

Misure Elettroniche
10BSP-04BSP-02FUX
Misure di frequenza

Valeria Teppati

October 6, 2004

1 Materiale a disposizione

Oltre agli strumenti comunemente presenti in laboratorio, per questa esercitazione avrete a disposizione:

1.1 Generatore di forme d'onda

La scheda è un generatore di segnali, da alimentare a $\pm 12 \dots 15$ V (rosso +12 V, nero -12 V, verde massa). Regolare l'alimentatore prima di collegare la scheda, assicurarsi che sia spento ed in seguito collegare il generatore di segnali. Le sezioni dell'alimentatore sono indipendenti e vanno collegate tra loro per formare la *massa* dell'alimentazione. Dov'è collegata la *terra* dell'alimentatore? Perché non va collegata con la massa dell'alimentazione?

Il *display* della scheda 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 DOWN (decrementa); l'azione dei pulsanti è ciclica, modulo 16.

1.2 Campione al quarzo

Il campione di frequenza al quarzo termostattizzato si alimenta a +12 V (rosso +12 V, nero massa). L'uscita BNC è a 5 MHz. Tali campioni hanno all'interno un termostato che stabilizza la temperatura del quarzo a 70°C.

Nella fase iniziale di riscaldamento l'assorbimento di corrente è alto, mentre la frequenza è grossolanamente sbagliata.

Poi l'assorbimento cala e il campione è pronto per essere usato. Quando alimentate i quarzi, potete osservare con l'oscilloscopio oppure con il contatore la variazione di frequenza durante il riscaldamento.

1.3 Mixer

Lo schema interno e la piedinatura del *mixer* sono mostrati nelle figure 1 e 2.

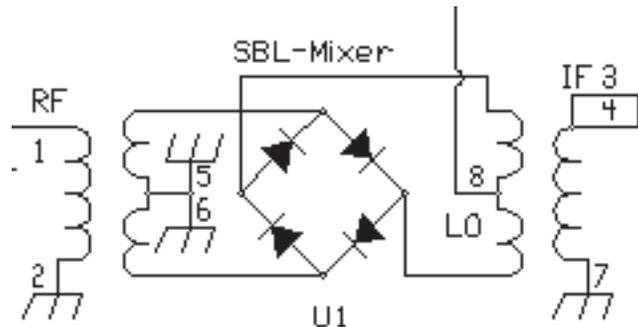


Figure 1: Schema semplificato del *mixer* doppio bilanciato SBL-3.

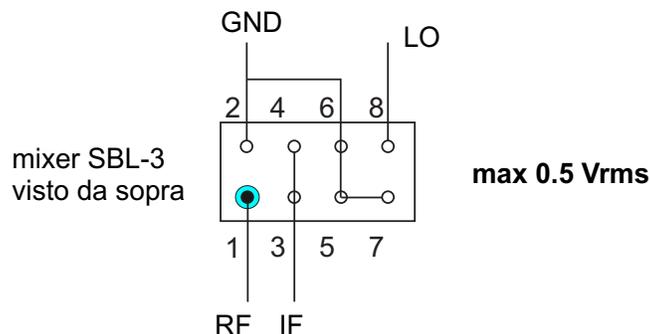


Figure 2: Piedinatura del *mixer* doppio bilanciato SBL-3.

2 Contatore

Nelle misure di frequenza con contatore può capitare che lo strumento dia delle letture grossolanamente sbagliate. Ci si può accorgere dell'errore osservando lo stesso segnale con un'oscilloscopio. Verificate cosa succede se misurate la frequenza del segnale A0 (proveniente dalla scheda) quando NON sono introdotti attenuatori nè filtri all'ingresso del contatore (consultate il manuale). Inserite adesso il filtro passabasso, oppure un attenuatore 1:10 e verificate cosa succede. Spiegate il motivo.

2.1 Tempo di *gate*

Nel vostro contatore Hameg avete a disposizione la regolazione del tempo di *gate*, dalla quale dipende la risoluzione della misura e anche l'incertezza di quantizzazione. Provate a regolare tale tempo e giustificate il numero di cifre visualizzato sul display nel caso della misura di frequenza del segnale A0.

2.2 Calcolo di risoluzione e incertezza

Per ciascuna delle misure della sezione 2.3 dovrete indicare incertezza e risoluzione della misura. Leggete le specifiche che trovate sul manuale (*resolution* e *accuracy*) e attenetevi a quelle.

Per il calcolo dell'incertezza vi servirà annotare il tempo di *gate* con il quale state eseguendo la misura. Inoltre dovrete calcolare il contributo di incertezza dovuto al rumore sovrapposto al segnale in misura. Per questo contributo ipotizzate che i vostri segnali abbiano tutti un rapporto $S/N = 40$ dB.

2.3 Misure con il contatore

Misurate con il contatore, utilizzandone le varie funzioni, le seguenti grandezze:

1. frequenza del segnale A0

2. periodo del segnale A0
3. periodo medio del segnale A0 (suggerimento: usate la funzione TI AVG ed eventualmente COM A/B, consultate il manuale per capire cosa fanno)
4. sfasamento tra i segnali A0 e B0 (suggerimento: usate la funzione TI A to B)
5. sfasamento medio tra i segnali A0 e B0 (suggerimento: usate la funzione TI AVG)
6. *duty cycle* di B4 (suggerimento: usate la funzione TI A to B)
7. rapporto di frequenze tra i segnali A1 e B1

3 Confronto di misure di frequenza

3.1

Misurate ora la frequenza dei segnali A0, D0 e dei due quarzi con i tre strumenti a vostra disposizione:

- oscilloscopio
- multimetro
- contatore

Per ogni misura calcolate l'incertezza, secondo le indicazioni dei manuali degli strumenti, in modo tale da riempire la seguente tabella (dove possibile):

Table 1: Misure di frequenza

<i>Strumento</i>	f_{A0}	δf_{A0}	f_{D0}	δf_{D0}	f_{Q1}	δf_{Q1}	f_{Q2}	δf_{Q2}
oscilloscopio
multimetro	//	//	//	//	//	//
contatore

dove f_{A0} e f_{D0} sono le frequenze dei segnali A0 e D0 provenienti dalla scheda, f_{Q1} e f_{Q2} sono le frequenze dei due quarzi termostattizzati, δf_{A0} , δf_{D0} , δf_{Q1} , δf_{Q2} sono le incertezze assolute.

