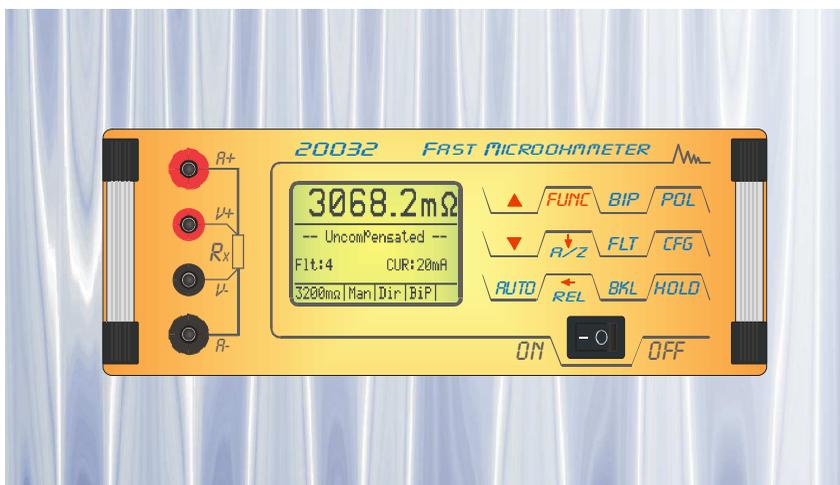


MICROOHMMETRO DIGITALE

32000 punti autorange 100nΩ ÷ 32KΩ

mod. 20032



MANUALE DELL'UTENTE



STRUMENTI DI MISURA PROFESSIONALI

INDICE

INTRODUZIONE	1
DESCRIZIONE	2
AUTO HOLD	3
DEFINIZIONE TASTI E INGRESSI	4
TASTI	4
INGRESSI	17
INFORMAZIONI AUSILIARIE NELLA RIGA DI STATO	18
ESECUZIONE DEL TEST GO – NO GO	19
CARATTERISTICHE TECNICHE	20
ACCORGIMENTI NELL'ESECUZIONE DELLA MISURA	22
POTENZIALI DI CONTATTO	22
USO DELLA MODALITA' DI MISURA BIPOLARE	24
CAMPI ELETTROMAGNETICI	24
CAVI DI CORRENTE DI RIDOTTA SEZIONE	25
LENTEZZA DELLA MISURA	25
MISURA DI ELEMENTI FORTEMENTE INDUTTIVI	25
PROTEZIONE DA SOVRATENSIONI E SOVRACORRENTI	26
PORTA DI COMUNICAZIONE	27
GENERALITÀ	27
LETTURA DATI	27
SCRITTURA SETUP.	36

INTRODUZIONE

Il microohmmetro digitale mod. **20032** è uno strumento ad elevate prestazioni: pur essendo di dimensioni e peso estremamente contenuti offre delle risoluzioni e delle caratteristiche notevoli.

- ▶ *32000 punti di misura / 10 misure al secondo*
- ▶ *8 portate da 32K Ω a 3200 $\mu\Omega$ (risoluzione da 1 Ω a 100n Ω)*
- ▶ *scelta della portata automatica o manuale*
- ▶ *display grafico*
- ▶ *misura relativa assoluta e percentuale contemporaneamente a quella principale*
- ▶ *compensazione della misura con la temperatura fra 0,0°C e 99,9°C con o senza l'utilizzo della sonda*
- ▶ *scelta del materiale con lo specifico coefficiente di temperatura o di un coefficiente di temperatura impostato dall'operatore fra 0,00*10⁻³°C⁻¹ e 10,50*10⁻³°C⁻¹*
- ▶ *impostazione della temperatura di riferimento fra 0,0°C e 99,9°C*
- ▶ *impostazione della temperatura di misura o utilizzazione della temperatura rilevata dalla sonda esterna*
- ▶ *impostazione del valore di riferimento del test Go – No Go e della fascia di tolleranza fra 0,00% e 50,00%*
- ▶ *abilitazione della segnalazione del risultato del test Go – No Go con segnale acustico differenziato a seconda che venga superato il limite superiore o inferiore*
- ▶ *scelta della polarità di misura o misura automatica in entrambe le polarità con indicazione del valore medio*
- ▶ *autoazzeramento dello strumento*
- ▶ *compensazione dei cavi di misura*
- ▶ *hold ed autohold della misura*
- ▶ *scelta e visualizzazione dell'entità del filtraggio della misura*
- ▶ *backlight attivabile/disattivabile*
- ▶ *segnalazione acustica della correttezza o meno delle impostazioni*
- ▶ *salvataggio/ricambio della configurazione*
- ▶ *lettura dati e settaggio strumento tramite collegamento USB optoisolato*
- ▶ *solo due comandi: uno per leggere tutti i dati ed il setup ed uno per scrivere il nuovo setup*

Precisione, numero di punti di misura e risoluzione, nonché ingombro e peso ridotti, rendono lo strumento estremamente maneggevole e comodo da utilizzare.

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

Lo strumento non ha delle finestre di menù, ma solo e semplicemente la possibilità di far scorrere cinque videate in cui:

- ▶ *è visualizzata la misura principale*
- ▶ *sono visualizzate la misura principale e quella relativa assoluta e percentuale*
- ▶ *sono visualizzate la misura compensata, quella principale e la temperatura*
- ▶ *vengono impostati i parametri riguardanti la misura relativa, il test Go-No Go e la compensazione della temperatura*

DESCRIZIONE

Lo strumento di tipo analogico-digitale montato in un contenitore in alluminio estruso anodizzato. Di peso decisamente contenuto, presenta delle maniglie che agevolano il trasporto e piedini orientabili al fine di una migliore visione del display e accessibilità ai comandi e alle boccole di misura.

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

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

L'amplificatore di misura ed il convertitore sono in versione monolitica così da avere un rumore equivalente d'ingresso (con filtro = 16) pari a soli 2 digit_{pp} tipici nell'arco di un minuto e derive tipiche inferiori a ± 2 digit in 10 minuti.

Sul frontale sono presenti quattro boccole (**A+**, **A-**, **V+**, **V-**) di cui rispettivamente due per l'apporto della corrente di misura e due per la rilevazione della caduta di tensione ai capi della resistenza incognita. Il metodo a quattro fili rende insensibile la misura dalla resistenza offerta dai conduttori che portano la corrente e dalle varie resistenze di contatto presenti nel circuito *microohmmetro - cavi di misura - resistenza incognita*. Il segnale d'ingresso è quindi amplificato e rapportato a quello presente su una resistenza campione interna percorsa dalla medesima corrente che circola nella resistenza incognita: il risultato, opportunamente elaborato e trattato dal microprocessore, viene rappresentato sul display LCD.

Le basse correnti utilizzate per la misura riducono a valori assolutamente trascurabili le potenze dissipate dalle resistenze incognite rendendo pressoché nullo il riscaldamento per effetto Joule, con la conseguente minima alterazione dei valori. Per il medesimo motivo la caduta di tensione nominale massima di 64mV evita che eventuali giunzioni semiconduttori in parallelo alla resistenza incognita invalidino la misura.

Con l'eccezione della portata inferiore ($3200\mu\Omega$) che ha un fondo scala di $6,4\text{mV}$ ed una risoluzione in tensione di $0,2\mu\text{V}$, le altre portate hanno fondi scala e risoluzioni rispettivamente di 64mV e $2\mu\text{V}$. La corrente di misura utilizzata è indicata nella parte inferiore destra dello schermo, dopo la scritta **CUR:** .

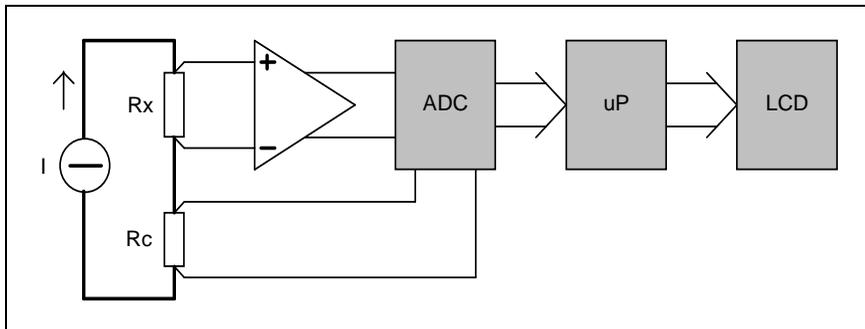


Fig. 1 Schema di principio del microohmmetro **20032** e della misura a quattro fili.

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

AUTO HOLD

Lo strumento dispone della funzione di Auto Hold, ossia della capacità di “congelare” la misura sul display quando vengono staccati i puntali o le pinze dall'elemento sotto misura. In particolare ciò avviene quando si ha l'interruzione del circuito di corrente sconnettendo almeno uno dei terminali di corrente. Ne viene data segnalazione nella riga di stato in basso a destra dello schermo con la scritta **AHd** lampeggiante.

ATTENZIONE: Questa funzione è automaticamente attiva solo quando lo strumento è in modalità *Manuale*. Ciò consente di mantenere la funzione *Automatico* di autorange per la selezione automatica della portata più adatta alla misura.

DEFINIZIONE TASTI E INGRESSI

TASTI

Lo strumento presenta 12 tasti le cui funzioni e le modalità di funzionamento sono dettagliate di seguito e riassunte in una tabella successiva. Tramite essi è possibile selezionare direttamente tutte le funzionalità dello strumento senza ricorrere a menù o combinazioni di tasti.

Alcuni tasti sono a doppia funzione dipendentemente dal contesto in cui si trova lo strumento (come verrà meglio dettagliato in seguito) o al tempo per cui vengono premuti: breve se minore di un secondo oppure lunga se maggiore di tale tempo.

