

Multimetri digitali (DMM, Digital Multi Meter)

- *L'alimentazione propria*

La strumentazione elettronica, in generale, prevede il ricorso a una alimentazione propria (rete o batteria) indipendente dalla grandezza da misurare (Figura 1).

Questa particolarità consente di non caricare il circuito sotto prova, evitando di sottrargli l'energia necessaria per la presentazione o l'utilizzo del risultato di misura.

Gli strumenti elettronici possono conservare ancora la forma classica di visualizzazione, mediante la deviazione di un indice su una scala graduata, ma più spesso si preferisce adottare la forma di presentazione numerica, mediante indicazione di un numero su un display.

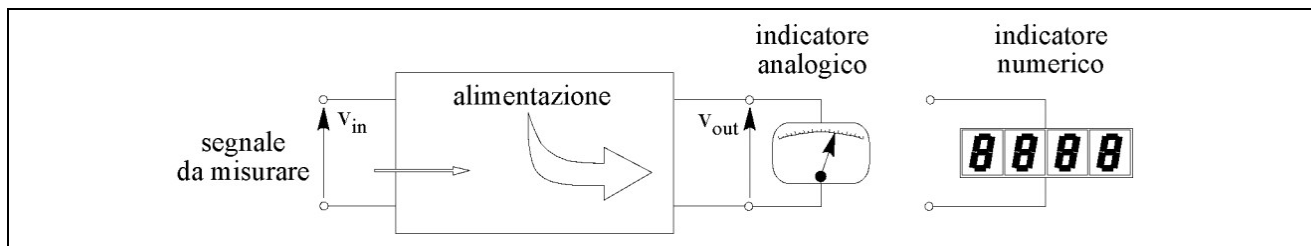


Figura 1: Schema per uno strumento elettronico

- *Voltmetri e multimetri digitali*

Per le misure di tensione sono quasi sempre impiegati nella pratica i voltmetri elettronici digitali (Digital VoltMeter, DVM). I multimetri digitali (Digital MultiMeter, DMM) sono la loro naturale evoluzione e, alla possibilità di misurare le tensioni, abbinano normalmente almeno le funzioni di amperometri e ohmmetri, per le misure di corrente e di resistenza.

Lo schema a blocchi per un classico multimetro digitale è riportato nella Figura 2.

- *Misure di tensione*

La misura delle tensioni può essere fatta su grandezze sia continue (VDC) che alternative (VAC), o comunque variabili.

Fra i componenti dello schema a blocchi di Figura 2, si osserva innanzitutto la rete attenuatrice in ingresso, che ha lo scopo di ridurre i segnali di tensione a valori sopportabili dai circuiti elettronici successivi.

Nelle misure di tensione in DC, il segnale in uscita dall'attenuatore viene direttamente applicato al convertitore analogico/digitale (AD).

Nelle misure di tensione in AC, viceversa, il circuito d'ingresso prevede una ulteriore importante sezione circuitale costituita dal convertitore AC-DC.

Questo, tipicamente, è un convertitore del tipo TRMS-to-DC, ossia produce in uscita un segnale di tensione continuo (DC), con valore pari al vero valore efficace (True Root Mean Square) del segnale applicato in ingresso.

In tal modo il convertitore analogico/digitale (AD) tratta sempre segnali di tensione continui che possono essere digitalizzati tramite convertitori analogico/digitali particolarmente accurati, per esempio del tipo a conteggio di impulsi (vedi il contatore in Figura 2).

