

MICROOHMMETRO DIGITALE

per trasformatori di alta potenza

32000 punti $100n\Omega \div 320\Omega$

mod. 20026



MANUALE DELL'UTENTE



STRUMENTI DI MISURA PROFESSIONALI

20026.DOC LUGLIO 2009





ATTENZIONE !!!

Prima di usare lo strumento leggere attentamente questo manuale ed in particolare la procedura di misura.

Un uso improprio dello strumento potrebbe generare situazioni pericolose per l'incolumità delle persone.

INDICE

INTRODUZIONE	1
DESCRIZIONE	2
DEFINIZIONE COMANDI E INGRESSI	4
TASTI E PULSANTI	4
INGRESSI	8
INFORMAZIONI AUSILIARIE	9
CARATTERISTICHE TECNICHE	10
ESECUZIONE DELLA MISURA.	12
PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DELLO STRUMENTO	12
PROCEDURA DI MISURA	13
Impostazione della misura	15
Avvio della misura e carica dell'induttanza	16
Cavi di corrente con eccessiva resistenza	16
Interruzione della misura/carica dell'induttanza	17
Misura	17
Scarica dell'induttanza	18
Termine della scarica	18
AZZERAMENTO DELLO STRUMENTO.	19
ACCORGIMENTI NELL'ESECUZIONE DELLA MISURA	20
POTENZIALI DI CONTATTO	20
AVVOLGIMENTI AD ALTA TENSIONE	21
CAMPI ELETTROMAGNETICI	22
LENTEZZA DELLA MISURA	22
PORTA DI COMUNICAZIONE	23
GENERALITÀ	23
LETTURA DATI	23
SCRITTURA SETUP	27

INTRODUZIONE

Il microohmmetro digitale mod. **20026** è uno strumento espressamente progettato per la misura della resistenza degli avvolgimenti di trasformatori di grande potenza sino a 250MVA circa. Ovviamente è in grado di misurare anche semplici elementi puramente resistivi e trasformatori di piccola taglia.

- ▶ *32000 punti di misura / 5 misure al secondo*
- ▶ *6 portate da 320Ω a 3200μΩ (risoluzione da 10mΩ a 100nΩ)*
- ▶ *correnti di misura selezionabili*
- ▶ *esecuzione della misura con procedura automatica*
- ▶ *display grafico*
- ▶ *bar graph*
- ▶ *scelta e visualizzazione dell'entità del filtraggio della misura*
- ▶ *backlight attivabile/disattivabile*
- ▶ *segnalazione acustica della correttezza o meno delle impostazioni e della fase di misura pericolosa*
- ▶ *funzionamento a batteria/rete*
- ▶ *ricarica completa della batteria in sole 10 ore*
- ▶ *indicazione dello stato di carica della batteria*
- ▶ *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 questo strumento sicuramente unico considerando che è rivolto prevalentemente all'uso in campo. Infatti le batterie interne ricaricabili svincolano dalla presenza della tensione di rete con un'autonomia che può arrivare ad un massimo di circa 300 ore.

Tutte le informazioni sono presenti su un'unica videata e la procedura di misura è completamente automatizzata. In tal modo l'uso è semplice, intuitivo e diretto e la pericolosità è ridotta al minimo.

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

DESCRIZIONE

Lo strumento di tipo analogico-digitale è alloggiato in un contenitore in materiale plastico ad altissima resistenza a forma di valigetta. Del peso di circa 11Kg, presenta una maniglia che ne agevola il trasporto.

Il display grafico retroilluminato da 64x128 pixel presenta i caratteri della misura principale di dimensioni notevoli, 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 = 32) pari a soli 2 μ Vpp tipici nell'arco di dieci secondi e derive tipiche inferiori a 6 μ Vpp in 10 minuti.

Sul frontale sono presenti due connettori quadripolari + terra di cui uno dedicato al polo positivo ed uno al negativo. Ciascuno dei connettori dispone di tre contatti dedicati alla corrente ed uno alla tensione. Il metodo a 4 fili rende insensibile la misura dalla resistenza offerta dai conduttori che portano la corrente e dalle varie resistenze di contatto presenti nel circuito *microohmetro - cavi di misura - resistenza incognita*. Il segnale d'ingresso è quindi rapportato a quello presente su una resistenza campione interna percorsa dalla stessa corrente che circola nella resistenza incognita: il risultato, opportunamente elaborato e trattato dal microprocessore, viene rappresentato sul display.

Le basse correnti utilizzate per la misura, se confrontate con le dimensioni degli oggetti di cui misurare la resistenza, 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.

Su alcune portate è possibile scegliere fra due correnti di misura. Con la corrente "alta" si ha una risoluzione in tensione di 100 μ V, che scende a 10 μ V con la corrente "bassa", e a 1 μ V sulla portata inferiore. Se si ha la necessità della minima dissipazione sull'elemento sotto misura la scelta è di utilizzare la corrente inferiore, evidenziata dalla scritta **cur**: prima del valore della corrente, nella parte inferiore del display. Se non sussiste questa necessità è possibile usare la corrente maggiore, evidenziata dalla scritta **CUR**: prima del valore della corrente: ciò minimizza gli effetti indesiderati dovuti ai potenziali di contatto o a derive dell'amplificatore di misura. Importanti informazioni in tal senso sono fornite nel capitolo **ACCORGIMENTI NELL'ESECUZIONE DELLA MISURA**.

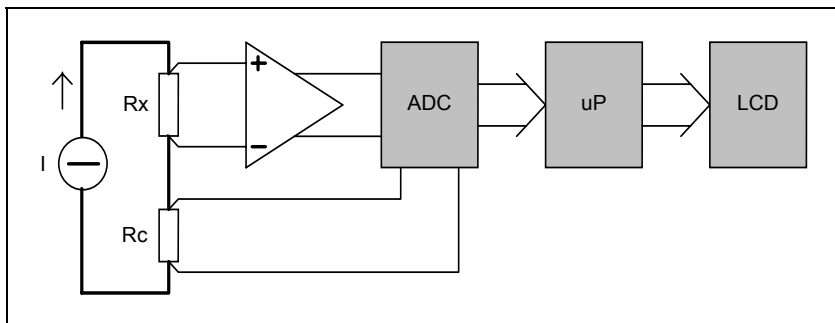


Fig. 1 Schema di principio del microohmmetro **20026** e della misura a quattro fili.

