

# Misure di frequenza

## 1 Uso del contatore

### 1.1 La prima misura di frequenza

Quando si cerca di misurare con un contatore un segnale analogico con frequenza *bassa*, capita abbastanza di frequente che lo strumento dia delle letture grossolanamente sbagliate nel senso che la lettura è molto più alta della frequenza che vi aspettate di misurare. In questi casi, osservando il segnale all'oscilloscopio vi accorgete di una evidente discrepanza della lettura di frequenza. Questo problema ha a che fare con la regolazione del trigger, ma si verifica *anche* quando la soglia è ragionevolmente lontana dal valore di picco, positivo o negativo, del segnale. Usando il segnale A0 (forma d'onda 0, uscita A) del generatore di segnali (circuiti stampati), riuscite a mettere in evidenza il problema e a spiegarlo?

Eventualmente date un'occhiata su un'altro banco, dotato di un contatore diverso dal vostro.

### 1.2 Varie funzioni del contatore

I contatori universali sono dotati di numerose funzioni. Provatele seguendo la traccia indicata.

1. Periodo (segnale A0).
2. Periodo medio (segnale A0).
3. Intervallo di tempo, ed eventualmente sfasamento (segnali A0 e B0).
4. Intervallo di tempo medio (segnali A0 e B0).
5. Durata di impulso (segnale B4). Eventualmente misurate un intervallo di tempo con i canali in parallelo.
6. Rapporto di frequenze (segnali A1 e B1, oppure A2 e B2)

### 1.3 Risoluzione delle misure con il contatore

In molti contatori avete la regolazione del tempo di *gate*, dalla quale dipende l'incertezza di quantizzazione. Provando a regolare tale tempo, provate a giustificare il numero delle cifre presentate sul display. Sempre con la lettura della *frequenza*, il vostro contatore funziona come misuratore di frequenza o di periodo?

## 2 Confronto di frequenza con l'oscilloscopio

Collegate ai canali Y1 e Y2 dell'oscilloscopio due segnali alla stessa frequenza nominale attorno a 488 Hz, ma con uno scarto di frequenza. Tali segnali possono essere A0, B0 oppure C, provenienti da due diversi generatori (circuiti stampati); ovviamente, poiché avete un solo generatore, avete bisogno della collaborazione dei vostri vicini.

Sganciando il trigger con il canale Y1, la traccia 1 sta ferma mentre la traccia 2 scorre sullo schermo. Misurate con l'oscilloscopio e con il vostro orologio da polso la velocità di scorrimento, oppure dal tempo impiegato per compiere una traslazione di un intero periodo, e calcolate lo scarto di frequenza tra i due segnali.

Misurate ora le stesse due frequenze con un contatore e verificate se ottenete lo stesso valore.

Ricordando che state lavorando in collaborazione con il gruppo del tavolo accanto e che state misurando lo scarto tra gli stessi segnali, confrontate i risultati.

### 2.1 Risoluzione della misura

Cercate di rendervi conto di cosa sia la risoluzione della misura di intervallo di tempo con la quale avete ricavato lo scarto di frequenza. Probabilmente è limitata dalla vostra capacità di decidere in quale istante una traccia passa per un punto desiderato dello schermo oppure coincide con l'altra. Ottenuta tale risoluzione, calcolate la risoluzione con cui stimate lo scarto di frequenza.

### 2.2 Sintesi di frequenza

I generatori di segnali (circuiti stampati) sono dei sintetizzatori, e quindi tutti i segnali di uscita sono in rapporto razionale con un unico segnale di clock interno alla frequenza  $f_c = 2$  MHz, disponibile all'uscita D (vedi paragrafo 2).

Dopo aver trovato lo scarto tra le frequenze di uscita, calcolate lo scarto assoluto (quindi espresso in Hertz) delle due frequenze di clock.

Nota: la frequenza di uscita è ricavata dal quarzo a 2 MHz con un divisore a modulo 4096. Comunque verificate con il contatore.

