

# Come si usa il tester (parte prima)

## Tester analogico e tester digitale



figura 1

Il tester, detto anche "multimetro", è uno strumento usato nel campo dell'elettronica e dell'elettrotecnica per la misura di varie grandezze caratteristiche.

Un tempo l'unico tipo di tester comunemente utilizzato era quello analogico, dove il valore della grandezza misurata si apprezzava in base alla posizione assunta dalla lancetta su di una scala graduata (figura 1).

Essendo basato su organi meccanici in movimento, un simile strumento poteva perdere facilmente la corretta taratura; l'utente doveva poi fare attenzione a leggere il valore dalla giusta posizione, per evitare il famoso "errore di parallasse".

Apparsi più o meno negli anni '70, sono successivamente diventati di uso comune i tester digitali, in cui il valore misurato appare indicato su un display, in genere di tipo LCD. Attualmente i tester digitali si trovano sul mercato in una vastissima gamma di prezzi, da circa dieci euro ad alcune centinaia di euro; costano sicuramente meno di quelli analogici e, a parità di prezzo,



figura 2

consentono misure più accurate.

L'uso di un multimetro analogico può essere vantaggioso nel caso di tensioni variabili, poichè il movimento

della lancetta può seguire costantemente le fluttuazioni della grandezza misurata, contrariamente al digitale che richiede un certo tempo per elaborare il valore corretto. Un altro vantaggio del modello analogico consiste nella possibilità di funzionare anche senza una batteria di alimentazione (tranne quando si vogliono fare misure di resistenza).



figura 3

In questa sede vedremo alcuni esempi su come usare un tester digitale di tipo economico, come quello illustrato in figura 2; naturalmente, a parte qualche leggera differenza, il modo di operare è lo stesso anche nel caso di altri modelli di tester. Come si può notare, l'elemento centrale è un selettore rotante, che consente di scegliere il tipo ed il campo di misura. Il valore misurato appare sul display nella parte alta, in genere di tipo LCD, che può avere 3 o 4 cifre.

Qualunque tester fa uso di due cavi di collegamento (figura 3), uno rosso ed uno nero: ad una delle estremità ciascun cavo ha una spina da inserire nell'apposita boccola presente sul tester; dal lato opposto i cavi terminano con un puntale metallico, usato per "toccare" i punti da sottoporre a misura.

## Misura di tensioni continue

Per effettuare misure di tensioni continue, occorre ruotare il selettore nel settore indicato come DCV, cioè "Direct Current Voltage" (figura 4).



figura 4

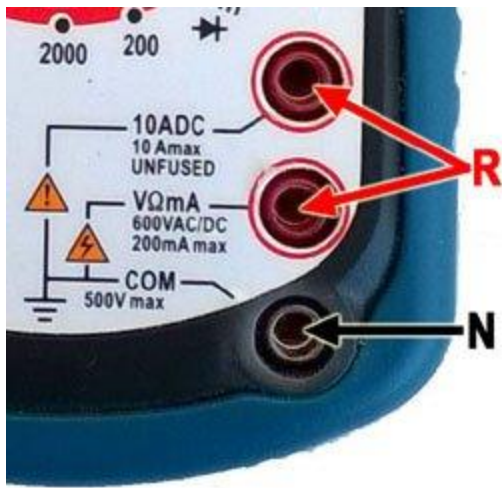


figura 5

Se si ha un'idea approssimativa del valore da misurare, si può scegliere il valore immediatamente superiore, altrimenti è sempre bene partire dal valore più alto, per poi scendere ed affinare la misura. Volendo per esempio misurare la tensione di una pila, che sappiamo essere circa 1,5 V, ruoteremo il selettore su 2000m (che sta per 2000 mV, cioè 2 volt).

