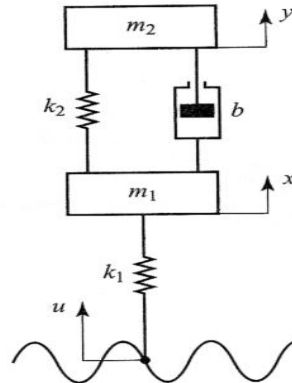


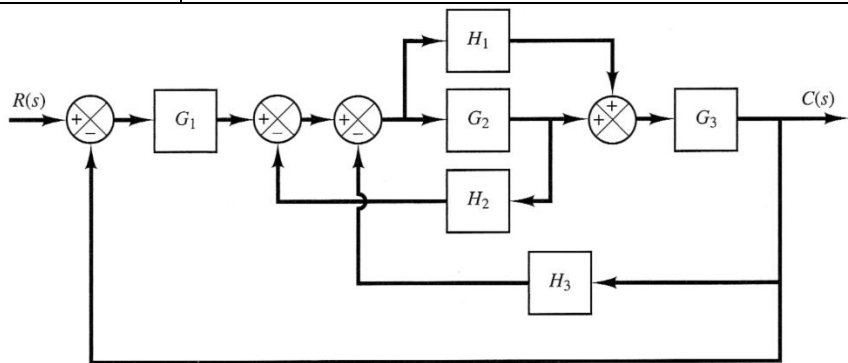
EXAMEN DE CONTROL AUTOMÁTICO
EXAMEN DE RECUPERACION
FEBRERO 23 DE 2010

PRIMER TEMA: (30 puntos)

- a) (15 puntos)
 La figura representa el diagrama simplificado de un sistema de suspensión de un automóvil en su movimiento en dirección vertical. Obtenga la función de transferencia $Y(s)/U(s)$, en donde $u(t)$ es un desplazamiento.



- b) (15 puntos)
 Obtenga la Función de Transferencia de Lazo Cerrado $C(s)/R(s)$



SEGUNDO TEMA: (35 puntos)

Un sistema con realimentación negativa está descrito por:

$$G_c(s) = K \quad ; \quad G(s) = \frac{2000}{s(s+20)(0.01s+1)} \quad ; \quad H(s) = 1$$

- (15 puntos) Con $G_c(s) = 1$, grafique los diagramas asintóticos de Bode de Magnitud y Fase.
- (5 puntos) Bajos las condiciones de (a) determine el Margen de Ganancia y el Margen de Fase.
- (5 puntos) Para qué valor de la ganancia K el sistema tiene un Margen de Fase de 50° .
- (10 puntos) Para las condiciones de (c) y haciendo uso del gráfico de Nichols, obtenga los valores de M_{pw} , ω_r y ω_B .

TERCER TEMA: (35 puntos)

Un sistema de control de retroalimentación negativa unitaria que tiene una función de transferencia de ganancia de lazo que se muestra. Se requiere diseñar un compensador tal que el sistema de lazo cerrado presente **polos dominantes** que cumplan con los requerimientos que se detallan a continuación:

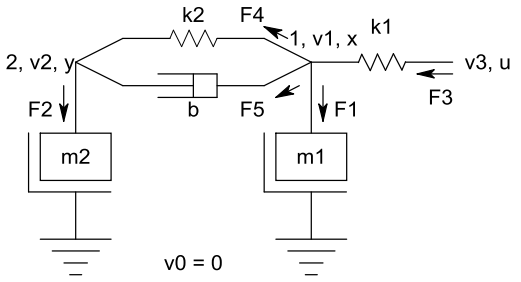
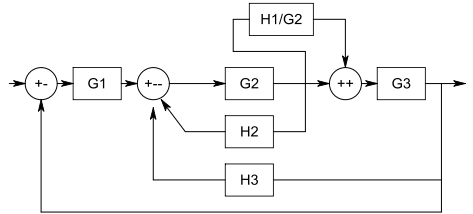
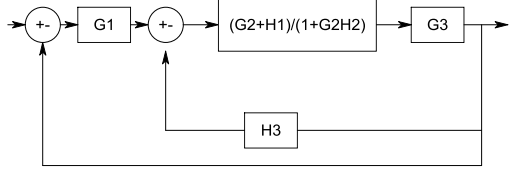
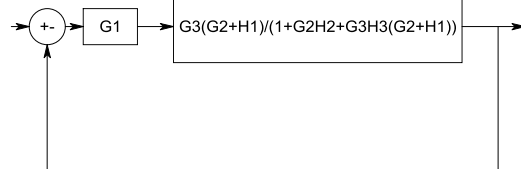
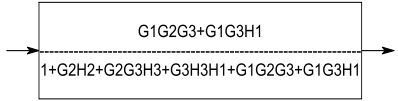
- (10 puntos) Ubicación de los polos dominantes.
- (20 puntos) Selección y cálculo de Red de Compensación
- (5 puntos) Verifique sus resultados y haga comentario referente al cumplimiento de la dominancia

$$T_s \leq 4/3 \text{ (2\%)} \quad ; \quad S.P. \leq 25\% \quad ; \quad e_{ss} \leq 0.2$$

$$GH(s) = \frac{K}{(s+1)(s+4)(s+10)}$$

Solución:

Primer Tema.

a) 	$f_1 = m_1 \frac{dv_1}{dt} \rightarrow F_1(s) = m_1 s V_1(s) = m_1 s^2 X(s)$ $f_2 = m_2 \frac{dv_2}{dt} \rightarrow F_2(s) = m_2 s V_2(s) = m_2 s^2 Y(s)$ $f_3 = k_1 \int (v_3 - v_1) dt \rightarrow F_3(s) = \frac{k_1}{s} (V_3(s) - V_1(s)) = k_1 (U(s) - X(s))$ $f_4 = k_2 \int (v_1 - v_2) dt \rightarrow F_4(s) = \frac{k_2}{s} (V_1(s) - V_2(s)) = k_2 (X(s) - Y(s))$ $f_5 = b(v_1 - v_2) \rightarrow F_5(s) = b(V_1(s) - V_2(s)) = bs(X(s) - Y(s))$ Sumatoria de fuerzas: $\sum F_i = 0$ 1) $F_3(s) = F_1(s) + F_4(s) + F_5(s)$ $k_1(U(s) - X(s)) = m_1 s^2 X(s) + k_2(X(s) - Y(s)) + bs(X(s) - Y(s))$ 2) $F_4(s) + F_5(s) = F_2(s)$ $k_2(X(s) - Y(s)) + bs(X(s) - Y(s)) = m_2 s^2 Y(s)$ 1) $k_1 U(s) = m_2 s^2 Y(s) + (m_1 s^2 + k_1) X(s)$ 2) $(k_2 + bs) X(s) = (m_2 s^2 + bs + k_2) Y(s)$ $\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{k_1(k_2 + bs)}{(m_1 s^2 + k_1)(m_2 s^2 + bs + k_2) + (k_2 + bs)m_2 s^2}$
b) 	
	

Segundo Tema.

a) , b)