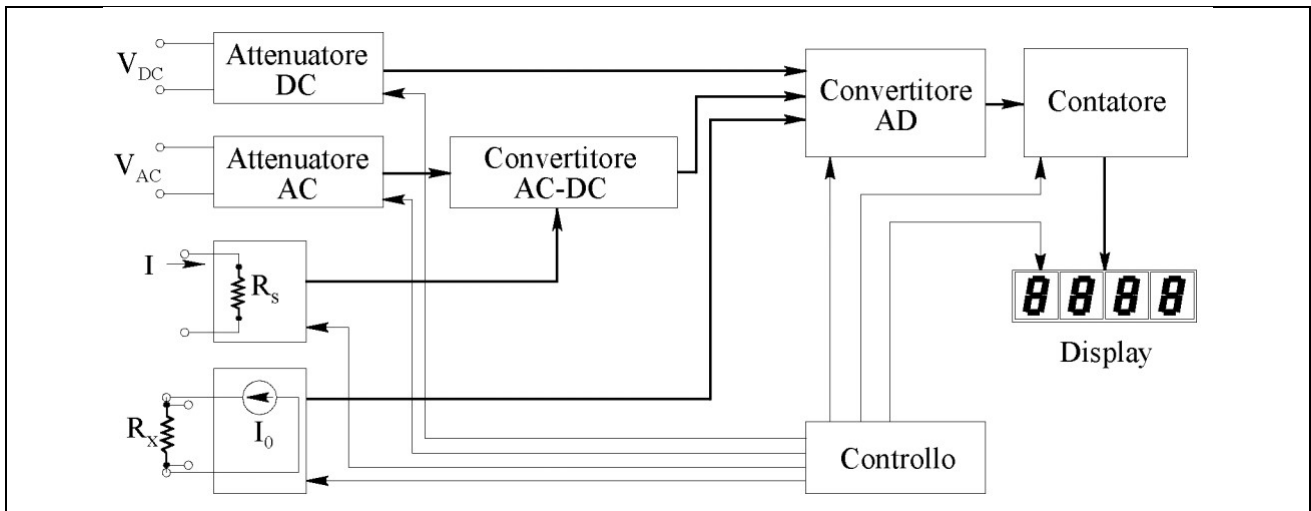


Figura 2: Schema a blocchi di un multimetro digitale

- *L'attenuazione*

Esistono dei casi in cui il segnale applicato allo strumento deve essere attenuato.

Si può in tali casi ricorrere al partitore resistivo di Figura 3 dove, come esempio, sono state poste in serie le resistenze di $9\text{M}\Omega$, $900\text{k}\Omega$ e $100\text{k}\Omega$, per un totale di $10\text{M}\Omega$.

Un amplificatore operazionale in configurazione non invertente può costituire un modo semplice per completare lo stadio d'ingresso di un voltmetro elettronico.

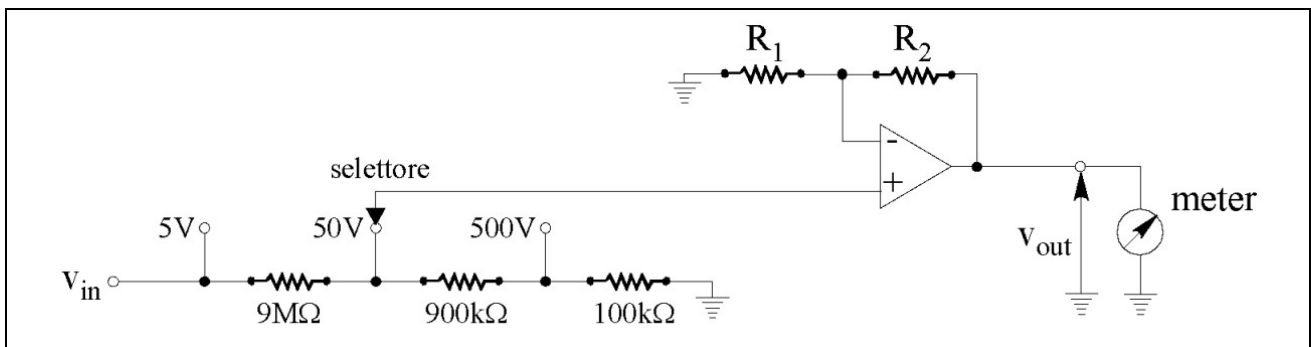


Figura 3: Circuito di ingresso con selettore di portata

In tale circuito, se si ammette un comportamento ideale dell'amplificatore, questo non assorbe alcuna corrente al morsetto non invertente (+); pertanto la tensione v_{in} applicata in ingresso allo strumento vede sempre una resistenza pari alla somma delle resistenze del partitore (nel caso illustrato il valore sufficientemente alto di $9\text{M}\Omega + 900\text{k}\Omega + 100\text{k}\Omega = 10\text{M}\Omega$).

Il selettore di portata verrà posizionato su una delle tre posizioni contraddistinte dai valori 5V, 50V e 500V, a seconda del valore della tensione in ingresso.

Se, per esempio, la tensione applicata v_{in} ha un valore inferiore a 50V e il selettore di portata è posizionato sul valore corrispondente del partitore, allora la tensione sul morsetto non invertente dell'operazionale risulta inferiore a 5V, che costituisce un valore idoneo per l'applicazione diretta all'operazionale. Buona norma suggerisce di iniziare la misurazione partendo dalla portata più alta, passando poi a quelle più basse, se necessario.