**Non si poteva misurare la tensione della pila col selettore su 20 o addirittura su 200? Sì, era possibile, ma avremmo ottenuto una precisione inferiore; vediamo un esempio pratico:**

- col selettore su 2000, tocchiamo con i puntali di misura i capi della pila e leggiamo la tensione: supponiamo di trovare il valore 1481 mV (e cioè 1,481 V)
- se ruotiamo il selettore su 20, misurando la stessa pila leggiamo 1,47 V
- se ruotiamo il selettore su 200, per la stessa pila leggiamo 01,4 V

**I valori 2000 mV, 20V e 200V sono "valori di fondo scala", rappresentano cioè il massimo valore che si può leggere col selettore in quella posizione; si conclude allora che più il valore di fondo scala è lontano dal valore reale che si intende misurare, meno precisa sarà la lettura.**

**Volendo misurare la tensione di uscita sconosciuta di un alimentatore, converrà partire, per esempio, dalla posizione 200 (che sta per 200 volt) e fare una prima lettura; se il valore letto è inferiore a 20, supponiamo 16 V, possiamo senz'altro ruotare il selettore su 20 e leggere nuovamente il valore, ottenendo una maggior precisione.**

Per qualunque tipo di misura, i tester migliori offrono una maggiore scelta di valori su cui commutare il selettore, in modo da poter sempre selezionare un fondo scala il più possibile vicino alla grandezza da misurare.

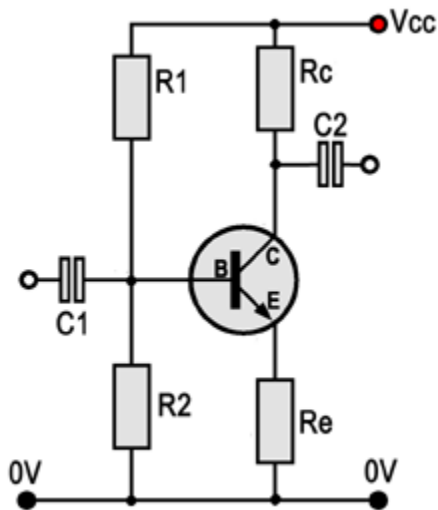


figura 6

Per eseguire le misure occorre inserire i puntali nelle boccole che si vedono in figura 5: il cavo nero va inserito in quella indicata con **N**, mentre il cavo rosso va inserito in una delle boccole indicate con **R**; precisiamo che va sempre utilizzata la boccola marcata con **VΩmA**, tranne un caso, che vedremo in seguito, in cui si usa la boccola **10ADC**.

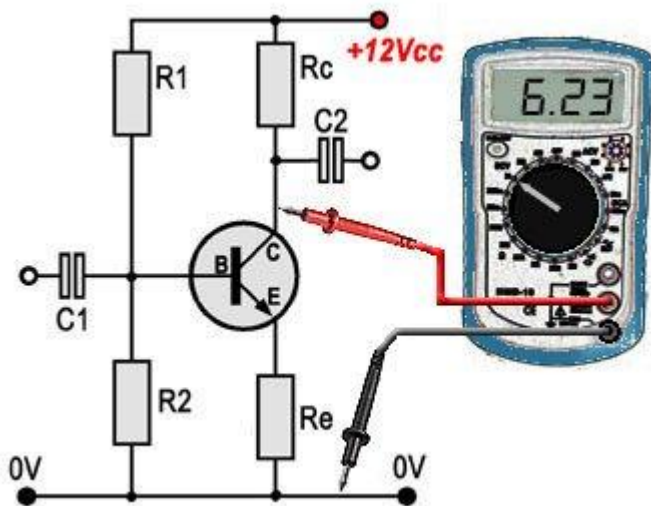


figura 7

Supponiamo adesso, nel circuito di figura 6, di volere, per esempio, determinare la tensione presente sul collettore del transistor. Collegheremo allora il nostro tester come in figura 7: metteremo il puntale rosso a contatto con il collettore del transistor, mentre collegheremo il puntale nero al negativo dell'alimentazione, cioè alla massa; questo perchè noi vogliamo eseguire la misura prendendo come tensione di riferimento lo "zero" dell'alimentazione.

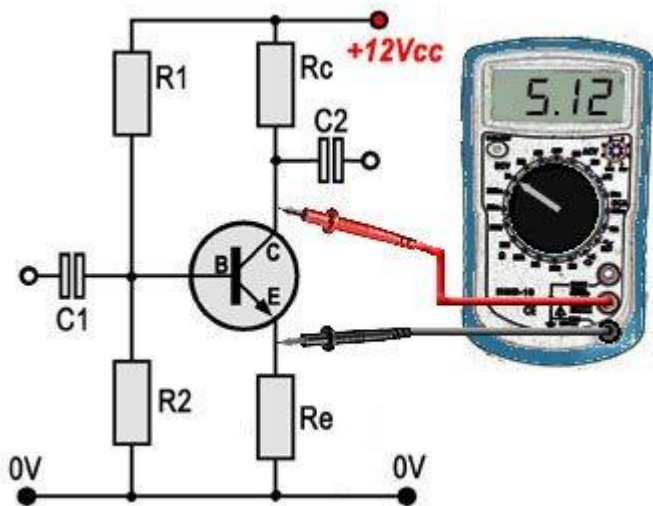


figura 8

Non sempre tuttavia le misure devono essere riferite alla massa del circuito; potremmo, per esempio, voler misurare la tensione  $V_{CE}$  del transistor, ovvero conoscere la differenza fra la tensione presente sul collettore e quella presente sull'emettitore. In questo caso, portato il puntale rosso a contatto con il collettore del transistor, collegheremo il puntale nero non più alla massa, ma all'emettitore (come illustrato in figura 8); abbiamo cioè eseguito una misura di tensione "differenziale".

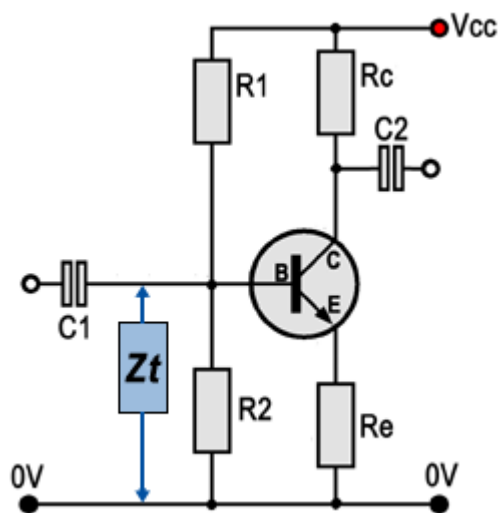


figura 9

E' opportuno a questo punto fare un'osservazione: nel momento in cui noi colleghiamo il tester al circuito per effettuare una misura, in realtà modifichiamo, in modo più o meno importante, il circuito stesso; il tester è infatti caratterizzato da una propria impedenza d'ingresso, che viene a trovarsi in parallelo all'elemento di circuito sottoposto a misura.

Pensiamo, per esempio, alla misura della tensione di base di un transistor: il circuito di figura 6, in seguito al collegamento del tester, risulta modificato come in figura 9:  $Z_t$ , che rappresenta l'impedenza d'ingresso del tester, trovandosi in parallelo ad  $R_2$  ne modifica il valore. La tensione che leggiamo è pertanto alterata dalla presenza di  $Z_t$ ; più è basso il valore di  $Z_t$ , maggiore è l'errore causato dal suo inserimento in circuito. E' per tale motivo che nel valutare la bontà di un tester riveste notevole importanza la sua impedenza d'ingresso, che deve essere il più alta possibile per non influenzare eccessivamente il circuito sotto misura.

## Misura di resistenze

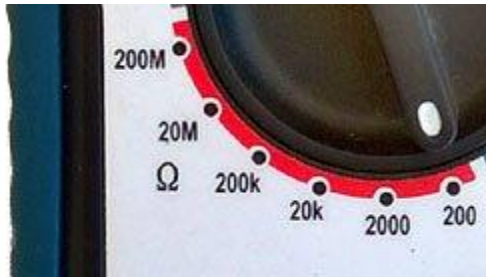


figura 1

Un'altra utile funzione del tester è la misura delle resistenze. Bisogna comunque premettere che, per valori molto bassi, dell'ordine di alcuni ohm, la misura diretta tramite tester non fornisce risultati molto attendibili; gli stessi contatti tra i puntali e le boccole e una taratura non perfetta determinano spesso letture di 1 o 2 ohm anche cortocircuitando i puntali. Per tali misure è necessario fare ricorso a sistemi più complessi, come ad esempio i metodi ad azzeramento (ponte di Wheatstone).



