

Corso di laurea in Ingegneria dell'Informazione
Prova di laboratorio di Fondamenti di Automatica

Svolgere i seguenti esercizi, facendo uso dei pacchetti MATLAB e SIMULINK. È richiesta una breve relazione, corredata del codice usato e dei grafici prodotti, con un commento dei passi svolti e dei risultati conseguiti. La relazione va spedita tramite posta elettronica in formato pdf all'indirizzo `schenato@dei.unipd.it`

Si consideri la progettazione di una navigatore per il controllo di velocità di crociera di un'automobile. L'attrito dell'aria che agisce sul corpo dell'automobile può essere approssi-



mato da una forza F_a che agisce in direzione contraria alla velocità dell'auto con un'intensità proporzionale al quadrato della velocità, cioè:

$$F_a = bv^2$$

dove v è la velocità dell'auto e $b = 1.2 [N/(m/s)^2]$ è l'attrito dell'aria. La forza generata dal motore F_m può essere scritta come $F_m = ma_c$, dove m è la massa dell'auto e a_c è l'accelerazione dell'auto. L'accelerazione a_c è controllata indirettamente tramite il pedale dell'acceleratore che aumenta la miscela di aria e benzina nel motore. La dinamica del motore dell'auto è approssimata come una funzione di trasferimento con un singolo polo con costante di tempo di $\tau = 2.5 \text{ sec}$ e guadagno U , cioè:

$$a_c(s) = \frac{U}{s + \frac{1}{\tau}}u(s),$$

dove $U = 0.03 [m/s]$. Si vuole mantenere una velocità di crociera di $v_0 = 50 [km/h]$. La massa dell'auto è $m = 1200 [kg]$.

- si trovino le equazioni della dinamica della velocità v rispetto all'ingresso u e il controllo u_0 che genera la velocità di crociera v_0 . Si linearizzi il sistema attorno al punto di equilibrio (v_0, u_0) e si tracci la risposta a gradino unitario sia per il sistema linearizzato che per quello nonlineare e si verifichi che coincida con quello in Fig. 1.
- si proceda alla progettazione del controllore tale che:
 - abbia struttura PI.
 - abbia errore a gradino nullo
 - abbia massima sovravelazione $S = 4\%$
 - minimizzi il tempo di assestamento, che deve essere inferiore $t_s \leq 20 \text{ sec}$.

- c. Si tracci la risposta a gradino di ampiezza 5 [km/h] del sistema a catena chiusa (ovvero si vuole passare da una velocità di 50 km/h ad una di 55 km/h) e si calcolino il tempo di salita, la massima sovraelongazione, e il tempo di assestamento. Si tracci il luogo delle radici, il diagramma di Bode.
- d. si confronti la risposta a gradino del sistema linearizzato con il sistema nonlineare.
- e. Si vuole aggiungere un termine differenziale per migliorare le prestazioni del sistema. Si ripetano i punti (b) e (c) utilizzando il seguente sistema
- abbia struttura PID.
 - abbia errore a gradino nullo
 - abbia massima sovraelongazione $S = 4\%$
 - abbia tempo di assestamento inferiore a $t_s \leq 5 \text{ sec}$.
- f. da un punto di vista fisico il controllo u è limitato tra -5 e 5 . Si inserisca un blocco di saturazione tale che queste specifiche sono soddisfatte. Come cambiano le risposte a gradino ottenute utilizzando i due controllori PI e PID progettati precedentemente per il sistema linearizzato? Sebbene da un punto di vista teorico il controllore PID può rendere il sistema arbitrariamente reattivo, in pratica questo non accade. Si commenti brevemente.

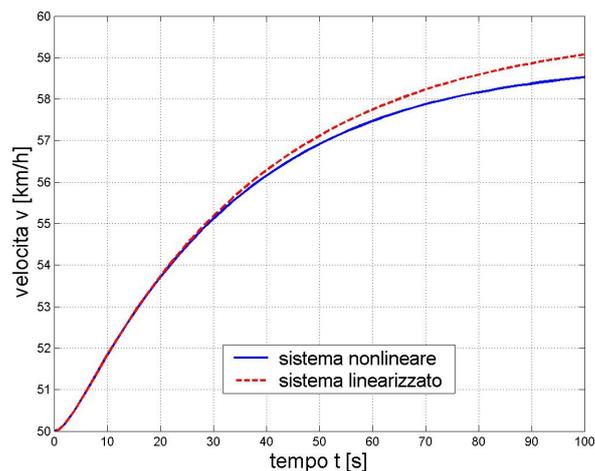


Figura 1: Risposta in catena aperta del sistema nonlineare e linearizzato