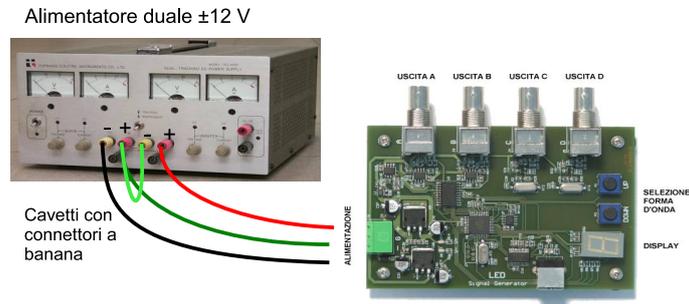


# Esercitazione di Laboratorio

## Uso di Voltmetri - ver. 04-2010

### 1 Realizzazione del banco di misura



#### 1.1 Voltmetri

Questa esercitazione prevede la misurazione di segnali alternati con differenti tipi di voltmetri:

- tester (strumento elettromeccanico a singola semionda)
- multimetro (strumento a vero valore efficace; misura la sola componente alternata dei segnali)
- sonda di picco (da collegare ad un multimetro in DC avente impedenza d'ingresso 10 MΩ)

Inoltre gli stessi segnali saranno misurati con un oscilloscopio. In questa esperienza è importante osservare i segnali con la loro componente continua e quindi l'oscilloscopio non dovrà essere accoppiato in AC.

#### 1.2 Generatore di segnali

I segnali sono erogati da una scheda predisposta per generare forme d'onda predefinite. La scheda deve essere alimentata con tensione duale di +/- 12V ottenuta tramite le due sezioni dell'alimentatore da banco. Regolate l'alimentatore nel modo seguente prima di collegare la scheda:

- collegate in serie le sezioni, regolatele per erogare una tensione di circa 12 V e controllate che il potenziometro del limitatore di corrente sia circa a metà corsa (alcuni alimentatori hanno una terza sezione a tensione fissa, tipicamente 5V, che non deve essere utilizzata)
- spegnete l'alimentatore
- collegate l'alimentatore al generatore di segnali arbitrari come descritto in figura
- accendete l'alimentatore e controllate che il display della scheda sia acceso.

Collegate l'oscilloscopio alla scheda tramite un cavo coassiale e visualizzate il segnale A0 (uscita A segnale 0). Per collegare i voltmetri potete utilizzare anche un connettore a T e un cavo coassiale dotato di coccodrilli o banane.

**Nota** Chi utilizza il tester ICE dovrà impostare le forme d'onda AA, AE e AD.

### 2 Misure di ampiezza e confronto tra strumenti

#### Segnale A0 (sinusoide senza offset)

##### 2.1 Oscilloscopio

Misurate il valore efficace del segnale A0 e calcolate la sua incertezza (nella relazione dovete riportare le formule e parametri utilizzati, non solo i risultati):

$$V_{A0}^{Oscillo} = \quad V_{\pm}$$

## 2.2 Tester

Impostate il tester per la misura di segnali AC con portata adeguata. Eseguite la lettura del valore efficace (la scala è quella rossa; conviene contare le divisioni per poi moltiplicarle per la costante di taratura). L'incertezza si calcola a partire dalla classe e dall'incertezza di lettura.

$$V_{A0}^{Tester} = \quad V \pm$$

**D1.** La lettura del tester deve essere moltiplicata per 2.22?

## 2.3 Multimetro

Predisponete il multimetro per la misura dell'ampiezza di segnali alternati (VAC). Potete lasciare che lo strumento scelga la portata più opportuna (default). Impostate lo strumento per eseguire le misurazioni con la migliore incertezza (da menù: AC filter slow). Le specifiche di incertezza si trovano in rete. Utilizzate quelle ad un anno per la frequenza del vostro segnale. Attenzione: utilizzate esclusivamente i cavi in dotazione altrimenti potreste danneggiare le boccole di ingresso.

$$V_{A0}^{Mult} = \quad V \pm$$

## 2.4 Voltmetro di picco

Il voltmetro di cresta deve essere realizzato collegando la sonda di cresta al multimetro configurato per misurare tensioni continue con impedenza di ingresso 10 MΩ (controllare l'impedenza da menù).



Prima di eseguire la misura provate a collegare l'oscilloscopio all'uscita della sonda e osservate il segnale.