Se le resistenze R_1 e R_2 che formano la rete di retroazione dello stadio sono di valore uguale, il guadagno a ciclo chiuso è pari a 2 e la tensione d'uscita v_{out} a fondoscala risulta di 10V.

- **Misure di corrente**

Lo strumento digitale di base è un misuratore di tensioni, cioè un voltmetro. Pertanto le altre grandezze elettriche, per poter essere misurate, sono preventivamente convertite in tensione. Normalmente le misure di corrente avvengono tramite una resistenza tarata R_s , interna allo strumento. La corrente I viene fatta passare nella resistenza R_s misurando la caduta di tensione $R_s I$ che la corrente in esame provoca ai suoi capi (vedi Figura 2).

In tal modo la misura di corrente viene ricondotta alla misura di una tensione, che viene fatta dal voltmetro interno allo strumento, e per la quale vale tutto quanto detto in precedenza.

- **Attenzione ! La misura di corrente è protetta da un fusibile**

In serie alla resistenza R_s , anche se non mostrato in Figura 2, spesso è presente un fusibile, a protezione della stessa e della circuiteria collegata.

A titolo di esempio, un multimetro con 2A di valore di fondo-scala per la misura di corrente, ha tipicamente un fusibile che brucia, con conseguente apertura del circuito, qualora la corrente che attraversa R_s superi i 2A.

- **Le misure di resistenza**

Le misure di resistenza si ottengono iniettando una corrente nota I_0 , prodotta da un generatore di corrente costante, interno allo strumento, nella resistenza incognita R_x e misurando, anche in questo caso, la caduta di tensione agli estremi.

- **Misura di resistenza a quattro morsetti**

Per le resistenze di valore più basso, i multimetri digitali dispongono spesso di un sistema a quattro morsetti (metodo Kelvin), vedi Figura 4. Attraverso la prima coppia di morsetti (Hi, Lo) lo strumento inietta la corrente nota I_0 nella resistenza incognita R_x . Questa corrente passa attraverso le bocche (Hi, Lo) dove incontra la resistenza di contatto R_c che falserebbe la misura standard a due fili (voltmetro V in posizione $\Omega 2w$).

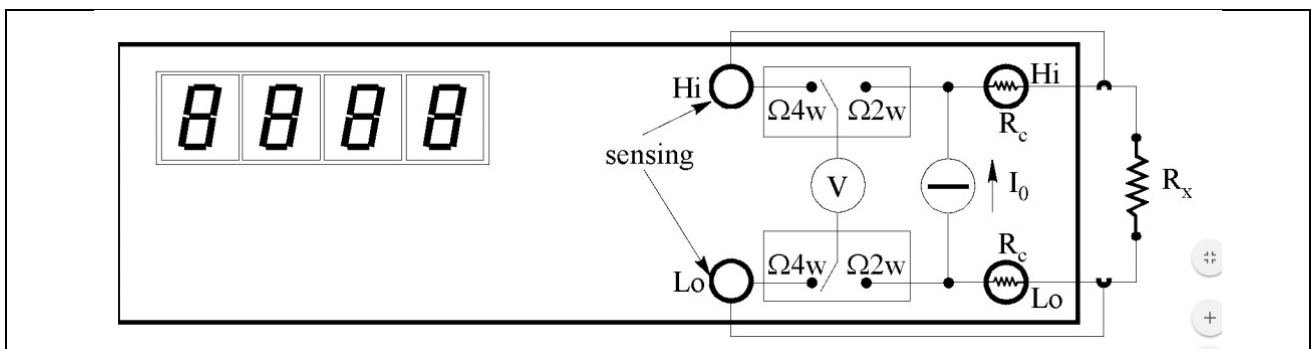


Figura 4: Misure di resistenza a due ($\Omega 2w$) e quattro ($\Omega 4w$) morsetti

Per evitare questo fatto, con l'altra coppia di morsetti di sensing (Hi, Lo) viene prelevata la tensione su due punti più vicini al resistore incognito R_x . Operando in tal modo (voltmetro V in posizione $\Omega 4w$), le cadute di tensione sulle resistenze di contatto R_c , presenti sulle bocche che portano la corrente I_0 al resistore in prova R_x , possono essere escluse dalla tensione da misurare, ottenendo una misura più accurata.

I multimetri commerciali sono infine dotati di funzioni più o meno sofisticate per il controllo e la gestione della misura: per esempio è frequente la funzione di autorange, che consiste nella predisposizione automatica della portata più opportuna per la grandezza sotto misura.