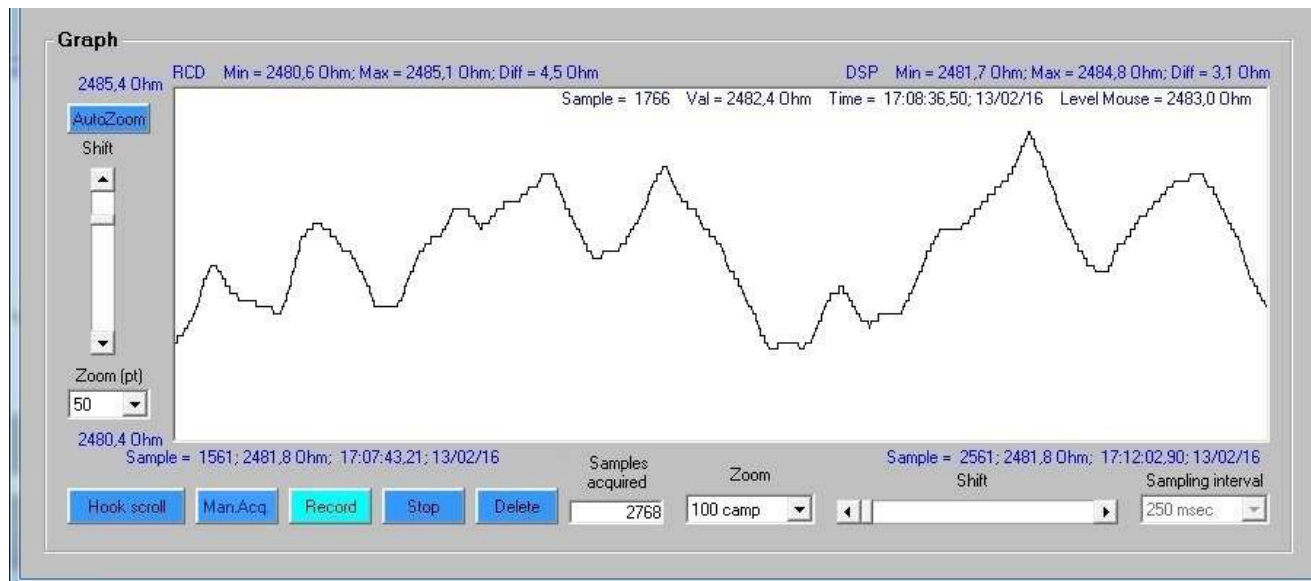


Fig. 3.17 L'immagine rappresenta la finestra del display grafico da dove è possibile gestire la registrazione e la rappresentazione delle misure sia ohmmetriche che voltmetriche.

Questa finestra gestisce la registrazione e la visualizzazione dei grafici sia quelli in real-time che quelli caricati da un precedente salvataggio. Ciò è valido tanto per le registrazioni ohmmetriche che voltmetriche. In ogni caso la registrazione e la rappresentazione del grafico è esclusivamente della misura principale e mai di quella secondaria.

3.5.1 Tasto **AutoZoom**

Espande il grafico alla massima espansione verticale possibile, senza “tagliare” il grafico superiormente e/o inferiormente nell’arco temporale rappresentato sul display.

3.5.2 Barra di scorrimento verticale **Shift**

Sul lato sinistro del display grafico c’è una barra di scorrimento verticale che consente di portare la registrazione all’interno del display, con un’ampiezza stabilita dal selettore **Zoom (pt)**.

Alle due estremità verticali sinistre del display grafico sono indicati i valori di resistenza o tensione corrispondenti ai limiti superiore ed inferiore visualizzabili sul grafico.

3.5.3 Selettore **Zoom (pt)**

Imposta il numero di punti, fra 20 e 32000, visibili verticalmente sul display grafico.

3.5.4 Tasto **Aggancia scroll**

Mentre è in atto la registrazione l’operatore può visualizzare una qualsiasi parte del grafico con qualsiasi scala verticale ed orizzontale. Quando si desidera tornare a visualizzare la parte del grafico più recente è sufficiente premere il tasto **Aggancia scroll**, che diventa verde, per “agganciare” la visualizzazione all’ultimo campione acquisito.

Ripremendo il tasto si esce da questa modalità e il tasto torna azzurro.

3.5.5 Tasto Acq. Man.

Questo tasto permette il salvataggio manuale di un'acquisizione, anche durante la registrazione automatica e, come per questa, viene salvato l'istante di acquisizione e il numero di acquisizione progressivo.

3.5.6 Tasto Registra

Il tasto permette l'avvio della registrazione automatica ed è verde durante la registrazione, tornando del colore azzurro premendo il tasto Stop. L'intervallo di tempo fra i campionamenti è impostato con un altro controllo descritto successivamente.

La registrazione può essere interrotta in qualsiasi momento. Una volta avviata la registrazione non è più possibile modificare l'intervallo di campionamento e sono disattivati i tasti di selezione della portata ohmmetrica o voltmetrica a seconda della funzione attivata.

3.5.7 Tasto Stop

Ferma la registrazione diventando verde. Torna del colore azzurro quando vengono premuti i tasti Registra o Cancella.

Ogni qualvolta si preme il tasto Stop o vi è un'interruzione nel circuito di corrente della misura si ha l'interruzione della registrazione e sul display grafico compare una linea verticale rossa. Questo per evidenziare l'interruzione temporale nell'acquisizione.

L'eventuale interruzione del circuito di corrente è segnalato nel riquadro **Stato Strumento**. La segnalazione appare anche se è selezionata una portata ohmmetrica 2-3 ordini di grandezza inferiore alla resistenza da misurare.

3.5.8 Tasto Cancella

Il pulsante serve a cancellare la registrazione ed a inizializzare nuovamente il contatore delle acquisizioni, consentendo di ripartire con una nuova registrazione.

3.5.9 Indicatore Campioni acquisiti

Visualizza il numero di campioni sino a quel momento acquisiti.

3.5.10 Selettore Zoom

Imposta il numero di campioni, fra 50 e 32000, visualizzabili orizzontalmente sul display grafico.

3.5.11 Barra di scorrimento orizzontale Shift

Sotto il display grafico c'è una barra di scorrimento orizzontale che consente di portare la registrazione all'interno del display, con una larghezza temporale stabilita dal selettore **Zoom**.

Alle due estremità del display grafico sono indicati rispettivamente il numero progressivo del campione acquisito, il valore di resistenza e l'istante di acquisizione temporale del valore posto sul limite sinistro del grafico e, se la registrazione occupa l'intera larghezza del display, rispettivamente il numero progressivo del campione acquisito, il valore di resistenza e l'istante di acquisizione temporale del valore posto sul limite destro del grafico.

3.5.12 Selettore Intervallo campion.

Imposta l'intervallo temporale fra un campionamento ed il successivo. È selezionabile fra 32msec e 10 minuti.

