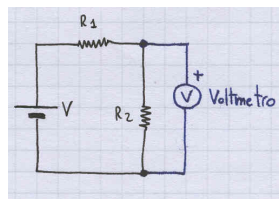


## Misure di tensione e voltmetri

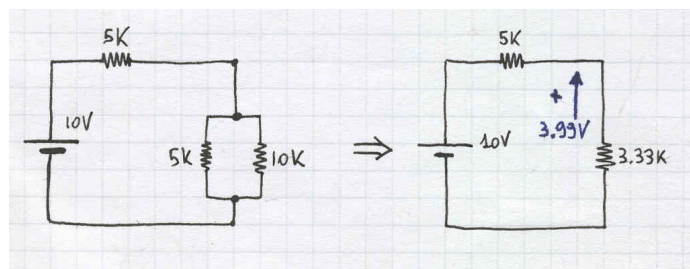
E' possibile effettuare una misura di tensione su un ramo di circuito o ai capi di un elemento mediante uno strumento chiamato **Voltmetro**.

Una misura di tipo voltmetrico viene effettuata ponendosi con i puntali dello strumento **in parallelo** all'elemento sul quale vogliamo conoscere la tensione ai suoi capi.



Nella figura il voltmetro viene posizionato ai capi di R2 e indicherà la caduta di tensione ai suoi capi.

Un voltmetro ideale presenta **resistenza interna infinita**; questo significa che in qualunque punto del circuito esso venga applicato la sua presenza è "trasparente" per il comportamento del circuito. Un voltmetro reale invece presenta una resistenza non infinita e di questo si deve tenere conto, all'atto dell'inserzione di esso sul circuito. Nell'esempio di figura se  $V=10V$ ,  $R1=5K\Omega$ ,  $R2=5K\Omega$  e il voltmetro presentasse una resistenza interna di  $10K\Omega$ , la caduta di tensione su R2 non sarebbe più pari a  $V \cdot R2 / (R1 + R2)$ , ma risulterebbe influenzata dal voltmetro. In pratica il voltmetro non misura la vera tensione ai capi di R2, ma un valore falsato dal proprio autoconsumo.



Nella figura si capisce che il voltmetro misura una tensione di 3.99V invece dei 5V che sono realmente presenti ai capi di R2 quando il voltmetro non è inserito, ovvero nel normale funzionamento del circuito e l'operatore commette un errore del 20% nella valutazione della tensione.

Perchè l'errore di autoconsumo sia di rilevanza davvero minimo è necessario impiegare voltmetri con resistenza interna sufficientemente alta rispetto alle resistenze in gioco dei circuiti sotto esame.

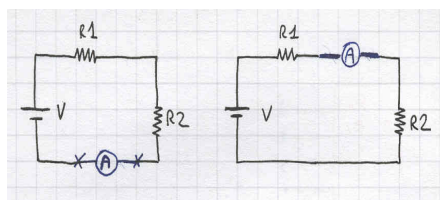
Esistono sostanzialmente 2 tipologie di voltmetri commerciali, ovvero i voltmetri analogici, in cui l'indicazione della misura viene fornita da un ago su un quadrante e i voltmetri digitali, nei quali l'indicazione viene fornita da un display.

Nei voltmetri analogici la tensione viene applicata, opportunamente ridotta mediante partitori resistivi di alta precisione ad una bobina mobile, capace di effettuare una deviazione angolare direttamente proporzionale alla tensione applicata. In particolare la dipendenza tra tensione applicata e deviazione è tanto più lineare quanto maggiore è la bontà del voltmetro, anche se generalmente è consigliabile effettuare una misura, scegliendo opportunamente la scala, in modo che da sfruttare la seconda metà della corsa dell'indice. I voltmetri analogici, a meno che non siano del tipo a 0 centrale, hanno una scala positiva da 0 al valore di fondo scala. Questo significa che invertendo le polarità ai capi dei puntali di misura l'ago tende ad andare verso la sinistra dello zero e questo può causare danni allo strumento. La resistenza interna di un voltmetro analogico inoltre non è quasi mai fissa, ma dipende dalla scala adottata per la misura; questo perchè a mano a mano che si cresce con il valore da misurare, si dovrà scegliere la scala più adatta e questa manovra si traduce internamente con un aumento delle resistenze poste in serie alla bobina di misura. Così è usuale che un voltmetro analogico abbia la resistenza interna misurata in **Ohm/Volt**. Per esempio uno strumento che ha  $20K\Omega/Volt$  presenta  $20K\Omega$  di resistenza con 1 Volt di fondo scala e  $2M\Omega$  con 100 Volt di fondo scala.

## Misure di corrente e amperometri

E' possibile effettuare una misura della corrente che circola in un circuito o in un ramo di esso mediante uno strumento chiamato **Amperometro**.

Una misura di tipo amperometrico viene effettuata interrompendo il ramo di circuito di cui si vuole conoscere l'intensità della corrente che vi circola e interponendo **in serie** lo strumento.



