

# Esercitazione di laboratorio #5 - Controlli Automatici

## Esercizio #1

Autori: M. Indri, M. Taragna (ultima modifica: 11/05/2020)

### Contents

---

- Comandi di pulizia iniziali
- Definizione del sistema
- Punto a): studio di  $F(s)$
- Punti b) e c): studio di  $G_a(s)$
- Punto d): calcolo di  $W(s)$  e dei suoi poli
- 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):  $r(t)=2t$ ,  $d_1(t)=0$ ,  $d_2(t)=0.01t$
- Caso e.3):  $r(t)=t^2/2$ ,  $d_1(t)=0$ ,  $d_2(t)=0$
- Caso e.4):  $r(t)=t^2/2$ ,  $d_1(t)=0.1$ ,  $d_2(t)=0.2$

### Comandi di pulizia iniziali

---

```
clear all, close all, clc
```

### Definizione del sistema

---

```
s=tf('s');  
F=(s^2+11*s+10)/(s^4+4*s^3+8*s^2)  
Kr=1;
```

F =

$$\frac{s^2 + 11 s + 10}{s^4 + 4 s^3 + 8 s^2}$$

Continuous-time transfer function.

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

---

```
% Guadagno stazionario di F(s)  
Kf=dcgain(s^2*F) % F(s) ha 2 poli nell'origine  
  
% Zeri e poli di F(s)  
zero(F)  
pole(F)  
damp(F)  
  
% Diagrammi di Bode di F(jw)  
bode(F)
```

Kf =

1.2500

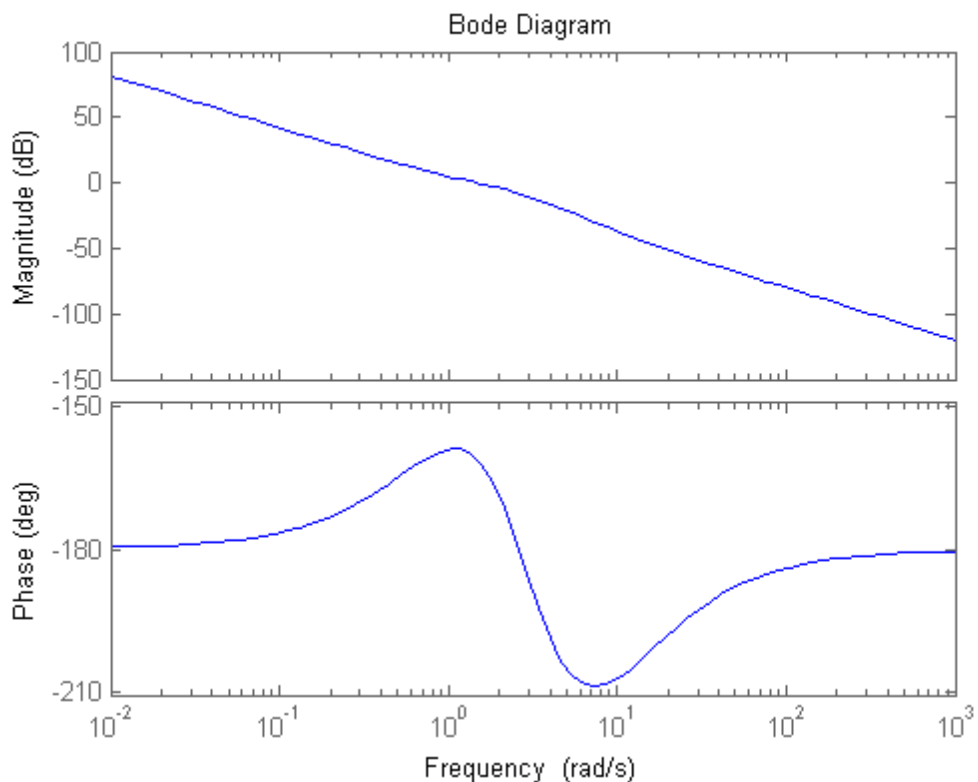
ans =

-10  
-1

ans =

0.0000 + 0.0000i  
0.0000 + 0.0000i  
-2.0000 + 2.0000i  
-2.0000 - 2.0000i

Pole	Damping	Frequency (rad/seconds)	Time Constant (seconds)
0.00e+00	-1.00e+00	0.00e+00	Inf
0.00e+00	-1.00e+00	0.00e+00	Inf
-2.00e+00 + 2.00e+00i	7.07e-01	2.83e+00	5.00e-01
-2.00e+00 - 2.00e+00i	7.07e-01	2.83e+00	5.00e-01