3.5.13 Informazioni ausiliarie

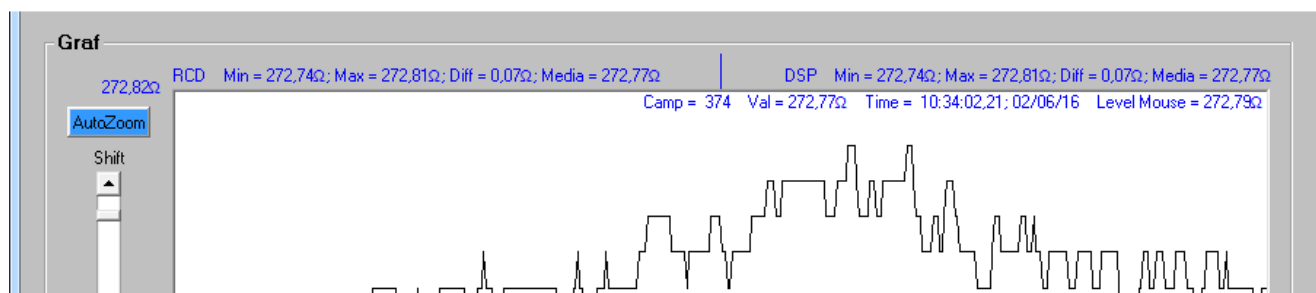


Fig. 3.18 Particolare della zona della finestra grafica dove sono presenti molte informazioni ausiliarie.

3.5.13.1 Informazioni dal puntatore del mouse

Muovendo il puntatore del mouse all'interno del display grafico, purché dove vi sia la registrazione, anche se non visibile, nella parte superiore destra interna del display compaiono alcune informazioni particolarmente interessanti.

I dati sono di tipo ohmmetrico o voltmetrico a seconda della modalità di funzionamento dello strumento.

Camp	Numero progressivo del campione che si trova direttamente sulla verticale del puntatore del mouse.
Val	Valore del campione che si trova direttamente sulla verticale del puntatore del mouse.
Time	Istante di acquisizione del campione che si trova direttamente sulla verticale del puntatore del mouse.
Level Mouse	Indica il valore resistivo o voltmetrico a cui si trova il puntatore del mouse. La posizione verticale del puntatore del mouse corrisponde ad un valore resistivo o voltmetrico compreso fra il valore minimo ed il massimo visualizzabile sul display grafico e che corrispondono ai due valori sulla sinistra, in alto ed in basso, all'esterno del display medesimo.

3.5.13.2 Informazioni generali sulla registrazione RCD

Sopra il display grafico, sul lato sinistro, vi sono alcune informazioni generali riguardanti l'intera registrazione acquisita sino al momento attuale.

I dati sono di tipo ohmmetrico o voltmetrico a seconda della modalità di funzionamento dello strumento.

Min	È il minimo valore acquisito considerando l'intera registrazione.
Max	È il massimo valore acquisito considerando l'intera registrazione.
Diff	È la differenza fra il valore massimo ed il valore minimo, ovvero la massima escursione della registrazione.
Media	È il valore medio calcolato sulla totalità dei campioni dell'intera registrazione.

3.5.13.3 Informazioni generali sulla parte di registrazione visibile sul display DSP

Sopra il display grafico, sul lato destro, vi sono alcune informazioni generali riguardanti la sola parte di registrazione visibile sul display.

I dati sono di tipo ohmmetrico o voltmetrico a seconda della modalità di funzionamento dello strumento.

Min	È il minimo valore acquisito considerando i soli campioni visibili sul display.
Max	È il massimo valore acquisito considerando i soli campioni visibili sul display.
Diff	È la differenza fra il valore massimo ed il valore minimo, ovvero la massima escursione dei campioni visibili sul display.
Media	È il valore medio calcolato sulla totalità dei campioni visibili sul display.

3.6 Finestra uVolt

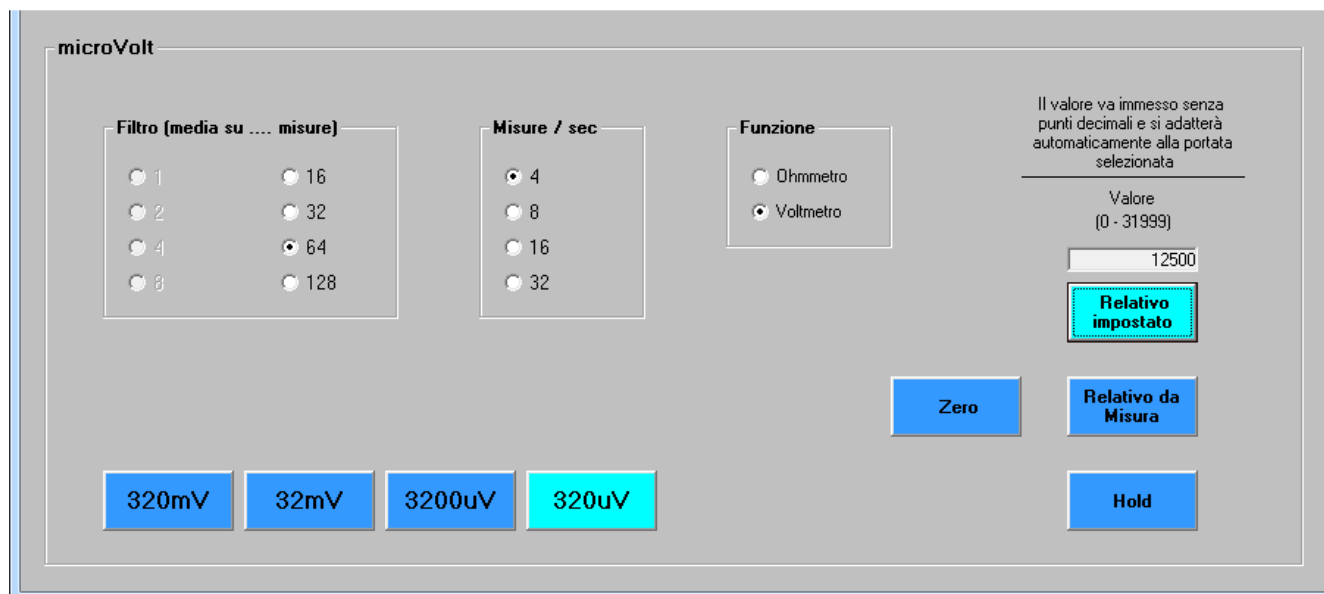


Fig. 3.19 L'immagine rappresenta la finestra del display grafico da dove è possibile gestire la registrazione e la rappresentazione delle misure sia ohmmetriche che voltmetriche.

In questa finestra vengono impostati i parametri riguardanti la modalità di funzionamento voltmetrica dello strumento che dispone di sole 4 portate, ma con fondi scala e risoluzioni disponibili solamente in strumenti da laboratorio di costo molto elevato. In particolare la risoluzione di 10nV, riscontrabile sulla portata di 320μV, è disponibile su strumenti di classe metrologica.

3.6.1 Tasti $320mV \div 320\mu V$

Sono i quattro tasti di selezione della portata voltmetrica desiderata.

Selezionando la portata di 320μV vengono disabilitati automaticamente i filtri da 1 a 8, lasciando disponibili quelli superiori. Se in precedenza era selezionato uno dei filtri disabilitati viene attivato il filtro pari a 32, quale miglior compromesso fra velocità di risposta e rumore.

