

Analisi dei dati del fotometro

Corso di Metodi di Trattamento dei Segnali

Edoardo Milotti

A.A. 2008-2009

physical channels

Dev1/ai0:1

Minimum Value

0.00

Maximum Value

10.00

Digital Port

Dev1/port1

Sampling interval (ms)

2000

9.61611 power supply
voltage (V)

DAQ start time

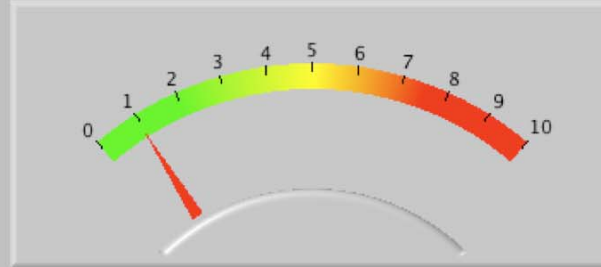
12/22/08 17:05:37

DAQ time (hours)

261.131

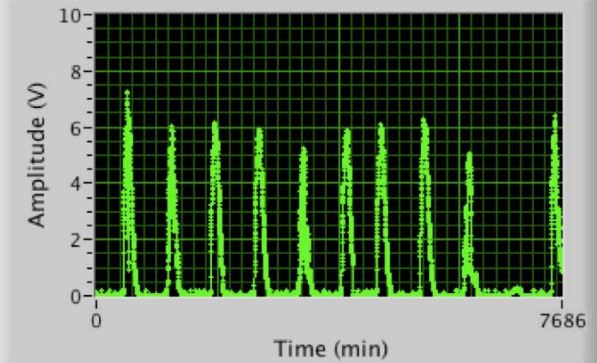
STOP

Measurement

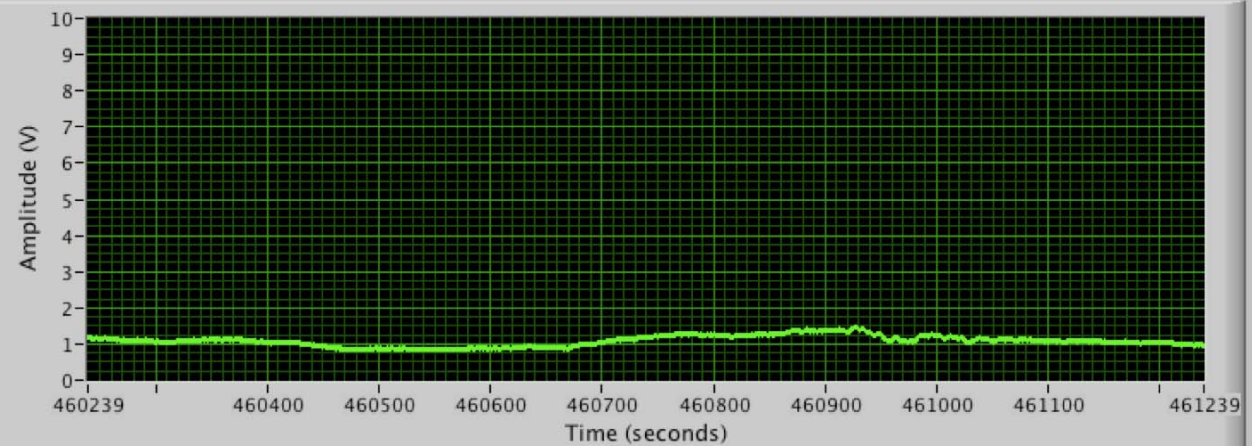


0.9577

Waveform Chart 2



Waveform Chart



Domanda ... che tipo di analisi spettrale applichiamo ai dati raccolti?