figura 2

Sempre con riferimento al tester descritto nella precedente lezione, per misurare una resistenza occorre ruotare il selettore nel settore indicato col simbolo  $\Omega$  (figura 1). Le spine dei puntali andranno collegate come si vede in figura 2: il puntale nero alla boccola "COM" ed il rosso alla boccola "V $\Omega$ mA".



figura 3

La misura di una resistenza isolata non presenta problemi, basta scegliere il fondo scala più appropriato; in figura 3 vediamo la misurazione di un resistore da 5,6 kohm nominali, eseguita ruotando il selettore su 20 kohm. E' sempre opportuno, durante la misura, fare attenzione a non toccare la resistenza con le dita, specialmente se è di valore elevato, poichè la conducibilità del corpo verrebbe a trovarsi in parallelo alla resistenza, facendo leggere un valore minore.



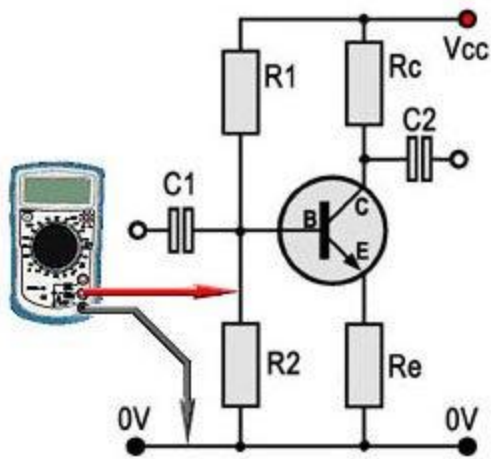


figura 4

Diverso è il caso se si vuole misurare il valore di una resistenza inserita in circuito; la misura eseguita come si vede in figura 4 è praticamente

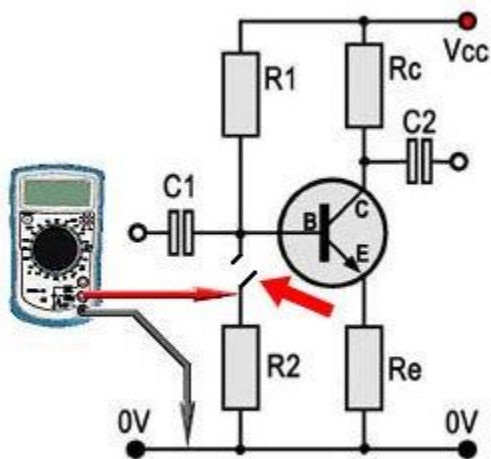


figura 5

priva di significato, perchè il tester non misura solo la R2, ma risente anche di tutto ciò che risulta presente intorno alla resistenza (nel caso specifico, la giunzione BE del transistor e la resistenza Re).

Per fare una lettura corretta è necessario interrompere il collegamento della resistenza col resto del circuito; è sufficiente scollegare solo una delle due estremità, come si vede in figura 5 (punto indiato dalla freccia rossa).

## Misura di correnti continue

La corrente, come noto, è un flusso di cariche; affinché sia possibile misurarla, è necessario che tale flusso attraversi lo strumento di misura.



figura 6

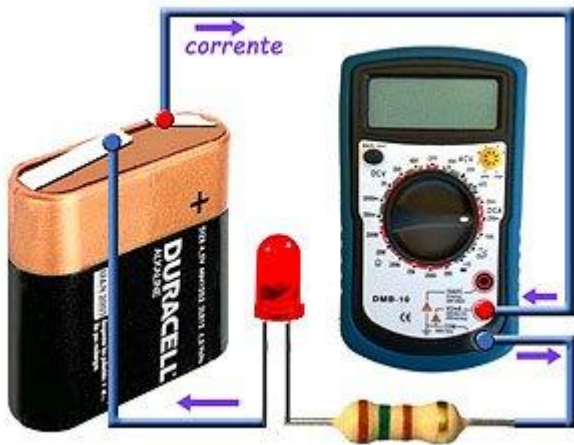


figura 7

Imposteremo la misura di corrente ruotando il selettore su una delle tre portate che si vedono in figura 6: 20m (ovvero 20 milliampere), 200m (200 milliampere) e 10 A (10 ampere); per adesso, inseriremo i due puntali come indicato in figura 2. Una semplice misurazione è indicata in figura 7: la corrente da misurare, proveniente dalla pila, entra nel tester, ne esce e quindi attraversa la resistenza ed il led.

