

Esercitazione 08: Risposta in frequenza

11 maggio 2016 (3h)

Alessandro Vittorio Papadopoulos
alessandro.papadopoulos@polimi.it

Fondamenti di Automatica
Prof. M. Farina

1 Tracciamento diagrammi di Bode

Tracciare i diagrammi di Bode asintotici della risposta in frequenza del sistema dinamico lineare con funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{10}{s} \frac{1 + 0.1s}{1 + 0.01s}$$

2 Tracciamento diagrammi di Bode con poli complessi coniugati

Si consideri un sistema dinamico lineare con funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2}, \quad \omega_n = 2, \xi = 0.8.$$

Rispondere in maniera chiara e precisa ai seguenti quesiti:

1. Tracciare i diagrammi di Bode asintotici della risposta in frequenza associata a $G(s)$.
2. Dire che cosa cambia nei diagrammi di Bode asintotici nel caso in cui lo smorzamento sia $\xi = 0.1$.
3. Tracciare l'andamento qualitativo della risposta allo scalino unitario del sistema con $\xi = 0.8$ e con $\xi = 0.1$.

3 Risposta in frequenza

Data la funzione di trasferimento di un sistema lineare del terzo ordine

$$G(s) = 10 \frac{s + 1}{(s + 0.1)(s^2 + 20s + 100)}$$

Rispondere in maniera chiara e precisa ai seguenti quesiti:

1. Valutare le proprietà di stabilità del sistema.
2. Dire qual è il polo dominante del sistema.
3. Determinare la risposta di regime ($y_\infty(t)$) quando

$$u(t) = 2 + \sin(0.01t) + \sin(0.1t) + 2 \cos(100t), \quad t \geq 0$$

e valutare dopo quanto tempo la risposta del sistema si assesta a quella di regime calcolata.

4. Tracciare i diagrammi di Bode asintotici della risposta in frequenza del sistema con funzione di trasferimento $G(s)$ e verificare che siano consistenti con i risultati ottenuti al punto precedente.
5. Approssimare il sistema con un sistema di ordine ridotto in modo che la risposta allo scalino sia simile (approssimazione di bassa frequenza).

4 Analisi diagrammi di Bode

Si consideri un sistema lineare senza autovalori nascosti la cui funzione di trasferimento $G(s)$ ha associati i diagrammi di Bode della risposta in frequenza rappresentati in Figura 1.

