



La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato

Questo articolo è nato da un tentativo di progettare un sistema per supplire alle interruzioni di corrente alternata in casa, specialmente d'inverno. Il sistema sarà costituito da una batteria da 12V c.c. e un inverter a onda sinusoidale pura, al quale saranno collegati caldaia, frigorifero e altri elettrodomestici. Progettando di avere un'autonomia di 24 ore, occorre conoscere l'energia assorbita dall'intero complesso dei dispositivi elettrici per valutare la capacità della batteria da acquistare.

Se non si vuole acquistare una pinza amperometrica o un costoso wattmetro, si può utilizzare un economicissimo multimetro (reperibile per pochi euro anche nei supermercati) purché abbia disponibile la selezione "Ampère" in corrente alternata. Lo stesso strumento potrà essere utile per avere un'idea, anche approssimativa, della corrente alternata che fluisce in un vecchio elettrodomestico con le targhette illeggibili e del quale si è smarrita la documentazione, oppure per conoscere la potenza assorbita da più dispositivi elettrici collegati simultaneamente: in questo modo non si correrà il pericolo di sovraccaricare il sistema (ogni casa ha un limite di potenza elettrica).

Questo articolo potrebbe risultare poco utile per chi ha già una solida preparazione in materia, ma rappresenta un valido supporto per chi, come me, possiede solo una conoscenza basilare dell'elettrotecnica risalente al tempo degli studi di Chimica.

La misura di corrente in continua

Date per acquisite le conoscenze dei concetti di tensione e corrente, la potenza elettrica in corrente continua (CC o DC) è il prodotto della tensione per la corrente:

$$P = V \times I$$

P è misurato in W (watt); V è misurato in V (volt); I è misurato in A (ampère)

Per convenzione la potenza elettrica alla sorgente si chiama potenza generata; la potenza uscente dai morsetti del generatore è potenza erogata; la potenza ai morsetti degli utilizzatori è potenza assorbita. I cavi conduttori e i collegamenti assorbono pure loro potenza e la trasformano in calore per effetto Joule: questa è la potenza persa o dissipata.

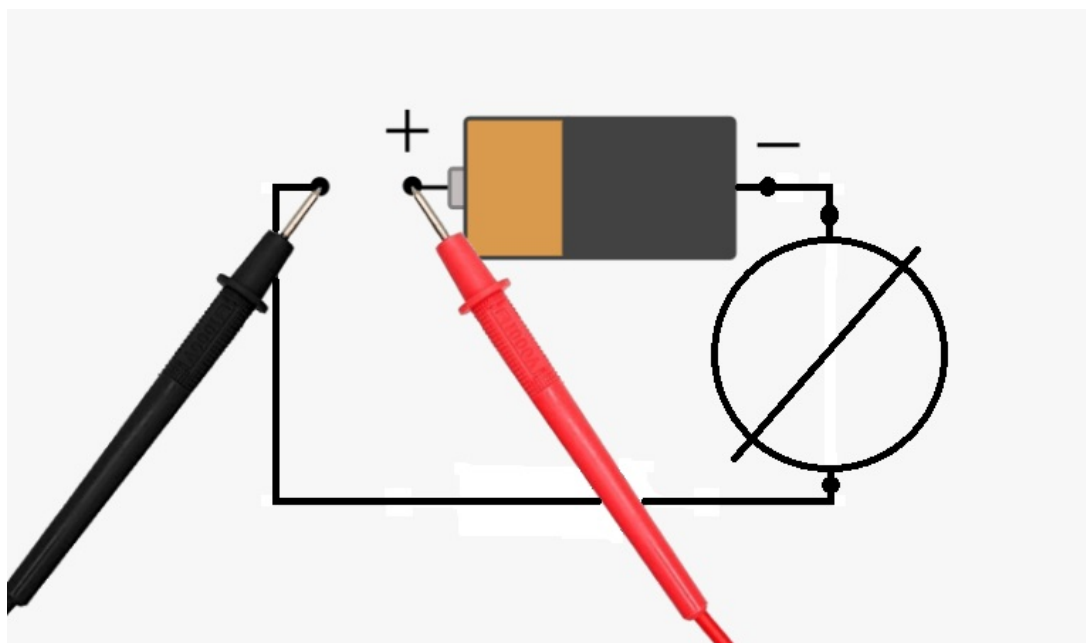


La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato

Come sempre, vale il principio di conservazione dell'energia: la somma (**totalità**) di tutte le potenze erogate corrisponde alla somma di tutte le potenze assorbite più le potenze dissipate.

