

L'azzeramento del nanoohmmetro 20024

Lo scopo di questa breve nota è di fornire una procedura per il migliore azzeramento possibile delle cause di offset del nanoohmmetro 20024.

Lo strumento dispone delle portate da 320Ω a $32\mu\Omega$. Le portate da 320Ω a $3200\mu\Omega$ hanno la possibilità di eseguire le misure con due diverse correnti: la corrente "alta" fornisce una risoluzione in tensione di $1\mu V$, mentre quella "bassa" ha una risoluzione di $0,1\mu V$.

Il vantaggio di una corrente alta è di avere una risoluzione in tensione difficilmente influenzata da disturbi ambientali e del sistema di misura quali: offset dell'amplificatore, potenziali di contatto e disturbi elettromagnetici. Lo svantaggio è una maggiore dissipazione per effetto Joule su ciò che si sta misurando, in particolare sulle portate di $32m\Omega$ e $3200\mu\Omega$ dove ci sono rispettivamente correnti di misura di 1A e 10A.

Sulle portate da 320Ω a $3200\mu\Omega$, anche con correnti "basse", la deriva della misura a causa degli effetti o disturbi sopra citati generalmente non supera $\pm 2 \div 4$ digit, anche quando si ha un lieve riscaldamento interno allo strumento per effetto della corrente erogata di 10A.

Anche la portata di $320\mu\Omega$ rientra in questa categoria poiché la corrente di misura unica di 10A genera una risoluzione in tensione di $0,1\mu V$.

La portata certamente più critica risulta essere quella di $32\mu\Omega$ che fornisce una risoluzione di soli 10nV. Con questi livelli di segnale è indispensabile porre attenzione a qualsiasi causa di disturbo della misura per minimizzarne l'effetto. Queste cause sono di due tipi: interne ed esterne allo strumento e sono riassunte nelle due tabelle seguenti.

Seppur sempre presenti, questi disturbi si manifestano in modo assolutamente preponderante sulla portata inferiore. Mentre disturbi statici possono essere facilmente eliminati con un azzeramento, la presenza di disturbi variabili è più fastidiosa e difficile da eliminare.

Nel capitolo **ACCORGIMENTI NELL'ESECUZIONE DELLA MISURA** del manuale dello strumento sono indicati in dettaglio disturbi, cause e rimedi da adottare per eliminare o ridurre le influenze negative.

Cause interne allo strumento	
Disturbo	Possibili cause e rimedi
Deriva dell'offset dell'amplificatore di misura <i>(Si presenta come un incremento o decremento ad un valore asintotico della durata di 5÷10 minuti e di ampiezza sino a 200÷400nV, corrispondenti a 20÷40 digit sulla portata di 32μΩ)</i>	La deriva dell'amplificatore è sostanzialmente causata al riscaldamento dei componenti dell'amplificatore medesimo sia subito dopo l'accensione che per variazioni di temperatura interne allo strumento causate sia da dissipazioni interne (quando si usa la corrente di misura di 10A) che da variazioni della temperatura ambiente del luogo dove si trova il nanoohmmetro. <ul style="list-style-type: none">- Si consiglia di iniziare ad eseguire le misure sulla portata di $32\mu\Omega$ almeno 5÷10 minuti dopo l'accensione dello strumento.- Se il tipo di misura lo consente è meglio attendere l'assestamento della temperatura interna dovuta all'erogazione della corrente di 10A. Ciò richiederà circa 10 minuti.- Il funzionamento con la batteria riduce la dissipazione interna.- Evitare di porre lo strumento in prossimità di correnti d'aria di qualsiasi tipo: ventilatori, condizionatori, porte e finestre, movimento di persone. Non è consigliabile nemmeno porre lo strumento in una camera termostata poiché si possono avere continue lente oscillazioni della temperatura.
Fluttuazione dovuta alla connessione alla tensione di rete <i>(Si presenta come una fluttuazione abbastanza periodica di periodo compreso fra pochi secondi ed il minuto e di ampiezza di qualche decina di nanovolt)</i>	La fluttuazione è dovuta al fatto che la misura non è sincrona con la frequenza di rete. <ul style="list-style-type: none">- È possibile scollegare lo strumento dalla rete facendolo funzionare con la sola batteria interna. Per evitare un'eccessiva scarica della batteria si consiglia di scollegare lo strumento dalla rete, ad esempio tramite un interruttore o un relè tripolare, solo quando occorre eseguire la misura.- Alcune volte può essere utile scollegare anche la connessione di terra (oltre a quella di rete elettrica), mentre altre volte si ottengono risultati migliori mantenendo la connessione di terra o utilizzando la boccia gialla posta sul retro dello strumento connettendola ad un punto di terra meno rumoroso.

