



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES
CÁTEDRA DE SISTEMAS DE CONTROL I

Ejercicios (1 al 9) Unidad 4

Nombre: Monja Ernesto Joaquín

DNI: 43.873.728

Año 2024

Problema 1:

Problema 1.1:

```
close all; clear all; history -c; clc;
pkg load symbolic;

syms s real;
G1 = 50/((1+0.5*s)*(1+2*s))
% Sistema Tipo 0

Kp = G1;
Kv = simplify(G1*s);
Ka = simplify(G1*s^2);

s = 0;
eval(Kp) % 50
eval(Kv) % 0
eval(Ka) % 0

ess_e = eval(1/(1+Kp)) % 0.019608
ess_r = eval(1/Kv) % Infinito
ess_p = eval(1/Ka) % Infinito
```

Problema 1.2:

```
close all; clear all; history -c; clc;
pkg load symbolic;

syms s real;
G2 = 2/(s*(1+0.1*s)*(1+0.5*s))
% Sistema Tipo 1

Kp = G2;
Kv = simplify(G2*s);
Ka = simplify(G2*s^2);

s = 0;
eval(Kp) % Infinito
eval(Kv) % 2
eval(Ka) % 0

ess_e = eval(1/(1+Kp)) % 0
ess_r = eval(1/Kv) % 0.5
ess_p = eval(1/Ka) % Infinito
```

Problema 1.3:

```

close all; clear all; history -c; clc;
pkg load symbolic;

syms s real;
G3 = 1/(s*(s^2 + 4*s + 200))
% Sistema Tipo 1

Kp = G3;
Kv = simplify(G3*s);
Ka = simplify(G3*s^2);

s = 0;
eval(Kp) % Infinito
eval(Kv) % 5*10^-3
eval(Ka) % 0

ess_e = eval(1/(1+Kp)) % 0
ess_r = eval(1/Kv) % 200
ess_p = eval(1/Ka) % Infinito

```

Problema 1.4:

```

close all; clear all; history -c; clc;
pkg load symbolic;

syms s real;
G4 = (30*(1+2*s)*(1+4*s))/(s*(s^2 + 2*s + 10))
% Sistema Tipo 1

Kp = G4;
Kv = simplify(G4*s);
Ka = simplify(G4*s^2);

s = 0;
eval(Kp) % Infinito
eval(Kv) % 3
eval(Ka) % 0

ess_e = eval(1/(1+Kp)) % 0
ess_r = eval(1/Kv) % 0.33
ess_p = eval(1/Ka) % Infinito

```

Problema 1.5:

```

close all; clear all; history -c; clc;
pkg load symbolic;

syms s real;
G5 = (10*(1+s))/(s*(s+4)*(4*s^2 + 6*s + 1))
% Sistema Tipo 1

Kp = G5;
Kv = simplify(G5*s);
Ka = simplify(G5*s^2);

s = 0;
eval(Kp) % Infinito
eval(Kv) % 2.5
eval(Ka) % 0

ess_e = eval(1/(1+Kp)) % 0
ess_r = eval(1/Kv) % 0.4
ess_p = eval(1/Ka) % Infinito

```

Problema 1.6:

```

close all; clear all; history -c; clc;
pkg load symbolic;

syms s K real;
G6 = K/((1 + s)*(1 + 10*s)*(1 + 20*s))
% Sistema Tipo 0

Kp = G6;
Kv = simplify(G6*s);
Ka = simplify(G6*s^2);

s = 0;
eval(Kp) % K
eval(Kv) % 0
eval(Ka) % 0

ess_e = eval(1/(1+Kp)) % 1/(1 + K)
ess_r = eval(1/Kv) % Infinito
ess_p = eval(1/Ka) % Infinito

```

Problema 1.7:

```

close all; clear all; history -c; clc;
pkg load symbolic;

syms s K real;
G7 = (10*(s + 1))/(s^2 *(s + 5)*(s + 6))
% Sistema Tipo 2

Kp = G7;
Kv = simplify(G7*s);
Ka = simplify(G7*s^2);

s = 0;
eval(Kp) % Infinito
eval(Kv) % Infinito
eval(Ka) % 0.33

ess_e = eval(1/(1+Kp)) % 0
ess_r = eval(1/Kv) % 0
ess_p = eval(1/Ka) % 3

