

## Simulazione dei Sistemi Dinamici con Matlab-Simulink - Prova del 5/6/2018

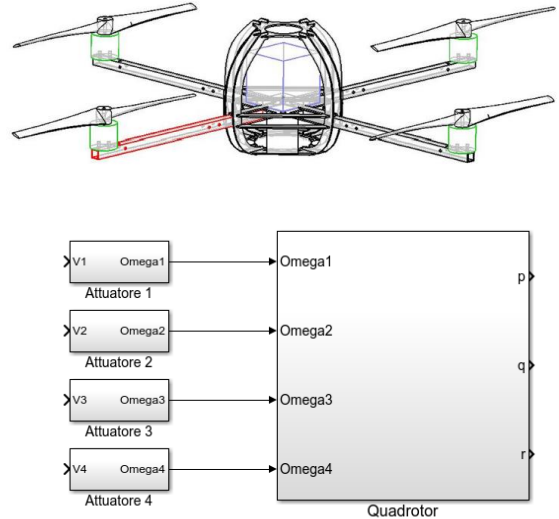
Sotto determinate ipotesi semplificative, la dinamica rotazionale di un quadrotor è parzialmente descritta dal seguente sistema di equazioni differenziali

$$\dot{p} = \frac{l b}{I_x} (\Omega_2^2 - \Omega_4^2) - q r \frac{I_z - I_y}{I_x}$$

$$\dot{q} = \frac{l b}{I_x} (\Omega_1^2 - \Omega_3^2) - p r \frac{I_x - I_z}{I_y}$$

$$\dot{r} = \frac{d}{I_z} (\Omega_1^2 - \Omega_2^2 + \Omega_3^2 - \Omega_4^2)$$

$$\tau^2 \ddot{\Omega}_i + 2\tau \dot{\Omega}_i + \Omega_i = 5V_i \quad i=1,2,\dots,4$$



in cui  $p(t)$ ,  $q(t)$ ,  $r(t)$  sono le velocità angolari in un sistema di riferimento solidale con il quadrotor,  $\Omega_i$  è la velocità di rotazione dell'elica  $i$ -esima ( $i=1,2,\dots,4$ ),  $V_i$  è la tensione di alimentazione del motore che attua la  $i$ -esima elica. I parametri presenti nelle prime tre equazioni del sistema assumono i seguenti valori

$$l = 0.2 \text{ m} \quad d = 0.05 \text{ m} \quad b = 1.4 \cdot 10^{-2} \quad I_x = I_y = 0.8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad I_z = 0.05 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

I valori da scegliere per la costante di tempo  $\tau$  dell'attuatore verranno precisati più avanti. Realizzare un modello Simulink del sistema dinamico. Il modello dovrà contenere un blocco Subsystem che riceve in ingresso le quattro velocità di rotazione delle eliche, e produce in uscita le tre velocità angolari  $p$ ,  $q$ ,  $r$ . Il modello dovrà anche contenere quattro ulteriori subsystems, rappresentanti la dinamica degli attuatori, con ingresso  $V_i$  ed uscita  $\Omega_i$  per  $i = 1,2,3,4$  (v. figura)

Il modello Simulink dovrà esportare nel workspace i dati necessari per la successiva creazione in Matlab di grafici delle tre velocità angolari  $p(t)$ ,  $q(t)$  ed  $r(t)$  e della spinta complessiva  $T = b(\Omega_1^2 + \Omega_2^2 + \Omega_3^2 + \Omega_4^2)$ .

Si scelgano, per le tensioni di alimentazione  $V_1, \dots, V_4$  dei motori che attuano le eliche, i valori costanti  $V_1 = V_2 = 1, V_3 = 2, V_4 = 2.5$ .

Adottare un metodo di integrazione a passo fisso, con passo temporale pari a  $10^{-3}$  secondi.

Scrivere un file script che parametrizzi il modello Simulink, ne gestisca l'avvio (comando "sim"), e crei un grafico (corredato da opportune label esplicative che ne chiariscano il contenuto) che riporti sovrapposte le evoluzioni temporali della spinta complessiva  $T$  in corrispondenza dei valori  $\tau = 0.1, \tau = 0.5, \tau = 1$  nell'intervallo temporale  $t \in [0; 4]$  a partire dalle condizioni iniziali nulle. Si creino quindi altri tre grafici che riportino le evoluzioni temporali delle velocità angolari  $p(t)$ ,  $q(t)$  ed  $r(t)$  in corrispondenza del test con il valore  $\tau = 0.5$ .