

# Esercitazione di laboratorio #6 - Controlli Automatici

## Esercizio #1

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  $K_c=800$  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):  $r(t)=2$ ,  $d_1(t)=0$ ,  $d_2(t)=0.01t$

### Comandi di pulizia iniziali

---

```
clear all, close all
```

### Definizione del sistema

---

```
s=tf('s');  
F=(s+10)/(s^3+45*s^2-250*s)
```

F =

$$\frac{s + 10}{s^3 + 45 s^2 - 250 s}$$

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 =

-0.0400

zeri =

-10

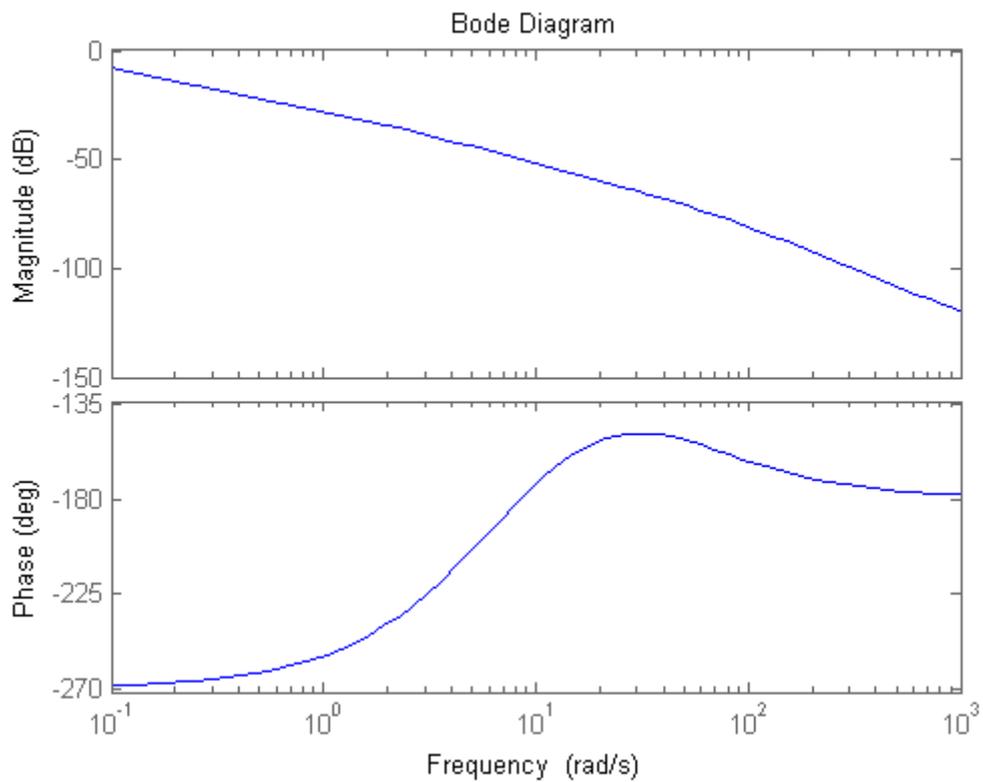
poli =

0

-50

5

Pole	Damping	Frequency (rad/seconds)	Time Constant (seconds)
0.00e+00	-1.00e+00	0.00e+00	Inf
5.00e+00	-1.00e+00	5.00e+00	-2.00e-01
-5.00e+01	1.00e+00	5.00e+01	2.00e-02



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

```
Kc=1  
Kr=2  
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  
% per valutare le ascisse dei punti di attraversamento dell'asse reale  
%(in  $-1.557e-3$  e 0)
```

