

# **Esercitazione 10: Prestazioni dei sistemi di controllo**

27 maggio 2016 (2h)

Alessandro Vittorio Papadopoulos  
alessandro.papadopoulos@polimi.it

**Fondamenti di Automatica**  
Prof. M. Farina

## 1 Analisi delle prestazioni del cruise control

Si consideri il sistema di controllo per il cruise control di un'automobile mostrato in Figura 1.

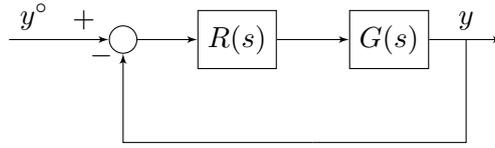


Figura 1: Schema di controllo.

In particolare, si ha che:

$$G(s) = \frac{1}{ms + b} \cdot \frac{1}{1 + s/10}$$

dove  $m = 1000\text{kg}$ ,  $b = 10\text{Ns/m}$ . Le prestazioni richieste del sistema di controllo sono:

- Il sistema di controllo deve portare l'automobile alla velocità desiderata in circa 5s.
- La risposta allo scalino unitario del segnale di riferimento non deve presentare oscillazioni ripetute.
- La velocità reale dell'automobile non si può scostare dalla velocità desiderata di più del 2%.

1. Valutare quale dei seguenti controllori soddisfa le specifiche di progetto:

(a)  $R_1(s) = 1000$

(b)  $R_2(s) = \frac{1}{s}$

(c)  $R_3(s) = \frac{10(1 + 100s)}{s}$

2. Tracciare la risposta allo scalino unitario del sistema di controllo con ingresso  $y^\circ(t)$  e uscita  $y(t)$  per i tre controllori.

## 2 Analisi delle prestazioni

Si consideri il sistema del II ordine, asintoticamente stabile, avente guadagno positivo e avente funzione di trasferimento  $G(s)$  corrispondente al diagramma di Bode del modulo mostrato in Figura 2.

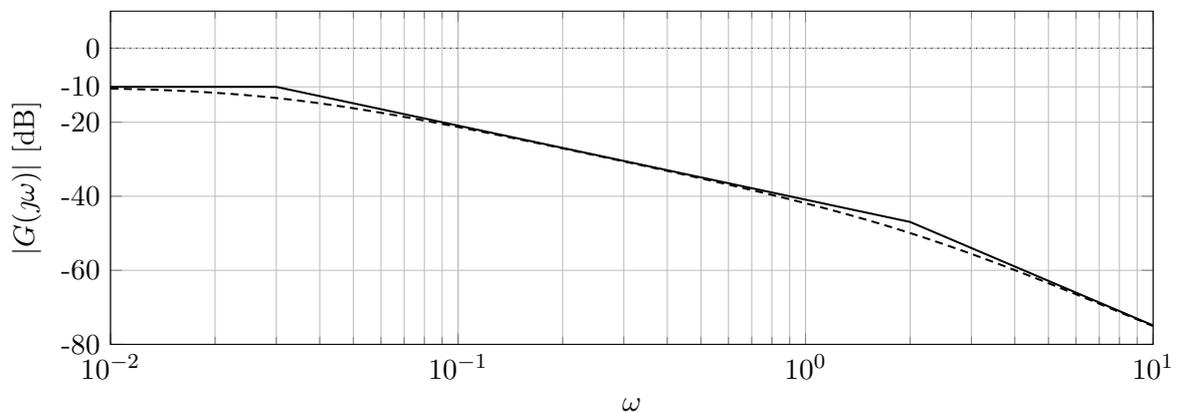


Figura 2: Diagramma di Bode del modulo di  $G(s)$ .

1. Si disegni in modo qualitativo la risposta allo scalino di ampiezza unitaria.

2. Si disegni il diagramma di Nyquist di  $G(s)$ .
3. Si discutano le proprietà di stabilità del sistema retroazionato in Figura 3 nei seguenti casi:
  - (a)  $H(s) = 100$ ;
  - (b)  $H(s) = -1$ ;
  - (c)  $H(s) = 1$ .