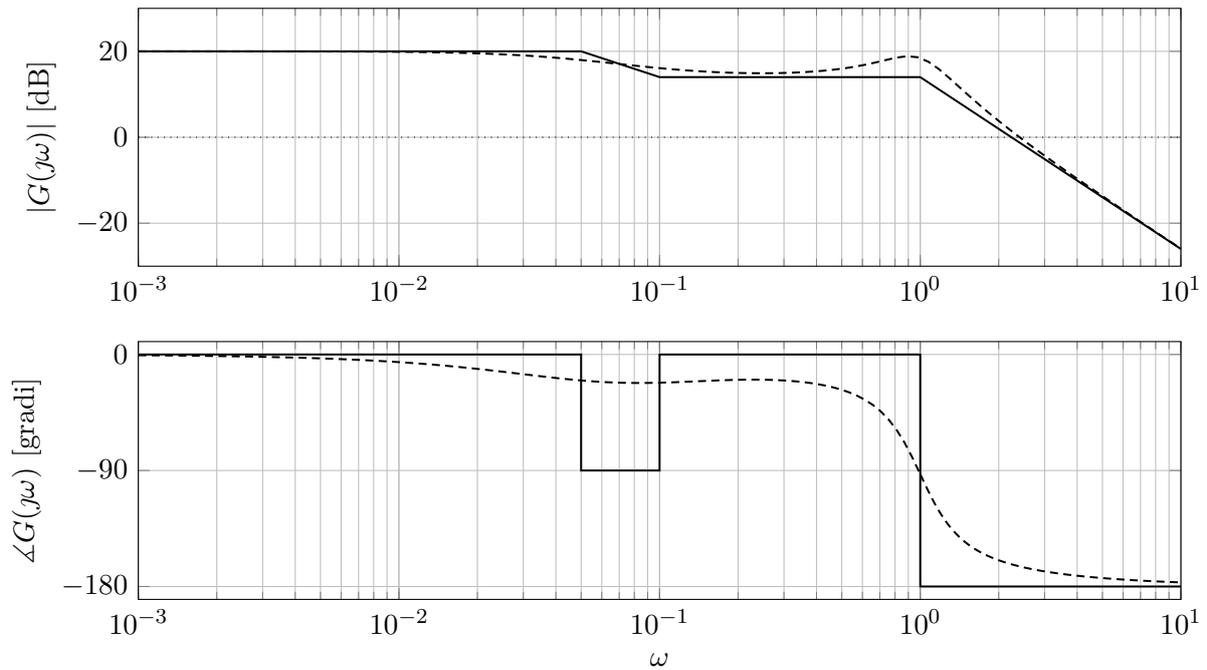


Figura 1: Diagrammi di Bode della risposta in frequenza associati a $G(s)$.

Rispondere in maniera chiara e precisa ai seguenti quesiti:

1. Dire, motivando la risposta, quanto valgono guadagno, tipo e moduli dei poli e zeri del sistema, se il sistema è asintoticamente stabile, se ha poli complessi o reali.
2. Dire, motivando la risposta, quale fra i gli andamenti riportati in Figura 2 rappresenta la risposta allo scalino del sistema.

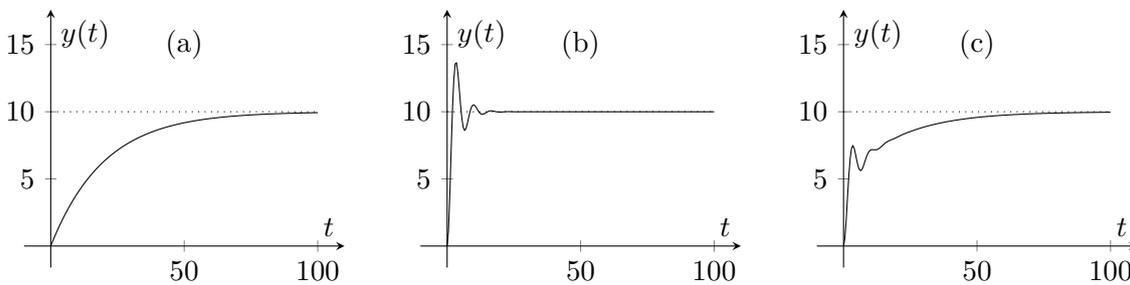


Figura 2: Alternative per la risposta allo scalino.

5 Risposta a diversi ingressi

Si consideri un sistema dinamico lineare di ordine 3 con funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{1}{(s+5)(s+1)^2}$$

Associare ai grafici con le risposte $y_a(t)$, $y_b(t)$, $y_c(t)$, $y_d(t)$ rappresentate in Figura 3 i seguenti ingressi:

1. $u_1(t) = \text{imp}(t)$;
2. $u_2(t) = e^t \text{sca}(t)$;
3. $u_3(t) = \sin(t) \text{sca}(t)$;
4. $u_4(t) = \sin(100t) \text{sca}(t)$.

