# Matlab Control System Toolbox

Nicola Diolaiti

Esercitazioni di Controlli Automatici LA (Prof. C. Melchiorri)

Un sistema di attuazione elettrico (motore + dispositivi elettronici di controllo) è caratterizzato dalla seguente funzione di trasferimento tra la tensione di comando $u(t)$ e la coppia $c_m(t)$ attuata all'albero motore:

$$C_m(s) = \frac{10}{s^2 + 11s + 10} U(s) = G_1(s)U(s) \tag{1}$$

Tale sistema di attuazione è montato sul primo di due carrelli collegati da una molla (sistema analizzato nelle lezioni precedenti) e viene utilizzato per applicare una forza $f(t)$. Tale forza risulta dall'applicazione della coppia $c_m(t)$ alle ruote motrici. Detto $R = 0.2m$ il raggio delle ruote, si dimostra che vale la relazione:

$$f(t) = \frac{c_m(t)}{R} \qquad \Rightarrow \qquad F(s) = \frac{1}{R} C_m(s) \tag{2}$$

Infine, la relazione dinamica tra la forza $f(t)$ applicata al primo carrello e la velocità del secondo è descritta da:

$$D^3 y(t) + \left[\frac{m_1 b_2 + m_2 b_1}{m_1 m_2}\right] D^2 y(t) + \left[\frac{(m_1 + m_2)k + b_1 b_2}{m_1 m_2}\right] D y(t) + \left[\frac{k(b_1 + b_2)}{m_1 m_2}\right] y(t) = \frac{k}{m_1 m_2} f(t) \tag{3}$$

con i parametri

$$m_1 = 100\ kg,\ m_2 = 10\ kg,\ b_1 = 20\ Nsec/m,\ b_2 = 2\ Nsec/m,\ k = 10\ N/m$$

Utilizzando i comandi forniti dal control system toolbox, si calcoli la funzione di trasferimento complessiva $G(s)$ tra l'ingresso $U(s)$ e l'uscita $Y(s)$.

```
>> num1=[10]; den1=[1 11 10];
>> G1=tf(num1, den1);
>> R=0.2;
>> ... % inserimento della funzione G2 relativa ai carrelli
>> G=series(series(G1,1/R),G2);
```

1. Utilizzando le funzioni `zpkdata` e `residue` si calcolino le caratteristiche salienti della funzione $G(s)$ (poli, zeri, guadagno, residui).

2. Attraverso il comando `pzmap` si visualizzi nel piano $s = \sigma + j\omega$ la posizione di poli e zeri di $G(s)$. Dall'osservazione del grafico, sono presenti modi oscillatori nella risposta del sistema? Perché?

3. Attraverso il comando `step` si tracci il grafico relativo alla risposta del sistema ad un ingresso a gradino unitario per le funzioni $G_1(s)$, $G_2(s)$, $G(s)$. Si fornisca una interpretazione fisica all'andamento della risposta di $G_2(s)$ e $G(s)$, con particolare attenzione al valore che viene raggiunto a regime.

   ```
   >> figure(2);  % per creare una nuova finestra per i grafici
   >> step(G1,G2,G);
   ```

   Si confrontino i risultati con quanto ottenuto al punto precedente.

4. Si calcoli la funzione di trasferimento $G_3(s)$ tra la tensione di alimentazione $u(t)$ e la *posizione* $x_2(t)$ del secondo carrello (*Suggerimento: si ricordi che l'operazione di integrazione nel dominio delle trasformate di Laplace corrisponde ad una moltiplicazione per* $\frac{1}{s}$). Si tracci anche in questo caso la risposta al gradino di $G_3(s)$ fornendone una interpretazione fisica.

5. Si costruisca lo schema simulink del sistema complessivo, utilizzando un blocco `Transfer Fcn` per ogni funzione di trasferimento elementare e si valuti la risposta del sistema a vari segnali di ingresso. Oltre alla graficazione dell'uscita $x_2(t)$, analizzare anche l'andamento dei segnali intermedi $c_m(t), f(t), \dot{x}_2(t)$.