

Analizzatore di spettro

Alberto Bordin, Giulio Cappelli

27-28 novembre 2017

Sommario

Misura della separazione in frequenza dei modi di un laser HeNe.
Misura della finezza di un Fabry-Perot.

1 To do

- dire nella teoria che FSR e $\Delta\nu$ li riportiamo per semplicità in unità di tempo

2 Teoria

2.1 Laser HeNe

2.2 Fabry-Perot

3 Apparato sperimentale

4 Modi del laser HeNe

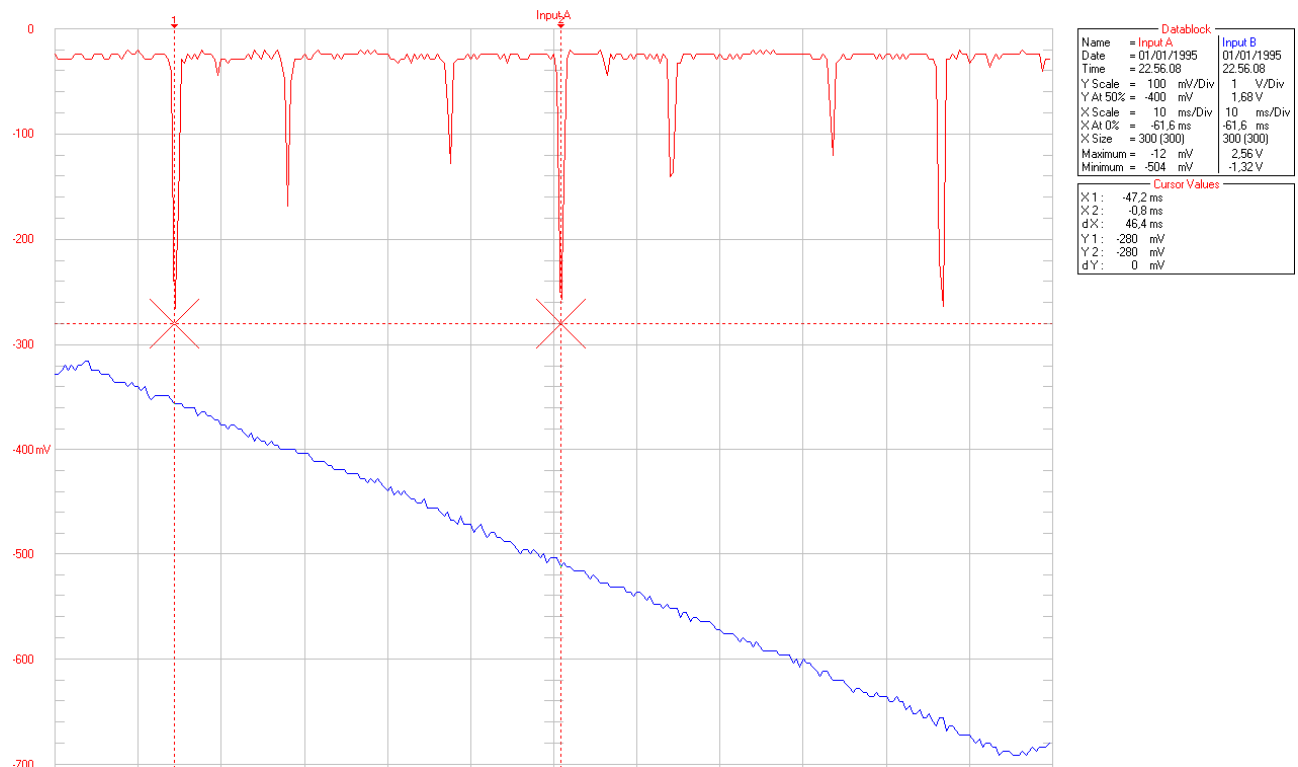


Figura 1: Due ordini dell'analizzatore. In rosso i picchi di trasmissività della cavità Fabry-Perot e in blu la rampa del generatore di funzioni.