```

Problema 1.8:

```

close all; clear all; history -c; clc;
pkg load symbolic;

syms s real;
G8 = (10*(s+1))/(s^3*(s^2 + 5*s + 5))
% Sistema Tipo 3

Kp = G8;
Kv = simplify(G8*s);
Ka = simplify(G8*s^2);

s = 0;
eval(Kp) % Infinito
eval(Kv) % Infinito
eval(Ka) % Infinito

ess_e = eval(1/(1+Kp)) % 0
ess_r = eval(1/Kv) % 0
ess_p = eval(1/Ka) % 0

```

Problema 1.9:

```

close all; clear all; history -c; clc;
pkg load symbolic;

syms s real;
G9 = 10/((1 + s)*(1 + 10*s)*(1 + 20*s))
% G9.inputdelay = -0.2
% Sistema Tipo 0

Kp = G9;
Kv = simplify(G9*s);
Ka = simplify(G9*s^2);

s = 0;
eval(Kp) % 10
eval(Kv) % 0
eval(Ka) % 0

ess_e = eval(1/(1+Kp)) % 0.0909
ess_r = eval(1/Kv) % Infinito
ess_p = eval(1/Ka) % Infinito

```

Problema 1.10:

```

close all; clear all; history -c; clc;
pkg load symbolic;

syms s real;
G10 = (100*(s + 1))/(s^2*(s + 5)*(s + 6)^2)
% Sistema Tipo 2

Kp = G10;
Kv = simplify(G10*s);
Ka = simplify(G10*s^2);

s = 0;
eval(Kp) % Infinito
eval(Kv) % Infinito
eval(Ka) % 0.56

ess_e = eval(1/(1+Kp)) % 0
ess_r = eval(1/Kv) % 0
ess_p = eval(1/Ka) % 1.8

```

Problema 1.11:

```

close all; clear all; history -c; clc;
pkg load symbolic;

syms s real;
G11 = 1000/(s*(s + 10)*(s + 100))
% Sistema Tipo 1

Kp = G11;
Kv = simplify(G11*s);
Ka = simplify(G11*s^2);

s = 0;
eval(Kp) % Infinito
eval(Kv) % 1
eval(Ka) % 0

ess_e = eval(1/(1+Kp)) % 0
ess_r = eval(1/Kv) % 1
ess_p = eval(1/Ka) % Infinito

```

Problema 1.12:

```

close all; clear all; history -c; clc;
pkg load symbolic;

syms s real;
G12 = (3*s)/(s^2*(s + 6))
% Sistema Tipo 1

Kp = G12;
Kv = simplify(G12*s);
Ka = simplify(G12*s^2);

s = 0;
eval(Kp) % Infinito
eval(Kv) % 0.5
eval(Ka) % 0

ess_e = eval(1/(1+Kp)) % 0
ess_r = eval(1/Kv) % 2
ess_p = eval(1/Ka) % Infinito

```

Problema 2:

```

close all; clear all; history -c; clc;
pkg load symbolic;

syms s K real;

R = 1/s + 5/s^2;
G = K*(2*s + 1)/(s*(4*s + 1)*(s + 1)^2);

E = factor(s*R/(1 + G), 's')
s = 0;
eval(E)
% 5/K >= 0.1 --> K >= 50

```

Problema 3 y 4:

Función de Transferencia:

$$\frac{25 \cdot K}{s \cdot (500 \cdot Kt + s + 5)}$$

Código + Valores calculados:

```
close all; clear all; history -c; clc;
pkg load symbolic;

syms s K Kt real;

% Ejercicio 3:
G1 = 100/(0.2*s + 1);
G2 = 1/(20*s);
FdSLC1 = factor(G1/(1+G1*Kt), 's');
FdST = factor(K*FdSLC1*G2, 's');
pretty(FdST)
% Sistema tipo 1

Kp = FdST;
Kv = FdST*s;
Ka = FdST*s^2;

s = 0;
eval(Kp) % 200*K
eval(Kv) % 25*K/(500*Kt + 5)
eval(Ka) % 0

ess_escalon = eval(1/(1+Kp)) % 1/(1+200*K)
ess_rampa = eval(1/Kv) % (500*Kt + 5)/(25*K)
ess_parabola = eval(1/Ka) % 200*(500*Kt + 5)

%Ejercicio 4:
disp("Error para Kt = 5 y K = 50:")
Kt = 5;
K = 50;
ess_rampa = eval(1/Kv)
```


Problema 5:

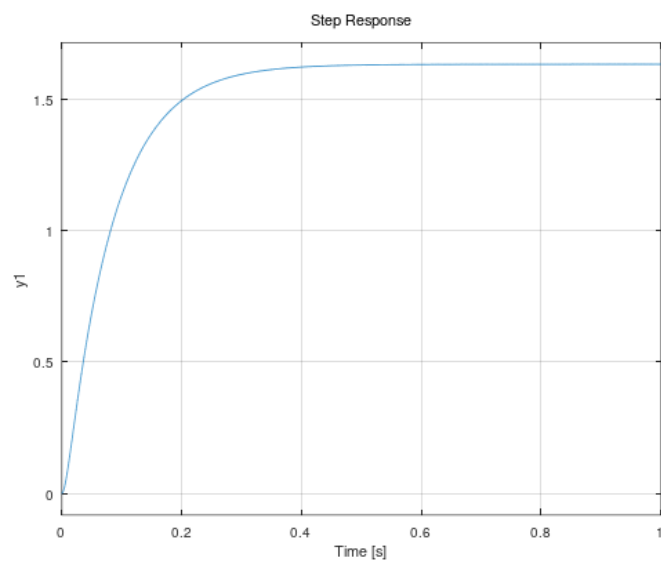
Ejercicio 5.1:

$$w_{est} = 16.327$$

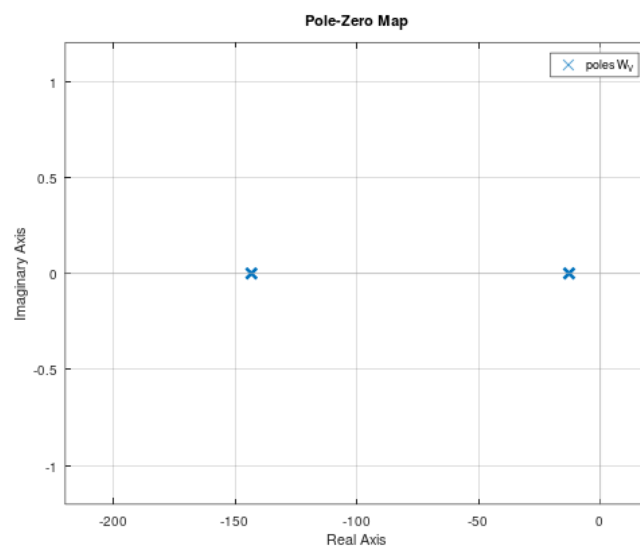
Ejercicio 5.2:

$$\begin{aligned} \omega_n &= 42.866 \\ K &= 1.6327 \\ \text{Amort} &= 1.8225 \\ T_s &= 0.051200 \end{aligned}$$

Ejercicio 5.3:



Ejercicio 5.4:



Código:

```
close all; clear all; history -c; clc;
pkg load control;

% Ejercicio 5.1:
s = tf('s');
W_V = 3000/(s^2 + 156.25*s + 1837.5);
% Resulta que si se aplica el teorema del valor final con V(s) = 10/s
%  $\lim_{t \rightarrow \infty} w(t) = \lim_{s \rightarrow 0} sW(s) = \lim_{s \rightarrow 0} sV(s)F(s)$  con  $F(s) = W(s)/V(s)$ 
%  $w_{est} = (30000*s)/(s^2 + 156.25*s + 1837.5)$ 
w_est = 30000/1837.5

% Ejercicio 5.2:
wn = sqrt(1837.5)
K = 3000/1837.5
Amort = 156.25/(2*wn)
Ts = 4/(Amort*wn)

% Ejercicio 5.3:
step(W_V,1)

% Ejercicio 5.4:
pzmap(W_V)
```

Problema 6:

Código:

```
close all; clear all; history -c; clc;
pkg load control;

s = tf('s')

G1 = 15/(5*s + 1); step(G1) % K = 15 y el 98% de K es 14.7 tal que 4*T = 20 s y por lo tanto T = 5 s
G2 = 1/(5*s + 1); step(G2) % K = 1 y el 99% de K es 0.98 tal que 5*T = 25 s y por lo tanto T = 5 s
G3 = 1/(s + 5); step(G3) % K = 0.2 y el 99% de K es 0.198 tal que 5*T = 1 s y por lo tanto T = 0.20 s
G4 = 15/(s + 5); step(G4)
G5 = 15/(5*s + 1); step(G5)
G6 = 625/(s^2 + 60*s + 625); step(G6)
G7 = 1875/(s^2 + 60*s + 625); step(G7)
G8 = 1875/(s^2 + 60*s + 625); step(G8) %% G8.inputdelay = 0.1;
G9 = 1875/((s + 46.58)*(s + 13.42)); step(G9) %% G9.inputdelay = 0.1;
G10 = 187500/(s^2 + 600*s + 62500); step(G10)
G11 = 0.1875/(s^2 + 0.6*s + 0.0625); step(G11)
G12 = 0.0625/(s^2 + 0.35*s + 0.0625); step(G12)
G13 = 0.0625/(s^2 + 0.3*s + 0.0625); step(G13)
G14 = 0.0625/(s^2 + 0.3*s + 0.0625); step(G14) %% G14.inputdelay = 5;
G15 = 0.1563/(s^2 + 0.3*s + 0.0625); step(G15) %% G15.inputdelay = 5;
G16 = 0.0625/(s^2 + 0.0625); step(G16,50)
G17 = 0.25/(s^2 + 0.25); step(G17,50)
G18 = 0.5/(s^2 + 0.25); step(G18,50)
G19 = 2/(3*s + 1)^2; step(G19)
G20 = 2/(3*s + 1)^2; step(G20) %% G20.inputdelay = 4;
```

Problema 7:

Código + Resolución:

```

close all; clear all; history -c; clc;
pkg load control;

s = tf('s');

% Sistema 1: Se observa que K = 1, luego el 63% de K es 0.63, por lo que
% T es aproximadamente 0.1ms por lo que la función de transferencia es:
Gs1 = 1/((0.1*10^-3)*s + 1); step(Gs1)

% Sistema 2: Se observa que K = 0.9, luego el 98% de K es 0.882, por lo que
% 3T es aproximadamente 1ms entonces T = 0.33ms tal que la función de
% transferencia es:
Gs2 = 0.9/((0.33*10^-3)*s + 1); step(Gs2)

% Sistema 3: Se observa que K = 8500, luego el 63% de K es 5355, por lo que
% T es aproximadamente 10s por lo que la función de transferencia es:
Gs3 = 8500/(10*s + 1); step(Gs3)

% Sistema 4: Se observa que K = 95, luego el 98% de K es 93.1, por lo que
% 3T es aproximadamente 300s entonces T = 100s. Además se tiene un retardo de
% 100 s tal que la función de transferencia es:
Gs4 = 95/(100*s + 1); step(Gs4) % Gs4*e^-100s

% Sistema 5: Se observa que K = 0.75, luego el 98% de K es 0.735, por lo que
% 3T es aproximadamente 1us entonces T = 0.33 us tal que la función de
% transferencia es:
Gs5 = 0.75/((0.33*10^-6)*s + 1); step(Gs5)

% Sistema 6: Se observa que K = 0.8, luego el 98% de K es 0.784, por lo que
% 3T es aproximadamente 4ms entonces T = 1.33ms. Además se tiene un retardo de
% 1ms tal que la función de transferencia es:
Gs6 = 0.8/((1.33*10^-6)*s + 1); step(Gs6) % Gs2*e^-1*10^-3*s

```

Problema 8:

```

close all; clear all; history -c; clc;
pkg load control;

yss = 2;
ymax = 2.45;
K = yss;

% Se calcula Mp para poder obtener psita:
Mp = (ymax-yss)/yss;
psita = sqrt(log(Mp)^2/(pi^2 + log(Mp)^2)) % psita = 0.4289

% Con el tiempo pico se puede obtener Wn:
Td = 0.5*10^-3;
Tp = 1.5*10^-3;
Wn = pi/(Tp*sqrt(1-0.4289^2)) % Wn = 3477.7

% Por ultimo se arma la F(s)
F = tf([K*Wn^2], [1 2*psita*Wn Wn^2]) %F.inputdelay = Td;
step(F)

```

Problema 9:

Problema 9.1:

```
close all; clear all; history -c; clc;
pkg load control;

yss = 1;
ymax = 1.3;
K = yss;

% Se calcula Mp para poder obtener psita:
Mp = (ymax-yss)/yss;
psita = sqrt(log(Mp)^2/(pi^2 + log(Mp)^2)) % psita = 0.3579

% Con el tiempo pico se puede obtener Wn:
Tp = 0.1;
Wn = pi/(Tp*sqrt(1-0.3579^2)) % Wn = 33.645

% Por ultimo se arma la F(s)
F = tf([K*Wn^2], [1 2*psita*Wn Wn^2])
step(F)
```