Volutamente lo strumento non dispone di una selezione automatica della portata poiché potrebbe risultare particolarmente lunga l'individuazione della portata corretta per effetto dei notevoli tempi di carica dell'induttanza del trasformatore sotto misura. Infatti in caso di selezione di una portata errata richiederebbe la scarica dell'induttanza, un cambio di portata ed un riavvio della carica dell'induttanza.

In strumenti concepiti per elementi resistivi o poco induttivi la selezione di una nuova portata richiede normalmente pochi decimi di secondo e non presenta problemi.



Su trasformatori di grande potenza, con induttanze anche di oltre 150H, la carica di questa con correnti di 10A comporta tempi di carica anche di 1÷2 minuti, con tempi di ciclo di *carica-misura-scarica* di 3÷4 minuti.

Per motivi analoghi, oltre che di sicurezza elettrica, non è previsto un tasto di autoazzeramento dello strumento (che richiede lo scollegamento, tramite relè interno, della linea di corrente dello strumento dal circuito sotto misura con la generazione di extratensioni anche di decine di migliaia di volt), ma è prevista comunque una possibilità analoga, come indicato nel paragrafo **AZZERAMENTO DELLO STRUMENTO**.

ATTENZIONE: Sebbene lo strumento sia in grado di gestire induttanze sino a 200H, al fine di ridurre i tempi di misura (*carica-misura-scarica*), aumentarne la sicurezza riducendo l'energia accumulata dall'induttanza, aumentando l'autonomia delle batterie e riducendo la dissipazione durante la scarica, è **ALTAMENTE CONSIGLIATO** di cortocircuitare gli avvolgimenti non in misura per ridurre l'induttanza vista dallo strumento quando questa supera i 50H, o eseguire la misura con una corrente non superiore a 1A.

DEFINIZIONE COMANDI E INGRESSI

TASTI E PULSANTI

Lo strumento presenta 6 tasti e 2 pulsanti i cui scopi e le modalità di funzionamento sono dettagliati 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, fatta eccezione per l'azzeramento dello strumento che utilizza i tasti  e  contemporaneamente.

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 modificare la corrente di misura mentre viene eseguita una misura: premendo il tasto **CUR** si ha una segnalazione acustica lunga.

Di seguito vengono elencate i tasti/pulsanti e le loro funzioni.

EMERGENCY

Stop di emergenza

Se premuto mentre la misura è in atto la ferma seguendo la corretta procedura, bloccandosi in posizione ribassata. Per sbloccare il pulsante ruotarlo in senso orario, come appare dalle frecce presenti sul pulsante medesimo.

La durata della fase di scarica è funzione dell'induttanza del trasformatore sotto misura, per cui non dipende in modo diretto dallo strumento, che non può accelerarla.

La funzione di questo pulsante è del tutto analoga a quella del pulsante di START/STOP quando deve fermare la misura, con l'unica variante che presenta anche un blocco meccanico.

Lo sblocco può essere eseguito in qualsiasi momento: subito dopo l'attivazione del pulsante d'emergenza, prima del termine della procedura di scarica o dopo essa.

A pulsante premuto e in attesa di ripartire per una nuova misura lo strumento avvisa acusticamente con un segnale caratteristico di questa condizione tramite un *bip-bip ... bip-bip ... bip-bip ...* : due segnalazioni acustiche ravvicinate seguite da una pausa di 2 secondi. Contemporaneamente il pulsante di START/STOP lampeggia ed il display segnala * **EMERGENCY PUSHED** *, anch'esso lampeggiando.

L'avviso acustico e le altre segnalazioni cessano solo dopo lo sblocco del pulsante e solo dopo tale operazione il comando di start di una nuova misura viene accettato.

START/STOP

Start / Stop della misura

Avvia/ferma la misura.

La corretta e sicura procedura di misura è indicata nell'apposito paragrafo **PROCEDURA DI MISURA**.




Selezione delle portate superiori

Tasto multifunzione

Seleziona la portata ohmmetrica immediatamente superiore, a meno che sia già stata raggiunta la portata di 320Ω.

Il tasto è disattivato durante la misura e premendolo viene generata una segnalazione acustica lunga.

Premuto assieme al tasto  durante la misura consente l'azzeramento dell'offset dello strumento, come meglio spiegato nel paragrafo **AZZERAMENTO DELLO STRUMENTO**.




Selezione delle portate inferiori

Tasto multifunzione

Seleziona la portata ohmmetrica immediatamente inferiore, a meno che sia già stata raggiunta la portata di 3200μΩ.

Il tasto è disattivato durante la misura e premendolo viene generata una segnalazione acustica lunga.

Premuto assieme al tasto  durante la misura consente l'azzeramento dell'offset dello strumento, come meglio spiegato nel paragrafo **AZZERAMENTO DELLO STRUMENTO**.

CUR

Selezione Corrente di Misura

Seleziona alternativamente la corrente di misura bassa o alta.

La corrente nominale di misura viene segnalata con la scritta **cur:** oppure **CUR:** a seconda che sia rispettivamente bassa o alta.

Il tasto è disattivato durante la misura e premendolo viene generata una segnalazione acustica lunga.

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 rappresentata.

Ciò è particolarmente utile soprattutto quando si usa la corrente di misura bassa o si è sulla portata inferiore, dove si ha la massima sensibilità 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. Per tale motivo quando viene selezionata la portata di $3200\mu\Omega$ viene automaticamente impostato un filtro di 16 (comunque modificabile dall'utente) se quello attivo gli è inferiore.

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

BKL

Retroilluminazione

Accende/spegne la retroilluminazione del display.

In caso di funzionamento a batteria si consiglia di accendere la retroilluminazione solamente se è strettamente necessario poiché il consumo dello strumento, escluso la corrente di misura, passa da circa 550mW nominali a ben 1350mW, riducendo percentualmente in modo consistente l'autonomia operativa dello strumento.

CFG

Salvataggio della Configurazione

Tasto multifunzione

Tasto premuto < 1 sec Richiamo configurazione salvata

Premendo brevemente il tasto viene richiamata la configurazione salvata: portata, filtraggio, corrente di misura, stato retroilluminazione.

Tasto premuto > 1 sec Salvataggio configurazione

Premendo a lungo il tasto viene salvata la configurazione attuale.

Nella tabella seguente sono riassunti sinteticamente la funzione ed il tipo di segnalazione acustica.