Le due funzioni si riferiscono alla medesima modalità, ossia, quale esempio si consideri il tasto **BIP**. Premendolo brevemente attiva la funzione di misura bipolare, mentre premendolo a lungo consente di uscirne.

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

I tasti **▲**, **▼**, **FUNC**, **A/Z** e **← REL** sono raggruppati e di colore diverso poiché servono anche alla selezione/impostazione di alcuni parametri, in particolare per la compensazione di temperatura, della misura relativa e del test Go-NoGo

Di seguito vengono elencate i tasti e le loro funzioni.



- Selezione delle portate
ohmmetricamente superiori
- Incremento dei parametri

Tasto multifunzione

Selezione delle portate ohmmetricamente superiori

Se lo strumento è in modalità *Automatico* viene portato in modalità *Manuale*. Se lo strumento risulta in *Manuale* seleziona la portata ohmmetrica immediatamente superiore, a meno che sia già stata raggiunta la portata di 32KΩ.

Incremento dei parametri

Nelle due videate relativa all'impostazione dei parametri permette:

- Se il parametro è numerico, l'incremento di questo, a meno che sia già stato raggiunto il limite massimo.
Premendo brevemente il tasto si ha un

```
Custom TC= 10.42
          Tref= 19.6%
          Tmeas= 20.7%
          Input Tm= Probe
```

incremento singolo corrispondente alla cifra selezionata: se è selezionata una unità si incrementa di una unità, se è selezionata una decina si incrementa di una decina, ecc. Premendo più a lungo si ha l'incremento veloce in base alla cifra selezionata.

Raggiunta la cifra 9 si passa allo 0 incrementando la cifra più significativa adiacente.

La selezione della cifra da incrementare, visualizzata in reverse, avviene tramite il tasto  REL.

- La scelta fra varie opzioni di un parametro in modo ascendente, ricominciando automaticamente dalla prima opzione una volta raggiunta l'ultima.



- Selezione delle portate ohmmetricamente inferiori
- Decremento dei parametri

Tasto multifunzione

Selezione delle portate ohmmetricamente inferiori

Se lo strumento è in modalità *Automatico* viene portato in modalità *Manuale*. Se lo strumento risulta in *Manuale* seleziona la portata ohmmetrica immediatamente inferiore, a meno che sia già stata raggiunta la portata di 3200 $\mu\Omega$.

Decremento dei parametri

Nella videata relativa all'impostazione dei parametri permette:

- Se il parametro è numerico, il decremento di questo, a meno che sia già stato raggiunto il limite minimo.

Premendo brevemente il tasto si ha un decremento singolo corrispondente alla cifra selezionata: se è selezionata una unità si decrementa di una unità, se è selezionata una decina si decrementa di una decina, ecc. Premendo più a lungo si ha il decremento veloce in base alla cifra selezionata.

Raggiunta la cifra 0 passa al 9 decrementando la cifra più significativa adiacente.

La selezione della cifra da decrementare, visualizzata in reverse, avviene tramite il tasto  REL.

- La scelta fra varie opzioni di un parametro in modo discendente, ricominciando automaticamente dall'ultima opzione una volta raggiunta la prima.



Modalità Automatico/Manuale

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

FUNC

- Misura principale
- Relativo assoluto e percentuale
- Impostazione dei parametri di relativo, Go – No Go e temperatura
- Misura compensata in temperatura

Tasto multifunzione

Ogni volta che si preme il tasto viene attivata una diversa funzione dello strumento, visualizzando in successione la...

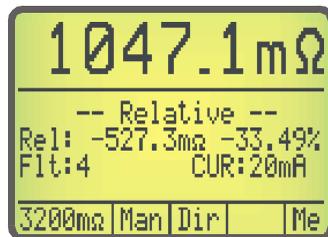
- *misura principale*
- *misura principale + relativo assoluto e percentuale*
- *impostazione dei parametri di compensazione di relativo, Go – No Go e temperatura*
- *misura compensata in temperatura + misura principale + temperatura ambiente*

misura principale + relativo assoluto e percentuale

Premendo il tasto **FUNC** quando è visualizzata la sola misura principale si passa alla visualizzazione della misura relativa espressa in forma percentuale e assoluta, entrambe con segno.

A seconda che il valore di riferimento *valore iniziale* è il valore **Relative** impostato dall'operatore o quello acquisito da una misura nella parte destra della riga di stato compare rispettivamente la sigla **Re** (Relative) o **Me** (Meas).

Il valore percentuale viene calcolato con la formula



$$\text{per cento} = 100 * (\text{valore attuale} - \text{valore iniziale}) / \text{valore iniziale}$$

Il *valore attuale* è l'ultimo valore acquisito, ricavato da una media mobile di letture pari al valore impostato con **FLT**, mentre il *valore iniziale* può essere il valore impostato nella pagina di impostazione del parametro oppure il valore letto dallo strumento nel momento in cui si è premuto il pulsante per accedere a questa finestra, a seconda della scelta eseguita nella pagina medesima. Se si è selezionata questa seconda opzione è anche possibile reimpostare un nuovo *valore iniziale* premendo il tasto **← REL**.

Per maggiori dettagli vedere il paragrafo successivo.

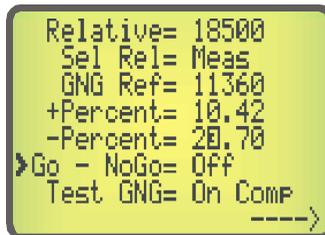
I valori minimi e massimi rappresentabili sono rispettivamente -100,0% e +6550,0%. Quando il valore percentuale, in termini assoluti, eguaglia o supera il 100% la risoluzione passa automaticamente da 0,01% a 0,1%.

Nella rappresentazione assoluta si ha la medesima risoluzione della portata in quel momento attiva, mentre il valore viene espresso come

assoluto = valore attuale - valore iniziale

impostazione dei parametri di relativo, Go – No Go e compensazione di temperatura

Premendo ulteriormente il tasto si ha la scomparsa della misura principale e delle misure relative, mentre viene visualizzata la prima di due videate con una serie di parametri utilizzati per la misura relativa ed il test **Go – No Go**, seguono i parametri per la compensazione di temperatura della resistenza. Sulla sinistra della pagine vi è l'evidenziatore



► che indica quale riga è selezionata, ovvero quale parametro può essere scelto o impostato. Per muovere l'evidenziatore viene utilizzato il tasto **A/Z**. Una volta raggiunta l'ultima riga dei parametri l'evidenziatore si ripositiona sulla prima dell'altra pagina parametri, realizzando una rotazione solo discendente.

La selezione dell'opzione desiderata o l'impostazione del parametro al valore numerico desiderato avviene tramite i tasti **▲**, **▼** e **← REL**, che consentono sia un incremento che un decremento del parametro.

I parametri o le selezioni modificate vengono salvati in memoria non volatile quando con il tasto **FUNC** si passa alla finestra successiva.

Relative **1 ÷ 31999** (valore numerico)

È il valore che può essere utilizzato come riferimento nel calcolo della misura relativa percentuale e assoluta. Quanto impostato viene utilizzato nel calcolo suddetto se è stata scelta l'opzione **Relative** alla riga sottostante **Sel Rel**. Se alla riga **Sel Rel** è presente l'opzione **Meas** il valore utilizzato nel calcolo della misura relativa è quanto letto dallo strumento nel momento in cui si è entrati nella finestra dove è rappresentata la misura relativa oppure quanto misurato dallo strumento nel momento in cui viene premuto il tasto **← REL**.

Il valore non ha punti decimali o unità di misura così da poter essere usato in qualsiasi portata. Ad esempio un valore di 25100 nella portata di 3200,0 Ω equivarrà a 2510,0 Ω, mentre un valore di 1000 equivarrà a 1,000 mΩ nella portata di 32,000 mΩ o di 100,0 μΩ nella portata di 3200,0 μΩ.

Sel Rel - **Meas** (selezione fra varie opzioni predefinite)
 - **Relative**

Questa opzione serve a stabilire se nel calcolo dei valori percentuali e assoluti di relativo va usato il valore impostato in **Relative** (opzione **Relative**) oppure quanto letto dallo strumento nel momento in cui si è entrati nella finestra

dove è rappresentata la misura relativa (opzione *Meas*) oppure quanto misurato dallo strumento nel momento in cui viene premuto il tasto ← REL.

GNG Ref **1 ÷ 31999** (valore numerico)

Nel test **Go – No Go** è il valore di riferimento rispetto al quale vengono calcolati i limiti di validità inferiore e superiore sulla base dei parametri percentuali esplicitati di seguito.

Come per il parametro *Relative* il valore non ha punti decimali o unità di misura così da poter essere usato in qualsiasi portata.

+Percent **0,00% ÷ 50,00%** (valore numerico)

Imposta la percentuale per il calcolo del limite superiore di validità della misura nel test **Go – No Go**.

-Percent **0,00% ÷ 50,00%** (valore numerico)

Imposta la percentuale per il calcolo del limite inferiore di validità della misura nel test **Go – No Go**.

Go - NoGo - **Off** (selezione fra varie opzioni predefinite)
 - **On**

Abilita/disabilita l'esecuzione del test. In caso di abilitazione il risultato del test è segnalato acusticamente.

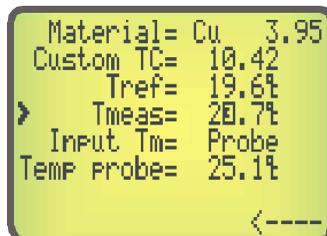
Per ulteriori informazioni riguardo il test **Go – No Go** vedere il capitolo **ESECUZIONE DEL TEST GO – NO GO** a pag. 19.