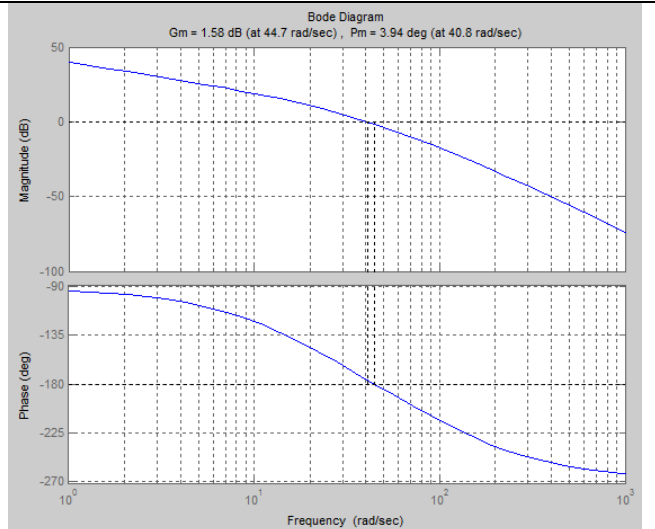
$$K = 1$$

$$1 + K \frac{100}{j\omega(1 + j\omega/20)(1 + j\omega/100)} = 0$$

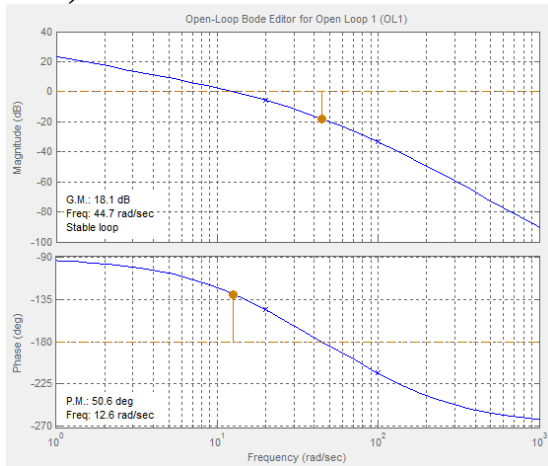
Margen de Ganancia: MG = 1.58 dB

Frecuencia de cruce para la ganancia:
Wcg = 44.7 rad/seg

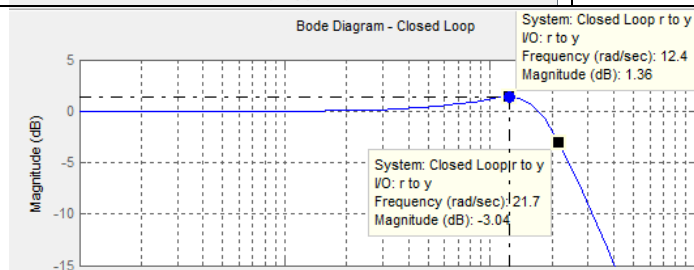
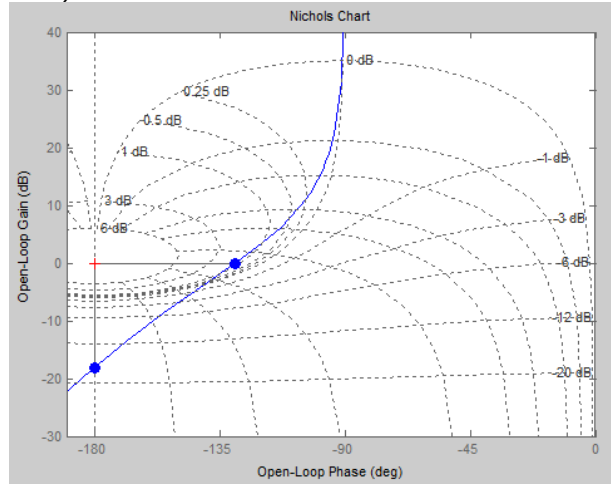
Margen de Fase: MF = 3.94°

Frecuencia de cruce para la frecuencia:
Wcp = 40.8 rad/seg

c) K = 0.15



d) Análisis de Nichols



Respuesta de Frecuencia de Lazo Cerrado.

Mpw = 1.36 dB
Wr = 12.4 rad/seg
WB = 21.7 rad/seg

Tercer tema.

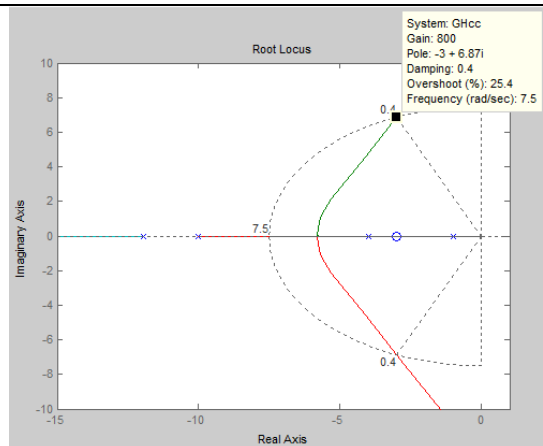
$$T_s = \frac{4}{\zeta \omega_n} = \frac{4}{3} ; SP \leq 25\%$$

$$\zeta = \frac{\sqrt{(\log(0.01 \cdot SP))^2}}{\sqrt{\pi^2 + (\log(0.01 \cdot SP))^2}} = 0.4$$

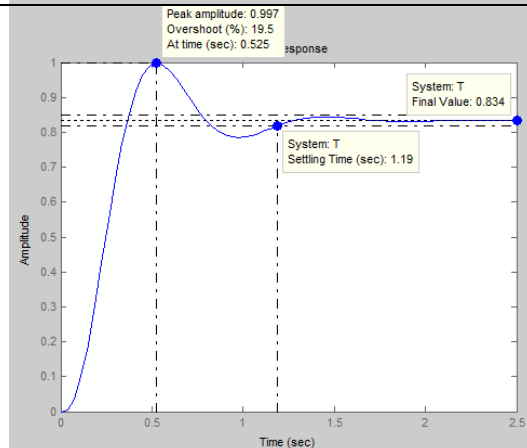
$$\omega_n = 7.5 ; \omega_o = \omega_n \sqrt{1 - \zeta^2} = 6.86$$

Polos_dominantes:

$$R = 3 ; I = 6.86$$



```
% Compensación Adelanto Fase
% Plano s
clear, clc
Zeta=0.4; Ts=4/3; Ess=0.2;
Wn=4/(Zeta*Ts);
p1=1; p2=4; p3=10;
% Raíces dominantes deseadas
R=Zeta*Wn;
I=Wn*sqrt(1-Zeta^2);
% Sistema sin compensación
GHsc=zpk([], [-p1 -p2 -p3], 1)
rlocus(GHsc), figure
% Cálculo del compensador de adelanto
% Criterio del Angulo (rad.)
[TH1, R1]=cart2pol(-R+p1, I);
[TH2, R2]=cart2pol(-R+p2, I);
[TH3, R3]=cart2pol(-R+p3, I);
THp=pi*3/2-TH1-TH2-TH3;
p=R+I/tan(THp); z=R;
Gcp=tf([1 z], [1 p])
% Sistema con compensación
GHcc=series(Gcp, GHsc)
rlocus(GHcc)
grid, sgrid(Zeta, Wn), figure
% Cálculo de K aplicando el
% Criterio de Magnitud
K=R1*R2*R3*(I/sin(THp))/I
% Constante de error de posición
Kp=K*dcgain(GHcc)
% Error de estado estacionario
ess=1/(1+Kp)
% Respuesta al escalon
T=feedback(K*GHcc, [1])
step(T)
```



Zero/pole/gain:

1

(s+1) (s+4) (s+10)

Transfer function:

s + 3

s + 11.93

Zero/pole/gain:

(s+3)

(s+1) (s+4) (s+10) (s+11.93)

K = 800.0276

Kp = 5.0279

ess = 0.1659

Que es mejor que: 0.20