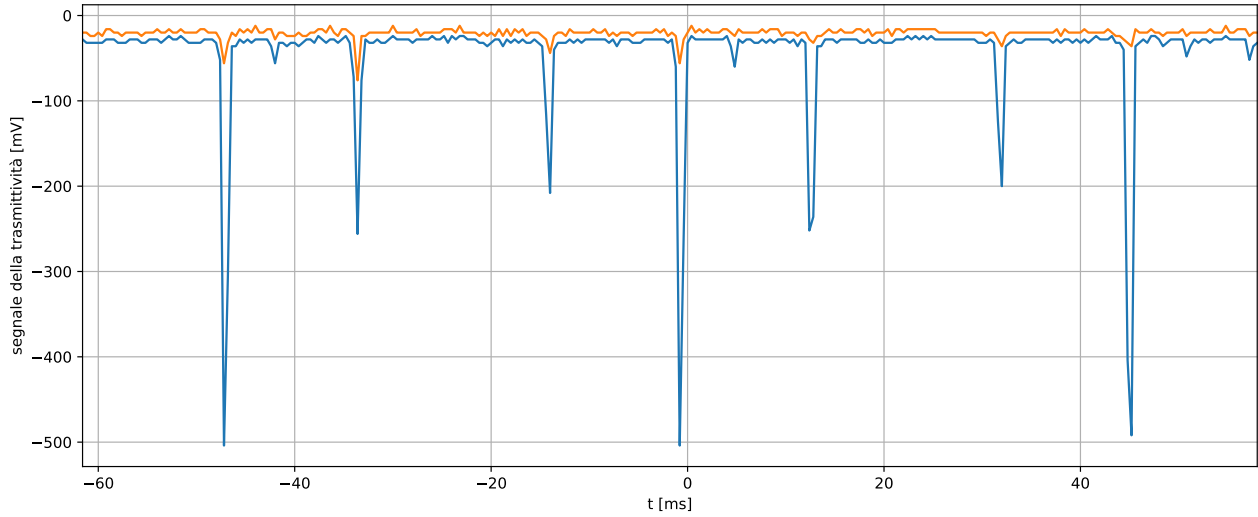


Figura 2: Due ordini dell'analizzatore. Segnale di trasmittività salvato nel file .txt.

Analizziamo la separazione in frequenza dei modi del laser HeNe a nostra disposizione.

4.1 Presa dati

In Figura 1 vediamo un esempio del segnale letto dall'oscilloscopio e visualizzato al PC, e che salviamo anche in formato .txt. Sia per la trasmittività che per la rampa il file di testo riporta due diversi valori di tensione (vedi Figura 2). Notiamo che il segnale visualizzato all'oscilloscopio è la media dei due. Inoltre, confron-

tando varie prese dati, notiamo che la discrepanza tra i due valori di tensione diminuisce notevolmente all'aumentare della larghezza del picco. Poiché per la misura della separazione in frequenza dei modi è importante la precisione sul tempo di ogni picco scegliamo di utilizzare il segnale più ampio al posto della media dei due.

In Figura 3 è riportato un'ordine dell'analizzatore.