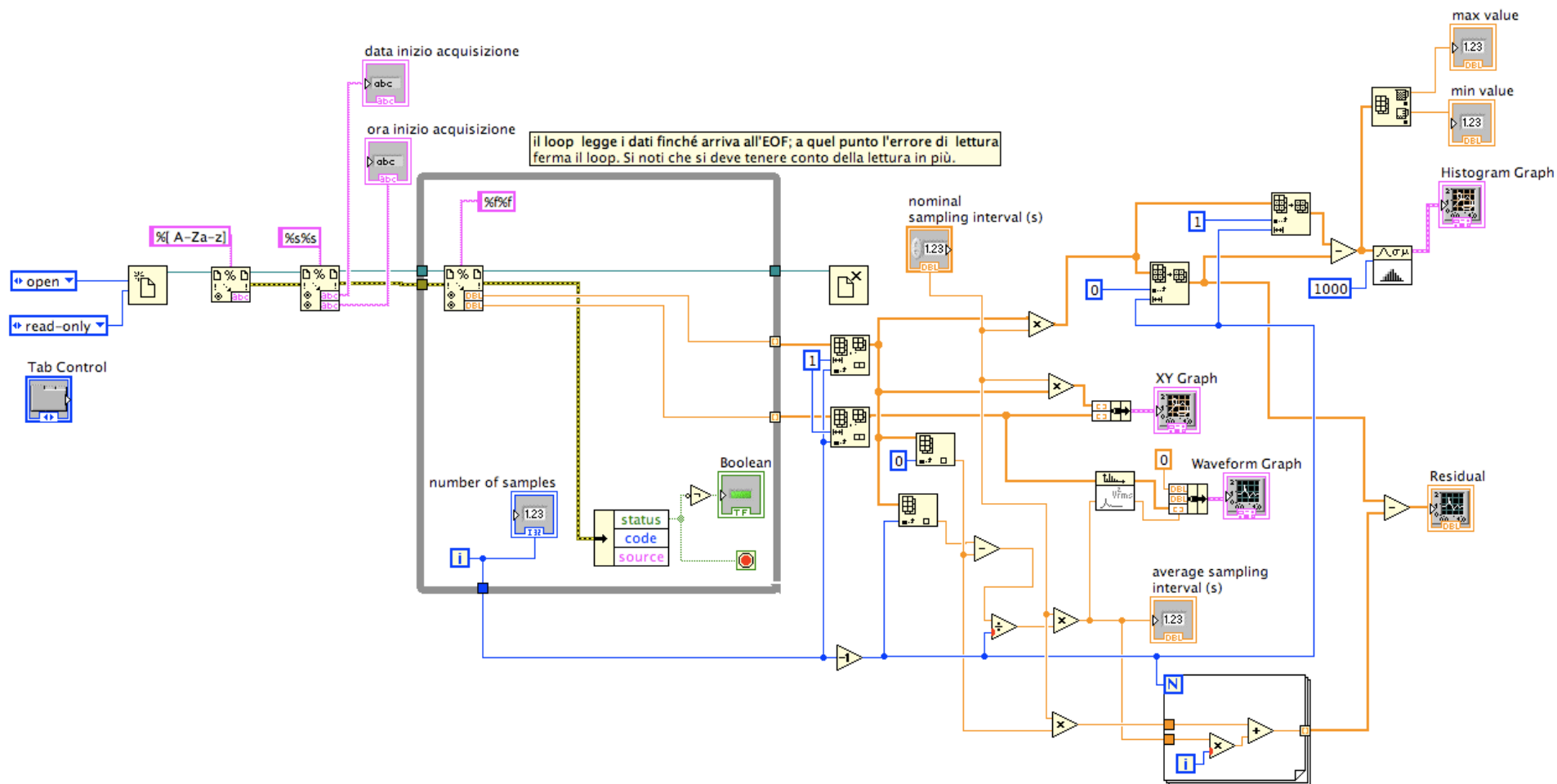
Inizio acquisizione dati

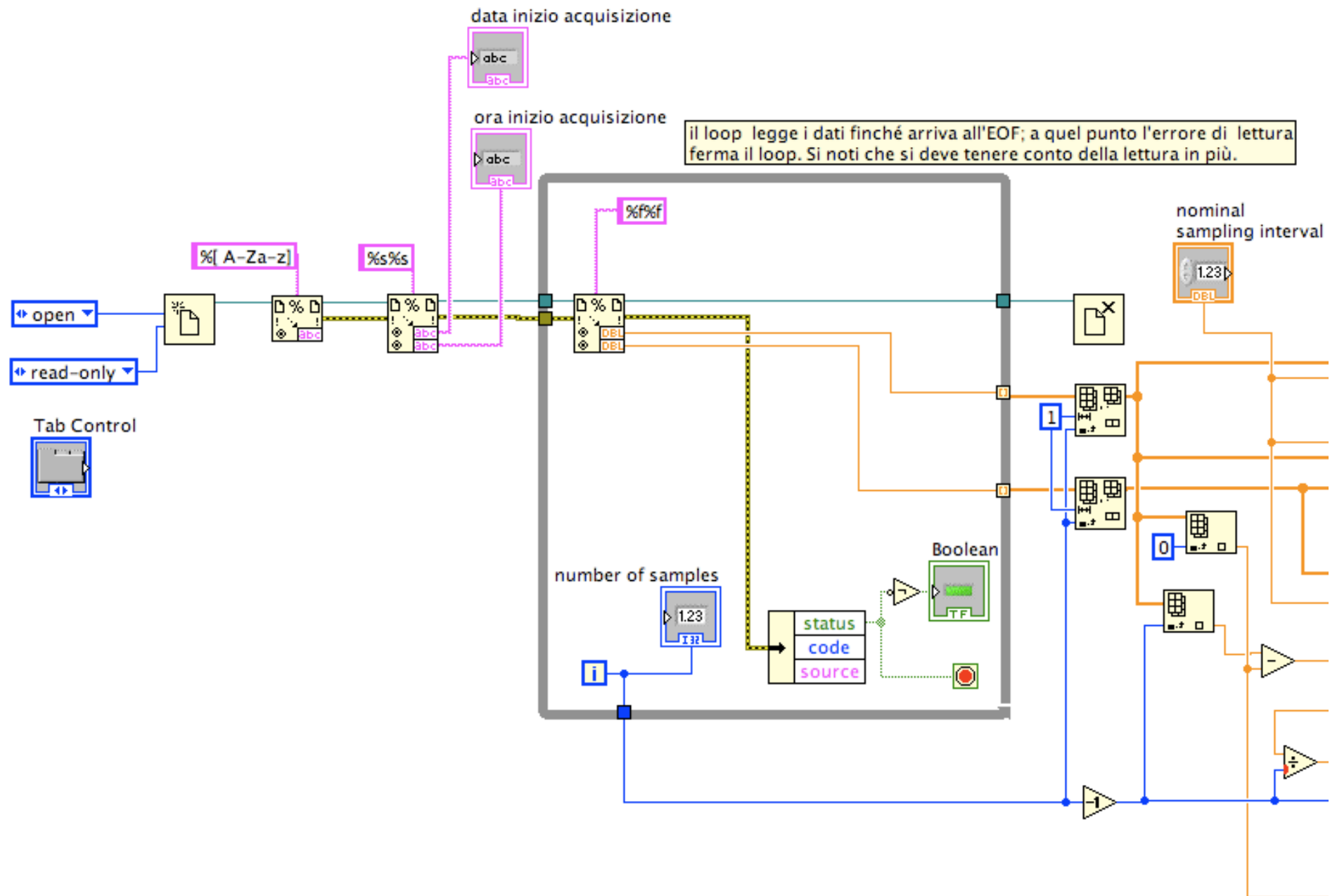
12/22/08 17:05:37

2.811	9.949692E-5
3.026	0.000757
3.961	9.949692E-5
4.955	-0.000229
5.959	9.949692E-5
6.955	0.241379
7.955	-0.000229
8.954	0.000757
9.954	0.000428
10.971	-0.000229
11.954	0.001414
12.954	0.107262
13.956	0.102002
14.961	0.112193
....	

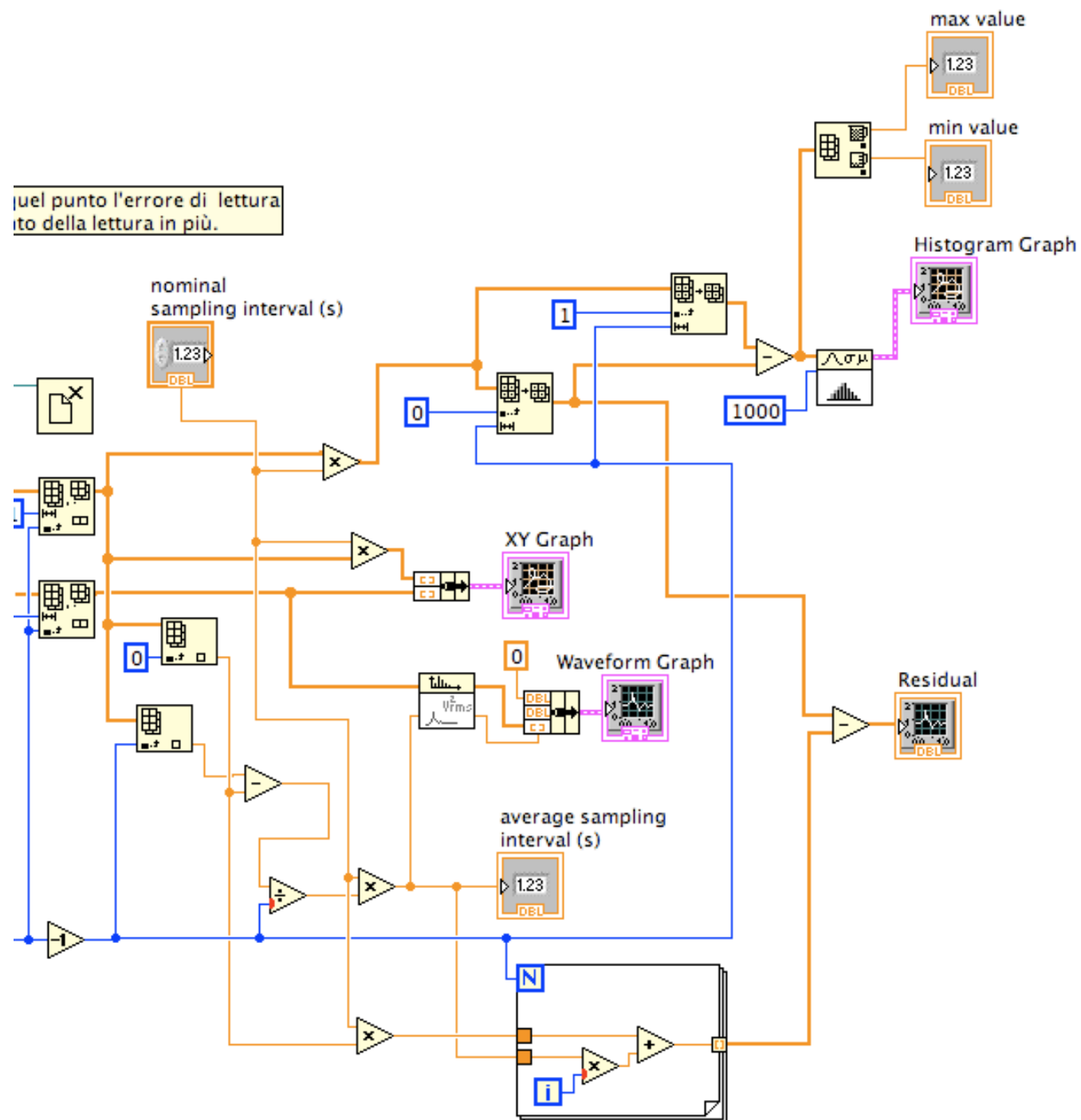
I dati non sono rigorosamente equispaziati e ci sono di tanto in tanto problemi di “buchi” ...

- Lomb e Scargle sarebbe OK, ma i dati sono troppi
- la non-equispaziatura e i buchi rendono infattibile l'analisi spettrale con metodi autoregressivi
- dobbiamo utilizzare la DFT (FFT)



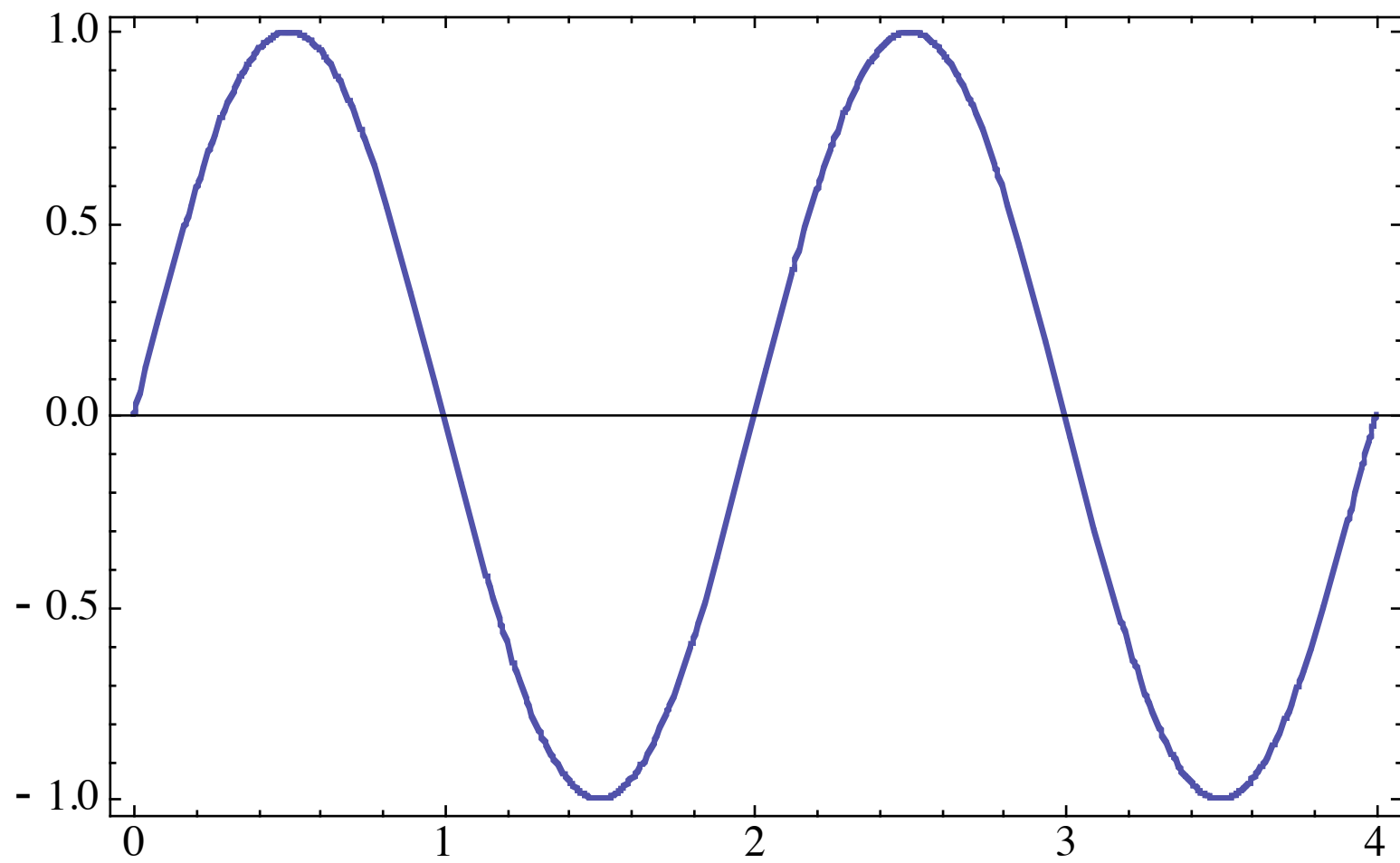


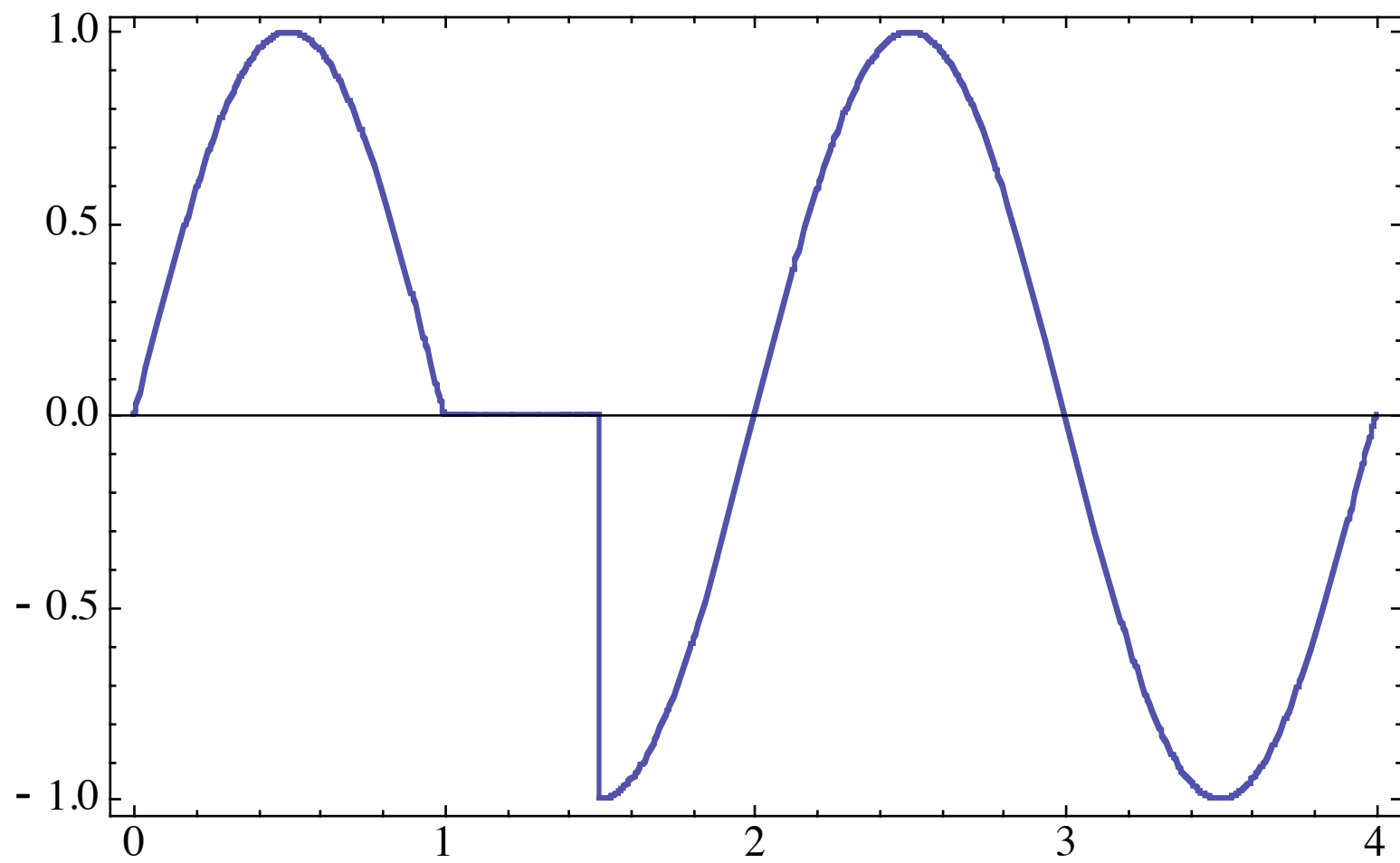
quel punto l'errore di lettura
 è il più alto.



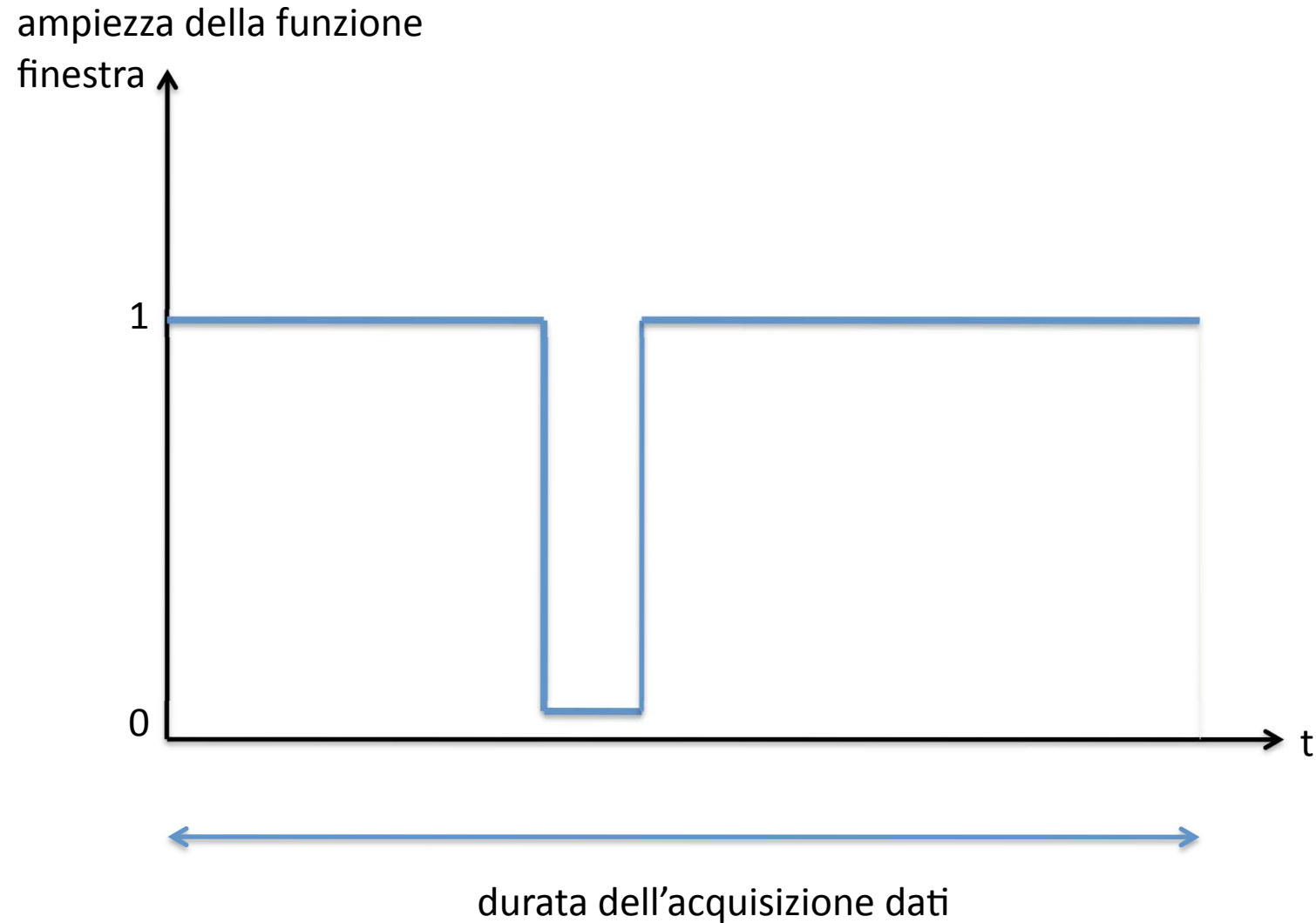
Presenza di “buchi” nei dati

Qual è l'effetto di questi buchi sullo spettro osservato? Viene spostata la frequenza centrale dei picchi giornalieri?





La presenza di un “buco” è equivalente alla moltiplicazione del segnale “vero” per una strana funzione finestra ...

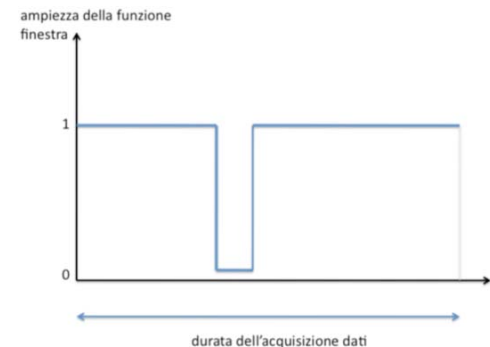


Effetto di una finestra sulla DFT

$$\begin{aligned} DFT(f \cdot w)_m &= \sum_{n=0}^{N-1} f_n w_n e^{-\frac{2\pi i m n}{N}} = \sum_{n=0}^{N-1} f_n \left(\frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} W_k e^{\frac{2\pi i k n}{N}} \right) e^{-\frac{2\pi i m n}{N}} \\ &= \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} W_k \sum_{n=0}^{N-1} f_n e^{-\frac{2\pi i (m-k)n}{N}} = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} W_k F_{m-k} = G_m \end{aligned}$$

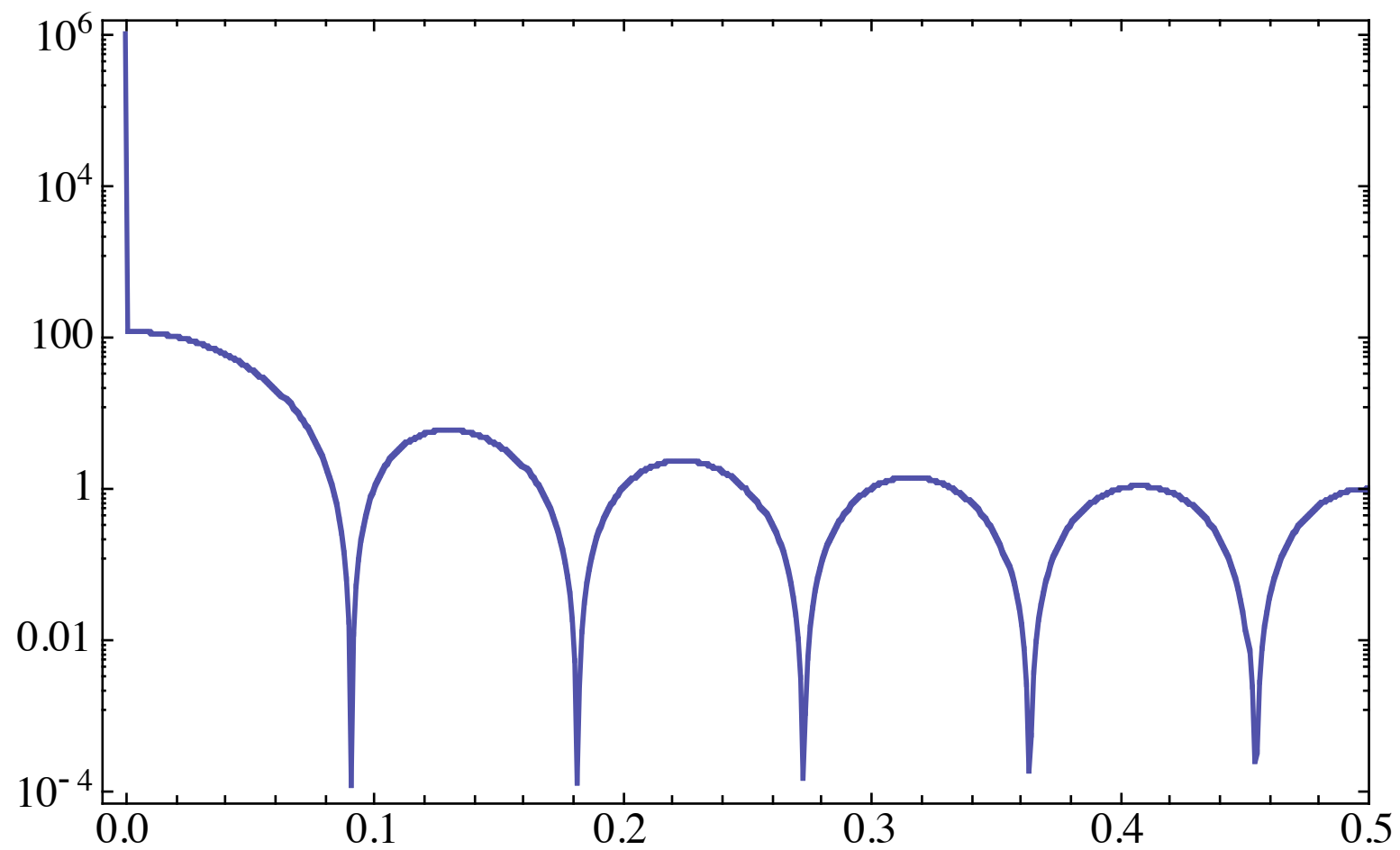
espressione matematica della particolare “finestra” che corrisponde alla presenza del “buco”

$$w_n = \begin{cases} 1 & n < n_1 \\ 0 & n_1 \leq n \leq n_2 \\ 1 & n > n_2 \end{cases}$$

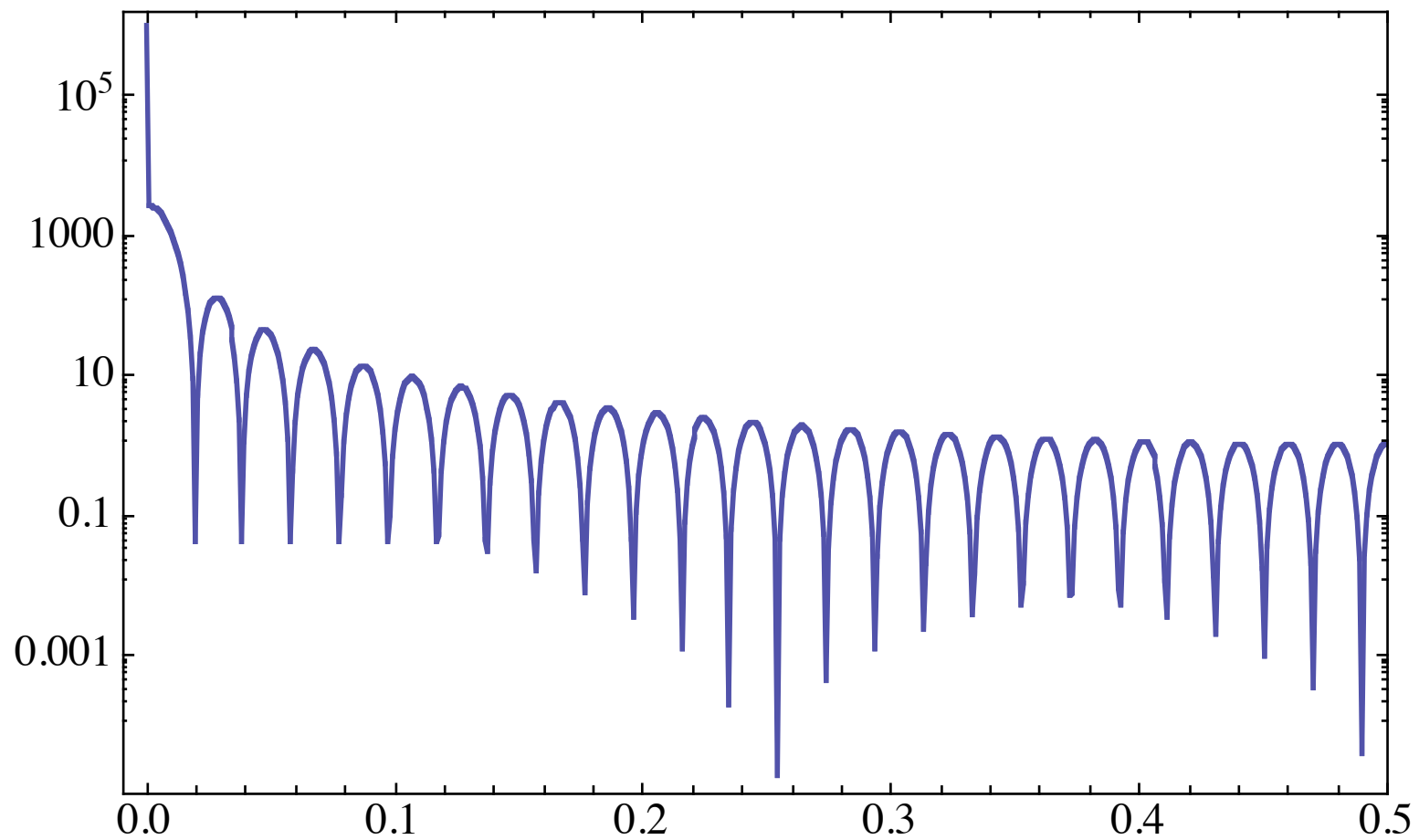


$$\begin{aligned}
W_k &= \sum_{n=0}^{N-1} w_n e^{-\frac{2\pi ink}{N}} = \sum_{n=0}^{n_1-1} e^{-\frac{2\pi ink}{N}} + \sum_{n=n_2+1}^{N-1} e^{-\frac{2\pi ink}{N}} \\
&= \sum_{n=0}^{N-1} e^{-\frac{2\pi ink}{N}} - \sum_{n=n_1}^{n_2} e^{-\frac{2\pi ink}{N}} = N\delta_{k,0} - \sum_{n=n_1}^{n_2} e^{-\frac{2\pi ink}{N}} \\
&= N\delta_{k,0} - e^{-\frac{2\pi in_1 k}{N}} \sum_{n=0}^{n_2-n_1} e^{-\frac{2\pi ink}{N}} \\
&= N\delta_{k,0} - e^{-\frac{2\pi in_1 k}{N}} \frac{1 - e^{-\frac{2\pi i(n_2-n_1+1)k}{N}}}{1 - e^{-\frac{2\pi ik}{N}}} \\
&= N\delta_{k,0} - e^{-\frac{\pi i(n_1+n_2)k}{N}} \frac{\sin\left[\frac{\pi(n_2-n_1+1)k}{N}\right]}{\sin\left[\frac{\pi k}{N}\right]}
\end{aligned}$$

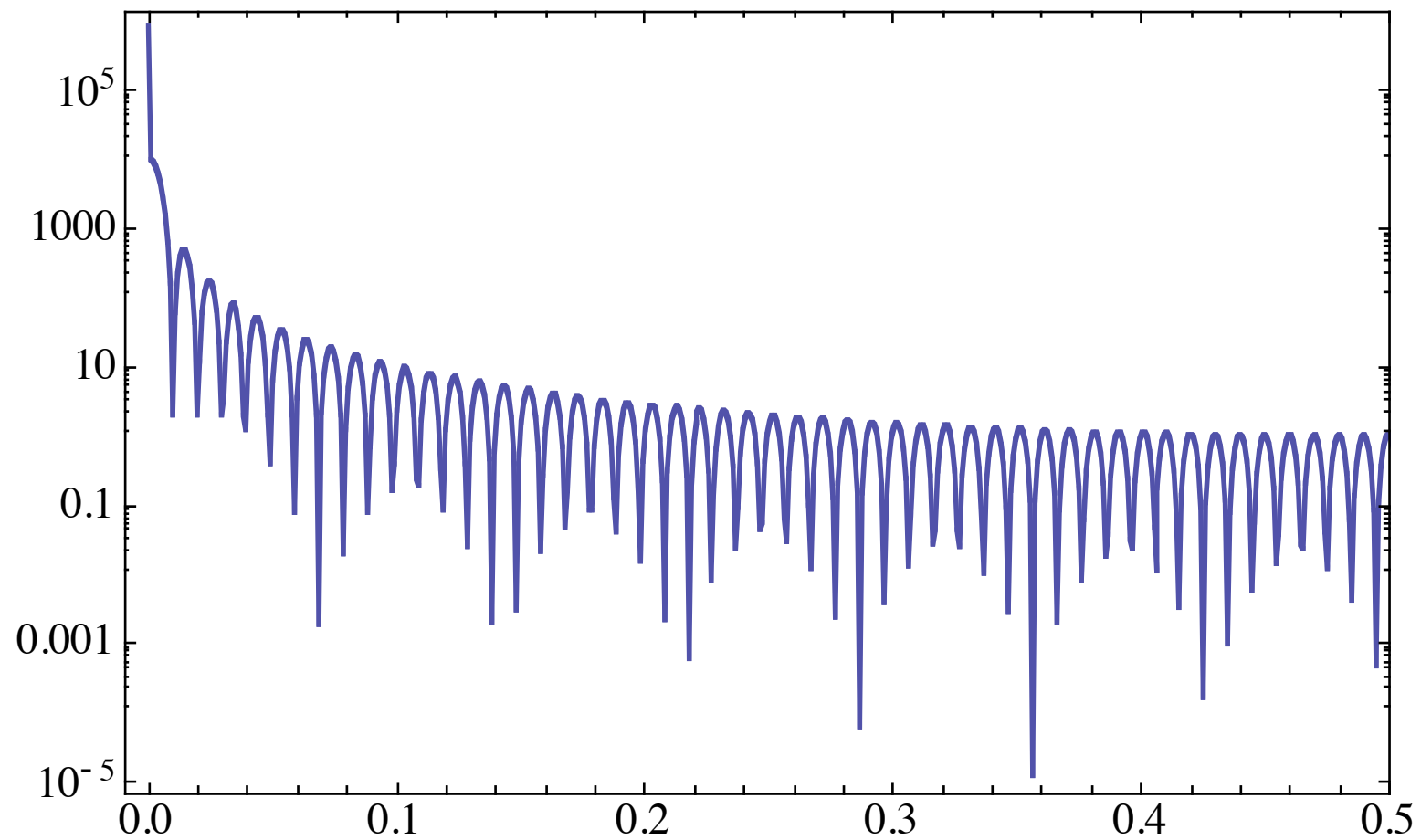
$N = 1024;$
 $n_1 = 100; \quad n_2 = 110$



$N = 1024;$
 $n_1 = 100; \quad n_2 = 150$



$N = 1024;$
 $n_1 = 100; \quad n_2 = 200$



In conclusione:

la stima del periodo basata sullo spettro DFT è corretta

la larghezza del picco viene influenzata dalla “finestra”
corrispondente alla presenza di “buchi” ... c'è una
diminuzione della risoluzione spettrale

data inizio acquisizione

12/22/08

ora inizio acquisizione

17:05:37

nominal
sampling interval (s)



2

number of samples

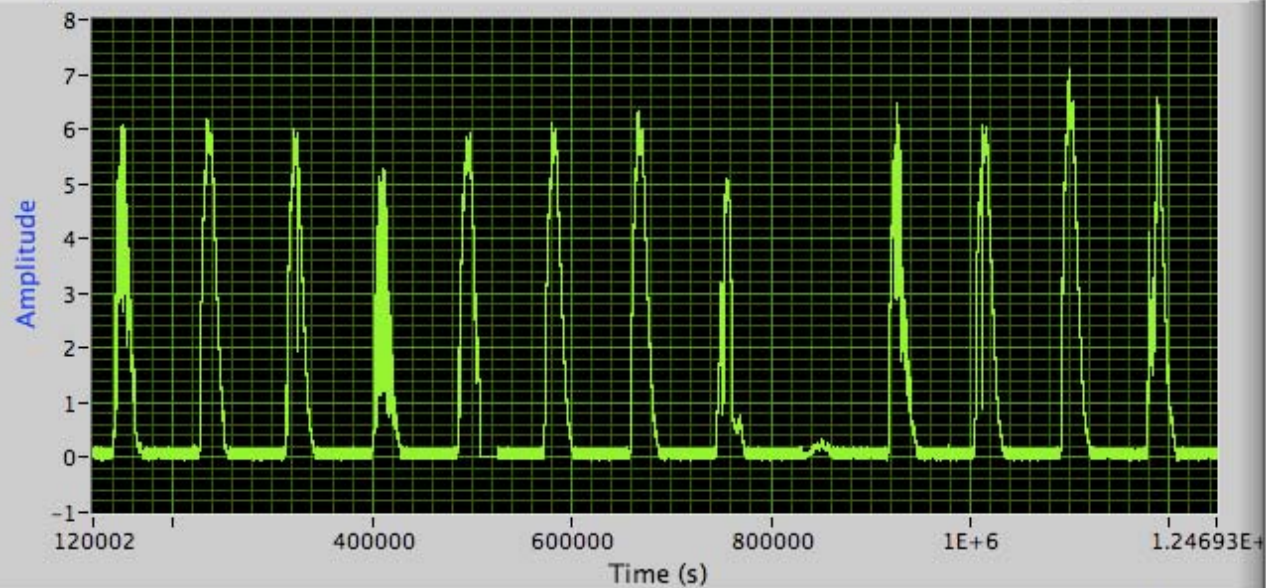
563463

OFF

Data Sampling interval statistics Power spectrum

XY Graph

Plot 0



Cursors:

X

Y

Time (s)



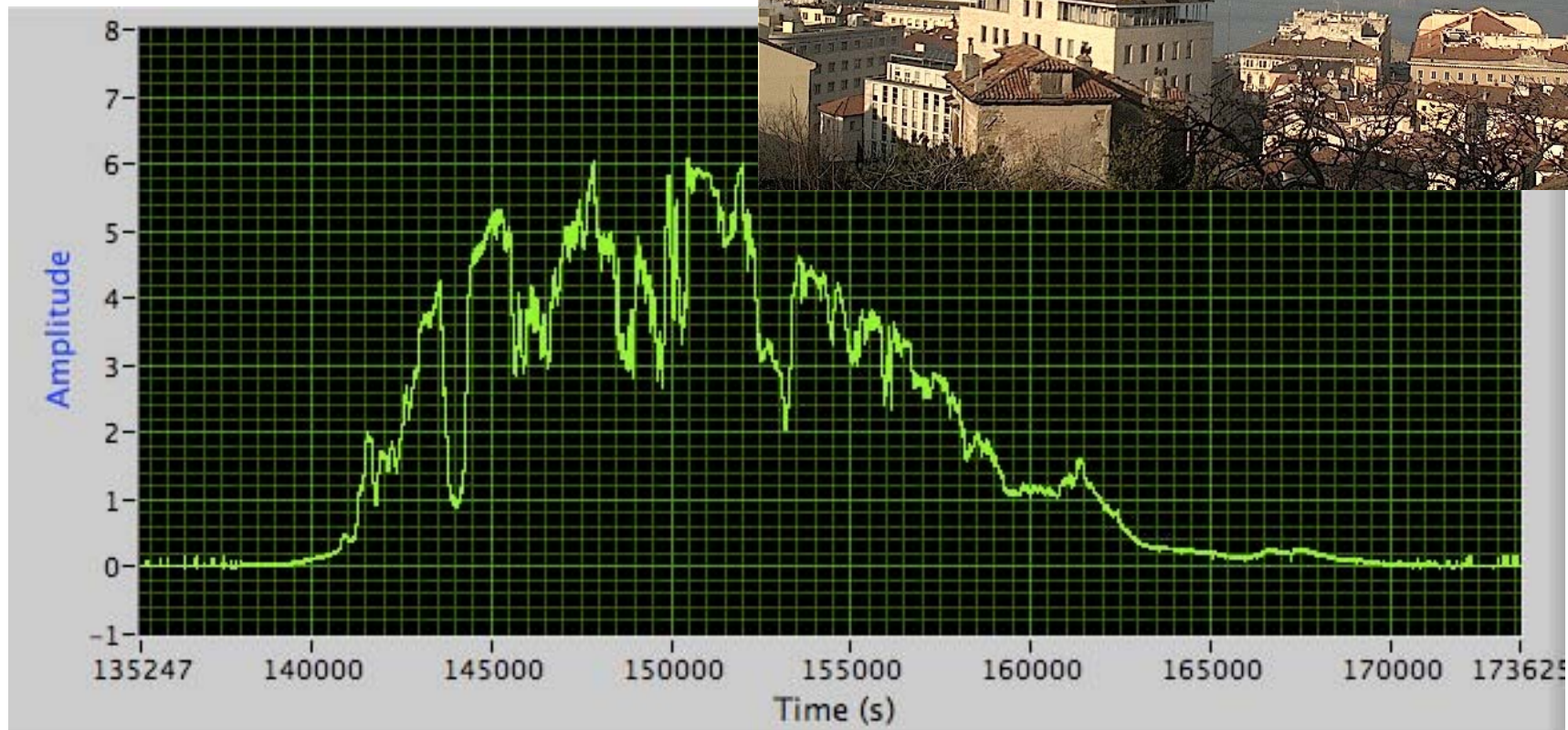
8.88

Amplitude

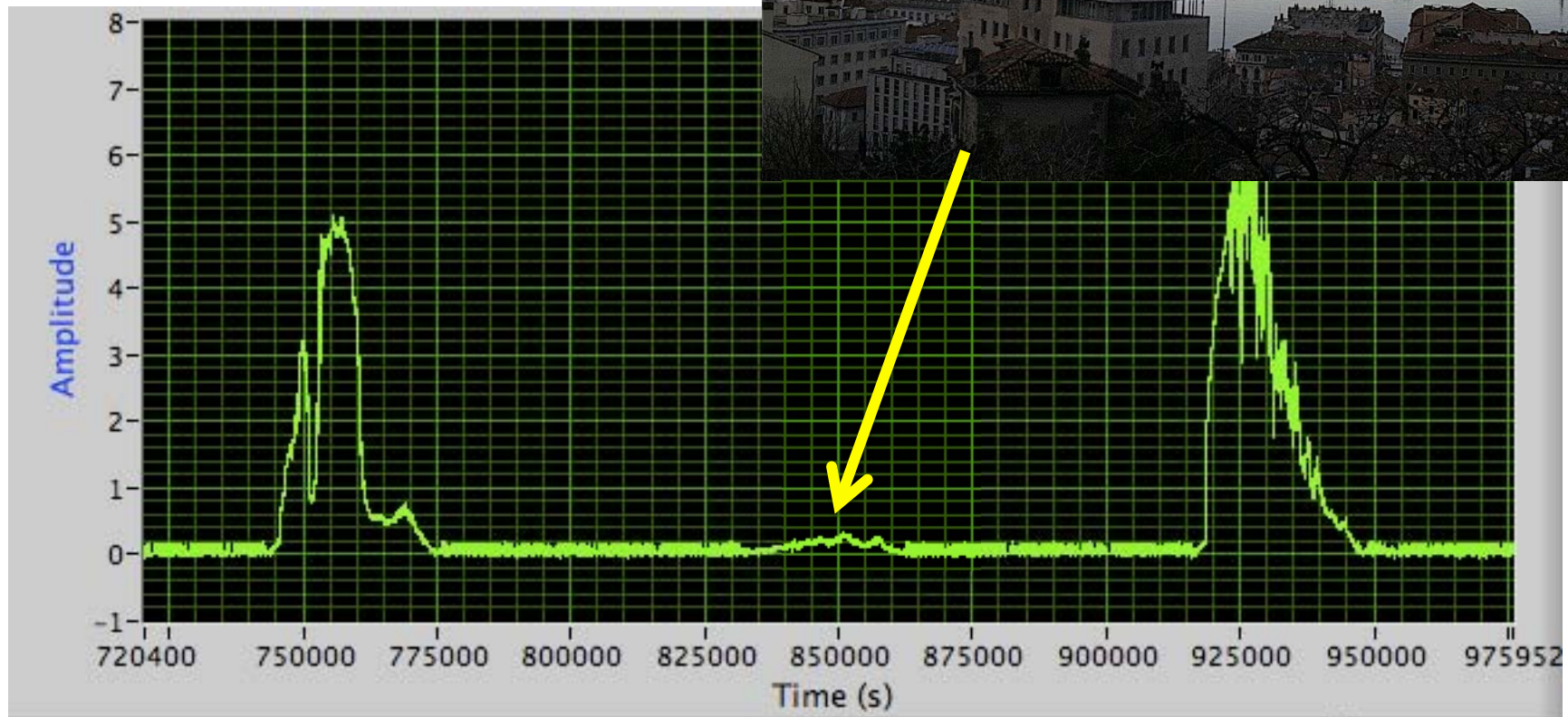
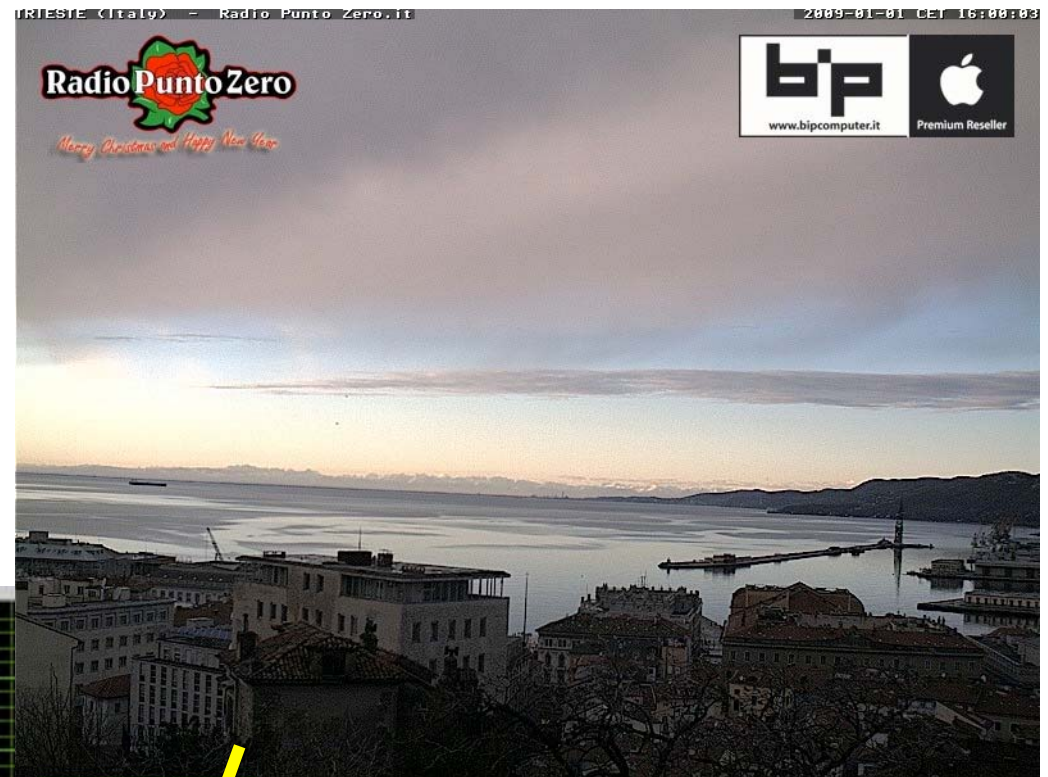


9.99

24/12/2008



01/01/2009



... per altri dettagli v. output programma LabView ...

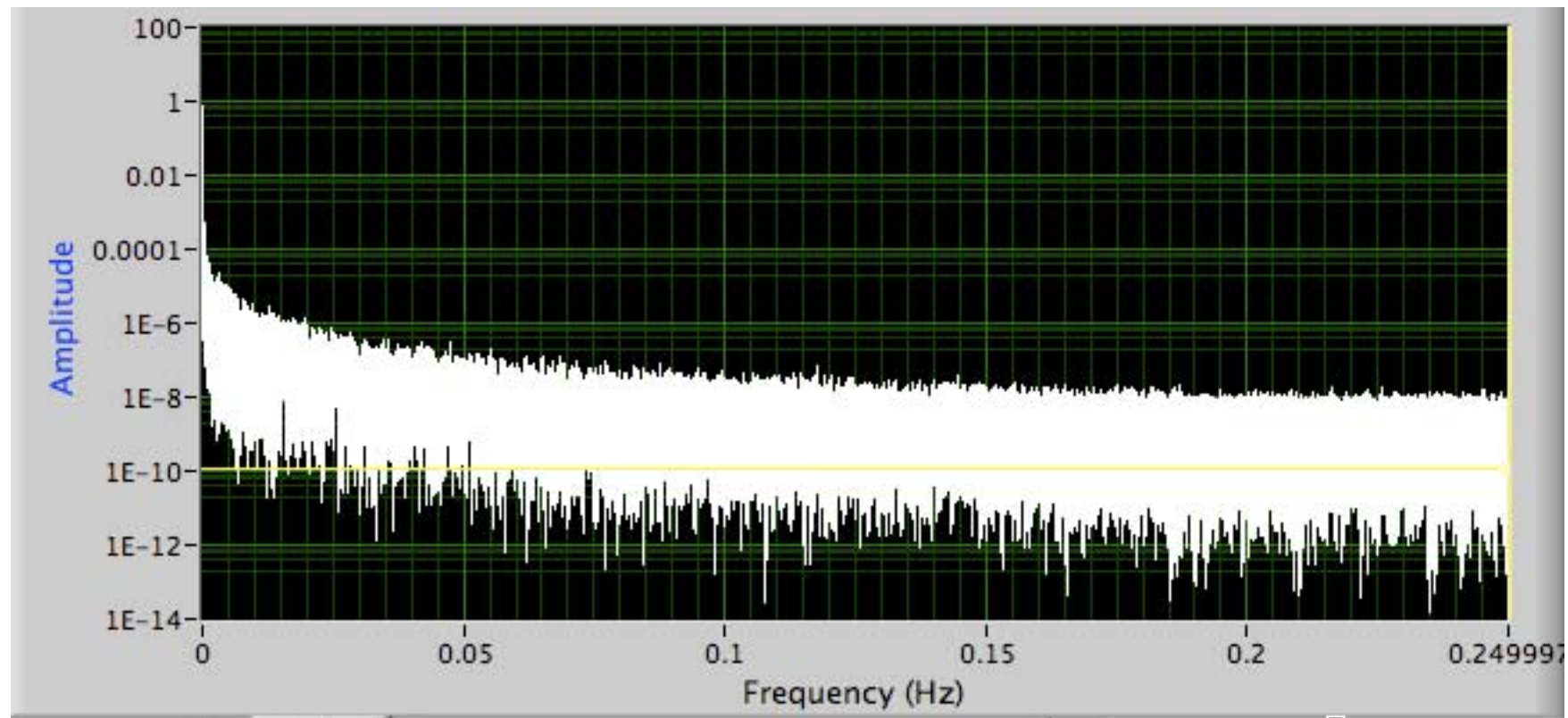
Spettro:

intervallo di campionamento 2 secondi

623457 campioni = 346.365 ore

risoluzione in frequenza $\approx 8 \cdot 10^{-7}$ Hz

posizione attesa prima armonica $\approx 1.1574 \cdot 10^{-5}$ Hz



Zoom sulla regione delle basse frequenze

Picco di prima armonica largo: posizione più precisa con il metodo del baricentro (errori massimi):

frequenza (Hz)	ampiezza
$1.04257 \cdot 10^{-5}$	0.103904
$1.12276 \cdot 10^{-5}$	0.651279
$1.20296 \cdot 10^{-5}$	0.342540

