

Analisi dei dati del fotometro

Corso di Metodi di Trattamento dei Segnali

Edoardo Milotti

A.A. 2010-2011

physical channels

Dev1/ai0:1

Minimum Value

0.00

Maximum Value

10.00

Digital Port

Dev1/port1

Sampling interval (s)

10

8.97934 power supply
voltage (V)

DAQ start time

12/23/10 17:17:49

DAQ time (hours)

456.923

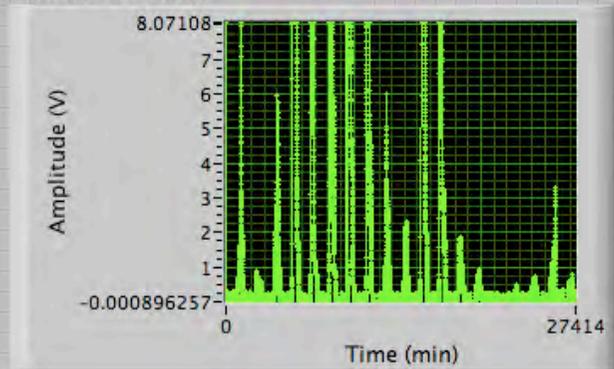
STOP

Measurement

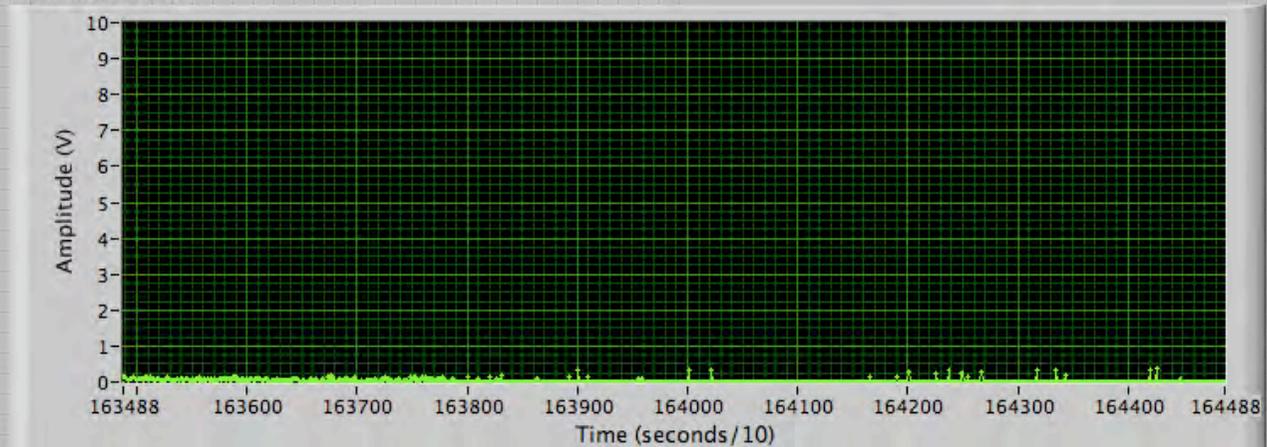


-0.0002 Last value (V)

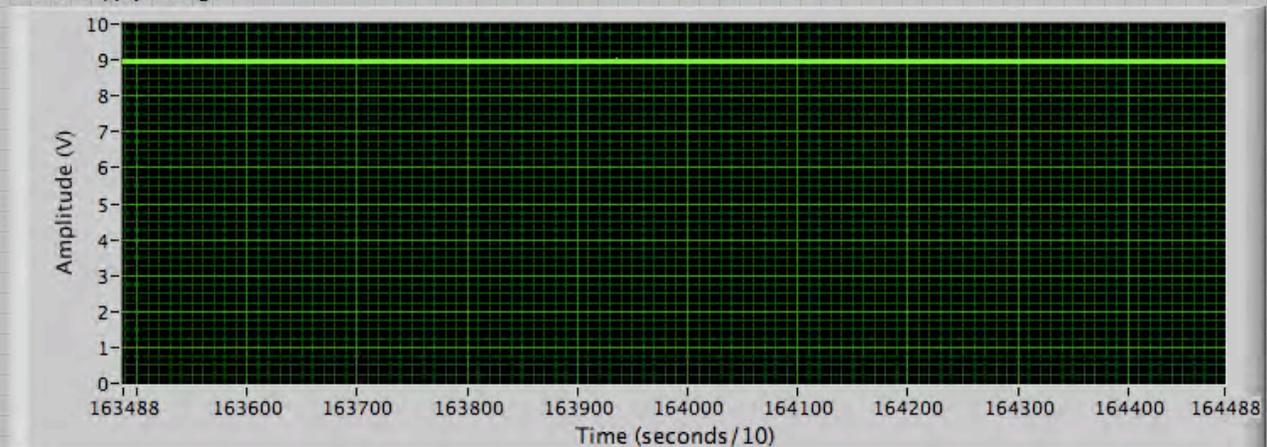
Measurement (slow)



Measurement (fast)



Power Supply Voltage



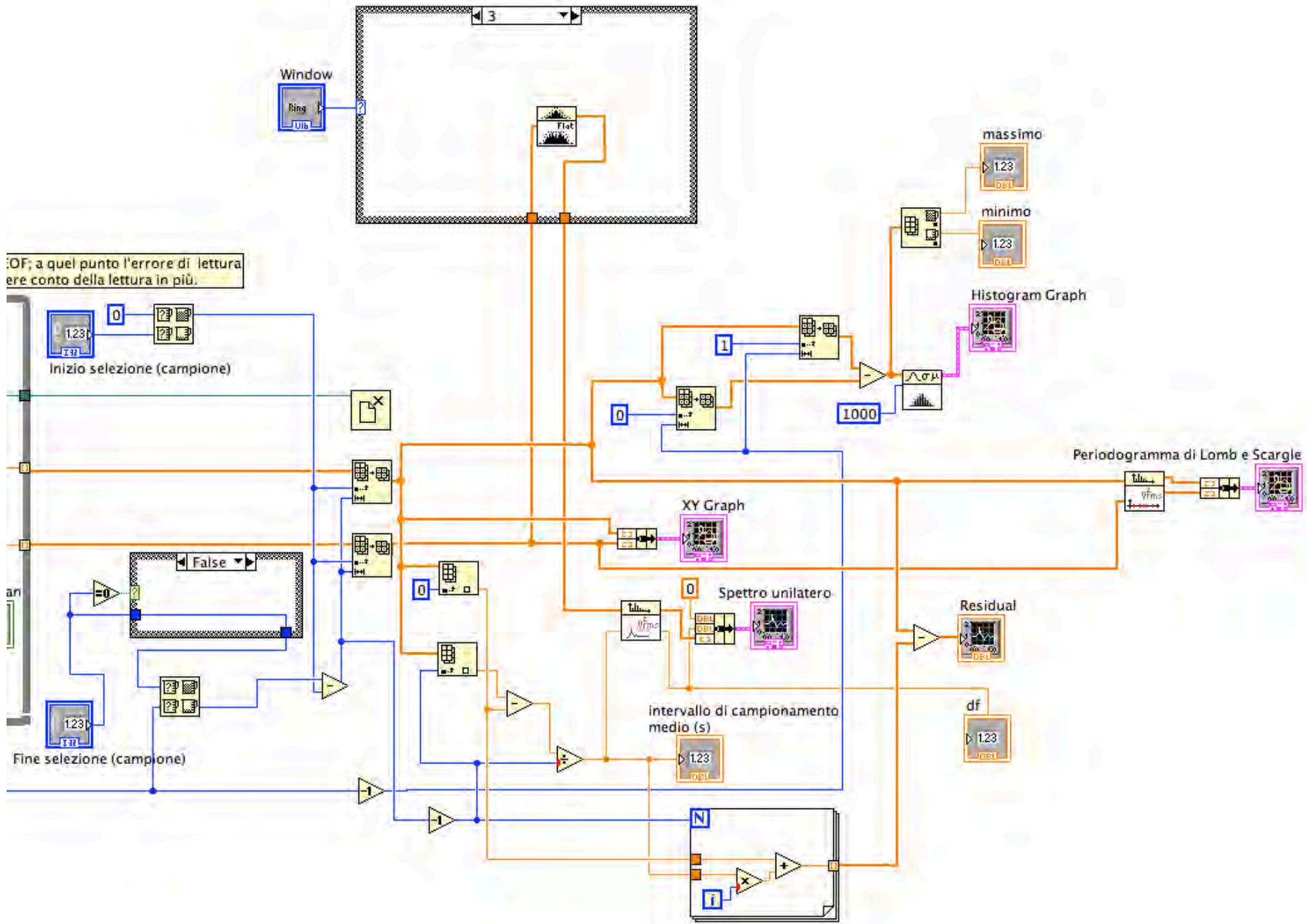
Domanda ... che tipo di analisi spettrale applichiamo ai dati raccolti?