È evidente che il calcolo della potenza con V e I costanti non presenta alcuna complessità.

La corrente in un circuito (continua o alternata che sia) si misura con il multimetro posto "in serie". Le cariche elettriche percorrono il circuito in un senso. Quindi, per effettuare una misurazione di corrente è necessario interrompere il circuito e posizionare i puntali del tester ai due capi dell'interruzione, permettendo alla stessa di attraversare lo strumento per essere misurata:



Misura della corrente

La misura della corrente alternata

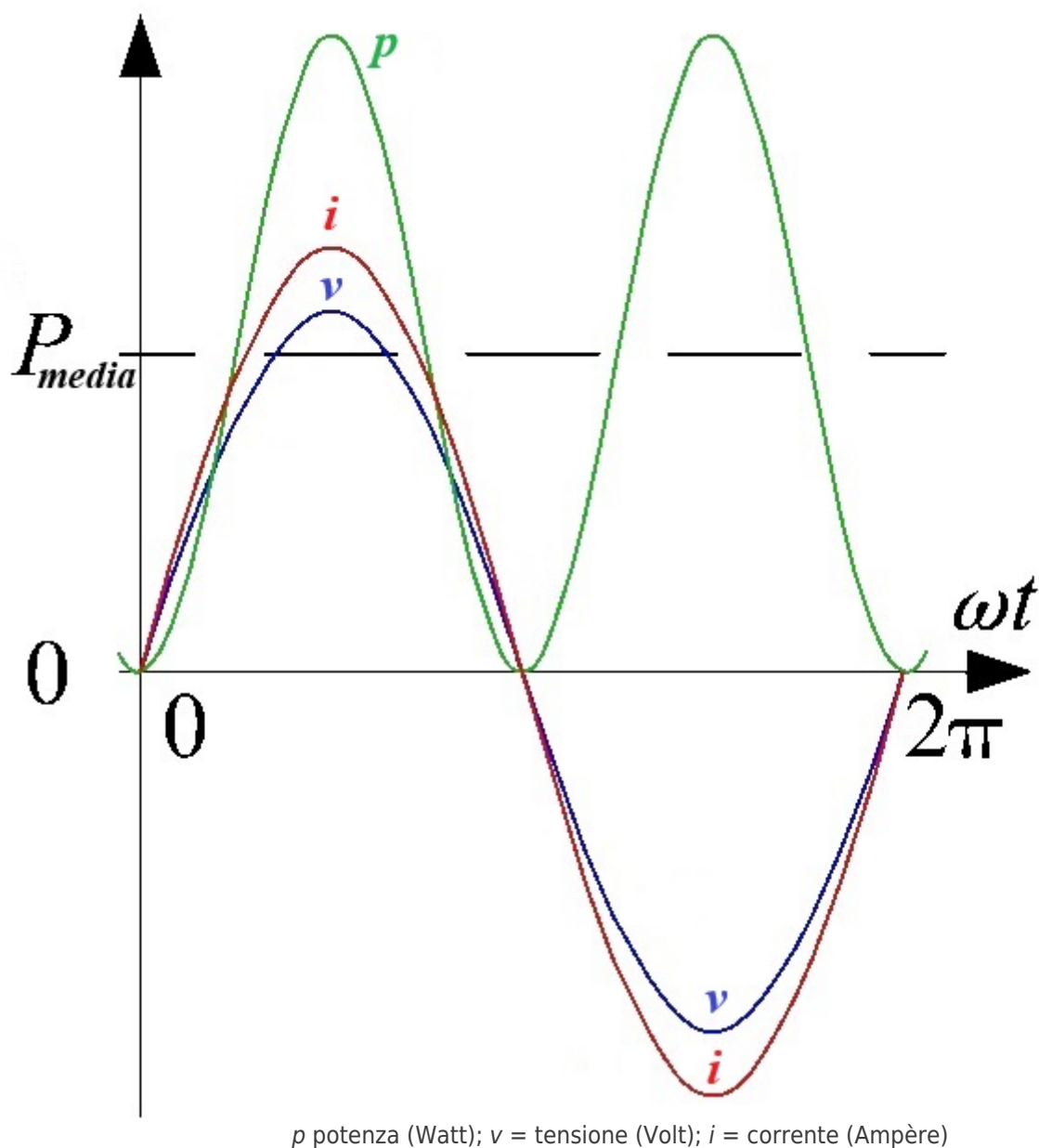
Per la corrente alternata (AC o CA) le cose si complicano perché la tensione varia in maniera sinusoidale passando per lo 0. Le equazioni della legge di Ohm indicheranno una potenza che varierà istante per istante e la potenza si può calcolare con la stessa espressione, ma solo per ciascun istante t di tempo:



La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato

$$p(t) = v(t) \times i(t)$$

Questa è l'espressione del valore istantaneo della potenza ma agli effetti pratici interessa il valore medio. Complessivamente si avrà una potenza media:





La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato

Quindi abbiamo bisogno di un metodo diverso per le misure in AC. Per descrivere accuratamente la potenza elettrica si applica questa equazione:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p \, dt$$

Elettrodomestici con carico esclusivamente resistivo

Per i dispositivi elettrici composti esclusivamente da resistenze, come ferri da stiro e boiler elettrici, la legge $P = V \times I$ risulta sempre applicabile, poiché la corrente è perfettamente in fase con la tensione. È importante ricordare che, per effettuare le misurazioni, il multimetro deve essere impostato sulla modalità per corrente alternata, poiché la tensione varia periodicamente passando per il valore zero, a differenza della corrente continua, che mantiene un valore costante.

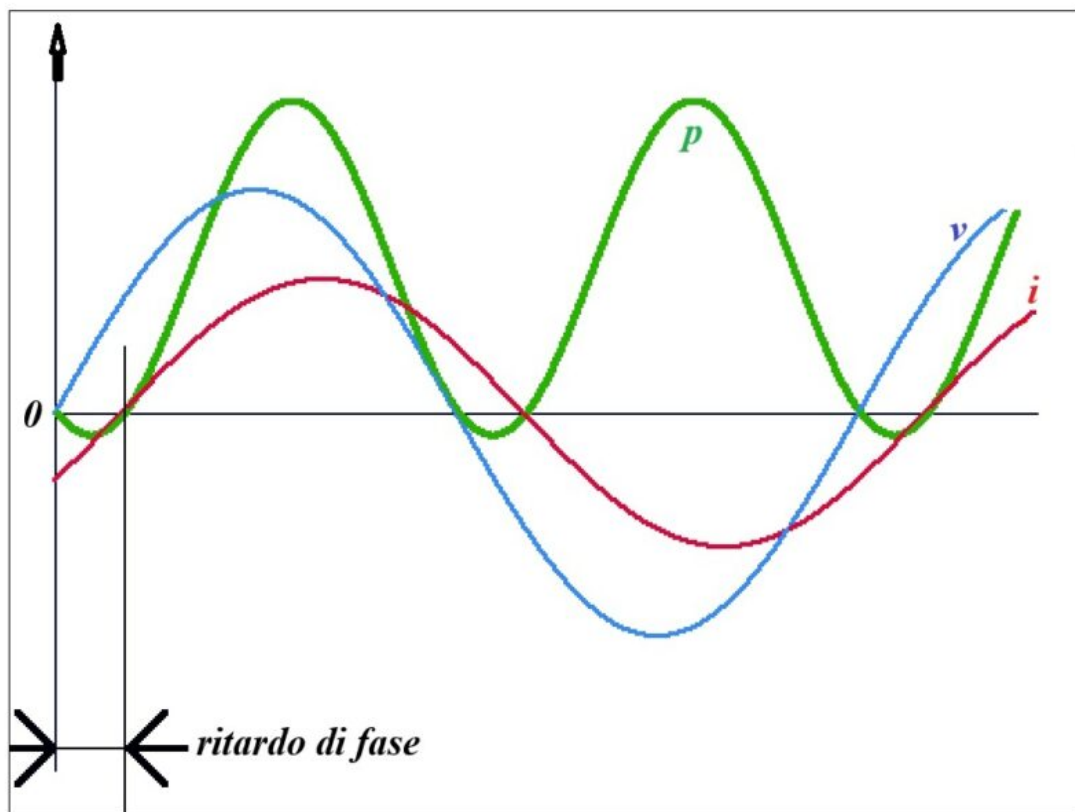
Elettrodomestici con carichi resistivi, capacitivi e induttivi.