### Punti b) e c): studio di Ga(s)

```
Kc=1  
Ga=Kc*F/Kr
```

```
% Diagrammi di Bode di Ga(jw)  
figure, bode(Ga)
```

```
% Diagramma di Nyquist di Ga(jw), con ingrandimento
```

```
% in corrispondenza degli attraversamenti dell'asse reale  
figure, nyquist(Ga)
```

```
w=logspace(0,3,1000);  
figure, nyquist(Ga,w)
```

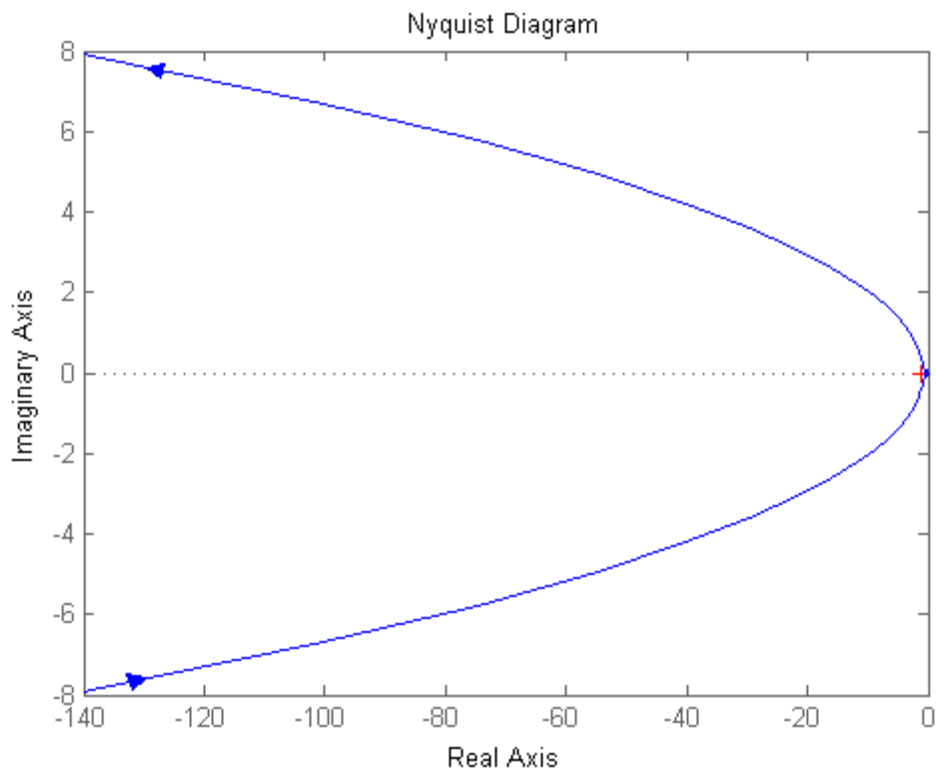
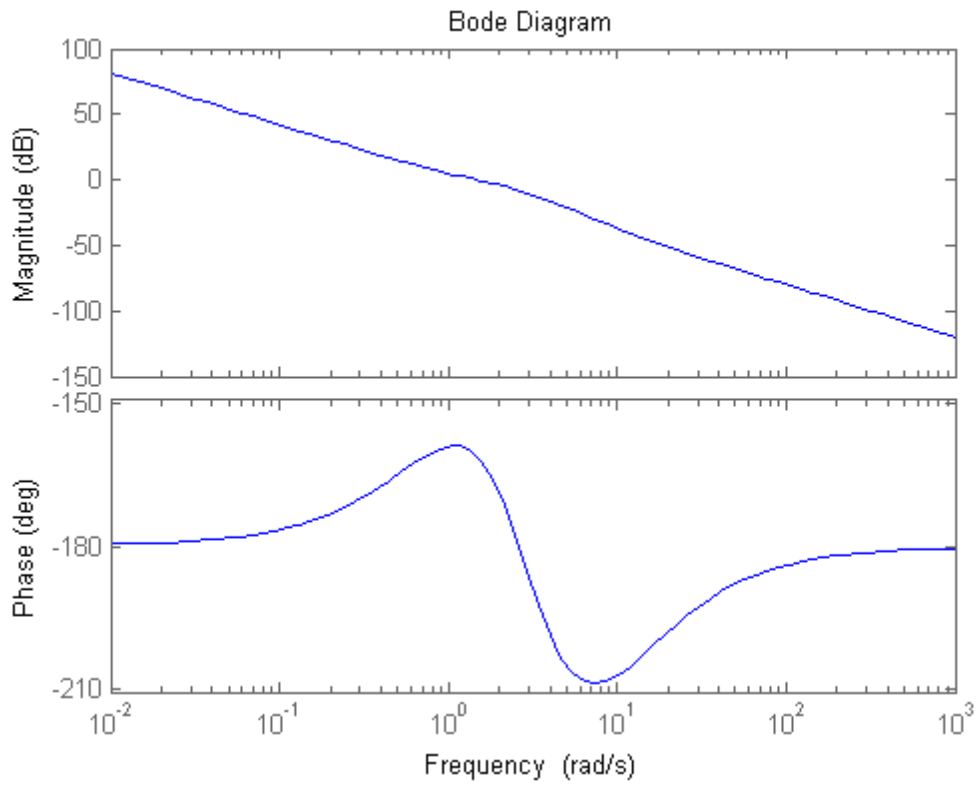
Kc =