Inizio acquisizione dati
12/23/10 17:17:49

0.111	8.069112	8.981969
2.712	8.069440	8.981640
12.713	8.069769	8.981312
84.191	8.068126	8.981312
92.711	8.069440	8.981312
102.710	8.070426	8.981969
112.712	8.070098	8.981640
122.711	8.068783	8.981969
132.712	8.069769	8.981312
142.709	8.068783	8.981640
152.711	8.069769	8.981640
....

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)



OF; a quel punto l'errore di lettura
ere conto della lettura in più.

Inizio selezione (campione)

False

Fine selezione (campione)

XY Graph

Spettro unilatero

intervallo di campionamento medio (s)

massimo

minimo

Histogram Graph

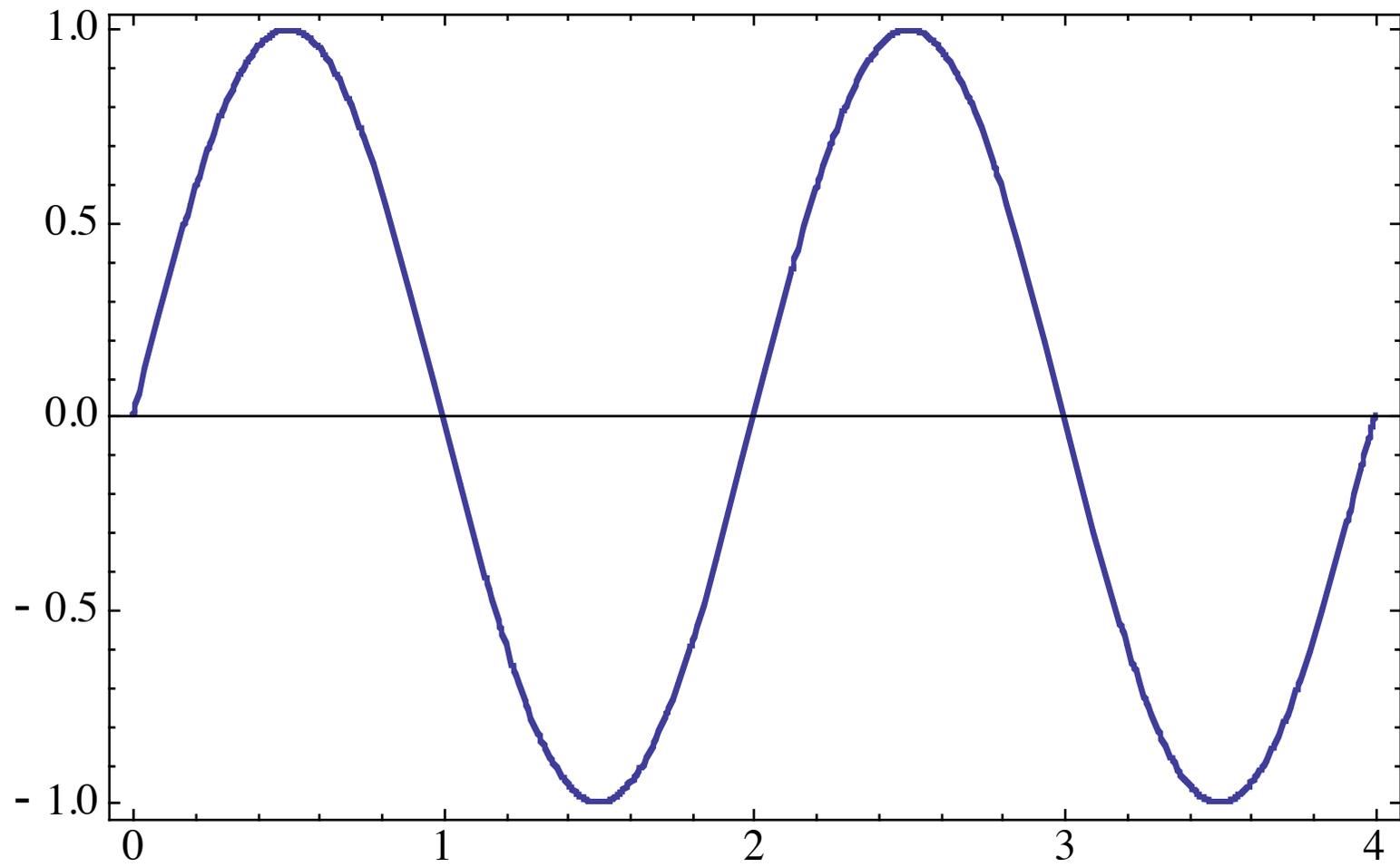
Periodogramma di Lomb e Scargle

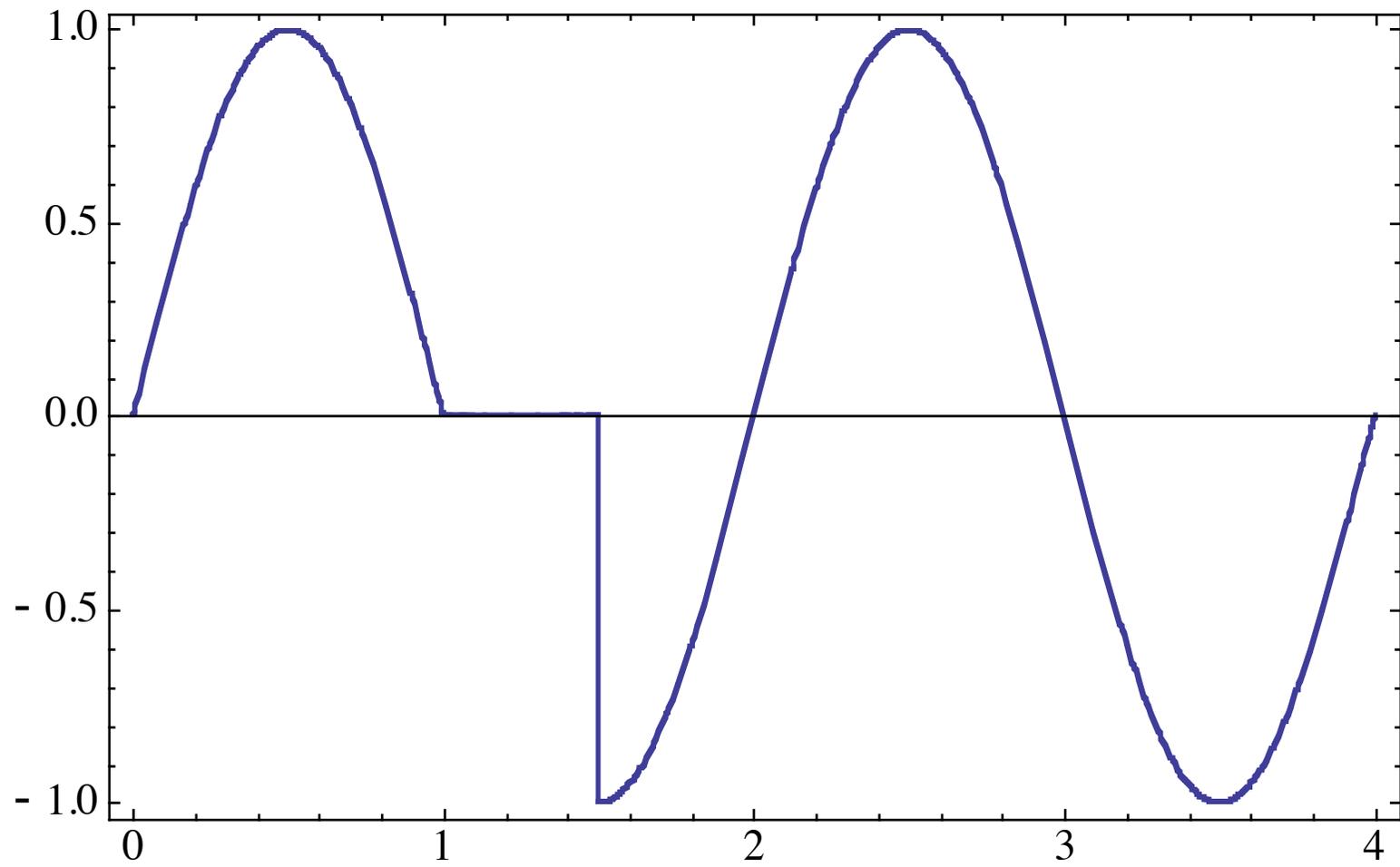
Residual

df

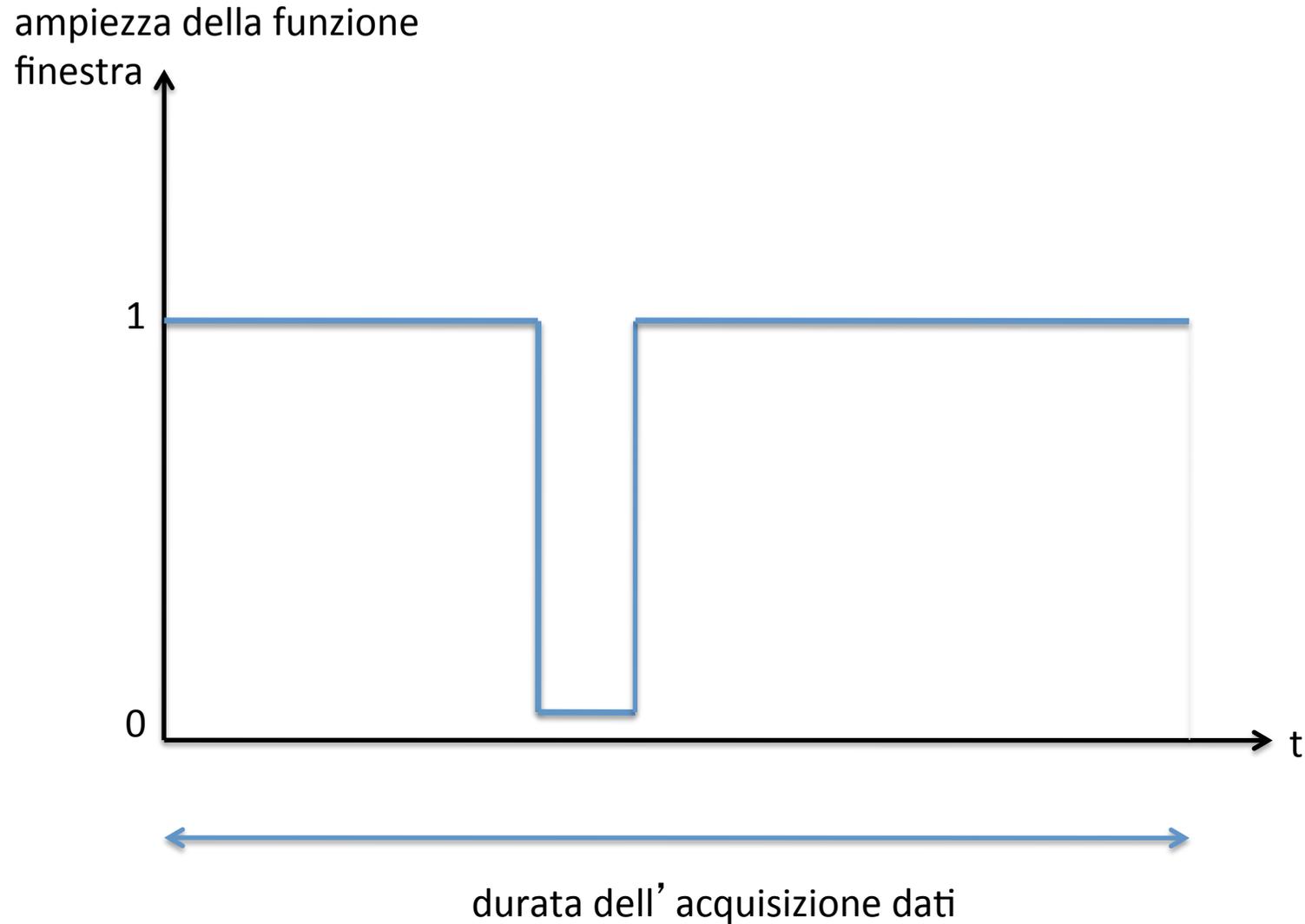
Effetto di soppressione della
luminosità nei dati (“buchi” o
nuvolosità intensa)

Qual è l'effetto 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 ...

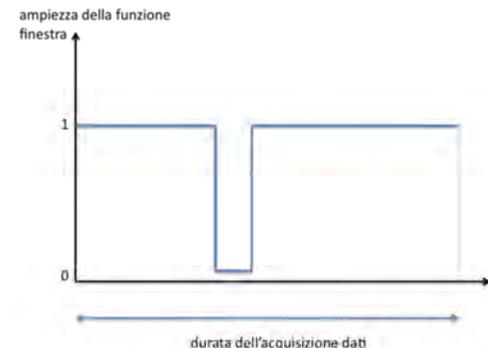


Effetto di una finestra sulla DFT

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

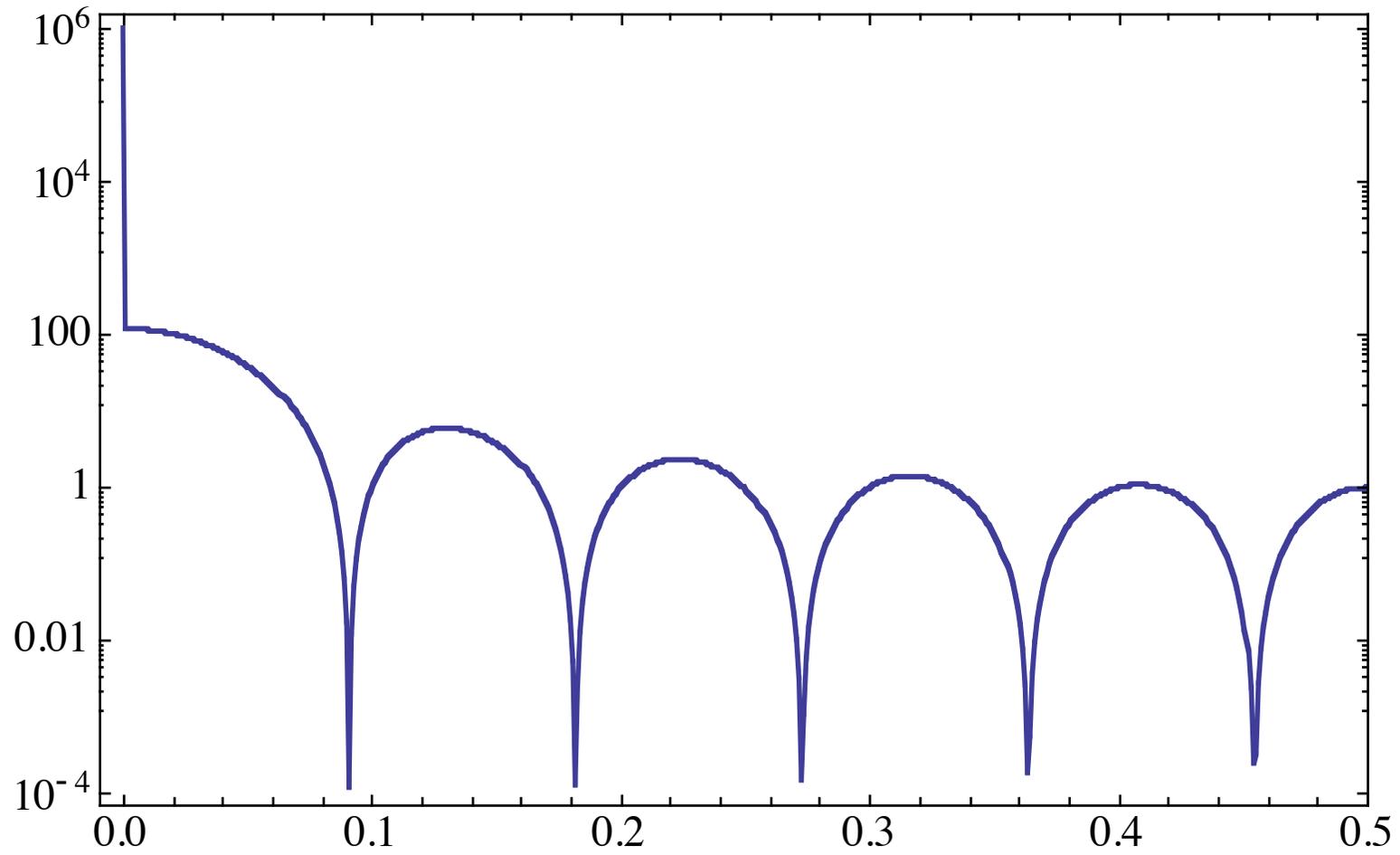
espressione matematica della particolare “finestra” che corrisponde alla presenza del “buco”

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

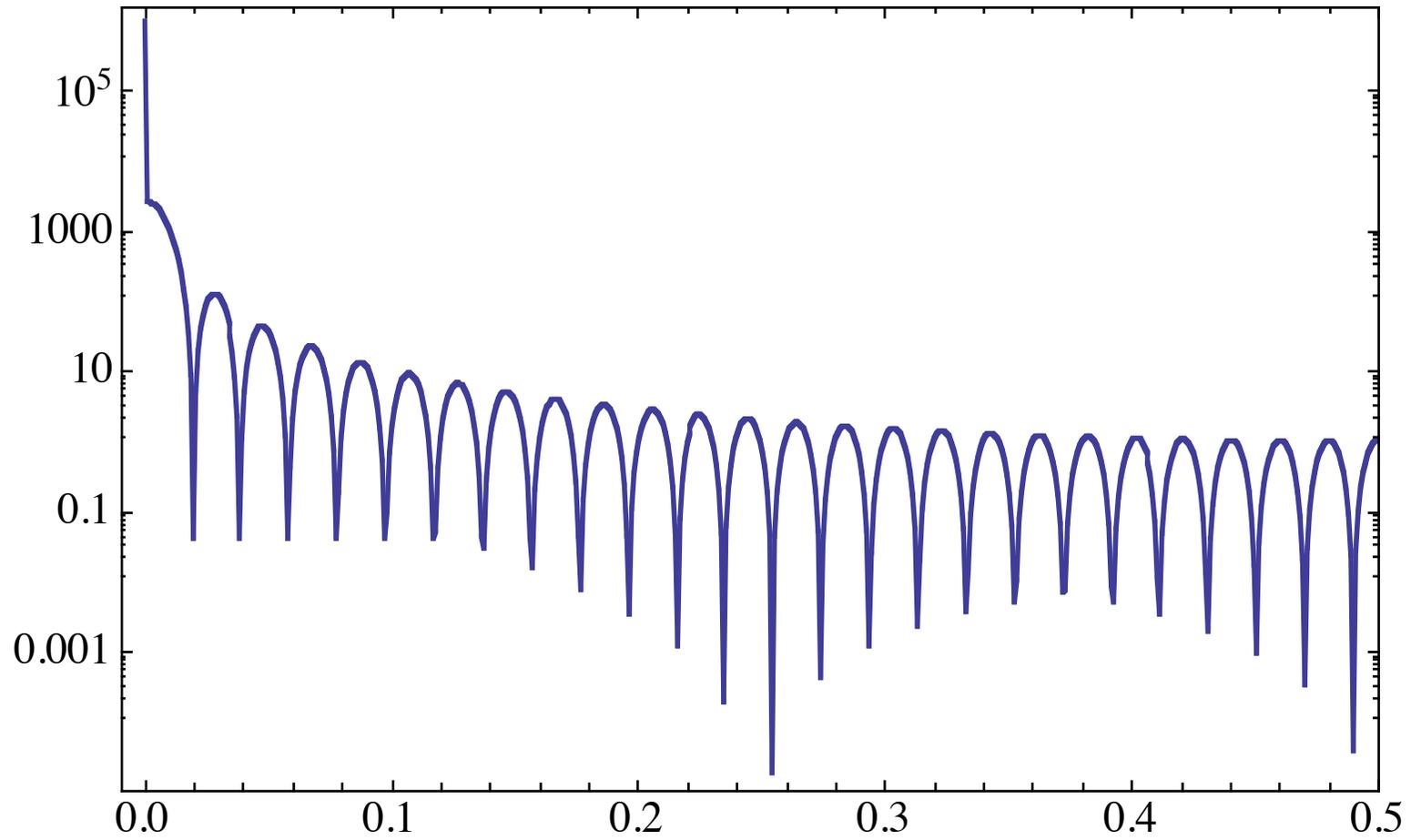


$$\begin{aligned}
W_k &= \sum_{n=0}^{N-1} w_n e^{-\frac{2\pi ink}{N}} = \sum_{n=0}^{n_1-1} e^{-\frac{2\pi ink}{N}} + \sum_{n=n_2+1}^{N-1} e^{-\frac{2\pi ink}{N}} \\
&= \sum_{n=0}^{N-1} e^{-\frac{2\pi ink}{N}} - \sum_{n=n_1}^{n_2} e^{-\frac{2\pi ink}{N}} = N\delta_{k,0} - \sum_{n=n_1}^{n_2} e^{-\frac{2\pi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