Test GNG - **On Meas** (selezione fra varie opzioni predefinite)
 - **On Comp**

Il confronto con i due limiti di validità derivati da *GNG Ref* può essere fatto sia utilizzando la vera misura eseguita dallo strumento, qualora si selezioni *On Meas*, che quella calcolata in base ai parametri di compensazione con la temperatura, in caso di selezione di *On Comp*. Questa seconda opzione può essere selezionata, e quindi resa attiva, anche se è visualizzata la videata riguardante la misura reale (non compensata) o la misura relativa.

Material - **Custom** (XX) (selezione fra varie opzioni predefinite)
 - **EN 60228** (EN)
 - **Cu 3.95** (Cu)
 - **Al 4.00** (Al)
 - **Ni 6.17** (Ni)
 - **Ag 3.80** (Ag)
 - **Pt 3.85** (Pt)
 - **Fe 4.50** (Fe)
 - **NiCr 0.10** (NC)

Sempre con i tasti ▲ e ▼ è possibile scegliere fra sette diversi materiali fra i più comuni utilizzati e rappresentati dal proprio simbolo chimico, a destra del quale è indicato il rispettivo coefficiente di temperatura. E' anche possibile scegliere di utilizzare il coefficiente di temperatura impostato dall'operatore (*Custom*) o scegliere il coefficiente e la formula di calcolo della compensazione prevista dalla norma CEI EN 60228:2005-10 che usa una temperatura di riferimento standard di 20,0°C (*EN 60228*).



I simboli indicati fra parentesi, ma non presenti nella pagina dello strumento, compaiono nella riga di stato a destra nella finestra inerente la misura compensata per indicare quale coefficiente/materiale è utilizzato per la compensazione.

Custom TC **0.00 ÷ 10.50** (valore numerico)

L'operatore può impostare a piacimento un coefficiente di temperatura, nel caso il coefficiente proposto per un determinato materiale non corrisponda a quanto voluto o nella lista dei materiali disponibili non è presente quello da utilizzare.

Per far sì che lo strumento adotti questo coefficiente nel calcolo della compensazione di temperatura è necessario selezionare la voce *Custom* alla riga *Material*.

Tref **0.0 ÷ 99.9°C** (valore numerico)

Rappresenta la temperatura a cui si vuole riferire la misura. In altri termini se si sta facendo la misura ad una temperatura T_m , il calcolo della compensazione ci da il valore che avrebbe quanto si sta misurando alla temperatura T_{ref} .

La temperatura T_{ref} può indifferentemente essere maggiore o minore di quella di misura T_m .

Qualunque sia il valore impostato per T_{ref} , nel caso venga selezionata la norma CEI EN 60228:2005-10 per il calcolo della compensazione la temperatura di riferimento è fissa a 20°C, per imposizioni normative.

Tmeas **0.0 ÷ 99.9°C** (valore numerico)

E' la temperatura a cui viene eseguita la misura.

Generalmente la determinazione della temperatura di misura T_m è affidata alla sonda di temperatura, ma alcune volte può essere meglio o necessario utilizzare questo parametro come quando si ha disponibile un termometro di maggior precisione oppure non è disponibile alcun termometro.

Input Tm - **Probe** (selezione fra varie opzioni predefinite)
- **Tmeas**

Con questa selezione si stabilisce se utilizzare, quale temperatura *Tm* a cui avviene la misura, quella effettivamente rilevata dalla sonda (**Probe**) oppure quella impostata dall'operatore (**Tmeas**).

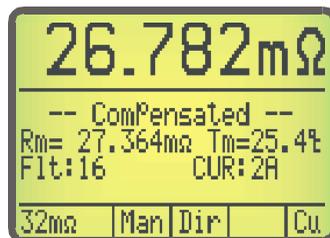
Temp probe

Questo non è un parametro o una selezione, ma indica solamente la temperatura rilevata dalla sonda. Qualora questa non fosse connessa verrebbe visualizzata una temperatura di 99,9°C.

ATTENZIONE: I valori dei parametri, sia selezionabili che impostabili, sono salvati nella memoria non volatile dello strumento non appena si passa nella finestra della misura compensata, e sono richiamati all'accensione. Qualora invece si spenga lo strumento nella finestra dei parametri dopo eventuali modifiche, queste andranno perse.

misura compensata in temperatura + misura principale + temperatura di misura

Premendo un'ulteriore volta il tasto **FUNC** si ha la rappresentazione della misura compensata (in grande) e, sulla riga inferiore, la misura reale del provino, indicata con **Rm** perché è la resistenza effettivamente misurata. La temperatura a cui avviene la misura *Tm* può essere sia quella misurata dalla sonda di temperatura che quella impostata dall'operatore, a seconda della selezione fatta in **Input Tm**.



La misura compensata è calcolata sulla base della scelta eseguita in **Material** ed evidenziata nella parte terminale destra della riga di stato tramite il simbolo chimico o altre sigle sotto elencate:

Custom	XX
EN 60228	EN
Rame	Cu
Alluminio	Al
Nichel	Ni
Argento	Ag
Platino	Pt
Ferro	Fe
Nichel Cromo	NC

misura principale

Premendo il tasto **FUNC** si passa dalla finestra inerente la misura compensata a quella della sola misura principale.

Come nelle altre pagine è visibile la corrente utilizzata nell'esecuzione della misura ed il valore del filtro.



- Procedura di azzeramento

Tasto multifunzione

- Selezione dei parametri relativo, Go – No Go e di temperatura

Procedura di azzeramento

E' possibile eseguire una delle due procedure di azzeramento in una qualsiasi delle finestre di misura. Nelle pagine di selezione/impostazione dei parametri il tasto **A/Z** assume la funzione di selezione della riga del parametro da selezionare/modificare.

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

Tasto premuto > 1 sec Compensazione dei cavi di corrente

La seconda funzione di questo tasto viene attivata se questo viene premuto oltre un secondo e consente di compensare la caduta sui cavi di corrente in modo migliore di quanto possa fare la sola funzione di autoazzeramento. Infatti, nonostante l'elevata reiezione in modo comune dell'amplificatore d'ingresso,

quando sui cavi di corrente si hanno elevate cadute di tensione per effetto delle correnti di misura di circa 1A, di sezioni insufficienti o lunghezze eccessive, l'amplificatore non è in grado di compensare del tutto la variazione di tensione in modo comune che si viene ad avere fra la condizione di normale misura (con la corrente circolante anche nei cavi) e quella di **AutoZero** (quando invece non si ha circolazione di corrente).

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

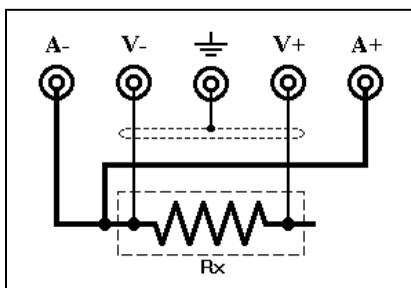


Fig. 2 Collegamento da eseguire durante la compensazione della caduta di tensione sui cavi di corrente.

Per sua natura la compensazione è diversa per ogni portata ed in funzione della corrente di misura 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, così da richiamarla quando viene selezionata nuovamente. La memorizzazione è comunque permanente e viene salvata in una memoria non volatile 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, nonché tempo trascorso dalla accensione di quest'ultimo) può accadere che alla successiva riaccensione dello strumento non siano del tutto validi.

Selezione dei parametri di relativo, Go – No Go e temperatura

Questa funzionalità è attiva solamente durante le due finestre riguardanti la selezione/ impostazione dei parametri consentendo di selezionare la riga del parametro voluto. Per segnalare quale riga è

```

Tref= 19.6%
Tmeas= 20.7%
Input Tm= Probe
  
```

selezionata alla sinistra è visibile un evidenziatore costituito dal simbolo ➤.

Se si è sulla riga riguardante un parametro numerico la cifra selezionata appare evidenziata in reverse. Facendo la scansione delle varie finestre e tornando

nuovamente alla finestra di selezione/impostazione dei parametri lo strumento evidenzia ancora la medesima riga e cifra.

I valori dei parametri, sia selezionabili che impostabili, sono salvati nella memoria non volatile dello strumento non appena si passa nella finestra della misura compensata, e sono richiamati all'accensione. Qualora invece si spenga lo strumento in una delle due finestre dei parametri dopo eventuali modifiche, queste andranno perse.

BIP

Procedura di Misura Bipolare

Tasto multifunzione

Tasto premuto < 1 sec Attivazione misura bipolare

Se la misura è in overload non esegue il comando.

Se lo strumento è in modalità di misura con corrente invertita si porta nella modalità di misura con corrente diretta attendendo un tempo dipendente dal numero di letture da eseguire per ottenere la media, il cui valore è stato impostato con il tasto **FLT**.

La procedura di misura bipolare consiste nell'eseguire il numero di misure impostate dal tasto **FLT** in modalità diretta ed altrettante inversa ed eseguire la media, riportandosi in modalità di misura diretta. Durante la procedura compaiono la scritta **BIPOLAR** lampeggiante in luogo della misura e le scritte **Dir** e **Inv** nella parte centrale della riga di stato. Al termine della procedura la misura viene visualizzata e lampeggia la scritta **BiP** nella riga di stato. Una ulteriore misura bipolare può essere avviata premendo nuovamente il tasto **BIP**.

Tasto premuto > 1 sec Disattivazione misura bipolare

Premendo il tasto **BIP** per oltre un secondo si esce dalla modalità di misura bipolare e scompare la scritta **BiP** nella parte inferiore dello schermo.

