

## Prova di test di “Simulazione dei Sistemi Dinamici con Matlab Simulink”



La dinamica di un satellite con appendici flessibili è rappresentata, sotto determinate approssimazioni, dal seguente sistema di equazioni differenziali espresso in forma vettoriale

$$J \dot{\omega}(t) + \delta^T \ddot{\eta}(t) + M_{\omega}(t) (J \omega(t) + \dot{\eta}(t)) = u(t)$$

$$\ddot{\eta}(t) + C \dot{\eta}(t) + K \eta(t) + \delta \omega(t) = P u_p(t)$$

in cui  $\omega(t) = \begin{bmatrix} \omega_x(t) \\ \omega_y(t) \\ \omega_z(t) \end{bmatrix}$  è il vettore delle tre componenti della velocità angolare della parte rigida del

satellite,  $\eta(t) = \begin{bmatrix} \eta_1(t) \\ \eta_2(t) \\ \eta_3(t) \end{bmatrix}$  contiene i modi oscillatori della parte flessibile,  $u(t) = \begin{bmatrix} u_x(t) \\ u_y(t) \\ u_z(t) \end{bmatrix}$  è il vettore che

contiene le coppie applicate alla parte rigida del satellite,  $u_p(t) = \begin{bmatrix} u_{p1}(t) \\ u_{p2}(t) \\ u_{p3}(t) \end{bmatrix}$  sono le tensioni applicate agli attuatori piezoelettrici posizionati sulle appendici flessibili. Le matrici del modello sono le seguenti

$$J = \begin{bmatrix} 420.8 & 3.6 & -4.2 \\ 3.6 & 410.6 & 9.4 \\ -4.2 & 9.4 & 690.7 \end{bmatrix} \quad \delta = \begin{bmatrix} 2.62 & 0.007 & -0.003 \\ -0.001 & 0.124 & -2.73 \\ -0.001 & 0.437 & -0.051 \end{bmatrix} \quad P = \begin{bmatrix} 70.26 & -4.23 & 2.34 \\ 4.8 & 31.93 & 1.24 \\ -1.05 & 2.55 & 29.84 \end{bmatrix}$$

$$M_{\omega}(t) = \begin{bmatrix} 0 & -\omega_z(t) & \omega_y(t) \\ \omega_z(t) & 0 & -\omega_x(t) \\ -\omega_y(t) & \omega_x(t) & 0 \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0.4 & 0 \\ 0 & 0 & 0.3 \end{bmatrix} \quad K = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

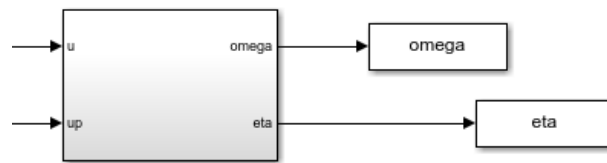
Realizzare un modello Simulink del sistema dinamico considerando le seguenti condizioni iniziali

$$\omega(0) = \begin{bmatrix} 0.1 \\ -0.1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \eta(0) = \begin{bmatrix} 0.01 \\ 0.02 \\ 0.03 \end{bmatrix} \quad \dot{\eta}(0) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

ed applicando i seguenti vettori in ingresso:

$$u(t) = \begin{bmatrix} 10 \cos(2t) \\ 5 \sin(3t) \\ 20 \sin(5t) \end{bmatrix} \quad u_p(t) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Il modello dovrà contenere un Subsystem che riceve in ingresso i vettori  $u(t)$  ed  $u_p(t)$  e produca in uscita i vettori  $\omega(t)$  ed  $\eta(t)$ , come mostrato nella figura seguente



Simulare il sistema per 30 secondi con passo di campionamento  $T_s = 0.01s$  e creare due grafici il primo dei quali mostri sovrapposte le tre velocità angolari ed il secondo le tre componenti del vettore  $\eta(t)$

Realizzare uno script che avvii in automatico il modello Simulink e crei i due grafici richiesti.

Scrivere quindi una **function** che acquisisca in ingresso i vettori  $\omega_x(t)$ ,  $\omega_y(t)$  ed  $\omega_z(t)$  esportati nel

workspace e costruisca il vettore  $\Omega(t) = \sqrt{\omega_x^2(t) + \omega_y^2(t) + \omega_z^2(t)}$ . Costruire quindi un terzo grafico che mostri l'evoluzione temporale del vettore  $\Omega(t)$ .

#### MODELLO IN FORMA ESPLICITA

$$\dot{\omega}(t) = J^{-1}\{u(t) - \delta^T \ddot{\eta}(t) - M_{\omega}(t) (J \omega(t) + \dot{\eta}(t))\}$$

$$\ddot{\eta}(t) = P u_p(t) - C \dot{\eta}(t) - K \eta(t) - \delta \omega(t)$$