Tesina di “Tecniche di Ottimizzazione per il Controllo”

Studente: Felice Castrogiovanni

Testo:

Dato il sistema:

$$G(s) = \frac{s+2}{s^2+4s+5} \quad .$$

fissare una realizzazione di stato e progettare un osservatore ottimo Md = diag(1,2) e Mv = 3.Verificare le prestazioni con delle simulazioni.

Risoluzione:

Il sistema è controllabile e osservabile dato che i ranghi delle matrici di controllabilità e osservabilità sono massimi.

```
>>rank(obsv(A,C))
                    ans=
                          2
>>rank(ctrb(A,B))
                    ans=
                          2
```

Il sistema è del secondo ordine e posso scriverlo in forma canonica di controllo:

```
A =

    0    1
   -5   -4



B =                     C =

    0                    2   1

    1
```

Scrivo allora il modello del mio sistema come State-Space(ss):

sistema=ss(A,B,C,0);

Il sistema è stabile perchè ha utovalori a parte reale negativa:

>> eig(A)

ans =

-2.0000 + 1.0000i
-2.0000 - 1.0000i

Per ricavare gli autovalori ottimi (hott) a ciclo chiuso del mio sistema è necessario risolvere l'equazione di Riccati:

$$AP+PA^T-C^T Mv^{-1} C+Md=0$$

dove Md ed Mv dati rappresentano rispettivamente le matrici di covarianza del rumore di stato d(t) e del rumore di misura v(t).
L'equazione di Riccati si risolve con il comando:

P =are(A',C'*inv(Mv)*C,Md);

Gli autovalori ottimi sono dati dalla formula:

hott_tras = inv(Mv)*C*P;

Faccio quindi la trosposta della matrice ottenuta.

hott=hott_tras'

La matrice Ao=A-hott*C deve avere autovalori a parte reale negativa per garantire la stabilità del sistema a ciclo chiuso. Per verificare mi calcolo gli autovalori di questa matrice:

```
Ao=A-hott*C
%calcolo autovalori
eig(Ao)
```

Che risultano:

ans =

-2.1838 + 0.8769i
-2.1838 - 0.8769i

Posso scrivere il sistema a ciclo chiuso come:

```
sistema2=ss(A,hott,C,0);
sr=feedback(sistema2,1);
```

Verifico che gli autovalori ottimi coincidono con gli autovalori del sistema a ciclo chiuso:

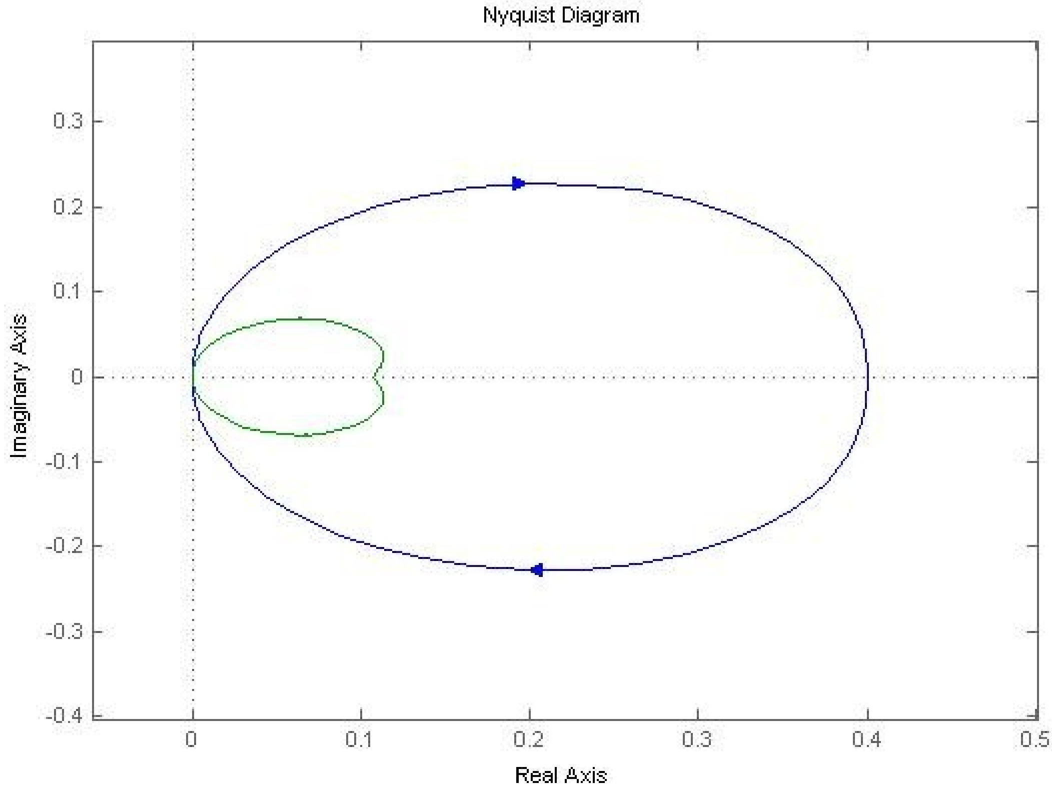
>> **eig(sr)**

ans =

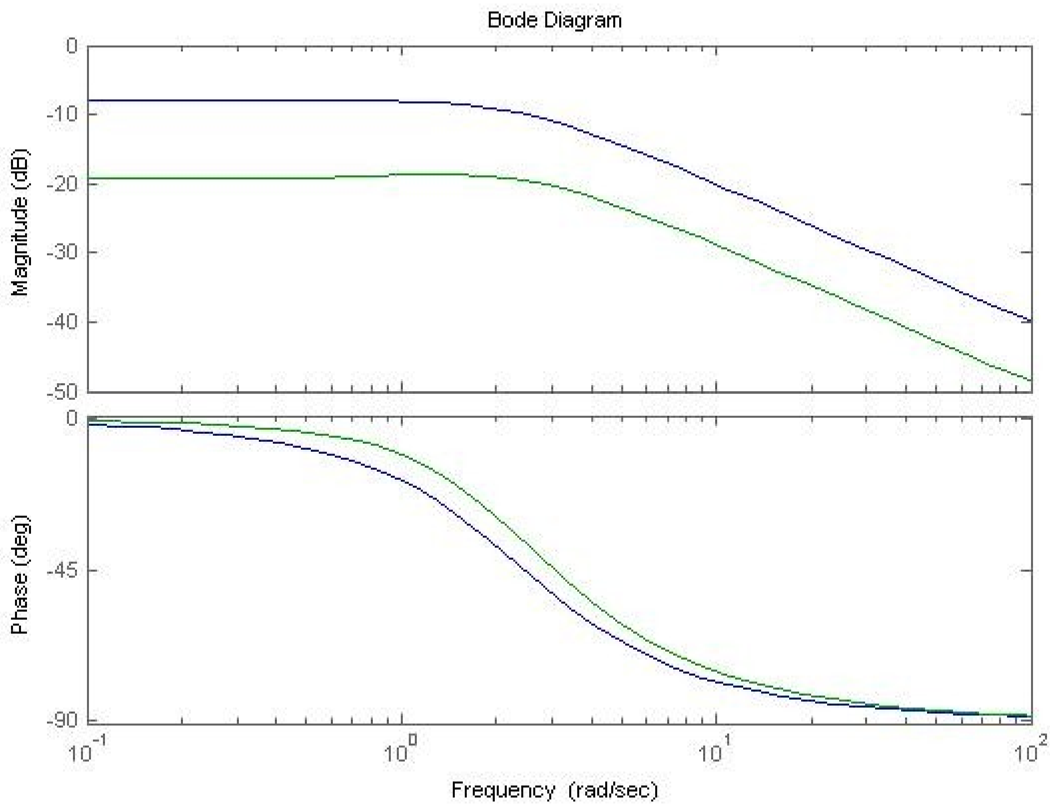
-2.1838 + 0.8769i
-2.1838 – 0.8769i

Effettivamente coincidono.

In questo modo sono riuscito a costruire il mio osservatore. Per verificare le proprietà di robustezza del mio osservatore mi calcolo diagramma di **Nyquist**, margine di fase e di guadagno del mio sistema con l'osservatore.