FLT

Selezione Filtro

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

Ciò è particolarmente utile soprattutto sulla portata di 3200 $\mu\Omega$, quando si usa la massima sensibilità in tensione dello strumento. Maggiore è il numero di misure su cui viene eseguita la media e più lenta risulta la risposta dello strumento. Pur mantenendo una frequenza di aggiornamento della misura sul display di 5 Hertz, si ha il vantaggio di una maggior stabilità della rappresentazione.

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

BKL**Retroilluminazione**

Accende/spegne la retroilluminazione del display.

POL**Modalità di misura Diretta o Inversa**

Se lo strumento è in modalità *Diretta* viene portato in modalità *Inversa* e viceversa.

Consente di stabilire il verso della corrente nell'elemento sotto misura senza dover sconnettere i terminali per ricollegarli in modo inverso quando è richiesta una misura con polarità opposta o per valutare la presenza di potenziali elettrici di varia natura nella maglia di tensione. Per altro non sempre è consigliabile scambiare fisicamente i terminali poiché si potrebbero determinare potenziali elettrici diversi, vanificando la misura atta proprio a determinare o a ridurre l'influenza di tali potenziali.

CFG**Salvataggio della Configurazione****Tasto multifunzione**

Tasto premuto < 1 sec **Richiamo configurazione salvata**

Premendo brevemente il tasto viene richiamata la configurazione salvata: portata, filtraggio, automatico/manuale, stato retroilluminazione, nonché tutti i parametri inerenti la compensazione di temperatura e di misura relativa e di Go – No Go. Queste ultime informazioni sono altresì salvate automaticamente quando si passa dalla finestra in cui possono essere modificate a quella della misura compensata in temperatura.

Tasto premuto > 1 sec **Salvataggio configurazione**

Premendo a lungo il tasto viene salvata la configurazione attuale.

HOLD**Fermo della misura**

Alterna la modalità di hold della misura a quella normale.

Durante il fermo della misura (hold) non è consentito l'utilizzo di alcun tasto, con l'eccezione dei tasti di retroilluminazione **BKL** e di filtro **FLT**.

Se lo strumento è in modalità *Hold* viene visualizzata la scritta **Hld** lampeggiante nella riga di stato nella parte inferiore dello schermo.

Nella tabella sottostante sono riassunti la funzione, la modalità di attivazione ed il tipo di segnalazione in funzione del tempo in cui viene premuto un tasto.

Tasto	Azione breve/lunga	Funzione		Segnalaz. acustica breve/lunga
▲	breve	Se in modalità <i>Autorange</i> :	Esce dalla modalità autorange rimanendo nella portata selezionata.	breve
		Se in modalità <i>Manuale</i> :	Se non ha raggiunto la portata di 3200Ω passa alle portate ohmmetricamente superiori. Se è sulla portata di 3200Ω non esegue il comando.	breve lunga
		Se nelle finestre <i>Parametri</i> :	Seleziona/incrementa il parametro evidenziato	breve
▼	breve	Se in modalità <i>Autorange</i> :	Esce dalla modalità autorange rimanendo nella portata selezionata.	breve
		Se in modalità <i>Manuale</i> :	Se non ha raggiunto la portata di 3200μΩ passa alle portate ohmmetricamente inferiori. Se è sulla portata di 3200μΩ non esegue il comando.	breve lunga
		Se nelle finestre <i>Parametri</i> :	Seleziona/decrementa il parametro evidenziato	breve
AUTO	breve	Se in modalità <i>Autorange</i> :	Passa alla modalità <i>Manuale</i> lasciando inalterata la portata.	breve
		Se in modalità <i>Manuale</i> :	Passa alla modalità <i>Autorange</i> selezionando la portata più idonea alla misura.	breve
FUNC	breve	Avendo un funzionamento complesso fare riferimento al paragrafo relativo al tasto a pag. 6.		breve
↓ A/Z	breve	Se in una finestra di misura:	Esegue la procedura di autoazzeramento dello strumento.	breve
	lunga	Se in una finestra di misura:	Se la misura è in Overload non esegue il comando. Se la misura <1000 punti acquisisce il valore e lo considera come zero	lunga breve
			Se la misura ≥1000 punti non esegue il comando.	lunga
	breve	Se nelle finestre <i>Parametri</i> :	Seleziona la riga del parametro da modificare	breve

← REL	breve	Se nella finestra <i>Relativo</i> :	Se la misura relativa è calcolata in base al valore impostato dall'operatore non accetta il comando	lunga
			Se la misura relativa è calcolata a partire da una misura acquisita, acquisisce un nuovo valore	breve
		Se nelle finestre <i>Parametri</i> :	Se su un parametro preimpostato da selezionare non accetta il comando	lunga
			Se su un parametro numerico da modificare seleziona la cifra da evidenziare immediatamente più a sinistra o ricomincia dalla prima a destra	breve
BIP	breve	Se la misura è in Overload:	Non esegue il comando.	lunga
		Se la misura è valida:	Esegue la misura con polarità diretta ed invertita e ne rappresenta la media. La misura va in hold e si ha il lampeggio della scritta <i>BIP</i> nella riga di stato.	breve
	lunga	Esce dalla modalità di misura <i>Bipolare</i> .		breve
FLT	breve	Ogni volta che il tasto viene premuto viene selezionato un diverso valore di filtraggio nella sequenza 1-2-4-8-16-32-64-1-2-4-.....		breve
BKL	breve	Accende/spegne il backlight del display.		breve
POL	breve	Consente la misura con polarità diretta/invertita.		breve
CFG	breve	Richiama la configurazione salvata (portata, filtraggio, automatico/manuale, parametri, stato backlight).		breve
	lunga	Salva l'attuale configurazione dello strumento.		breve
HOLD	breve	Se la misura non è in <i>Hold</i> :	Blocca la misura e si ha il lampeggio della scritta <i>Hld</i> nella parte inferiore dello schermo. Rimangono attivi solo i tasti FLT e BKL ed il salvataggio della configurazione tramite il tasto CFG .	breve
		Se la misura è in <i>Hold</i> :	Esce dal blocco della misura.	breve

INGRESSI

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

A+ / A-

Morsetti di Corrente

Questi morsetti forniscono la corrente di misura. A vuoto (con maglia di corrente aperta) la tensione presente in uscita è di circa 2,5V.

V+ / V-

Morsetti di Tensione

Tramite questi morsetti viene rilevata la caduta di tensione ai capi della resistenza incognita, con una sensibilità che raggiunge i 200nV sulla portata ohmmetricamente inferiore.

LINE

Presca di alimentazione

Posta sul retro dello strumento è la presa di alimentazione da rete 230V $\pm 10\%$ 48÷66Hz e portafusibile 5x20mm con fusibile 200mA ritardato.

COM

Porta di comunicazione

Posta sul retro dello strumento consente la connessione optoisolata ad un PC il quale può sia leggere i dati ed il setup dello strumento che modificarlo.

TEMP

Jack della sonda di temperatura

Posto sul retro serve per collegare la sonda di temperatura fornita in dotazione. Se non si ha necessità di eseguire una compensazione in temperatura della misura è possibile evitare di collegare la sonda.

INFORMAZIONI AUSILIARIE NELLA RIGA DI STATO

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



Settore	Informazione	Indicazione	Note	Segnalazione
1	Portata	32KΩ 3200Ω 320Ω 32Ω 3200mΩ 320mΩ 32mΩ 3200μΩ	Portata selezionata	Fissa su tutte le portate
2	Automatico / Manuale	Aut Man	Strumento in selezione automatica della portata Strumento in selezione manuale della portata	Fissa
3	Diretta / Inversa	Dir Inv	La corrente esce dal terminale positivo La corrente esce dal terminale negativo	Fissa
4	Bipolare Hold	BiP Hld AHd nessuna indicazione	Lo strumento sta eseguendo una misura bipolare Lo strumento è in <i>Hold</i> Lo strumento è in <i>Auto Hold</i> Lo strumento non è in <i>Hold</i> ne sta eseguendo una misura bipolare	Lampeggiante Lampeggiante Lampeggiante Nessuna segnalazione
5	Relativo Compensazione	Me (Meas) Re (Relative) XX EN Cu Al Ni Ag Pt Fe NC nessuna indicazione	Nel calcolo lo strumento utilizza il valore acquisito entrando in questa finestra o premendo il tasto REL Nel calcolo lo strumento utilizza il parametro <i>Relative</i> impostato dall'operatore Indica il simbolo chimico del materiale selezionato oppure l'abbreviazione della norma CEI EN60228:2005-10 o, in ultimo, il simbolo XX per indicare un qualsiasi valore impostato dall'operatore Lo strumento è nella finestra della sola misura principale	Fissa Fissa Fissa Nessuna segnalazione

ESECUZIONE DEL TEST GO – NO GO

L'esecuzione del test contempla la necessità di stabilire un valore di riferimento ed una tolleranza all'interno della quale la misura viene considerata valida. Il valore di riferimento è fornito da **GNG Ref** (espresso senza virgola decimale per utilizzarlo in qualsiasi portata) mentre i limiti di validità sono calcolati sulla base della percentuale positiva e negativa impostati. Ciò permette di avere una fascia di tolleranza asimmetrica rispetto al valore di riferimento, in un range compreso fra 0,00% e $\pm 50,00\%$ rispetto al valore di riferimento **GNG Ref**.

Quale esempio si considerino i seguenti valori dei parametri:

GNG Ref = 22000 **+Percent = 3,00%** **-Percent = 2,50%**

Le soglie di validità risultano essere **22660** e **21450** rispettivamente per la soglia superiore e per quella inferiore.

A test attivato (parametro **Go – NoG = On**) questo rimane operativo su qualsiasi delle tre videate di misura: misura reale (**-- Uncompensated --**), compensata in temperatura (**-- Compensated --**) e relativa (**-- Relative --**).

Grazie alla capacità di impostare separatamente i valori di riferimento per la misura relativa (parametro **Relative**) e per il test **Go – No GO** (parametro **GNG Ref**) è possibile disporre delle due opzioni contemporaneamente. Un'alternativa più utile è però di impostare uguali i due valori di **Relative** e **GNG Ref** così da eseguire il test e visualizzare anche lo scostamento in valore assoluto e percentuale della misura rispetto al valore unificato di **Relative/GNG Ref**. Ovviamente occorre altresì selezionare il parametro di riferimento corretto da utilizzare nel calcolo, ossia **Sel Rel= Relative**.

Per evitare segnalazioni fastidiose ed indesiderate è possibile disattivare la segnalazione acustica del test tramite l'opzione **On/Off** del parametro **Go - No Go**. La segnalazione acustica è altresì inibita automaticamente quando:

- il circuito di corrente è aperto
- lo strumento è in hold
- è in esecuzione l'autoazzeramento
- lo strumento visualizza la pagina di impostazione dei parametri

Le medesime condizioni sopra citate rendono “non valido” il risultato del test indicato nel byte **Stato 2** del protocollo di comunicazione (vedi pag. 32).

La segnalazione acustica è diversa a seconda di quale soglia è stata superata:

- una sequenza continua di brevi impulsi se la misura è inferiore alla soglia minima
- una sequenza continua di impulsi di maggiore durata se la misura è superiore alla soglia massima

Viene emessa una breve segnalazione acustica se la misura è all'interno o è uguale ai limiti di validità.

CARATTERISTICHE TECNICHE

Tensione di alimentazione	230V \pm 10% 48-66Hz 200mA rit.
Potenza assorbita	15VA
Rappresentazione della misura	su display grafico retroilluminato 64x128 pixel 62x44mm
Numero di punti di misura	32000
Frequenza di aggiornamento display	5 Hz
Frequenza di misura	10Hz
Portate	3200,0 $\mu\Omega$, 32,000m Ω , 320,00m Ω , 3200,0m Ω , 32,000 Ω , 320,00 Ω , 3200,0 Ω , 32K Ω
Selezione portate	automatico / manuale
Cambio scala automatico	alla portata superiore con >31999 digit alla portata inferiore con <3000 digit
Risoluzione e corrente di misura	vedi tabella di Tab. 1 RISOLUZIONI E CORRENTI DI MISURA
Risoluzione della misura relativa assoluta	la medesima della portata selezionata
Risoluzione della misura relativa percentuale	0,01% sino a 99,99% 0,1% dal 100,0% in su
Minimo valore percentuale	-100,0%
Massimo valore percentuale	6550,0%
Precisione della misura (portate 32K Ω ÷ 32m Ω)	\pm (0,05% + 0,001%/°C + 2 digit)
Precisione della misura (3200 $\mu\Omega$)	\pm (0,06% + 0,001%/°C + 3 digit)
Rumore (riferito all'ingresso da 0,01Hz a 0,1Hz)	4 μ V _{pp} con filtro = 16
Compensazione cavi di corrente / Azzeramento	compensazione delle f.e.m. del circuito di tensione e degli offset dello strumento sino a \pm 1000 digit
Tempo di riscaldamento dopo l'accensione	15 minuti circa entro \pm 3 μ V
Tensione a vuoto (A+) - (A-) (circuito di corrente aperto)	3,20 Vmax
Filtro	1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 misure
Valore induttivo massimo	35 Henry / 150 ohm
Range della temperatura di misura (Tmeas) e di quella di riferimento (Tref)	da 0,0°C a 99,9°C in passi di 0,1°C
Taratura a 0°C/100°C sonda di temperatura	\pm 0,5 °C / \pm 2 °C
Risoluzione sonda di temperatura	0,1°C
Impostazione dei limiti nel test Go-No Go	Fra \pm 0,00% e \pm 50,00% del valore di riferimento impostato
Temperatura di lavoro	0 ÷ 50 °C
Temperatura di immagazzinamento	-20 ÷ 60 °C
Peso	2850 grammi circa
Dimensioni contenitore	243x89x260mm (larghezza x altezza x profondità)

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

RISOLUZIONI E CORRENTI DI MISURA					
Portata	Risoluzione (resistenza)	Risoluzione (tensione)	Tensione di f. s.	Corrente	Potenza massima
3200 $\mu\Omega$	100n Ω ($10^{-7} \Omega$)	0,2 μ V	6,4mV	2A	12,8mW
32m Ω	1 $\mu\Omega$ ($10^{-6} \Omega$)	2 μ V	64mV	2A	128 mW
320m Ω	10 $\mu\Omega$ ($10^{-5} \Omega$)	2 μ V	64mV	200mA	12,8mW
3200m Ω	100 $\mu\Omega$ ($10^{-4} \Omega$)	2 μ V	64mV	20mA	1,28mW
32 Ω	1m Ω ($10^{-3} \Omega$)	2 μ V	64mV	2mA	128 μ W
320 Ω	10m Ω ($10^{-2} \Omega$)	2 μ V	64mV	200 μ A	12,8 μ W
3200 Ω	100m Ω ($10^{-1} \Omega$)	2 μ V	64mV	20 μ A	1,28 μ W
32K Ω	1 Ω	6 μ V	192mV	6 μ A	1,15 μ W

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

Nella tabella sottostante sono indicati i valori di rumore picco-picco in funzione di alcuni valori del filtro, riscontrati su una serie di 1000 misure/acquisizioni registrate con il software *Recorder 20000* impostato con un intervallo di campionamento di 0,25 secondi.

RUMORE PICCO - PICCO				
Portata	Flt = 1	Flt = 4	Flt = 16	Flt = 64
3200 $\mu\Omega$	8dgt	6dgt	2dgt	1dgt
32m Ω ÷ 32K Ω	6dgt	4dgt	2dgt	1dgt

Tab. 2 Tabella riassuntiva del rumore picco-picco misurato in funzione delle portate e della selezione del filtro.

ACCORGIMENTI NELL'ESECUZIONE DELLA MISURA

POTENZIALI DI CONTATTO

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

Nell'eseguire la misura è essenziale, al fine dell'ottenimento dei migliori risultati, seguire lo schema di collegamento dei terminali di misura indicati alla Fig. 3. In tal modo si evita che nel circuito di tensione si vengano a trovare le resistenze di contatto tra i terminali di corrente e l'elemento sotto misura, alterando macroscopicamente il risultato di quest'ultima.

Con 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



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

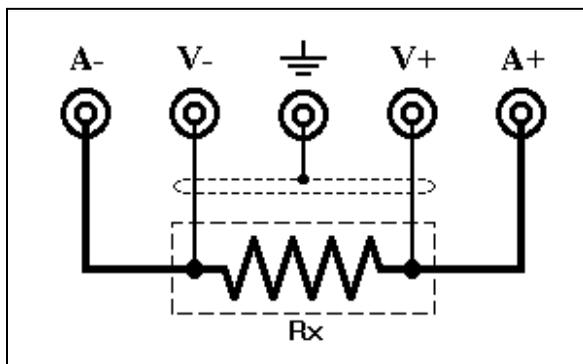


Fig. 3 Schema di collegamento per la misura a quattro fili su di una resistenza di basso valore.

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 alcuni decimi di microvolt), ma purtroppo possono essere rilevati 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.
- Non usare cavi di sezione inferiore a 1mm^2 per evitare eccessive cadute di tensione lungo essi.
- 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 sulla portata da $3200\mu\Omega$ 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.

USO DELLA MODALITA' 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.

Come può essere attivata /disattivata è già stato spiegato nel paragrafo relativo al tasto **BIP**.

CAMPI ELETTROMAGNETICI

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

CAVI DI CORRENTE DI RIDOTTA SEZIONE

Un'altra causa di errore, anche se in questo caso decisamente modesta e riscontrabile solo sulla portata da $3200\mu\Omega$, 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, con i cavi in dotazione, generalmente è inferiore a 1 digit. Il rimedio è di usare, sulla portata inferiori, cavi di elevata sezione e quanto più brevi possibile.

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.

LENTEZZA DELLA MISURA

Questa non è certamente una causa d'errore, ma potrebbe sembrare, certe volte, che lo strumento sia troppo lento o addirittura che si fermi: il motivo è dovuto al valore che è stato settato nel filtro. Maggiore è questo valore e maggiore è il tempo che lo strumento impiega per fare un ciclo di misure sulla resistenza incognita.

MISURA DI ELEMENTI FORTEMENTE INDUTTIVI

Il microohmmetro **20032** è in grado di misurare la componente resistiva anche di elementi fortemente induttivi quali trasformatori con potenze di oltre 1 MVA. Per evitare danneggiamenti o malfunzionamenti dello strumento è consigliabile collegare, in parallelo all'elemento incognito, un diodo come indicato in Fig. 4, alla pagina successiva.

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 $32\text{K}\Omega$ a $320\text{m}\Omega$ compresa è sufficiente un diodo da 1A quale il tipo 1N4004 o simile. Per le portate ohmmetricamente inferiori (di $32\text{m}\Omega$ e $3200\mu\Omega$) è consigliabile utilizzare un diodo in grado di sopportare correnti maggiori quale il tipo 1N5404.

