

Il campionamento in base angolo

G. D'Elia

Frequenza: Hertz e Ordini

Si passa dal campionamento in **base tempo** al campionamento in **base angolo** (campionamento sincrono con la rotazione).

Come?

Supponiamo di avere un encoder con P tacche calettato su un albero del macchinario rotante. Invece di campionare il segnale di vibrazione in base al clock del convertitore A/D (campionamento in base tempo) ne guidiamo il campionamento con il segnale digitale dell'encoder (campionamento in base angolo).

Si ottengono **P campioni** del segnale per ogni rotazione dell'albero corrispondenti ad **intervalli angolari regolari**.

Se operiamo una Trasformata di Fourier del segnale così campionato, otteniamo una funzione degli **ordini di rotazione** e non della frequenza in Hz.

Gli ordini sono le armoniche della frequenza di rotazione (il primo ordine è la frequenza di rotazione).

Campionamento in base angolo: relazioni

Nel campionamento sincrono le acquisizioni per giro dell'albero (M) sono costanti, quindi la frequenza di campionamento deve variare con la velocità di rotazione in Hz

$$f_s = M f_r \text{ [Hz]}$$

Allora la frequenza massima misurabile :

$$f_{max} = \frac{f_s}{2} = \frac{M}{2} f_r \text{ [Hz]}$$

Dalla definizione di ordine si sa che:

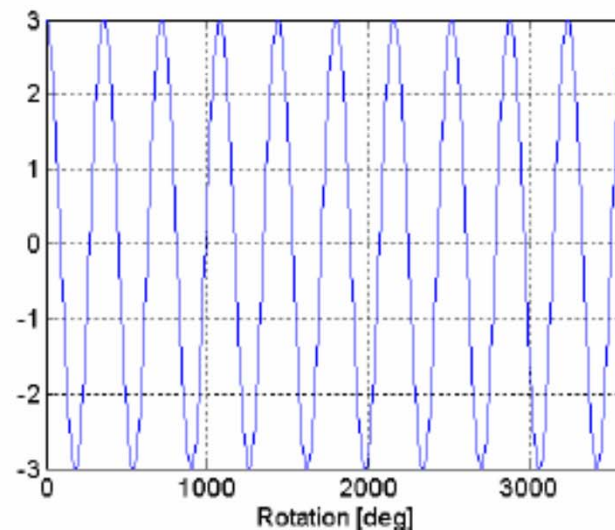
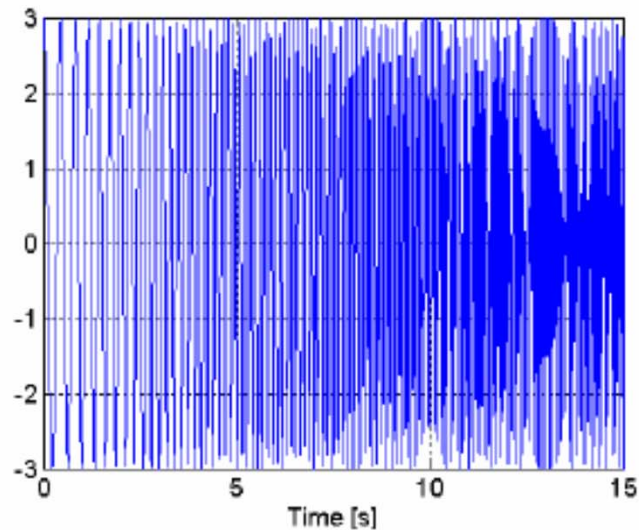
$$O = \frac{f}{f_r} \rightarrow O_{max} = \frac{M}{2}$$