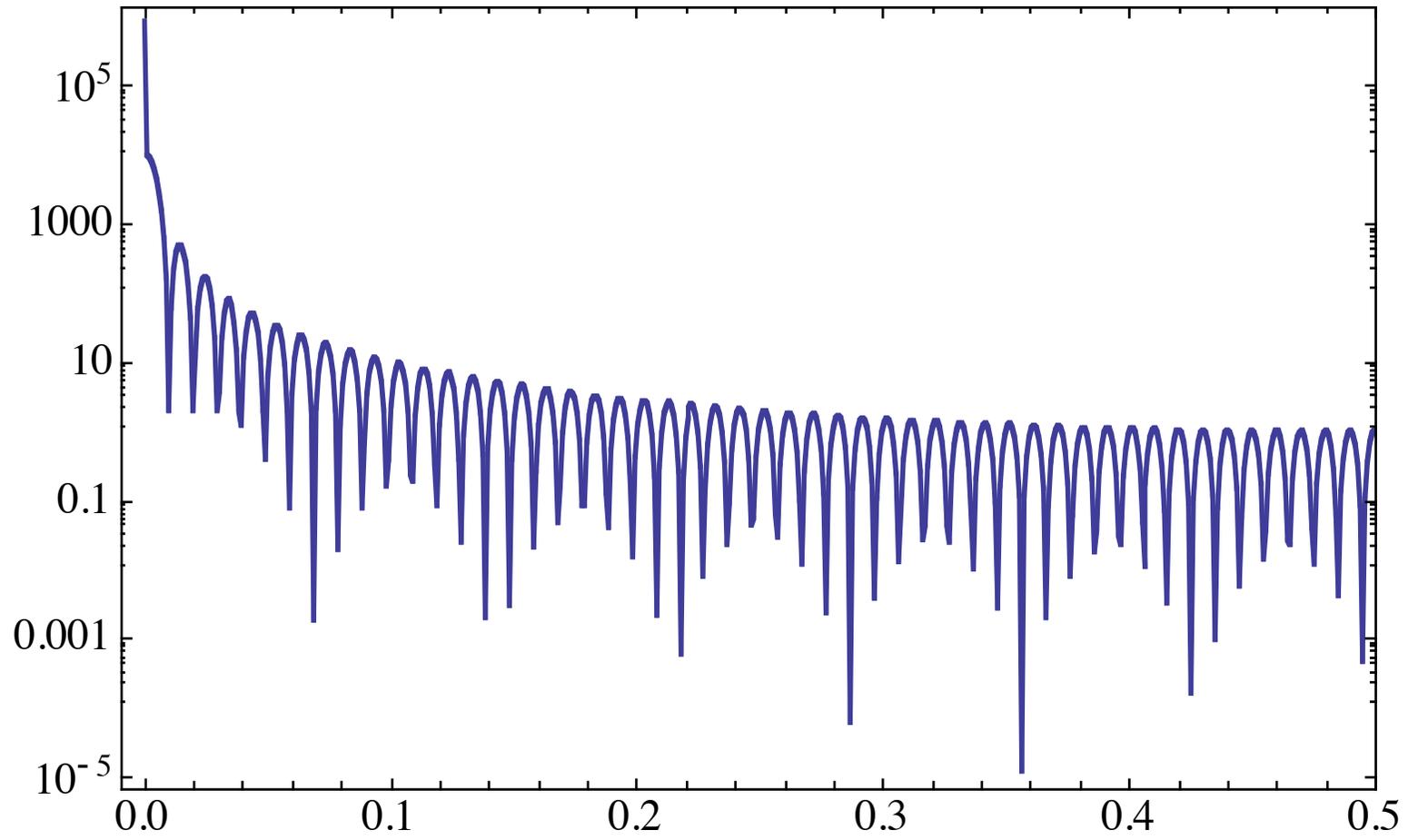
$N = 1024;$
 $n_1 = 100; \quad n_2 = 110$



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



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



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

12/23/10

ora inizio acquisizione

17:17:49

Inizio selezione (campione)

0

Fine selezione (campione)

0

Window

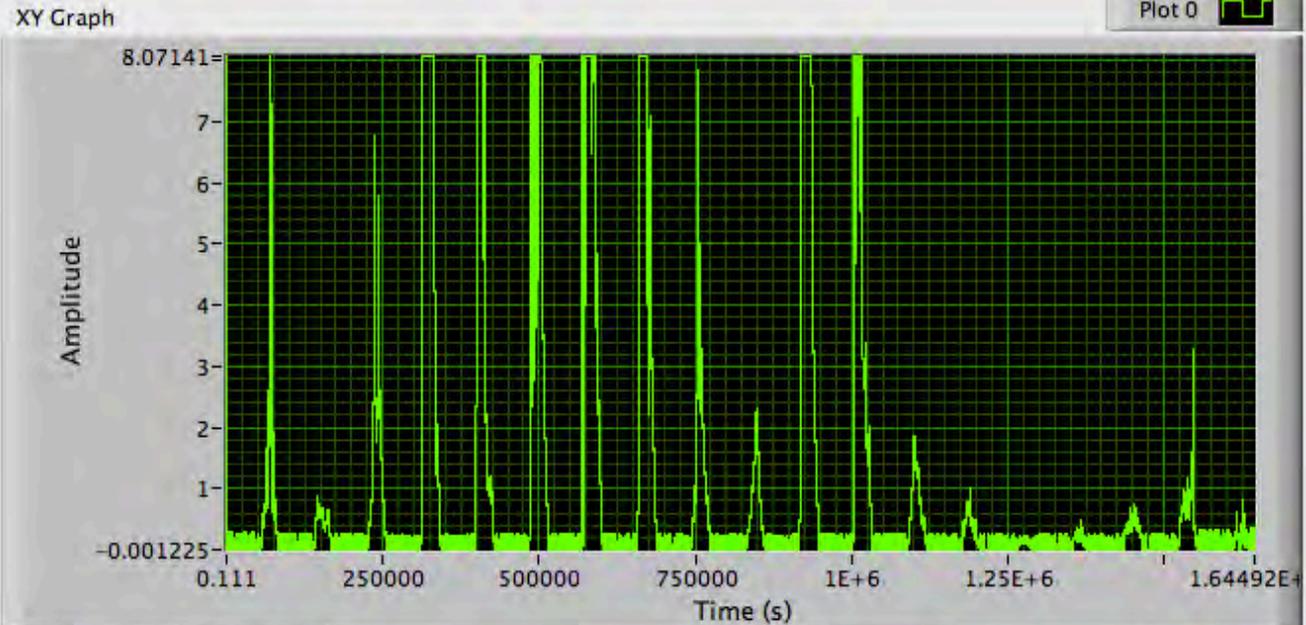
Rectangular 0

number of samples

164488

OFF

Dati Statistica degli intervalli di campionamento Spettro Lomb&Scargle



Cursors:

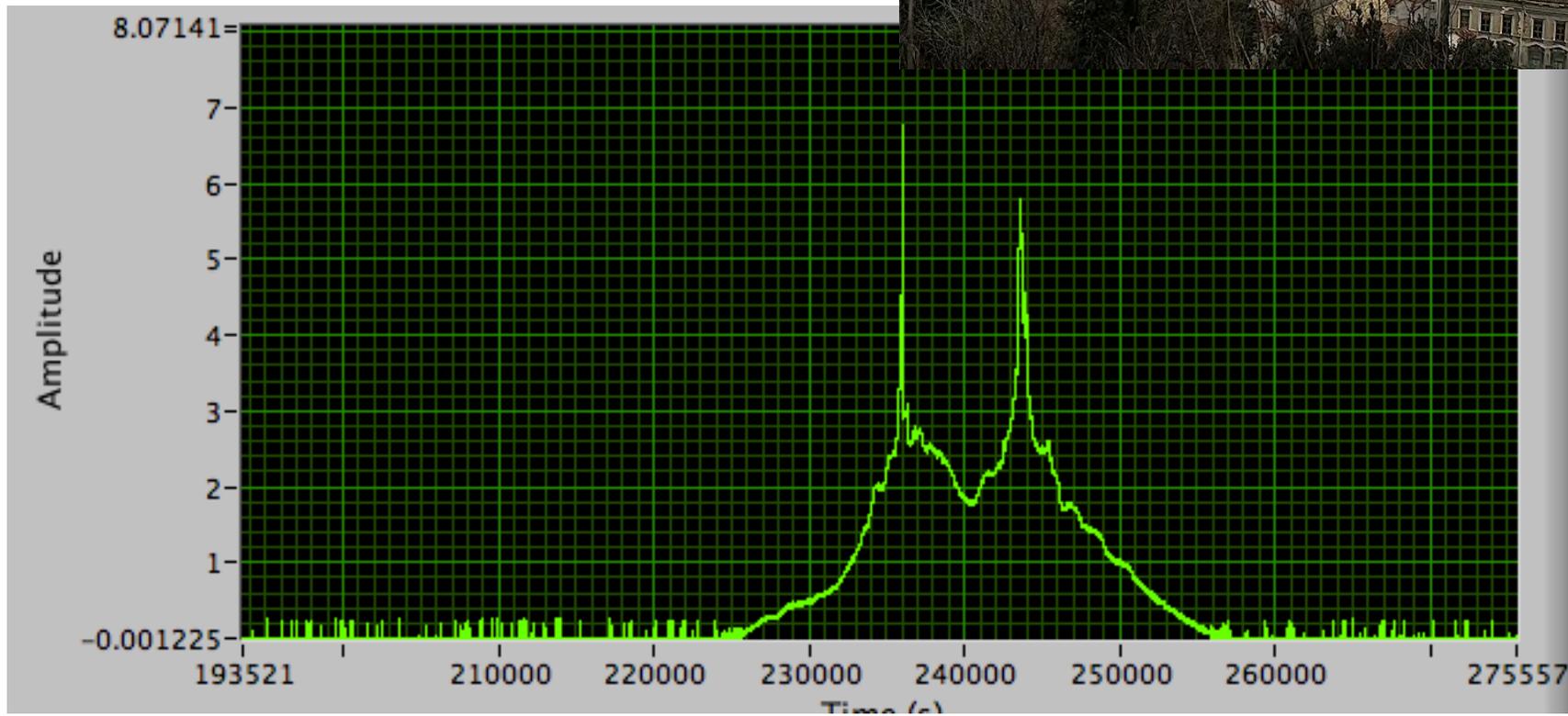
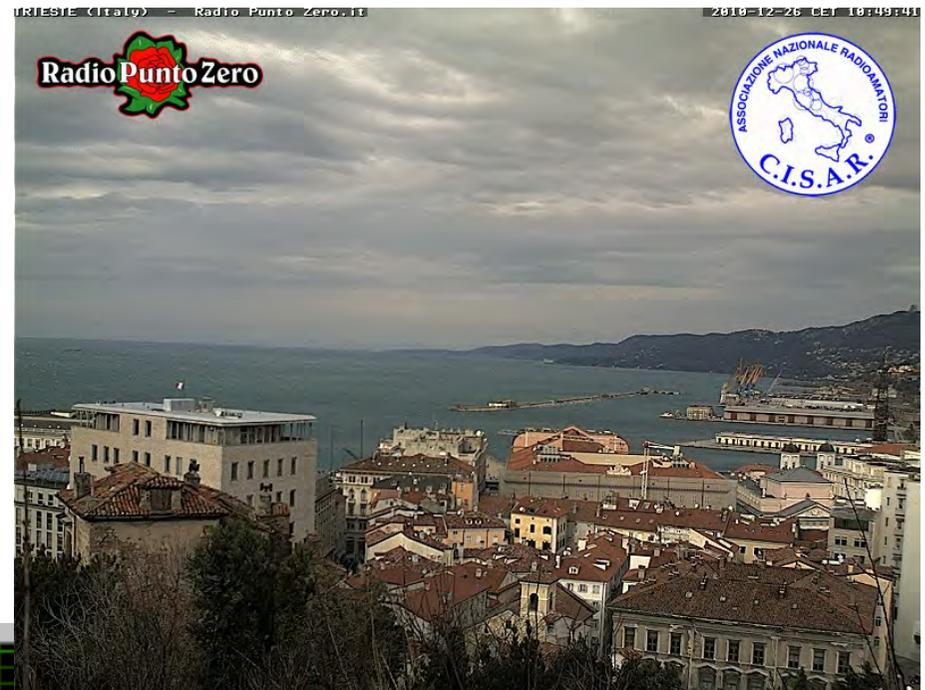
X

Y

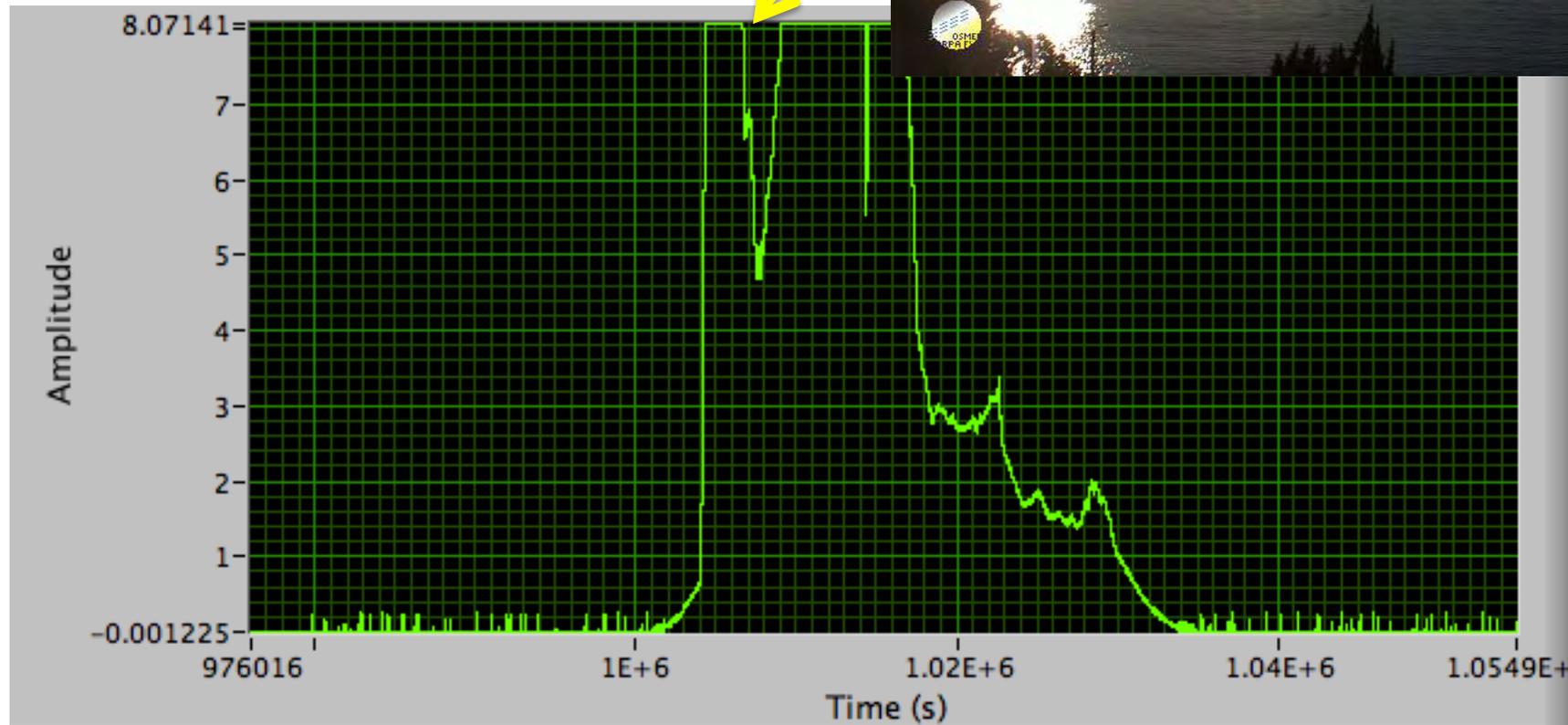
Time (s)

Amplitude

26/12/2010



04/01/2011



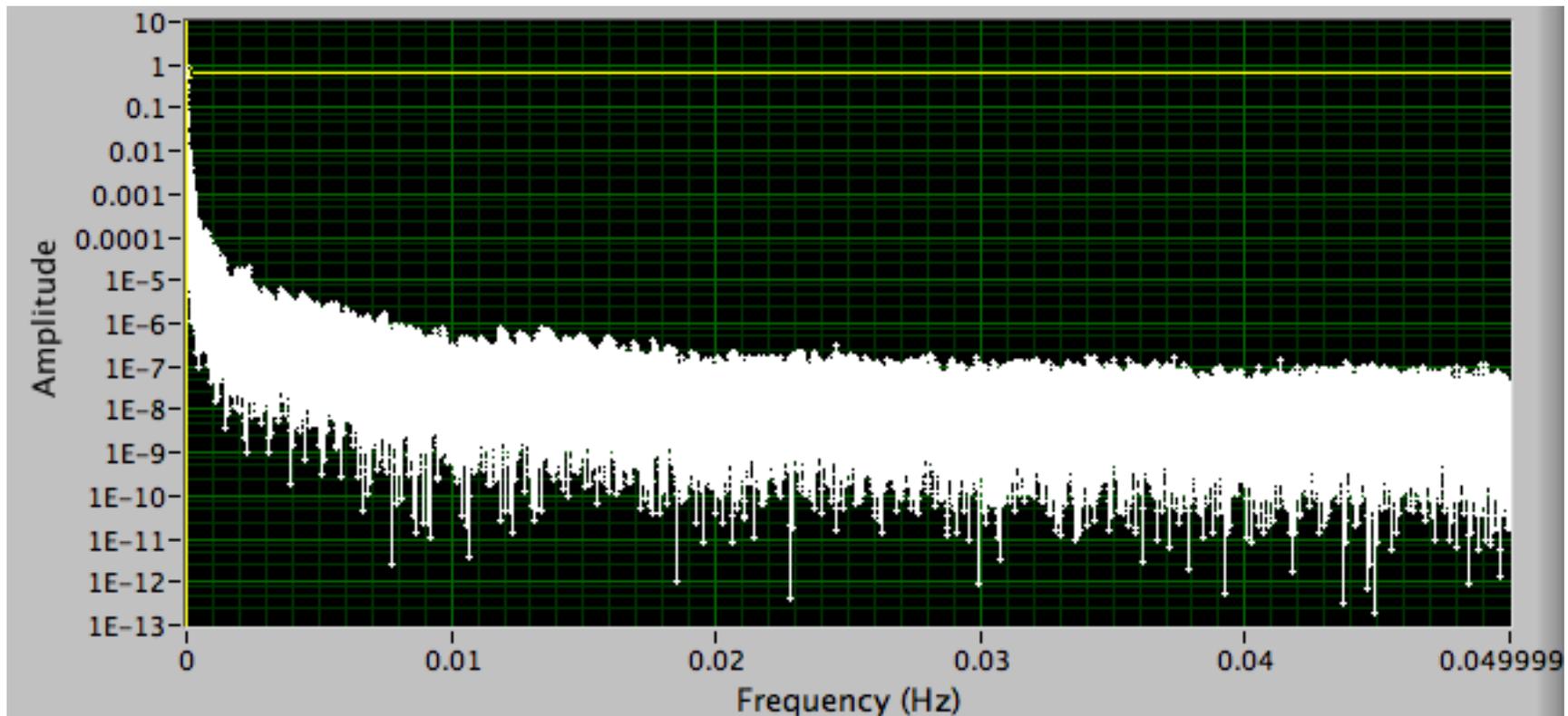
Spettro:

intervallo di campionamento 10 secondi

164488 campioni = 456.91 ore

risoluzione in frequenza $\approx 6 \cdot 10^{-7}$ 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):

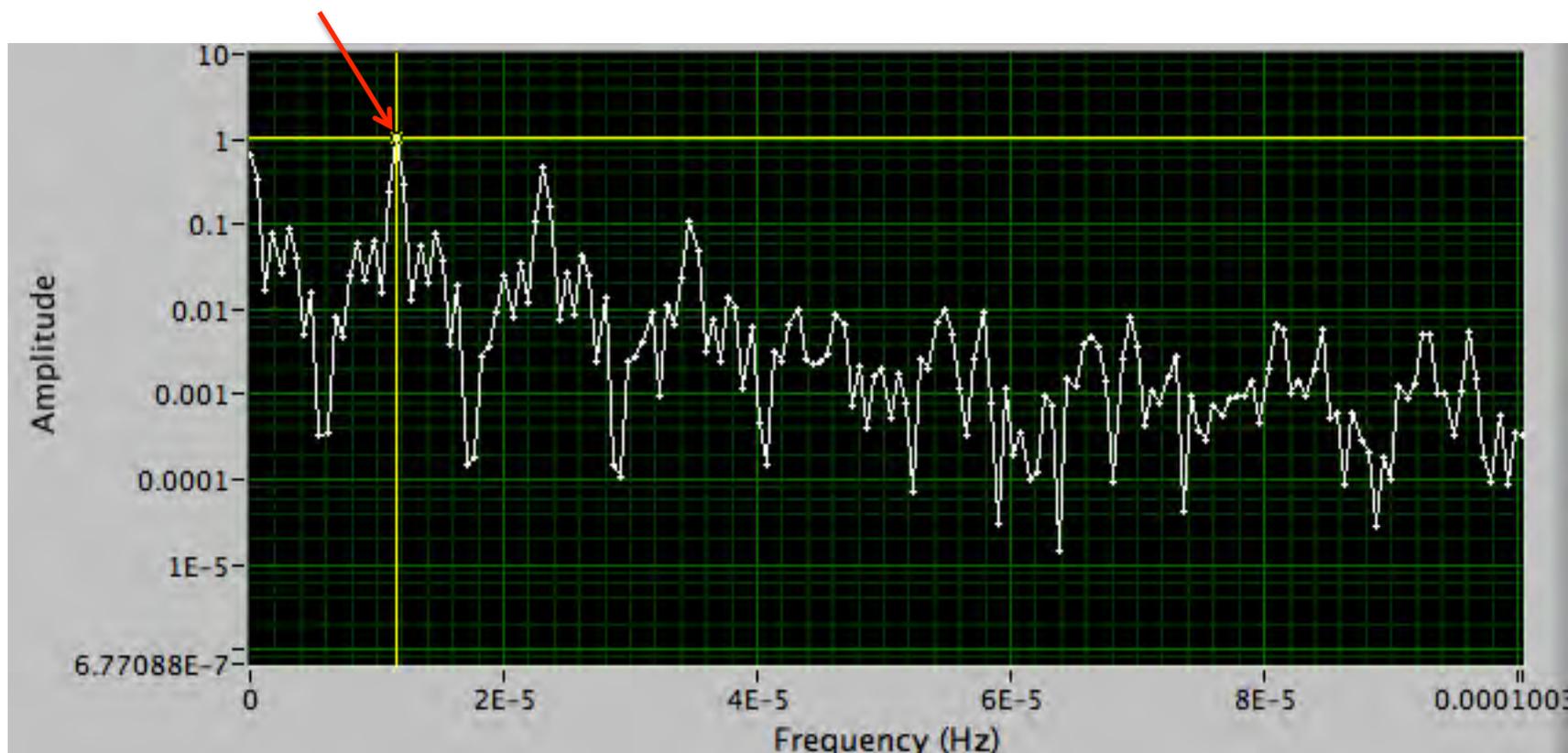
frequenza (Hz)	ampiezza
$1.09497 \cdot 10^{-5}$	0.24469
$1.15580 \cdot 10^{-5}$	1.02335
$1.21663 \cdot 10^{-5}$	0.296586

picco di prima armonica



$$1.158 \cdot 10^{-5} \text{ Hz} \pm 0.010 \cdot 10^{-5} \text{ Hz}$$

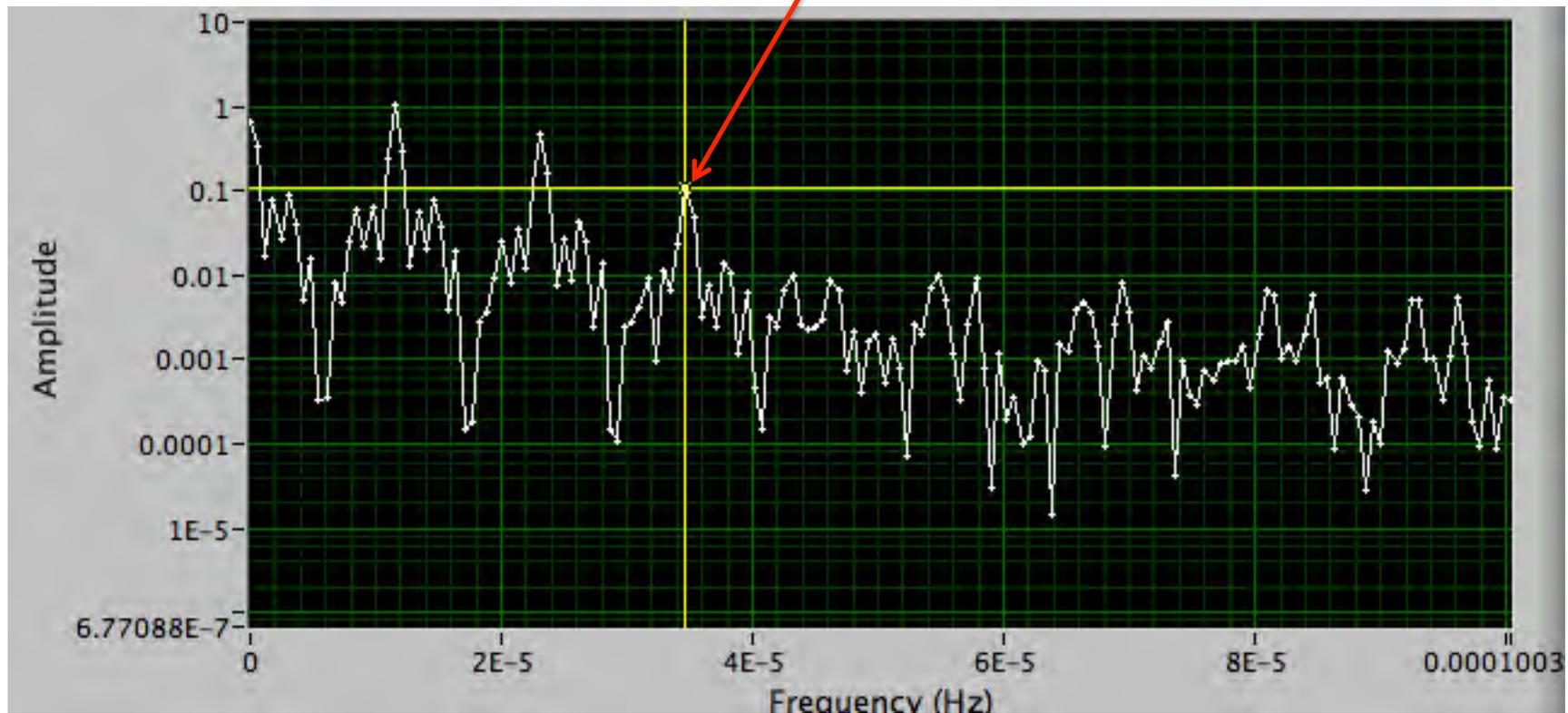
durata del giorno $\approx 86370 \pm 730$ s
errore $\approx 0.9\%$



posizione del picco di terza armonica $3.46741 \cdot 10^{-5}$ Hz
allora prima armonica $\approx 1.1558 \cdot 10^{-5}$ Hz $\pm 0.01 \cdot 10^{-5}$ Hz

durata del giorno ≈ 86519 s ± 730 s
errore ≈ 0.3 %

picco di terza
armonica



Statistica del tempo di campionamento

