

Prova MATLAB Tipo – D

Esame di “FONDAMENTI DI AUTOMATICA” (9 CFU)

Istruzioni per lo svolgimento: lo studente deve consegnare al termine della prova una cartella nominata **Cognome_Nome** contenente:

- Un **Matlab script file** (i.e. file di testo con estensione .m o .txt) 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”

- 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 (es. Settling Time, Stability Margins, ecc.).

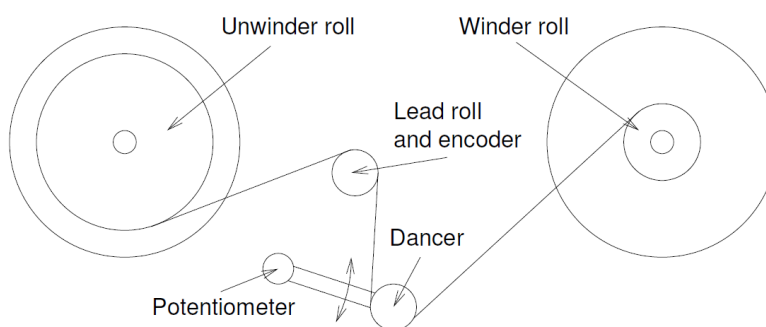
NOTA: per salvare una figura Matlab in formato PNG o JPG, usare il menu “File → Save as” dalla finestra della figura di interesse, assegnarle un nome e selezionare l’estensione *.PNG o *.JPG nel menu a tendina “salva come”.

INTRODUZIONE

Si consideri il meccanismo detto *avvolgitore-svolgitore con ballerino*, in Inglese *unwinder-winder with dancer*, dal tipico movimento “danzante” del rullo che regola la tensione del materiale svolto: http://www.apicsllc.com/apics/WP_3/Wp_3.htm.

Tale meccanismo è presente nei macchinari per la produzione di carta o film plastici con stampe, oltre che nelle macchine per il *packaging* di prodotti dette *film wrapper*, <https://www.tetrapak.com/it-it/solutions/integrated-solutions-equipment/downstream-equipment/film-wrappers>

Il sistema è schematizzato dalla seguente figura:



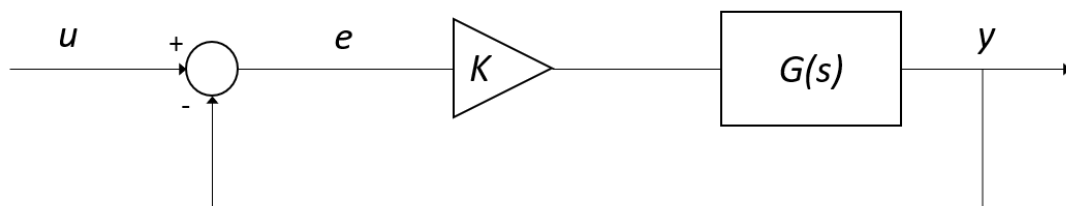
Le matrici A, B, C, D del modello matematico del sistema (tratto dal report <https://projekter.aau.dk/projekter/files/9931426/report.pdf>) sono inizializzate dallo script **InitAutomaticaTipoD.m**.

ESERCIZIO 1

- Date le matrici inizializzate dallo script `InitAutomaticaTipoD.m`, si ricavi la funzione di trasferimento $G(s)$ del sistema in esame.
- 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 `.m`

ESERCIZIO 2

Si consideri il sistema in retroazione unitaria rappresentato in figura:

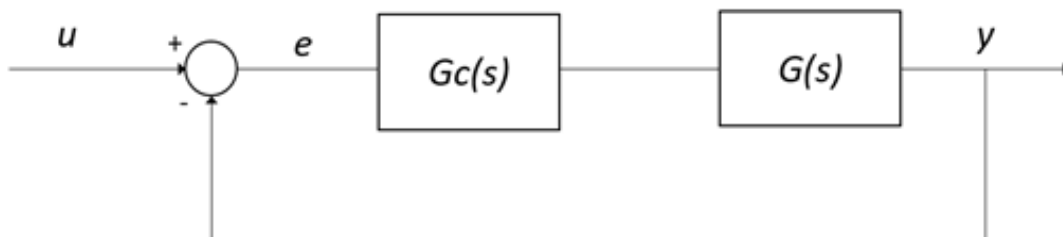


con $G(s)$ ricavata al punto a) dell'Esercizio 1.

- Si determini il valore della costante K con il quale si otterrebbe (se il sistema in retroazione con tale K risulta asintoticamente stabile) un errore a regime $e(\infty) = 0.02$ per un ingresso a gradino unitario.
- Si verifichi se il sistema ad anello chiuso, con il valore di K ottenuto al punto precedente, risulti o meno stabile tramite l'analisi della risposta $y(t)$ al gradino unitario.
- Si determini il valore del guadagno K_{lim} per il quale il sistema risulta semplicemente stabile, tramite l'analisi del margine di ampiezza o equivalentemente tramite l'analisi del luogo delle radici (NOTA: in entrambi i casi l'analisi va svolta sulla funzione $G(s)$).
- 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 se ne determini il tempo d'assestamento al 5%.

ESERCIZIO 3

Si consideri il sistema rappresentato in figura



con $G(s)$ ricavata al punto a) dell'Esercizio 1.

- Si determinino come possibili funzioni di trasferimento alternative per il controllore $G_c(s)$ quelle di un regolatore di tipo **PI** e di uno di tipo **PID**, considerati entrambi nella formulazione classica e con i parametri K_p, T_i, T_d tarati secondo il metodo di Ziegler-Nichols basato sull'oscillazione critica ad anello chiuso (vedi tabella allegata).
- Si verifichi tramite l'analisi della risposta al gradino del sistema compensato e chiuso in retroazione quale tra i regolatori proposti sia il più efficace in termini di massima sovraelongazione percentuale e tempo di assestamento.

TIPO	K_p	T_i	T_d
P	$0.5 K_0$	-	-
PI	$0.45 K_0$	$0.85 T_0$	-
PD	$0.5 K_0$	-	$0.2 T_0$
PID	$0.6 K_0$	$0.5 T_0$	$0.125 T_0$

NOTA:

K_0 = guadagno critico, di fatto corrispondente al guadagno K_{lim} determinato al punto b) dell'Esercizio 2, cioè tale per cui il sistema chiuso in retroazione risulti semplicemente stabile (i.e. con oscillazione persistente della risposta).

T_0 = periodo delle oscillazioni della risposta in condizione di stabilità semplice ad anello chiuso.