

## Esercizio su Rete Correttrice Anticipatrice

Dato il sistema controllato:

$$G(s) = \frac{1}{s(s+3)(s+21)} \quad (1)$$

e la rete *anticipatrice*:

$$C(s) = K \frac{(1+s/s_0)}{(1+s/s_p)} \quad (2)$$

si scelga  $s_p = 100$ , mentre  $s_0$  della rete correttrice in modo da cancellare il polo in  $-3$  del sistema da controllare. Calcolare il valore di  $K$  per ottenere una sovralongazione inferiore al 9% ( $\delta \geq 0.64$  circa) e tempo di assestamento  $T_a \leq 0.45s$ .

Successivamente si progetti il *controllore* equivalente a tempo-discreto della rete correttrice (2) per  $T = 0.01s$  con metodo dell'Hold Equivalence, in riferimento al sistema (1) in cascata con un dispositivo *ZOH*.

Infine, si implementino il sistema (1) a tempo continuo non compensato, in retroazione unitaria; il sistema (1) a tempo continuo compensato col controllore (2) a tempo continuo; il sistema (1) a tempo continuo compensato col regolatore (2) discretizzato secondo il metodo di Tustin (in Matlab *c2d* e *'tu'*) in cascata col dispositivo di tenuta di ordine zero, in uno schema in retroazione nell'ambiente *SIMULINK*.

Si modifichi eventualmente il guadagno del regolatore a tempo discreto al fine di soddisfare le specifiche valide per il sistema a tempo continuo.

## Esercizio sul Progetto di PID

Si consideri la funzione di trasferimento:

$$G(s) = \frac{199}{(s+1)(s+2)(s+10)} \quad (1)$$

In Matlab e Simulink si progettino i regolatori PID a tempo continuo, usando rispettivamente il metodo delle oscillazioni di Ziegler-Nichols e il metodo di tuning automatico implementato dal blocco PID di Simulink. Si ricordi che una volta determinati guadagno critico  $K_c$  e periodo delle oscillazioni critiche  $P_c$ , le formule di Ziegler Nichols per la un PID in *forma ideale* valgono:  $K_p = 0.6 * K_c$ ;  $T_i = 0.5 * P_c$  e  $T_d = 0.125 * P_c$ .

Successivamente, secondo le stesse modalità, si ricavino i parametri del regolatore PID a tempo discreto per il sistema (1) connesso in cascata con un dispositivo *ZOH* con  $T = 0.05s$ , col metodo di tuning automatico di Simulink.

Si confrontino infine in Simulink i risultati ottenuti. In particolare, si disegnino e si confrontino le risposte del sistema continuo e discreto compensati, in risposta ad un gradino di riferimento.

## Progetto con Luogo delle Radici a Tempo Discreto

Si consideri la funzione di trasferimento:

$$G(s) = \frac{1}{(s+1)(s+2)(s+10)} \quad (1)$$

e si suppone che il sistema (1), discretizzato con dispositivo di tenuta di ordine zero (Hold Equivalence), venga corretto con una rete digitale del tipo:

$$C(z) = K \frac{z - 0.9048}{z - 1} \quad (2)$$

Utilizzando il metodo del *luogo delle radici* a tempo discreto disegnato in Matlab con  $T = 0.1s$  per il sistema (1) in cascata con ZOH e compensato con (2) in retroazione unitaria, si determini il valore di  $K$  affinché la risposta del sistema complessivo abbia sovravelongazione  $S\% \leq 10\%$  ( $\delta > 0.9$ ) e tempo di assestamento  $T_a < 4.5s$ .

Successivamente, in Simulink si simuli lo schema in retroazione unitaria per (1), dispositivo di tenuta, e regolatore (2) a tempo discreto e si disegni la risposta al gradino di riferimento per il  $K$  selezionato.

## Progetto con Luogo delle Radici a Tempo Continuo

Si consideri la funzione di trasferimento:

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

e si suppone che il sistema venga corretto con una rete ritardatrice del tipo:

$$R(s) = K \cdot \frac{s/10 + 1}{s/2 + 1} \quad (2)$$

Utilizzando il luogo della radici *disegnato per il sistema complessivo a tempo continuo*, si determini il valore di  $K$  per ottenere una sovralongazione  $S\% < 9.5$  ( $\delta > 0.6$ ) e un tempo di assestamento  $T_a < 10.5s$ .

Si determinini successivamente il regolatore equivalente a tempo discreto per il sistema (2) con il metodo di discretizzazione di Tustin, e collegato in cascata col sistema (1), inserendo il dispositivo di tenuta di ordine zero. Si scelga un tempo di campionamento pari a  $0.1s$ .

Successivamente, in ambiente Simulink si realizzi lo schema in retroazione unitaria per (1) a tempo continuo, e (2) a tempo continuo e discreto (con dispositivo di tenuta di ordine zero). Si disegnino le risposte al gradino di riferimento per il sistema compensato a tempo continuo e a tempo discreto, e per quello non compensato a tempo continuo.