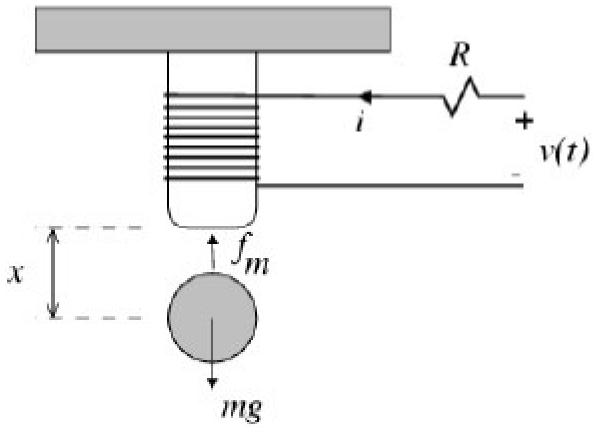
TALLER FINAL TAC

Julian Augusto Cortes Gomez -1803147

David Esteban Garcia Veloza - 1803346



De manera inicial se procede a hallar las ecuaciones matematicas que describen el sistema mostrado anteriormente:

x1p = x_2

x2p =

$$g - \frac{c\,x_3^2}{m\,x_1}$$

x3p =

$$\frac{u}{L} - \frac{r\,x_3}{L}$$

xe = $\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 \end{pmatrix}$

y = x_1

A =

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ \frac{c\,x_3^2}{m\,x_1^2} & 0 & -\frac{2\,c\,x_3}{m\,x_1} \\ 0 & 0 & -\frac{r}{L} \end{pmatrix}$$

B =

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{1}{L} \end{pmatrix}$$

C = $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$

D = 0

Vemos como las matrices del espacio de estados aun dependen de el punto de operacion y las constantes:

```
c = 0.1000

m = 0.0100

L = 0.1000

r = 10

g = 9.8100
```

x1 = x_1

x2 = 0

x3 = $\sqrt{0.9810\, x_1}$

u = $10\,\sqrt{0.9810\, x_1}$

Dejando como simbolico x1, tenemos el siguiente espacio de estados, el cual sera el usado para realizar los sistemas dinamicos.

A =

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ \frac{9.8100}{x_1} & 0 & -\frac{20\,\sqrt{0.9810\, x_1}}{x_1} \\ 0 & 0 & -100 \end{pmatrix}$$

```
B = 3×1
     0
     0
    10

C = 1×3
     1     0     0

D = 0
```

Para hallar los sistemas constantes, usamos un valor de x1=7mm y se porcede a realizar los demas controles.

```
x1 = 0.0070

A = 3×3
10^3 ×
         0    0.0010         0
    1.4014         0   -0.2368
         0         0   -0.1000

B = 3×1
     0
     0
    10

C = 1×3
     1     0     0
```

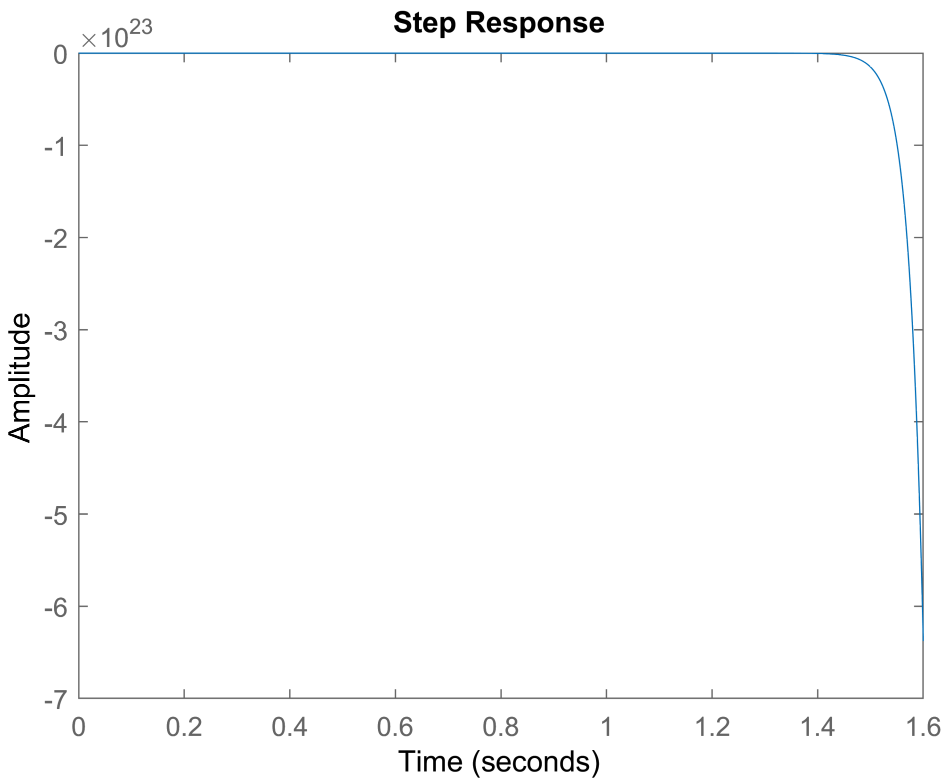
```
D = 0

num = 1×4
10^3 ×
        0         0         0   -2.3676
den = 1×4
10^5 ×
    0.0000    0.0010   -0.0140   -1.4014

ft =

              -2368
  ---------------------------------
  s^3 + 100 s^2 - 1401 s - 1.401e05

Continuous-time transfer function.
```




```
ts = 0.5000

zeta = 0.7000

wn = 11.4286
```

REGULADOR CTE's

```
pd = 1×3
    1.0000   16.0000  130.6122

pd = 1×4
10^3 ×
    0.0010    0.0560    0.7706    5.2245

Kreg = struct with fields:
```

```
    k1: [1×1 sym]
    k2: [1×1 sym]
    k3: [1×1 sym]

Kregulador = 1×3
  -35.3536   -0.9174   -4.4000
```

REGULADOR DINAMICO

Las ecuaciones de las constantes en funcion de x1 son:

k1 =

$$-\frac{3.6380\text{e-}16\ (7.1805\text{e+}16\, x_1 + 7.5503\text{e+}15)}{(0.9810\, x_1)^{0.5000}}$$

k2 =

$$-\frac{1.0204\text{e-}06\ (3776000\, x_1 + 48069)}{(0.9810\, x_1)^{0.5000}}$$

k3 = -4.4000

SERVOSISTEMA CTE's

```
pd = 1×5
10^5 ×
    0.0000    0.0010    0.0301    0.3605    2.0898

Aempaq = 4×4
10^3 ×
         0    0.0010         0         0
    1.4014         0   -0.2368         0
         0         0   -0.1000         0
   -0.0010         0         0         0

Bempaq = 4×1
     0
     0
    10
     0

KservoCTE = 1×4
  -72.0490   -1.8635   -0.4000   88.2650

pd = 1×3
    1.0000   16.0000  130.6122

pd = 1×4
10^3 ×
    0.0010    0.0560    0.7706    5.2245

tso = 0.0500

wno = 114.2857

pdo = 1×3
10^4 ×
    0.0001    0.0160    1.3061

pdo = 1×4
10^6 ×
```

```
    0.0000    0.0006    0.0771    5.2245

Kl = 3×1
        2700
     1657900
    -2058600
```