Cause esterne allo strumento	
Disturbo	Possibili cause e rimedi
<p>Deriva dovute a variazioni di temperatura</p> <p><i>(Si presenta come un incremento o decremento ad un valore asintotico di durata non definibile e di ampiezza anche di molte centinaia di nanovolt, corrispondenti a molte decine di digit sulla portata di $32\mu\Omega$)</i></p>	<p>La deriva è sostanzialmente causata da modifiche nei potenziali di contatto lungo i fili di tensione in seguito ad escursioni di temperatura dovute a: variazioni della temperatura ambiente, all'aver toccato boccole, banane o puntali, alla presenza di correnti d'aria, a variazione nell'insolazione lungo i fili di tensione.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si consiglia di porre lo strumento ed il dispositivo da misurare in una zona isolata dove non si hanno variazioni di temperatura ambientale a causa di ventilatori, condizionatori, porte e finestre, movimento di persone. - Evitare di toccare inutilmente boccole, banane e puntali di tensione, attendendo 3÷5 minuti prima di eseguire una misura dopo averle toccate. In tal modo si ha l'assestamento termico dei potenziali di contatto che possono avere variazioni misurabili anche con escursioni di temperatura di pochi millesimi di grado centigrado. - Pulire bene la zona dove i puntali di tensione toccano il dispositivo. - Evitare di spostare i puntali di tensione dopo averli collocati perché in punti diversi si hanno potenziali di contatto diversi.
<p>Fluttuazione dovuta a campi magnetici</p> <p><i>(Si presenta come una fluttuazione casuale di periodo compreso fra il secondo e pochi secondi di ampiezza sino a qualche centinaio di nanovolt, corrispondenti a qualche decina di digit sulla portata di $32\mu\Omega$)</i></p>	<p>La fluttuazione è dovuta alla presenza di campi magnetici variabili di frequenza compresa fra circa un hertz ed il centinaio di hertz.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si consiglia di tenere i fili di tensione e di corrente il più corti e vicini possibile assicurandosi inoltre che i cavi di misura non ondegghino o vibrino anche in vicinanza di campi magnetici statici. - È consigliabile attorcigliare i fili di tensione come per i cavi telefonici in modo da ridurre l'accoppiamento elettromagnetico.

Oltre alla presenza di disturbi la misura può essere affetta da un errore di offset a causa di una procedura di azzeramento non adeguata. Il motivo è da ricercare nell'amplificatore che riesce a compensare solo parzialmente la variazione della caduta di tensione lungo i fili di corrente fra la fase di misure e quella di autoazzeramento. Sebbene l'amplificatore di misura presenti un ottimo CMMR va considerato che la risoluzione in tensione sulla portata di $32\mu\Omega$ è di 10nV e che la variazione di caduta di tensione sui fili di corrente può superare i 500mV ciascuno, ovvero 50 milioni di volte maggiore della risoluzione della misura.

Sulle misure ad alta corrente tale rapporto scende a 500 mila, e non costituisce alcun problema. Sulle misure a bassa corrente, dove la risoluzione in tensione è di 0,1 μ V ed il rapporto cresce a 5 milioni, l'offset residuo può essere di $\pm 1\div 5$ digit. Più corti e di maggiore sezione sono i fili di corrente e minore è l'offset residuo. Fili di 50-60 cm di lunghezza con sezione di 6 mm² sono un buon compromesso fra praticità d'uso e riduzione dell'offset residuo, che in tal caso difficilmente supera ± 1 digit grazie ad una modesta variazione di caduta tensione di circa 20mV.

Sulla portata di $32\mu\Omega$ potrebbe essere insufficiente. Per ridurre notevolmente l'offset residuo occorre riprodurre all'esterno il circuito di auto azzeramento realizzato all'interno dello strumento.

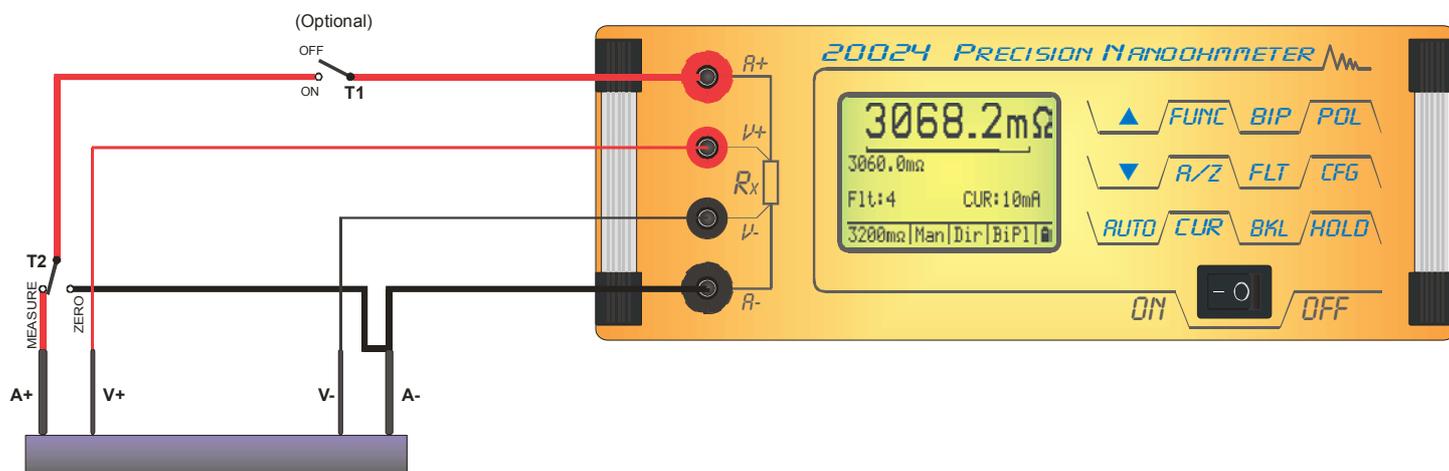
Facendo riferimento alla immagine successiva è possibile notare che, considerato l'interruttore **T1** in posizione *ON*, la misura si svolge regolarmente quando il deviatore **T2** è posto in posizione *MEASURE*. Spostando il deviatore in posizione *ZERO* la corrente di misura viene deviata passando dalla boccola **A+** alla boccola **A-** senza attraversare il dispositivo, ma passando comunque per i fili di corrente. In particolare la caduta di tensione sul filo di corrente negativo rimane la medesima di quando viene eseguita la misura. Analizzando attentamente il circuito si può infatti verificare che la resistenza di contatto del deviatore e la resistenza del collegamento fra il deviatore ed il puntale **A-** non intervengono nella determinazione della caduta di tensione sul filo che collega la boccola **A-** con il puntale **A-**.

