

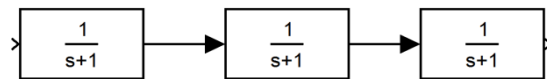
Laboratorio Matlab – Fondamenti di Automatica
Controllo della portata di uscita di una rete di serbatoi – Tracce

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 con Blank Model).

Sapendo che i blocchi 1, 2 e 3 hanno funzione di trasferimento data da:

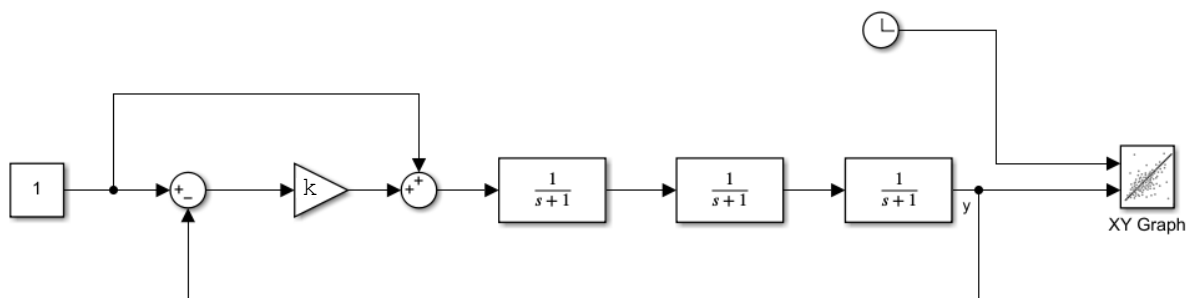
$$G(s) = \frac{1}{s+1}$$

per rappresentare lo schema precedente in Simulink si può utilizzare il blocco Transfer Fcn per tre volte connettendo i blocchi in serie (Library Browser → Simulink → Continuous → trascinare l'oggetto Transfer Fcn nel modello):



Per sommare o sottrarre due segnali esiste il nodo sommatore (Commonly Used Blocks → Sum); 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). Si può pertanto costruire il seguente schema:



Si noti che è stato inserito il blocco Clock (Sources → Clock) per generare il tempo da inserire nel blocco XY (Sinks → XYGraph) in cui verrà visualizzata la portata di uscita dal terzo serbatoio nel tempo. Simulare il sistema per 50 unità di tempo (Stop Time nella finestra Simulation).

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 ($k < 8$, $k = 8$, $k > 8$).

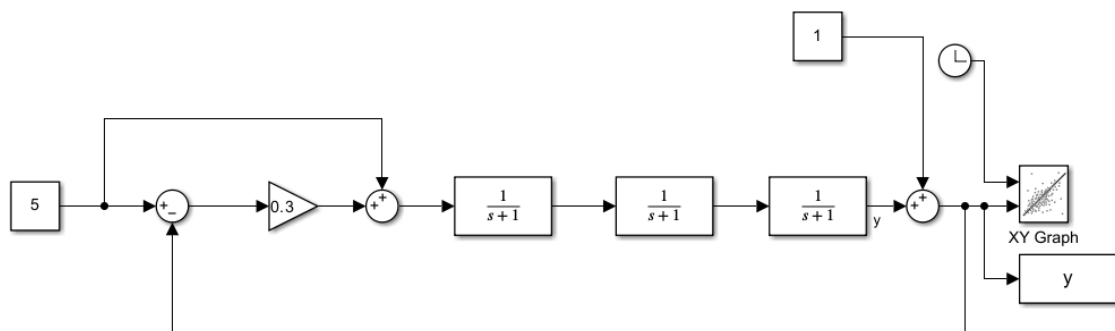
Si ottengono i seguenti risultati (definire $k=4$ al prompt di Matlab; simulare il modello con Run e visualizzare il risultato con doppio click su XY Graph; ripetere per $k=8$ e $k=10$).

$k = 4$	$k = 8$	$k = 10$

(Per cambiare la visualizzazione dei grafici, selezionare la finestra **Format** del grafico)

Come si nota il sistema risulta asintoticamente stabile per $k < 8$ ____, semplicemente stabile per $k =$ ____ e perde di stabilità per $k > \underline{\hspace{1cm}}$.

Per valutare l'andamento dell'uscita all'equilibrio al variare di k (nel caso di asintotica stabilità), fissiamo l'ingresso pari a 5 e aggiungiamo in uscita (tramite un nodo sommatore) il disturbo costante pari a 1 (Sources → Constant). Aggiungiamo inoltre un blocco che ci permetta di ottenere nel Workspace di Matlab la portata di uscita (Sinks → To Workspace, nominando con y la variabile di uscita e selezionando array alla voce **Save format**).



Ripetiamo diverse simulazioni per differenti valori di k riportando il valore dell'uscita di regime corrispondente in una tabella, insieme al valore previsto dalla teoria ($\bar{y} = \bar{u} + \frac{\bar{d}}{1+k}$ con $\bar{u} = 5$ e $\bar{d} = 1$). Il risultato ottenuto è il seguente:

k	0	0.3	0.6	1	2	3	4	5	6	7
<i>uscita</i>										
$5 + \frac{1}{1+k}$										

NOTA: per ottenere tali valori utilizzare i comandi:

```
uscita=out.y;
```

```
Yeq=uscita(length(uscita)) % ultimo punto della simulazione≈uscita di equilibrio
```

I valori ottenuti ben approssimano il risultato ottenuto in teoria.

Per valutare il tempo di risposta ($T_R = -\frac{5}{\Re(\lambda_D)}$, con λ_D = autovalore dominante, cioè l'autovalore con parte reale maggiore) occorre scrivere le equazioni che definiscono il sistema (y^0 e d sono gli ingressi). Queste sono date da:

da cui $A =$

Per esempio, per $k = 2$

```
k=2; A=[-1 0 -k;1 -1 0;0 1 -1];
real_e_1D=max(real(_____));
TD=_____;
```

k	0	1	2	3	4	5	6	7	7.5
T_R									

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 zero e il tempo di risposta tende a infinito).