N.B.: la banda del multimetro da banco non vi permette di misurare la frequenza di tutti i segnali. Quanto vale tale banda?

3.2

A partire dalla tabella 1 disegnate il diagramma di compatibilità delle misure.

4 Accuratezza del generatore di funzioni

Generate con il generatore di funzioni da banco un segnale sinusoidale a 5 MHz e misuratene la frequenza con il contatore. Calcolate l'incertezza della misura e verificate le specifiche di accuratezza del generatore.

5 Misura di differenza di frequenza

5.1 Scorrimento su oscilloscopio

Collegate ai due canali dell'oscilloscopio i due segnali provenienti dai due quarzi a vostra disposizione. Sganciando il *trigger* con il canale 1, la traccia 1 sta ferma, mentre la traccia 2 scorre sullo schermo. Misurate con il vostro orologio da polso la velocità di scorrimento e calcolate lo scarto di frequenza tra i due segnali. Calcolatene l'incertezza.

Nota: il calcolo di incertezza della misura con l'oscilloscopio comprende l'incertezza con la quale decidete gli istanti di *start* e di *stop*. Fatene una stima.

5.2 Misura con battimento

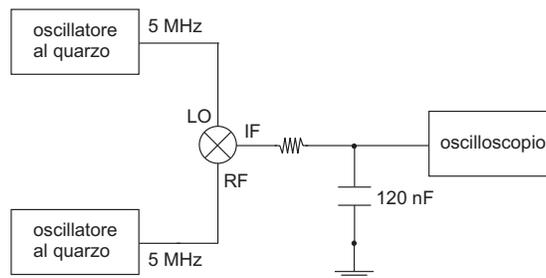


Figure 3: Schema della misura di frequenza con battimento di due oscillatori al quarzo.

Usate un *mixer* per osservare la frequenza di battimento (differenza delle due frequenze in ingresso), seguendo lo schema della figura 3. Lo schema interno del *mixer* è mostrato in figura 1. La piedinatura è mostrata in figura 2. Attenzione: il *mixer* si ROMPE se riceve all'ingresso una continua oppure un segnale di ampiezza eccessiva. Attenetevi alle indicazioni.

Per vedere bene il segnale alla frequenza differenza è opportuno aggiungere un filtro passa basso, come indicato in figura. Con l'oscilloscopio potete ora misurare la differenza di frequenza tra i due quarzi campione (aspettate che i quarzi abbiano raggiunto la temperatura di regime). Stimatene l'incertezza.

5.3 Confronto delle misure

Riportate i risultati della misura di differenza di frequenza dei due quarzi nella seguente tabella:

Table 2: Misure di differenza di frequenza

<i>Metodo</i>	$f_{Q1}-f_{Q2}$	$\delta(f_{Q1} - f_{Q2})$
oscilloscopio
contatore
scorrimento
battimento

e fate un grafico di compatibilità delle misure.

5.4 Altre misure con battimento

Ripetete ora l'esperimento precedente della misura con battimento utilizzando il generatore di funzioni da banco, nelle due configurazioni indicate nelle figure 4 e 5.

Verificate cosa succede al variare della frequenza del generatore di segnali.

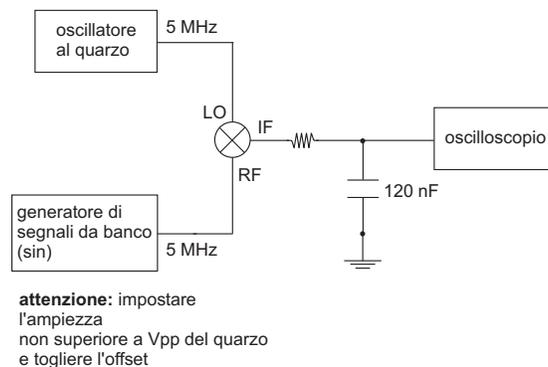


Figure 4: Misura di frequenza con battimento (II).

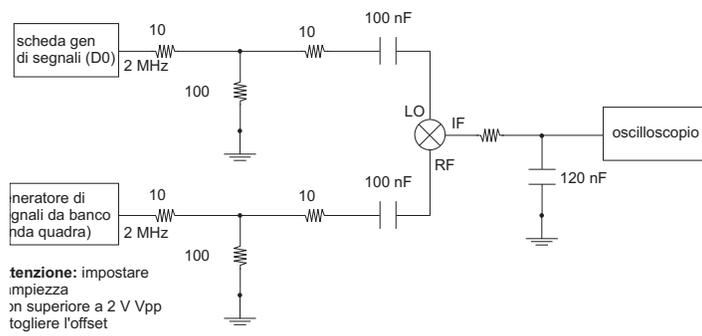


Figure 5: Misura di frequenza con battimento (III) con introduzione di un attenuatore e un condensatore per eliminare la componente continua.