SERVOSISTEMA DINAMICO

Las ecuaciones de Ke en funcion de x1 son:

k1 =

$$-\frac{2.9104e\text{-}15\ (6.1932e{+}16\, x_1 + 1.6179e{+}15)}{(0.9810\, x_1)^{0.5000}}$$

k2 =

$$-\frac{9.0949e\text{-}17\ (1.6551e{+}17\, x_1 + 5.3931e{+}14)}{(0.9810\, x_1)^{0.5000}}$$

k3 = -0.4000

k4 =

$$-\frac{1.0449e{+}03\, x_1}{(0.9810\, x_1)^{0.5000}}$$

Y las del observador en funcion de x1:

kl1 = 2700

kl2 =

$$\frac{1.8626e\text{-}11\ (8.8934e{+}16\, x_1 + 5.2667e{+}11)}{x_1}$$

kl3 =

$$-\frac{2.4370e{+}07\, x_1}{(0.9810\, x_1)^{0.5000}}$$

SERVOSISTEMA DISCRETO CTE's

```
AB = 3×3
10^5 ×
         0    0.0000         0
         0         0    0.0000
    1.4014    0.0140   -0.0010
BB = 3×1
     0
     0
     1
CB = 1×3
10^3 ×
   -2.3676         0         0

DB = 0

tm = 0.0500
```

```
T = 0.0500
```

Hallamos las matrices G y H del sistema

```
GZ = 3×3
10^3 ×
    0.0025    0.0001    0.0000
    0.0840    0.0033    0.0000
    3.4753    0.1188    0.0008

HZ = 3×1
    0.0000
    0.0006
    0.0248
```

Diseñamos el polinomio deseado en discreto.

```
pd = 1×4
    1.0000   -1.2806    0.5109   -0.0225

pd = 1×5
    1.0000   -1.3306    0.5749   -0.0480    0.0011
```

Hallamos el G gorro y H gorro y se hallan las constantes

```
AE = 4×4
10^3 ×
    0.0025    0.0001    0.0000         0
    0.0840    0.0033    0.0000         0
    3.4753    0.1188    0.0008         0
   -5.8872   -0.2013   -0.0014    0.0010

BE = 4×1
    0.0000
    0.0006
    0.0248
   -0.0251

S = 4×4
    0.0000    0.0001    0.0006    0.0039
    0.0006    0.0035    0.0225    0.1465
    0.0248    0.1291    0.8450    5.4930
   -0.0251   -0.2435   -1.6734  -10.9684

phia = 4×4
10^6 ×
    0.0005    0.0000    0.0000         0
    0.0196    0.0007    0.0000         0
    0.7358    0.0270    0.0002         0
   -1.4713   -0.0541   -0.0004    0.0000

KI = -2.5292

KESCALON = 1×3
10^5 ×
    1.6005    0.0587    0.0004
```

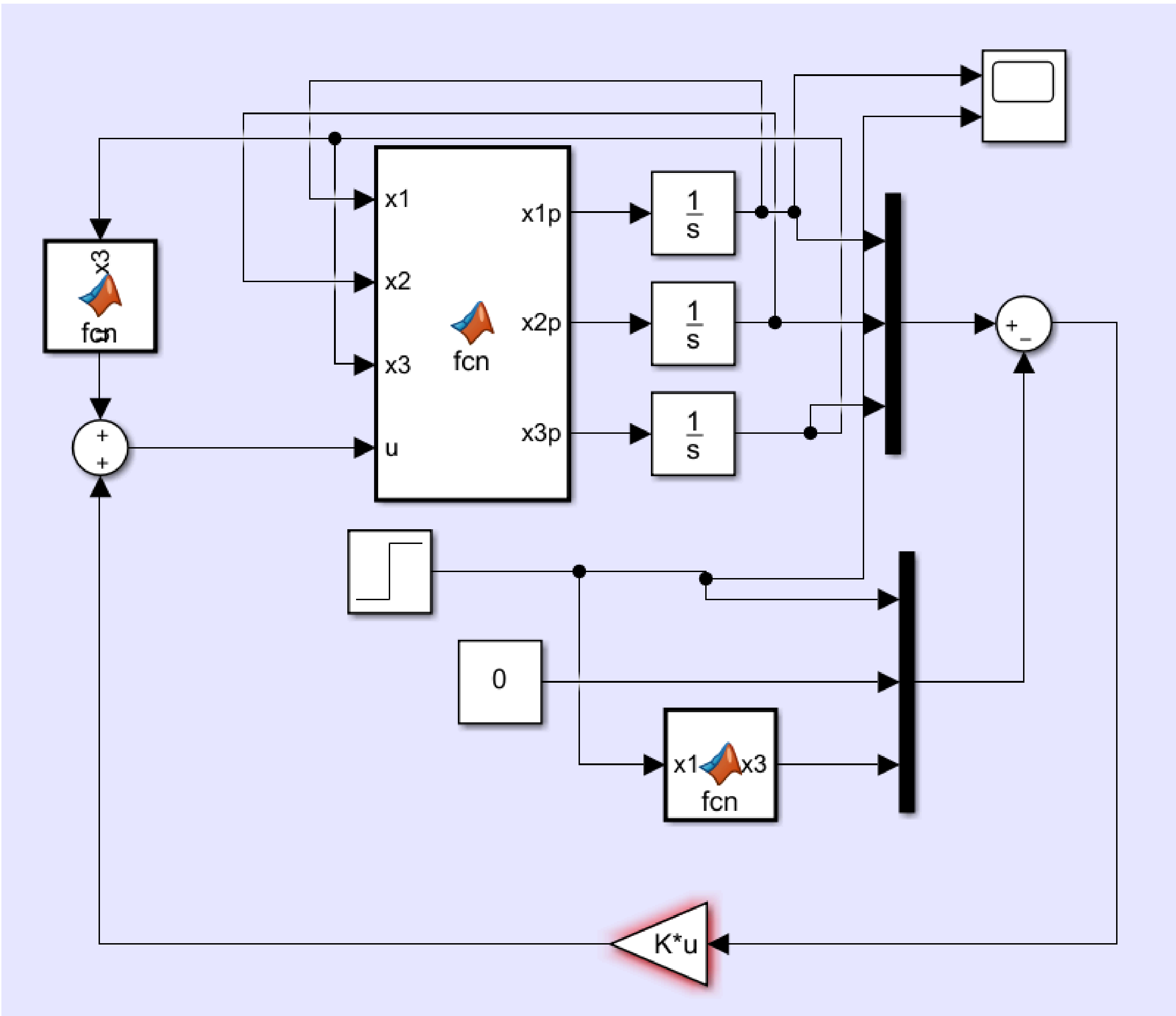
Se halla el observador de estados:

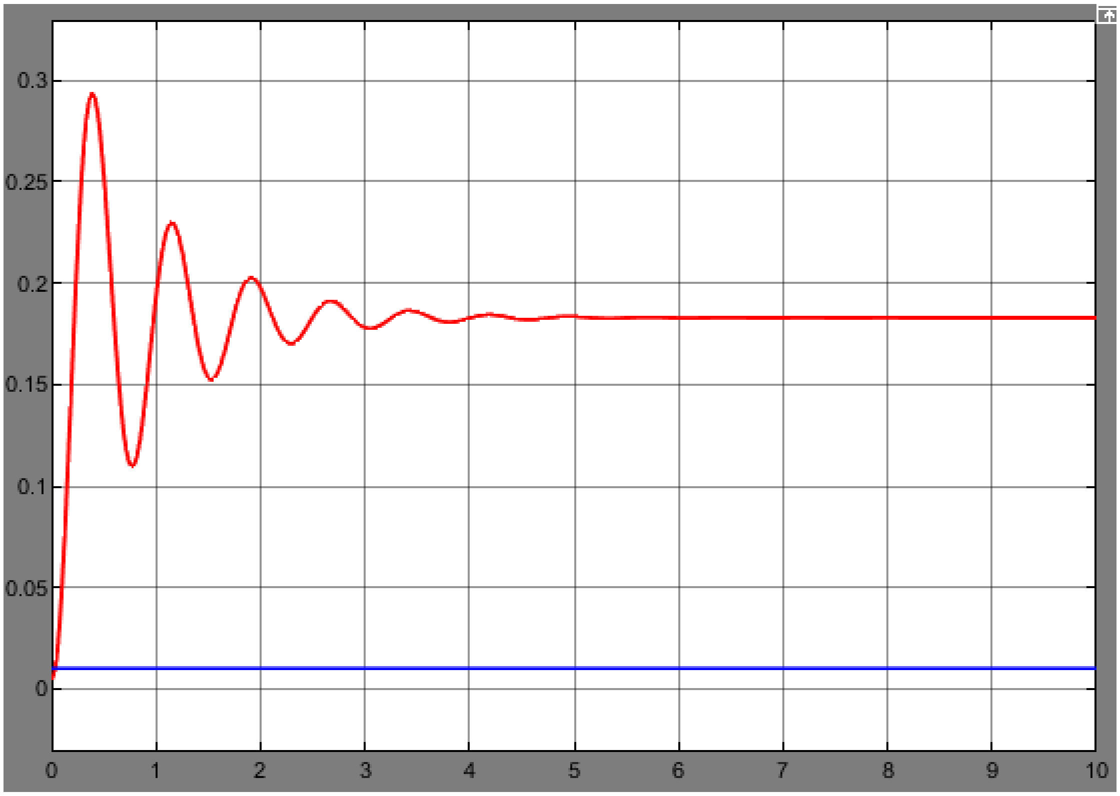
```
LO = 3×1
   -0.0004
   -0.0166
   -0.5904
```

