

Esercitazione di laboratorio #6 - Controlli Automatici

Esercizio #2

Autori: M. Indri, M. Taragna (ultima modifica: 17/05/2020)

Contents

- Comandi di pulizia iniziali
- Definizione del sistema
- Punto a): studio di $F(s)$
- Punti b) e c): studio di $G_a(s)$ per $K_c = 1$
- Punto d): calcolo di $W(s)$ e dei suoi poli per $K_c = -0.1$ dopo studio della stabilità
- Punto e): errore di inseguimento in regime permanente
- Caso e.1): $r(t)=t$, $d_1(t)=0.1$, $d_2(t)=0.5$
- Caso e.2): $r(t)=2$, $d_1(t)=0.1$, $d_2(t)=0.01t$

Comandi di pulizia iniziali

```
clear all, close all
```

Definizione del sistema

```
s=tf('s');  
F=(s-1)/((s+0.2)*(s^3+2.5*s^2+4*s))
```

F =

$$\frac{s - 1}{s^4 + 2.7 s^3 + 4.5 s^2 + 0.8 s}$$

Continuous-time transfer function.

Punto a): studio di $F(s)$

```
% Guadagno stazionario di F(s)  
Kf=dcgain(s*F) % F(s) ha 1 polo nell'origine  
  
% Zeri e poli di F(s)  
zeri=zero(F)  
poli=pole(F)  
damp(F)  
  
% Diagrammi di Bode di F(jw)(valutazione fase iniziale e finale)  
bode(F)
```

Kf =

-1.2500

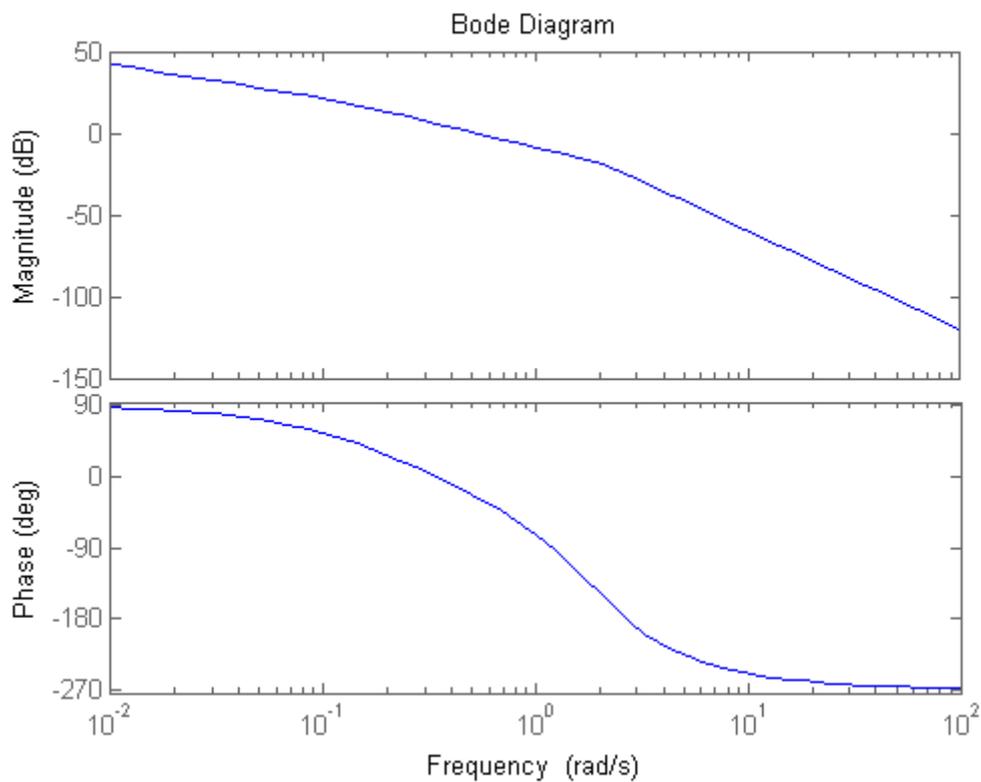
zeri =

1

poli =

0.0000 + 0.0000i
-1.2500 + 1.5612i
-1.2500 - 1.5612i
-0.2000 + 0.0000i

Pole	Damping	Frequency (rad/seconds)	Time Constant (seconds)
0.00e+00	-1.00e+00	0.00e+00	Inf
-2.00e-01	1.00e+00	2.00e-01	5.00e+00
-1.25e+00 + 1.56e+00i	6.25e-01	2.00e+00	8.00e-01
-1.25e+00 - 1.56e+00i	6.25e-01	2.00e+00	8.00e-01