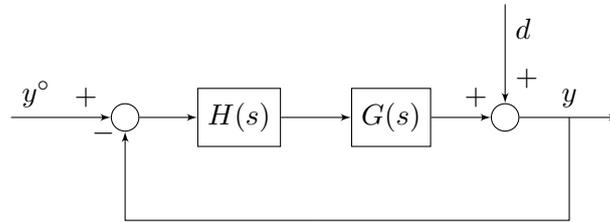


Figura 3: Sistema di controllo di riferimento.

4. Si consideri il caso  $H(s) = 100$ . Si descrivano le proprietà delle funzioni di trasferimento:
  - (a) Tra la variabile  $y^o(t)$  e l'uscita  $y(t)$ ;
  - (b) Tra il disturbo  $d(t)$  e l'uscita  $y(t)$ .

### 3 Analisi delle prestazioni

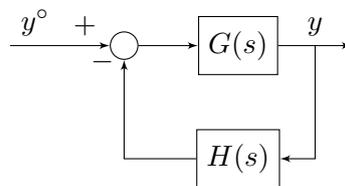
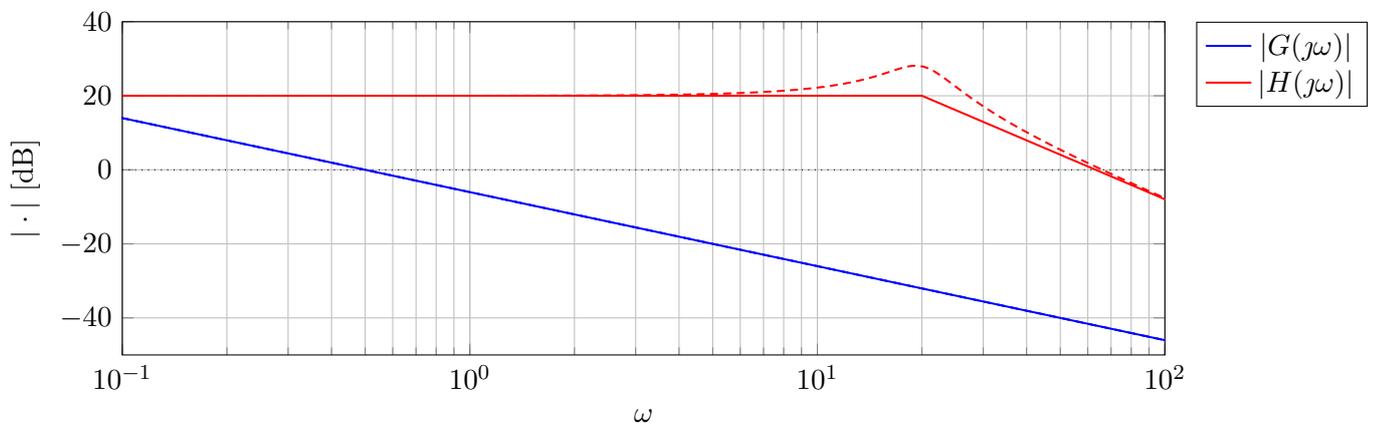


Figura 4: Sistema di controllo di riferimento.

Si consideri il sistema retroazionato descritto dallo schema a blocchi in Figura 4, dove  $G(s)$  e  $H(s)$  sono due funzioni di trasferimento prive di poli a parte reale positiva, con guadagno positivo, i cui moduli sono rappresentati nel diagramma di Bode in Figura 5.

Figura 5: Diagramma di Bode del modulo della risposta in frequenza associata a  $G(s)$  e  $H(s)$ .

1. Valutare la pulsazione critica e il guadagno generalizzato di  $L(s)$ .

2. Dire se il sistema retroazionato è asintoticamente stabile. Valutare approssimativamente il margine di fase di  $L(s)$ , spiegando il significato di tale indicatore nei riguardi della robustezza del sistema. Spiegare perché in questo caso il margine di fase non è un buon indicatore di robustezza.
3. Tracciare il diagramma di Bode del modulo (approssimato) relativo alla funzione di trasferimento in anello chiuso  $F(s)$  da  $y^\circ(t)$  a  $y(t)$ . Sulla base del diagramma così ricavato, tracciare inoltre l'andamento approssimato della risposta del sistema in anello chiuso ad un segnale di riferimento  $y^\circ(t) = \text{sca}(t)$ .
4. Discutere le variazioni del comportamento del sistema (stabilità, risposta a scalino) indotte rispettivamente da una riduzione e da un aumento di  $H(s)$  di un fattore 10.