Problema 9.2:

```
close all; clear all; history -c; clc;
pkg load control;

yss = 1;
ymax = 1.05;
K = yss;

% Se calcula Mp para poder obtener psita:
Mp = (ymax-yss)/yss;
psita = sqrt(log(Mp)^2/(pi^2 + log(Mp)^2)) % psita = 0.6901

% Con el tiempo pico se puede obtener Wn:
Tp = 15;
Wn = pi/(Tp*sqrt(1-0.6901^2)) % Wn = 0.2894

% Por ultimo se arma la F(s)
F = tf([K*Wn^2], [1 2*psita*Wn Wn^2])
step(F)
```

Problema 9.3:

```

close all; clear all; history -c; clc;
pkg load control;

yss = 1;
ymax = 1.1;
K = yss;

% Se calcula Mp para poder obtener psita:
Mp = (ymax-yss)/yss;
psita = sqrt(log(Mp)^2/(pi^2 + log(Mp)^2)) % psita = 0.5912

% Con el tiempo pico se puede obtener Wn:
Td = 0.05;
Tp = 0.15 - Td;
Wn = pi/(Tp*sqrt(1-0.5912^2)) % Wn = 38.952

% Por ultimo se arma la F(s)
F = tf([K*Wn^2], [1 2*psita*Wn Wn^2]) %F.inputdelay = Td;
step(F)

```

Problema 9.4:

```

close all; clear all; history -c; clc;
pkg load control;

yss = 900;
ymax = 1200;
K = yss;

% Se calcula Mp para poder obtener psita:
Mp = (ymax-yss)/yss;
psita = sqrt(log(Mp)^2/(pi^2 + log(Mp)^2)) % psita = 0.3301

% Con el tiempo pico se puede obtener Wn:
Tp = 0.4;
Wn = pi/(Tp*sqrt(1-0.3301^2)) % Wn = 8.3204

% Por ultimo se arma la F(s)
F = tf([K*Wn^2], [1 2*psita*Wn Wn^2])
step(F)

```

Problema 9.5:

```

close all; clear all; history -c; clc;
pkg load control;

yss = 0.7;
ymax = 0.75;
K = yss;

% Se calcula Mp para poder obtener psita:
Mp = (ymax-yss)/yss;
psita = sqrt(log(Mp)^2/(pi^2 + log(Mp)^2)) % psita = 0.6432

% Con el tiempo pico se puede obtener Wn:
Tp = 10;
Wn = pi/(Tp*sqrt(1-0.6432^2)) % Wn = 0.4103

% Por ultimo se arma la F(s)
F = tf([K*Wn^2], [1 2*psita*Wn Wn^2])
step(F)

```

Problema 9.6:

```

close all; clear all; history -c; clc;
pkg load control;

yss = 2;
ymax = 2.75;
K = yss;

% Se calcula Mp para poder obtener psita:
Mp = (ymax-yss)/yss;
psita = sqrt(log(Mp)^2/(pi^2 + log(Mp)^2)) % psita = 0.2980

% Con el tiempo pico se puede obtener Wn:
Tp = 1.2;
Wn = pi/(Tp*sqrt(1-0.2980^2)) % Wn = 2.7426

% Por ultimo se arma la F(s)
F = tf([K*Wn^2], [1 2*psita*Wn Wn^2])
step(F)

```

Problema 9.7:

```

close all; clear all; history -c; clc;
pkg load control;

s = tf('s');
% Se trata de un sistema sobreamortiguado donde psita > 1 tal que usaremos
% una aproximación donde:
yss = 1.2;
K = yss;

% Se mide el tiempo de establecimiento y con ello se calcula Tau
Ts = 5;
Tau = Ts/5;

F = K/((Tau/2)*s + 1)^2
step(F, 4.5)

```

Problema 9.8:

```

close all; clear all; history -c; clc;
pkg load control;

s = tf('s');
% Se trata de un sistema sobreamortiguado donde psita > 1 tal que usaremos
% una aproximación donde:
yss = 2.2;
K = yss;

% Se mide el tiempo de establecimiento y con ello se calcula Tau
Ts = 0.25;
Tau = Ts/5;

F = K/((Tau/2)*s + 1)^2
step(F, 0.3)

```

Problema 9.9:

```

close all; clear all; history -c; clc;
pkg load control;

s = tf('s');
% Se trata de un sistema sobreamortiguado donde psita > 1 tal que usaremos
% una aproximación donde:
yss = 3.5;
K = yss;

% Se mide el tiempo de establecimiento y con ello se calcula Tau
Td = 0.005
Ts = 0.01;
Tau = Ts/5;

F = K/((Tau/2)*s + 1)^2 % F.inputdelay = 0.005;
step(F, 0.02)

```