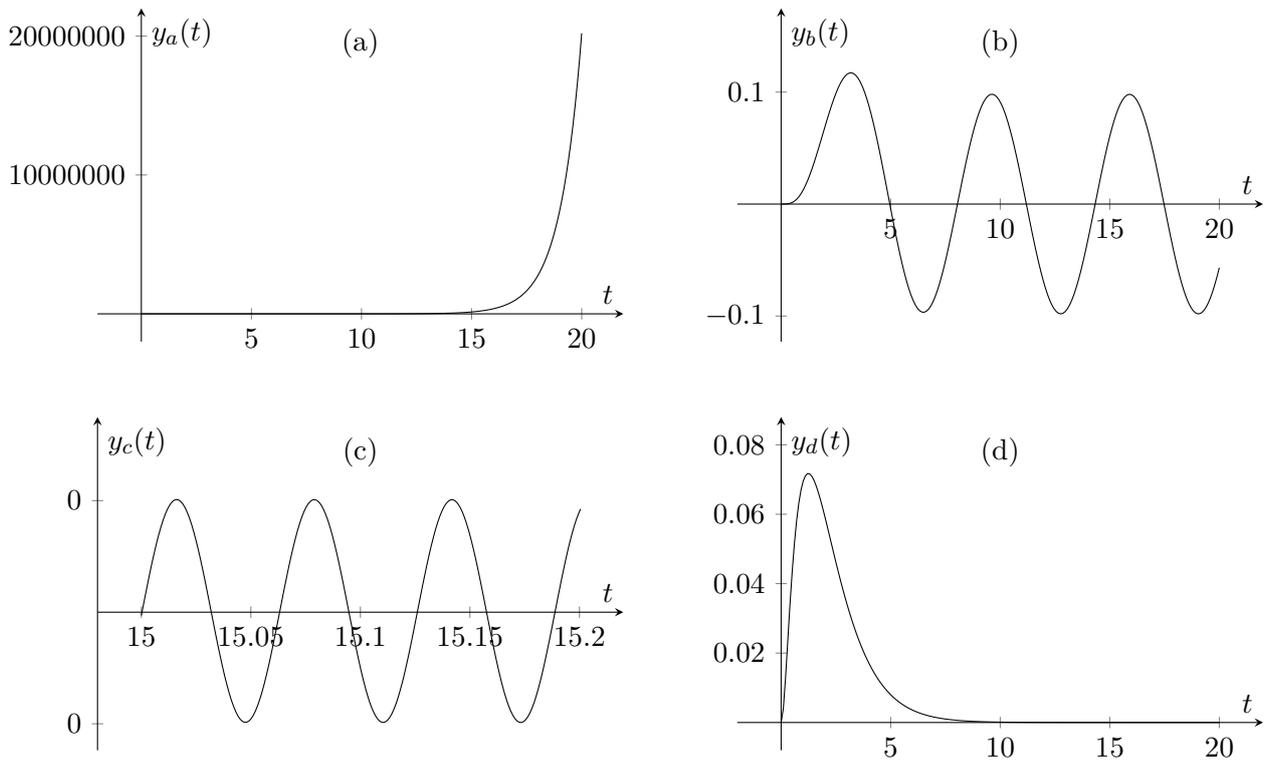


Figura 3: Risposte a ingressi diversi.

6 Analisi sistema di controllo

Si consideri il sistema di controllo rappresentato in Figura 4.

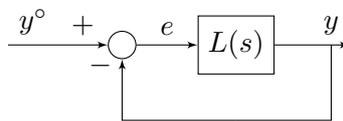


Figura 4: Schema del sistema di controllo.

in cui

$$L(s) = \frac{5}{s(1 + 0.05s)}.$$

Tipicamente, lo scopo di un sistema di controllo è quello di imporre un andamento desiderato $y^\circ(t)$, chiamato segnale di riferimento, e di progettare il sistema di controllo in maniera tale da rendere l'uscita $y(t)$ il più possibile simile al segnale di riferimento $y^\circ(t)$.

Si dica se il sistema di controllo dato è in grado di riprodurre correttamente in uscita il segnale di riferimento:

$$y^\circ(t) = a_1 \sin(0.5t + \beta_1) + a_2 \sin(t + \beta_2) + a_3 \sin(100t + \beta_3)$$

dove a_1 , a_2 , a_3 , β_1 , β_2 e β_3 sono parametri arbitrari non nulli.