3.6.2 Casella Valore (0 – 31999)

Cliccando su questa casella si apre la finestrella di input tramite la quale è possibile impostare il valore di riferimento utilizzato come base per il calcolo della misura secondaria relativa assoluta attivabile con il tasto **Relativo impostato**.

3.6.3 Tasto **Relativo impostato**

Premendo il tasto viene attivata la misura secondaria relativa assoluta ed il tasto si colora di verde. Nel caso fosse attiva la misura secondaria *Relativo da Misura*, questa viene disattivata.

Premendo nuovamente il tasto si ha la disattivazione della misura secondaria ed il colore del tasto torna azzurro.

3.6.4 Tasto **Relativo da Misura**

Nell'istante in cui si preme il tasto viene acquisito il valore con cui lo strumento calcola la misura relativa assoluta. Nel caso fosse attiva la misura secondaria *Relativo impostato*, questa viene disattivata.

Premendo una seconda volta il tasto non si ha più alcuna misura secondaria rappresentata ed il colore torna ad essere l'azzurro.

3.6.5 Tasto **Zero**

Tasto multifunzione

Questo tasto azzerava lo strumento consentendo di eliminare eventuali offset dell'amplificatore dello strumento stesso o potenziali di contatto presenti lungo i cavi di misura.

Tasto premuto < 1 sec Azzeramento

Premendo brevemente il tasto il valore in quel momento misurato dallo strumento viene salvato e sottratto da tutte le misure successive. Questa operazione può essere ripetuta un numero indefinito di volte se si ritiene che vi sia un errato azzeramento dell'insieme *strumento-cavi di misura*.

Questa funzione è molto simile alla misura secondaria riguardante il valore di relativo da misura, con la differenza che va a modificare la misura principale stessa. Se quando si preme il tasto **Zero** è attiva la misura secondaria riguardante il relativo da misura, questa viene disattivata, ma può essere attivata nuovamente col tasto **Relativo da Misura**.

Il colore verde del tasto indica che è attiva la funzione di azzeramento e che alla misura realmente eseguita è sottratto un valore di offset.

Tasto premuto > 1 sec Disattivazione azzeramento

Premendo per più di un secondo il tasto **Zero** si ha la disattivazione della funzione di azzeramento e nessun offset è sottratto alle misure successive.

Il tasto torna ad essere di colore azzurro.

3.6.6 Tasto **Hold**

Questo tasto serve per "congelare" la rappresentazione della misura sia principale che secondaria, se rappresentata, con il colore delle cifre che passa da verde a rosso per evidenziare la condizione di stasi, con il colore del tasto verde. Esso tornare ad azzurro, con le cifre nuovamente in verde, quando si preme una seconda volta il tasto per uscire dalla condizione di "congelamento".

3.6.7 Riquadro **Filtro (media su misure)**

Nel riquadro sono selezionabili il numero di misure su cui eseguire la media.

Maggiore è il numero di punti su cui viene eseguita la media, maggiore è la stabilità della misura, in particolare in corrispondenza delle due portate inferiori, dove la risoluzione di tensione è di 100nV o minore. Per contro la velocità di risposta dello strumento diminuisce e non è possibile rilevare variazioni veloci della tensione sotto misura.

Per ridurre le fluttuazioni della misura quando si seleziona la portata di 320µV automaticamente viene impostato un filtro di 32 e le selezioni del filtro da 1 a 8 vengono disabilitate. L'operatore può modificare il valore del filtro sia in più che in meno, ma si sconsiglia vivamente di ridurre il valore al di sotto di quando impostato dal software che andrebbe considerato come valore minimo consigliato.

Passando dalla portata inferiore ad una portata più alta il valore di filtro rimane quello impostato nella portata precedentemente attiva.

3.6.8 Riquadro **Misure / secondo**

Lo strumento è in grado di eseguire da 4 a 32 misure voltmetriche al secondo. Maggiore è la velocità di misura, maggiore è il rumore. È quindi consigliabile usare la minima velocità possibile per ridurre il rumore di quantizzazione, lasciando le velocità maggiori solamente per quei casi in cui è veramente necessario.

3.6.9 Riquadro **Funzione**

In questo riquadro si ha la possibilità di scegliere se utilizzare lo strumento come ohmmetro o voltmetro. Alcuni tasti e funzioni tipiche della modalità di funzionamento come ohmmetro vengono disabilitati quando lo strumento funziona come voltmetro. Allo stesso modo sono disabilitati tasti e funzioni voltmetriche se lo strumento è configurato come ohmmetro.