**D2.** Come è collegato il diodo della sonda (serie o parallelo)?

**D3.** Quando vale (approssimativamente) la resistenza presente nella sonda?

**D4.** Se lasciate collegato l'oscilloscopio in parallelo al voltmetro commettete un errore grossolano. Quale?

Scollegate l'oscilloscopio ed eseguite la misurazione del valore efficace. L'incertezza della sonda si trova in rete. L'incertezza del multimetro può essere trascurata.

$$V_{A0}^{Picco} = \quad V \pm$$

**D5.** Perché le specifiche di incertezza della sonda dipendono dall'ampiezza e dalla frequenza del misurando?

## 2.5 Compatibilità

Disegnate il diagramma di compatibilità delle misure ottenute con i 4 strumenti.

## 3 Misure di ampiezza e confronto tra strumenti Segnale B3 (onda quadra simmetrica, DC=50%)

### 3.1 Oscilloscopio e Multimetro

Ripetete le misurazioni del valore efficace con oscilloscopio e multimetro (per brevità non calcolate l'incertezza).

$$V_{B3}^{Oscillo} = \quad V$$

$$V_{B3}^{Mult} = \quad V$$

### 3.2 Tester

Eseguite la misurazione con il tester e riportate la lettura:

$$V_{B3}^{Tester} = \quad V$$

Calcolate per via teorica la lettura attesa sulla base della traccia visualizzata dall'oscilloscopio:

$$V_{B3}^{Tester-Teo} = \quad V$$

**D6.** Il tester misura il valore efficace del segnale B3?

<sup>1</sup>Shift Menü  ON/OFF Meas Menü, ,  fino a InputR, , infine  Enter per uscire

## 4 Misure di ampiezza e confronto tra strumenti

### Segnale B4 (onda quadra simmetrica, DC=20%)

#### 4.1 Oscilloscopio e Multimetro

Misurazioni il valore efficace con oscilloscopio e multimetro. Ricordate che il multimetro misura la sola componente alternata dei segnali e quindi dovete sommare quadraticamente la componente continua (il valore efficace complessivo del segnale si ottiene utilizzando la relazione  $\sqrt{V_{AC}^2 + V_{DC}^2}$ ).

$$V_{B4}^{Oscillo} = \quad V$$

$$V_{B4}^{Mult} = \quad V$$

#### 4.2 Tester

Eseguite la misurazione con il tester e riportate la lettura:

$$V_{B4}^{Tester} = \quad V$$

Calcolate la lettura attesa per via teorica sulla base della traccia visualizzata dall'oscilloscopio:

$$V_{B4}^{Tester-Teo} = \quad V$$

## 5 Risposta in frequenza in DC

#### 5.1 Tester

**D7.** Se la tensione di ingresso non è continua, cosa indica il tester quando è configurato per misurare tensioni continue?

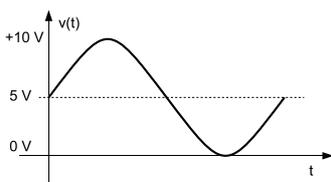
**D8.** Cosa indicare il tester se all'ingresso è presente il segnale A0? Verificate sperimentalmente.

**D9.** Ripetete la misurazione con il segnale B4. Prevedere il comportamento del tester prima di misurare aiutatevi con l'oscilloscopio. La lettura sarà positiva o negativa? Verificate sperimentalmente.

**D10.** Il tester, che è uno strumento magnetoelettrico, ha una funzione di trasferimento di tipo passa-basso che gli consente di separare la componente continua dei segnali dalle altre componenti spettrali. A quale frequenza si colloca, indicativamente, il primo polo? E' dovuto a fenomeni elettrici o meccanici?

**D11.** Misurate la frequenza del polo utilizzando il generatore di segnali commerciale presente sul banco al posto della scheda (il generatore commerciale consente, infatti, di generare segnali a frequenza variabile). Spegnete l'alimentatore e scollegate la scheda. Riponete il cavo di alimentazione della scheda nel cassetto. La scheda deve essere riconsegnata al docente.

Regolate il generatore in modo da erogare un segnale sinusoidale come in figura:



L'ampiezza massima dovrà essere 5 V (tester Metrix) o 10 V (ICE) . Verificate il segnale con l'oscilloscopio prima di applicarlo al tester. Modificate ora la frequenza del segnale fino ad osservare una riduzione della componente alternata di 3 dB (-30%).

$$f_{poloDC} = \quad Hz$$

#### 5.2 Multimetro

- Configurate il multimetro per la misura in DC (VDC), risoluzione 5 cifre veloce (è il valore di default; verificatelo tramite il menù<sup>2</sup>). La portata deve essere impostata in manuale.

