Esercizio 4 aprile 2017

Si consideri il sistema descritto dalla seguente funzione di trasferimento:

$$G(s) = \frac{1}{s(s+1)^3}$$

In Simulink si costruisca il sistema in retroazione negativa unitaria, e si analizzino la risposta al gradino ed il luogo delle radici.

Si determini il valore di un controllo corrispondente ad un guadagno proporzionale K che consenta di ottenere le seguenti prestazioni per il sistema sopra:

$$\begin{cases} S\% \le 10\% \quad (\delta \ge 0.6) \\ T_a \le 20s. \end{cases}$$

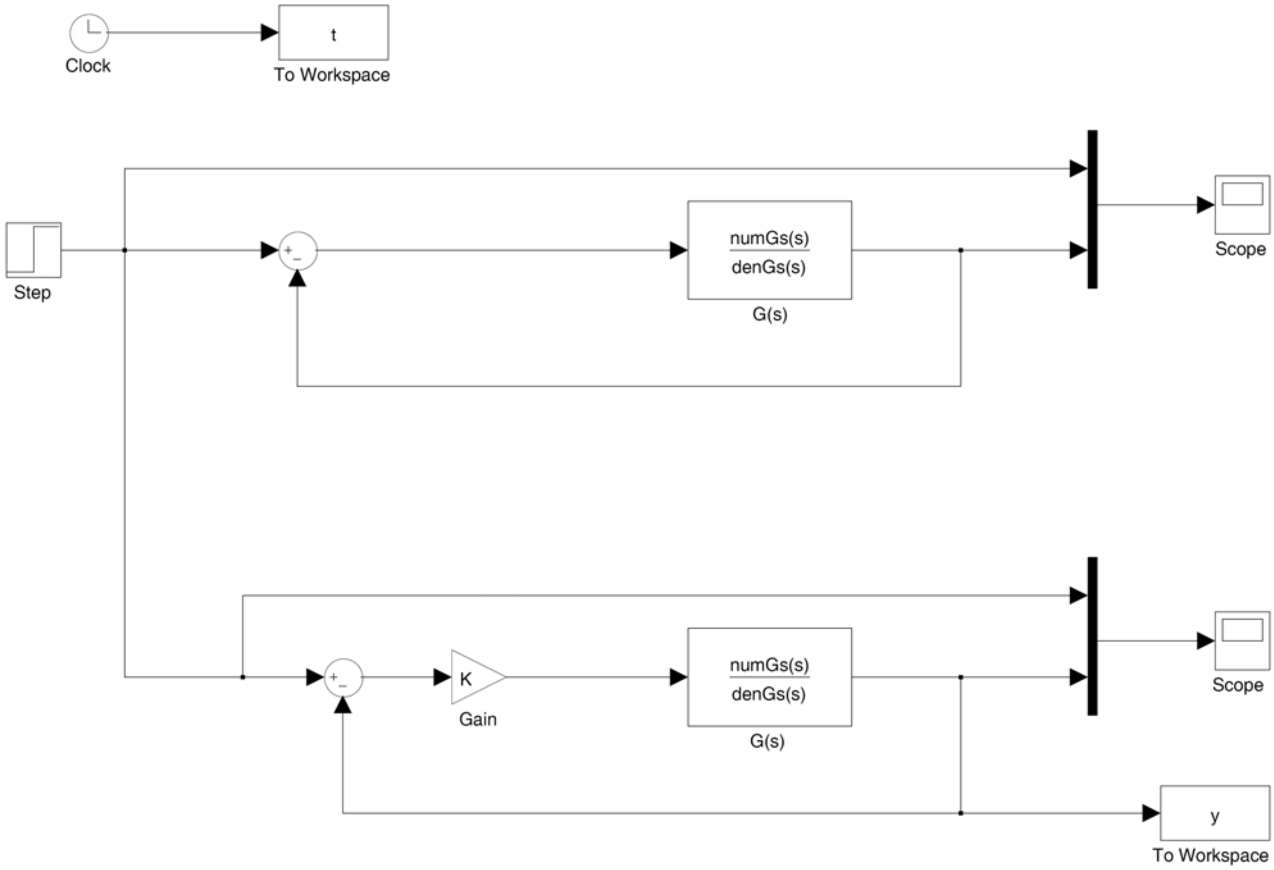
Si ricordino le seguenti relazioni valide per un modello del secondo ordine privo di zeri:

$$\begin{cases} S\% = 100\, e^{\frac{-\pi\delta}{\sqrt{1-\delta^2}}} \\ T_a = \dfrac{3}{\delta\,\omega_n} \end{cases}$$

