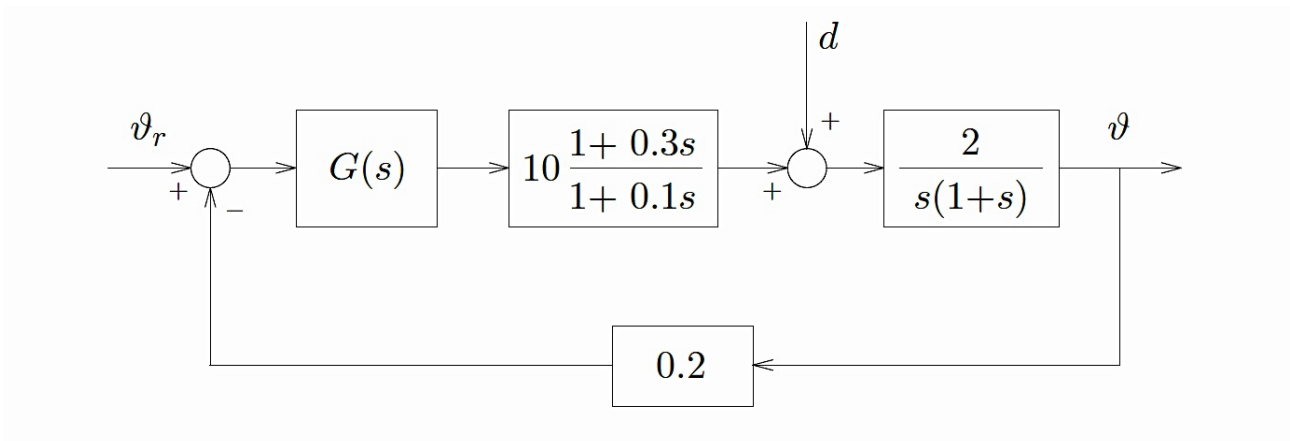


ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
 SECONDA SESSIONE 2016 – SEZIONE A  
 SETTORE INDUSTRIALE  
 Prova Pratica di Progettazione  
 TEMA N. 13: AUTOMAZIONE

### Esercizio 1:

In Figura è mostrato lo schema a blocchi di un asservimento di posizione angolare.



Il candidato consideri inizialmente un controllore proporzionale  $G(s)=K$  con guadagno  $K>0$  e:

- disegni il luogo delle radici del sistema in retroazione al variare di  $K$ ;
- determini il punto di intersezione di eventuali asintoti e il baricentro del luogo, se esiste;
- determini il minimo valore di  $K$  per il quale il sistema in retroazione risulta instabile.

Il candidato sintetizzi successivamente una funzione regolatrice  $G(s)$  tale da soddisfare le seguenti specifiche:

- Errore di posizione a regime non superiore a 0.02 rad per una velocità angolare desiderata di  $\dot{\vartheta}_r = 2 \text{ rad/sec}$ ;
- Risposta a regime a un disturbo  $d$  costante unitario non superiore a 0.02 rad;
- Margine di fase non inferiore a  $50^\circ$ .

Si noti che il guadagno del ramo di retroazione non è unitario e che il disturbo non agisce direttamente sull'uscita controllata.

Per la sintesi del controllore è possibile utilizzare le formule di inversione qui di seguito riportate:

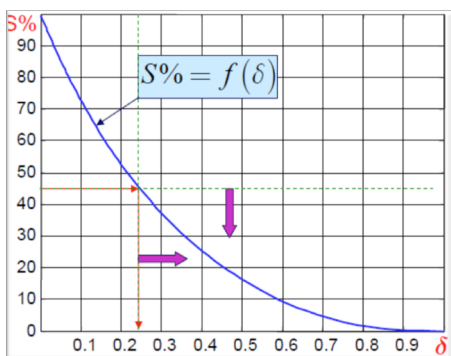
- rete ritardatrice: 
$$\tau = \frac{\cos\varphi^* - \frac{1}{M^*}}{w_c^* \sin\varphi^*} \qquad \alpha\tau = \frac{M^* - \cos\varphi^*}{w_c^* \sin\varphi^*}$$

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
 SECONDA SESSIONE 2016 – SEZIONE A  
 SETTORE INDUSTRIALE  
 Prova Pratica di Progettazione  
 TEMA N. 13: AUTOMAZIONE

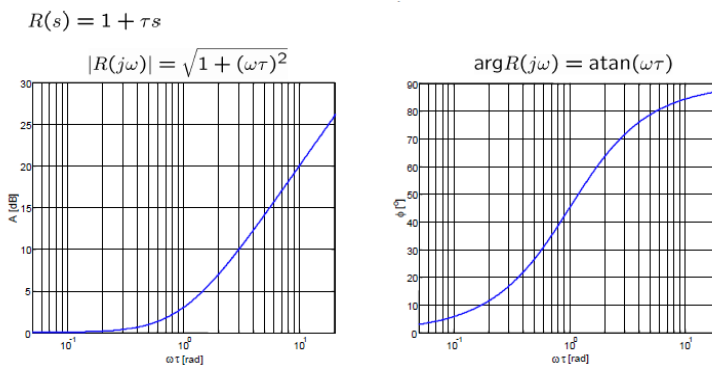
- rete anticipatrice:

$$\tau = \frac{M^* - \cos\varphi^*}{w_c^* \sin\varphi^*}$$

$$\alpha\tau = \frac{\cos\varphi^* - \frac{1}{M^*}}{w_c^* \sin\varphi^*}$$



**Figure 1** Coefficiento di smorzamento ( $\delta$ ) vs Sovraelongazione ( $S\%$ )



**Figure 2** Caratterizzazione polo/zero

---

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
SECONDA SESSIONE 2016 – SEZIONE A  
SETTORE INDUSTRIALE  
Prova Pratica di Progettazione  
TEMA N. 13: AUTOMAZIONE

---



---

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
SECONDA SESSIONE 2016 – SEZIONE A  
SETTORE INDUSTRIALE  
Prova Pratica di Progettazione  
TEMA N. 13: AUTOMAZIONE

---

## Esercizio 2 :

Dato il manipolatore a due gradi di libertà rappresentato schematicamente nella figura sottostante, il candidato:

- a) scriva in forma parametrica le equazioni che permettono di risolvere il *modello cinematico diretto*;
- b) ricavi la *matrice Jacobiana* per l'analisi delle velocità.

Considerando poi,  $l_1 = 100$  mm e  $l_2 = 80$ , il candidato calcoli:

- c) qual è la posizione cartesiana del manipolatore quando gli angoli di giunto sono rispettivamente  $\alpha = 20^\circ$  e  $\beta = 30^\circ$ ;
- d) il modulo della velocità in tale configurazione considerando una velocità dei due angoli di giunto rispettivamente pari a  $\dot{\alpha} = 2$  rad/sec e  $\dot{\beta} = 1,2$  rad/sec.

Il candidato valuti se il manipolatore considerato presenta delle configurazioni di singolarità cinematica, le individui e ne commenti il significato fisico.