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

Kc =

1

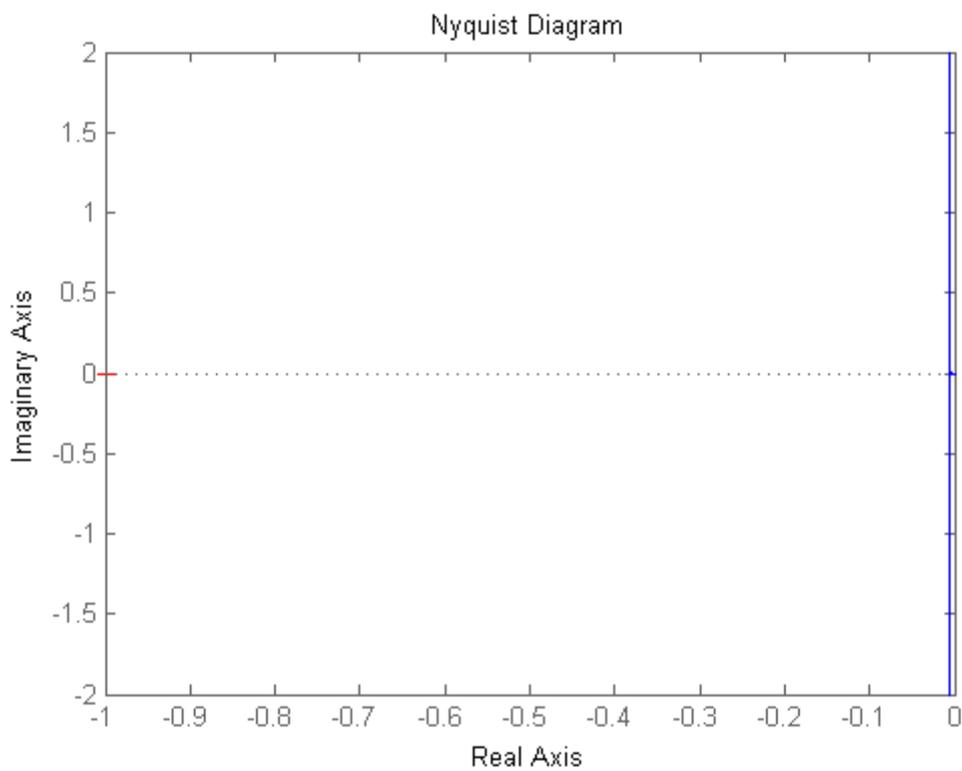
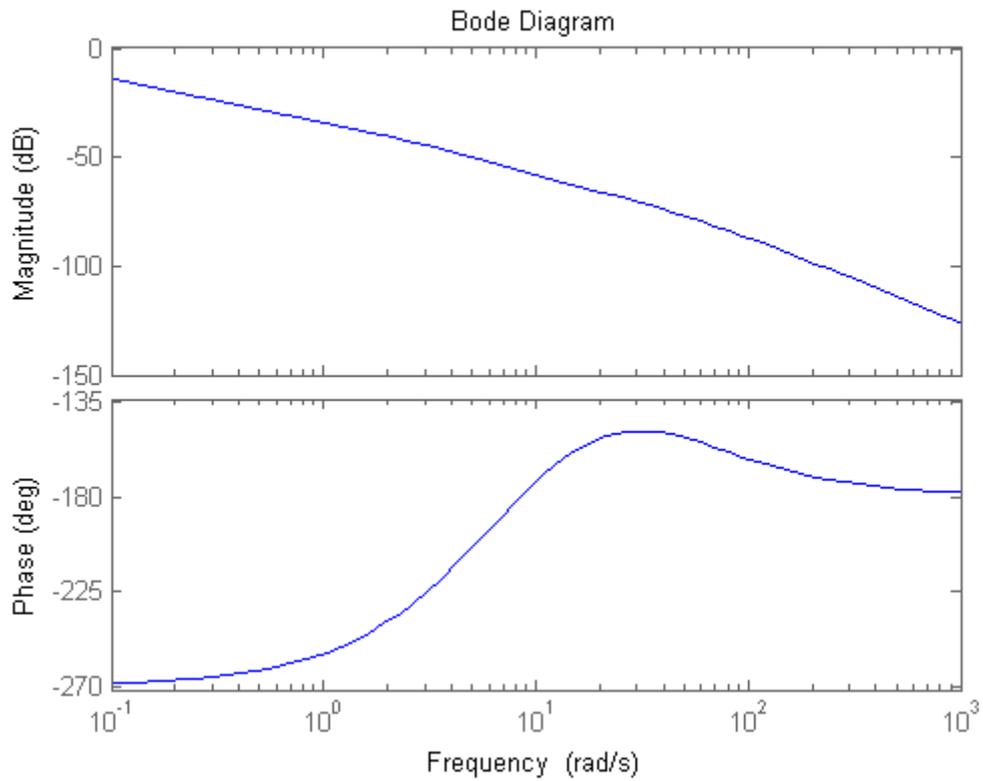
Kr =