3.7 Finestra Test

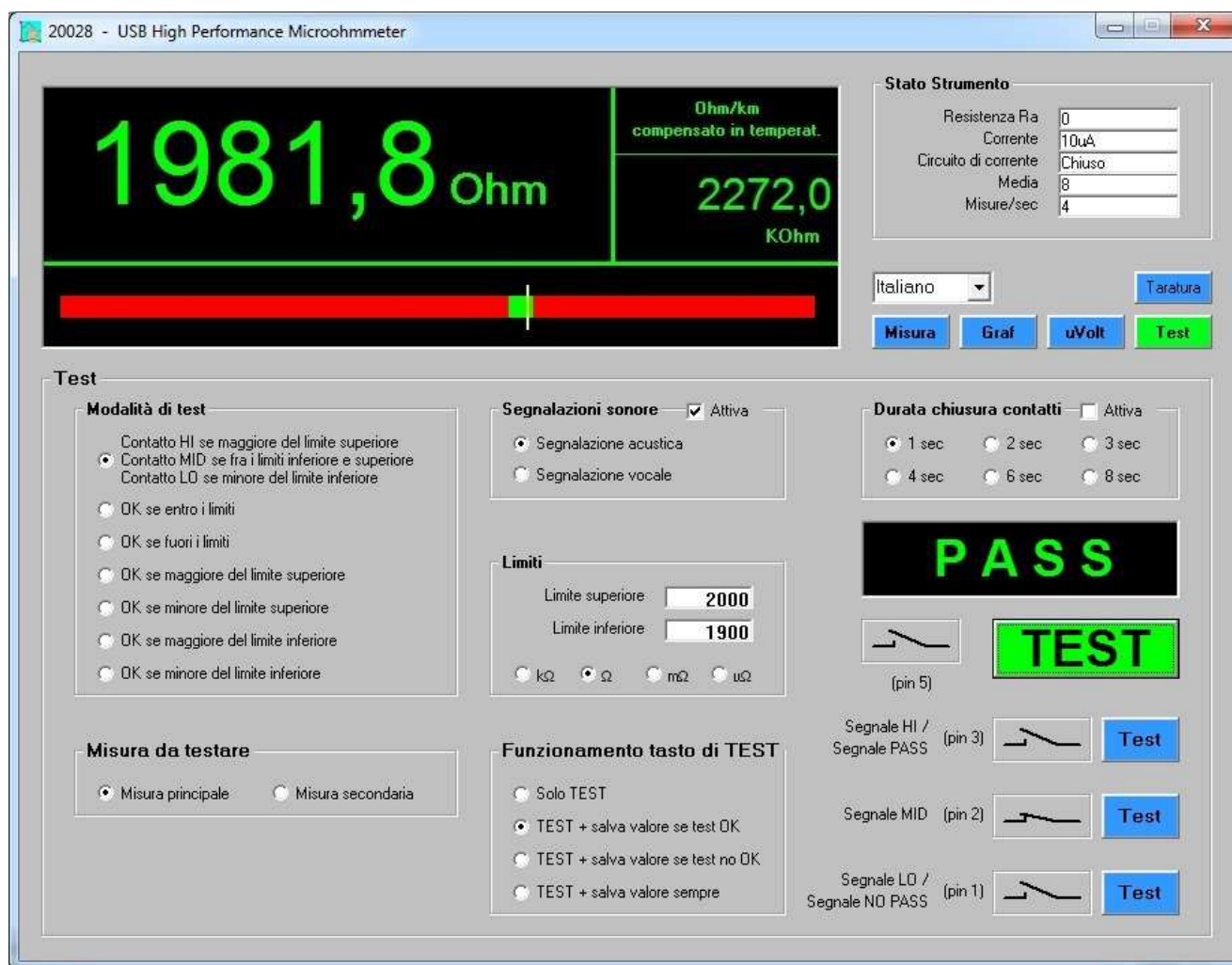


Fig. 3.20 La finestra relativa al test è alquanto complessa, ma consente di impostare tutti i parametri necessari per eseguirlo.

La finestra di test contiene vari riquadri dove è possibile impostare o selezionare le varie opzioni di esecuzione e segnalazione. Oltre alla finestrella con l'esito del risultato ci sono altre informazioni acustiche e visive per rinforzare la segnalazione riguardante l'esito del test.

In dettaglio saranno espone le varie opzioni e impostazioni.

Il test è eseguibile esclusivamente quando lo strumento funziona come ohmmetro.

3.7.1 Riquadro Modalità di test

Questo riquadro raggruppa diversi modi di confrontare la misura con i limiti impostati, determinandone la validità in base ai vari criteri indicati a fianco di ciascuna possibile selezione.

La prima modalità di test fornisce un risultato completo indicando, tramite i tre segnali disponibili sul connettore posto sul retro del modulo, se il valore testato è superiore (*HI* = pin 3 del connettore), all'interno (*MID* = pin 2 del connettore) o inferiore (*LO* = pin 1 del connettore) ai due limiti impostati.

Nelle successive modalità di test sono utilizzati solamente due segnali d'uscita per indicare se il test ha dato esito positivo ed è stato soddisfatto il criterio di test (*PASS* = pin 3 del connettore) o il risultato è negativo e non è stato soddisfatto il criterio del test (*NO PASS* = pin 1 del connettore).

Il test può essere eseguito confrontando i due limiti con la misura principale o con la misura secondaria. Nel primo caso il bar graf assume i colori verde e rosso in corrispondentemente con le zone di soddisfazione del criterio di test o di non soddisfazione. Se i limiti impostati non coincidono con la portata ohmmetrica selezionata è possibile che il bar graf sia tutto rosso o verde a seconda del valore dei limiti e della modalità di test selezionata, questo perché il bar graf ed il cursore a lama rappresentano sempre e solo il range corrispondente alla portata selezionata.

Nel caso in cui i limiti vengono confrontati con la misura secondaria il bar graf assume uniformemente il colore blu e non si ha più una corrispondenza cromatica e grafica fra zone di soddisfazione/insoddisfazione del criterio di test e i valori impostati. Ciò perché il bar graf è comunque sempre dedicata alla rappresentazione della misura principale.

In Fig. 3.20 è possibile vedere che sulla base dei limiti superiore e inferiore impostati e al criterio di validità selezionato, il test risulta soddisfatto (zona verde) se la misura è all'interno dei limiti e viceversa se non risulta soddisfatto. Poiché la misura è all'interno dei limiti e il cursore a lama è sulla zona verde, il test è soddisfatto e si ha:

- La segnalazione con la scritta **PASS** in verde
- Lo sfondo del tasto **TEST** diventa verde
- Viene attivato il segnale **MID** (pin 2) del connettore per una durata pari alla selezione fatta nel riquadro **Durata chiusura contatti**, se è stata attivata l'opzione, segnalandolo anche con il simbolo elettrico di contatto chiuso
- Viene data una segnalazione vocale con la parola **PASS** se è stata attivata l'opzione del riquadro **Segnalazioni sonore**

Nella tabella seguente sono elencati i vari casi possibili e le segnalazioni che vengono fornite.

Modalità di test	Condizione di test	Scritta esito del test	Colore scritta	Colore tasto TEST	Segnalazione vocale (se attivata)	Segnale di uscita (pin) (se attivato)
Contatto HI se maggiore del limite superiore Contatto MID se fra i limiti inferiore e superiore Contatto LO se minore del limite inferiore	$R_x > \text{limite superiore}$	NO PASS ↑	rossa	rosso	NO PASS UP	HI (pin 3)
	$\text{limite infer.} < R_x < \text{limite super.}$	PASS	verde	verde	PASS	MID (pin 2)
	$R_x < \text{limite inferiore}$	NO PASS ↓	rossa	rosso	NO PASS DOWN	LO (pin 1)
OK se entro i limiti	$\text{limite infer.} < R_x < \text{limite super.}$	PASS	verde	verde	PASS	PASS (pin 3)
	$R_x < \text{limite inf.}, R_x > \text{limite sup.}$	NO PASS	rosso	rosso	NO PASS	NO PASS (pin 1)
OK se fuori i limiti	$R_x < \text{limite inf.}, R_x > \text{limite sup.}$	PASS	verde	verde	PASS	PASS (pin 3)
	$\text{limite infer.} < R_x < \text{limite super.}$	NO PASS	rosso	rosso	NO PASS	NO PASS (pin 1)
OK se maggiore del limite superiore	$R_x > \text{limite superiore}$	PASS	verde	verde	PASS	PASS (pin 3)
	$R_x \leq \text{limite superiore}$	NO PASS	rosso	rosso	NO PASS	NO PASS (pin 1)
OK se minore del limite superiore	$R_x < \text{limite superiore}$	PASS	verde	verde	PASS	PASS (pin 3)
	$R_x \geq \text{limite superiore}$	NO PASS	rosso	rosso	NO PASS	NO PASS (pin 1)
OK se maggiore del limite inferiore	$R_x > \text{limite inferiore}$	PASS	verde	verde	PASS	PASS (pin 3)
	$R_x \leq \text{limite inferiore}$	NO PASS	rosso	rosso	NO PASS	NO PASS (pin 1)
OK se minore del limite inferiore	$R_x < \text{limite inferiore}$	PASS	verde	verde	PASS	PASS (pin 3)
	$R_x \geq \text{limite inferiore}$	NO PASS	rosso	rosso	NO PASS	NO PASS (pin 1)

3.7.2 Riquadro Misura da testare

È possibile confrontare i limiti impostati sia con la misura ohmmetrica principale che con alcune delle misure secondarie. Quelle utilizzabili sono evidenziate in blu, come visibile in Fig. 3.9 a pag. 10, dove si può notare anche la nota in rosso che sottolinea questa possibilità.

Selezionando il test della misura principale il bar graf si presenta come appare in Fig. 3.9, sempre che i valori dei limiti e la portata ohmmetrica coincidano, come già spiegato nel paragrafo precedente. Se invece viene selezionato il test con la misura secondaria il bar graf diventa completamente blu, pur continuando a rappresentare il range di valori corrispondente alla sola portata selezionata.

Il motivo per cui solo alcune delle misure secondarie è utilizzabile per il confronto è semplice: una parte di esse sono delle tensioni, dei valori percentuali o anche dei valori resistivi che non è possibile o non ha senso confrontare con dei valori ohmmetrici.

3.7.3 Riquadro Segnalazioni sonore

C'è la possibilità di attivare o meno una segnalazione sonora che può essere di tipo acustico o vocale, a seconda della selezione.

Nella tabella seguente sono riassunti la descrizione dei suoni e le frasi pronunciate a seconda del diverso esito del test.

Scritta esito del test	Frase pronunciata (se attivata)	Descrizione suono (se attivato)
PASS	PASS	Campanellino
NO PASS	NO PASS	Doppio beep
NO PASS ↑	NO PASS UP	Glissato in crescendo
NO PASS ↓	NO PASS DOWN	Glissato in decrescendo

3.7.4 Riquadro Limiti

Cliccando sulle caselle si apre la finestra di input grazie alla quale si possono inserire il limite superiore e quello inferiore. Come si può notare è possibile inserire il valore con uno, due o tre decimali, pur rimanendo nel limite di cinque cifre, così da adattare il valore alla portata desiderata, pur di selezionare il campo di grandezza corrispondente tramite i tasti ratio $k\Omega$, Ω , $m\Omega$ e $\mu\Omega$.

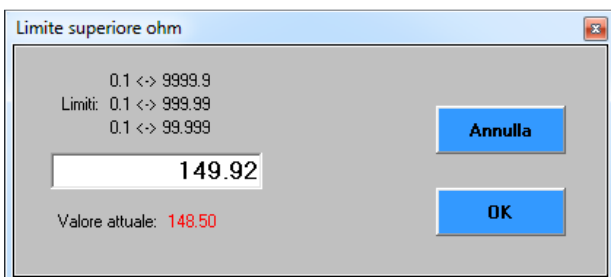


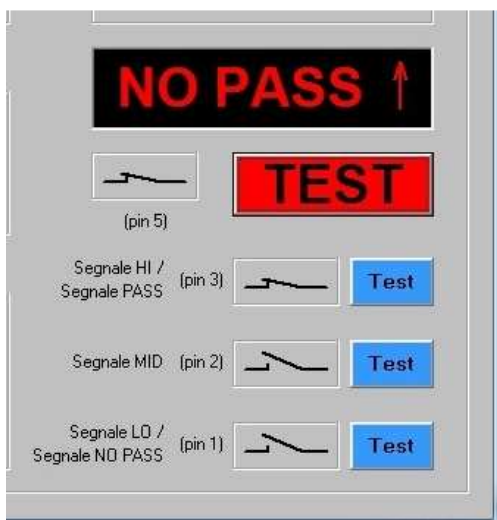
Fig. 3.21 La finestra di input dei limiti evidenzia la particolarità di poter immettere i valori secondo tre diversi formati.

3.7.5 Riquadro Durata chiusura contatti

Questa selezione, se attivata, consente di stabilire la durata dei segnali *LO/NO PASS*, *MID* e *HI/PASS* in base alle necessità dell'utente.

Durata e tipo di segnale, unitamente alla possibilità di avviare il test tramite un segnale esterno, permette di realizzare un piccolo sistema automatizzato di test in grado di indirizzare le resistenze controllate in base all'esito del test, scartandole o ammettendole.

3.7.6 Finestra del risultato



Nella finestra del risultato compaiono le scritte dell'esito del test. In particolare nell'immagine di Fig. 3.22 si nota che il valore di resistenza è maggiore del limite superiore e che è stata attivata anche l'uscita *HI/PASS*, corrispondente al pin 3 del connettore. Inoltre viene segnalata la chiusura del pin 5, il segnale di avvio esterno del test che può essere usato in alternativa al tasto **TEST**.

Se attivata la segnalazione sonora, in seguito dell'esito del test vi sarà anche l'avviso acustico o vocale corrispondente.

Fig. 3.22 Particolare della finestra di test con la finestra del risultato, il tasto **TEST**, il segnale d'ingresso sul pin 5 del connettore posteriore del modulo che ha dato il via al test il cui esito è fornito, oltre che dalla scritta e dal colore di sfondo del tasto **TEST**, dall'attivazione del segnale d'uscita *HI/PASS* sul pin 3, evidenziato dalla chiusura del contatto.

3.7.7 Riquadro **Funzionamento tasto di TEST**

Questa selezione imposta la funzione del tasto di test, e del segnale esterno, consentendo di eseguire il test senza alcuna altra azione, oppure di eseguire il salvataggio della misura, secondo altre tre diverse modalità, in base al risultato del test medesimo. In altri termini in base al risultato del test selezionato fra le tre possibilità inferiori, il valore della misura viene salvata nel grafico, esattamente come avviene per l'acquisizione manuale quando viene premuto il tasto **Acq. Man.** nella finestra **Graf.** Ciò offre la possibilità di salvare, ad esempio, i valori che hanno passato il test nel grafico e da qui in un file che funge da report del risultato dell'attività svolta.

ATTENZIONE: Quando nel riquadro **Funzionamento tasto di TEST** viene selezionata la seconda, la terza o la quarta possibilità, il valore salvato e visualizzato nel grafico è sempre e solo il vero valore misurato dallo strumento, ovvero la misura principale, anche se nel riquadro **Misura da testare** viene selezionata **Misura secondaria** e il test viene eseguito con questa misura.

3.7.8 Tasto **TEST**

È il tasto di avvio del test. A seconda dell'esito positivo o negativo di questo, il tasto assume rispettivamente una colorazione verde o rossa al fine di rafforzare il risultato fornito dalla sola scritta.

Il confronto può essere avviato anche tramite l'ingresso *DIN1* disponibile sul pin 5 del connettore posto sul retro del modulo: è sufficiente connettere questo segnale al pin 9 denominato *DGND* per almeno 0,5 secondi ogniqualvolta si richiede di avviare il test.

3.7.9 Tasti **Test**

Questi sono tre tasti posti a destra dei simboli dei contatti/segnali d'uscita consentono di forzare l'attivazione del segnale corrispondente del modulo anche se la durata di chiusura dei contatti è stata disattivata. Ciò consente di simulare un test e verificarne il funzionamento.

Il cambio del corrispondente simbolo elettrico da aperto a chiuso e viceversa avviene in base all'effettivo stato del segnale d'uscita.

