

Esercitazione di Laboratorio

Misure di Frequenza

1 Materiale a disposizione

Oltre agli strumenti comunemente presenti in laboratorio, per questa esercitazione avrete a disposizione un generatore di forme d'onda arbitrarie ed un mixer.

1.1 Generatore di forme d'onda arbitrarie

La scheda è un generatore di segnali, da alimentare a $\pm 12 \dots 15$ V (rosso +12 V, nero -12 V, verde potenziale di riferimento). Regolare l'alimentatore prima di collegare la scheda, assicurarsi che sia spento ed in seguito collegare il generatore di segnali.

Il display della scheda indica il numero corrispondente alla forma d'onda, rappresentato con una singola cifra esadecimale. La forma d'onda può essere cambiata agendo sui pulsanti UP (incrementa) e DOWN (decrementa); l'azione dei pulsanti è ciclica. Sulla scheda sono presenti 2 quarzi a 5MHz (uscita C e D).

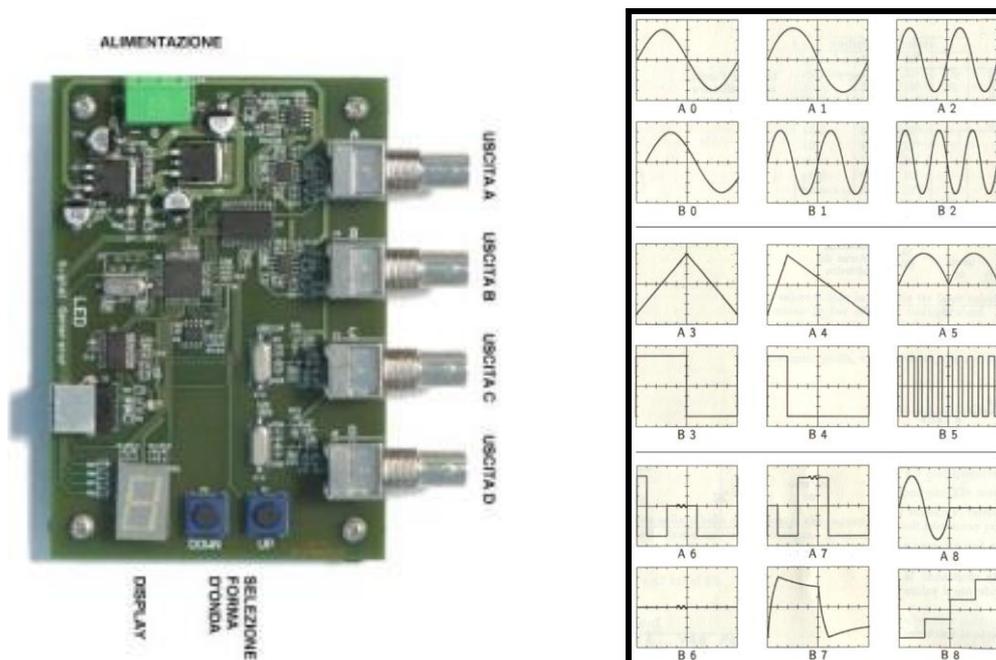


Fig.1: generatore di segnali arbitrari e relative forma

1.2 Il Mixer

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

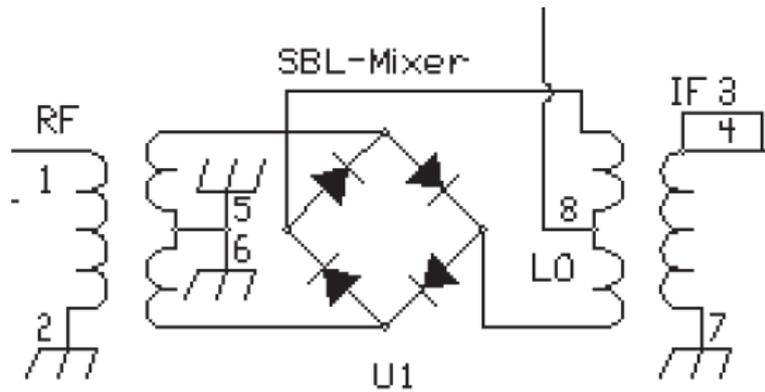


Figura 1: schema semplificato del mixer doppio bilanciato SBL-3.

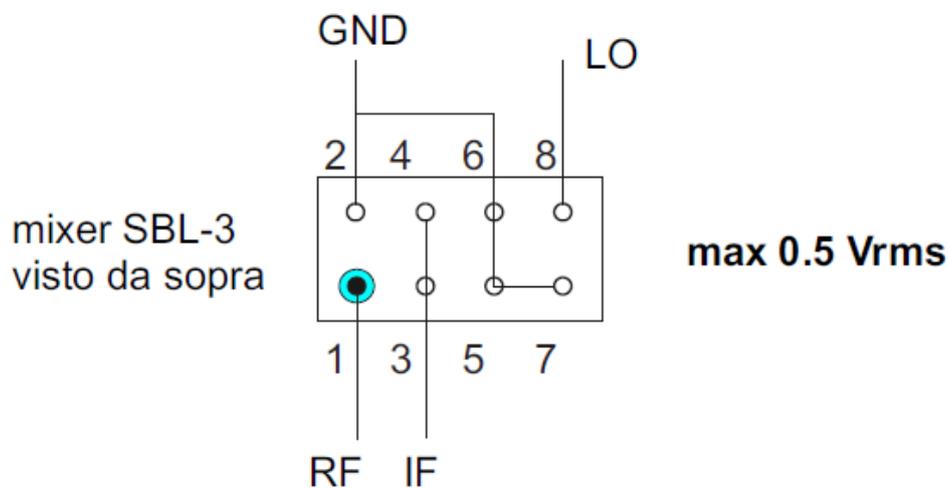


Figura 2: Piedinatura del *mixer* doppio bilanciato SBL-3.

