

Misure su alimentatori stabilizzati

Cautele da adottare

Questo gruppo di esperimenti comporta di dover maneggiare potenze elettriche rilevanti (fino a decine di watt) che presentano rischi di danno agli strumenti. In particolare:

- i multimetri, quando sono usati come **amperometri**, si rompono con facilità se sovraccaricati,
- i resistori di carico si bruciano se sovraccaricati,
- il condensatori elettrolitici hanno una polarità obbligata,
- lo stadio d'uscita degli amplificatori non deve essere messo in cortocircuito, né ricevere una tensione continua,
- in molti strumenti la **massa** è collegata alla **terra** dell'impianto elettrico di alimentazione; tramite le masse degli strumenti, collegate assieme attraverso la terra, è possibile fare cortocircuiti. Attenzione ...

1 Resistenza interna dell'alimentatore triplo

Alimentatore Philips PE 1542. Usare una delle sezioni a tensione regolabile come alimentatore in prova, l'altra come alimentatore di riferimento. Regolare l'alimentatore in prova per una tensione di 14–15 V e per la massima corrente erogabile. Utilizzare come carico $R_1 = 16.5 \Omega$.

Alimentatore Topward TPS 4000. Usare la sezione a tensione fissa (5 V) come alimentatore in prova e una delle sezioni a tensione variabile come alimentatore di riferimento. Utilizzare come carico $R_1 = 6.8 \Omega$.

Alimentatore Labornetzgerät LPS 3303A. ...

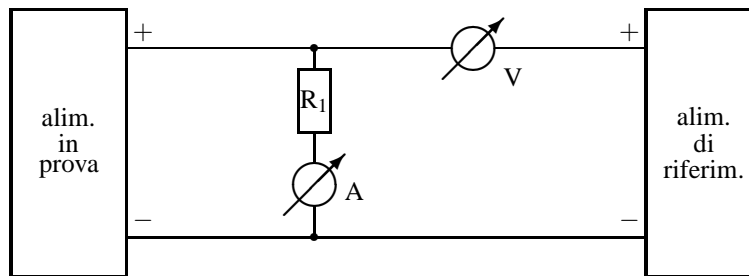


Figure 1: Schema di principio per la misurazione della resistenza interna di un alimentatore stabilizzato.

Per tutti gli alimentatori

Dei due multimetri disponibili, quello analogico deve essere usato come amperometro mentre quello digitale, che è più preciso, come voltmetro. Perché?

Nello schema di figura 1 viene utilizzato un alimentatore di riferimento. A cosa serve, come deve essere regolato, e a quali ipotesi deve soddisfare per svolgere la sua funzione?

Tracciare la caratteristica dell'alimentatore sul piano V-I indicando i punti di lavoro e le grandezze misurate.

1.1 Incertezza e risoluzione

Valutare l'incertezza, assoluta e relativa, della misura di resistenza assumendo come ipotesi semplificativa che le uniche cause siano il voltmetro e l'amperometro.

Calcolare la risoluzione della misura di resistenza procedendo in modo analogo. Per l'amperometro analogico, in mancanza di specifiche si può adottare come valore convenzionale della risoluzione metà dell'incertezza. Per il voltmetro digitale, nell'esperimento in questione probabilmente non è corretto usare direttamente la risoluzione dello strumento, essendo la misura limitata dalle fluttuazioni. Ci si deve pertanto riferire al valore della fluttuazione.

La tolleranza dei resistori usati come carico interviene o meno nell'incertezza della misura? Se sì, in che modo?

Facoltativo: tentare una stima dell'incertezza considerando il sistema nella sua globalità, quindi includendo la stabilità delle e altre considerazioni.

1.2 Quesiti

Se si ignorasse il problema delle resistenze di contatto (e la relativa soluzione), ammettendo che la resistenza di ogni contatto sia di $10\text{ m}\Omega$ e che le resistenze dei cavi siano trascurabili, quale errore si commetterebbe nella valutazione della resistenza interna dell'alimentatore? Nella realtà, si tratta di errori sistematici o di vere e proprie incertezze?

Se si disponesse solo di un voltmetro con resistenza interna di $10\ \Omega$ (strumenti simili probabilmente esistono solo nella fantasia) quale sarebbe l'errore sistematico, assoluto e

relativo, di misura della resistenza interna dell'alimentatore dovuto al consumo del voltmetro? Come si può rendere minimo tale errore di consumo?

