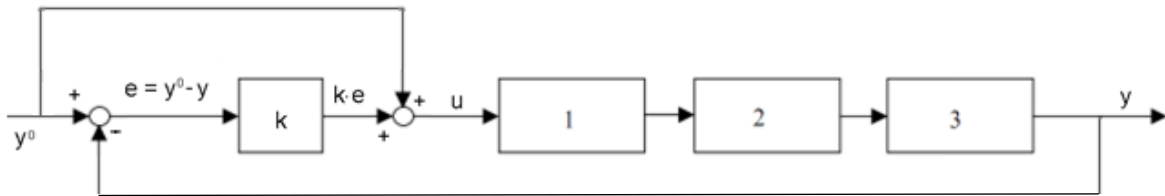


Controllo della portata di uscita di una rete di serbatoi – Tracce per le soluzioni

Per risolvere questo esercizio occorre tradurre lo schema a blocchi dato nel testo in uno schema Simulink (digitare `simulink` al prompt di Matlab e creare un nuovo modello).



I blocchi 1, 2 e 3 hanno funzione di trasferimento data da:

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

Per rappresentare lo schema precedente in Simulink si può utilizzare il blocco Transfer Fcn per tre volte in serie (Library Browser → Simulink → Continuous → Transfer Fcn, trascinare l'oggetto a destra e collegare i blocchi).

Per sommare o sottrarre due segnali esiste il nodo sommatore (Commonly Used Blocks → Gain); per cambiare i segni del nodo sommatore occorre entrare nelle proprietà dello stesso e specificarli nel campo "list of signs".

Infine, per moltiplicare un segnale (guadagno "k") si utilizza un blocco denominato gain (Commonly Used Blocks → Gain; entrare nelle proprietà del blocco e definire il valore pari a k (tale valore verrà poi definito di volta in volta nel workspace di Matlab)).

L'ingresso, come richiesto dal testo, sarà una costante con valore 1 (Sources → Constant).

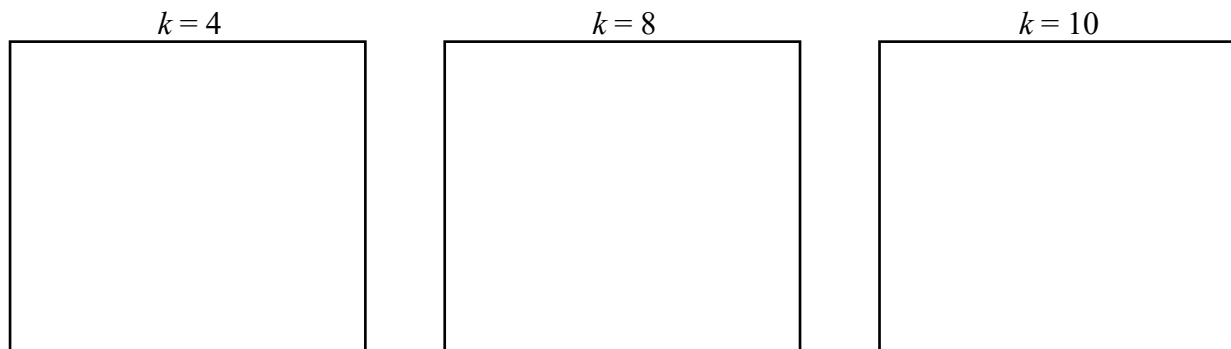
Inserire il blocco clock (Sources → Clock) per generare il tempo e il blocco XY (Sinks → XYGraph) in cui verrà visualizzata la portata di uscita dal terzo serbatoio nel tempo.

Pertanto, lo schema Simulink è dato da:

... in alternativa si può fare riferimento allo schema riportato in
ese_controllo_serbatoi_senza_disturbo.mdl

La richiesta dell'esercizio è di confermare che i calcoli svolti a lezione siano corretti, ovvero che il limite di stabilità del sistema sia raggiunto per $k = 8$. Per fare ciò svolgiamo 3 simulazioni con 3 diversi valori di k ($k < 8$, $k = 8$, $k > 8$).