Tale circuito esterno realizza esattamente quanto proposto nel manuale dello strumento nella figura 2 di pagina 7 per eseguire la compensazione della caduta di tensione sui fili di corrente, ma senza dover spostare manualmente il filo di corrente positivo sul puntale negativo. Un deviatore, o meglio un relè, rendono automatizzabile tale procedura.

Il vantaggio dell'aggiunta del deviatore **T2** è di ridurre sostanzialmente a zero l'offset residuo indipendentemente dalla lunghezza e dalla sezione dei fili di corrente. La lunghezza è bene sia la minima possibile con la sezione che in ogni caso non deve essere inferiore a 2,5mm². L'essenziale è che la caduta di tensione ai capi di ciascuno dei due fili di corrente rimanga contenuta entro 500mV.

La funzione dell'interruttore **T1** è di poter interrompere la corrente quando non viene eseguita alcuna misura, riducendo la dissipazione interna allo strumento e aumentando l'autonomia della batteria. Un caso tipico è quando si è in attesa dell'assestamento dei potenziali di contatto dopo avere spostato (scaldandoli per averli toccati) i puntali di tensione.

Ovviamente è anche possibile lasciare chiuso in posizione **ON** l'interruttore **T1** attendendo contemporaneamente sia l'assestamento dei potenziali di contatto che il riscaldamento interno dello strumento. Tutto dipende dalla procedura che si desidera seguire.



Una possibile procedura è elencata nella tabella sottostante, ma possono esservi delle varianti a seconda delle specifiche necessità di misura.

Possibile procedura di azzeramento tramite compensazione della caduta di tensione sui fili di corrente	
Azione	Scopo
Selezionare il valore di filtro tramite il tasto FLT	Sulle due portate inferiori il filtro minimo selezionabile è 8. Maggiore è il valore del filtro maggiore è la stabilità della misura, ma risulta più lento l'aggiornamento della misura stessa.
Chiudere l'interruttore T1 (opzionale) ponendolo in posizione ON	Permette l'erogazione della corrente di misura.
Porre il deviatore T2 in posizione ZERO	Permette di eseguire la compensazione della caduta di tensione sui fili di corrente.
	<p>Possibilità a)</p> <p>a) Se si ha la necessità di una misura veloce, anche se con un azzeramento leggermente meno preciso, è possibile sfruttare l'inerzia termica, così da non dar luogo ad una sufficiente propagazione del calore. È quindi possibile passare al passo successivo appena la misura è sufficientemente stabile.</p> <p>Possibilità b)</p> <p>b) Se serve la massima precisione dell'azzeramento ed è richiesta una misura continuativa occorre attendere il definitivo assestamento della lettura. Tale attesa può richiedere fra 5 e 10 minuti.</p>
<p>Premere il tasto A/Z per oltre un secondo, fino a quando si sente il secondo segnale acustico</p> <p><i>(il primo viene emesso appena viene premuto il tasto)</i></p>	<p>Azzeramento della misura salvando il valore rilevato nella memoria non volatile dello strumento.</p> <p>L'azzeramento comprende sia l'offset dell'amplificatore che i potenziali di contatto. Per ulteriori informazioni vedere il manuale dello strumento al paragrafo A/Z – Procedura di Azzeramento a pagina 7 e 8 del capitolo DEFINIZIONE TASTI E INGRESSI.</p>
Porre il deviatore T2 in pozione MEASURE	Permette la normale esecuzione della misura.
Aprire l'interruttore T1 (opzionale) ponendolo in posizione OFF	Permette l'interruzione dell'erogazione della corrente di misura. In alternativa è possibile selezionare la portata di 3200mΩ o più, che ha una piccola corrente di misura.