ULA. FACULTAD DE INGENIERIA. **Mérida, 3/010/2008**
ESCUELA DE MECANICA.
TEORIA DE CONTROL. Sección 01

TERCER PARCIAL

1) Hacer las gráficas aproximadas, sin cálculo, de la respuesta de un sistema donde el proceso es de segundo orden, sobrebamortiguado, el elemento de medición y el elemento final de control tienen constantes como función de transferencia, siendo la señal de referencia igual a 10 unidades y la perturbación igual a 5 unidades. Si la función de transferencia del controlador es:

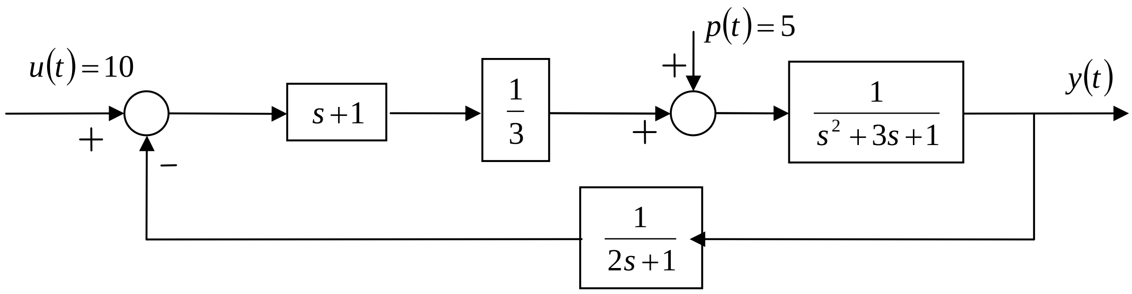
a) K_p

b) $K\left(1+\frac{1}{s}\right)$

c) $K(1+s)$

(5 puntos)

2) Determinar la estabilidad y el valor en estado estable del siguiente sistema:



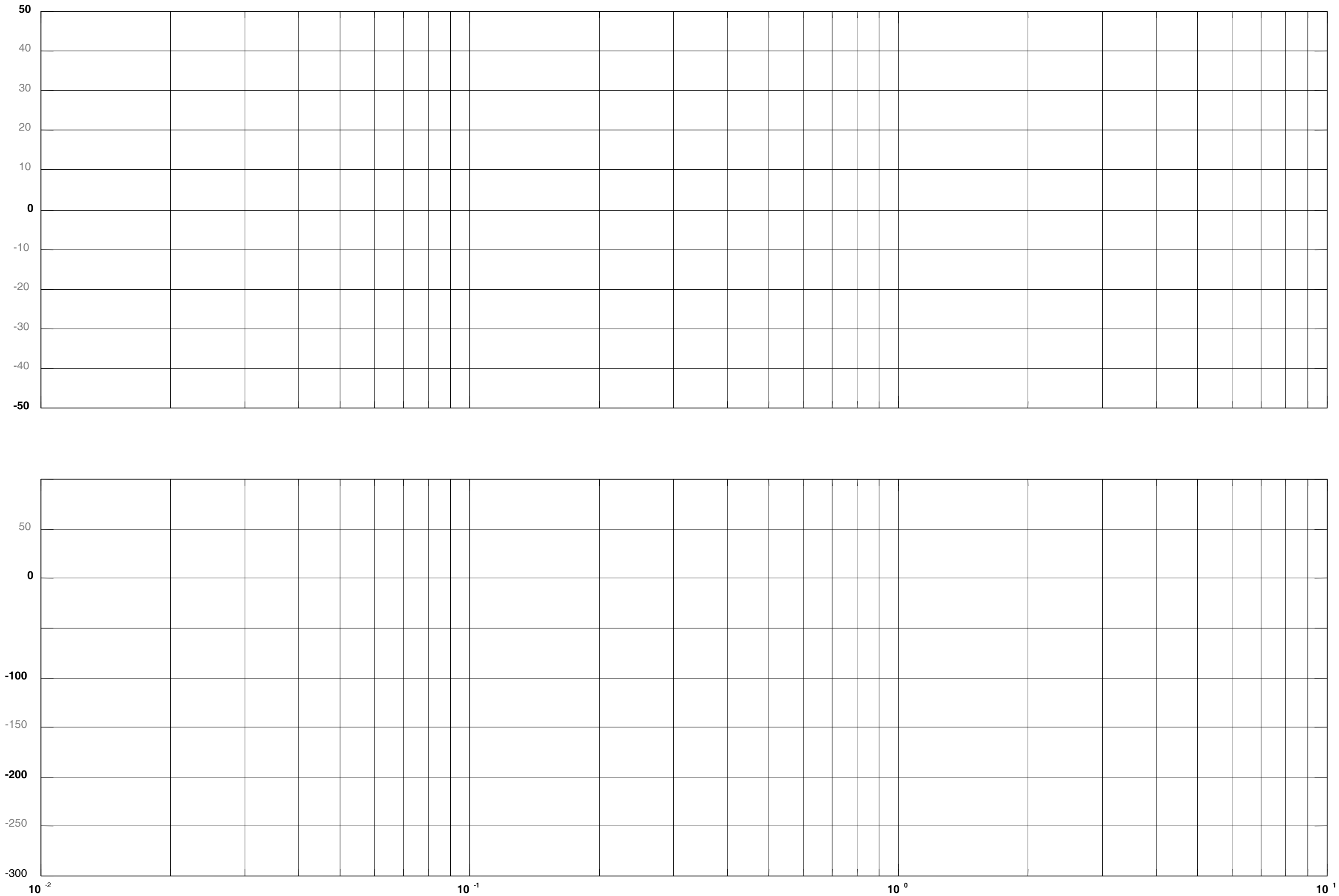
(8 puntos)

3) Se tiene un sistema de control donde:

$$G(s)H(s) = \frac{K(s+1/2)}{s(s+1)(s^2+4s+5)}$$

a. Hacer el diagrama de Bode para K = 20. **(5 puntos)**

b. Determinar la estabilidad del sistema de lazo cerrado mediante los valores del margen de fase y margen de ganancia obtenidos en el diagrama de Bode en forma aproximada. **(2 puntos)**


50
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
50
0
-100
-150
-200
-250
-300
10 -2
10 -1
10 0
10 1

ULA. FACULTAD DE INGENIERIA. **Mérida, 3/010/2008**
ESCUELA DE MECANICA.
TEORIA DE CONTROL. Sección 01

TERCER PARCIAL
SOLUCION

1) Hacer las gráficas aproximadas, sin cálculo, de la respuesta de un sistema donde el proceso es de segundo orden, sobrebamortiguado, el elemento de medición y el elemento final de control tienen constantes como función de transferencia, siendo la señal de referencia igual a 10 unidades y la perturbación igual a 5 unidades. Si la función de transferencia del controlador es:

a) K_p

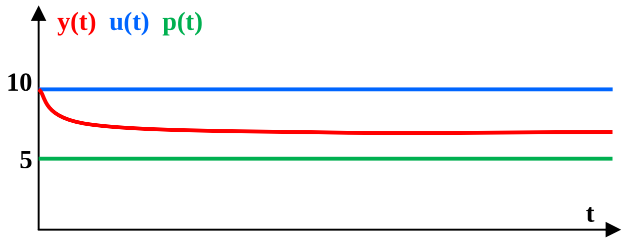
b) $K\left(1+\dfrac{1}{s}\right)$

c) $K(1+s)$

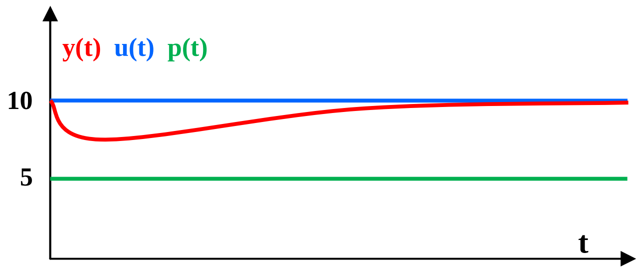
(5 puntos)