In Matlab si inserisce il modello del sistema assegnato:

```
>> s=tf('s')

>> Gs=1/(s*(s+1)^3)

>> [numGs,denGs]=tfdata(Gs,'v')
```

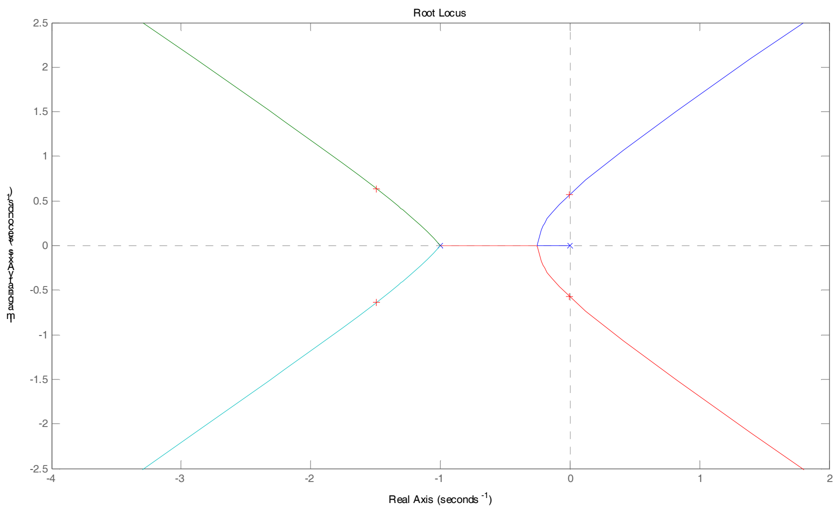
e in Simulink si realizzano i seguenti modelli:



In Matlab, si disegna il luogo delle radici del sistema:

```
>> rlocus(Gs)
```

e si ottiene il seguente diagramma:



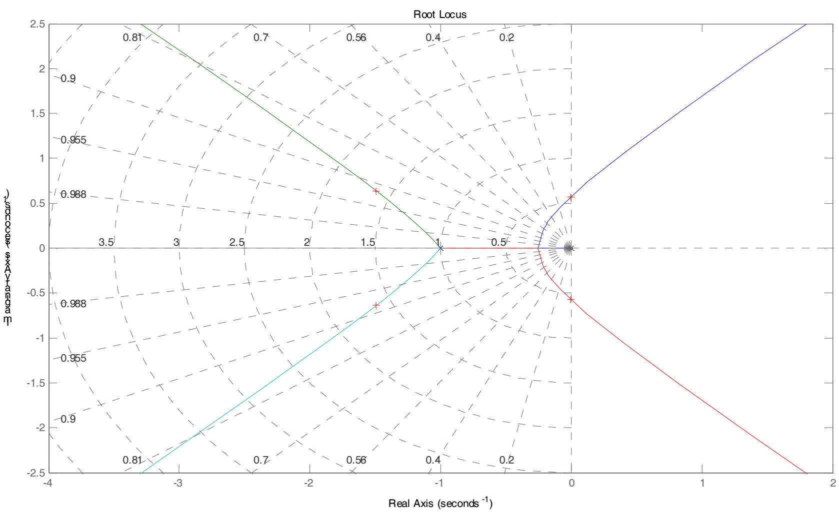
con il comando:

```
Ku=rlocfind(Gs)
```

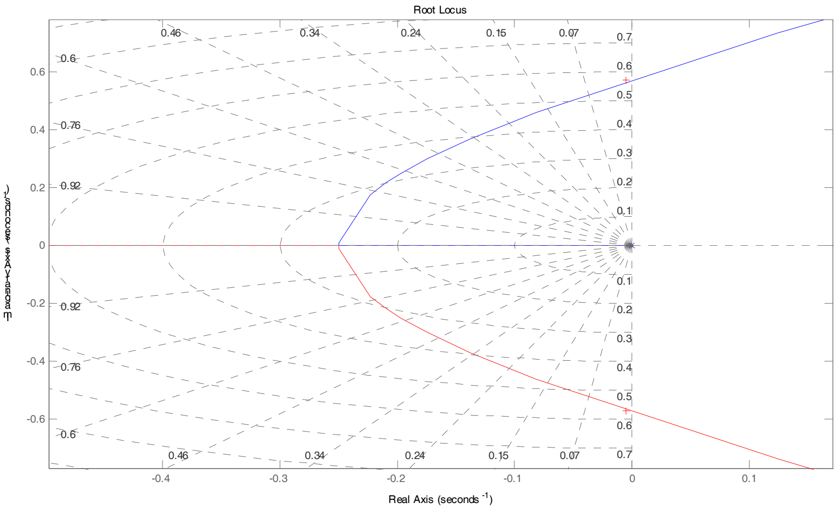
si determina il guadagno critico K_u che corrisponde al posizionamento dei poli come indicato dalle crocette evidenziate in figura sopra.