La massima corrente che si può misurare in questo modo è di 200 mA; per correnti maggiori, fino ad un massimo di 10 A, occorre ruotare il selettore nella posizione marcata appunto "**10 A**".

Per questa gamma di misura, il puntale nero va sempre inserito nella boccia "**COM**" mentre il puntale rosso va inserito nella boccia "**10ADC**".

## Misura di tensioni alternate

La misura di tensioni alternate è alquanto critica, e solo i multimetri di un certo livello sono in grado di fornire letture attendibili in tutte le circostanze. I tester più economici, oltre ad avere poche portate disponibili, garantiscono una misura sufficientemente corretta solo con tensioni alternate sinusoidali aventi frequenza di 50 hz; in altre parole, con la tensione di rete.

La lettura del multimetro fornisce il valore efficace "rms" (detto anche "calore equivalente", perché comparato a quello di una corrente continua che sviluppa la stessa quantità di calore), che viene effettuata raddrizzando la corrente alternata, determinandone il valore medio e moltiplicandolo poi per un fattore 1,1 (rapporto tra il valore efficace ed il valore medio di una sinusoide ideale).

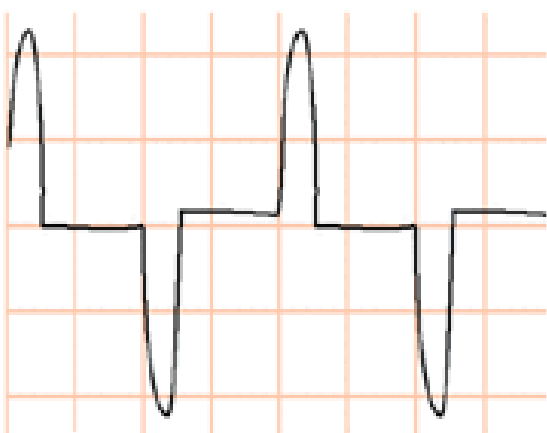


figura 8: forma d'onda con presenza di spikes; fattore di cresta >4

Il problema nasce, tuttavia, quando la forma d'onda non è perfettamente sinusoidale, come accade, per esempio, con gli utilizzatori che assorbono corrente in maniera distorta e discontinua (apparecchiature di tipo switching - figura 8). In casi del genere, la misura del valore efficace con un multimetro basato sulla misura del valore medio può causare errori di misura anche del 50% .



Chi è interessato alla corretta misura delle tensioni alternate, deve scegliere un multimetro in base al valore del fattore di cresta che esso è in grado di misurare. Tale fattore equivale al rapporto tra il valore di picco e quello efficace e indica quanto la forma d'onda risulta distorta e lontana da una sinusoide ideale. Il fattore di cresta di una sinusoide è 1.414; per poter eseguire in modo affidabile misurazioni su forme d'onda anche distorte occorre uno strumento in grado di accettare un fattore di cresta almeno uguale a 3. Un altro parametro importante, legato al fattore di cresta, è la larghezza di banda, ovvero la gamma di frequenze che il multimetro è in grado di leggere e misurare con precisione. La considerazione che operando sulle frequenze di rete possa essere sufficiente un multimetro che misuri 50 Hz non deve trarre in inganno; nel caso di forme d'onda distorte, infatti, alla frequenza fondamentale di 50Hz si trovano sovrapposte frequenze multiple, che possono arrivare a varie centinaia di Hz. Occorre quindi che lo strumento abbia una larghezza di banda non inferiore ad 1 kHz.

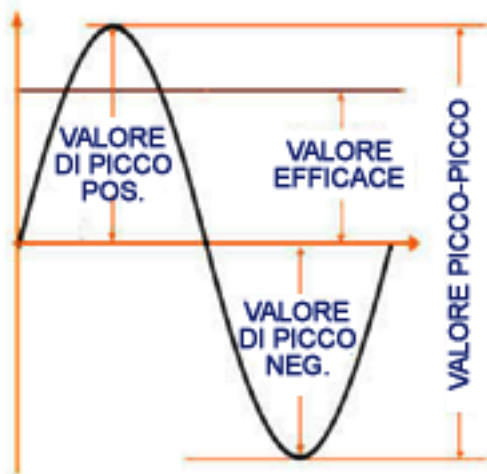


figura 9: valori caratteristici di un'onda sinusoidale

E' opportuno a questo punto descrivere brevemente il significato dei termini precedentemente citati, termini che ricorrono peraltro in vari ambiti anche non di stretta pertinenza dell'elettronica:

**Valore di picco:** è il massimo valore raggiunto dal segnale, sia nelle oscillazioni positive che in quelle negative

**Valore picco-picco:** è la differenza fra il valore di picco positivo e il valore di picco negativo; indica l'ampiezza massima del segnale

**Valore efficace (di una corrente alternata):** è il valore che avrebbe una corrente continua in grado di produrre la stessa quantità di calore della corrente alternata; nel caso di una sinusoide, si calcola dividendo il valore massimo  $V_M$  per la radice di 2

**Fattore di cresta:** è il rapporto fra il valore di picco ed il valore efficace; è tanto maggiore quanto più la forma d'onda è distorta (vale 1 per la corrente continua, 1,414 per la sinusoide, 1,73 per un'onda triangolare)



figura 10

Dopo tutte queste premesse vediamo come usare il nostro semplice tester per la misura della corrente alternata di rete, avendo inserito i puntali nelle solite boccole "COM" e "10ADC". Le portate disponibili

sono in questo caso soltanto due: 200 V oppure 600 V (figura 10).

Useremo la portata di 200 V per misurare la tensione che esce dal secondario di un trasformatore, che ha sicuramente un valore inferiore, mentre ruoteremo il selettore su 600 V per misurare la tensione presente, per esempio, in una presa di corrente.

**Per queste misure occorre fare molta attenzione nel maneggiare i puntali, assicurandosi del perfetto isolamento e controllando che non vi siano tratti di cavo spellati.**

## Misura di correnti alternate



figura 1

Molti tester di tipo economico non prevedono la misura di correnti alternate. Nel caso sia comunque necessario effettuare tale misura, si può ricorrere ad uno stratagemma: utilizzando una resistenza è possibile trasformare la misura di corrente in una misura di tensione.

Si tratta in ogni caso di un sistema empirico, utile per avere una lettura approssimativa in casi particolari, come ad esempio per misurare la corrente che assorbe a vuoto il primario di un trasformatore (figura 1). In effetti la misura della corrente a vuoto risulta spesso utile per valutare il buon funzionamento del trasformatore e, in certi casi, per capire se la tensione che applichiamo al primario è quella giusta per cui esso è stato progettato. La corrente che intendiamo misurare è, in questo caso, quella che il trasformatore assorbe come conseguenza delle perdite che si verificano nel nucleo magnetico, sottoposto a magnetizzazioni di segno continuamente variabile.

Procederemo quindi come si vede in figura 2, collegando in serie al primario una resistenza da 100 ohm.

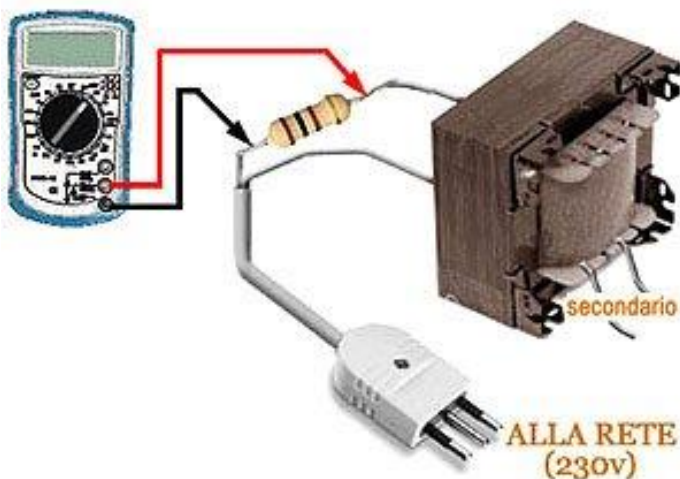


figura 2

Tale valore è necessario affinché la tensione ai capi della resistenza sia sufficientemente alta da poter essere letta dal tester. I multimetri di poco prezzo, infatti, hanno una risoluzione molto bassa per le tensioni alternate e non sono in grado di leggere valori al di sotto del volt.