SOLUCION

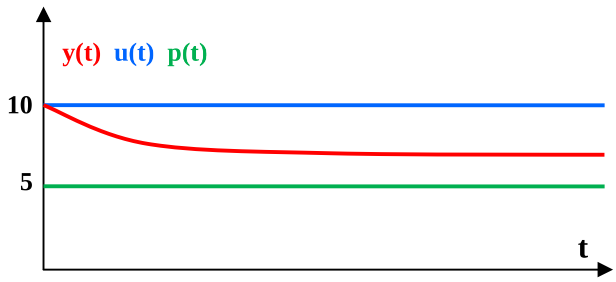
a)



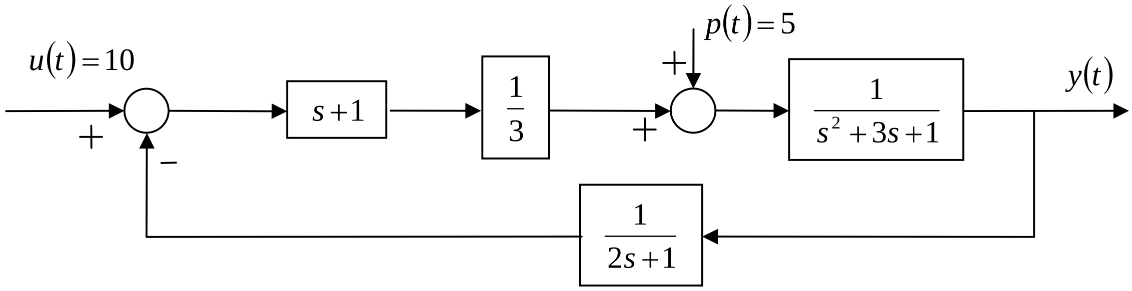
b)



c)



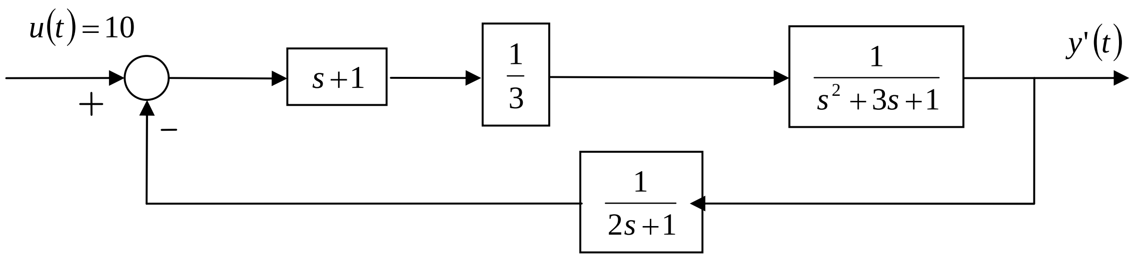
2) Determinar la estabilidad y el valor en estado estable del siguiente sistema:



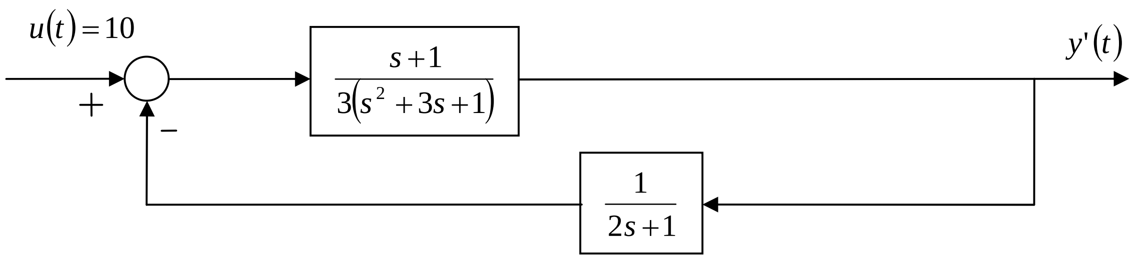
(8 puntos)

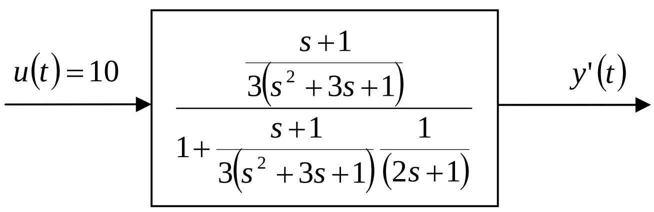
SOLUCION

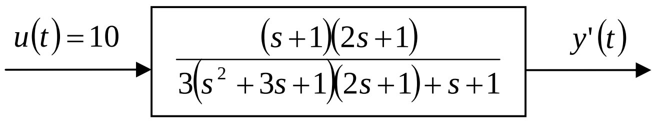
Debemos primeramente simplificar el diagrama de bloques. Comenzamos con hacer cero a *p(t)***.**

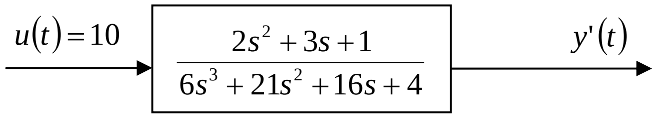


Simplificando tendremos

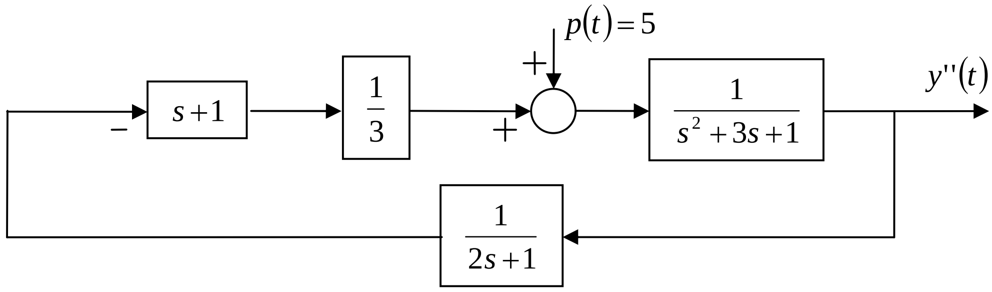


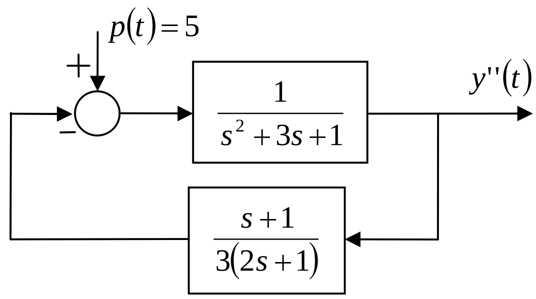


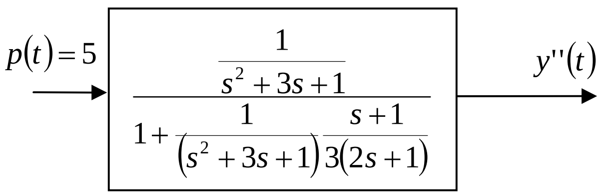


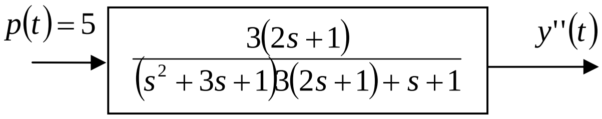


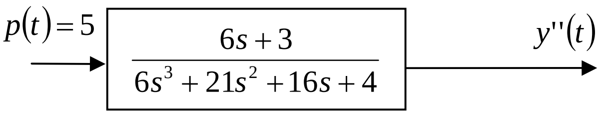
En segundo lugar hacemos que *u(t)* sea cero.



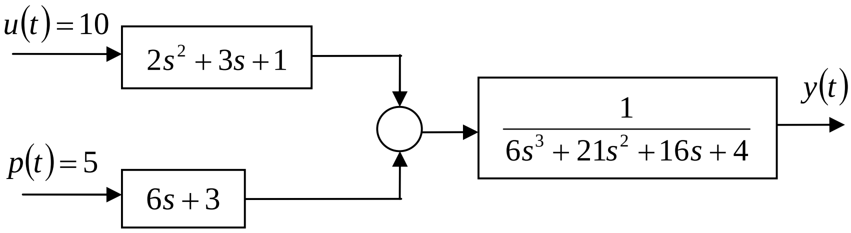








La solución completa será:



La estabilidad la determina la ecuación característica:

$$6D^3+21D^2+16D+4=0$$

Con el método de ROUTH determinamos la forma de estas raíces

$$\left|\begin{array}{ccc} 6 & 16 & 0 \\ 21 & 4 & 0 \\ 0.1486 & 0 & \\ 4 & & \end{array}\right.$$

El sistema es ESTABLE

El valor en estado estable lo determinamos con el teorema del valor final:

$$V_{EE}=\lim_{s\to 0} s\left(\frac{2s^2+3s+1}{6s^3+21s^2+16s+4}\frac{10}{s}+\frac{6s+3}{6s^3+21s^2+16s+4}\frac{5}{s}\right)$$

$$V\_EE=\lim_{s\to 0}\left(\frac{10}{4}+\frac{15}{4}\right)=\frac{25}{4}$$

$$V_{EE}=6.25$$

3) Se tiene un sistema de control donde:

$$G(s)H(s) = \frac{K\left(s+\frac{1}{2}\right)}{s(s+1)(s^2+4s+5)}$$

c. Hacer el diagrama de Bode para *K* = 20. **(5 puntos)**

d. Determinar la estabilidad del sistema de lazo cerrado mediante los valores del margen de fase y margen de ganancia obtenidos en el diagrama de Bode en forma aproximada. **(2 puntos)**

SOLUCION

Debemos ajustar la función de transferencia para que todos los parámetros tengan la forma estándar:

$$G(s)H(s) = \frac{\frac{K}{2x5}(2s+1)5}{s(s+1)(s^2+4s+5)}$$

Los factores son:

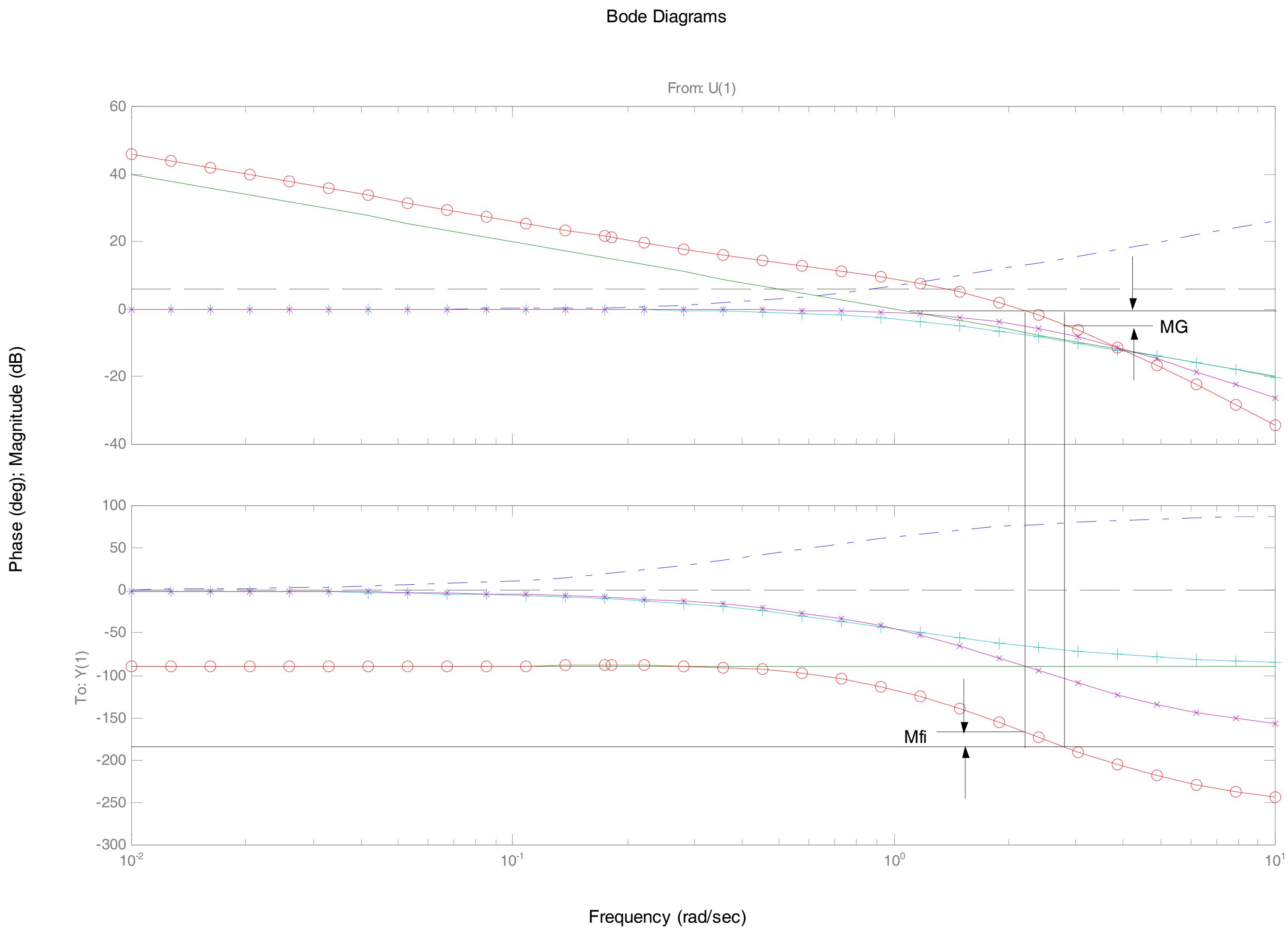
Factores	$\frac{K}{10} = 2$	$(2s+1)$	$\frac{1}{s}$	$\frac{1}{s+1}$	$\frac{5}{s^2+4s+5}$
Frecuencias de cruce		$\omega_c = \frac{1}{2}$		$\omega_c = 1$	$\omega_c = \sqrt{5}$
Grafica Magnitud	$20\log_{10} 2$	Horizontal por 0 hasta ½ y luego Recta con pendiente 20db/decada	Recta con pendiente 20db/década negativa que pasa por 1	Horizontal por 0 hasta 1 y luego Recta con pendiente negativa 20db/decada	Horizontal por 0 hasta $\sqrt{5}$ y luego Recta con pendiente negativa 50db/decada
Grafica Fase	Horizontal por 0	Curva de 0 a 90, pasa por 45en ½	Horizontal por -90	Curva de 0 a -90, pasa por -45 en 1	Curva de 0 a 90, pasa por -90 en $\sqrt{5}$

Se grafica cada factor y la grafica total se obtiene sumando los aportes de cada una de las gráficas.

Estabilidad:

$MG \cong 5$

$M\Phi \cong 10$ $\rightarrow$ Sistema es ESTABLE


Bode Diagrams
From: U(1)
60
40
20
0
-20
-40
MG
100
50
0
-50
-100
-150
-200
-250
-300
Mfi
To: Y(1)
Phase (deg); Magnitude (dB)
10^{-2}
10^{-1}
10^{0}
10^{1}
Frequency (rad/sec)