

3. Calculamos las frecuencias de cruce de ganancia y fase junto con el margen de fase y de ganancia:

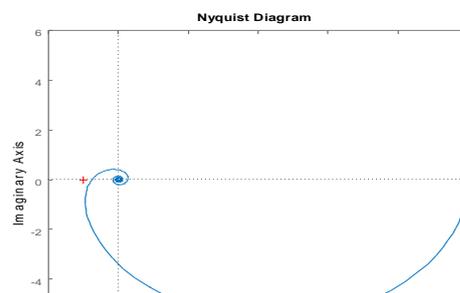
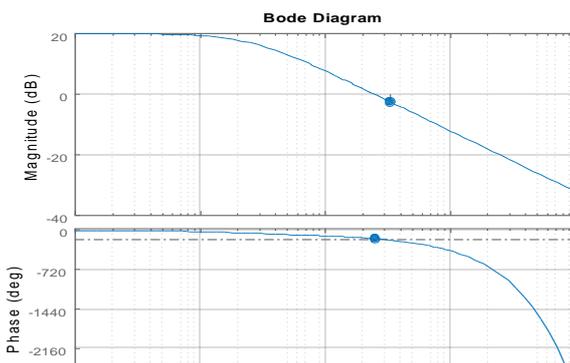
$$\frac{10}{\sqrt{1 + 16\omega_g^2}} = 1; \omega_g = 2.49 \left[\frac{rad}{s} \right]$$

$$\gamma = 180 - (\arctg 4\omega_g + 0.5\omega_g) \left(\frac{\pi}{180} \right) = 24.5^\circ$$

$$-\arctg 4\omega_f - 0.5\omega_f = -\pi; \omega_f = 3.3 \left[\frac{rad}{s} \right]$$

$$k_g = \frac{\sqrt{1 + 16\omega_f^2}}{10} = 1.32 \leftrightarrow 2.43dB$$

4.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

APELLIDOS

NOMBRE

Nº Mat.

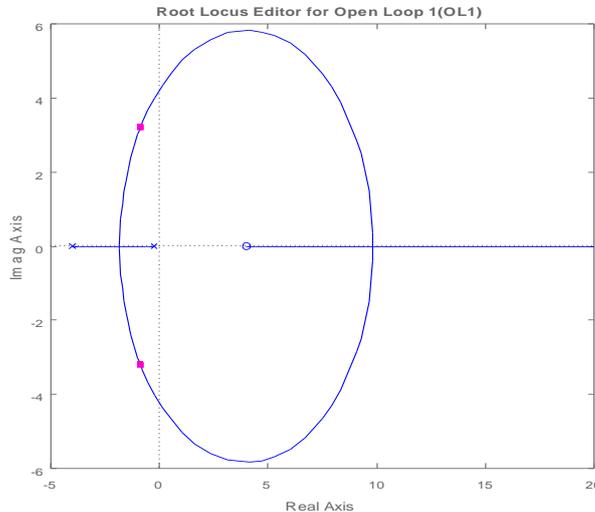
Calificación

ASIGNATURA: REGULACIÓN AUTOMÁTICA

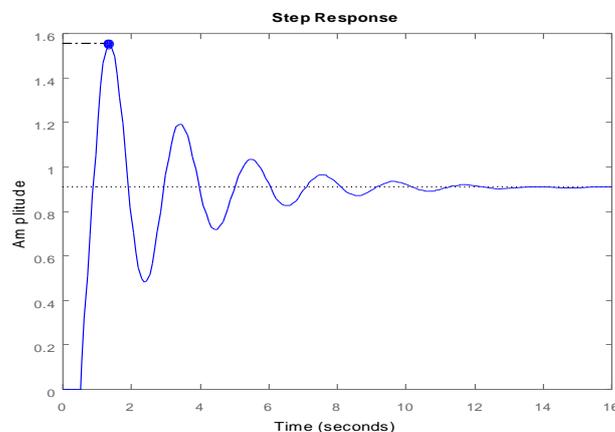
CURSO 3º

GRUPO

Enero 2016



6. Por el LDR se puede observar que el sistema realimentado se puede aproximar a un equivalente de segundo grado: $\xi_{cc} \approx 0.24$; $2.49[\frac{rad}{s}] \leq \omega_{ncc} \leq 3.3[\frac{rad}{s}]$. Además, el error al escalón unitario es: $e_p = \frac{1}{1+10}$. Por tanto, $\theta_{cc} = 75.9^\circ$, $M_p = 45.4\%$, con un valor de la salida en el régimen permanente de 0.91 y un valor de pico de 1.32. La simulación con Matlab es:



7. Determinamos la frecuencia de cruce de ganancia para que el margen de fase sea de 50° :

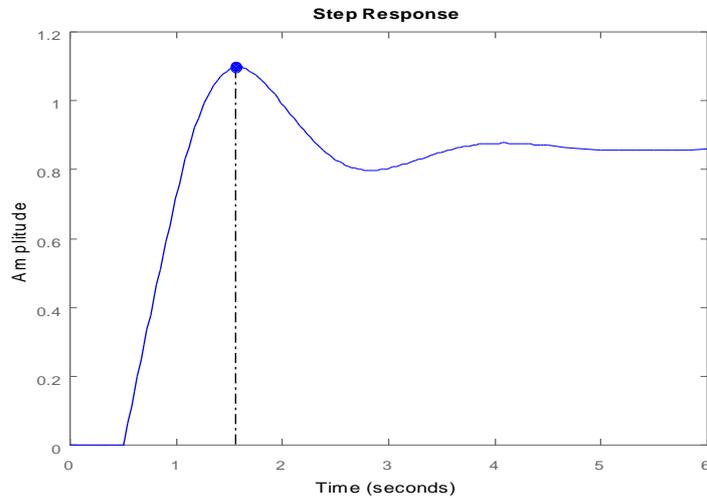
$$\gamma = 50 = 180 - (\arctg 4\omega_g + 0.5\omega_g) \left(\frac{\pi}{180} \right); \omega_g = 1.5 \left[\frac{rad}{s} \right]$$

$10K = 1, K = 0.6$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70





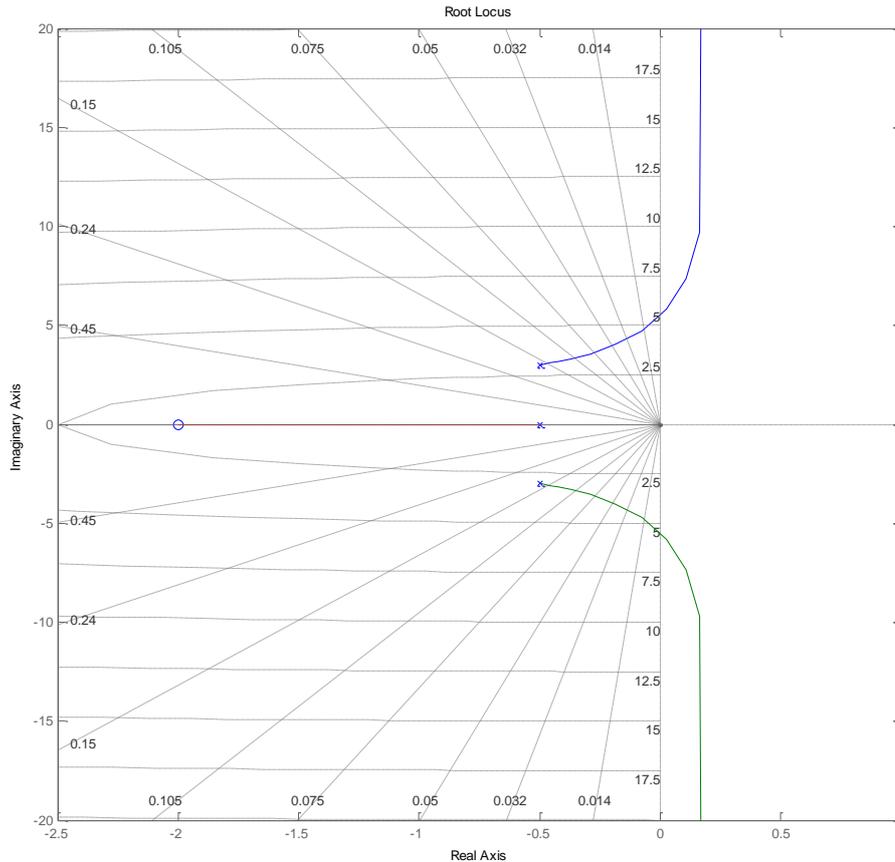
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Del apartado 1 es muy directo usar el polinomio auxiliar para $K=21$, el cual anula la fila en s manteniendo el sistema estable:

$$D(s) = 0 = 1.5s^2 + 4.125s + 42 \Rightarrow s = \sqrt{\frac{-46.125}{1.5}} = \pm 5.54j$$



