

Ingegneria Elettrica

Controlli Automatici

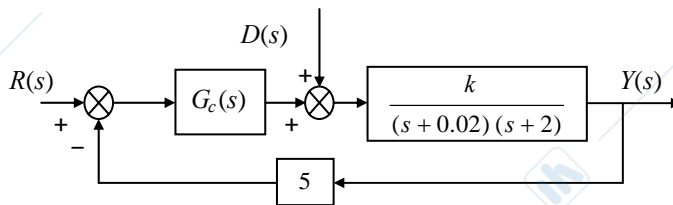
Prova di Esame del 13/04/2015

Esercizio 1 (per tutti) --- Un sistema LTI fornisce la risposta all'impulso $g(t) = \left[\frac{1}{2} - \frac{1}{52} e^{-10t} - \frac{5}{52} \sin(2t) - \frac{25}{52} \cos(2t) \right] 1(t)$.

Determinare la risposta nel tempo t al gradino unitario utilizzando le trasformate di Laplace. Evidenziare i modi presenti in tale risposta con il loro carattere. Rappresentare la mappa poli-zeri del sistema. Analizzare le proprietà di *stabilità BIBO* e di *stabilità alle perturbazioni*. Specificare i poli che pregiudicano i due diversi tipi di stabilità, discutendo separatamente i due casi. Ricavare quindi l'equazione differenziale ingresso-uscita e rappresentarla con un diagramma a blocchi. Individuare le condizioni iniziali che generano un'uscita libera coincidente con $y_l(t) = 1(t)$.

Esercizio 2 (per l'A.A. 2013/2014) --- Nel sistema di controllo raffigurato, il *plant* presenta una risposta al gradino unitario che tende asintoticamente a 1. Si determini il controllore $G_c(s)$ più semplice possibile in modo tale che: a) la risposta ad un disturbo costante tenda asintoticamente a 0; b) un sistema del II ordine rappresenti il legame tra riferimento e uscita; c) l'errore di velocità sia $e_v = 0.2$ con $e(t) = r(t) - 5 y(t)$. Specificare:

- la funzione $G_c(s)$, la funzione a ciclo chiuso $G_R(s)$, il fattore di smorzamento, le pulsazioni naturale e smorzata, i poli a ciclo chiuso;
- per la risposta al gradino unitario: il tempo di picco t_p , il periodo di oscillazione T , la massima sovra-elongazione $S\%$, il valore finale y_f , il valore massimo y_p , i tempi di assestamento t_a al 5% ed al 2%, i valori che delimitano la fascia del 5% nella quale si assesta la risposta;
- disegnare l'andamento qualitativo della risposta al gradino unitario, evidenziandone le caratteristiche t_p , T , y_f , y_p , $t_a(5\%)$;
- l'andamento nel tempo t della risposta a regime permanente al segnale $r(t) = (3t - 1) 1(t)$.



Si ricavi la funzione di trasferimento tra disturbo e uscita, specificandone zeri e poli e la durata approssimativa del transitorio in risposta al disturbo. Si determini la funzione di *feed-forward*, indicando se è realizzabile e come inserirla nello schema.

Esercizio 3 (per tutti) --- Tracciare le approssimazioni asintotiche dei diagrammi di Bode per $G(s) = k \frac{(s + 0.1)(s + 2)^2}{s^2 (s + 0.5)^2 (s + 10)}$,

con $k = 1$. Se possibile, evidenziare sul grafico e valutare: le pulsazioni approssimate di attraversamento del guadagno ω_{gc} e della fase ω_{pc} , i margini di fase MF e di guadagno MG in dB. Determinare il massimo ritardo di tempo tollerabile nell'anello di controllo. Infine valutare il valore di k necessario per ottenere un margine di fase $MF' = 36^\circ$.

Esercizio 4 (per gli A.A. precedenti) --- Considerata la funzione $G(s) = \frac{k(s^2 + 4s + 40)}{s^2(s^2 + 10s + 50)}$, si disegni il luogo delle radici con

$k > 0$, evidenziando il maggior numero di informazioni possibile. Si determinino: gli asintoti (inclinazione e centroide); se esistono, i segmenti dell'asse reale appartenenti al luogo; se esistono, i punti di emergenza o confluenza con il relativo valore di k ; il valore critico di $k = k_{cr}$ e tutti i poli ad esso associati; l'angolo di partenza del luogo da tutti i poli in anello aperto.

Cosa succede al sistema a ciclo chiuso per k molto maggiore di k_{cr} ? Giustificare esaurientemente la risposta.