2 Contatore e tempo di gate

Nelle misure di frequenza con contatore può capitare che lo strumento dia delle letture grossolanamente sbagliate a causa di un'erronea impostazione. Ci si può accorgere dell'errore osservando lo stesso segnale con un oscilloscopio effettuando una misurazione preliminare della frequenza da misurare successivamente con il contatore. Verificate cosa succede se misurate la frequenza del segnale A0 (proveniente dalla scheda) quando non sono introdotti attenuatori né filtri all'ingresso del contatore (consultate il manuale). Inserite adesso il filtro passa-basso, oppure un attenuatore 1:10 e verificate cosa succede.

Nel vostro contatore avete a disposizione la regolazione del tempo di *gate*: da essa 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 della frequenza del segnale A0. Utilizzate come tempo di misura 0.01s, 0.1s, 1s, 10s.

Collegate ora le due uscite C e D (a "circa" 5MHz) del generatore di segnali di figura 1 con i due ingressi A e B del contatore. Confrontate le misure di frequenza dei due quarzi. Questi ultimi sono nominalmente a 5MHz. Di quanto differiscono? Perché? Mentre misurate uno dei due quarzi con il contatore scaldate il quarzo toccandolo a lungo con il dito indice. Di quanto cambia la frequenza dopo 60s? Perché?

2.1 Misure con il contatore

Per ciascuna delle misure di questa sezione 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. Assumete il rapporto S/N pari a 40dB.

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 segnale 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

Cosa accade se S/N diventa pari a 60dB?

3 Confronto di misure di frequenza

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: cercate nel manuale quale è la massima frequenza misurabile. A partire dalla tabella precedente disegnate il diagramma di compatibilità delle misure.

4 Misura di differenza di frequenza

Per questa parte di esercitazione dovete utilizzare il generatore di segnali presente sul tavolo. In particolare dovere utilizzare l'uscita "10MHz Out" presente nel pannello posteriore collegandovi con un cavo BNC-BNC (fig.3).



Fig.3: Connettore BNC a cui connettersi



Fig.4: generatore di funzione

Dal pannello principale (fig.4) impostate il generatore di segnali in modo da avere un segnale sinusoidale di 10MHz ed ampiezza picco-picco di 400mV.

Le due uscite appena descritte collegatele all'oscilloscopio "triggerandolo" sul segnale proveniente dal connettore posteriore del generatore. Con l'oscilloscopio misurate le due frequenze e valutatene l'incertezza.

Ripetete la misura impostando l'uscita del generatore a 10.001MHz. Riuscite a vedere contemporaneamente i due segnali sullo schermo dell'oscilloscopio? Perché?

4.1 Misura con battimento

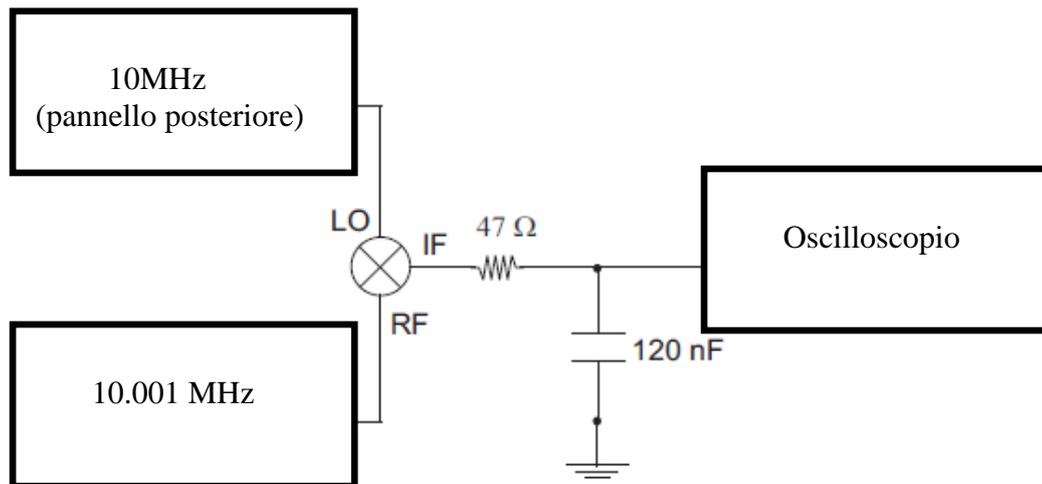


Figura 4: schema della misura di frequenza con battimento.

Usate un *mixer* per osservare, con l'oscilloscopio, la frequenza di battimento (differenza delle due frequenze in ingresso), seguendo lo schema della figura 4. La piedinatura del mixer 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 4. I valori dei componenti sono puramente indicativi. Se non avete a disposizione gli stessi valori di resistenza e condensatore cercate componenti tali per cui la frequenza del polo sia circa la stessa di quella ottenuta con 47Ω e 120nF .

Confronto delle misure

Riportate i risultati della misurazione della differenza di frequenza dei due segnali in una tabella simile alla tabella precedente. Fate un grafico di compatibilità delle misure. Nel caso della misura con l'oscilloscopio il valore $f_{Q1}-f_{Q2}$ è ottenuto come differenza delle misure dirette che avete effettuato in precedenza.