

**Esercizio 1 (12 punti)**

Si consideri il segnale seguente  $s(t)$

$$s(t) = 3 + e^{\frac{j2\pi t}{3}} - 3 \cos\left(\frac{2\pi t}{5}\right) + \sin\left(\frac{\pi t}{3}\right)$$

- 1) Determinare lo sviluppo in serie di Fourier di  $s(t)$  e rappresentare modulo e fase dei coefficienti in funzione di  $n$
- 2) Rappresentare la TCF del segnale.
- 3) Descrivere i passaggi necessari per determinare il segnale aperiodico base  $s_0(t)$  che, periodicizzato opportunamente, fornisce il segnale  $s(t)$ . Tali passaggi dovranno essere descritti anche tramite formule matematiche e relazioni funzionali. Determinare inoltre i coefficienti di Fourier di  $s(t)$  a partire dall'analisi in frequenza di  $s_0(t)$ .
- 4) Determinare la frequenza di campionamento minima ammissibile al fine di campionare correttamente il segnale e rappresentare i primi tre campioni della sequenza ottenuta con tale frequenza, a partire da  $t=0$ .

**Esercizio 2 (12 punti)**

Si consideri il filtro a tempo discreto dalla seguente equazione alle differenze

$$y[n] = a y[n-1] + b y[n-2] + x[n-2]$$

dove  $a$  e  $b$  sono coefficienti costanti reali.

- 1) Determinare i coefficienti  $a$  e  $b$  in modo che il sistema abbia massimo del modulo della risposta in frequenza in  $F=0$ . In particolare il modulo massimo della risposta in frequenza deve valere più di 100.
- 2) Stimare l'uscita del sistema quando in ingresso è presente la sequenza  $x[n] = \delta[n] - \delta[n-2]$ . L'uscita dovrà essere stimata per  $n$  compreso tra 0 e 6
- 3) Utilizzando un approccio in frequenza stimare l'uscita del sistema quando in ingresso è presente la sequenza  $x[n] = \cos\left(\frac{\pi n}{2}\right)$
- 4) Modificare il sistema in maniera tale che la risposta in frequenza sia pari a 0 in corrispondenza della frequenza massima ammissibile.

**Esercizio 3 (6 punti)**

Descrivere le differenze tra l'utilizzo dello zero padding e dell'aumento del tempo di osservazione al fine della risoluzione frequenziale ottenibile nell'analisi della trasformata di una sequenza.

Discutere con esempi come le due operazioni possano essere realizzate in ambiente matlab.