Punti b) e c): studio di $G_a(s)$ per $K_c = 1$

```
Kc = 1  
Kr=0.5  
Ga1=Kc*F/Kr
```

```
% Diagrammi di Bode di  $G_a1(j\omega)$   
figure, bode(Ga1)
```

```
% Diagramma di Nyquist di  $G_a1(j\omega)$ , da ingrandire opportunamente  
% in corrispondenza degli attraversamenti dell'asse reale  
% (in +4, -0.109 e 0)
```

```
figure, nyquist(Ga1)
```

```
w=logspace(-1,3,5000);  
figure,nyquist(Ga1,w)
```

Kc =

1

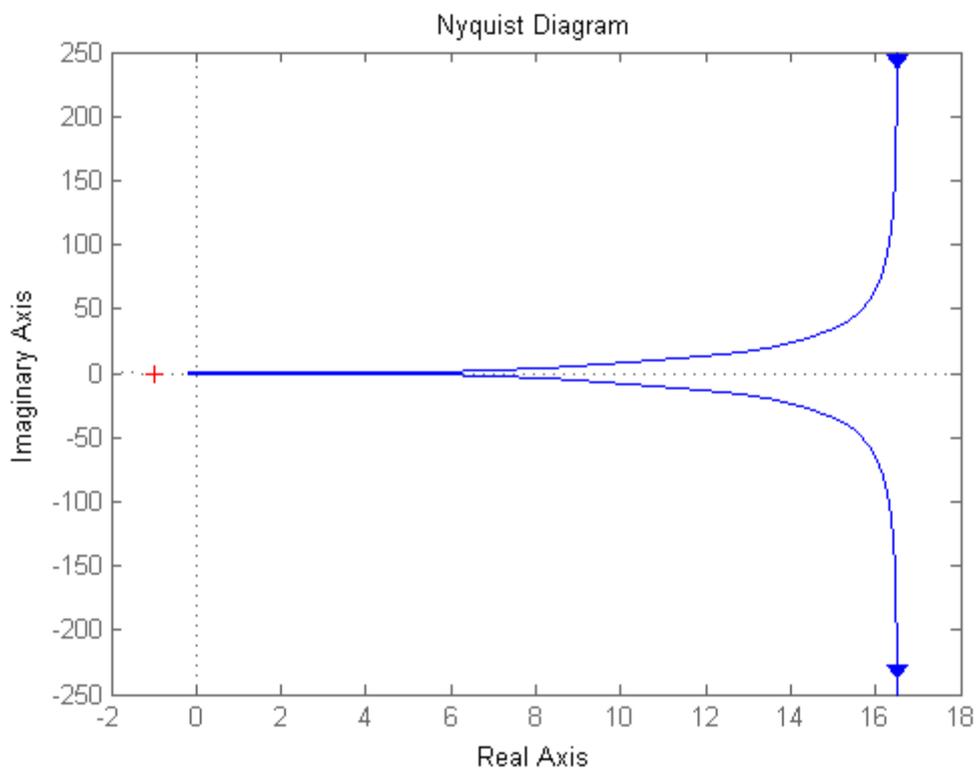
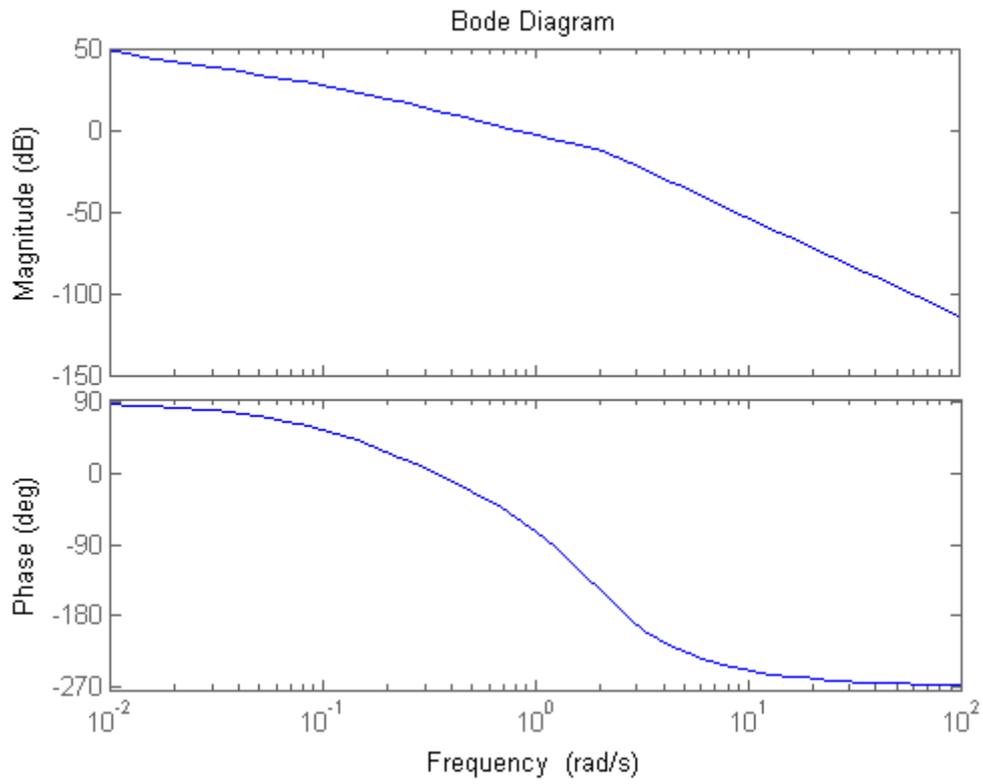
Kr =

