Esame di “FONDAMENTI DI AUTOMATICA” (9 CFU)

Prova MATLAB (A) – 17 luglio 2020

Istruzioni per lo svolgimento: lo studente deve inviare a marcello.bonfe@unife.it al termine della prova un **archivio ZIP nominato Cognome_Nome.zip**, contenente:

1. Un Matlab script file (i.e. file di testo con estensione .m) riportante i comandi eseguiti e la risposta alle eventuali richieste teoriche sotto forma di commento (i.e. riga di testo preceduta dal simbolo %)
   NOTA: per copiare i comandi dalla Command History, visualizzarla tramite menu “Layout → Command History → Docked”, selezionare in tale finestra le righe di interesse tramite *Ctrl+mouse left-click* e dal menu visualizzato tramite *mouse right-click* selezionare “create script”
2. Le figure rilevanti per la dimostrazione dei risultati ottenuti in **formato JPEG o PNG** avendo cura di salvare i file delle figure quando queste mostrano le caratteristiche di interesse per la verifica del progetto (i.e. Settling Time, Stability Margins, ecc.).
   NOTA: per salvare una figura Matlab in formato PNG o JPG, usare il menu “File → Save as” dalla finestra della figura di interesse, assegnarle un nome e selezionare l’estensione *.PNG o *.JPG nel menu a tendina “salva come”.

INTRODUZIONE

Si consideri il sistema descritto dal seguente modello matematico:

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t);\ y(t) = Cx(t) + Du(t)$$

dove le matrici A, B, C, D (oltre che la funzione di trasferimento H(s) da utilizzare nell’Esercizio 2) sono generate **eseguendo lo script di inizializzazione** `InitAutomaticaTurnoA.p` fornito dal docente.

NOTA: per eseguire lo script di inizializzazione copiarlo nella cartella su disco nella quale si salveranno poi i file necessari alla consegna, aprire Matlab, selezionare tale cartella come “Current Folder” e digitare nella “Command Window” il nome del file, oppure dalla finestra “Current Folder” selezionare “Run” dal menu visualizzato tramite *mouse right-click* sul file stesso.

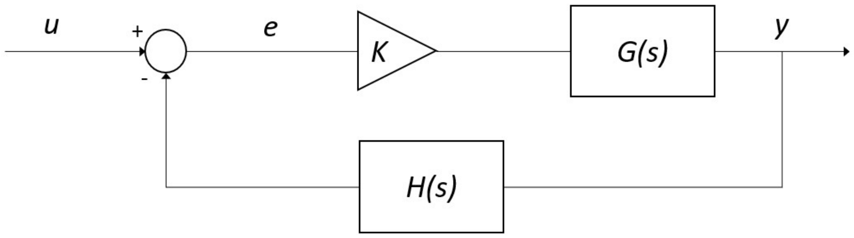
All’esecuzione dello script sarà richiesto di digitare il proprio numero di matricola.

ESERCIZIO 1.

Si converta il modello con le matrici A, B, C, D in una funzione di trasferimento G(s), si determinino i poli della funzione di trasferimento e si verifichi se coincidono con gli autovalori di A. Descrivere il motivo di eventuali discrepanze tramite righe di commento (i.e. precedute dal simbolo %) sul file di testo richiesto dal punto 1 delle **Istruzioni**.

ESERCIZIO 2

Si consideri il sistema in **retroazione NON unitaria** rappresentato in figura:

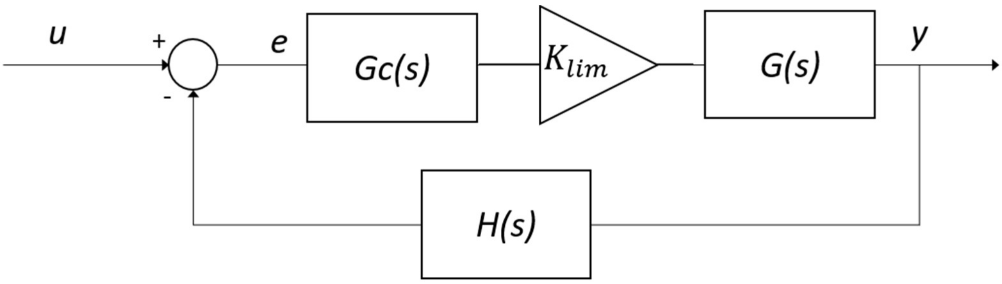


Con G(s) ricavata dall'Esercizio 1 e H(s) che è già stata inizializzata dallo script **`InitAutomaticaTurnoA.p`**.

a) Si verifichi se il sistema ad anello chiuso, con guadagno $K = 1$, risulti o meno stabile tramite l'analisi della risposta $y(t)$ al gradino unitario.
b) Si determini, se esiste, il valore del guadagno K_{lim} per il quale il sistema risulta semplicemente stabile, utilizzando il grafico del luogo delle radici della funzione G(s)*H(s).
c) Si ponga $K_1 = 0.8\, K_{lim}$, si visualizzi l'andamento della risposta al gradino $y(t)$ del sistema chiuso in retroazione con tale guadagno e si determini il tempo d'assestamento al 5%.

ESERCIZIO 3

Si consideri il sistema rappresentato in figura



Con $G_c(s) = \frac{1+\tau_1 s}{1+\tau_2 s} = \frac{1+\alpha\tau s}{1+\tau s}$ rete <u>ritardatrice</u> ($\tau_1 < \tau_2$ o $\alpha < 1$), $G(s)$ e $H(s)$ come all'Esercizio 2 e K_{lim} come ricavato al punto b) dell'Esercizio 2.
Si progetti la rete ritardatrice che garantisca un margine di fase $M_f = 30°$ utilizzando la procedura empirica riportata nella dispensa FdA-3.1-RetiCorrettrici oppure il metodo delle formule di inversione (v. Appendice).

NOTA: il progetto deve essere fatto sulla base della funzione di trasferimento di anello completa del sistema non compensato, cioè $K_{lim}G(s)H(s)$.

Per il metodo con le formule di inversione si possono sfruttare i grafici ottenuti con la funzione **`lagNetDesignBode.m`** fornita dal docente, che evidenzia l'intervallo di pulsazioni che costituiscono la regione di realizzabilità della rete ritardatrice.
Per dimostrare il completamento del progetto:

a) Si determinino i coefficienti τ_1 e τ_2 (o τ e α) della rete ritardatrice e si verifichi che valga $\tau_1 < \tau_2$ (o $\alpha < 1$)
b) Si visualizzino in un'unica figura i diagrammi di Bode del sistema non compensato e del sistema compensato, evidenziando i relativi margini di fase;
c) Si verifichi la risposta al gradino del sistema compensato e chiuso in retroazione e se ne determini la massima sovraelongazione percentuale e il tempo d'assestamento al 5%

APPENDICE (formule d'inversione)

$$\tau_1 = \frac{M^* - \cos\varphi^*}{\omega^* \sin\varphi^*}$$

$$\tau_2 = \frac{\cos\varphi^* - \frac{1}{M^*}}{\omega^* \sin\varphi^*}$$

$\boldsymbol{\varphi^*} = -180° + \mathbf{M_F} - \arg[G(j\omega^*)]$

$\mathbf{M^*} = 1 / |G(j\omega^*)|$

NOTA BENE: si ricordi che in MATLAB le funzioni trigonometriche da utilizzare con argomento espresso in gradi sono **`sind()`**/**`cosd()`**.