Nome tasto	Funzione		Segnalaz. acustica breve/lunga
EMERGENCY	Se in modalità <i>Start misura</i> :	Se premuto impedisce l'avvio di nuove misure.	lunga
	In ogni altra modalità:	Attiva la procedura di terminazione della misura	lunga
Start /Stop	Se in modalità <i>Start misura</i> :	Attiva la procedura di avvio della misura passando alla fase di carica dell'induttanza del trasformatore e poi alla fase di misura.	breve
	Se in modalità <i>Misura</i> o in <i>Carica dell'induttanza</i> :	Attiva la procedura di terminazione della misura passando alla fase di scarica dell'induttanza del trasformatore e poi alla fase di start misura.	breve
	Nella parte centrale inferiore dello schermo compaiono vari messaggi, come meglio specificato nei paragrafi successivi		
▲	Se in modalità <i>Start misura</i> :	Se non ha raggiunto la portata di 320Ω passa alle portate ohmmetricamente superiori. Se è sulla portata di 320Ω non esegue il comando.	breve lunga
	Se in modalità <i>Misura</i> :	Non esegue il comando.	lunga
	Nella parte inferiore sinistra dello schermo compare il valore della portata attiva		
▼	Se in modalità <i>Start misura</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 in modalità <i>Misura</i> :	Non esegue il comando.	lunga
	Nella parte inferiore sinistra dello schermo compare il valore della portata attiva		
CUR	Se la corrente di misura è alta ed è in modalità <i>Start misura</i> :	Passa alla corrente di misura bassa.	breve
	Se la corrente di misura è bassa ed è in modalità <i>Start misura</i> :	Passa alla corrente di misura alta.	breve
	Se in modalità <i>Misura</i> :	Non esegue il comando.	lunga
	La corrente nominale di misura viene segnalata con la scritta "cur:" o "CUR:" a seconda che sia rispettivamente bassa o alta.		
FLT	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-..... La funzione è sempre attiva.		breve
	Nella parte inferiore dello schermo è indicato il livello di filtraggio selezionato, esempio: Flt:16		
BKL	Accende/spegne il backlight del display. La funzione è sempre attiva.		breve
CFG	Se in modalità <i>Misura</i> :	Se premuto brevemente (< 1 sec) richiama la configurazione salvata (portata, filtraggio, corrente di misura e stato retroilluminazione).	breve
	Nelle altre modalità:	Non esegue il comando.	lunga
	In tutte le modalità:	Se premuto a lungo (> 1 sec) salva l'attuale configurazione dello strumento.	breve

INGRESSI

Sul pannello vi sono gli ingressi di misura, presenti con i due connettori di sicurezza, la presa per l'alimentazione da rete, l'interruttore e la porta di comunicazione.

A+ / A- / V+ / V- Connettori di sicurezza

Un connettore è dedicato alla polarità positiva, l'altro alla negativa. Ciascuno fornisce la corrente tramite i pin/contatti 1, 2 e 3 e rileva la tensione tramite il pin/contatto 4, come evidenziato sul pannello medesimo:

A pin = 1, 2, 3

V pin = 4

In modalità *Start misura* i contatti di corrente sono collegati ad una resistenza interna di circa 25Ω e non presentano alcuna tensione.

Tramite i contatti di tensione viene rilevata la caduta di tensione ai capi della resistenza incognita, con una sensibilità che raggiunge 1μV sulla portata ohmmetricamente inferiore.

LINE Presa di alimentazione

Presa di alimentazione da rete 230V +10% -15% 48÷66Hz e portafusibile 5x20mm con fusibile 200mA ritardato.

Si consiglia, una volta carica la batteria, di sconnettere lo strumento dalla rete. Per il tempo di carica massimo vedere **CARATTERISTICHE TECNICHE**.

ON Interruttore di alimentazione

Interruttore dello strumento.

Anche con interruttore in posizione OFF la sezione caricabatteria è comunque sempre attiva, in presenza della rete, permettendo la carica delle batterie.

ATTENZIONE: Non spegnere **MAI** lo strumento prima di aver completato correttamente la fase di scarica dell'induttanza.

COM Porta di comunicazione

La porta di comunicazione dello strumento consente la connessione optoisolata ad un PC il quale può sia leggere i dati ed il setup dello strumento che modificarlo.

Il modulo adattatore di interconnessione è opzionale.

INFORMAZIONI AUSILIARIE

Nei quattro settori della parte inferiore del display sono fornite varie informazioni ausiliarie riassunte nella tabella sottostante.



Settore	Informazione	Indicazione	Note	Stato segnalazione
1	Portata	320Ω 32Ω 3200mΩ 320mΩ 32mΩ 3200μΩ	Portata selezionata	Fissa su tutte le portate
2	Carica / Scarica	XXXsec	Indica il trascorrere del tempo durante le fasi di carica/scarica dell'induttanza del trasformatore	Appare solo durante le fasi di carica/scarica
3	Tensione di scarica dell'induttanza	High Low	Compare, lampeggiando, durante la prima parte della scarica Compare, fissa, durante la seconda parte della scarica	Appare solo durante la fase di scarica
4	Stato batteria	nessuna indicazione immagine di una batteria con livello di carica via via decrescente immagine batteria vuota	Batteria carica Batteria sempre più scarica Batteria completamente scarica	Fissa Lampeggiante

Il settore 3 (**Tensione di scarica dell'induttanza**) indica se sul trasformatore è ancora presente una tensione pericolosa. Ciò nonostante l'energia residua ancora presente nel nucleo non è trascurabile.

Con buona approssimazione il tempo di scarica totale del nucleo, con irrisorio residuo energetico, è dato dalla formula empirica:

$$t_{scarica} = L_{trafo} * \sqrt{I_{misura}} / 8$$

il che porta a calcolare che per un trasformatore con induttanza di 100H e una corrente di misura di 10A il tempo complessivo di scarica è di circa 40 secondi e che la segnalazione *High* dura circa 16 secondi.

Il tempo di carica è approssimativamente pari a:

$$t_{carica} = 0,026 * L_{trafo} * I_{misura}$$

che porta ad un tempo di carica di 26 secondi per il precedente esempio, prima di iniziare la stabilizzazione della misura.

CARATTERISTICHE TECNICHE

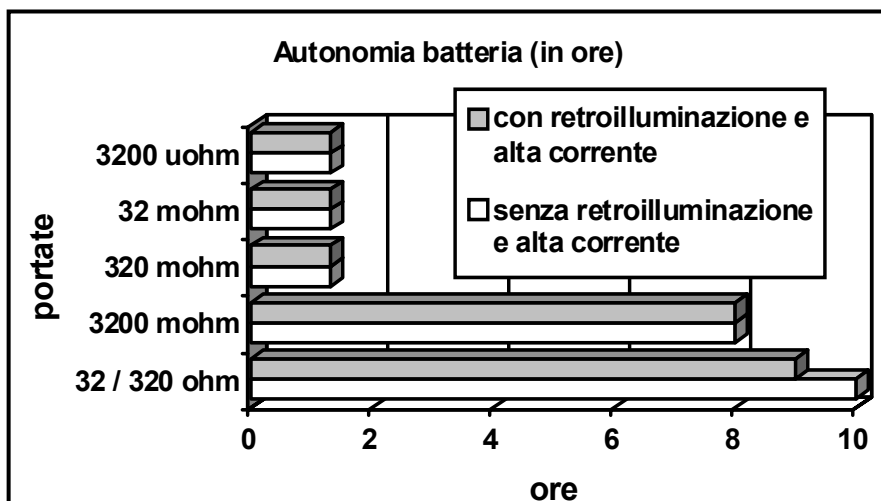
Tensione di alimentazione	230V \pm 10% 48-66Hz 200mA rit.
Potenza assorbita	35VA
Batteria	segnalazione visiva dello stato di carica della batteria
Autonomia batteria	300 ore non in misura e senza retroilluminazione 120 ore non in misura e con retrilluminazione vedi grafico di Tab. 2 quando è in misura
Tempo di ricarica della batteria	10 ore massimo per una ricarica completa
Rappresentazione della misura	su display LCD retroilluminato 64x128 pixel 62x44mm
Numero di punti di misura	32000
Frequenza di aggiornamento display	5 Hz
Portate	3200,0 $\mu\Omega$, 32,000m Ω , 320,00m Ω , 3200,0m Ω , 32,000 Ω , 320,00 Ω
Selezione portate	manuale
Risoluzione e corrente di misura	vedi tabella di Tab. 1 RISOLUZIONI E CORRENTI DI MISURA
Precisione della misura (portate 320 Ω \div 320m Ω alta corrente)	\pm (0,05% + 2 digit)
Precisione della misura (portate 32 Ω \div 320m Ω bassa corrente)	\pm (0,06% + 3 digit)
Precisione della misura (portata 32m Ω)	\pm (0,06% + 3 digit)
Precisione della misura (portata 3200 $\mu\Omega$)	\pm (0,08% + 5 digit)
Rumore (riferito all'ingresso da 0,01Hz a 0,1Hz)	2 μ V _{pp} con filtro = 32
Azzeramento	compensazione delle f.e.m. del circuito di tensione e degli offset dello strumento sino a \pm 5000 digit sulla portata di 3200 $\mu\Omega$ e di \pm 2000 digit sulle altre
Tempo di riscaldamento dopo l'accensione	15 minuti circa entro \pm 2 μ V
Tensione a vuoto (A+) - (A-) (circuito di corrente aperto in modalità <i>Start misura</i>)	nessuna
Filtro	1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 misure
Valore induttivo massimo tollerato	200 Henry
Tempo di carica massima consentito dell'induttanza	360 secondi
Temperatura di lavoro	0 \div 50 °C
Temperatura di immagazzinamento	-20 \div 60 °C
Peso	11,0 Kg circa
Dimensioni contenitore	410x325x175 (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 (bassa/alta)	Potenza massima
3200 $\mu\Omega$	100n Ω ($10^{-7} \Omega$)	1 μ V	32mV	10A	320mW
32m Ω	1 $\mu\Omega$ ($10^{-6} \Omega$)	10 μ V	320mV	10A	3,2W
320m Ω	10 $\mu\Omega$ ($10^{-5} \Omega$)	10 μ V /100 μ V	320mV/3,2V	1A/10A	320mW/32W
3200m Ω	100 $\mu\Omega$ ($10^{-4} \Omega$)	10 μ V /100 μ V	320mV/3,2V	100mA/1A	32mW/3,2W
32 Ω	1m Ω ($10^{-3} \Omega$)	10 μ V /100 μ V	320mV/3,2V	10mA/100mA	3,2mW/320mW
320 Ω	10m Ω ($10^{-2} \Omega$)	100 μ V	3,2V	10mA	32mW

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

L'autonomia della batteria è stata misurata usando cavi di corrente da 6mm² da 1,5m di lunghezza ciascuno.



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

ESECUZIONE DELLA MISURA



LEGGERE ATTENTAMENTE QUESTO PARAGRAFO PRIMA DI UTILIZZARE LO STRUMENTO

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DELLO STRUMENTO

In estrema sintesi l'avvolgimento, primario o secondario, di un trasformatore può essere immaginato scomposto in una componente resistiva ed in una induttiva, con quest'ultima largamente prevalente sulla prima.

Per eseguire una misura si inietta una adeguata corrente nell'avvolgimento desiderato e ciò determina due conseguenze:

- viene immagazzinata energia nel nucleo del trasformatore in ragione pari a $\frac{1}{2} L_{\text{trafo}} * I_{\text{misura}}^2$
- è necessario un certo tempo per caricare il nucleo del trasformatore pari a $L_{\text{trafo}} * I_{\text{misura}} / V$ dove V è la tensione di carica ed è dipendente dallo strumento di misura

Una conseguenza assai pericolosa, con trasformatori di grande potenza (e quindi con un'elevata induttanza) è la creazione di extratensioni (archi elettrici) di notevole intensità pari a varie volte la tensione nominale dell'avvolgimento. Teoricamente un avvolgimento da 20KV può determinare extratensioni anche di oltre 100KV se questa non viene limitata da altri fenomeni.

Per quanto detto è assolutamente essenziale che l'apertura e chiusura degli interruttori T_{misura} e T_{scarica} segua delle tempistiche ben precise onde evitare situazioni di pericolo ed

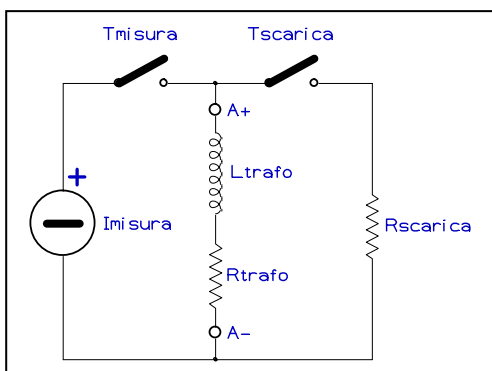


Fig. 2 Schema di principio del circuito di carica e scarica dello strumento.



E' ASSOLUTAMENTE VIETATO ESTRARRE I CONNETTORI O SCOLLEGARE I CAVI DURANTE L'INTERA FASE DI MISURA. IN PARTICOLAR MODO SU UN CARICO ALTAMENTE INDUTTIVO CIÒ PUÒ PORTARE ANCHE A GRAVI DANNEGGIAMENTI DELLO STRUMENTO!

NON CONNETTERE LO STRUMENTO ALLA RETE DURANTE LA MISURA SU TRASFORMATORI OLTRE I 5MVA!

SPEGNERE LO STRUMENTO SOLAMENTE DOPO AVER SCOLLEGATO I CONNETTORI O I CAVI DI MISURA!

NON COLLEGARE I CAVI O CONNETTORI DI MISURA A TENSIONI ESTERNE!

Seguendo la procedura di misura di seguito esposta si eliminano le situazioni di pericolo poiché lo strumento è in grado di gestire adeguatamente l'interruttore di misura e quello di scarica, disperdendo l'energia accumulata nel nucleo del trasformatore su di una resistenza di potenza interna ad esso.

PROCEDURA DI MISURA

La procedura di misura comprende 4 diverse fasi e una volta avviata prosegue in modo completamente automatica. Nella riga centrale del display compaiono vari messaggi in funzione della condizione operativa o delle condizioni di allarme presenti.

Nella tabella seguente sono riassunti i messaggi forniti, compreso quello inerente la segnalazione di pulsante di emergenza premuto.

Fase	Descrizione	Valore	Messaggio	Segnalaz. luminosa	Segnalaz. acustica
<i>Start misura</i>	Lo strumento è in attesa di avviare la procedura di misura	da XX.xxΩ a X.xμΩ a seconda della portata selezionata (fisso)	<i>Wait to start</i> (fisso)	nessuna	nessuna
<i>Carica dell'induttanza</i>	La procedura di misura è avviata e l'induttanza è in fase di carica	da XX.xxΩ a X.xμΩ a seconda della portata selezionata (lampeggiante)	<i>Charge Inductance TF</i> (lampeggiante)	breve ogni 1,5 secondi	breve ogni 3 secondi
<i>Misura</i>	L'induttanza è carica e la misura è valida	valore misurato (fisso)	*** <i>Valid measure</i> *** (fisso)	50% accesa 50% spenta con periodo di 0,75 sec	breve ogni 3 secondi
<i>Scarica dell'induttanza</i>	L'induttanza è in fase di scarica	ultimo valore misurato se la misura è valida o da XX.xxΩ a X.xμΩ (fisso) la misura non è valida perché la carica è durata oltre 6 minuti (fisso)	<i>Discharge Inductance</i> (lampeggiante) ** <i>Invalid measure</i> ** (lampeggiante)	50% accesa 50% spenta con periodo di 0,75 sec per metà del tempo di scarica e breve ogni 1,5 secondi per il tempo rimanente 50% accesa 50% spenta con periodo di 0,75 sec per metà del tempo di scarica e breve ogni 1,5 secondi per il tempo rimanente	lunga ogni 3sec per metà del tempo di scarica e breve per il tempo rimanente lunga ogni 3sec per metà del tempo di scarica e breve per il tempo rimanente
- - - - -	Pulsante di emergenza premuto	da XX.xxΩ a X.xμΩ a seconda della portata selezionata (lampeggiante)	* <i>EMERGENCY PUSHED</i> * (lampeggiante)	50% accesa 50% spenta con periodo di 0,75 sec	due lunghi consecutivi ogni 2 secondi

Per semplicità e chiarezza verranno in seguito denominati con **A+**, **A-**, **V+** e **V-** rispettivamente i contatti di correnti e tensione disponibili ai connettori di misura, secondo quanto indicato sullo stesso frontale dello strumento e qui riportato:

A+	contatti 1, 2, 3]	Connettore positivo
V+	contatto 4		
A-	contatti 1, 2, 3]	Connettore negativo
V-	contatto 4		

Impostazione della misura

Innanzitutto occorre selezionare la portata e la corrente di misura desiderate tenendo presente che una corrente di misura alta consente una maggior stabilità della rappresentazione della misura stessa, ma implica un maggior tempo di carica e scarica del nucleo ed una maggior energia in esso accumulata.

Una volta inseriti i due connettori volanti nelle prese site sulla destra del pannello dello strumento è indispensabile azionare le leve di blocco in modo che non possano essere sfilati inavvertitamente.

Lo schema di collegamento è quello classico della misura a quattro fili di tipo Kelvin rappresentato nello schema di Fig. 3.

Si consiglia, non sapendo nemmeno indicativamente il valore della resistenza da misurare, di iniziare con una portata ohmmetricamente alta e con una corrente di misura bassa: ciò consente in breve tempo di fare una misura indicativa per poi proseguire con la portata più idonea e possibilmente con la corrente maggiore.

La connessione dei terminali di tensione e corrente fra trasformatore e strumento può essere eseguita indifferentemente prima o dopo la selezione della portata e della corrente di misura, ma **MAI** dopo che si è avviata la misura, mentre si consiglia una sezione di almeno 4mm^2 quando vengono usate correnti di misura di 10A.

Una volta avviata la procedura di misura lo strumento non consente più un cambio della portata e della corrente (che potrebbero dare luogo ad

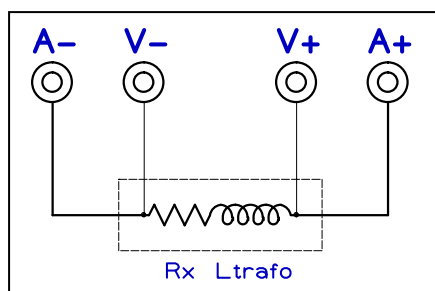


Fig. 3 Schema di collegamento di tipo Kelvin per la misura di resistenze di basso valore.

extratensioni potenzialmente distruttive) se non dopo che la procedura di misura è terminata o è stata interrotta seguendo le indicazioni di seguito fornite.

In questa fase sul display compare la scritta *Wait to start*.

Avvio della misura e carica dell'induttanza

Dopo aver selezionato portata e corrente e connesso i quattro terminali **A+**, **A-**, **V+** e **V-** al trasformatore è possibile avviare la procedura di misura premendo il pulsante **Start/Stop**.

Compaiono la scritta *Charge Inductance TF* e nella parte centrale inferiore il conteggio del tempo di carica. Una segnalazione acustica breve con periodo di 3 secondi segnala il possibile pericolo.

Lo strumento è in grado di capire quando l'induttanza è carica passando alla fase di misura, ma se la fase di carica dell'induttanza supera i 6 minuti o si ha il permanere di un overrange della portata, la fase di carica viene interrotta passando automaticamente alla fase di scarica.

Cavi di corrente con eccessiva resistenza

Può anche capitare che l'eccessiva lunghezza dei cavi di misura e/o la ridotta sezione di questi porti ad una abbondante caduta di tensione sui cavi stessi, in particolare quando vi è una corrente di misura di 10A. Una prima conseguenza è l'intervento della protezione di tensione sui segnali di tensione e ad una seconda conseguenza è la notevole riduzione dell'autonomia delle batterie giacché la notevole caduta di tensione sui cavi determina la naturale conseguenza di una maggior dissipazione di energia.

In questo caso lo strumento fornisce l'avviso *High Resistance Wire!* per segnalare l'attivazione della protezione dovuta all'eccessiva resistenza dei cavi .

In tal caso dopo aver terminato la misura premendo il pulsante **Start/Stop** sostituire i cavi con altri di minor lunghezza o maggior sezione.

Il fattore di merito *F* dei cavi deve essere tale che il rapporto Lunghezza/Sezione è bene sia inferiore a 3, comunque non deve mai risultare superiore a 4:

$$F = \text{Lunghezza (in metri)} / \text{Sezione (in mm}^2\text{)} \leq 4$$

Quale esempio si consideri di utilizzare un cavo 4x1,5mm² di 15 metri di lunghezza per ciascuno dei due connettori. La corda giallo-verde sarà dedicata alla misura della tensione mentre le rimanenti tre in parallelo serviranno a portare la corrente di misura. Il risultato è:

$$F = 15 / (3 \times 1,5) = 15 / 4,5 = 3,33 \quad \text{accettato}$$

Un cavo da 3x2,5mm² di 30 metri di lunghezza, con una corda dedicata alla misura di tensione, ha

$$F = 30 / (2 \times 2,5) = 30 / 5 = 6 \quad \text{NON accettato}$$

Si ribadisce che la lunghezza considerata nel calcolo è quella di uno solamente dei cavi di corrente, se di pari estensione, oppure di quello di lunghezza maggiore se differenti.

La tabella seguente indica la lunghezza massima di uno dei cavi di misura in funzione del numero e della sezione dei conduttori, di cui uno è usato per la misura di tensione e dunque non considerato nel calcolo della sezione.

Lunghezza massima dei cavi		
Numero poli x sezione	Sezione considerata	Lunghezza massima ammisibile
2 x 1,5mm ²	1,5 mm ²	6m
3 x 1,5 mm ²	2 x 1,5 mm ²	12m
4 x 1,5 mm ²	3 x 1,5 mm ²	18m
2 x 2,5 mm ²	2,5 mm ²	10m
3 x 2,5 mm ²	2 x 2,5 mm ²	20m
4 x 2,5 mm ²	3 x 2,5 mm ²	30m

Interruzione della misura / carica dell'induttanza

E' possibile interrompere la procedura di misura già durante la fase di carica dell'induttanza semplicemente premendo il pulsante **Start/Stop** o il pulsante **Emergency**. Questo porta automaticamente alla fase di scarica.

Prima di scollegare eventualmente i connettori attendere sempre che sia terminata la fase di scarica dell'induttanza, come indicato nel successivo paragrafo **Termine della scarica**.

Misura

Visualizza la misura e compare la scritta ***** Valid measure *****.

Una segnalazione acustica breve con periodo di 3 secondi segnala il possibile pericolo. Infatti anche se la tensione è bassa (nominalmente di 3,2V o 0,32V sull'elemento incognito a seconda della corrente di misura), l'energia immagazzinata nel nucleo è potenzialmente distruttiva e può anche superare i 10000 Joule e generare altissime tensioni se viene aperto il circuito di corrente.

Si fa altresì presente che 10000 Juole corrispondono all'energia rilasciata da un corpo di 2Kg che impatta alla velocità di 360 Km/ora o di un pugno sferrato alla velocità di 800 Km/ora (la velocità di un jet).

Quando si considera la misura conclusa è possibile avviare la fase di scarica dell'induttanza premendo nuovamente il pulsante **Start/Stop**.

Si rammenta di **NON SCOLLEGARE** ancora i terminali di corrente poiché prima è indispensabile scaricare l'induttanza del trasformatore dell'energia immagazzinata durante la fase di carica e misura.

Scarica dell'induttanza

Questa fase può essere raggiunta in cinque distinte situazioni:

- *durante la fase di carica dell'induttanza si è raggiunto il limite di 6 minuti oppure non vi è stata una misura valida permanendo una misura di overrange*
- *è stato premuto il pulsante **Start/Stop** durante la fase di carica dell'induttanza*
- *è stato premuto il pulsante **Start/Stop** poiché si è considerata terminata la misura*
- *è stato premuto il pulsante di emergenza*
- *durante il corretto funzionamento è stato scollegato uno dei terminali di corrente e la generazione di eventuali sovratensioni ha portato lo strumento a mettersi in sicurezza*

Sebbene in tutti i casi lo strumento procede alla scarica dell'induttanza, nel primo caso compare la scritta lampeggiante **** Invalid measure ****, mentre nei rimanenti quattro compare la scritta, sempre lampeggiante, *Discharge Inductance*.

Per la prima metà del tempo di scarica si ha una segnalazione acustica lunga ogni 3 secondi e la scritta lampeggiante *High* nella parte inferiore destra dello schermo, mentre nella seconda metà della scarica la segnalazione acustica è breve e la scritta *Low* è fissa.

Le scritte *High* e *Low* stanno ad indicare rispettivamente una alta e una bassa tensione di scarica presente ancora ai capi del trasformatore sotto misura.

Termine della scarica

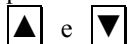
Per segnalare la conclusione della scarica lo strumento emette quattro brevi segnalazione acustiche ravvicinate tornando alla condizione di impostazione della misura segnalando *Wait to start*.

SOLAMENTE dopo questa segnalazione è possibile, se desiderato, scollegare i connettori o modificare la portata o la corrente di misura.