Occorre comunque considerare che la resistenza messa in serie al trasformatore altera in realtà il valore della corrente assorbita, per cui sarà necessario apportare delle correzioni.

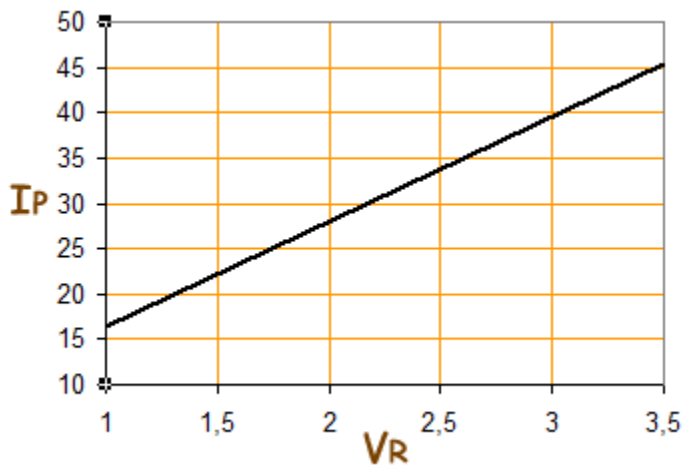


figura 3

Dopo aver predisposto il tester sulla misura di tensioni alternate (portata 200 V o, comunque, la più bassa disponibile), misureremo la tensione  $V_R$  ai capi della resistenza da 100 ohm; dal valore letto potremo poi risalire alla corrente assorbita  $I_p$  tramite il grafico di figura 3 o, se preferite, applicando la formuletta che segue:

$$I_p = V_R \times 11,57 + 4,9276$$

Supponendo di leggere, per esempio, una  $V_R$  di 2,2 V, dal grafico troviamo che la corrente primaria ha un valore  $I_p = 30$  mA.

La corrente a vuoto assorbita da un trasformatore varia in funzione del suo nucleo, della sua potenza e di altri parametri; in ogni caso, i valori normali possono variare da 10 mA fino ad alcune decine di mA.

## Funzioni accessorie



figura 4

Quasi tutti i multimetri dispongono di funzioni accessorie, che possono tornare utili di tanto in tanto. Elenchiamo di seguito le più comuni:

**1 - misura della continuità** si usa quando si vuole solo controllare se un cavo è interrotto, o se fra due punti esiste una continuità elettrica, e non si è interessati a conoscere il valore della resistenza; si ruota il selettore come in figura 4 e, con i puntali inseriti nelle boccole V.Ω.mA e COM, si toccano i due punti: se la resistenza è bassa (inferiore ad alcune decine di ohm, lo strumento emette un segnale acustico

**2 - prova di diodi** ruotato il selettore come per il caso precedente (figura 4) e inseriti i puntali rosso e nero rispettivamente nelle boccole V.Ω.mA e COM, si tocca col puntale rosso l'anodo del diodo e con quello nero il catodo; sul display si leggerà la tensione in inversa del diodo in mV



figura 5

**3 - generazione di segnale** ruotare il selettore sulla posizione indicata con "OUT" ed il simbolo dell'onda quadra (che si vede anche in figura 4); sui puntali sarà disponibile un segnale a 50 Hz, della'ampiezza di 5 Vpp

**4 - misura dell'  $h_{FE}$  di un transistor**; ricordiamo che l' $h_{FE}$  di un transistor è quel parametro che ne esprime il guadagno in corrente continua, ed equivale al rapporto tra la  $I_C$  e la  $I_B$ . Per la misura occorre ruotare il selettore su hFE (figura 5); individuati il collettore, la base e l'emettitore del transistor, si inseriscono i piedini nei rispettivi alloggi, a sinistra se si tratta di un NPN o a destra se si tratta di un PNP. Sul display si legge il valore dell' $h_{FE}$  del transistor, per una corrente di base di 10mA ed una  $V_{CE}$  di 3 V.

Fonte: <http://www.raffaeleilardo.it> di Raffaele Ilardo