Si ottengono i seguenti risultati (definire $k=4$ al prompt di Matlab; simulare il modello con Run e visualizzare il risultato con doppio click su XY Graph; ripetere per $k=8$ e $k=10$)

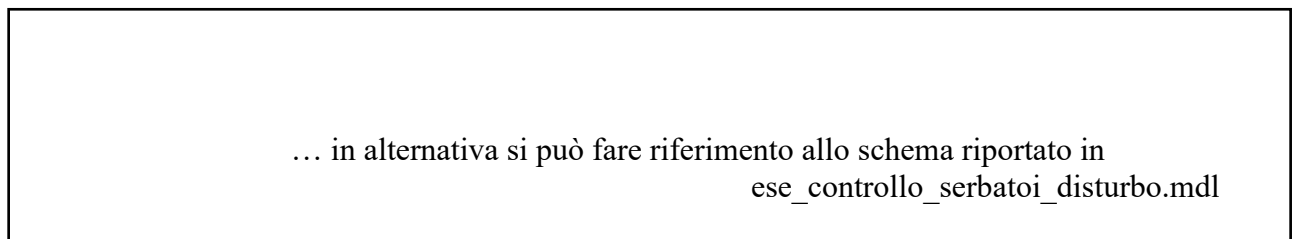


Per quanto riguarda la stabilità, il sistema risulta _____ per $k = 4$,
 _____ per $k = 8$ e _____ per $k > 8$.

Per diagrammare l'andamento dell'uscita all'equilibrio al variare di k (nel caso di asintotica stabilità), fissiamo il parametro di ingresso pari a 5 e aggiungiamo in uscita (tramite un nodo sommatore) il disturbo costante pari a 1.

Per visualizzare l'uscita nel workspace di Matlab, collegare il blocco *To Workspace* (libreria *Sinks*) all'uscita y selezionando *array* alla voce *Save format*.

Pertanto, lo schema Simulink è ora dato da:



Ripetiamo diverse simulazioni per differenti valori di k riportando il valore dell'uscita di regime corrispondente in una tabella. Il risultato ottenuto è il seguente:

k	0	0.3	0.6	1	2	3	4	5	6	7
$uscita$										

Verifichiamo in un grafico che i valori ottenuti in tabella ben approssimano il risultato ottenuto in teoria $\bar{y} = \bar{u} + \frac{\bar{d}}{1+k}$

Pertanto, per ridurre l'effetto del disturbo sull'uscita occorre portare k a valori _____, avvicinandosi però così al _____.

Per valutare il tempo di risposta $T_R =$ _____ occorre scrivere le equazioni che definiscono il sistema. Queste sono date da:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= \underline{\hspace{2cm}} \\ \dot{x}_2 &= \underline{\hspace{2cm}} \\ \dot{x}_3 &= \underline{\hspace{2cm}} \end{aligned}$$

da cui $A = \begin{vmatrix} & \\ & \end{vmatrix}$

Valutiamo il tempo di risposta al variare del parametro k (per determinare la parte reale dell'autovalore dominante utilizzare i comandi `eig` (per il calcolo degli autovalori della matrice A), `real` (per la determinazione della parte reale degli autovalori) e `max` (per la determinazione del valore massimo)).

k	0	0.3	0.6	1	2	3	4	5	6	7
TR										

(si può anche valutare il tempo di risposta variando k in un ciclo `for` e visualizzare in un grafico (k, TR) il risultato ottenuto)

Pertanto, aumentando k , pur compensando meglio l'effetto del disturbo sull'uscita, il tempo di risposta _____ (al limite della stabilità, la parte reale dell'autovalore dominante tende a _____ e il tempo di risposta tende a _____).