## 3 Misura con battimento

Se provate a ripetere gli esperimenti indicati ai paragrafi precedenti operando alla frequenza di 2 MHz (uscita D del generatore), vi accorgete che le operazioni risultano impossibili. Lo

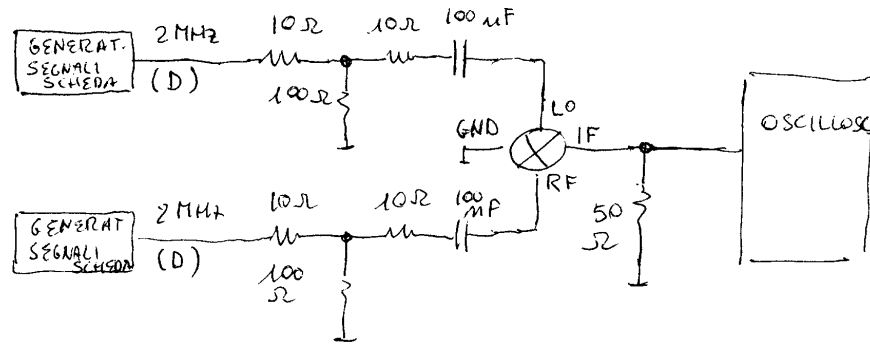
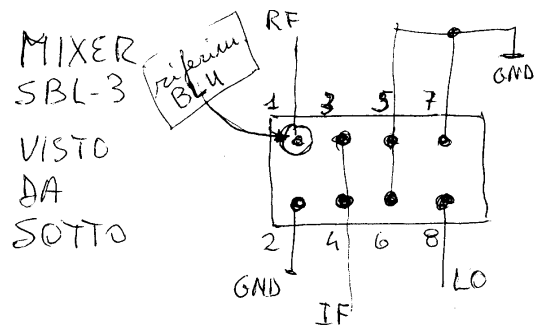


Figure 1: Schema della misura di frequenza con battimento. Nello schema il segnale dei generatori viene attenuato e privato della **componente continua**.

Copyright 2000 di Enrico Rubiola. Tutti i diritti riservati.



MIXER  
SBL-3  
VISTO  
DA  
SOTTO

ATTENZIONE:

ci sono 4 pin  
a massa

max. 0.5 V<sub>rms</sub>

Figure 2: Mixer doppio bilanciato SBL-3

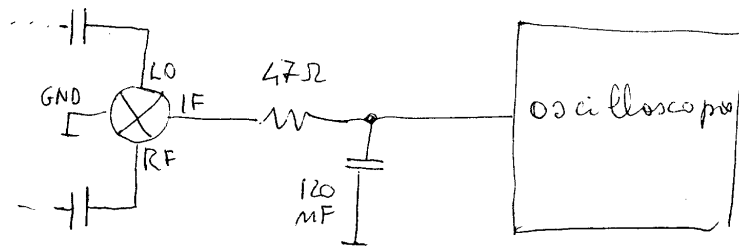


Figure 3: Filtraggio del segnale per eliminare la componente alla frequenza  $2f$ .

scarto di frequenza è eccessivo e i segnali scorrono troppo velocemente sullo schermo. Neppure le figure di Lissajous vi possono aiutare.

Provate allora ad usare un mixer per osservare la frequenza di battimento, seguendo lo schema di figura 1. I collegamenti del mixer sono in figura 2

**Attenzione:** il mixer è “permaloso” e si rompe se all’ingresso riceve una *continua* oppure un segnale *di ampiezza eccessiva*. Attenetevi alle indicazioni.

Con un po’ di abilità sperimentale nell’uso del trigger, all’uscita del mixer vedete i due segnali, alle frequenze somma e differenza.

Per vedere bene il segnale alla frequenza differenza è opportuno aggiungere un filtro passa basso, come in figura 3. Con l’oscilloscopio potete ora misurare agevolmente la frequenza di battimento.