<sup>2</sup>Shift Menù  Meas Menù, ,  fino a Resolution, , poi  per cambiare risoluzione, infine  per uscire

- Regolate il generatore di segnali per erogare una sinusoide di ampiezza circa 1 V, offset nullo, frequenza 1 kHz.

Con queste impostazioni il multimetro dovrebbe misurare il valore medio del segnale, cio 0 V. In realt la lettura non sar variabile e dipender dalla frequenza del segnale e dalla risoluzione del multimetro.

Il manuale del multimetro riporta la corrispondenza tra valore di risoluzione e tempo di integrazione (espresso come numero di cicli della tensione di rete, PLC) del convertitore AD (vedi tabella).

**D12.** Completate la tabella indicando i tempi di integrazione in millisecondi e la minima frequenza alla quale si ha la reiezione completa dei disturbi.

| Valore di risoluzione | Tempo di integrazione (NPLC) | Tempo di integrazione (ms) | Frequenza dei disturbi (Hz) | Reiezione disturbi a 50 Hz (SI/NO) |
|-----------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| 4 cifre, veloce       | 0.02 NPLC                    |                            |                             |                                    |
| 4 cifre, lento        | 1 NPLC                       |                            |                             |                                    |
| 5 cifre, veloce       | 0.3 NPLC                     |                            |                             |                                    |
| 5 cifre, lento        | 10 NPLC                      |                            |                             |                                    |
| 6 cifre, veloce       | 10 NPLC                      |                            |                             |                                    |
| 6 cifre, lento        | 100 NPLC                     |                            |                             |                                    |

**D13.** Perché la risoluzione aumenta in modo proporzionale al tempo di integrazione (ricordate che lo strumento impieghi un convertitore AD a doppia integrazione)?

**D14.** Quanto durerà, approssimativamente, la misurazione quando la risoluzione è 6 cifre, lento (il convertitore è a integrazione con tempo di *run-down* trascurabile rispetto al tempo di *run-up*)?

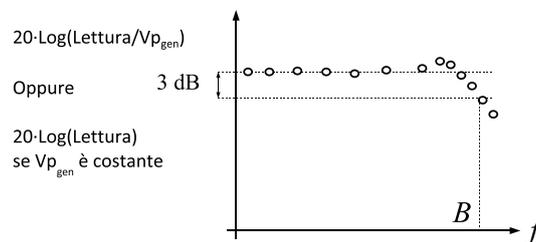
**D15.** Con quali valori di risoluzione si ha una reiezione idealmente infinita dei disturbi provocati dalla rete di distribuzione dell'energia elettrica?

**D16.** Verificate l'effetto della reiezione ai disturbi applicando un segnale avente frequenza pari all'inverso del tempo di integrazione. Ricordate che il segnale applicato ha valor medio nullo. Il multimetro indica circa 0 V (a meno di piccoli scostamenti dovuti a offset che non possono essere eliminati) solo se il segnale ha frequenza pari ad un multiplo dell'inverso del tempo di integrazione oppure se la frequenza è molto più alta di tale valore.

## 6 Risposta in frequenza del tester in AC

Il tester in AC ha una funzione di trasferimento di tipo passa-basso che può essere ricavata sperimentalmente applicando un segnale sinusoidale di frequenza crescente. Tracciate la risposta in assi bilogaritmici fino alla frequenza di taglio a -3 dB (in ampiezza corrisponde ad una riduzione della lettura di circa il 30%). Controllate che il segnale sinusoidale erogato dal generatore mantenga un'ampiezza costante (vi servirà uno strumento con banda molto più larga di quella del tester, quale?)

- Configurate il generatore per erogare una sinusoide avente offset nullo, ampiezza di circa 5 V e frequenza 1 kHz
- Predisponete il tester per effettuare misure in AC
- Collegate lo strumento a larga banda in parallelo al tester.



## 7 Copyright

Questa dispensa è di proprietà del Politecnico di Torino e può essere liberamente usata dagli studenti del Politecnico di Torino per la preparazione agli esami, ma è vietato qualsiasi uso diverso.  
 Copyright ©2010 - Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129, Torino, Italy.  
 L'autore di questa dispensa è Alberto Vallan.