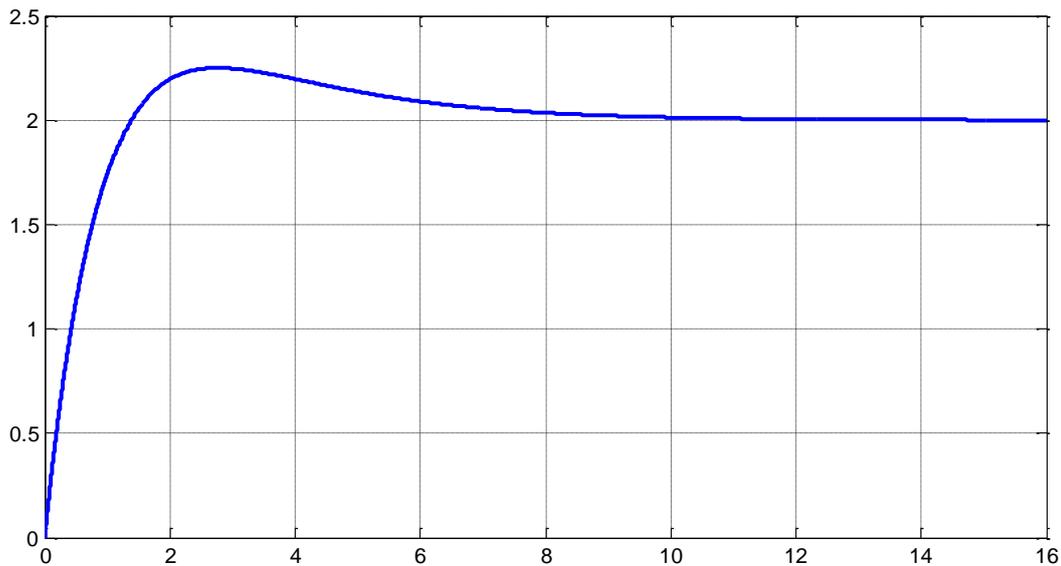


## ESERCIZIO 1

In figura è mostrata la risposta a uno scalino unitario di un sistema asintoticamente stabile del secondo ordine.



**1.1)** Sulla base di tale figura, si valutino (anche approssimativamente) i seguenti parametri, mostrandone il significato sul grafico:

- Tempo di assestamento  $t_a \cong$
- Tempo di salita  $t_s \cong$
- Massima sovraelongazione relativa  $\Delta \cong$
- Valore asintotico  $y(\infty) \cong$
- Pendenza iniziale  $\dot{y}(0) \cong$

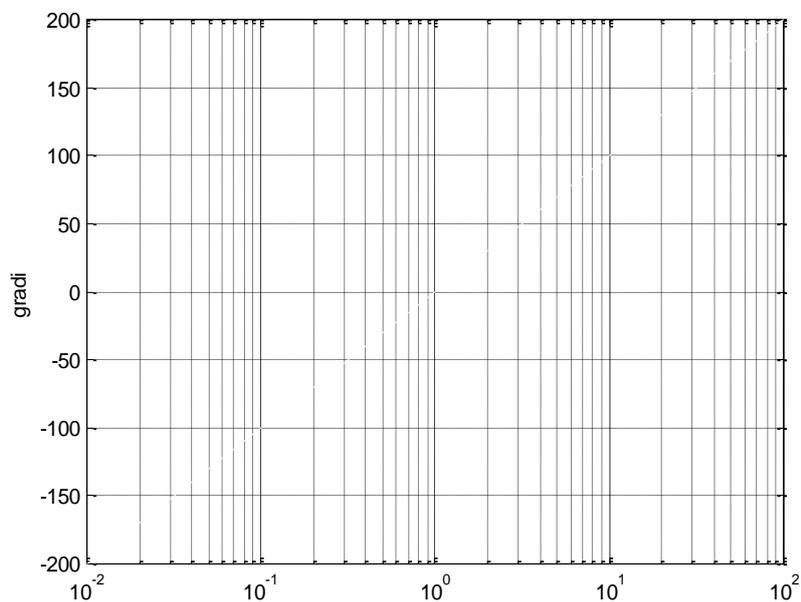
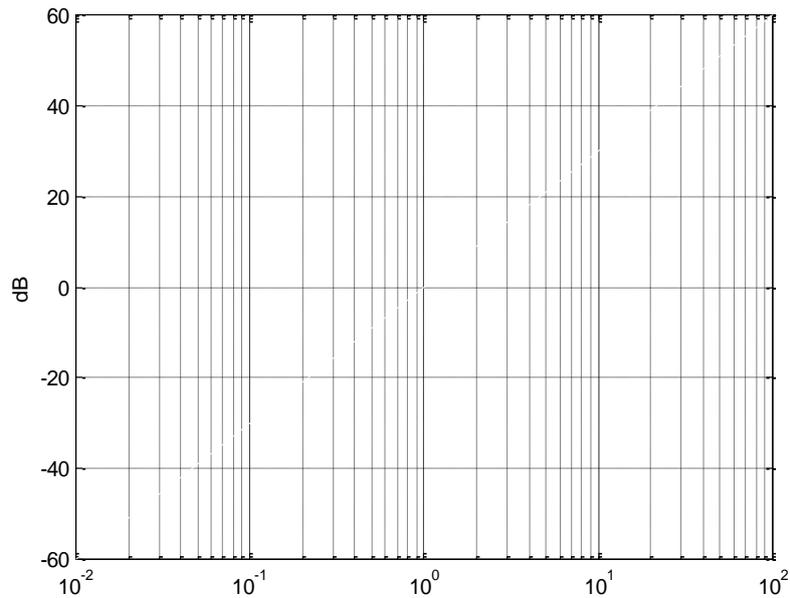
**1.2)** Dire, motivando la risposta, se i poli del sistema possono avere pulsazione naturale  $\omega_n = 2.4$  e smorzamento  $\xi = 0.2$ .