Gli elettrodomestici però possono contenere condensatori, bobine, avvolgimenti per i motori e trasformatori: tutti componenti che provocano uno sfasamento fra tensione e corrente. Con i condensatori la corrente subisce uno sfasamento in anticipo sulla tensione, mentre con gli altri componenti lo sfasamento è in ritardo.

La somma di tutti questi effetti può addirittura portare a valori di potenza negativa (è il dispositivo che restituisce potenza presente al momento nei condensatori e nelle induttanze):



La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato



p potenza (Watt); v = tensione (Volt); i = corrente (Ampère)

Il calcolo della potenza viene effettuato utilizzando i valori efficaci della tensione e della corrente e un numero che si chiama “fattore di potenza” così:

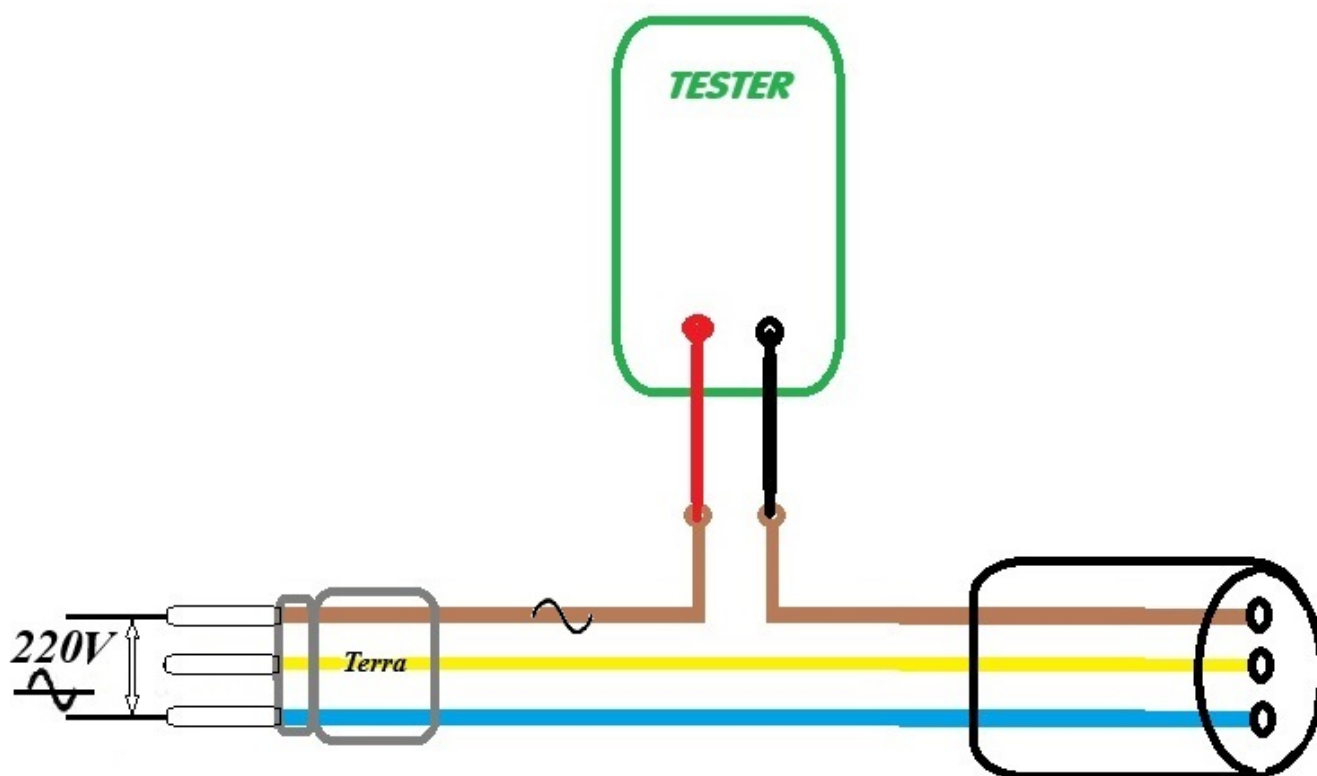
$P_{med} = V_{RMS} * I_{RMS} * \text{fattore_di_potenza}$ (quest'ultimo compreso fra 0 e 1 in funzione della quantità dello sfasamento; RMS = *Root mean square* - valore efficace di un segnale, soprattutto elettrico, come la corrente alternata).