Capitolo 4: Caratteristiche tecniche

CARATTERISTICHE TECNICHE

SEZIONE GENERALE

Alimentazione	esclusivamente tramite cavo USB
Potenza assorbita	2,5W max
Connessione con PC	tramite cavo USB
Rappresentazione misure	su PC con software 20028 - USB High Performance Microohmmeter
Salvataggio/riciamo di un precedente configurazione	si
Lingua	Italiano, inglese
Peso	400 grammi circa
Dimensioni contenitore	125x46x73mm (larghezza x altezza x profondità)

SEZIONE MICROOHMMETRO

Numero di punti di misura	32000
Frequenza di aggiornamento misura	4, 8, 16, 32 misure/secondo
Filtro	Media su 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 misure
Portate ohmmetriche	320,00μΩ, 3200,0μΩ, 32,000mΩ, 320,00mΩ, 3200,0mΩ, 32,000Ω, 320,00Ω, 3200,0Ω
Risoluzione	10nΩ, 100nΩ, 1μΩ, 10μΩ, 100μΩ, 1mΩ, 10mΩ, 100mΩ,
Selezione portate	automatico / manuale
Precisione della misura (portate 320Ω ÷ 32mΩ alta corrente)	±(0,05% + 2 digit)
Precisione della misura (portate 320Ω ÷ 320mΩ bassa corrente)	±(0,06% + 3 digit)
Precisione della misura (portate 3200Ω e 3200μΩ)	±(0,06% + 3 digit)
Precisione della misura (portata 320μΩ)	±(0,07% + 5 digit)
Correnti di misura nominali	1A, 100mA, 10mA, 1mA, 100μA, 10μA
Compensazione cavi di corrente / Azzeramento	si
Misura impulsiva	si: positiva, negativa e bipolare
Misure secondarie	- Tensione nominale ai capi di Rx - Temperatura di Rx in base a ΔRx - Variazione di temperatura di Rx in base a ΔRx - Relativo assoluto e percentuale rispetto ad una misura - Relativo assoluto e percentuale rispetto ad un valore impostato - Ohm/m compensato e non compensato in temperatura - Ohm/km compensato e non compensato in temperatura - R*S/L (resistività) compensata e non compensata in temperatura - Resistenza compensata in temperatura - Compensazione secondo norma CEI EN 60228:2005-10 - Valori minimo e massimo - ΔRx in valore assoluto e percentuale

SEZIONE MICROVOLTMETRO

Numero di punti di misura	32000
Frequenza di aggiornamento misura	4, 8, 16, 32 misure/secondo
Filtro	Media su 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 misure
Portate voltmetriche	320,00μV, 3200,0μV, 32,000mV, 320,00mV
Risoluzione	10nV, 100nV, 1μV, 10μV
Selezione portate	manuale

Massima tensione applicabile	±5V rispetto a AGND e DGND del connettore posteriore
Massima tensione in modo comune	0 ÷ 2,5V rispetto a AGND e DGND del connettore posteriore
Rumore picco-picco (misure/secondo = 4, durata misura = 200 secondi)	Portata 320mV con filtro = 1 2 dgt (20µV) Portata 32mV con filtro = 1 2 dgt (2µV) Portata 3200µV con filtro = 4 4 dgt (400nV) Portata 320µV con filtro = 64 6 dgt (60nV)
Precisione della misura (portate 320mV e 32mV)	±(0,05% + 2 digit)
Precisione della misura (portata 3200µV)	±(0,06% + 3 digit)
Precisione della misura (portata 320µV)	±(0,10% + 6 digit)
Misure secondarie	- Relativo rispetto ad una misura - Relativo rispetto ad un valore impostato
SEZIONE GRAFICO	
Massimo numero di campioni registrabili	32000
Intervallo di campionamento	32ms, 64ms, 125ms, 250ms, 500ms, 1s, 2s, 5s, 10s, 20s, 1min, 2min, 5min, 10min
Grandezza registrabile	misura principale ohmmetro, misura principale voltmetro
Ampiezza verticale	da 10 a 32000 punti
Auto zoom verticale	si
Ampiezza orizzontale	da 50 a 32000 campioni
Segnalazioni ausiliarie	
Primo e ultimo valore visualizzati sul display	- Numero del campione - Valore del campione - Ora e data del campione
Dati relativi all'intera registrazione (RCD)	- Valore minimo dell'intera registrazione - Valore massimo dell'intera registrazione - Differenza fra il valore minimo e massimo dell'intera registrazione - Valore medio dell'intera registrazione
Dati relativi alla parte di registrazione visibile (DSP)	- Valore minimo - Valore massimo - Differenza fra il valore minimo e massimo - Valore medio
Dati relativi alla posizione del mouse	- Numero del campione - Valore del campione - Ora e data del campione - Valore corrispondente alla posizione verticale del mouse
Salvataggio registrazione	su file in formato testo Excel compatibile o inviata ad Excel
Visualizzazione registrazione precedentemente salvata	si
SEZIONE TEST	
Soglie impostabili	un limite superiore ed uno inferiore
Modalità di test	7 diverse modalità di test
Misure testabili	misura principale e 8 misure secondarie
Segnalazioni sonore	si, attivabili acustico o vocale
Durata della segnalazione di test	0, 1, 2, 3, 4, 6, 8 secondi
Attivazione del test	da pulsante sul form o da ingresso digitale sullo strumento
Tipo di segnalazione	acustica e visiva sul form e con uscite open-collector sullo strumento
Pulsanti di prova delle uscite open-collector	si, per ciascuna uscita
Portata di ciascuna uscita	500mA 30V

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 (bassa/alta)	Potenza massima
320 $\mu\Omega$	10n Ω ($10^{-8} \Omega$)	10nV	320 μ V	1A	320 μ W
3200 $\mu\Omega$	100n Ω ($10^{-7} \Omega$)	0,1/1 μ V	3,2mV	1A	3,2mW
32m Ω	1 $\mu\Omega$ ($10^{-6} \Omega$)	0,1/1 μ V	3,2/32mV	0,1/1A	0,32/32 mW
320m Ω	10 $\mu\Omega$ ($10^{-5} \Omega$)	0,1/1 μ V	3,2/32mV	10/100mA	32 μ W/3,2mW
3200m Ω	100 $\mu\Omega$ ($10^{-4} \Omega$)	0,1/1 μ V	3,2/32mV	1/10mA	3,2/320 μ W
32 Ω	1m Ω ($10^{-3} \Omega$)	0,1/1 μ V	3,2/32mV	0,1/1mA	0,32/32 μ W
320 Ω	10m Ω ($10^{-2} \Omega$)	0,1/1 μ V	3,2/32mV	10/100 μ A	32nW/3,2 μ W
3200 Ω	100m Ω ($10^{-1} \Omega$)	1 μ V	32mV	10 μ A	320nW

Tab. 4.1 Tabella riassuntiva delle risoluzioni, sensibilità, correnti di misura e potenza massima dissipata della resistenza incognita in funzione della portata selezionata.

Capitolo 5: Accorgimenti nell'esecuzione della misura

5.1 Potenziali di contatti

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. 5.1. 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 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 **AutoZero Compens.**

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 1mm^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 $1,5\text{mm}^2$ quando si usano le portate inferiori da $3200\mu\Omega$ e $320\mu\Omega$.
- 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 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 da $3200\mu\Omega$ e $320\mu\Omega$ 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'autoazzeramento.

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 fra la fase di misura e quella di autoazzeramento.