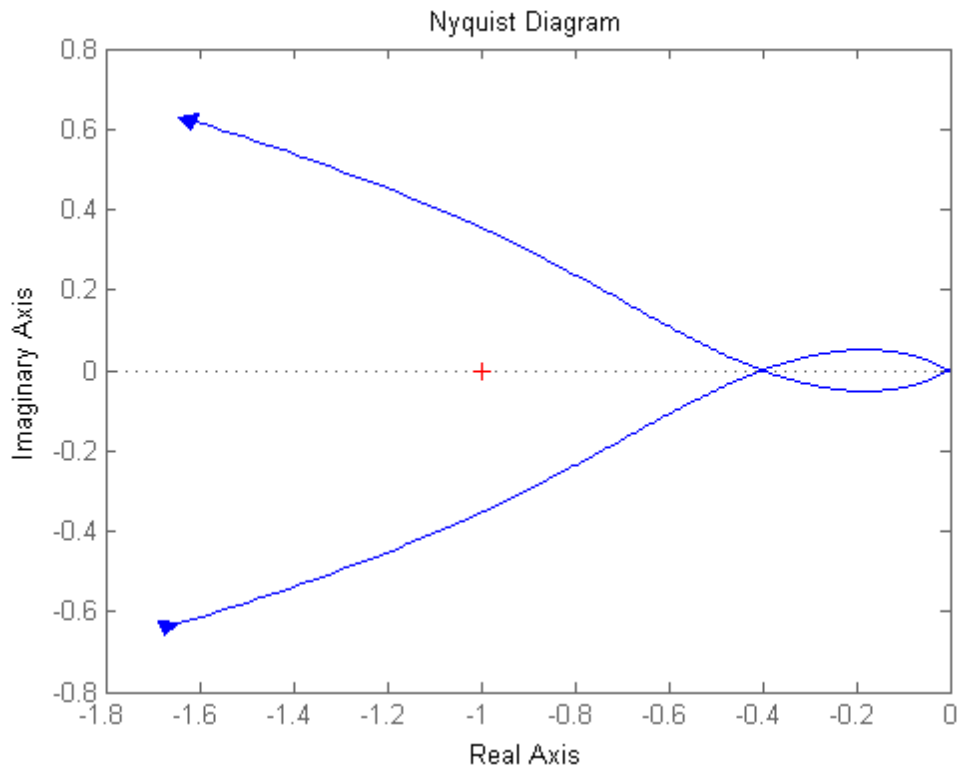
1

Ga =

$$\frac{s^2 + 11s + 10}{s^4 + 4s^3 + 8s^2}$$

Continuous-time transfer function.





**Punto d): calcolo di W(s) e dei suoi poli**

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

W =

$$\frac{s^2 + 11 s + 10}{s^4 + 4 s^3 + 9 s^2 + 11 s + 10}$$

Continuous-time transfer function.

Pole	Damping	Frequency (rad/seconds)	Time Constant (seconds)
-3.79e-01 + 1.51e+00i	2.43e-01	1.56e+00	2.64e+00
-3.79e-01 - 1.51e+00i	2.43e-01	1.56e+00	2.64e+00
-1.62e+00 + 1.22e+00i	8.00e-01	2.03e+00	6.17e-01
-1.62e+00 - 1.22e+00i	8.00e-01	2.03e+00	6.17e-01

**Punto e): errore di inseguimento in regime permanente**

Nota bene: il sistema di controllo e' di tipo 2

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

We =

$$\frac{s^4 + 4s^3 + 8s^2}{s^4 + 4s^3 + 9s^2 + 11s + 10}$$

Continuous-time transfer function.

Wd1 =

$$\frac{s^2 + 11s + 10}{s^4 + 4s^3 + 9s^2 + 11s + 10}$$

Continuous-time transfer function.

Wd2 =

$$\frac{s^4 + 4s^3 + 8s^2}{s^4 + 4s^3 + 9s^2 + 11s + 10}$$

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 NULLO perché il sistema è di
% tipo 2

% 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_V_1')
sim('es_V_1')
```

errore\_r =

0

effetto\_d1 =

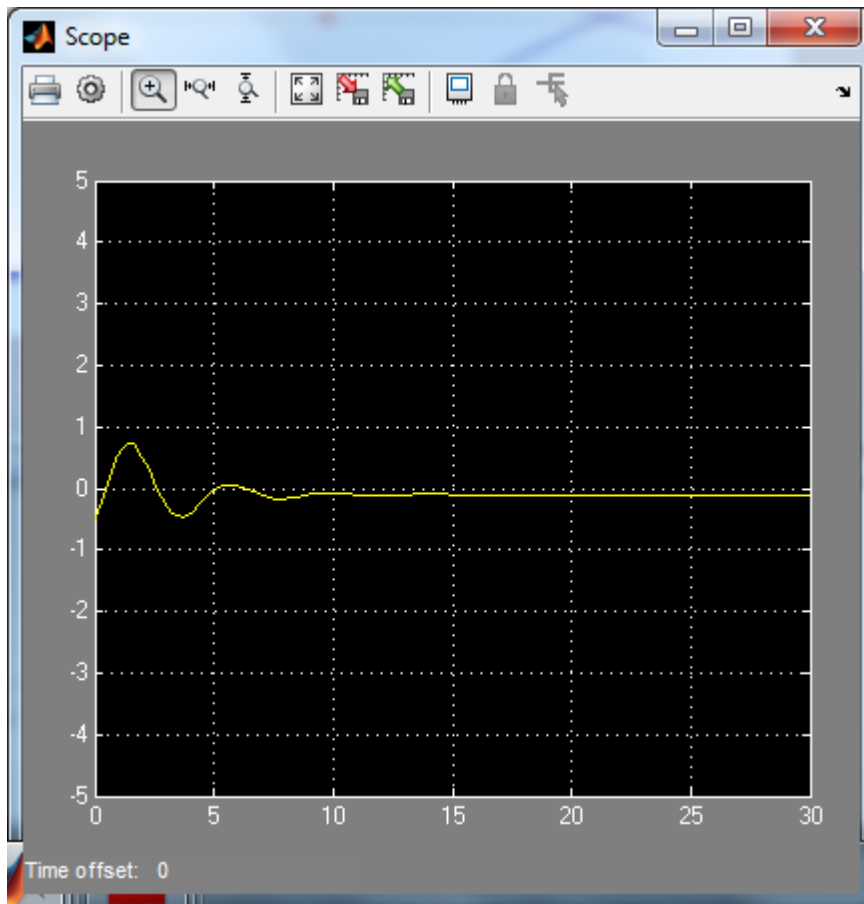
0.1000

effetto\_d2 =

0

errore\_tot =

-0.1000



### Caso e.2): $r(t)=2t$ , $d1(t)=0$ , $d2(t)=0.01t$

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

% effetto del disturbo d1 NULLO essendo nullo il disturbo

% effetto del disturbo d2 a rampa sull'uscita NULLO perché il sistema è di
% tipo 2

errore_r=dcgain(s*We*2/s^2)
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_V_2')
sim('es_V_2')
```