La strumentazione minimale per la misura della corrente



alternata

All'atto pratico, per gli scopi domestici non occorre scendere in dettagli troppo approfonditi. Lo schema del circuito di prova si presenta così:



Schema del circuito.

Prendiamo una prolunga e in un suo punto togliamo la guaina di protezione, tagliamo il cavo di fase (marrone o nero) e lasciamo integri gli altri, come visibile nella foto seguente:



La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato



Immagine ravvicinata del dispositivo d'inserimento dei puntali fra le estremità del cavo con la fase. Le estremità del cavo vengono inserite in un morsetto di connessione, al quale si collegano anche i terminali dei puntali del tester.



La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato

La verifica sperimentale senza carico

A questo punto si è pronti per collaudare il circuito e vedere se la risposta che ci fornirà sarà adatta ai nostri scopi. La prolunga prescelta è dotata di una ciabatta con interruttore luminoso. Approntiamo il tester per la misura in μA (microAmpère) in corrente alternata; ovviamente si presuppone una corrente pari a 0, ma nel dubbio che ci possano essere fluttuazioni indotte dall'ambiente si procede al collaudo senza tensione inserita. Il display mostra effettivamente "0,0 μA ".



La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato



Il multimetro privo di tensione, alla massima sensibilità (uA)



La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato

Adesso inseriamo la spina della prolunga nella presa, lasciando però sempre spento l'interruttore della ciabatta. È probabile che una piccolissima perdita di corrente alternata possa essere rilevata dallo strumento. Infatti, così è: lo strumento rileva $8,2 \mu\text{A}$.





La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato

L'accensione dell'interruttore della ciabatta provocherà senz'altro un incremento di corrente: infatti sale a oltre mezzo mA (645 uA):



Il multimetro rileva la corrente dovuta all'interruttore luminoso.

Questa corrente di fondo si aggiungerà ai dati sperimentali raccolti con l'utilizzo di questa ciabatta. Naturalmente, non sarebbe presente in assenza dell'interruttore e avrà un impatto maggiore quanto più basso sarà il flusso di corrente.



La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato

La verifica sperimentale con carico resistivo

Per valutare l'affidabilità dello strumento nella misurazione della corrente alternata, anche senza aspettarsi un'elevata precisione, è possibile rilevare l'assorbimento di energia di uno stagnatore a doppia potenza, impostato su 25 W o 50 W. È fondamentale ricordare che la corrente elettrica può essere pericolosa: assicurarsi di scollegare l'alimentazione prima di apportare modifiche alle condizioni di misura.

Impostazione del multimetro.

Il cavo nero del tester va inserito nella boccola centrale (COM), non c'è possibilità di sbagliarsi.

Per il cavo rosso ci sono due possibilità: una è la boccola capace di assorbire corrente fino a 10 A (a sinistra nella foto, protetta da un fusibile da 10 A) e l'altra è quella adatta per misure più precise fino a un massimo di 200 mA, (protetta da un fusibile da 250 mA, a destra nella foto).

Ovviamente, se la corrente ricercata è incognita, la scelta è obbligata: bisogna utilizzare la boccola capace di sostenere la corrente maggiore, come visibile in foto.

Il selettore si porta dalla posizione OFF a quella per la misura degli Ampère (A) e con il tasto SELECT si sceglie la misura in corrente alternata ((è visibile l'indicazione AC a sinistra).



La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato





La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato

A questo punto s'inserisce la spina dello stagnatore nella ciabatta, si collega il tutto alla rete dando la tensione necessaria. Con il cercafase si verifica che la tensione sia presente nel cavo marrone,

Misure di corrente alternata su diversi dispositivi.

Si chiude l'interruttore della ciabatta e si ottiene il valore di corrente relativo alla potenza minore (25 W): 0,133 A corrispondenti a 133 mA c.a.



La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato





La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato

Misura iniziale effettuata sulla portata maggiore (10 A)

Per fare una misura più precisa, passiamo il cavo rosso nella sede dei mA e posizioniamo il selettore in mA AC: si rileva una corrente alternata di 129,5 mA:



La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato





La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato

Misura effettuata nell'intervallo dei mA (portata 200 mA AC).

Purtroppo, non è possibile effettuare in questo range la misura di assorbimento dello stagnatore alla massima potenza (50W), in quanto il fondo scala è 200 mA, come si evince dalla tabella delle istruzioni del multimetro:

16.2 CORRENTE ALTERNATA		
Campo	Risoluzione	Precisione
200 μ A	0,1 μ A	$\pm (1,2\% + 5)$
2 mA	1 μ A	
20 mA	10 μ A	$\pm (1,5\% + 5)$
200 mA	0,1 μ A	
10 A	10 mA	$\pm (3,0\% + 7)$

Dispositivo di protezione contro il sovraccarico: F1: Fusibile F 250 mA / 600 V
F2: Fusibile F 10 A / 600 V

Corrente d'entrata massima: 10 A (corrente di ingresso > 2 A per misurazione continua < 15 sec. e intervallo > 15 min.)

Visualizzazione: valore effettivo dell'onda sinusoidale (RMS)

Campo di frequenza: da 40 Hz fino a 400 Hz

| 16.3 TENSIONE CONTINUA | | |

Tabella delle caratteristiche del multimetro per le misure in corrente alternata.

Esso va in *overflow* misurando una corrente presumibilmente doppia di quella rilevata in precedenza:



La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato





La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato

Indicazione che è stato superato il campo di misura.

Per questo motivo, la misura va effettuata nel campo superiore (10 A):



La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato





Corrente alternata utilizzata dallo stagnatore alla massima potenza.

Misura della potenza in corrente alternata

Avendo ottenuto i valori di corrente e sapendo che la tensione è di 220 V, possiamo utilizzare la formula $P = V \times I$ per ottenere la potenza di ogni posizione:

$$\text{POS.1: } 220 \text{ V} \times 0,1295 \text{ A} = 28,5 \text{ W}$$

$$\text{POS.2: } 220 \text{ V} \times 0,232 \text{ A} = 51,4 \text{ W}$$

Tutto sommato la corrispondenza con le potenze dichiarate (25 e 50W) si può ritenere accettabile per i nostri scopi.

Altri elettrodomestici in corrente alternata.

Per incrementare il numero di dati si possono misurare gli assorbimenti di corrente da parte di altri elettrodomestici. Di seguito, sono stati utilizzati un asciugacapelli a due livelli di potenza, un asciugacapelli a tre livelli di potenza e due di ventilazione e, infine, un bidone aspiratutto:

Asciugacapelli a due posizioni, potenza dichiarata 1000 W:

$$\text{Pos. 1: } 2,50 \text{ A} \Rightarrow 220 \text{ V} \times 2,50 \text{ A} = 550 \text{ W}$$

$$\text{Pos. 2: } 4,30 \text{ A} \Rightarrow 220 \text{ V} \times 4,30 \text{ A} = 946 \text{ W}$$

Asciugacapelli a tre posizioni e due velocità (due potenze dichiarate: 1765 e 2100 W):

$$\text{Pos. 1; vel. 1: } 2,40 \text{ A} \Rightarrow 220 \text{ V} \times 2,40 \text{ A} = 528 \text{ W}$$

$$\text{Pos. 2; vel. 1: } 4,20 \text{ A} \Rightarrow 220 \text{ V} \times 4,20 \text{ A} = 924 \text{ W}$$

$$\text{Pos. 3; vel. 1: } 6,06 \text{ A} \Rightarrow 220 \text{ V} \times 6,06 \text{ A} = 1333 \text{ W}$$

$$\text{Pos. 1; vel. 2: } 2,58 \text{ A} \Rightarrow 220 \text{ V} \times 2,58 \text{ A} = 568 \text{ W}$$

$$\text{Pos. 2; vel. 2: } 6,26 \text{ A} \Rightarrow 220 \text{ V} \times 6,26 \text{ A} = 1377 \text{ W}$$



La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato

Pos. 3; vel. 2: $8,01 \text{ A} \Rightarrow 220 \text{ V} \times 8,01 \text{ A} = 1762 \text{ W}$

Il produttore sembra aver adottato un approccio particolarmente prudente nella dichiarazione della potenza massima, dimostrandosi piuttosto conservativo.

Bidone aspiratutto, potenza dichiarata 1000 W:

Corrente $4,20 \text{ A} \Rightarrow 220 \text{ V} \times 4,20 \text{ A} = 924 \text{ W}$

Tutto sommato la corrispondenza necessaria per gli scopi domestici è abbastanza soddisfacente.

Utilizzo con più dispositivi collegati

Inserendo più dispositivi nella ciabatta si potrà ottenere una misura della corrente alternata totale in gioco. Occorre però fare attenzione a non superare la potenza massima sopportabile dalla ciabatta stessa e soprattutto quella della presa a muro.

La causa di un incendio è raramente attribuibile a un cortocircuito, poiché questo attiva il relè salvavita interrompendo il flusso di corrente. Più frequentemente, gli incendi sono provocati da un sovraccarico che genera un surriscaldamento legato all'effetto Joule.





La Corrente Alternata: misurarla a buon mercato

Ogni multipresa, volgarmente detta “ciabatta”, riporta la potenza massima sopportabile.

Per misurare l'assorbimento di corrente con più dispositivi in funzione contemporaneamente, si possono utilizzare i due asciugacapelli utilizzati in precedenza, collegati alla multipresa. I risultati degli assorbimenti nelle diverse combinazioni dei due dispositivi sono qui elencati:

ASC. 1 + ASC. 2

A) Pos. 1 + Pos.1; vel. 1: $3,78 \text{ A} \Rightarrow 220 \text{ V} \times 3,78 \text{ A} = 832 \text{ W}$

B) Pos. 1 + Pos.2; vel. 1: $5,51 \text{ A} \Rightarrow 220 \text{ V} \times 5,51 \text{ A} = 1.212 \text{ W}$

C) Pos. 1 + Pos.2; vel. 2: $7,54 \text{ A} \Rightarrow 220 \text{ V} \times 7,54 \text{ A} = 1.658 \text{ W}$

D) Pos. 1 + Pos.3; vel. 2: $9,45 \text{ A} \Rightarrow 220 \text{ V} \times 9,45 \text{ A} = 2.079 \text{ W}$

La multipresa potrebbe arrivare a 3500 W. Purtroppo però siamo arrivati ai limiti di portata della corrente alternata per questo multimetro: infatti, superando i 10 A salterebbe il fusibile a protezione dello strumento. Per questo motivo non è possibile eseguire la misura con il primo asciugacapelli nella posizione 2, in quanto supererebbe quel limite. Occorrerebbe uno strumento con una portata maggiore.

Differenza fra valori sperimentali.

Si nota subito che la potenza dei dispositivi collegati in comune è inferiore alla somma delle potenze dei singoli dispositivi. Per esempio, i singoli dispositivi nelle condizioni sotto riportate danno una somma di 2.312 W ($550 \text{ W} + 1.762 \text{ W}$):

Asciugacapelli n.1 – Pos. 1: $2,50 \text{ A} \Rightarrow 220 \text{ V} \times 2,50 \text{ A} = 550 \text{ W}$

Asciugacapelli n.2 – Pos. 3, vel. 2: $8,01 \text{ A} \Rightarrow 220 \text{ V} \times 8,01 \text{ A} = 1.762 \text{ W}$

mentre il risultato sperimentale ottenuto con i dispositivi funzionanti contemporaneamente è 2.079 W, con una differenza di 233 W. Molto probabilmente dovrebbe essere un effetto della presenza degli effetti induttivi dovuti agli avvolgimenti dei motori, che provocano un abbassamento della potenza media (vedere il fattore di potenza, compreso fra 0 e 1 e funzione della quantità dello sfasamento)



Conclusione

Una volta in possesso di tutti i dati di corrente dei dispositivi di nostro interesse e del valore sperimentale dei dispositivi funzionanti contemporaneamente, possiamo calcolare la potenza totale assorbita e da essa la capacità necessaria della batteria per un'autonomia di 24 ore.

Per esempio, se trovassimo che frigorifero e caldaia consumano 660 W al massimo, significherebbe che scorre una corrente di $660 \text{ W} / 220 \text{ V} = 3 \text{ A}$. Per avere un'autonomia di 24 ore, occorre una batteria con una capacità non inferiore a $3 \times 24 = 72 \text{ Ah}$, facilmente reperibile anche nei supermercati. Acquistando una batteria da 100 Ah siamo più che sicuri del funzionamento del nostro apparato, considerando anche il fatto che sia la caldaia che il frigorifero non lavorano in continuo ma ad intervalli.

Per saperne di più:

Un articolo per approfondire l'Argomento:

<https://www.sandroronca.it/potenzacas/PotenzaElettrica.html>

Pubblicazione del 05/04/2025

Autore: Rodolfo Bigoni

500 w