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

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

PROTEZIONE DA SOVRATENSIONI E SOVRACORRENTI

Lo strumento è fornito di adeguate protezioni contro le sovratensioni sugli ingressi di tensione, come specificato nelle caratteristiche tecniche, ma richiede, in caso di misura su elementi prevalentemente induttivi, un diodo di protezione esterno. Tale diodo, come indicato nel paragrafo precedente, è pienamente sufficiente alla protezione del circuito di generazione della corrente di misura. Ciò non significa però che lo strumento sia in grado di sopportare sollecitazioni elettriche quali il collegamento a motori o trasformatori collegati alla propria alimentazione, specialmente se questa è la linea di rete. Le potenze elettriche in gioco in tal caso sarebbero ben oltre quelle sopportabili dai circuiti di protezione, interni ed esterni, del microohmmetro e il suo danneggiamento sarebbe certo.

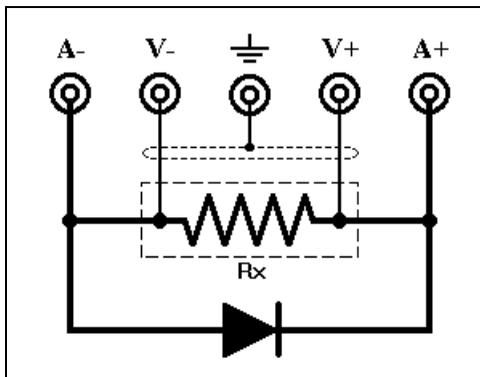


Fig. 4 Schema di collegamento del diodo di protezione in parallelo ad un elemento fortemente induttivo. Si noti il verso di inserzione del diodo.

PORTA DI COMUNICAZIONE

GENERALITÀ

Il microohmmetro **20032** è dotato, di serie, di un'interfaccia USB optoisolata. Tramite apposito modulo opzionale, che si presenta simile ad un connettore volante RS232 9 poli, è possibile connettere lo strumento ad un PC ottenendo le seguenti informazioni:

- ▶ *misura principale*
- ▶ *misura relativa*
- ▶ *misura compensata in temperatura*
- ▶ *temperatura ambiente impostata per la compensazione della misura*
- ▶ *temperatura ambiente misurata dalla sonda per la compensazione della misura*
- ▶ *temperatura di riferimento impostata per la compensazione della misura*
- ▶ *stato dello strumento (portata, filtro, pagina di visualizzazione, corrente di misura, retroilluminazione, risultato del test Go – No Go, ecc.)*

Inoltre è possibile:

- ▶ *impostare la temperatura ambiente per la compensazione della misura*
- ▶ *impostare la temperatura di riferimento per la compensazione della misura*
- ▶ *impostare il riferimento per il test Go – No Go*
- ▶ *impostare le tolleranze di validità del test Go – No Go*
- ▶ *impostare il coefficiente alfa*
- ▶ *impostare la modalità di compensazione: con coefficiente alfa impostato da operatore, con coefficiente alfa preimpostato del materiale, con normativa CEI EN 60228:2005-10*
- ▶ *impostare il valore di riferimento relativo*
- ▶ *modificare qualsiasi parametro di setup dello strumento*

Tutto ciò tramite due soli comandi:

- *una richiesta di lettura con il quale lo strumento fornisce tutte le informazioni di cui dispone inviando una stringa di 29 byte seguita da un trentesimo byte di checksum*
- *un comando di scrittura seguito da una stringa di 19 byte che rappresentano il nuovo setup, a cui si aggiunge un ventesimo byte di checksum*

LETTURA DATI

Viene inviato allo strumento un unico byte di richiesta di valore 00H. Lo strumento risponde con 29 byte di dati seguiti da un byte terminale di checksum,

secondo quanto evidenziato nella tabella seguente. I primi 19 byte sono sia di lettura che di scrittura, ovvero sono anche i byte che devono essere inviati allo strumento quando viene richiesta una qualsivoglia modifica al setup. Maggiori dettagli saranno forniti nel paragrafo **SCRITTURA SETUP**.

Alcuni dati sono in forma di byte (portata, filtro e matricola), altri in forma di word come insieme di due byte (misura principale, misura relativa, misura compensata, temperatura di riferimento, ecc.), altri ancora come insieme di flag con campi di uno o due bit.

COMANDO DI LETTURA = 00H			
# byte	Funzione	Tipo di dato	Letture / Scrittura
1	byte superiore temperatura impostata (<i>Tmeas</i>) a cui è eseguita la misura	word	lettura e scrittura
2	byte inferiore temperatura impostata (<i>Tmeas</i>) a cui è eseguita la misura		
3	byte superiore temperatura impostata (<i>Tref</i>) a cui riferire la misura	word	lettura e scrittura
4	byte inferiore temperatura impostata (<i>Tref</i>) a cui riferire la misura		
5	byte superiore del coefficiente di temperatura α impostato	word	lettura e scrittura
6	byte inferiore del coefficiente di temperatura α impostato		
7	byte superiore del valore relativo impostato (<i>Relative</i>)	word	lettura e scrittura
8	byte inferiore del valore relativo impostato (<i>Relative</i>)		
9	byte superiore del riferimento del test Go - No Go (<i>GNG Ref</i>)	word	lettura e scrittura
10	byte inferiore del riferimento del test Go - No Go (<i>GNG Ref</i>)		
11	byte superiore della percentuale positiva del test Go - No Go	word	lettura e scrittura
12	byte inferiore della percentuale positiva del test Go - No Go		
13	byte superiore della percentuale negativa del test Go - No Go	word	lettura e scrittura
14	byte inferiore della percentuale negativa del test Go - No Go		
15	materiale selezionato per la compensazione di temperatura	byte	lettura e scrittura
16	portata	byte	lettura e scrittura
17	filtro	byte	lettura e scrittura
18	stato1	flag	lettura e scrittura
19	stato2	flag	lettura e scrittura
20	stato3	flag	lettura
21	byte superiore misura principale (in valore assoluto)	word	lettura
22	byte inferiore misura principale (in valore assoluto)		
23	byte superiore valore relativo (in valore assoluto)	word	lettura
24	byte inferiore valore relativo (in valore assoluto)		
25	byte superiore misura compensata in temperatura	word	lettura
26	byte inferiore misura compensata in temperatura		
27	byte superiore temperatura acquisita dalla sonda	word	lettura
28	byte inferiore temperatura acquisita dalla sonda		
29	matricola	byte	lettura
30	checksum	byte	lettura

Di seguito verrà specificato in dettaglio come interpretare i dati ricevuti.

byte 1-2 Temperatura impostata di misura (ambiente)

Rappresenta il valore della temperatura T_m a cui è eseguita la misura, indicabile anche come temperatura ambiente. E' usata per compensare la misura ed è espressa senza la virgola decimale o, equivalentemente, in decimi di grado: se la temperatura ambiente impostata è di 27,4°C il valore è pari a 274.

Per ricavarne il valore occorre eseguire questo calcolo:

$$\text{valore_temperatura} = \text{byte1} * 256 + \text{byte2}$$

E' un valore sia di lettura che di scrittura.

byte 3-4 Temperatura impostata di riferimento

Rappresenta la temperatura T_{ref} a cui si vuole riferire la misura. In altri termini se si sta facendo la misura ad una temperatura T_m , il calcolo della compensazione ci dà il valore che avrebbe l'elemento sotto misura misurandolo alla temperatura T_{ref} .

E' espressa senza la virgola decimale o, equivalentemente, in decimi di grado: se la temperatura di riferimento impostata è di 23,0°C il valore è pari a 230.

Per ricavarne il valore occorre eseguire questo calcolo:

$$\text{valore_temperatura} = \text{byte3} * 256 + \text{byte4}$$

E' un valore sia di lettura che di scrittura.

byte 5-6 Coefficiente di temperatura α impostato

E' il coefficiente di temperatura impostato dall'operatore.

E' espresso senza la virgola decimale. Se il coefficiente desiderato è di 10,27 il valore effettivo è pari a 1027.

Per ricavarne il valore occorre eseguire questo calcolo:

$$\text{valore_coefficiente} = \text{byte5} * 256 + \text{byte6}$$

E' un valore sia di lettura che di scrittura.

byte 7-8 Valore relativo impostato

E' il valore con cui viene confrontata la misura per determinare il valore relativo assoluto e percentuale, qualora si opti per la scelta Relative fra *Relative* e *Meas* (si veda a pagina 7 il parametro *Sel rel*).

Per ricavarne il valore occorre eseguire questo calcolo:

$$\text{valore_relativo} = \text{byte7} * 256 + \text{byte8}$$

E' un valore sia di lettura che di scrittura.

byte 9-10 Valore di riferimento del test Go – No Go

E' il valore di riferimento da cui vengono calcolati i limiti superiore ed inferiore della fascia di validità della misura nel test Go – No Go.

Per ricavarne il valore occorre eseguire questo calcolo:

$$\text{Riferimento_Go-NoGo} = \text{byte9} * 256 + \text{byte10}$$

E' un valore sia di lettura che di scrittura.

byte 11-12 Percentuale positiva del test Go – No Go

E' il valore percentuale con cui viene calcolato il limite superiore di validità della misura nel test Go – No Go.

E' espresso senza la virgola decimale. Se la percentuale desiderata è di 12,50% il valore effettivo è pari a 1250.

Per ricavarne il valore occorre eseguire questo calcolo:

$$\text{Percentuale_positiva} = \text{byte11} * 256 + \text{byte12}$$

E' un valore sia di lettura che di scrittura.

byte 13-14 Percentuale negativa del test Go – No Go

E' il valore percentuale con cui viene calcolato il limite inferiore di validità della misura nel test Go – No Go.

E' espresso senza la virgola decimale. Se la percentuale desiderata è di 6,75% il valore effettivo è pari a 675.

Per ricavarne il valore occorre eseguire questo calcolo:

$$\text{Percentuale_positiva} = \text{byte13} * 256 + \text{byte14}$$

E' un valore sia di lettura che di scrittura.

byte 15 Materiale

Questo byte contiene un codice corrispondente alla modalità/coefficiente di compensazione, secondo quanto indicato nella tabella a fianco.