Resultados

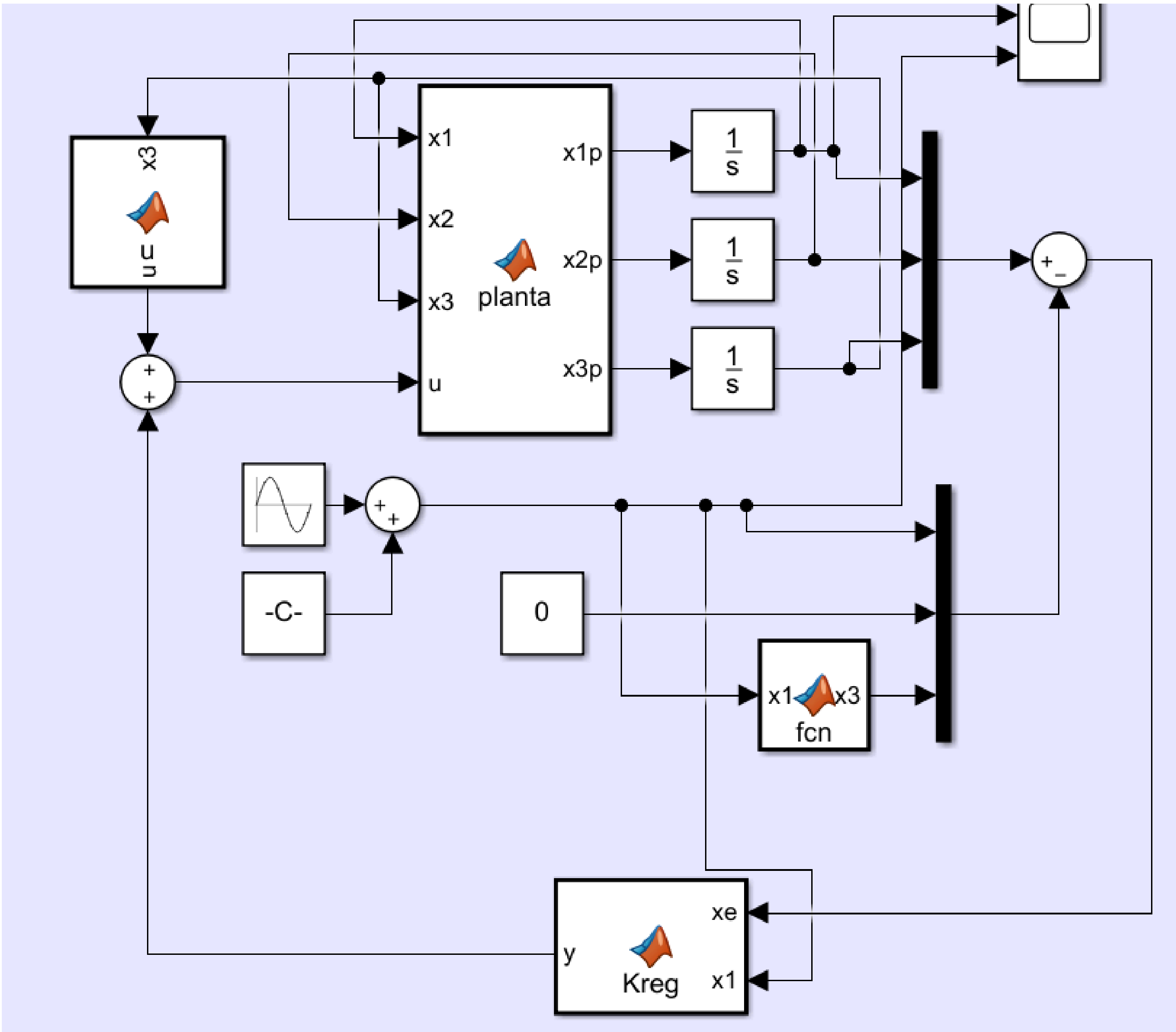
Reguladores

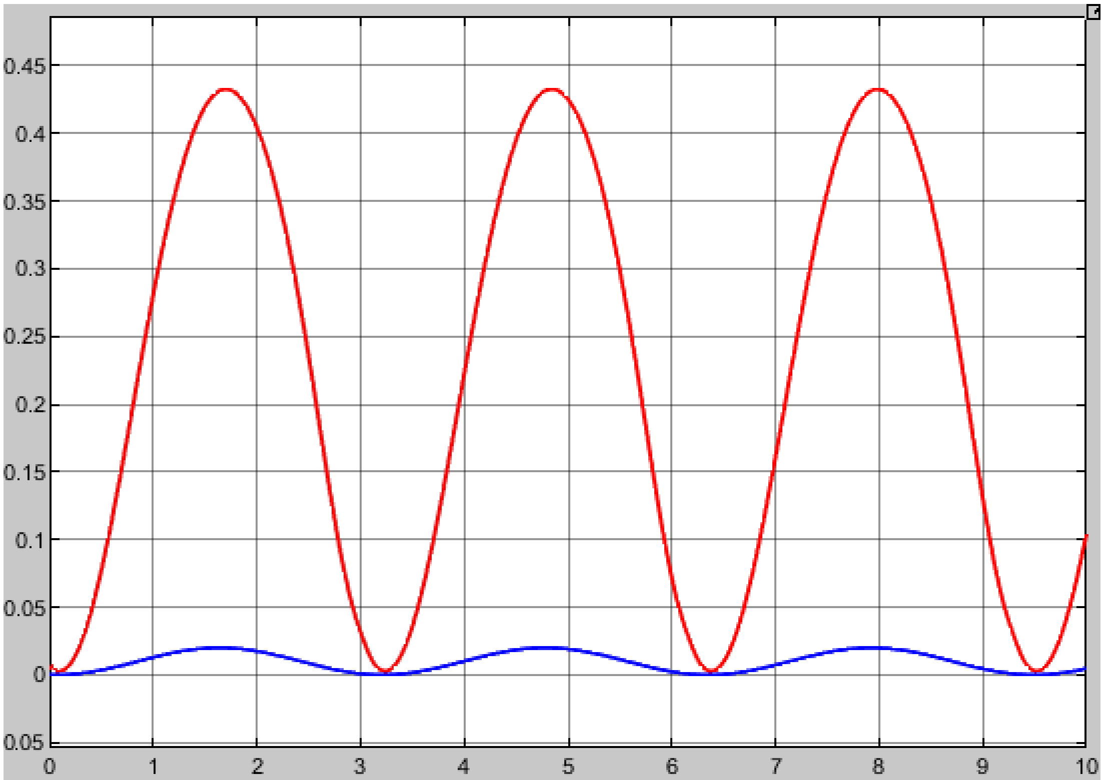
De manera inicial, se realizan reguladores, uno con constantes y otro con variables, si vemos el primer montaje es asi:



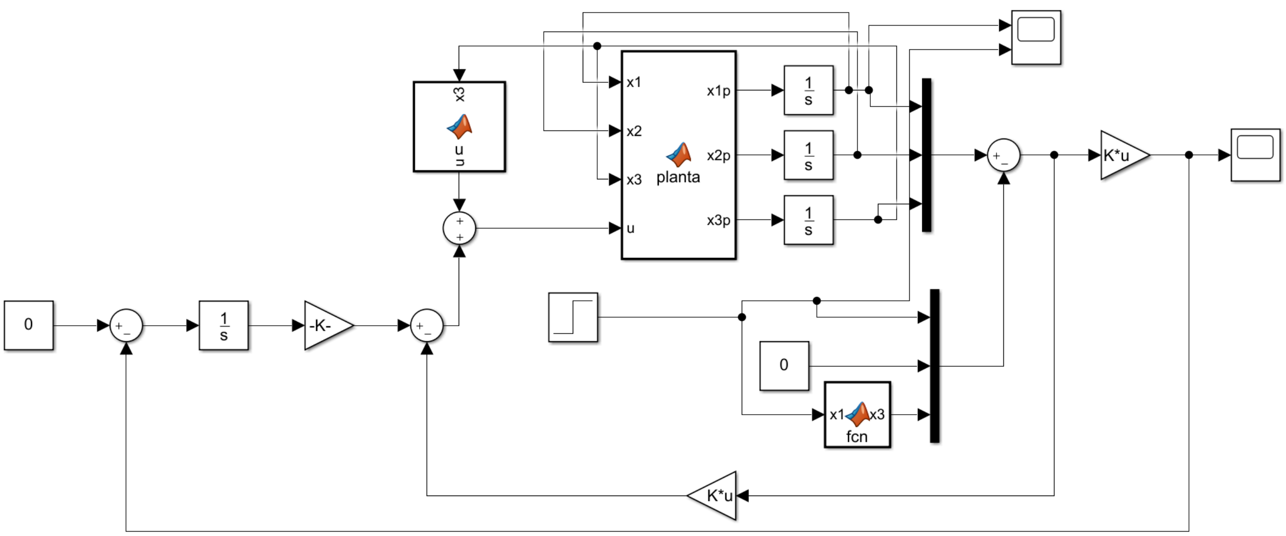


Y si lo hacemos con las funciones variables:


x3
u
x1
x2
x3
u
planta
x1p
x2p
x3p
1
s
1
s
1
s
-C-
0
x1
x3
fcn
xe
y
Kreg
x1

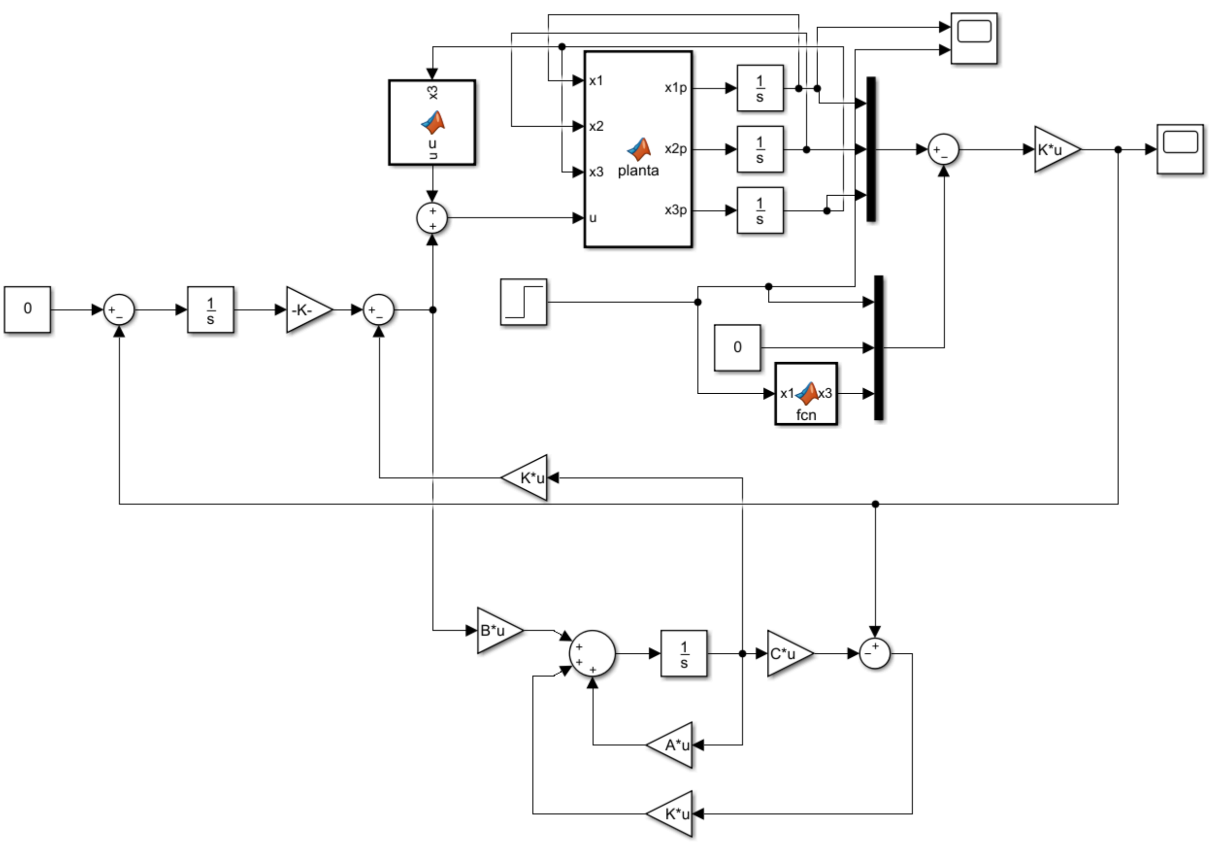


MONTAJE NUMERO 1: SERVOSISTEMA CON CONSTANTES

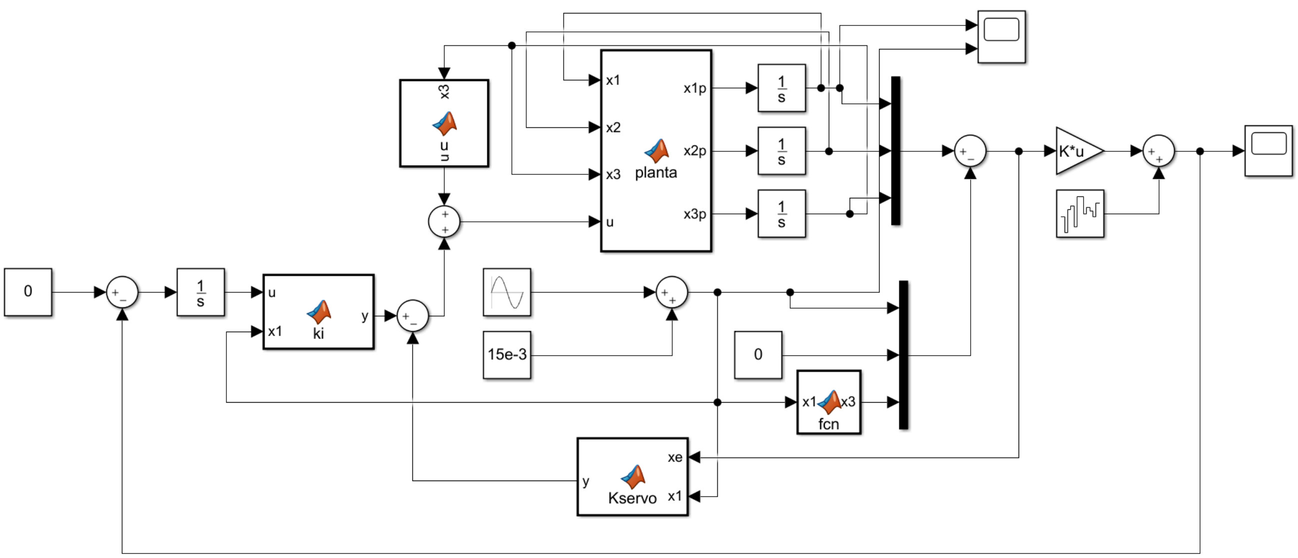


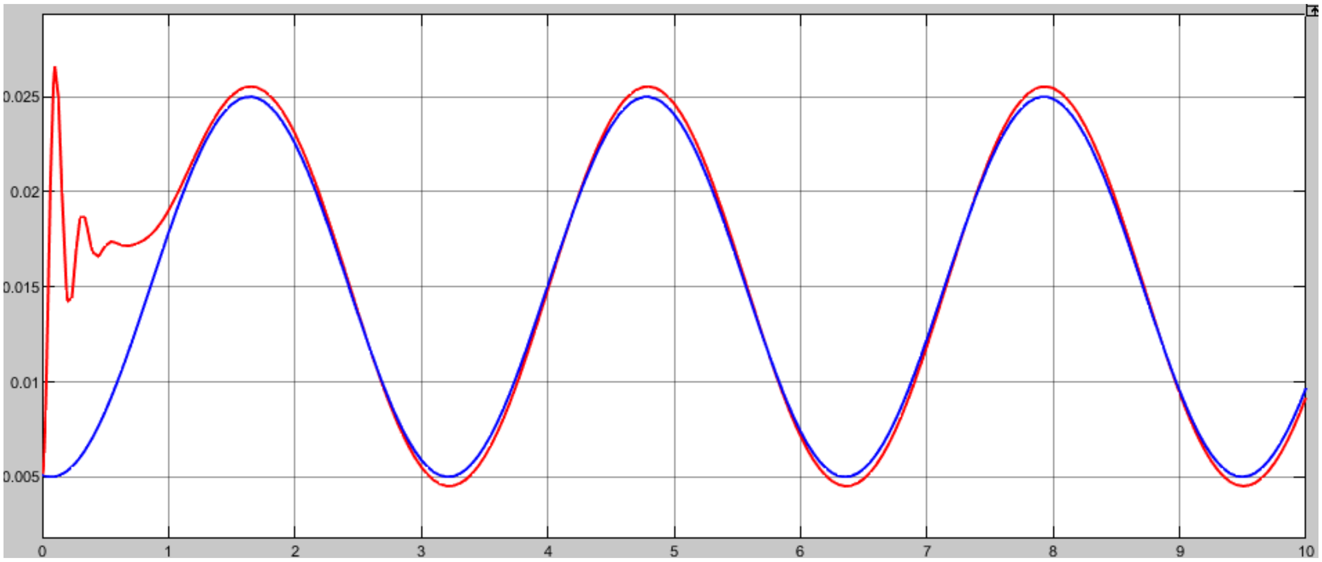
Donde vemos que sigue la referencia de 10mm