AZZERAMENTO DELLO STRUMENTO

Sebbene già tarato in fabbrica, può capitare che vi sia la necessità di un azzeramento dello strumento, in particolare con corrente di misura bassa o sulla portata inferiore. La procedura di azzeramento è assolutamente identica a quella di misura, ma prima di avviarla occorre collegare i conduttori di corrente come appare nello schema adiacente.

Dopo aver atteso l'assestamento della misura è possibile premere contemporaneamente i tasti



per acquisire il valore di

zero, ma l'azzeramento viene accettato se il valore di fuori zero è entro ± 5000 digit nella portata inferiore di $3200\mu\Omega$, e di ± 2000 digit nelle rimanenti, indipendentemente dalla corrente di misura, alta o bassa, usata.

Se il fuori zero rientra nei limiti accettati si avrà l'azzeramento della misura rappresentata sul display e una segnalazione acustica breve, viceversa non si avrà l'azzeramento della misura e la segnalazione acustica sarà lunga.

Quando viene premuto il primo dei due tasti lo strumento dà una segnalazione acustica lunga, che però in questa circostanza non va considerata.

Sulla portata inferiore ($3200\mu\Omega$), dove si ha una risoluzione in tensione di solo $1\mu V$, è sufficiente del rumore elettrico ambientale per rendere la misura e l'azzeramento un po' instabili, soprattutto se è connesso allo strumento un trasformatore ed ancor più se questo è di grandi dimensioni o ad alta tensione. Lo strumento è in grado di fare misure più che attendibili anche su questa portata, pur di adottare accorgimenti adeguati a renderla valida.

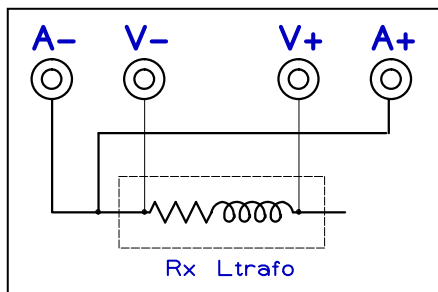


Fig. 4 Collegamento da eseguire durante la procedura di azzeramento.

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 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 validi.

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, in particolare se si devono eseguire misure sulla portata inferiore ($3200\mu\Omega$).

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 cavi di tipo Kelvin questo problema non sussiste in quanto le due pinze 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 potrebbe servire un periodico azzeramento con la procedura descritta al paragrafo precedente.

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

E' essenziale adottare alcuni indispensabili ed elementari accorgimenti per avere una buona qualità della misura:

- Pulire le superfici dei terminali della resistenza incognita e dei cavi di misura da oli, acqua, ossidi ecc.
- Evitare di scaldare/raffreddare anche di poco e in qualsiasi modo un terminale della resistenza da misurare rispetto all'altro.
- Attendere che il pezzo da misurare si sia raffreddato.

- E' fortemente consigliato l'uso di cavi di non meno di 4mm^2 quando si usano le tre portate inferiori di $320\text{m}\Omega$, $32\text{m}\Omega$ e $3200\mu\Omega$, ove sono presenti correnti di misura di 10A.
- Evitare di concatenare i cavi di misura con campi magnetici variabili che possano rendere instabile la lettura.
- Eseguire sempre un azzeramento alla prima misura ed attendere non meno di 10 minuti dall'accensione prima di utilizzare lo strumento, se si desidera una buona precisione e stabilità della misura.
- Eseguire sempre un azzeramento quando si è 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'azzeramento.

Siccome i potenziali di contatto possono variare da punto a punto è indispensabile, per avere i migliori risultati, non spostare i punti di misura, anche se questi si presume siano equipotenziali: flussi di corrente diversi e potenziali di contatto diversi in punti diversi alterano la misura. Questo è assolutamente valido anche qualora si volesse eseguire un azzeramento: non va mai alterato il collegamento elettrico dei terminali di tensione fra la fase di misura e quella di azzeramento.

AVVOLGIMENTI AD ALTA TENSIONE

Eseguendo la misura su avvolgimenti, primario o secondario, ad alta tensione è possibile che la misura sia instabile ed imprecisa a causa del notevole rumore indotto dall'elevato numero di spire dell'avvolgimento medesimo. E' infatti sufficiente una minima variazione di flusso magnetico captato del trasformatore per generare tensioni indotte che disturbano la misura. E tale effetto è tanto maggiore quanto maggiore è la tensione nominale dell'avvolgimento. Non vi è però una precisa soglia di tensione definibile come "alta" poiché questa può essere notevolmente variabile in funzione della taglia del trasformatore e della sua collocazione nei pressi di altri trasformatori o cavi attivi.

Per ovviare all'inconveniente è sufficiente cortocircuitare gli avvolgimenti non utilizzati: tipicamente i secondari, ma anche i primari, purché ciò non vada ad influire sul valore di resistenza da misurare.

Questo accorgimento consente di ridurre drasticamente il rumore generato e l'induttanza "vista" dallo strumento consentendo una misura molto più stabile, accurata ed un assestamento di essa sicuramente più breve. Ciò permette generalmente anche di poter selezionare un valore di filtro minore senza per questo aumentare in maniera apprezzabile la fluttuazione della misura.

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.

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.

PORTA DI COMUNICAZIONE

GENERALITÀ

Il microohmmetro **20026** è dotato, di serie, di un'interfaccia USB optoisolata. Tramite apposito modulo opzionale, che si presenta simile ad un connettore volante RS232 9 poli con presa USB tipo B sul retro, è possibile connettere lo strumento ad un PC ottenendo le seguenti informazioni:

- ▶ *misura principale*
- ▶ *stato dello strumento (portata, filtro, corrente di misura, retroilluminazione, ecc.)*

Inoltre è possibile:

- ▶ *modificare il 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 13 byte seguita da un quattordicesimo byte di checksum*
- *un comando di scrittura seguito da una stringa di 5 byte che rappresentano il nuovo setup, a cui si aggiunge un settimo byte di checksum*

LETTURA DATI

Per motivi di standardizzazione il protocollo di comunicazione è analogo a quello usato per altri strumenti della famiglia, che però offrono altre prestazioni ed utilizzano un maggior numero di variabili. Per tale ragione vi sono alcuni byte dedicati a funzioni non presenti in questo strumento che assumono valore costantemente nullo.

Per la lettura dei dati viene inviato un unico byte di richiesta di valore 00H. Lo strumento risponde con 13 byte di dati seguiti da un byte terminale di checksum, secondo quanto evidenziato nella tabella seguente. I primi 5 byte sono sia di lettura che di scrittura, ovvero sono anche 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), 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	sempre 00H <i>(variabile prevista dal protocollo di comunicazione ma non implementata dallo strumento, per cui il valore è sempre uguale a zero)</i>	word	lettura e scrittura
2	sempre 00H <i>(variabile prevista dal protocollo di comunicazione ma non implementata dallo strumento, per cui il valore è sempre uguale a zero)</i>		
3	portata	byte	lettura e scrittura
4	filtro	byte	lettura e scrittura
5	stato1	flag	lettura e scrittura
6	stato2	flag	lettura
7	byte superiore misura principale (in valore assoluto)	word	lettura
8	byte inferiore misura principale (in valore assoluto)		
9	sempre 00H <i>(variabile prevista dal protocollo di comunicazione ma non implementata dallo strumento, per cui il valore è sempre uguale a zero)</i>	word	----
10	sempre 00H <i>(variabile prevista dal protocollo di comunicazione ma non implementata dallo strumento, per cui il valore è sempre uguale a zero)</i>		
11	sempre 00H <i>(variabile prevista dal protocollo di comunicazione ma non implementata dallo strumento, per cui il valore è sempre uguale a zero)</i>	word	----
12	sempre 00H <i>(variabile prevista dal protocollo di comunicazione ma non implementata dallo strumento, per cui il valore è sempre uguale a zero)</i>		
13	matricola	byte	lettura
14	checksum	byte	lettura

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

byte 1-2

Variabile prevista dal protocollo di comunicazione ma non implementata dallo strumento, per cui il valore è sempre uguale a zero.

E' un valore sia di lettura che di scrittura.

byte 3 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	<i>non usato</i>
1	<i>non usato</i>
2	3200 $\mu\Omega$
3	32m Ω
4	320m Ω
5	3200m Ω
6	32 Ω
7	320 Ω

byte 4 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 5 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	Fase di misura	0 = in attesa di avviare la misura
1	2		1 = carica dell'induttanza 2 = misura valida 3 = scarica dell'induttanza
2	-	Corrente di misura	0 = corrente bassa 1 = corrente alta
3	-	Retroilluminazione display	0 = spenta 1 = accesa
4	-	<i>non usato</i>	
5	-	<i>non usato</i>	
6	-	<i>non usato</i>	
7	-	<i>non usato</i>	

byte 6 Stato2

Questo byte è un insieme di 6 campi che completano lo stato dello strumento. E' una variabile di sola lettura.

Stato2			
# bit	Peso binario	Significato	Valore
0	1	<i>non usato</i>	
1	2		
2	1	Overload misura	0 = nessun overload nella misura 1 = overload positivo 2 = overload negativo 3 = eccessiva resistenza dei cavi di corrente
3	2		
4	-	Polarità misura	0 = polarità positiva 1 = polarità negativa
5	-	<i>non usato</i>	
6	-	<i>non usato</i>	
7	-	<i>non usato</i>	

byte 7-8 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 *Stato2*.

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:

$$\text{valore_misura} = \text{byte7} * 256 + \text{byte8} \quad (\text{valore assoluto})$$

E' un valore di sola lettura.

byte 9-10

Variabile prevista dal protocollo di comunicazione ma non implementata dallo strumento, per cui il valore è sempre uguale a zero.

E' un valore di sola lettura.

byte 11-12

Variabile prevista dal protocollo di comunicazione ma non implementato dallo strumento, per cui il valore è sempre uguale a zero.

E' un valore di sola lettura.

byte 13 Matricola

E' la matricola dello strumento
 E' un valore di sola lettura.

byte 14 Checksum

E' la somma algebrica dei tredici byte di dati, troncata al byte inferiore.
 Se ipoteticamente la somma dei byte precedenti corrisponde a 01A2H (valore 01A2 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 cinque 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 cinque i byte rappresentati nella tabella seguente successivamente al byte di comando 08H aggiungendo, quale settimo 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.

Per motivi di sicurezza non è possibile modificare la corrente e la portata selezionata quando è in atto la misura, né avviare o interrompere la misura stessa.

COMANDO DI SCRITTURA = 08H			
# byte	Funzione	Tipo di dato	Letture / Scrittura
1	08H (codice di comando per la scrittura)	byte	scrittura
2	00H <i>(può assumere qualsiasi valore poiché non viene considerato, ma si consiglia di porlo a zero)</i>	word	lettura e scrittura
3	00H <i>(può assumere qualsiasi valore poiché non viene considerato, ma si consiglia di porlo a zero)</i>		
4	portata	byte	lettura e scrittura
5	filtro	byte	lettura e scrittura
6	stato1	flag	lettura e scrittura
7	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

Tale variabile non viene considerata in questo strumento, per cui si consiglia di porla uguale a zero).

byte 4 Portata

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 7, estremi compresi. Valori che eccedono questi limiti non vengono considerati dallo strumento.

La portata non viene modificata se lo strumento è in misura.

byte 5 Filtro

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.

byte 6 Stato1

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

Stato1			
# bit	Peso binario	Significato	Valore
0	1	<i>non usato</i>	
1	2		
2	-	Corrente di misura	0 = corrente bassa 1 = corrente alta
3	-	Retroilluminazione display	0 = spenta 1 = accesa
4	-	<i>non usato</i>	
5	-	<i>non usato</i>	
6	-	<i>non usato</i>	
7	-	<i>non usato</i>	

byte 7 Checksum

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

Se ipoteticamente la somma dei byte precedenti corrisponde a 01FBH (valore 01FB in rappresentazione esadecimale) questo byte vale FBH.

CERTIFICATO DI COLLAUDO

MODELLO STRUMENTO 20026
MATRICOLA STRUMENTO _____
BATTERIE OK
PORTA USB OK
TEMPERATURA di TARATURA _____

PORTATA	VALORE CAMPIONE	VALORE MISURATO	PRECISIONE DICHIARATA (alta/bassa corrente)	RISULTATO
320Ω			0,5 ‰	OK
32Ω			0,5 ‰ / 0,6 ‰	OK
3200mΩ			0,5 ‰ / 0,6 ‰	OK
320mΩ			0,5 ‰ / 0,6 ‰	OK
32mΩ			0,6 ‰	OK
3200μΩ			0,8 ‰	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 **20026**, al quale questa dichiarazione si riferisce, è conforme alle norme previste dalla direttiva CEE 89/336.

Cardano al Campo, 16/01/09

Pedranti Elio