Confrontate il valore dello scarto di frequenza con quello ottenuto precedentemente.

## 4 Campioni di frequenza in termostato

### 4.1 Confronto di frequenza (1)

Ripetete ora l’esperimento precedente (punto 3) usando i segnali provenienti da due campioni di frequenza a 5 MHz. Usate però uno schema un po’ diverso, perché non c’è bisogno di attenuare i segnali (fig. 4). Le indicazioni relative al quarzo disponibile sono in figura 5

Tali campioni hanno all’interno un termostato che stabilizza la temperatura del quarzo che, per ovvie ragioni di praticità opera ad una temperatura tipicamente attorno a  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . 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 accendete gli oscillatori, osservate la variazione di frequenza durante il riscaldamento.

Successivamente, quando gli oscillatori sono a regime, misurate la differenza di frequenza.

### 4.2 Confronto di frequenza (2)

Procedendo in modo simile al punto 2, osservate lo scorrimento di una delle due tracce. Confrontando i campioni in termostato, la differenza di frequenza è sufficientemente bassa

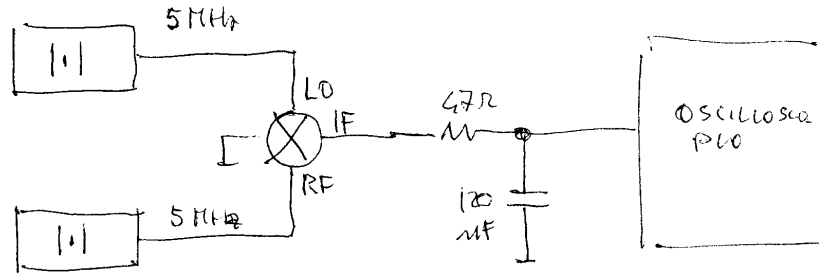
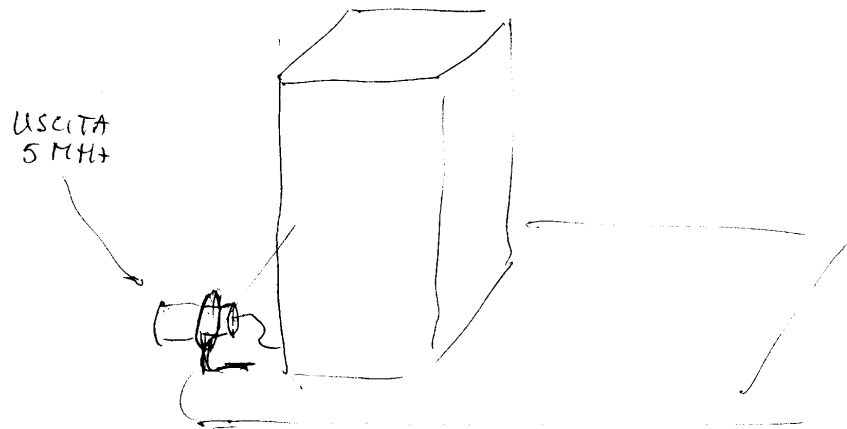


Figure 4: Schema del confronto di frequenza tra i due oscillatori a quarzo.