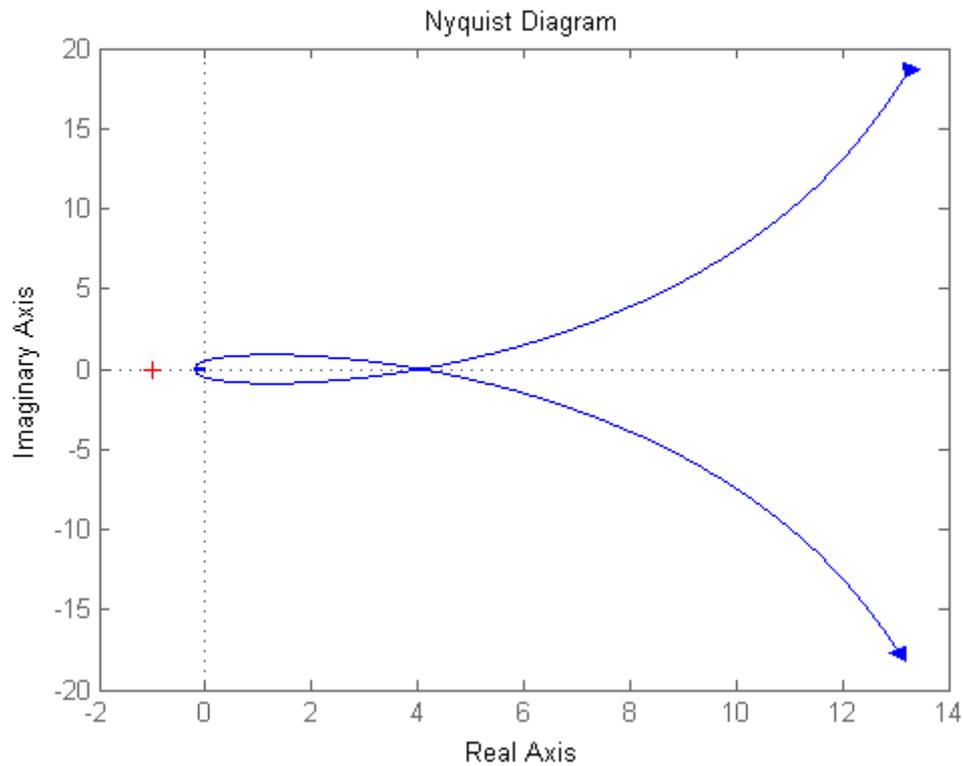
0.5000

Ga1 =

$$\frac{s - 1}{0.5 s^4 + 1.35 s^3 + 2.25 s^2 + 0.4 s}$$

Continuous-time transfer function.





Punto d): calcolo di $W(s)$ e dei suoi poli per $K_c = -0.1$ dopo studio della stabilità

```

% Dallo studio della stabilità in catena chiusa con il criterio di Nyquist:
% n_ia = 0
% n_ic = 1 per 0 < Kc < 9.17
% n_ic = 3 per Kc > 9.17
% n_ic = 0 (asintotica stabilità) per -0.25 < Kc < 0
% n_ic = 2 per Kc < -0.25

Kc=-0.1
Ga=Kc*F/Kr;
W=feedback(Kc*F,1/Kr)
damp(W)

```

Kc =

-0.1000

W =

$$\frac{-0.1 s + 0.1}{s^4 + 2.7 s^3 + 4.5 s^2 + 0.6 s + 0.2}$$

Continuous-time transfer function.

Pole	Damping	Frequency (rad/seconds)	Time Constant (seconds)
-5.72e-02 + 2.12e-01i	2.61e-01	2.19e-01	1.75e+01
-5.72e-02 - 2.12e-01i	2.61e-01	2.19e-01	1.75e+01
-1.29e+00 + 1.58e+00i	6.34e-01	2.04e+00	7.74e-01
-1.29e+00 - 1.58e+00i	6.34e-01	2.04e+00	7.74e-01

Punto e): errore di inseguimento in regime permanente

Nota bene: il sistema di controllo e' di tipo 1

```
We=Kr*feedback(1,Ga)
Wd1=feedback(F,Kc/Kr)
Wd2=feedback(1,Ga)
```

We =

$$\frac{0.25 s^4 + 0.675 s^3 + 1.125 s^2 + 0.2 s}{0.5 s^4 + 1.35 s^3 + 2.25 s^2 + 0.3 s + 0.1}$$

Continuous-time transfer function.

Wd1 =

$$\frac{s - 1}{s^4 + 2.7 s^3 + 4.5 s^2 + 0.6 s + 0.2}$$

Continuous-time transfer function.

Wd2 =

$$\frac{0.5 s^4 + 1.35 s^3 + 2.25 s^2 + 0.4 s}{0.5 s^4 + 1.35 s^3 + 2.25 s^2 + 0.3 s + 0.1}$$

Continuous-time transfer function.

Caso e.1): r(t)=t, d1(t)=0.1, d2(t)=0.5

```
% errore intrinseco di inseguimento a r(t) = t pari a Kr/KGa = Kr/(Kc*Kf/Kr)
% perché il sistema è di tipo 1

% effetto del disturbo d1 costante sull'uscita pari a d1/(Kc/Kr) perché ci sono poli
% nell'origine solo nel blocco a valle del disturbo

% effetto del disturbo d2 costante sull'uscita NULLO perché c'è almeno un
% polo nell'origine nel blocco a monte del disturbo

errore_r=dcgain(s*We*1/s^2)
effetto_d1=dcgain(s*Wd1*0.1/s)
effetto_d2=dcgain(s*Wd2*0.5/s)
errore_tot=errore_r-(effetto_d1+effetto_d2)

open_system('es_VI_2_1')
sim('es_VI_2_1')
```

errore_r =

2

effetto_d1 =

-0.5000

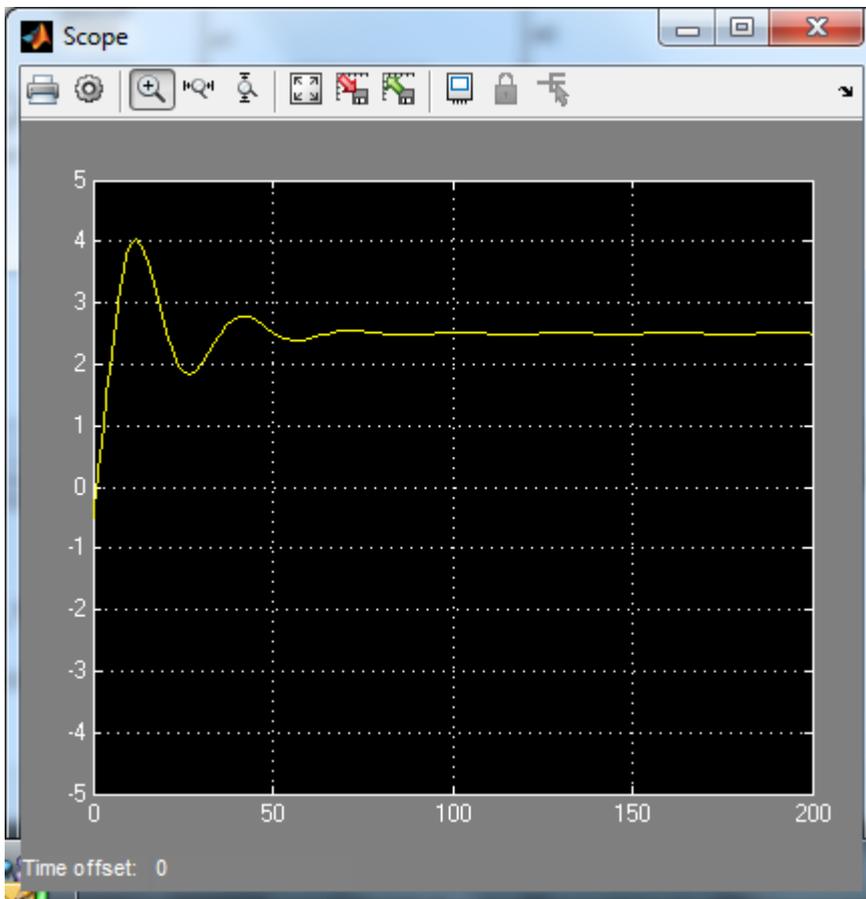
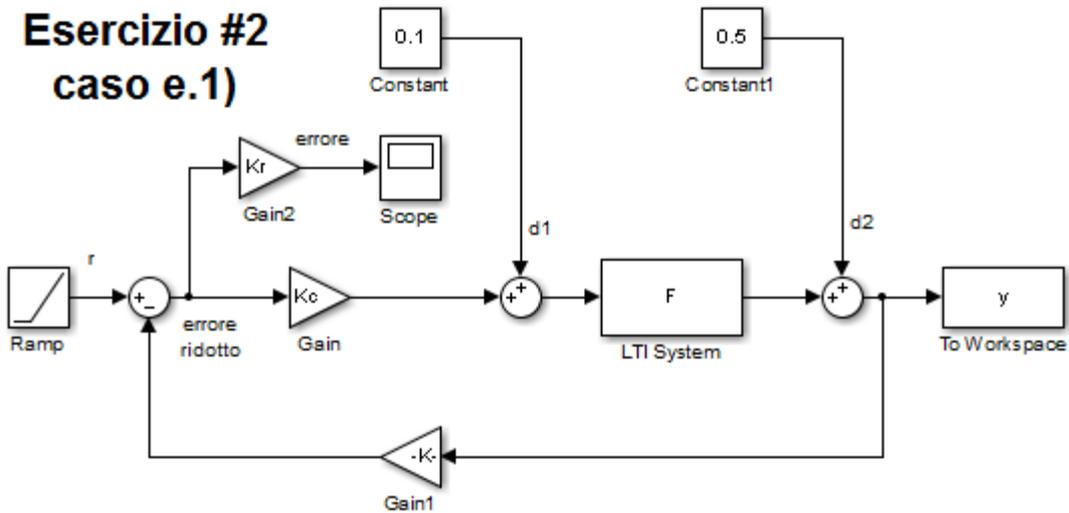
effetto_d2 =

0

errore_tot =

2.5000

Esercizio #2 caso e.1)



Caso e.2): $r(t)=2$, $d_1(t)=0.1$, $d_2(t)=0.01t$

```

% errore intrinseco di inseguimento a  $r(t) = 2$  NULLO perché il sistema è di
% tipo 1

% effetto del disturbo  $d1$  costante sull'uscita pari a  $d1/(Kc/Kr)$  perché ci sono poli
% nell'origine solo nel blocco a valle del disturbo

% effetto del disturbo  $d2 = \text{alfa\_d2} \cdot t$  (rampa) sull'uscita pari ad  $\text{alfa\_d2}/KGa = \text{alfa\_d2}/(Kc \cdot Kf/Kr)$ 
% perché il sistema è di tipo 1

errore_r=dcgain(s*We*2/s)
effetto_d1=dcgain(s*Wd1*0.1/s)
effetto_d2=dcgain(s*Wd2*0.01/s^2)
errore_tot=errore_r-(effetto_d1+effetto_d2)

open_system('es_VI_2_2')
sim('es_VI_2_2')

```

```
errore_r =
```

```
0
```

```
effetto_d1 =
```

```
-0.5000
```

```
effetto_d2 =
```

```
0.0400
```

```
errore_tot =
```

```
0.4600
```

Esercizio #2 caso e.2)