4.1.1 Accorgimenti sperimentali

-

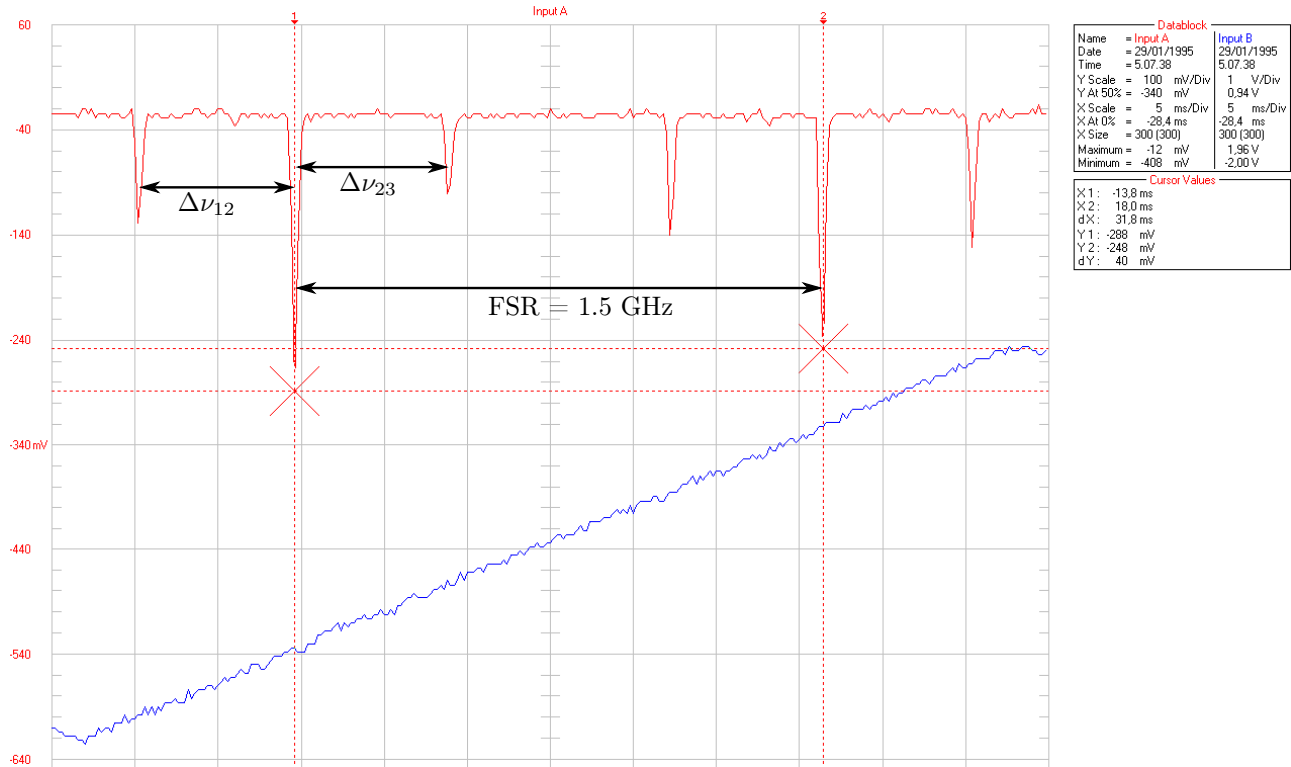


Figura 3: Un ordine dell'analizzatore.

4.2 Analisi dati

La FSR può essere stimata banalmente facendo la differenza tra i tempi di due picchi principali consecutivi. Avendo più di un ordine si può migliorare questa stima ad esempio facendo la media delle varie differenze tra picchi consecutivi oppure prendendo la differenza di tempo tra il primo e l'ultimo e dividendola per il numero di ordini, ma una stima ancora più precisa si può ottenere con un fit. Di seguito (e in Figura 4) riportiamo il procedimento seguito:

- tramite uno script in python estraiamo i tempi di ogni picco,
- facciamo un grafico "numero di ordine" - "tempo del picco",
- eseguiamo un fit lineare.

Come si deduce dalla presenza di tre rette parallele in Figura 4 lo stesso procedimento è seguito per ognuno dei 3 modi visibili. Il coefficiente angolare della retta fittata è la FSR, mentre la differenza tra le intercette è il tempo corrispondente al $\Delta\nu$. Quindi ricaviamo $\Delta\nu$ con la formula

$$\Delta\nu [\text{Hz}] = 1500 \frac{\Delta\nu [\text{ms}]}{FSR [\text{ms}]}$$

Per ridurre ulteriormente l'errore, nel caso in cui le rette non fossero esattamente parallele, per la FSR prendiamo la media dei 3 coefficienti angolari misurati e la differenza tra le intercette la prendiamo a metà delle rette.

5 Finezza del Fabry-Perot

Fit e calcoli sono stati eseguiti con python 3, per brevità riportiamo solo il valore di $\Delta\nu$ e lasciamo a disposizione il codice dello script al link in nota¹

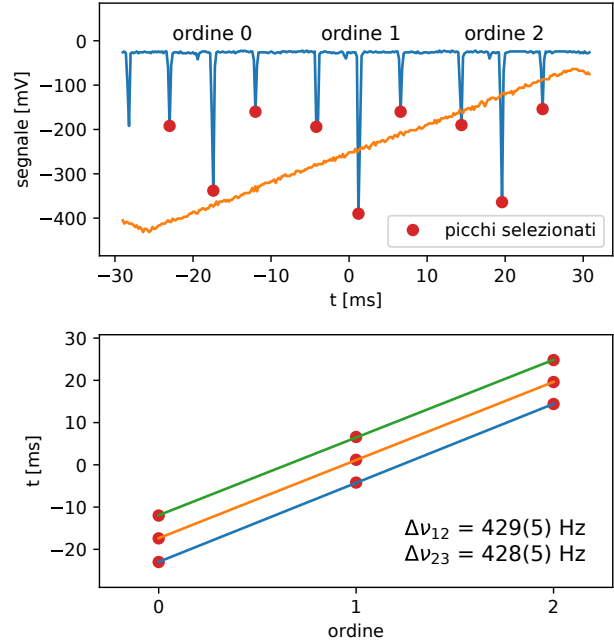


Figura 4: Esempio di analisi. In appendice sono riportate anche le restanti prese dati. La rampa del plot in alto è riscalata per questioni estetiche.