MONTAJE NUMERO 2: SERVOSISTEMA CON OBSERVADOR

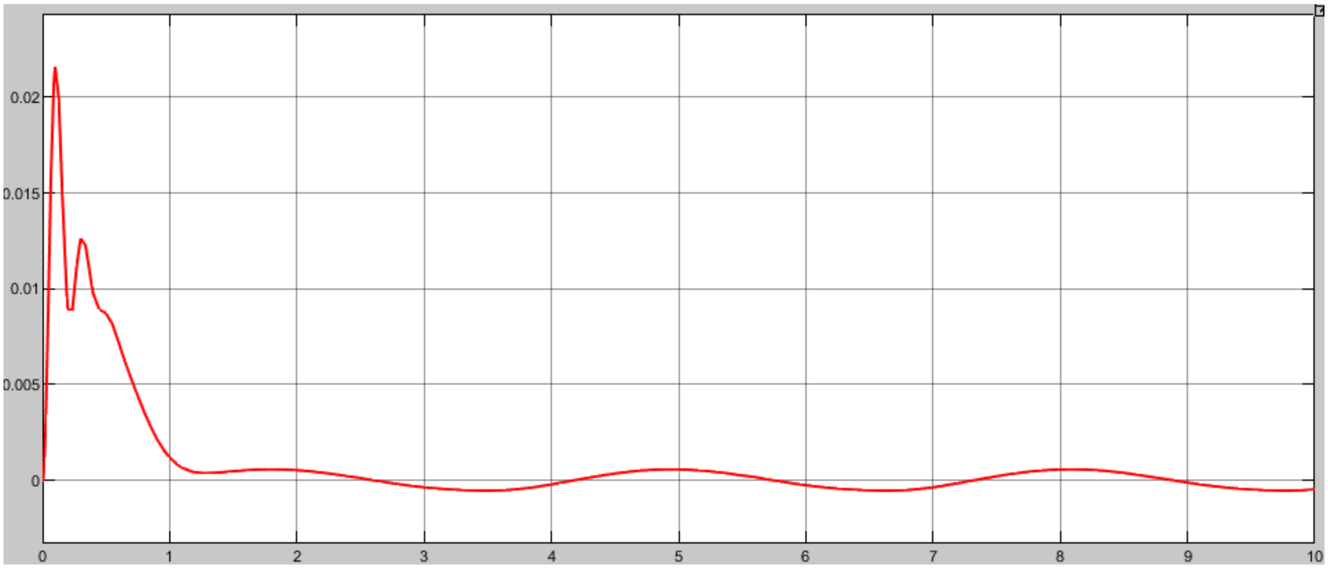


MONTAJE NUMERO 3: SERVOSISTEMA DINAMICO



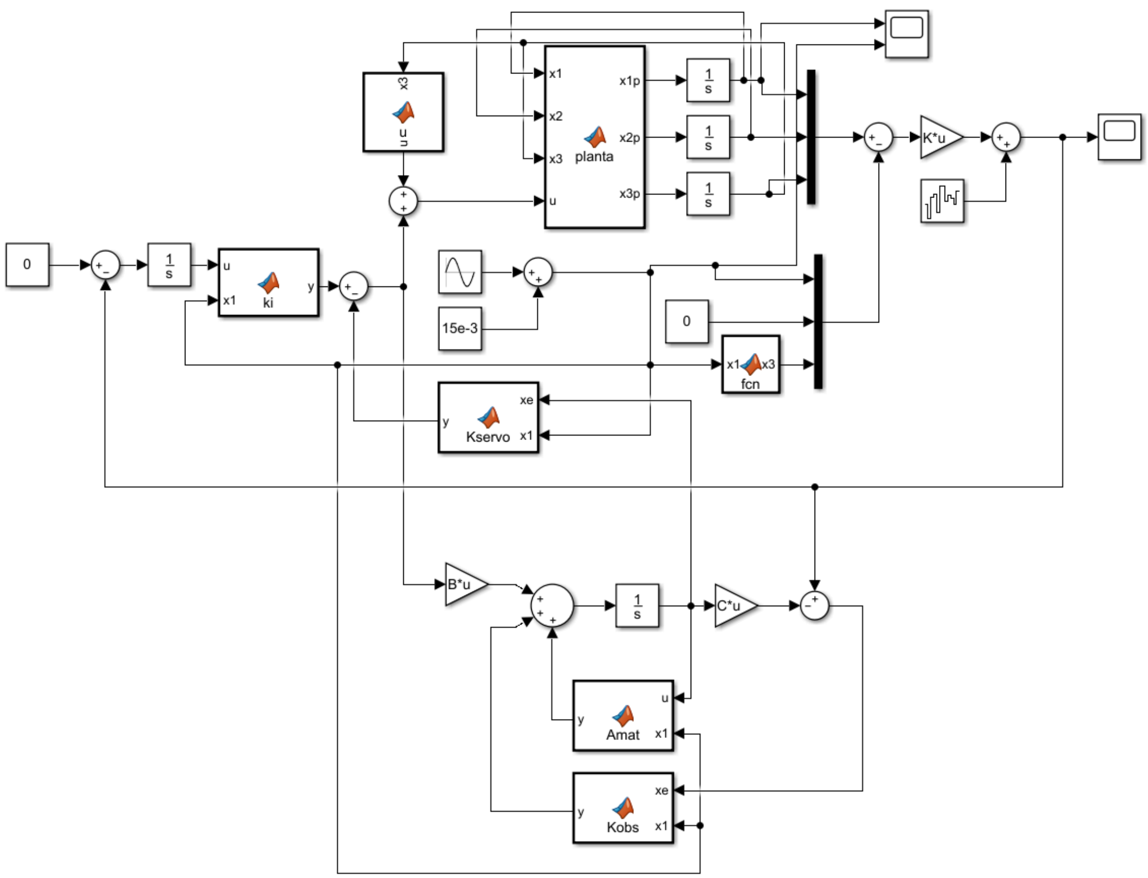


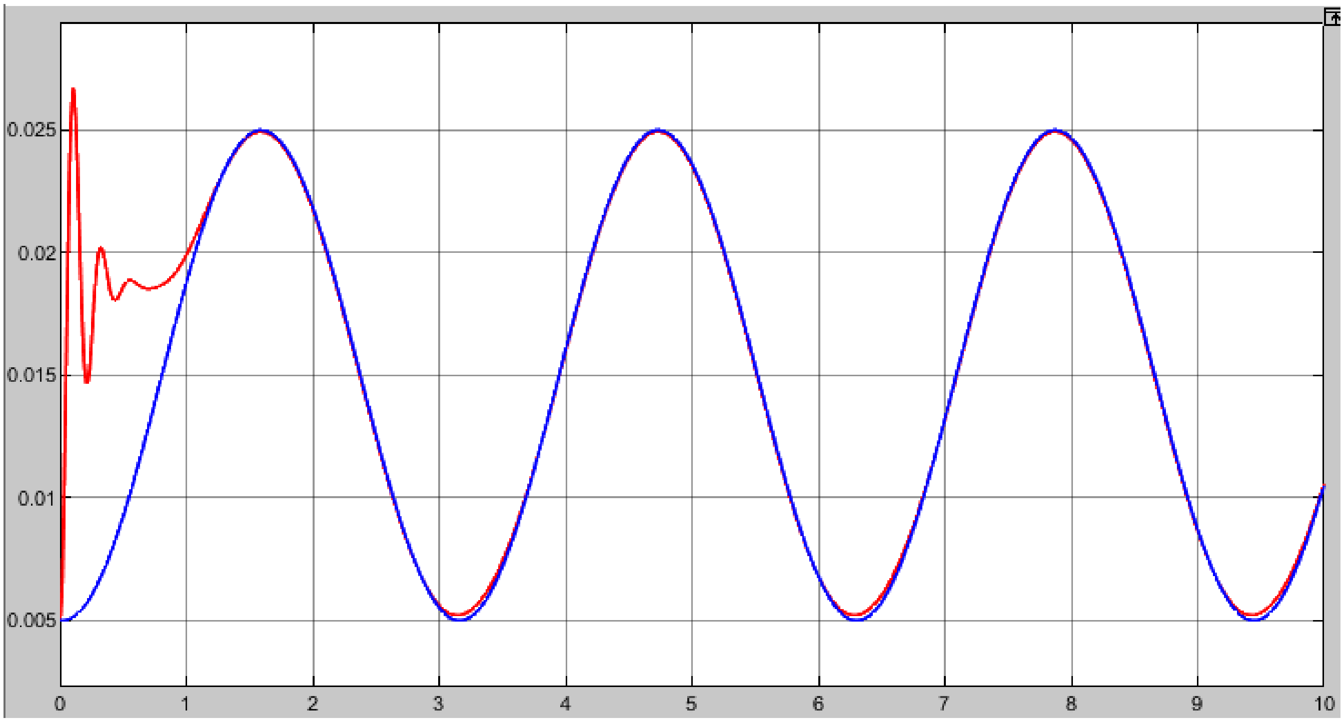
