

Università degli Studi di Brescia  
(Fondamenti di) Segnali e Sistemi  
Laboratorio di Matlab, A.A. 2019/2020

Lezione N.3, 23/03/2020

Questa sessione di laboratorio si occupa di correlazioni e convoluzioni .

- Si consiglia di utilizzare un asse temporale **t=-10:0.01:10**.

**[Esercizio 1] CORRELAZIONE LINEARE**

Ricordando le definizioni di crosscorrelazione e autocorrelazione per segnali di energia:

$$\begin{aligned}\varphi_{xy}(\tau) &= \varphi_{yx}^*(-\tau) = \langle \underline{y}_\tau, \underline{x} \rangle = \int_{-\infty}^{+\infty} x^*(t)y(t+\tau)dt \\ \varphi_x(\tau) &= \varphi_x^*(-\tau) = \langle \underline{x}_\tau, \underline{x} \rangle = \int_{-\infty}^{+\infty} x^*(t)x(t+\tau)dt\end{aligned}$$

si calcoli

- (i) L'autocorrelazione  $\varphi_x(\tau)$  del segnale  $x(t) = \text{rect}(t)$ .
- (ii) La cross-correlazione  $\varphi_{xy}(\tau)$  con  $x(t) = \text{rect}(t)$  e  $y(t) = \text{tri}(t)$ . Ripetere poi ponendo  $y(t) = j \cdot \text{tri}(t+1)$ .
- (iii) L'autocorrelazione  $\varphi_p(\tau)$  del segnale  $p(t) = \text{rect}(t - \frac{1}{2}) - \text{rect}(t - \frac{3}{2})$ . La si esprima in funzione dell'autocorrelazione del rettangolo  $\text{rect}(t)$ .

**[Esercizio 2] CORRELAZIONE CIRCOLARE**

Ricordando le definizioni di crosscorrelazione e autocorrelazione circolari per segnali di periodo comune  $T$ :

$$\begin{aligned}\varphi_{xy}(\tau) &= \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} x^*(t)y(t+\tau)dt \\ \varphi_x(\tau) &= \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} x^*(t)x(t+\tau)dt\end{aligned}$$

Si calcoli

- (i) La crosscorrelazione circolare  $\varphi_{xy}(\tau)$  tra i segnali

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} p(t-2k), \quad y(t) = \sin(\pi t)$$

essendo  $p(t)$  il segnale del punto (iii) dell'esercizio 1.

- (ii) L'autocorrelazione del segnale  $x(t)$  del punto precedente. La si confronti con l'autocorrelazione  $\varphi_p(\tau)$  del punto (iii) dell'esercizio 1.

### [Esercizio 3] CONVOLUZIONE

Ricordando la definizione di convoluzione lineare

$$(x * h)(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(\tau)h(t - \tau)d\tau$$

si calcolino le convoluzioni tra le coppie di segnali

- (i)  $x(t) = \text{rect}(t)$ ,  $h(t) = \text{rect}(t)$
- (ii)  $x(t) = \text{rect}(t)$ ,  $h(t) = \text{tri}(t)$
- (iii)  $x(t) = \text{rect}(t)$ ,  $h(t) = j \cdot \text{tri}(t + 1)$  (si confronti con Es. 1 punto (i))
- (iv)  $x(t) = \text{rect}(t - 2)$ ,  $h(t) = e^{-t}\epsilon(t)$
- (v)  $x(t) = \text{rect}(t/2)$ ,  $h(t) = \text{sinc}(5t)$