¹<https://github.com/albord95/relazioni-lab-ottica-quantistica/tree/master/Analizzatore%20di%20spettro/dati%20e%20script>
Scaricare tutta la cartella ed eseguire il file `modi_laser_HeNe.py`. È necessario python 3 con i pacchetti `pylab`, `scipy`, `uncertainties` e `gvar`.

Appendice

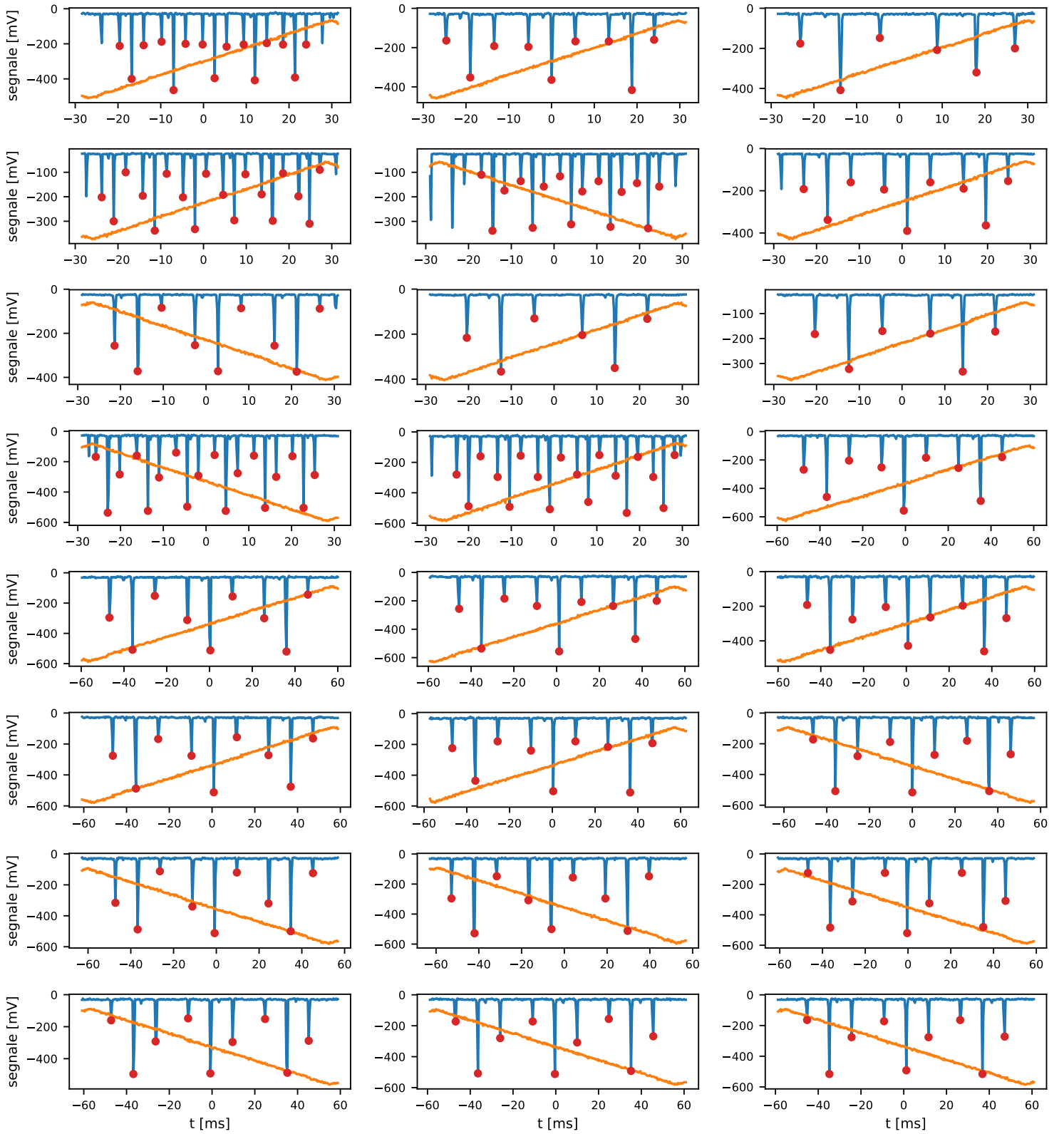


Figura 5: Selezione dei tempi per i fit di Figura 6.

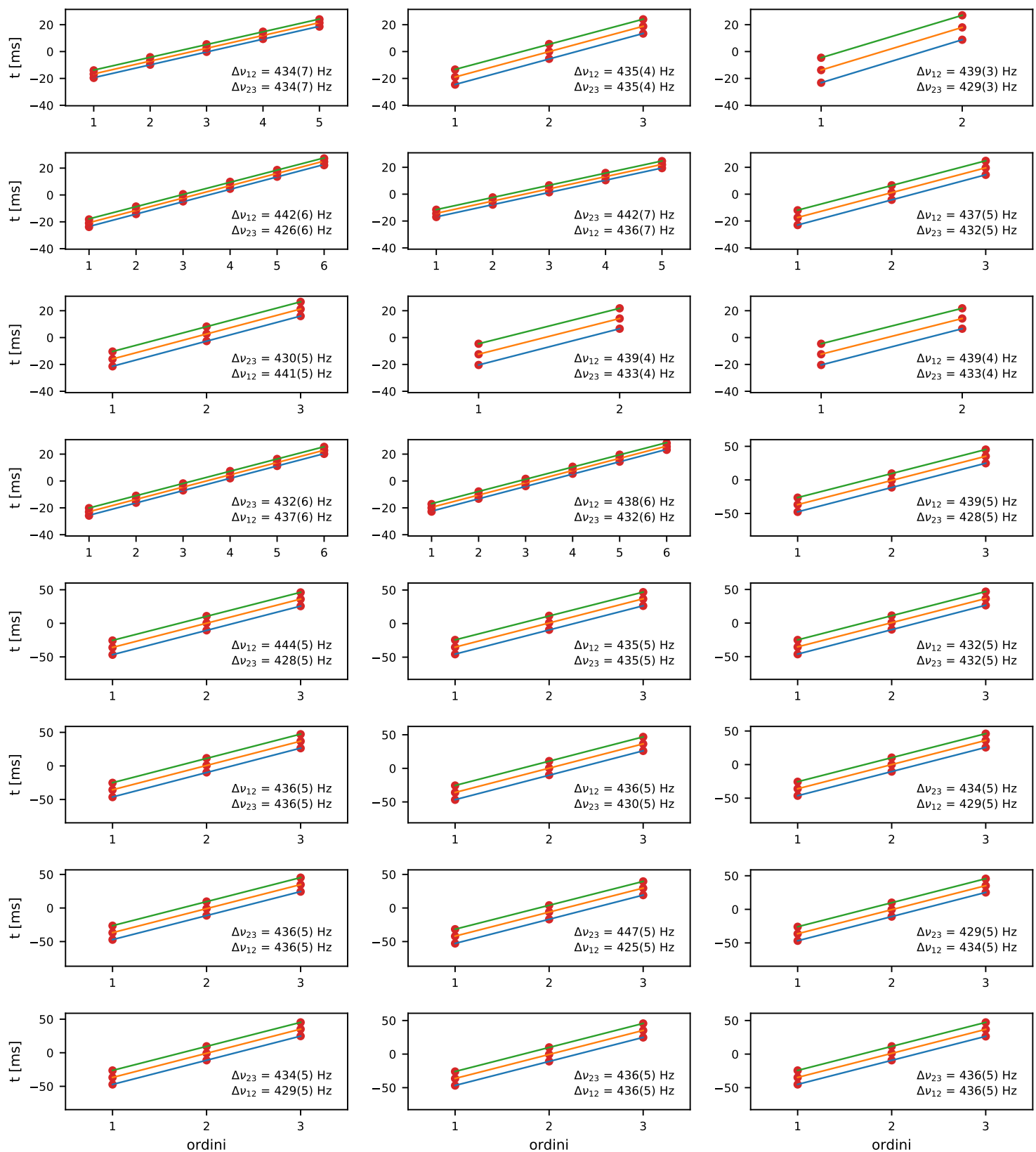


Figura 6: Fit e calcolo dei $\Delta\nu$.