Alimentazione:  
12 V rosso: positivo  
nero: negativo e GND

Figure 5: Campione di frequenza a quarzo in termostato

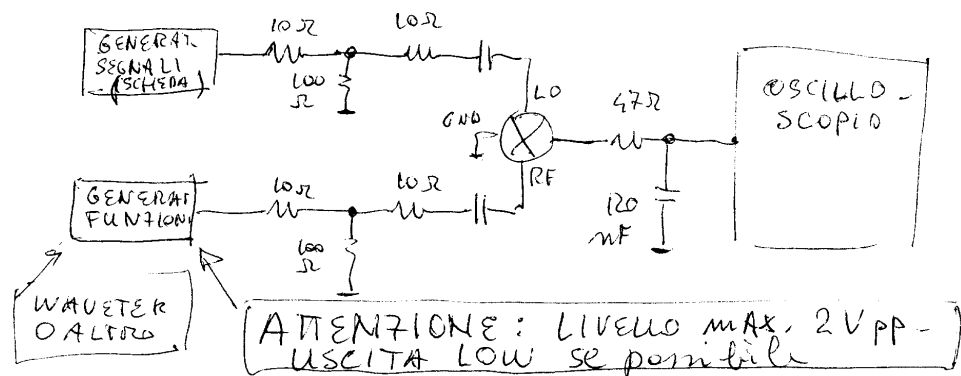


Figure 6: Schema del confronto di frequenza tra i due oscillatori a quarzo.

da consentire l'esperimento a 5 MHz. (Ricordate che con gli oscillatori dei generatori di segnali non si riusciva...)

## 5 Rumore di frequenza

Osservate all'oscilloscopio il segnale di uscita del generatore di funzioni (Wavetek, Tabor o altro) regolato attorno a 2 MHz. Sapete che c'è del rumore di frequenza, ma non riuscite ad evidenziare il fenomeno.

Usate allora il battimento, secondo lo schema di figura 6. Regolando il generatore alla frequenza opportuna, con la frequenza di battimento di alcuni kilohertz, potete osservare all'oscilloscopio le fluttuazioni della frequenza differenza.

## Tabelle utili

codice dei colori			
nero	0	$10^0$	
marrone	1	$10^1$	1%
rosso	2	$10^2$	2%
arancio	3	$10^3$	
giallo	4	$10^4$	
verde	5	$10^5$	
blu	6	$10^6$	
viola	7	$10^7$	
grigio	8	$10^8$	
bianco	9	$10^9$	
oro		$10^{-1}$	5%
argento			10%

## Condensatori

La capacità dei condensatori è spesso indicata in picofarad con un codice a tre cifre del tipo xyz dove

x e y sono le cifre significative della capacità  
z è il moltiplicatore, da intendersi come  $\times 10^z$ .

Esempio: 224 corrisponde a  $22 \times 10^4$  pF, ovvero 220 nF.

Il suffisso k, talvolta presente, indica che condensatore è ceramico (*non* si tratta di una moltiplicazione per 1000).

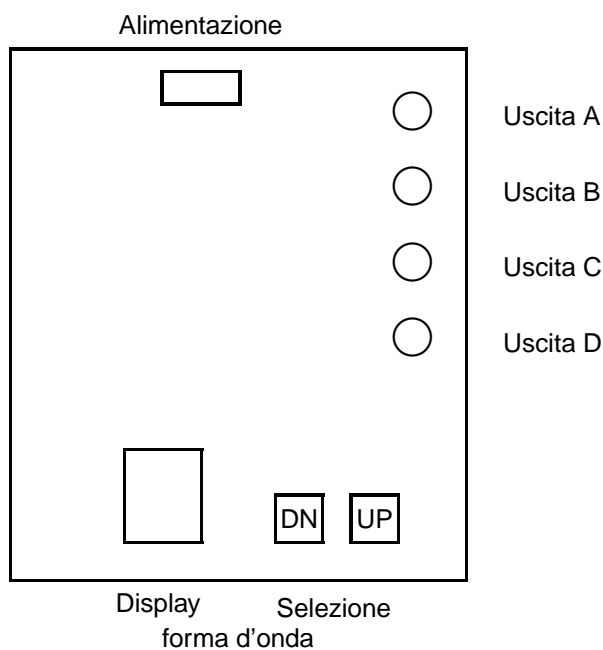
Un altro modo è quello di indicare la capacità in microfarad.

Esempio, .01 indica  $0.01 \mu\text{F} = 10$  nF; si noti l'assenza dello zero prima del punto decimale.

## Diode

La fascetta solitamente indica il catodo (la corrente fluisce dall'anodo al catodo). Non fidarsi, ma provare il diodo con un multimetro e una tensione di polarità nota, ricavata ad esempio dall'alimentatore.