Sullo stesso diagramma, si disegna il luogo dei punti a sovraelongazione costante, digitando il comando:

```
>> grid
```



usando poi lo strumento di zoom, si evidenzia la zona del luogo delle radici in prossimità dell'asse immaginario che interseca il luogo corrispondente al valore $\delta \approx 0.6$.



Usando nuovamente il comando:

```
K=rlocfind(Gs)
```

si attiva il puntatore e con il mouse si seleziona il punto di intersezione tra il luogo delle radici ed il luogo a $\delta \approx 0.6$ costante. Si determina un valore di primo tentativo di K.

Se il sistema in esame fosse del secondo ordine privo di zeri, tale valore dovrebbe portare ad una configurazione di una coppia di poli complessi coniugati che determinerebbero un valore di $S\% \leq 10\%$.

Dal momento che il sistema è invece del quarto ordine, dovrò modificare il valore di K affinché sia soddisfatta l'ipotesi di poli dominanti e al fine di soddisfare le specifiche richieste sia su $S\%$ che su T_a.

Continuo per tentativi al fine di provare ad ottenere le specifiche richieste. Si osservi che, *in generale*, un aumento di K provoca un aumento della sovraelongazione e una diminuzione del tempo di assestamento. D'altra parte, una diminuzione di K riduce la sovraelongazione ma determina un aumento del tempo di assestamento.

Il valore del tempo di assestamento e della sovraelongazione può essere determinato chiamando la funzione Matlab:

```
>> lsiminfo(y,t)
```

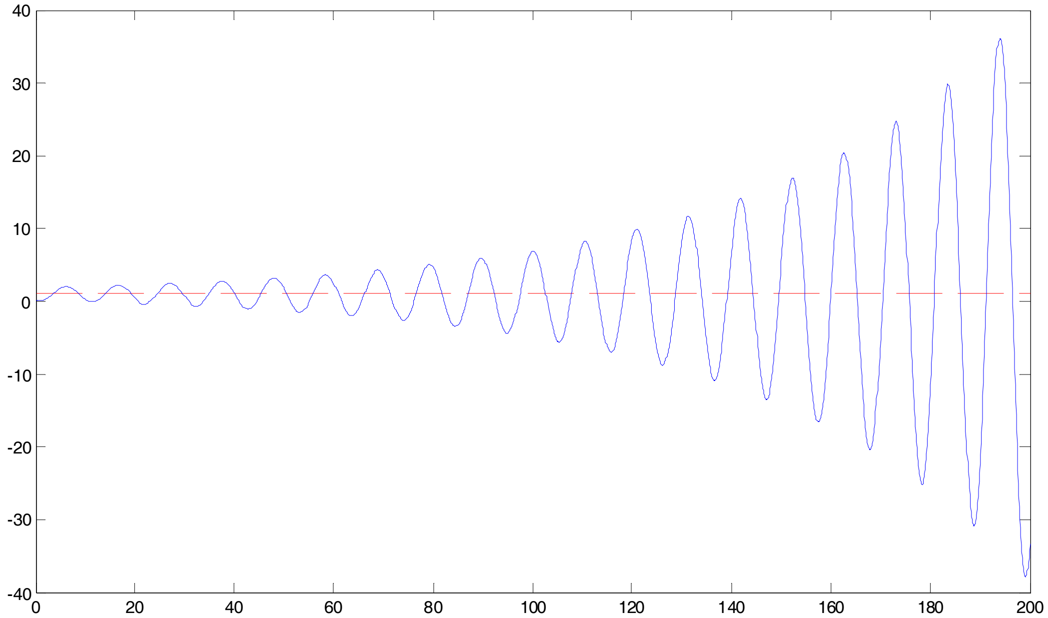
dopo aver ogni volta, in maniera iterativa, modificato il valore di K e aver eseguito il modello Simulink:

Alla fine, viene determinato il valore di K indicato sotto, corrispondenti ai valori delle specifiche in transitorio, che soddisfano le richieste del problema:

```
K =

    0.1959

>> lsiminfo(y,t)

ans =

    SettlingTime: 19.9151
             Min: 0
         MinTime: 0
             Max: 1.0904
         MaxTime: 13.7000

>>
```

La risposta al gradino ottenuta è la seguente, per un tempo di simulazione pari a 50 s. Nel seguito sono riportate le risposte al gradino per il sistema in retroazione unitaria (durata della simulazione di 200 s.) e lo stesso sistema con compensazione secondo un guadagno proporzionale.

Sistema non compensato ($K = 1$)



Risposta del sistema per K = 0.1959