1.3 Morsetti voltmetrici e amperometrici

Modificare il circuito della misura precedente in modo da sbagliare (appositamente!) i collegamenti voltmetrici e amperometrici, introducendo così su entrambi i morsetti dell'alimentatore in prova degli errori dovuti alle resistenze di contatto.

Confrontare la misura con quella ottenuta con il circuito montato correttamente.

1.4 Resistenza dei contatti

Con il materiale a disposizione per l'esercitazione, misurare la resistenza di contatto tra una boccia dell'alimentatore e una banana. Attenzione, si può sfruttare il limitatore di corrente dell'alimentatore per realizzare una soluzione particolarmente semplice.

Valutare l'incertezza della misura.

In casi particolari — specialmente ove si debbano trattare basse tensioni e alte correnti — presentano 4 morsetti, due di *potenza* e due detti di *sensing*, questi ultimi usati per misurare la tensione realmente presente ai capi del carico. Si giustifichi questo tipo di soluzione alla luce delle esperienze fatte.

2 Impedenza dell'alimentatore singolo

Misurare il modulo dell'impedenza interna dell'alimentatore singolo (Roland PS 1325 o Vega BIG 2030) seguendo lo schema indicato in figura 2, tenendo presente che tale alimentatore ha una tensione nominale di 12–13 V, e una corrente massima erogabile di 1 A.

La misura sarà fatta a 100 Hz, 1 kHz e 10 kHz, cominciando da 1 kHz.

Prima montare il circuito si progetti la misura disegnando il punto di lavoro dinamico sul piano V-I e calcolando i valori (di picco ed efficaci) delle tensioni e delle correnti in gioco (esclusa, ovviamente, la tensione alternata presente ai capi dell'alimentatore). R_1 può essere scelta tra 16.5, 28 e 120 Ω .

Amplificatore Marantz PM 230. Usare il canale sinistro (Left) e collegare il generatore di segnali all'ingresso CD. Predisporre l'amplificatore, agendo su un apposito comando presente sul pannello frontale, per l'ingresso CD. Escludere i filtri "loudness" ecc., e regolare i controlli di tono a metà corsa.

Dei due morsetti di uscita, il nero è la massa, il rosso è il segnale.

Attenzione alla regolazione della potenza: l'amplificatore può erogare 60 W su 8 Ω , eccessivi per la misura e sufficienti a provocare danni. Con tutti i comandi al centro (inclusi il volume e il bilanciamento) si ottiene la massima potenza con circa 650 mV_{eff} all'ingresso CD.

Amplificatore Thema GT 15. Usare l'ingresso "low" e l'uscita "H. Phone". Regolare i controlli di tono a metà corsa.

L'amplificatore ha due controlli di volume in cascata ("gain" e "master") che devono essere regolati in modo opportuno per evitare saturazioni degli stadi intermedi del circuito. Si raccomanda di controllare il segnale d'uscita con l'oscilloscopio. Regolando il gain a metà corsa e il master a 9/10 si ottiene la massima potenza (12 W su 8 Ω) con 140 mV_{eff} all'ingresso low.

Montaggio del circuito

È opportuno usare i contatti a forchetta per i circuiti di potenza in alternata e in continua, collegando l'oscilloscopio all'alimentatore con un cavo BNC/banane.

Il circuito deve essere montato e regolato correttamente. Per evitare errori che, date le potenze in gioco potrebbero rivelarsi distruttivi per alcuni componenti o strumenti, si raccomanda la procedura seguente.

1. Montare il solo circuito in continua, composto dall'alimentatore in prova, il diodo di protezione (al quale risulta collegato anche il condensatore elettrolitico), il resistore di carico e l'amperometro. Accertarsi che tutto funzioni, quindi che correnti e tensioni siano quelle desiderate.
2. A parte, montare il solo circuito in alternata composto dal generatore di segnali, dall'amplificatore e dal carico (6.8 + 1 Ω , con il resistore da 1 Ω collegato alla massa dell'amplificatore), ricordando i suggerimenti specifici per l'amplificatore presente sul banco.
3. Prima di alimentare l'amplificatore controllare la frequenza (1 kHz) ed il livello d'uscita del generatore di segnali, regolare il controllo di volume dell'amplificatore al minimo. Poi accendere l'amplificatore.

