

Esercizio Regolatore Proporzionale

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:

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

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

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

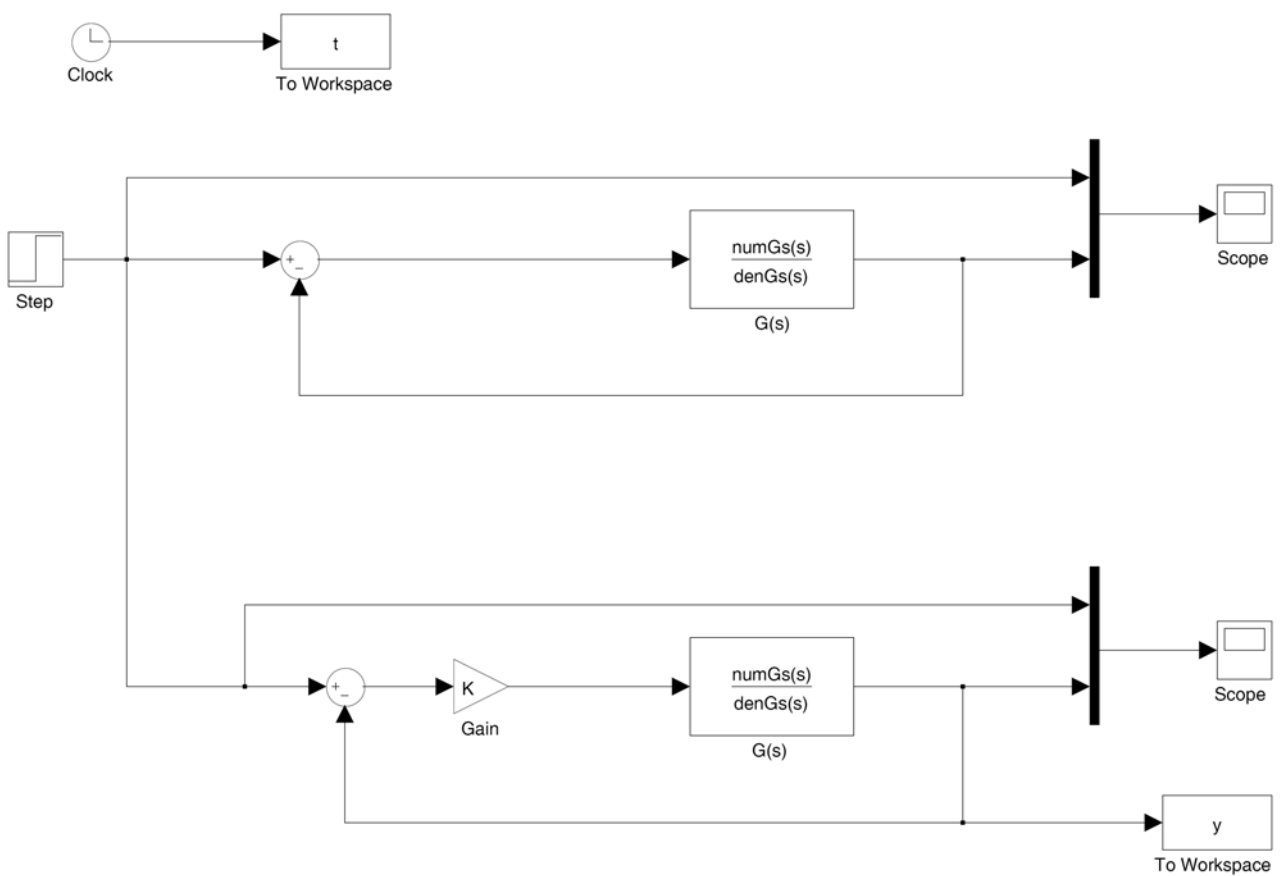
In Matlab si inserisce il modello del sistema assegnato:

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

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

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

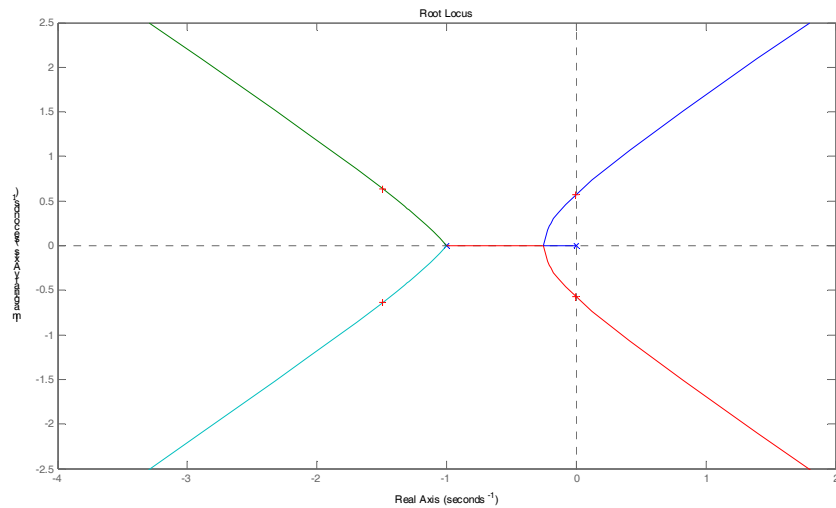
e in Simulink si realizzano i seguenti modelli:



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

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

e si ottiene il seguente diagramma:



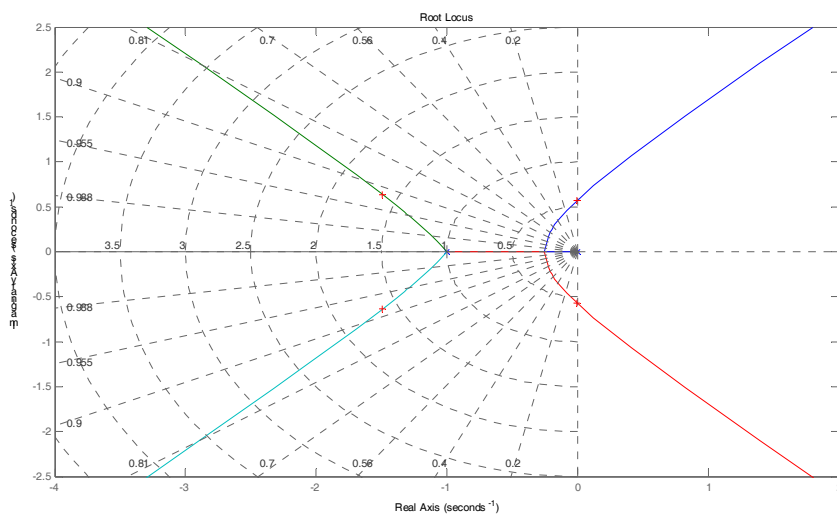
con il comando:

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

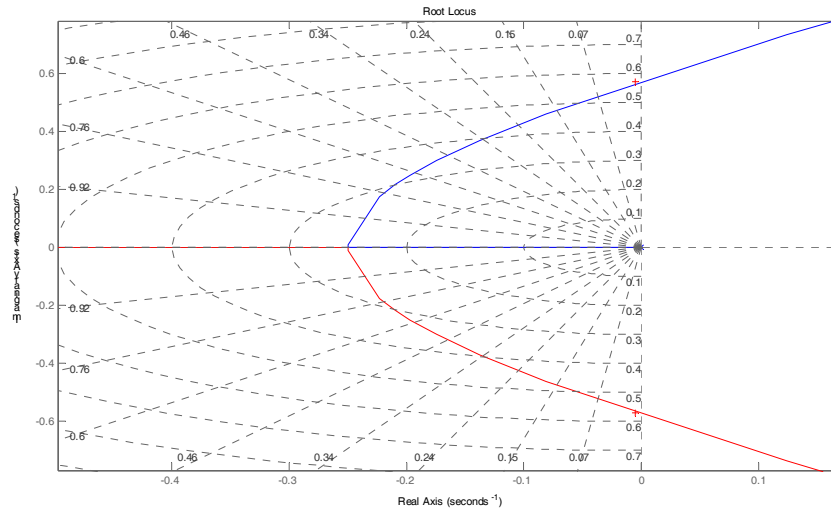
si determina il guadagno critico K_u che corrisponde al posizionamento dei poli come indicato dalle crocette evidenziate in figura sopra.

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

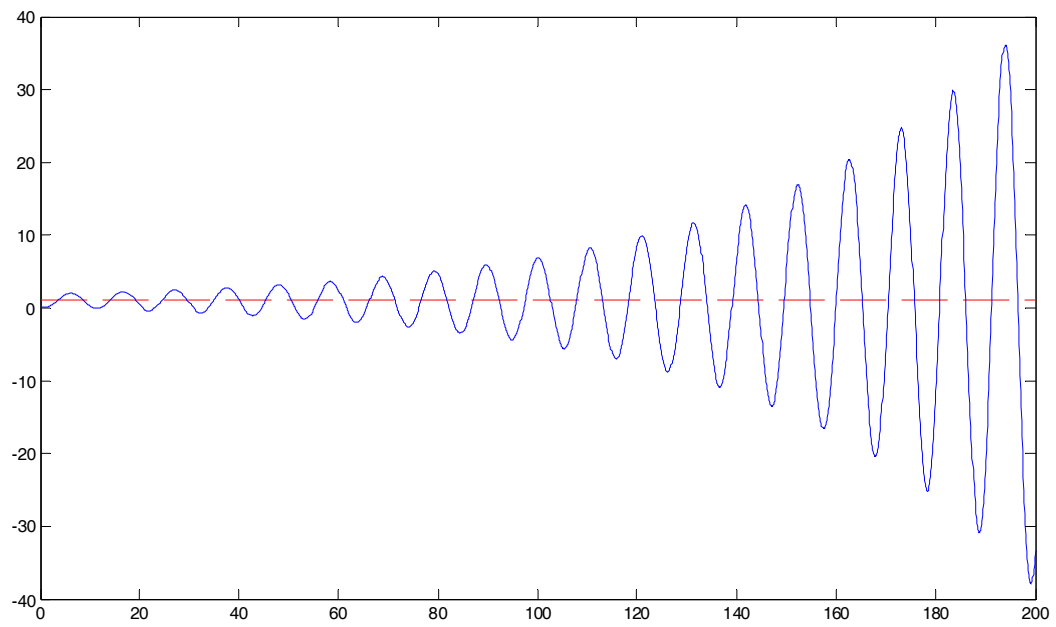
Max: 1.0904

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 $K = 0.1959$