E' una variabile sia di lettura che di scrittura.

MATERIALE	
Codice	Compensazione
0	Custom, coefficiente α impostato da operatore
1	CEI EN 60228:2005-10
2	Rame 3,95
3	Alluminio 4,00
4	Nichel 6,17
5	Argento 3,80
6	Platino 3,85
7	Ferro 4,50
8	Nichel-Cromo 0,10

byte 16 Portata

Questo byte contiene un codice corrispondente alla portata selezionata, secondo quanto indicato nella tabella a fianco.

E' una variabile sia di lettura che di scrittura.

PORTATA	
Codice	Portata
0	non utilizzata
1	non utilizzata
2	3200 $\mu\Omega$
3	32m Ω
4	320m Ω
5	3200m Ω
6	32 Ω
7	320 Ω
8	3200 Ω
9	32K Ω

byte 17 Filtro

Questo byte contiene un codice corrispondente al filtro selezionato, secondo quanto indicato nella tabella a fianco.

E' una variabile sia di lettura che di scrittura.

FILTRO	
Codice	Filtro
0	1
1	2
2	4
3	8
4	16
5	32
6	64

byte 18 Stato1

Questo byte è un insieme di 7 campi ove è riassunto parte dello stato dello strumento.

E' una variabile sia di lettura che di scrittura.

Stato1			
# bit	Peso binario	Significato	Valore
0	1	Misura rappresentata	0 = misura principale
1	2		1 = misura principale + relativo assoluto e percentuale 2 = impostazione parametri 3 = misura compensata in temperatura + misura principale + temperat. di misura
2	-	Richiesta di acquisizione del riferimento del relativo da misura	-- <i>in lettura</i> -- <i>non usato</i> -- <i>in scrittura</i> -- 0 = nessuna richiesta 1 = richiesta di acquisizione
3	-	Retroilluminazione display	0 = spenta 1 = accesa
4	-	Misura diretta/invertita	0 = misura con polarità diretta 1 = misura con polarità invertita
5	-	Misura manuale/automatico	0 = manuale 1 = automatico
6	-	Misura attiva/in hold / Richiesta di salvataggio della configurazione	-- <i>in lettura</i> -- 0 = misura attiva 1 = misura in hold -- <i>in scrittura</i> -- 0 = nessuna richiesta 1 = richiesta di salvataggio della configurazione
7	-	Misura attiva/in autoazzeramento	-- <i>in lettura</i> -- 0 = attiva 1 = in autoazzeramento -- <i>in scrittura</i> -- 0 = nessuna richiesta 1 = richiesta di autoazzeramento

byte 19 Stato2

Questo byte è un insieme di 5 campi.
E' una variabile sia di lettura che di scrittura.

Stato2			
# bit	Peso binario	Significato	Valore
0	-	Temperatura di misura <i>T_m</i> (ambiente) usata nel calcolo della compensazione	0 = temperatura misurata dalla sonda 1 = temperatura <i>T_{meas}</i> impostata da operatore
1	-	Valore di riferimento usato nel calcolo della misura relativa	0 = valore acquisito da misura 1 = valore <i>Relative</i> impostato da operatore
2	-	Abilitazione/disabilitazione della segnalazione acustica test Go – No Go	0 = segnalaz. test Go – No Go disattivata 1 = segnalaz. test Go – No Go attivata
3	-	Valore confrontato nel Test Go – No Go con il riferimento <i>GNG Ref</i>	0 = misura reale non compensata 1 = misura compensata in temperatura
4	1	Risultato del test Go – No Go	-- <i>in lettura</i> -- 0 = la misura non supera le soglie 1 = superamento della soglia positiva 2 = superamento dello soglia negativa 3 = non valido (*) -- <i>in scrittura</i> -- non usato
5	2		
6	-	<i>non usato</i>	
7	-	<i>non usato</i>	

(*) Lo strumento ha il circuito di corrente aperto, oppure è in hold o in auto azzeramento, oppure è nella pagina di impostazione dei parametri.

byte 20 Stato3

Questo byte è un insieme di 5 campi che completano lo stato dello strumento.
E' una variabile di sola lettura

Stato3			
# bit	Peso binario	Significato	Valore
0	1	Misura bipolare	0 = misura non bipolare
1	2		1 = misura bipolare in esecuzione 2 = misura bipolare in hold 3 = <i>non usato</i>
2	1	Overload misura	0 = nessun overload nella misura
3	2		1 = overload positivo 2 = overload negativo 3 = <i>non usato</i>
4	-	Polarità misura principale	0 = polarità positiva 1 = polarità negativa
5	-	Polarità misura relativa	0 = polarità positiva 1 = polarità negativa
6	-	Auto Hold	0 = misura attiva 1 = misura in Auto Hold
7	-	<i>non usato</i>	

byte 21-22 Misura principale

Rappresenta il valore assoluto della misura principale ed è espresso senza virgola o unità di misura. La corretta rappresentazione è determinata considerando la portata selezionata ed il bit 4 di *Stato3*.

Se un'ipotetica misura è di 217,43mΩ (codice portata = 4), il valore contenuto nei due byte considerati è di 21743.

Per ricavarne il valore occorre eseguire questo calcolo:

$$\text{valore_misura} = \text{byte21} * 256 + \text{byte22} \quad (\text{valore assoluto})$$

E' un valore di sola lettura.

byte 23-24 Misura relativa

Rappresenta il valore assoluto della misura relativa ed è espressa senza virgola o unità di misura. La corretta rappresentazione è determinata considerando la portata selezionata ed il bit 5 di *Stato3*.

Se un'ipotetica misura è di -10,9μΩ (codice portata = 2), il valore contenuto nei due byte considerati è di 109.

Per ricavarne il valore occorre eseguire questo calcolo:

$$\text{valore_relativo} = \text{byte23} * 256 + \text{byte24} \quad (\text{valore assoluto})$$

E' un valore di sola lettura.

byte 25-26 Misura compensata in temperatura

Rappresenta il valore assoluto della misura compensata in temperatura ed è espressa senza virgola o unità di misura. La corretta rappresentazione è determinata considerando la portata selezionata ed il bit 4 di *Stato3*.

Se un'ipotetica misura è di 1698,2μΩ (codice portata = 2), il valore contenuto nei due byte considerati è di 16982.

Per ricavarne il valore occorre eseguire questo calcolo:

$$\text{valore_compensato} = \text{byte25} * 256 + \text{byte26} \text{ (valore assoluto)}$$

E' un valore di sola lettura.

byte 27-28 Temperatura misurata dalla sonda

Rappresenta la temperatura misurata dalla sonda ed è espressa in decimi di grado, ovvero una temperatura di 58,7°C è rappresentata con 587.

I valori validi sono da 0 a 999 compresi.

Nel caso di mancanza della sonda di temperatura il valore è di 999.

I valori sono sempre indicati anche quando lo strumento non sta eseguendo misure compensate in temperatura.

Per ricavarne il valore occorre eseguire questo calcolo:

$$\text{valore_temperatura} = \text{byte27} * 256 + \text{byte28}$$

E' un valore di sola lettura.

byte 29 Matricola

E' la matricola dello strumento

E' un valore di sola lettura.

byte 30 Checksum

E' la somma algebrica dei ventinove byte di dati, troncata al byte inferiore.

Se ipoteticamente la somma dei byte precedenti corrisponde a 07A2H (valore 07A2 in rappresentazione esadecimale) questo byte vale A2H.

E' un valore di sola lettura.

SCRITTURA SETUP

L'intero setup dello strumento viene scritto in una sola volta inviando il byte di comando 08H, facendolo seguire dagli stessi primi diciannove byte ricevuti durante la lettura, eventualmente modificati in base al nuovo setup desiderato.

Si ribadisce che qualsiasi sia/siano il/i byte modificati è assolutamente indispensabile inviare tutti e diciannove i byte rappresentati nella tabella seguente successivamente al byte di comando 08H aggiungendo, quale ventunesimo e ultimo byte, il byte di checksum.

E' sicuramente consigliabile, quando si desidera modificare il setup, eseguire prima una lettura, in modo da avere la situazione aggiornata all'ultimo istante dello stato e del setup dello strumento.

COMANDO DI SCRITTURA = 08H			
# byte	Funzione	Tipo di dato	Letture / Scrittura
1	08H (codice di comando per la scrittura)	byte	scrittura
2	byte superiore temperatura impostata (<i>Tmeas</i>) a cui è eseguita la misura	word	lettura e scrittura
3	byte inferiore temperatura impostata (<i>Tmeas</i>) a cui è eseguita la misura		
4	byte superiore temperatura impostata (<i>Tref</i>) a cui riferire la misura	word	lettura e scrittura
5	byte inferiore temperatura impostata (<i>Tref</i>) a cui riferire la misura		
6	byte superiore del coefficiente di temperatura α impostato	word	lettura e scrittura
7	byte inferiore del coefficiente di temperatura α impostato		
8	byte superiore del valore relativo impostato (<i>Relative</i>)	word	lettura e scrittura
9	byte inferiore del valore relativo impostato (<i>Relative</i>)		
10	byte superiore del riferimento del test Go - No Go (<i>GNG Ref</i>)	word	lettura e scrittura
11	byte inferiore del riferimento del test Go - No Go (<i>GNG Ref</i>)		
12	byte superiore della percentuale positiva del test Go - No Go	word	lettura e scrittura
13	byte inferiore della percentuale positiva del test Go - No Go		
14	byte superiore della percentuale negativa del test Go - No Go	word	lettura e scrittura
15	byte inferiore della percentuale negativa del test Go - No Go		
16	materiale selezionato per la compensazione di temperatura	byte	lettura e scrittura
17	portata	byte	lettura e scrittura
18	filtro	byte	lettura e scrittura
19	stato1	flag	lettura e scrittura
20	stato2	flag	lettura e scrittura
21	checksum	byte	scrittura

Di seguito verrà specificato in dettaglio come interpretare i dati da inviare.

byte 1 Comando di scrittura

E' un valore fisso di 08H.

byte 2-3 Temperatura impostata di misura (ambiente) (0÷999)

Ha esattamente il medesimo significato e modalità di rappresentazione indicato nel paragrafo relativo alla lettura dati.