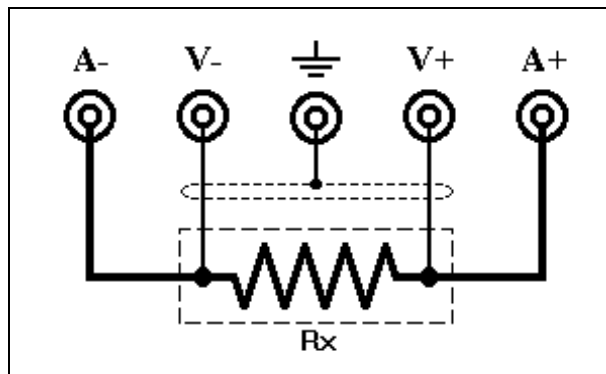


Fig. 5.1 Schema di collegamento per la misura a quattro fili su di una resistenza di basso valore.

5.2 Uso della modalità di misura bipolare

Quando si ipotizza la presenza di potenziali di contatto non simmetrici sui terminali d'ingresso, che quindi non possono essere eliminati da una semplice procedura di azzeramento, la soluzione è l'uso della modalità di misura bipolare. Poiché per ogni rappresentazione vi sono più misure con corrente diretta ed invertita ed un susseguente stop, questo sistema di misura è intrinsecamente molto lento e dunque è da usarsi solo quando serve effettivamente o per verificare che vi siano potenziali asimmetrici confrontando il risultato di una misura bipolare (che teoricamente è quella corretta) con la misura disponibile dopo un azzeramento.

Non si dimentichi che comunque una differenza di qualche digit è possibile e normale, rientrando nelle specifiche dello strumento. Non ci si attenda dunque, anche in caso di assenza di potenziali di contatto o quando questi siano simmetrici, una perfetta identità di valori.

Poiché l'asimmetria dei potenziali di contatto è generalmente dovuta a cause diverse, la loro deriva o rumore può essere diverso. Ciò può comportare una variazione nel tempo della misura più marcata di quando rilevabile da potenziali di contatto simmetrici, che per definizione si annullano reciprocamente. Se quindi si costata che esiste una asimmetria nei potenziali di contatto e per velocizzare le misure se ne tiene conto usando però la modalità di misura normale (non bipolare), occorre anche rammentare che la correzione che viene apportata potrebbe non essere costante nel tempo. Inoltre considerando un rumore asimmetrico di entità e causa diversi, quindi più difficilmente annullabile reciprocamente, si consiglia di impostare un filtro non inferiore a 16 quando si eseguono misure bipolari: ciò aiuta a ridurre ulteriormente le variazioni nei risultati delle misure.

5.3 Misure sulla portata di $320\mu\Omega$ e $320\mu V$

Considerato che queste portate hanno una sensibilità in tensione di soli 10nV (pari a circa 1/1000 del segnale fornito da una termocoppia per una variazione di $1^\circ C$) il loro 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 riscaldamento localizzati), campi magnetici, ecc.

È assolutamente consigliabile anche eseguire la misura non meno di 15 minuti dopo l'accensione dello strumento: ciò consente il raggiungimento di un adeguato equilibrio termico dei componenti lo strumento stesso.

Per la misura ohmmetrica, quella più termicamente dissipativa, a questo punto vi sono due possibili strategie di misura che sfruttano rispettivamente l'inerzia termica e l'assestamento termico dei componenti dello strumento. Infatti il passaggio di una corrente di misura anche solo di 1A determina un riscaldamento ed una conseguente indesiderata deriva termica dovuta a fenomeni termoelettrici che però si propagano e derivano abbastanza lentamente, stabilizzandosi in circa 15÷20 minuti.

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

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

Si tenga presente che la deriva per effetto termico può essere anche di $\pm 0,1\mu V$ (pari a ± 10 digit) con una variazione massima di circa 1nV/sec e tipica fra 0,01nV/sec e 0,02nV/sec, e sono normali variazioni, fra rumore, assestamento termico e potenziali di contatto, di 10÷20 digit.

Un possibile accorgimento, per minimizzare la deriva ed il tempo di assestamento, è di ridurre la dissipazione dello strumento usando cavi di corrente il più corti possibile e di sezione non inferiore a $1,5mm^2$.

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 casuali di segnale.

Non va sottovalutato nemmeno il rumore sia ambientale che interno allo strumento. Quest'ultimo è tipicamente contenuto in circa $\pm 30nV$ in un periodo di 200 secondi con filtro di 64. Per ridurre le variazioni nel breve termine si consiglia di usare un filtraggio alto: 32 o 64. Nei casi in cui serva la massima stabilità del segnale o vi è un particolare rumore ambientale è consigliabile usare un filtro di 128. In ogni caso il filtraggio minimo utilizzabile, sulla portata di $320\mu\Omega$ e $320\mu V$, è di 16.

Per ottenere il migliore risultato sulle portate ohmmetriche inferiori, ed in particolare su quella da $320\mu\Omega$ nonché sulla portata di $320\mu V$, occorre seguire le indicazioni qui esposte:

- *Tenere i cavi di corrente e tensione i più corti possibili e possibilmente twistati per minimizzare l'influenza dei campi elettromagnetici.*
- *Evitare in ogni modo di scaldare i terminali e i cavi illuminandoli con luci forti o con il sole per ridurre l'influenza delle variazioni dei potenziali termoelettrici.*
- *Evitare assolutamente la ventilazione o il movimento di persone nei pressi della resistenza sotto misura. Al contrario si deve cercare di proteggere da correnti d'aria, anche di debole intensità, strumento e resistenza per ridurre l'influenza delle variazioni dei potenziali termoelettrici.*

- Attendere l'assestamento dei potenziali di contatto per non meno di 10 minuti prima di avviare la misurazione.
- Eseguire un autoazzeramento per eliminare i potenziali termoelettrici e la deriva iniziale.
- Collegare lo strumento a terra tramite il pin 9 del connettore DB9 posto sul retro dello strumento per minimizzare le fluttuazioni dei potenziali di tensione.
- Evitare di avviare nuovi software o chiuderne di già avviati durante la registrazione delle misure per ridurre la variazione della tensione che la presa USB fornisce allo strumento.
- Evitare di toccare e muovere i connettori USB inseriti nel PC e nello strumento per evitare fluttuazioni nella tensione di alimentazione dello strumento.
- Tenere ben presente anche quanto suggerito al paragrafo 5.1 **Potenziali di contatto** e nei paragrafi successivi.

Il rispetto dei suggerimenti indicati minimizza rumore e deriva della misura che risulta più valida ed attendibile anche sulla portata più sensibile, quella di $320\mu\Omega$, che raggiunge una sensibilità in tensione di $10nV$. Le portate successive, in particolare utilizzando le correnti di misura "alte", riducono la sensibilità a $100nV$ e $1\mu V$ rendendo lo strumento rispettivamente 10 e 100 volte meno sensibile alle influenze esterne.

Nell'immagine seguente è possibile notare il rumore e la deriva della misura di una resistenza di $100\mu\Omega$ nominali dove sono stati adottati tutti gli accorgimenti esposti.

