



Università degli Studi di Brescia, Facoltà di Ingegneria  
Corso di Teoria dei Segnali  
Laboratorio di Matlab, A.A. 2010/2011  
Lezione N.5, 25/03/2011

Questa sessione di laboratorio si occupa dello studio delle proprietà dei sistemi, in particolare della linearità, della tempo-invarianza e del teorema della risposta in frequenza.

[Esercizio 1] LINEARITÀ E TEMPO-INVARIANZA

In questo esercizio si verifica<sup>1</sup> la linearità e la tempo-invarianza dei seguenti 3 sistemi:

$$S_1 : y(t) = x(t) * \text{rect}\left(\frac{t - \frac{T}{2}}{T}\right), T = 2$$

$$S_2 : y(t) = x^2(t)$$

$$S_3 : y(t) = x\left(\frac{t}{2}\right)$$

Siano dati 2 ingressi:  $x_1(t) = 2 \cdot \text{rect}(t)$  e  $x_2(t) = \text{tri}(t - 1)$ .

- (i) Definendo i coefficienti moltiplicativi  $\alpha = 3$  e  $\beta = 2$ , disegnare e confrontare la combinazione lineare delle uscite con l'uscita della combinazione lineare (vedere la definizione di linearità).
- (ii) Usando  $x_1(t)$ , definendo la traslazione  $t_0 = 3$ , disegnare e confrontare la traslazione dell'uscita con l'uscita dell'ingresso traslato (vedere la definizione di tempo-invarianza).
- (iii) Derivare analiticamente le altre proprietà dei sistemi, verificandole con i risultati precedenti se possibile.

[Esercizio 2] TEOREMA DELLA RISPOSTA IN FREQUENZA

Sia dato un sistema con la risposta all'impulso  $h(t) = \text{rect}\left(\frac{t - \frac{T}{2}}{T}\right)$ ,  $T = 2$ .

- (i) Disegnare il modulo e la fase della risposta in frequenza  $H(f)$  (usare i comandi **abs** e **angle** ed eventualmente **unwrap**).
- (ii) Definire un segnale d'ingresso  $x(t) = A \cos(2\pi f_0 t + \phi_0)$  (lasciare  $A$ ,  $f_0$  e  $\phi_0$  come parametri). Calcolare l'uscita del sistema  $y(t)$  con  $f_0 = \{0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1\}$  e verificare il teorema della risposta in frequenza:

$$y(t) = A|H(f_0)| \cos(2\pi f_0 t + \phi_0 + \angle H(f_0))$$

In particolare, provare a giustificare analiticamente il caso  $f_0 = 1$ .

---

<sup>1</sup>Si osservi che la verifica di una proprietà che deve valere per tutti gli ingressi usando solo un insieme definito di ingressi e parametri non costituisce la dimostrazione che la proprietà è valida; in altre parole è condizione necessaria ma non sufficiente.