Se si ha un blocco di N acquisizioni, il numero di giri dell'albero in un blocco dato da:

$$P = \frac{N}{M} \quad (P = T f_r) \text{ essendo: } \Delta f = \Delta O \cdot f_r \quad \text{Si ha: } \Delta O = \frac{1}{P}$$

$$O_{max} = \frac{M}{2} \quad \Delta O = \frac{1}{P}$$

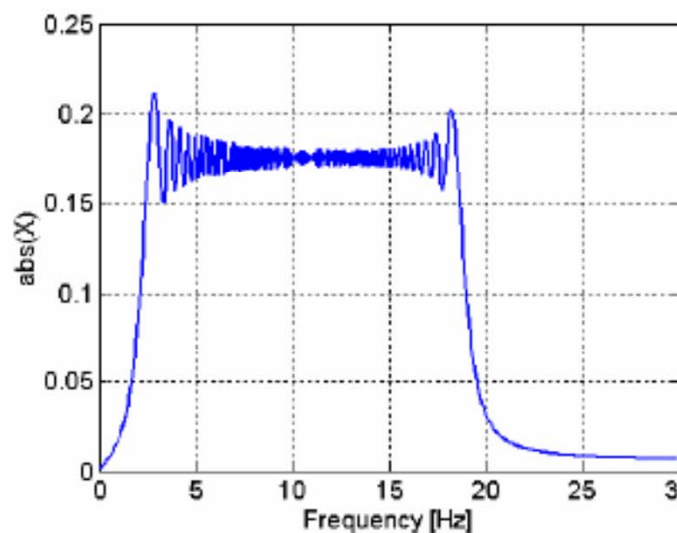
Campionamento in base angolo: esempio



ESEMPIO

Segnale di vibrazione rilevato su organo rotante con velocità di rotazione variabile.

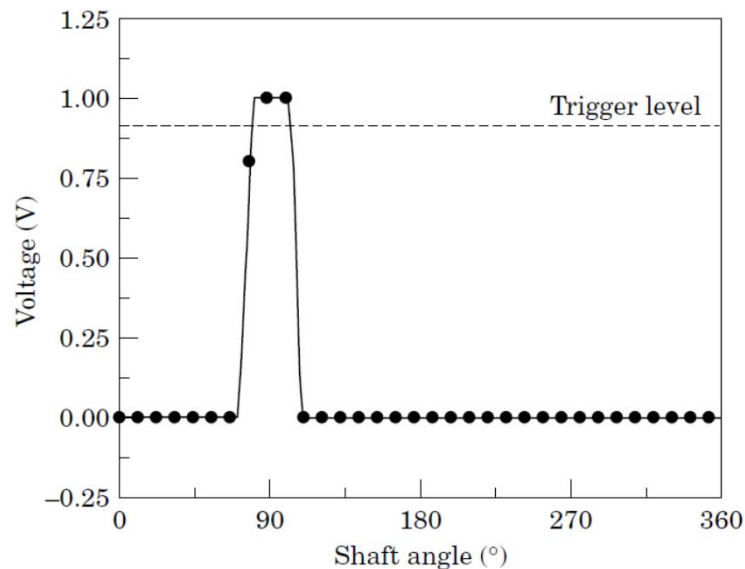
Il segnale ha la frequenza pari a quella di rotazione (1° ordine di rotazione).



Dopo il ricampionamento il segnale si rivela essere un'onda sinusoidale con frequenza pari al 1° ordine di rotazione.

Campionamento in base angolo: procedimento

Segnale tachimetrico:



Assunzione di accelerazione angolare costante

$$\theta(t) = b_0 + b_1 t + b_2 t^2$$

$$\begin{pmatrix} 0 \\ \Delta\Phi \\ 2\Delta\Phi \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & t_1 & t_1^2 \\ 1 & t_2 & t_2^2 \\ 1 & t_3 & t_3^2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \end{Bmatrix}$$

$$\Delta\Phi = 2\pi$$

$$t = \frac{1}{2b_2} [\sqrt{4b_2(\theta - b_0) + b_1^2} - b_1]$$

$$\theta = k\Delta\theta$$
$$\frac{\Delta\Phi}{2\Delta\theta} \leq k < \frac{3\Delta\Phi}{2\Delta\theta}$$