Donde vemos la salida sigue la señal senoidal con un error muy bajo, si miramos la salida del sistema veremos como sigue el cero:

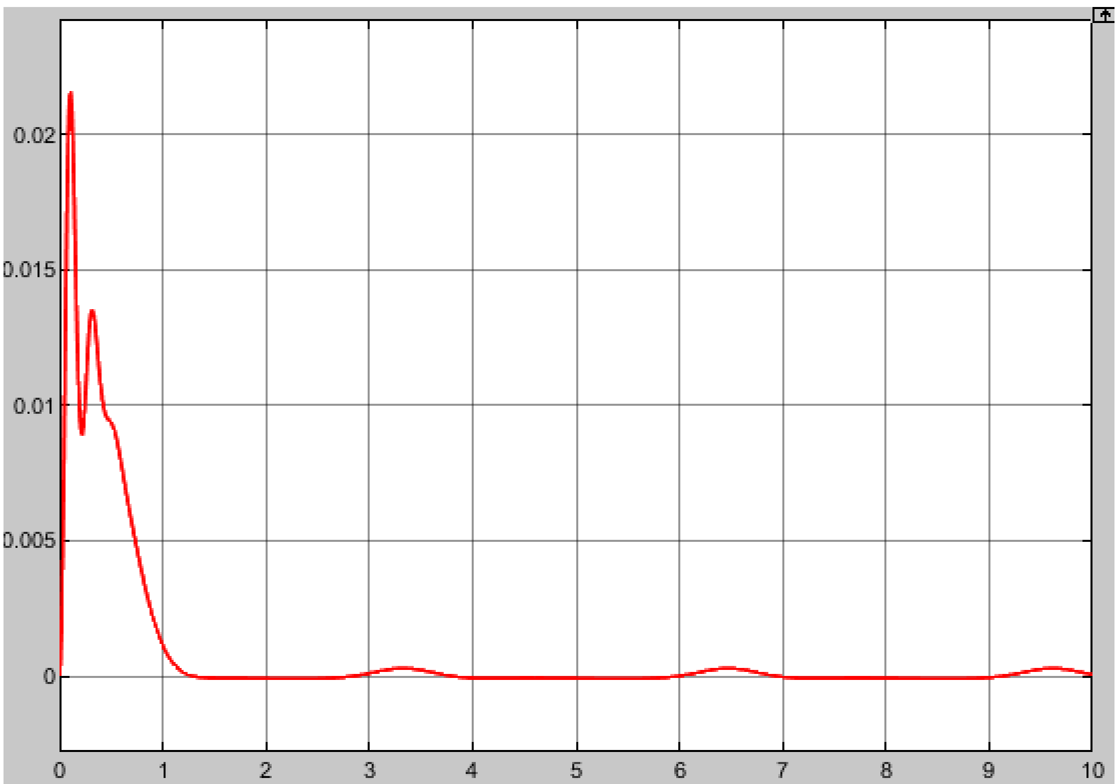


Si ahora vemos el comportamiento con white noise con power de 1e-7, tenemos:

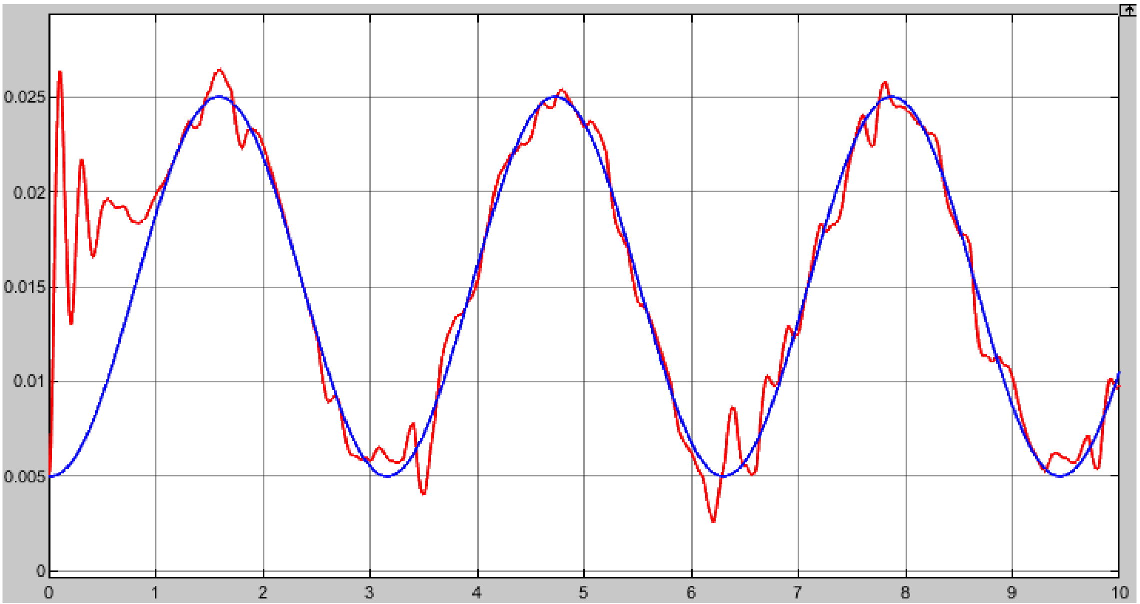
MONTAJE NUMERO 4: SERVOSISTEMA DINAMICO CON OBSERVADOR





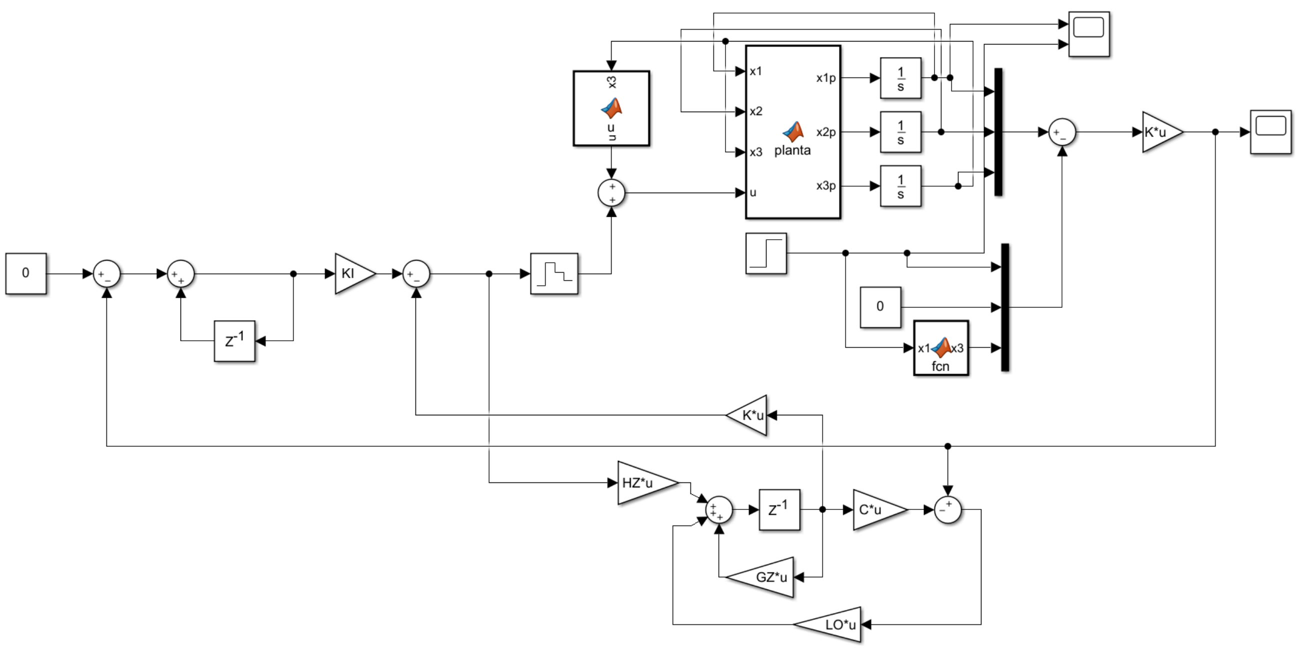


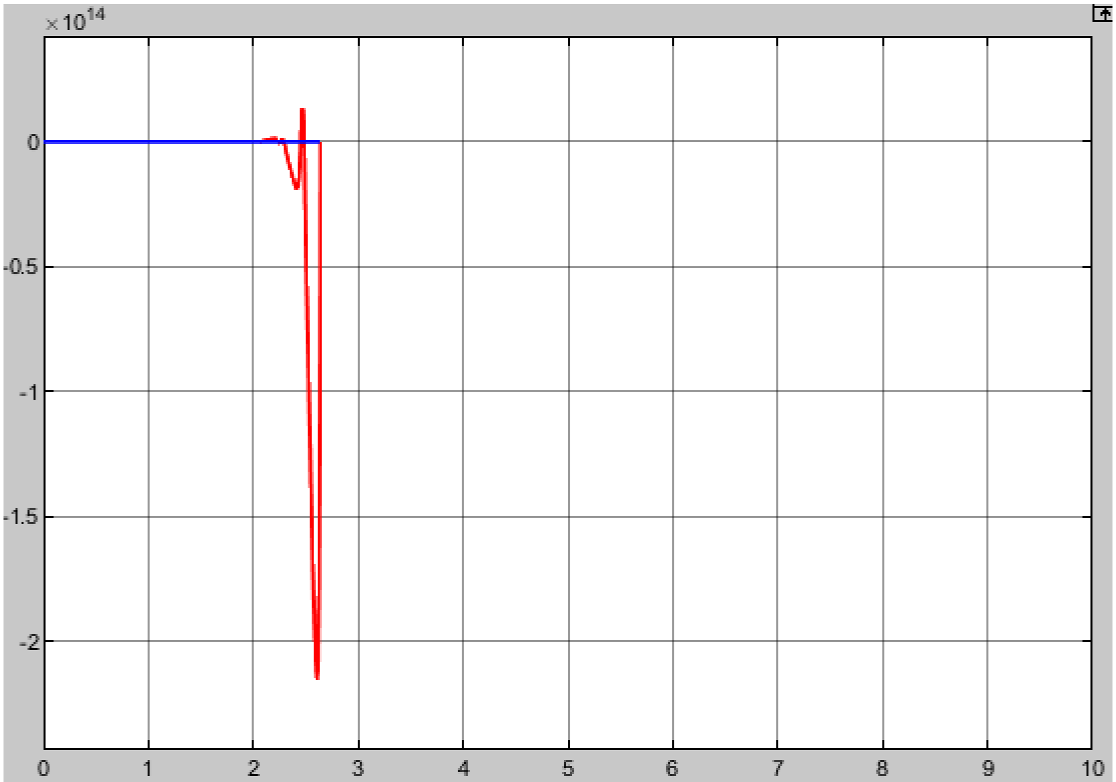
Si ahora añdimos ruido blanco, vemos el siguiente comportamiento con un noise power de 1e-8:



Aunque el sistema se mantiene siguiendo la señal, el ruido es notorio, mucho mas que el sistema sin observador, y aun siendo mucho menor el ruido de este.

MONTAJE 5: SERVOSISTEMA DISCRETO CON OBSERVADOR





MONTAJE 6: SERVOSISTEMA DINAMICO DISCRETO CON OBS

CONCLUSIONES:

- El uso de observador de estados hace mas facil su umplementacion real, al solo tener que sensar una salida, pero lo hace mucho mas suceptible al ruido que el sistema sin observador de estados como se vio en el caso de los servosistemas com white noise.
- El uso de sistemas de control dinamicos en plantas no lineales, hacen que sean mucho mas amplios en su aplicacion real, esto debido a que si rango de operacion varia justo en donde se le necesite controlar. lo que hace mas dificil su inestabilidad.