**1.3)** Determinare una plausibile espressione della funzione di trasferimento  $G(s)$  del sistema. Applicare poi il teorema del valore iniziale per valutare se la pendenza iniziale  $\dot{y}(0)$  della risposta allo scalino risulta coerente con quella valutata graficamente al punto 1.1.

**1.4)** Spiegare come si modificherebbe la risposta allo scalino complessiva se il sottosistema descritto da  $G(s)$  fosse collegato in serie con un sottosistema con funzione di trasferimento  $H(s) = \frac{-4}{1+25s}$ .

**ESERCIZIO 2**

2.1) Tracciare i diagrammi di Bode asintotici del modulo e della fase di  $G(s) = \frac{0.2s}{(1+s)(1+3s)}$ .



2.2) Spiegare perché il sistema non può essere classificato né come un filtro passa-basso, né come un filtro passa-alto.

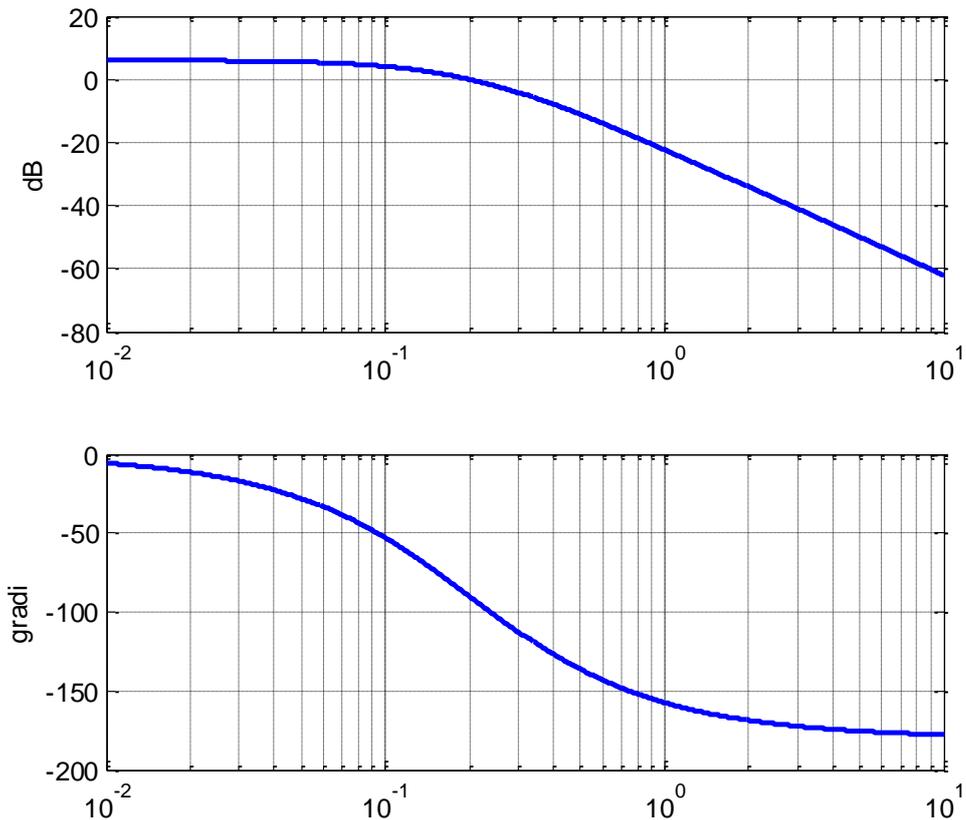
2.3) Valutare dai diagrammi l'amplificazione e lo sfasamento che subirebbe il segnale di ingresso  $u(t) = \text{sen}(10^k t)$ , per tutti i valori di  $k$  interi tra -1 e 1.