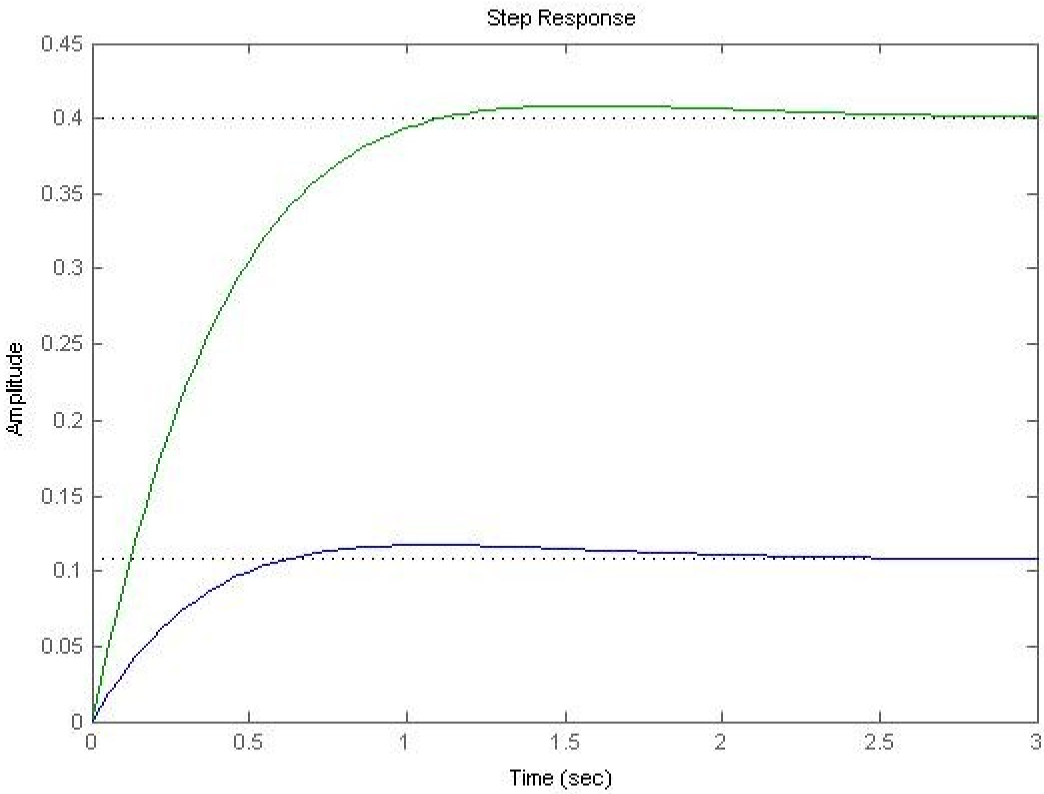


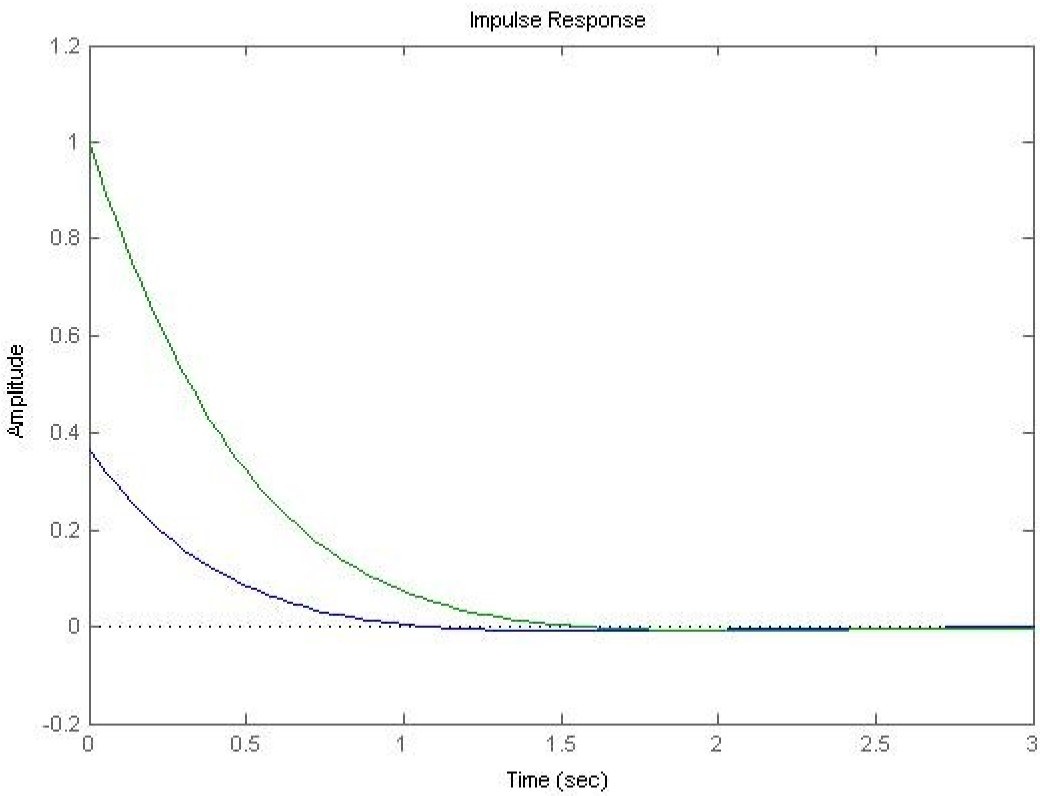
Quindi i **margini di fase e di guadagno** dei due sistemi risultano:



Il margine di guadagno del sistema iniziale è maggiore quindi esso risulta più robusto.

La **risposta all'impulso e al gradino** risultano attenuate di circa 1\3 dell'ampiezza rispetto al sistema originario:





Anche l'**evoluzione dello stato** con ingresso una sinusoide del sistema ottenuto risulta con ampiezza inferiore: