



ESERCIZIO 3: Stima della frequenza di un segnale sinusoidale

Questa volta consideriamo un segnale **sinusoidale**, $s(t) = \cos \omega_1 t$, i cui campioni sono nel file `Tab3_ex3.mat`

Sia allora $x(n) = w(n) \cos \omega_1 n$

3.1 Determinare un'espressione di $X(\omega)$ in funzione di $W(\omega)$ ed un'approssimazione di $|X(\omega)|$ per $\omega > 0$ che permetta di individuare ω_1 come punto massimale di $|X(\omega)|$

3.2 Scelto lo zero-padding M , calcolare tramite FFT $X(\omega)$ e tracciarne il modulo per $\omega \in \left(-\pi, \pi \frac{M-2}{M}\right)$

3.3 Stimare ω_1 come punto massimale di $|X(\omega)|$, come nel caso precedente

3.4 In questo caso però, i lobi secondari di $W(\omega + \omega_1)$ interferiscono con la posizione del picco di X . Infatti, la stima di ω_1 risulta meno accurata rispetto al caso precedente, indipendentemente dal valore scelto per M .

Un modo per risolvere il problema consiste nel *cambiare la forma della finestra* $w(n)$. Invece di prendere una finestra rettangolare, possiamo prendere una finestra la cui trasformata $\widehat{W}(\omega)$ abbia un **decadimento più rapido**. Si usi la cosiddetta *finestra di Hamming*:

$$\widehat{w}(n) = 0.54 - 0.46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right)$$

Tracciare $\widehat{w}(n)$, $|\widehat{W}(\omega)|$. Infine usare la nuova finestra per stimare ω_1 come valore massimale di $|\widehat{X}(\omega)|$, dove $\widehat{x}(n) = \widehat{w}(n)s(n)$



ESERCIZIO 3: Stima della frequenza di un segnale sinusoidale

3.3 Stimare ω_1 in corrispondenza del massimo di $|X(\omega)|$, come nel caso precedente

```
load lab3_ex3
% Trovare il max di |X|
M = 2^14;
step = 2*pi/M;
omegaFFT = -pi: step: (pi - step);
X_FFT = fftshift(abs(fft(xCamp,M))) ;

[XM, k] = max(X_FFT); % k è l'indice del valore max
omega1_stimato = abs(omegaFFT(k));

fprintf('w1 = %1.5f\nw1 stimato = %1.5f\nErrore = %5.4f rad\n', ...
        omega1, omega1_stimato, abs(omega1-omega1_stimato));
```

In questo caso, i lobi secondari di $W(\omega + \omega_1)$ non sono trascurabili e possono indurre un errore sulla posizione del picco di X , che non corrisponde più esattamente a ω_1
In questo caso, il vero valore di ω_1 è 0.31623