Nella figura l'amperometro indicherà la corrente circolante nel circuito, che ovviamente è la stessa che circola sia in R1, che in R2, che nell'amperometro stesso.

Un amperometro ideale appare al circuito con una resistenza interna nulla, ovvero come un cortocircuito. Ecco perchè **l'errata connessione di un amperometro in parallelo ad un elemento, anzichè in serie ad esso, può essere pericolosa** ed originare sovracorrenti che possono creare danni allo strumento, all'operatore o al circuito, specie in ambiti dove ci sono alte correnti disponibili per le utenze. Un amperometro reale presenta resistenza interna

non nulla e quando lo si inserisce in serie ad un ramo presenta ai suoi capi una caduta di tensione e crea un abbassamento nel valore di corrente che circola nel ramo sotto misura, dando un valore più o meno falsato. Se nello schema di figura  $V=12\text{Volt}$ ,  $R_1=100\Omega$ ,  $R_2=20\Omega$  e lo strumento ha resistenza interna di  $10\Omega$ , la corrente circolante non è più pari a  $1\text{A}$  ( $V/(R_1+R_2)$ ), ma bensì  $I=V/(R_1+R_2+1) = 0.92\text{A}$ . In pratica l'operatore inserendo l'amperometro legge un valore più basso di quello circolante in effetti nel circuito.

Poichè l'errore di misura dovuto alla resistenza interna sia minimo occorre scegliere strumenti di misura che abbiano tale resistenza sufficientemente bassa rispetto alle resistenze in gioco nel circuito sotto esame.

Anche per gli amperometri di tipo analogico è necessario usare attenzione nel non invertire i puntali rispetto al verso di circolazione della corrente e, ovviamente, di non eccedere mai il massimo di range di misura per cui è progettato lo strumento (abitudine buona per QUALUNQUE strumento di misura!).

### Strumenti di misura universali, multimetri e tester

Nella maggior parte dei casi, progettisti e manutentori non ricorrono per le misure elettriche ed elettroniche a singoli voltmetri o amperometri, ma utilizzano strumenti universali e polivalenti che integrano in essi diverse funzioni, chiamati **multimetri** o **tester**. I tester, prodotti sia in versione analogica che in versione digitale integrano funzioni sia di voltmetro, che di amperometro, ma parallelamente ad esse offrono anche la possibilità di misure di resistenza (**ohmmetro**) e i più completi misure di capacità e induttanza (**capacimetro** e **induttanzimetro**); alcuni di essi contengono piccoli strumenti di diagnosi per componenti elettronici quali diodi e transistor, altri, specie i più moderni integrano anche misuratori di luce ambientale (**luxmetro**) e di rumore ambientale (**fonometro**). **Si sconsiglia vivamente di utilizzare la funzione di ohmmetro su componenti inseriti in un circuito alimentato**; questo poichè lo strumento che dovrebbe erogare al componente sotto esame una corrente ben precisa fornita da una pila interna si potrebbe trovare ad assorbire corrente dal circuito e si potrebbe danneggiare seriamente. Contrariamente a quanto accade nelle versioni analogiche, nelle versioni digitali l'inversione dei puntali non comporta danni, ma la semplice comparsa del segno - sul display, che indica che la tensione o la corrente si presentano di segno opposto a quella prevista nel collegamento. Nella maggioranza dei tester si seleziona la funzione desiderata mediante un selettore rotativo; nel retro del tester si hanno normalmente 2 o 3 prese in cui inserire i puntali. Nei tester che hanno 2 prese, queste sono contrassegnate con **COM** e **V/A/Ohm**. Tutte le misure vengono effettuate semplicemente tramite il selettore rotativo (prestando attenzione a sconnettere dal circuito il tester durante la manovra). Un fusibile interno protegge i circuiti in caso che si superi il valore massimo di corrente. Nei tester con 3 prese si ha di norma l'aggiunta della presa da utilizzare quando si utilizza il tester come amperometro per alte correnti (tipicamente  $10\text{A}$  o  $20\text{A}$ ). In questo tipo di tester tale presa aggiuntiva può essere oppure no munita di un suo fusibile. Maggiore attenzione, va ovviamente prestata se il fusibile non è previsto dal costruttore (unfused).

Le figure mostrano quattro multimetri, da sinistra verso destra



Master M01 analogico, di minima qualità e precisione, adatto per hobbisti

Eldes ELD9106, digitale, con provadiodi, provatransistor e spegnimento automatico

Monacor DM2000, tester digitale da banco

LaFayette MAS-345, da laboratorio, con provadiodi, provatransistor, termometro e capacimetro, munito di retroilluminazione e interfacciabile al calcolatore tramite porta RS232 per il monitoraggio di dati, nel tempo. Questo tester è munito, inoltre di funzionalità **autorange**, che seleziona da sola la scala più appropriata per la visualizzazione precisa della grandezza in esame.



*prossimo capitolo*



*torna alla pagina dell'elettronica*

);/-->