Il range di validità del valore è fra 0 e 999, estremi compresi. Valori che eccedono questi limiti non vengono considerati dallo strumento.

Supponendo di voler inviare un valore di temperatura ambiente di 31,2°C, occorre considerare il valore 312 che, in esadecimale, è rappresentato come 0138H, ovvero:

byte2 = 01H

byte3 = 38H

byte 4-5 Temperatura impostata di riferimento (0÷999)

Ha esattamente il medesimo significato e modalità di rappresentazione indicato nel paragrafo relativo alla lettura dati.

Il range di validità del valore è fra 0 e 999, estremi compresi. Valori che eccedono questi limiti non vengono considerati dallo strumento.

Supponendo di voler inviare un valore di temperatura di riferimento di 23,0°C, occorre considerare il valore 230 che, in esadecimale, è rappresentato come 00E6H, ovvero:

byte4 = 00H

byte5 = E6H

byte 6-7 Coefficiente di temperatura α impostato (0÷1050)

Ha esattamente il medesimo significato e modalità di rappresentazione indicato nel paragrafo relativo alla lettura dati.

Il range di validità del valore è fra 0 e 1050, estremi compresi. Valori che eccedono questi limiti non vengono considerati dallo strumento.

Supponendo di voler inviare un valore di 7,53 occorre considerare il valore 753 che, in esadecimale, è rappresentato come 02E1H, ovvero:

byte6 = 02H

byte7 = E1H

byte 8-9 Valore relativo impostato (1÷31999)

Ha esattamente il medesimo significato e modalità di rappresentazione indicato nel paragrafo relativo alla lettura dati.

Il range di validità del valore è fra 1 e 31999, estremi compresi. Valori che eccedono questi limiti non vengono considerati dallo strumento.

Supponendo di voler inviare un valore di 12500 che, in esadecimale, è rappresentato come 30D4H, ovvero:

byte8 = 30H

byte9 = D4H

byte 10-11 Valore di riferimento del test Go – No Go (1÷31999)

Ha esattamente il medesimo significato e modalità di rappresentazione indicato nel paragrafo relativo alla lettura dati.

Il range di validità del valore è fra 1 e 31999, estremi compresi. Valori che eccedono questi limiti non vengono considerati dallo strumento.

Supponendo di voler inviare un valore di 27200, in esadecimale, è rappresentato come 6A40H, ovvero:

byte10 = 6AH

byte11 = 40H

byte 12-13 Percentuale positiva del test Go – No Go (0÷5000)

Ha esattamente il medesimo significato e modalità di rappresentazione indicato nel paragrafo relativo alla lettura dati.

Il range di validità del valore è fra 0 e 5000, estremi compresi. Valori che eccedono questi limiti non vengono considerati dallo strumento.

Supponendo di voler inviare un valore del 4,50% corrispondente al numero 450 che, in esadecimale, è rappresentato come 1C2H, ovvero:

byte12 = 1H

byte13 = C2H

byte 14-15 Percentuale negativa del test Go – No Go (0÷5000)

Ha esattamente il medesimo significato e modalità di rappresentazione indicato nel paragrafo relativo alla lettura dati.

Il range di validità del valore è fra 0 e 5000, estremi compresi. Valori che eccedono questi limiti non vengono considerati dallo strumento.

Supponendo di voler inviare un valore del 5,25% corrispondente al numero 525 che, in esadecimale, è rappresentato come 20DH, ovvero:

byte14 = 2H

byte15 = 0DH

byte 16**Materiale****(0÷8)**

Ha esattamente il medesimo significato e modalità di rappresentazione indicato nella tabella relativa al filtro.

Il range di validità del valore è fra 0 e 8, estremi compresi. Valori che eccedono questi limiti non vengono considerati dallo strumento.

La tabella a lato è la medesima di quella di pagina 29, che viene riproposta per completezza.

MATERIALE	
Codice	Compensazione
0	Custom, coefficiente α impostato da operatore
1	CEI EN 60228:2005-10
2	Rame 3,95
3	Alluminio 4,00
4	Nichel 6,17
5	Argento 3,80
6	Platino 3,85
7	Ferro 4,50
8	Nichel-Cromo 0,10

byte 17**Portata****(2÷9)**

Ha esattamente il medesimo significato e modalità di rappresentazione indicato nella tabella relativa alla portata.

Il range di validità del valore è fra 2 e 9, estremi compresi. Valori che eccedono questi limiti non vengono considerati dallo strumento.

Se la nuova portata è diversa dalla precedente lo strumento si pone forzatamente in modalità manuale ed esce dall'eventuale rappresentazione del valore relativo visualizzando la sola misura principale.

byte 18**Filtro****(0÷6)**

Ha esattamente il medesimo significato e modalità di rappresentazione indicato nella tabella relativa al filtro.

Il range di validità del valore è fra 0 e 6, estremi compresi. Valori che eccedono questi limiti non vengono considerati dallo strumento.

Se lo strumento sta eseguendo un'autoazzerramento, anche se i valori rientrano nel range di validità non vengono considerati.

byte 19**Stato1**

Essendo un insieme di flag ogni bit o campo può essere modificato indipendentemente da qualsiasi altro.

La tabella sottostante è la medesima di quella di pagina 32, che viene riproposta per completezza.



Stato1			
# bit	Peso binario	Significato	Valore
0	1	Misura rappresentata	0 = misura principale
1	2		1 = misura principale + relativo assoluto e percentuale 2 = impostazione parametri 3 = misura compensata in temperatura + misura principale + temperat. di misura
2	-	Richiesta di acquisizione del riferimento del relativo da misura	-- <i>in lettura</i> -- <i>non usato</i> -- <i>in scrittura</i> -- 0 = nessuna richiesta 1 = richiesta di acquisizione
3	-	Retroilluminazione display	0 = spenta 1 = accesa
4	-	Misura diretta/invertita	0 = misura con polarità diretta 1 = misura con polarità invertita
5	-	Misura manuale/automatico	0 = manuale 1 = automatico
6	-	Misura attiva/in hold / Richiesta di salvataggio della configurazione	-- <i>in lettura</i> -- 0 = misura attiva 1 = misura in hold -- <i>in scrittura</i> -- 0 = nessuna richiesta 1 = richiesta di salvataggio della configurazione
7	-	Misura attiva/in autoazzeramento	-- <i>in lettura</i> -- 0 = attiva 1 = in autoazzeramento -- <i>in scrittura</i> -- 0 = nessuna richiesta 1 = richiesta di autoazzeramento

byte 20 Stato2

Essendo un insieme di flag ogni bit o campo può essere modificato indipendentemente da qualsiasi altro.

La tabella sottostante è la medesima di quella di pagina 32, che viene riproposta per completezza, con l'unica differenza che i bit 4 e 5 sono già indicati come *non usato*.

Stato2			
# bit	Peso binario	Significato	Valore
0	-	Temperatura di misura <i>Tm</i> (ambiente) usata nel calcolo della compensazione	0 = temperatura misurata dalla sonda 1 = temperatura <i>Tmeas</i> impostata da operatore
1	-	Valore di riferimento usato nel calcolo della misura relativa	0 = valore acquisito da misura 1 = valore <i>Relative</i> impostato da operatore
2	-	Abilitazione/disabilitazione della segnalazione acustica test Go – No Go	0 = segnalaz. test Go – No Go disattivata 1 = segnalaz. test Go – No Go attivata
3	-	Valore confrontato nel Test Go – No Go con il riferimento <i>GNG Ref</i>	0 = misura reale non compensata 1 = misura compensata in temperatura
4	-	<i>non usato</i>	
5	-	<i>non usato</i>	
6	-	<i>non usato</i>	
7	-	<i>non usato</i>	

byte 21 Checksum

E' la somma algebrica dei venti byte di dati (byte di comando compreso), troncata al byte inferiore.

Se ipoteticamente la somma dei byte precedenti corrisponde a 07FBH (valore 07FB in rappresentazione esadecimale) questo byte vale FBH.

CERTIFICATO DI COLLAUDO

MODELLO STRUMENTO 20032
MATRICOLA STRUMENTO _____
PORTA USB OK
TEMPERATURA di TARATURA _____

PORTATA	VALORE CAMPIONE	VALORE MISURATO	PRECISIONE DICHIARATA	RISULTATO
32K Ω			0,5 ‰	OK
3200 Ω			0,5 ‰	OK
320 Ω			0,5 ‰	OK
32 Ω			0,5 ‰	OK
3200m Ω			0,5 ‰	OK
320m Ω			0,5 ‰	OK
32m Ω			0,5 ‰	OK
3200 $\mu\Omega$			0,6 ‰	OK

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

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

Data _____ Il Verificatore _____ Il Collaudatore _____

DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ

La PEDRANTI ELIO, via Cesare Battisti 33/B, Cardano al Campo – Varese, dichiara sotto la propria responsabilità, che lo strumento **20032**, al quale questa dichiarazione si riferisce, è conforme alle norme previste dalla direttiva CEE 89/336.

Cardano al Campo, 13/05/12

_____ Pedranti Elio _____