Università degli Studi di Brescia
(Fondamenti di) Segnali e Sistemi
Laboratorio di Matlab, A.A. 2020/2021

Esercitazione N.5, 26/04/2021

Questa sessione di laboratorio si occupa dell'utilizzo della trasformata di Fourier in vari contesti.

- Si consiglia di utilizzare un asse temporale **t=-10:0.01:10** e un asse delle frequenze **f=-15:0.01:15**.
- Usare le funzioni **real** e **imag** nel caso si desideri visualizzare separatamente le parti reale e immaginaria dei segnali e delle trasformate.
- Usare i comandi **abs** e **angle** per visualizzare il modulo e la fase dei segnali e delle trasformate. Per "svolgere" la fase usare il comando **unwrap**.

[Esercizio 1] PROPRIETÁ DELLA TRASFORMATA DI FOURIER

In questo esercizio si verificano due proprietà della TF.

(i) Verificare la proprietà di traslazione della trasformata di Fourier, visualizzando parte reale ed immaginaria oppure modulo e fase delle trasformate dei seguenti segnali:

A. $\mathrm{sinc}(5t)$;
B. $\mathrm{sinc}\left(5(t - \frac{1}{2})\right)$;
C. $\mathrm{sinc}(5(t + 1))$.

(ii) Utilizzare le funzioni relative alla TF per calcolare le seguenti trasformate e poi verificarne analiticamente la correttezza usando la proprietà della trasformata del prodotto:

A. $\mathrm{sinc}^2(t) \cdot \cos(10\pi t) \longleftrightarrow \cdots ??? \cdots$
B. $\mathrm{sinc}(t) \cdot \cos^2(10\pi t) \longleftrightarrow \cdots ??? \cdots$

[Esercizio 2] FENOMENI DI GIBBS

In questo esercizio si osserva la comparsa nella risposta in frequenza dei fenomeni di Gibbs dovuta al finestramento (troncamento) nei tempi della risposta all'impulso (il discorso vale comunque per qualunque segnale finestrato col rect nei tempi). Si consideri un filtro ideale passa-basso di ampiezza unitaria, quindi con risposta in frequenza e all'impulso:

$$H(f) = \mathrm{rect}\left(\frac{f}{2B}\right) \longleftrightarrow h(t) = 2B\mathrm{sinc}(2Bt)$$

(i) Si fissi $B = 2$. Visualizzare la risposta in frequenza della risposta all'impulso del filtro ideale passa-basso finestrata con finestre rettangolari di supporto diverso:

A. $h_1(t) = h(t) \cdot \mathrm{rect}\left(\frac{t}{4}\right)$;
B. $h_2(t) = h(t) \cdot \mathrm{rect}\left(\frac{t}{10}\right)$;
C. $h_3(t) = h(t) \cdot \mathrm{rect}\left(\frac{t}{20}\right)$ (questo equivale a non fare nulla se **t=-10:0.01:10**).

Per ciascun supporto, calcolare lo scostamento massimo della risposta in frequenza (l'ampiezza massima dei "picchi") e l'energia della differenza tra la risposta in frequenza del sistema ideale e quella del sistema troncato, cioé per esempio per il sistema $h_1(t)$:

$$E_1 = \int_{-\infty}^{+\infty} |H_1(f) - H(f)|^2 df$$

(ii) Si ripeta quanto fatto al punto (i) prendendo $B = 10$.

[Esercizio 3] CIRCUITO RC

Sia dato il circuito che carica un condensatore inizialmente scarico di capacità C attraverso un alimentatore DC ideale con $E = 1\text{V}$ con un resistore in serie con resistenza R ed un interruttore ideale inizialmente aperto. L'interruttore viene chiuso in $t = 0s$. In tale situazione si ricava:

$$H(f) = \frac{1}{1 + j2\pi fRC}$$

dove $RC = \tau$ é la costante di tempo del circuito e $f_t = 1/\tau$ é la sua frequenza di taglio.

(i) Visualizzare la risposta in frequenza del circuito in modulo e fase;

(ii) Visualizzare il diagramma di Bode del circuito in modulo e fase (trovare le funzioni che generano grafici in scala logaritmica). Scegliere una costante di tempo τ opportuna. Potrebbe essere necessario ridefinire **f**;

(iii) Visualizzare la risposta all'impulso e la risposta al gradino del circuito.