I parametri che caratterizzano la misura sono:

- Resistenza misurata	$100\mu\Omega$
- Intervallo di campionamento	250msec
- Ampiezza della finestra del grafico	10 punti (verticale), corrispondente a $100n\Omega$ 20000 campioni (orizzontale), corrispondente a 5000 secondi
- Filtro / Media su un numero di campioni di...	64
- Numero di campioni acquisiti	18022, in un tempo di 75 minuti e 5,5 secondi
- Differenza fra il campione massimo ed il minimo	$0,06\mu\Omega$, corrispondente a $60nV$
- Rumore picco-picco	$0,02\mu\Omega$, corrispondente a $20nV$
- Deriva picco-picco	$0,04\mu\Omega$, corrispondente a $40nV$
- Deriva media nel tempo	$0,53n\Omega$ / minuto, corrispondente a $9pV$ / secondo

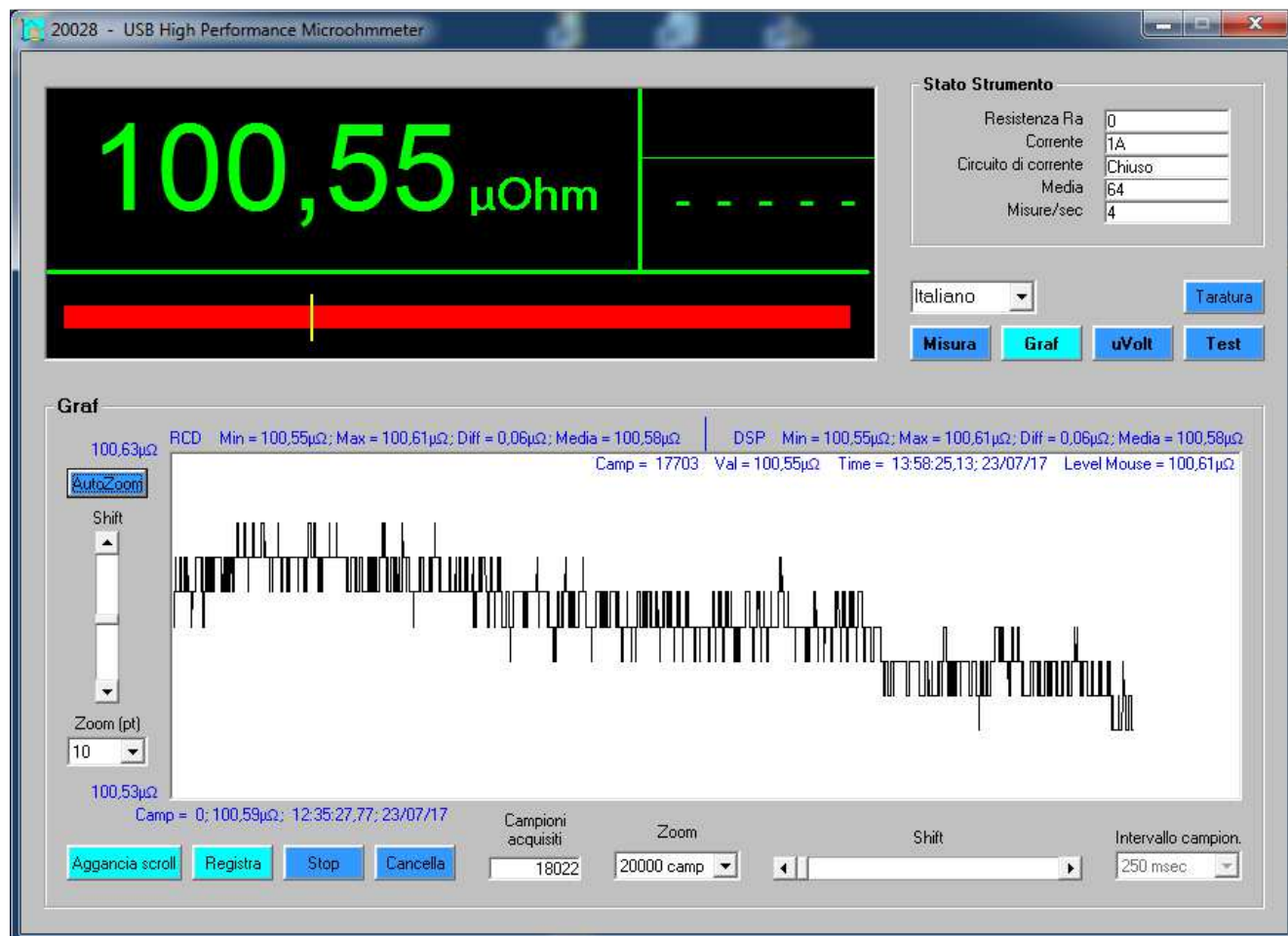


Fig. 5.2 Registrazione con un rumore e una deriva tipici, purché si adottino gli accorgimenti elencati nel paragrafo. Si è utilizzato un filtraggio medio alto, pari a 64, per ridurre il rumore ad una ampiezza tale da non essere fastidioso. Si fa presente che un filtro di 16 avrebbe circa raddoppiato l'ampiezza del rumore.

Dalla registrazione si deduce che se la misura dura pochi minuti è possibile non considerare gli effetti della deriva, la cui influenza è minima, pari a 2-3 digit, nell'arco di circa 30 minuti. Ovviamente ciò nelle condizioni ottimali di misura.

5.4 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 twistandoli, assicurandosi inoltre che i cavi di misura non ondeggino o vibrino anche in vicinanza di campi magnetici statici: ciò causerebbe l'insorgere di tensioni indotte di ampiezza e frequenza dipendenti dal movimento.

5.5 Cavi di corrente di ridotta sezione

Un'altra causa di errore, anche se in questo caso decisamente modesta e riscontrabile solo sulla portata da $320\mu\Omega$, è dovuta alla limitata sezione dei cavi di corrente. Se infatti la sezione è inferiore a 1 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 generalmente non supera $2\div 4$ digit. Il rimedio è di usare, sulle portate inferiori, cavi di non meno di $1,5\text{ mm}^2$ di 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. 16 riguardanti il paragrafo 3.4.2.9 Tasto **AutoZero Compens.**

5.6 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 eseguire un intero ciclo di misure sulla resistenza incognita.

5.7 Misura di elementi fortemente induttivi

Il microohmmetro 20028 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. 5.3.

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 320Ω a $320\text{ m}\Omega$ compresa è sufficiente un diodo da 1A quale il tipo 1N4004 o simile. Per le portate ohmmetricamente inferiori (da $32\text{ m}\Omega$ a $320\mu\Omega$) è consigliabile utilizzare un diodo in grado di sopportare correnti maggiori come il 1N5404 o simili.

La sua funzione è di salvaguardare principalmente il circuito amperometrico, giacché quello voltmetrico è comunque adeguatamente protetto contro tensioni differenziali continue.

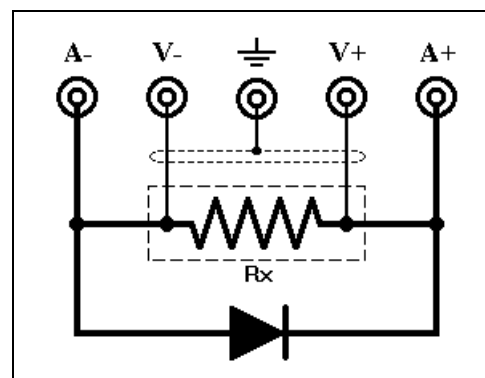


Fig. 5.3 Schema di collegamento del diodo di protezione in parallelo ad un elemento fortemente induttivo. Si noti il verso di inserzione del diodo.

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.

5.8 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.
--