2.4) Tracciare l'andamento qualitativo del diagramma polare associato a  $G(s)$ .

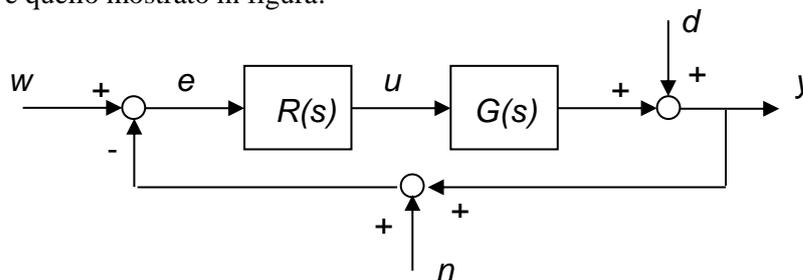
2.5) Spiegare perché sarebbe impossibile controllare in anello chiuso questo sistema garantendo un'accettabile precisione statica.

### ESERCIZIO 3

Si debba progettare un controllore in anello chiuso per un sistema (asintoticamente stabile con guadagno positivo) di cui si conosce la risposta in frequenza  $G(j\omega)$ , riportata nei seguenti diagrammi di Bode.



Lo schema di controllo è quello mostrato in figura.



**3.1)** Confrontare le prestazioni ottenibili con i due diversi controllori  $R_1(s) = 1$  e  $R_2(s) = 10$ . In particolare si valuti per ciascun controllore:

1. L'asintotica stabilità del sistema in anello chiuso (indicare con una crocetta la risposta esatta e aggiungere una breve spiegazione).

	AS. STAB.	
$R_1(s)$	SI*	NO
$R_2(s)$	SI*	NO

2. La precisione statica in presenza di un riferimento  $w(t) = A \operatorname{sca}(t)$  (indicare il valore di  $y(\infty)$  e aggiungere una breve spiegazione).

	$y(\infty)$
$R_1(s)$	
$R_2(s)$	

3. La presenza o meno di oscillazioni nella risposta a  $w(t) = A \operatorname{sca}(t)$  (indicare con una crocetta la risposta esatta e aggiungere una breve spiegazione).

	oscillazioni	
$R_1(s)$	SI	NO
$R_2(s)$	SI	NO

4. La pulsazione critica (indicare il valore di  $\omega_c$  e aggiungere una breve spiegazione).

	$\omega_c$
$R_1(s)$	
$R_2(s)$	

5. Il margine di fase (indicare il valore di  $\varphi_m$  e aggiungere una breve spiegazione).

	$\varphi_m$
$R_1(s)$	
$R_2(s)$	

6. Il massimo ritardo tollerabile che conserva l'asintotica stabilità (indicare il valore di  $\tau_{\max}$  e aggiungere una breve spiegazione).

	$\tau_{\max}$
$R_1(s)$	
$R_2(s)$	

7. L'attenuazione che subisce un disturbo  $d(t)$  con periodo  $T = 400$  (indicare il valore dell'attenuazione e aggiungere una breve spiegazione).

	attenuazione
$R_1(s)$	
$R_2(s)$	

8. L'attenuazione che subisce un disturbo  $n(t)$  con periodo  $T = 400$  (indicare il valore dell'attenuazione e aggiungere una breve spiegazione).

	attenuazione
$R_1(s)$	
$R_2(s)$	

**3.2)** Enunciare il criterio di Bode.

**3.3)** Spiegare perché il sistema in esame non potrebbe essere controllato efficacemente da un controllore che utilizza la legge di controllo

$$u(t) = -\eta \int_0^t e(\sigma) d\sigma, \quad \eta > 0$$