2

Ga1 =

$$\frac{s + 10}{2s^3 + 90s^2 - 500s}$$

Continuous-time transfer function.



**Punto d): calcolo di  $W(s)$  e dei suoi poli per  $K_c=800$  dopo studio della stabilità**

```
% Dallo studio della stabilità in catena chiusa con il criterio di Nyquist:
% n_ia = 1
% n_ic = 2 per  $0 < K_c < 642$ 
% n_ic = 0 (asintotica stabilità) per  $K_c > 642$ 
% n_ic = 1 per qualunque  $K_c < 0$ 
```

$K_c=800$

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

Kc =

800

W =

$$\frac{800 s + 8000}{s^3 + 45 s^2 + 150 s + 4000}$$

Continuous-time transfer function.

Pole	Damping	Frequency (rad/seconds)	Time Constant (seconds)
-6.69e-01 + 9.55e+00i	6.99e-02	9.57e+00	1.50e+00
-6.69e-01 - 9.55e+00i	6.99e-02	9.57e+00	1.50e+00
-4.37e+01	1.00e+00	4.37e+01	2.29e-02

### 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 =

$$\frac{4 s^3 + 180 s^2 - 1000 s}{2 s^3 + 90 s^2 + 300 s + 8000}$$

Continuous-time transfer function.

Wd1 =

$$\frac{s + 10}{s^3 + 45 s^2 + 150 s + 4000}$$

Continuous-time transfer function.

Wd2 =

$$\frac{2 s^3 + 90 s^2 - 500 s}{2 s^3 + 90 s^2 + 300 s + 8000}$$

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  $K_r/K_Ga = K_r/(K_c*K_f/K_r)$ 
% perché il sistema è di tipo 1