$$1.140 \cdot 10^{-5} \text{ Hz} \pm 0.040 \cdot 10^{-5} \text{ Hz}$$

durata del giorno $\approx 87704 \pm 3000 \text{ s}$
errore $\approx 3.5 \%$

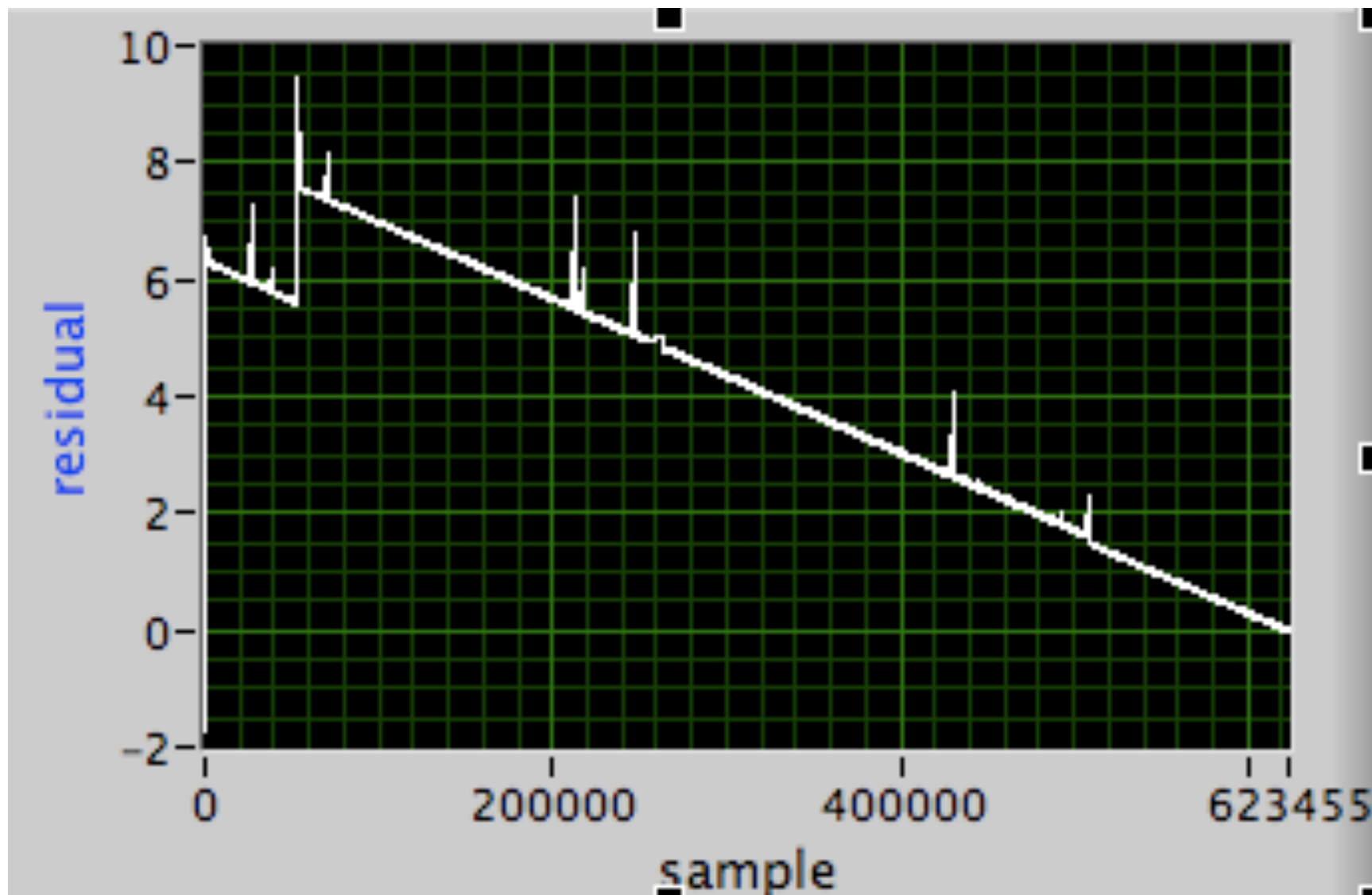


posizione del picco di undicesima armonica $1.27514 \cdot 10^{-4}$ Hz
allora prima armonica $\approx 1.1592 \cdot 10^{-5}$ Hz $\pm 0.0036 \cdot 10^{-5}$ Hz

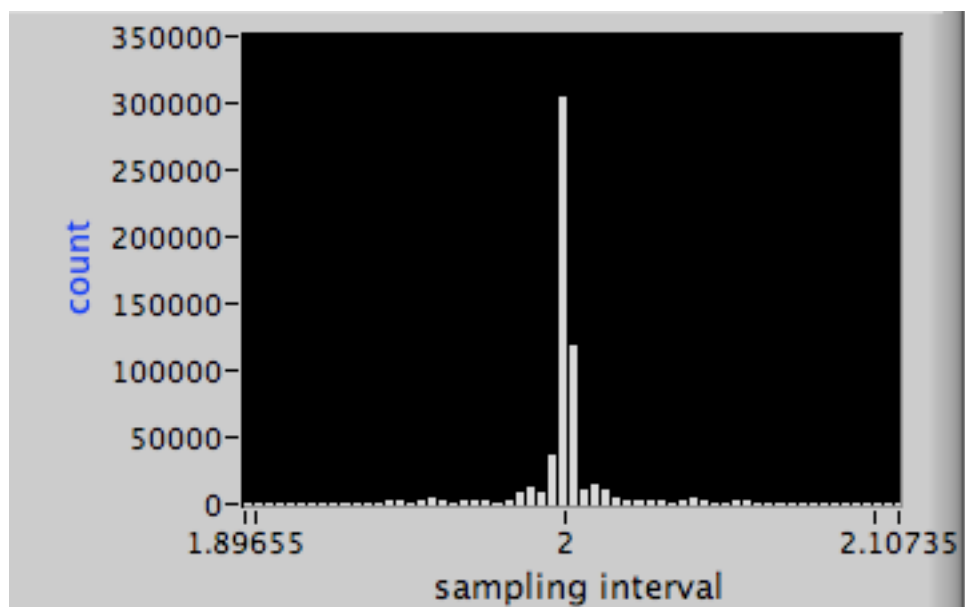
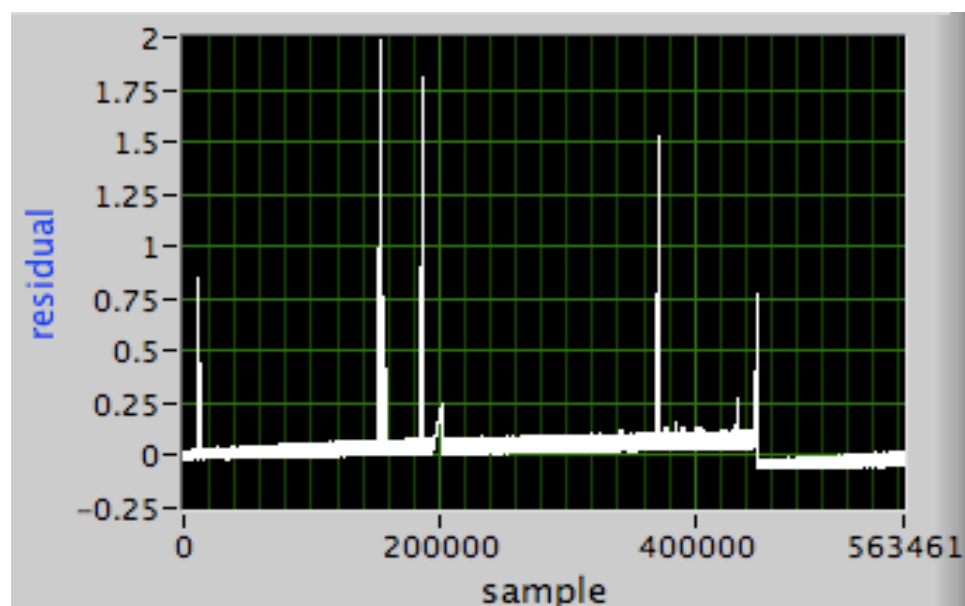
durata del giorno ≈ 86265 s ± 267 s
errore ≈ 0.3 %



Statistica del tempo di campionamento



Analisi dei dati ripuliti dagli intervalli di tempo troppo lunghi



numero di campioni 563463 = 313.035 ore
risoluzione in frequenza $8.9 \cdot 10^{-7}$ Hz

dal picco di prima armonica: frequenza $1.15358 \cdot 10^{-5}$ Hz
dal picco di quinta armonica: frequenza $1.15358 \cdot 10^{-5}$ Hz

durata giorno 86687 s
durata giorno 86687 s