Regolare il volume dell'amplificatore e il livello d'uscita del generatore di segnali in modo da ottenere la corrente desiderata. Valendosi dell'oscilloscopio collegato in parallelo al resistore da 1 Ω (attenzione alle masse!) accertarsi che non vi siano saturazioni.

4. Staccare il resistore da 1 Ω dalla massa dell'amplificatore e collegarlo, tramite il condensatore elettrolitico, all'alimentatore. Collegare la massa dell'amplificatore all'alimentatore. A questo punto il circuito è pronto e necessita solo di una regolazione più fine per ottenere la corrente alternata desiderata.

Cambiando frequenza sarà sufficiente ritoccare la regolazione della corrente alternata.

2.1 Quesiti

In linea di principio la separazione dei circuiti voltmetrici ed amperometrici per eliminare gli errori dovuti alle resistenze di contatto dovrebbe essere applicata sia sull'alimentatore sia sul resistore tarato da 1 Ω . In quale dei due punti del circuito è più importante, e

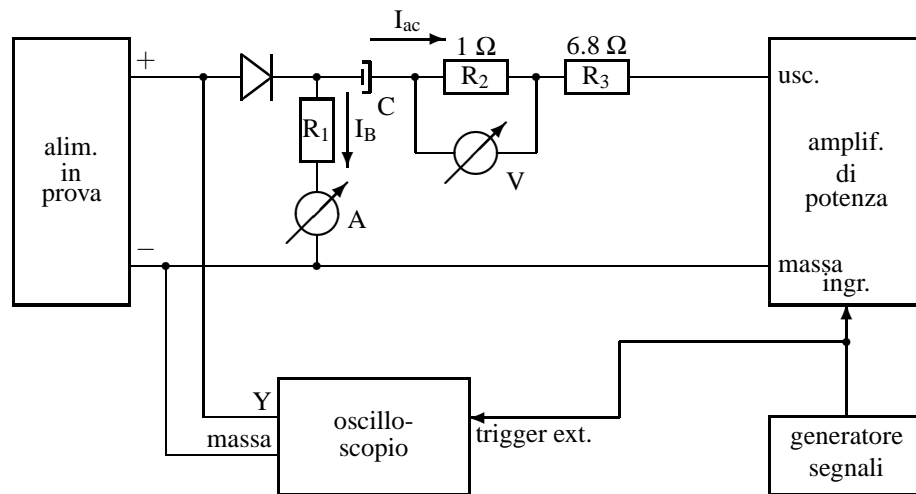


Figure 2: Schema di principio per la misurazione del modulo dell'impedenza interna di un alimentatore stabilizzato.

perché? Di conseguenza, se per ragioni di disponibilità di materiali si deve rinunciare alla distinzione tra morsetti voltmetrici e amperometrici sull'alimentatore o sul resistore, quale si privilegia? Ammettendo che le resistenze di ogni contatto siano di $10\text{ m}\Omega$, valutare gli errori in entrambi i casi.

Il diodo di protezione, posto in serie all'alimentatore, causa errori? Perché?

La corrente alternata prodotta dall'amplificatore si ripartisce tra l'alimentatore ed il circuito in continua. Questo provoca errori di misura dell'impedenza? Se sì, di che entità?

3 Misura di resistenza in commutazione

Misurare la resistenza interna dell'alimentatore singolo (Roland PS 1325 o Vega BIG 2030) seguendo lo schema indicato in figura 3. Usare inizialmente una frequenza di commutazione dell'ordine del centinaio di Hertz (onda quadra).

Il transistor deve lavorare in commutazione (saturato o interdetto). All'oscilloscopio, accoppiato in ac, si vede la differenza tra le tensioni a vuoto e sotto carico.

Se il transistor non lavora in commutazione, la corrente non è più determinata dal resistore di collettore, ed il transistor si surriscalda. Per prima cosa è quindi necessario regolare il generatore di funzioni (ampiezza e offset) in modo da pilotare opportunamente il transistor. Si verifichino i punti di lavoro controllando la forma d'onda ed i livelli di tensione sul collettore con l'oscilloscopio.

Suggerimento: quando il transistor è saturato la corrente di collettore dipende solo dal carico, ed è *indipendente* dalla corrente di base, almeno per piccole variazioni. Quando è interdetto, la tensione di collettore è uguale alla tensione di alimentazione.

Osservando la forma d'onda sull'alimentatore, probabilmente è necessario usare il trigger esterno, ricavato preferibilmente da un'apposita uscita sul generatore di segnali o, in

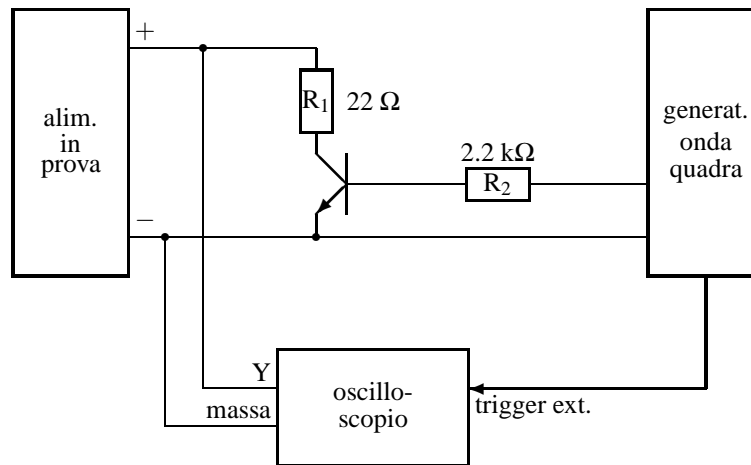


Figure 3: Schema di principio per la misurazione della resistenza interna e del tempo di riassetto di un alimentatore stabilizzato.

mancanza, dal collettore del transistore.

3.1 Incertezza e risoluzione

Considerando l'incertezza dell'oscilloscopio e dei componenti del circuito interruttore, e facendo *ragionevoli* ipotesi su eventuali parametri mancanti, valutare l'incertezza assoluta e relativa di misura della resistenza interna. Valutare la risoluzione della misura.

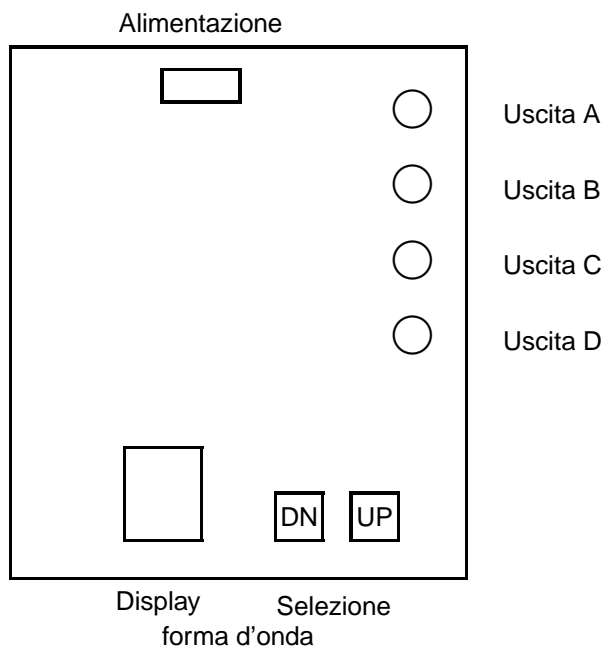
3.2 Quesiti

Tentare un confronto con il metodo inizialmente proposto, nel quale il carico viene commutato manualmente. Poiché i dati non sono direttamente confrontabili in quanto si riferiscono ad alimentatori diversi, ci si limiti a confrontare i metodi. In particolare si consideri l'incertezza della misura e la stabilità.

Alcuni alimentatori sono caratterizzati da una bassa resistenza interna ed una bassa stabilità della tensione di uscita rispetto alla temperatura. I componenti serie 78xx, ad esempio, hanno una resistenza tipica di 5 mΩ e un coefficiente di temperatura di 1.1 mV/°C; il transistor regolatore di tensione è termicamente accoppiato con il riferimento di tensione e causa variazioni di tensione in funzione della corrente di carico. Se si dovesse misurare la resistenza di uno di tali dispositivi, quale dei due metodi si dovrebbe adottare, e perché?

Con lo schema proposto e con i componenti disponibili, è possibile ridurre l'incertezza valendosi di un amperometro in continua (multimetro analogico)? Meditare, calcolare e sperimentare.

Generatore di forme d'onda



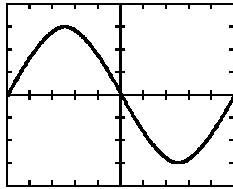
Uso

Il display indica il numero corrispondente alla forma d'onda, rappresentato con una singola cifra esadecimale (da 0 a F). Il numero, e quindi la forma d'onda, può essere cambiato agendo sui pulsanti UP (incrementa) e DN (decrementa); l'azione dei pulsanti è ciclica, a modulo 16.

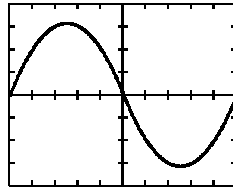
Alimentazione: simmetrica $\pm 12..15$ V (rosso +12, nero -12, verde massa).

Attenzione: regolare l'alimentatore *prima* di collegare il generatore di segnali. Poi assicurarsi che l'alimentatore sia *spento* mentre si collegano i cavi. Le sezioni dell'alimentatore sono completamente indipendenti, e vanno collegate tra loro per formare la *massa* dell'alimentazione simmetrica. Il morsetto di *terra* dell'alimentatore è collegato alla terra dell'impianto elettrico, e *non* è collegato a massa.

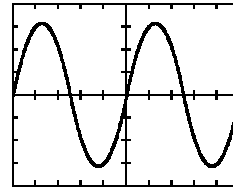
Forme d'onda



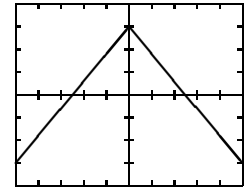
A 0



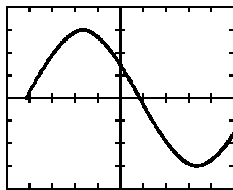
A 1



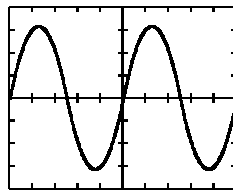
A 2



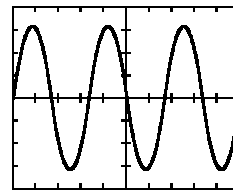
A 3



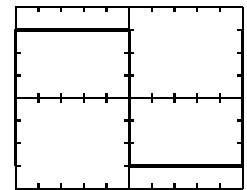
B 0



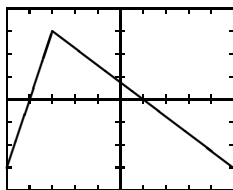
B 1



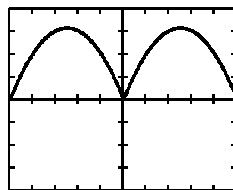
B 2



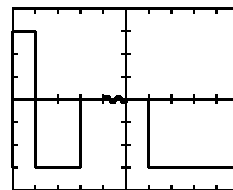
B 3



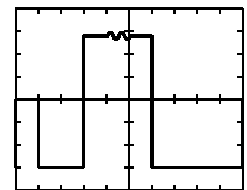
A 4



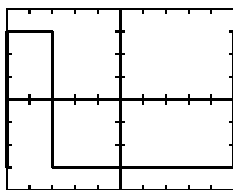
A 5



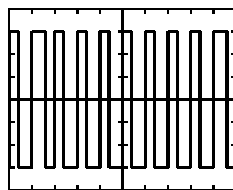
A 6



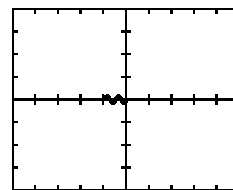
A 7



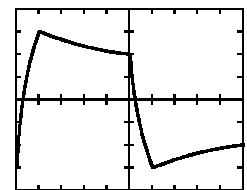
B 4



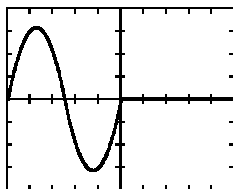
B 5



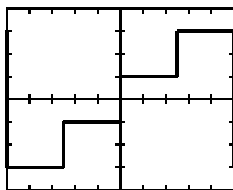
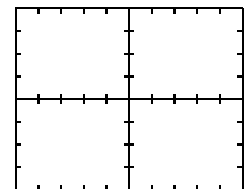
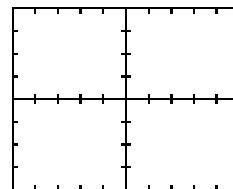
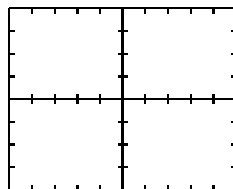
B 6



B 7



A 8



B 8