% effetto del disturbo  $d1$  costante sull'uscita pari a  $d1/(K_c/K_r)$  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_1_1')
sim('es_VI_1_1')
```

errore\_r =

-0.1250

effetto\_d1 =

2.5000e-04

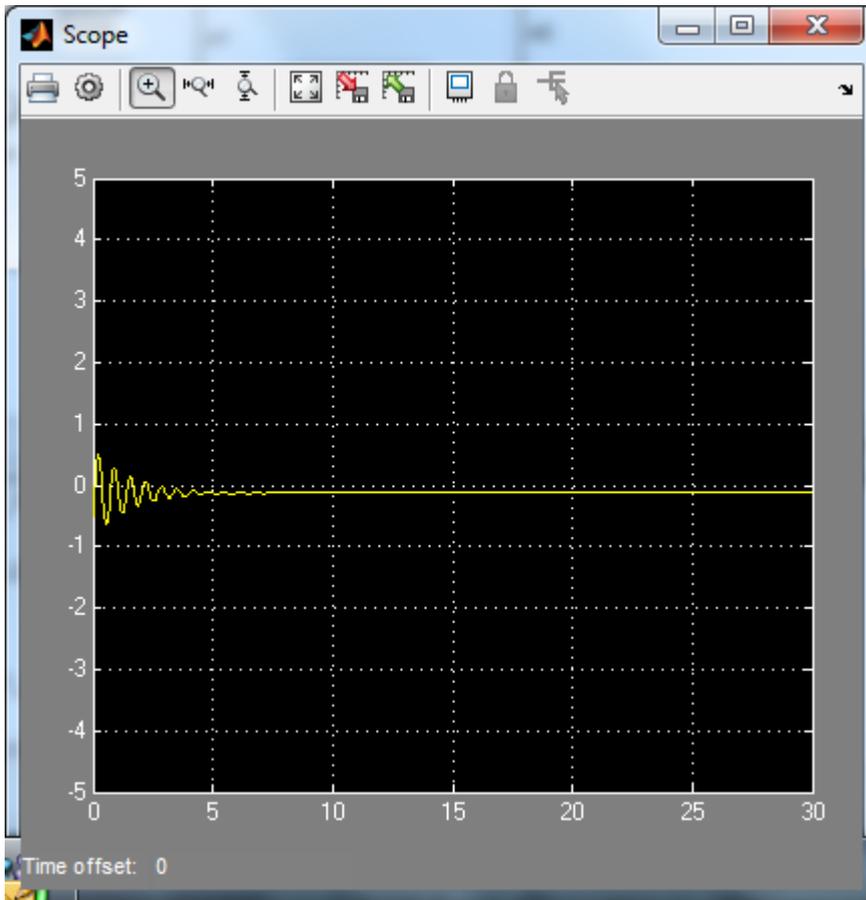
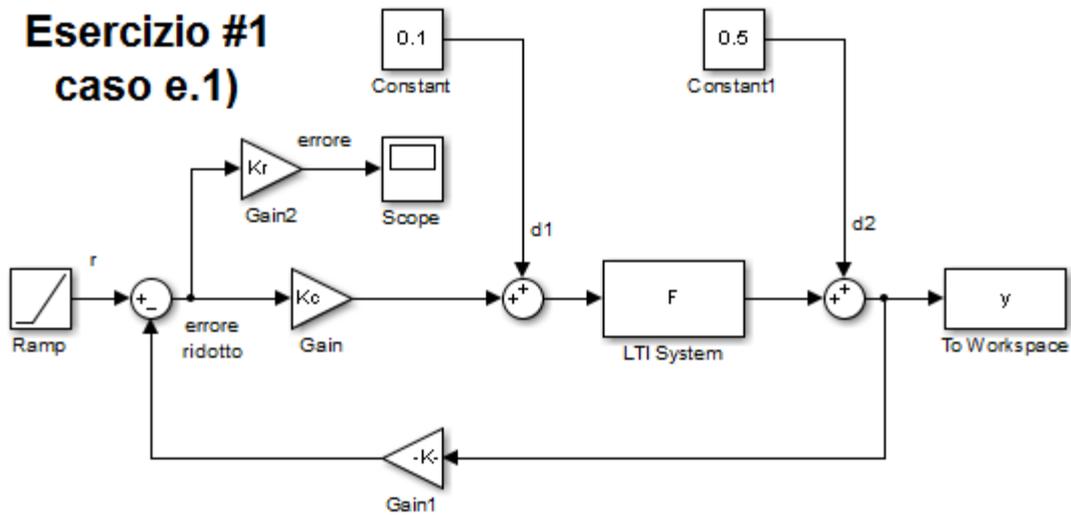
effetto\_d2 =

0

errore\_tot =

-0.1253

## Esercizio #1 caso e.1)



**Caso e.2):  $r(t)=2$ ,  $d_1(t)=0$ ,  $d_2(t)=0.01t$**

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

```
% effetto del disturbo  $d_1$  NULLO essendo nullo il disturbo
```

```
% effetto del disturbo  $d_2 = \alpha_{d2} \cdot t$  (rampa) sull'uscita pari ad  $\alpha_{d2}/K_Ga = \alpha_{d2}/(K_c \cdot K_f / K_r)$ 
% perché il sistema è di tipo 1
```

```
errore_r=dcgain(s*We*2/s)
effetto_d1=dcgain(s*Wd1*0)
effetto_d2=dcgain(s*Wd2*0.01/s^2)
errore_tot=errore_r-(effetto_d1+effetto_d2)
```

```
open_system('es_VI_1_2')
sim('es_VI_1_2')
```

errore\_r =

0

effetto\_d1 =

0

effetto\_d2 =

-6.2500e-04

errore\_tot =

6.2500e-04

# Esercizio #1 caso e.2)