errore\_r =

0

effetto\_d1 =

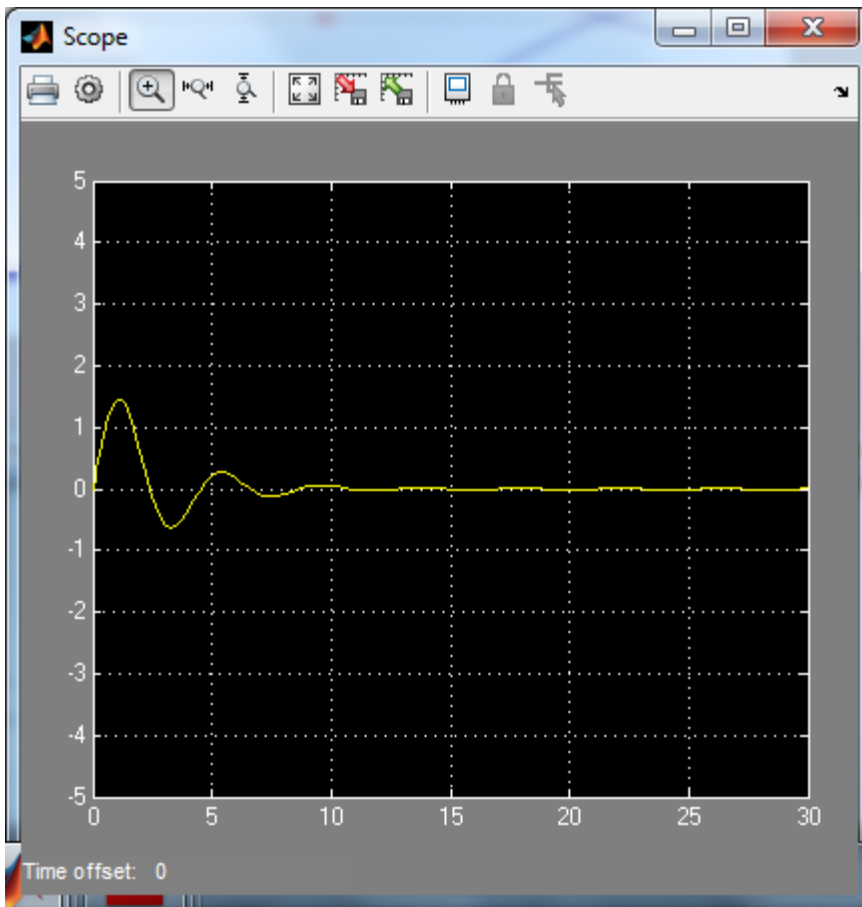
0

effetto\_d2 =

0

errore\_tot =

0



### Caso e.3): $r(t)=t^2/2$ , $d1(t)=0$ , $d2(t)=0$

```
% errore intrinseco di inseguimento a  $r(t) = t^2/2$  pari a  $Kr/KGa$  (con  $KGa = Kc*Kf/Kr$ )  
% perché il sistema è di tipo 2  
  
% effetto del disturbo d1 NULLO essendo nullo il disturbo  
  
% effetto del disturbo d2 NULLO essendo nullo il disturbo  
  
errore_r=dcgain(s*We*1/s^3)  
effetto_d1=dcgain(s*Wd1*0)  
effetto_d2=dcgain(s*Wd2*0)  
errore_tot=errore_r-(effetto_d1+effetto_d2)  
  
open_system('es_V_3')  
sim('es_V_3')
```

errore\_r =

0.8000

effetto\_d1 =

0

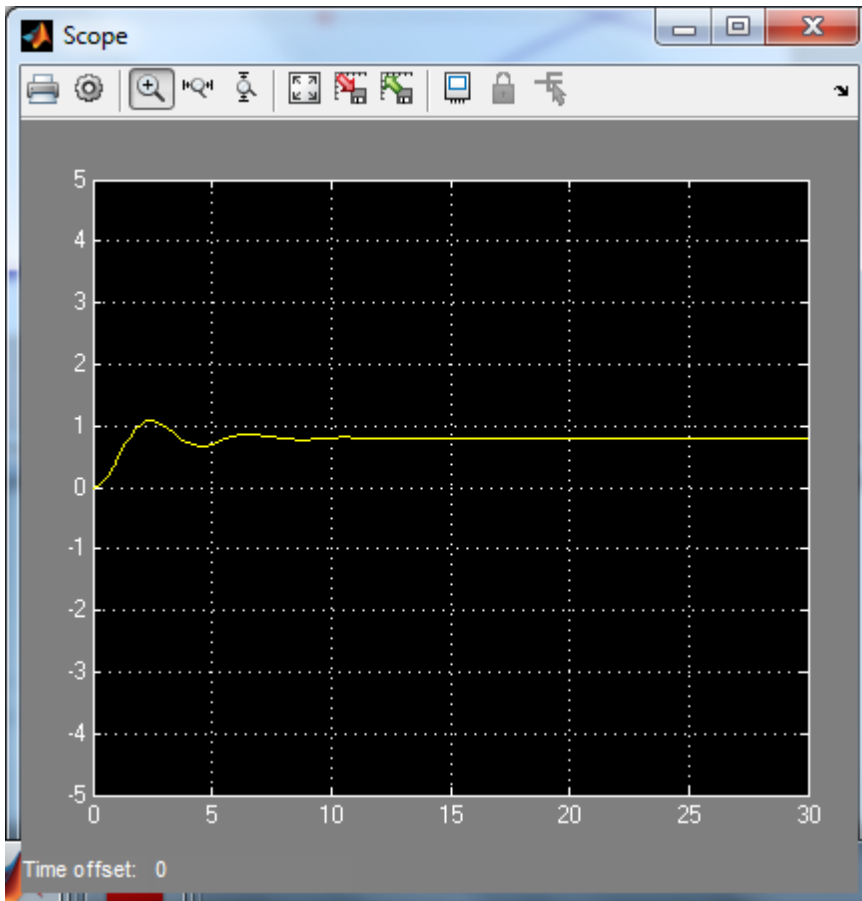


effetto\_d2 =

0

errore\_tot =

0.8000



#### Caso e.4): $r(t)=t^2/2$ , $d1(t)=0.1$ , $d2(t)=0.2$

```
% errore intrinseco di inseguimento a  $r(t) = t^2/2$  pari a  $Kr/KGa$  (con  $KGa = Kc*Kf/Kr$ )  
% perché il sistema è di tipo 2
```

```
% 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^3)  
effetto_d1=dcgain(s*Wd1*0.1/s)  
effetto_d2=dcgain(s*Wd2*0.2/s)  
errore_tot=errore_r-(effetto_d1+effetto_d2)
```

```
open_system('es_V_4')  
sim('es_V_4')
```

errore\_r =

0.8000

effetto\_d1 =

0.1000

effetto\_d2 =

0

errore\_tot =

0.7000