## Generatore di forme d'onda



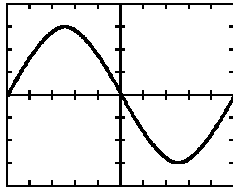
### Uso

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.

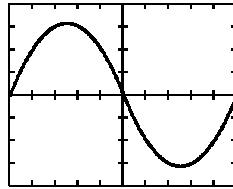
**Alimentazione:** simmetrica  $\pm 12..15$  V (rosso +12, nero -12, verde massa).

**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.

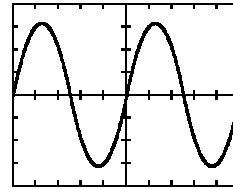
Forme d'onda



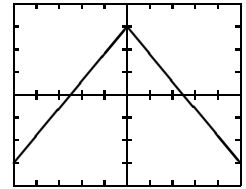
A 0



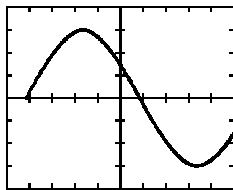
A 1



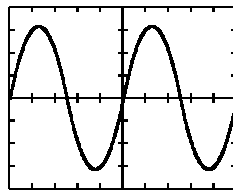
A 2



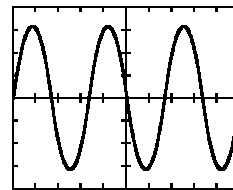
A 3



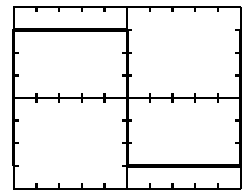
B 0



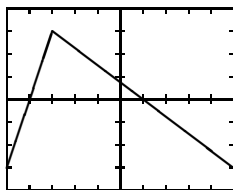
B 1



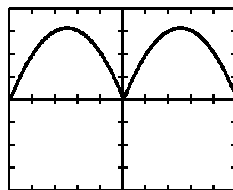
B 2



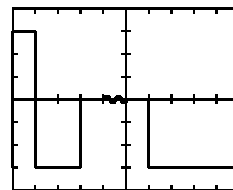
B 3



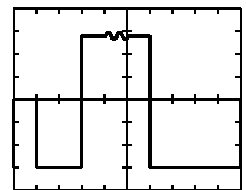
A 4



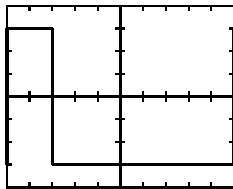
A 5



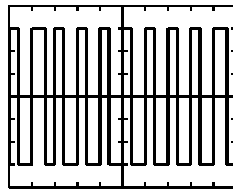
A 6



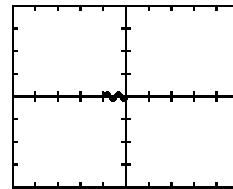
A 7



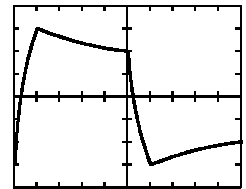
B 4



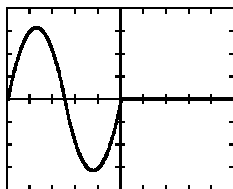
B 5



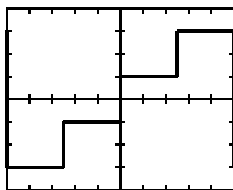
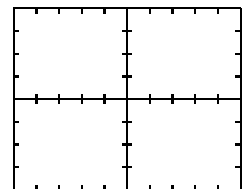
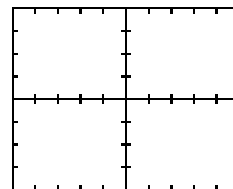
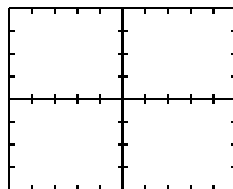
B 6



B 7



A 8



B 8