Se decide fijar el valor de K en 12, y como consecuencia la FDT completa del sistema (resuelta la realimentación) es la siguiente :

$$M(s) = \frac{\theta(s)}{\theta_r(s)} = 12 \frac{s + 2}{(s + 1.33)(s^2 + 0.17s + 21.5)}$$

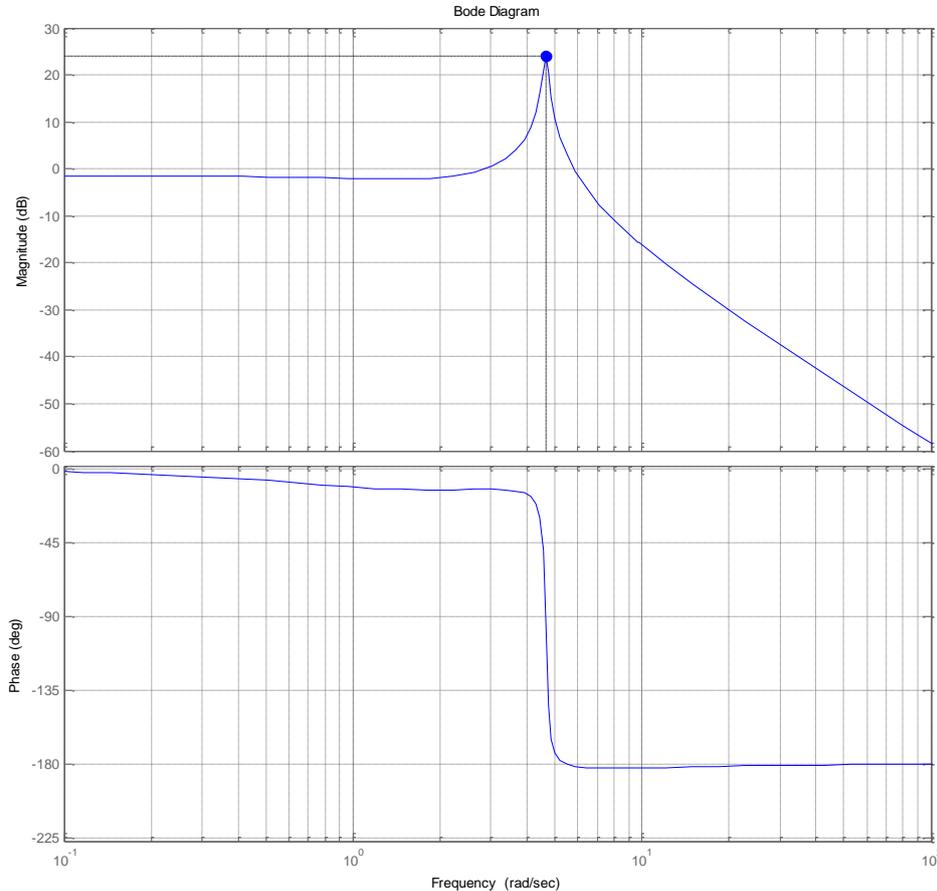
4.- Dibujar el diagrama de Bode del sistema. ¿Con que periodo tenderá a oscilar? (2 punto)

Del calculo de los polos compleios se obtienen tanto la frecuencia natural correspondiente como el amortiguamiento y la



**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**



Obsérvese que puesto que la resonancia es muy fuerte, el cambio de fase se produce de forma muy brusca en torno a la frecuencia de resonancia.

Mediante síntesis directa se decide incluir un filtro sobre la referencia intentando de esta forma cancelar las oscilaciones. Dicho filtro tiene la siguiente expresión:

$$G_f(s) = \frac{s^2 + 0.17s + 21.5}{s^2 + 9.25s + 21.5}$$

5.- Dibújese aproximadamente el diagrama de bode del filtro. Justifique desde el punto de vista frecuencial el efecto que sobre el sistema tiene este filtrado (2 puntos).

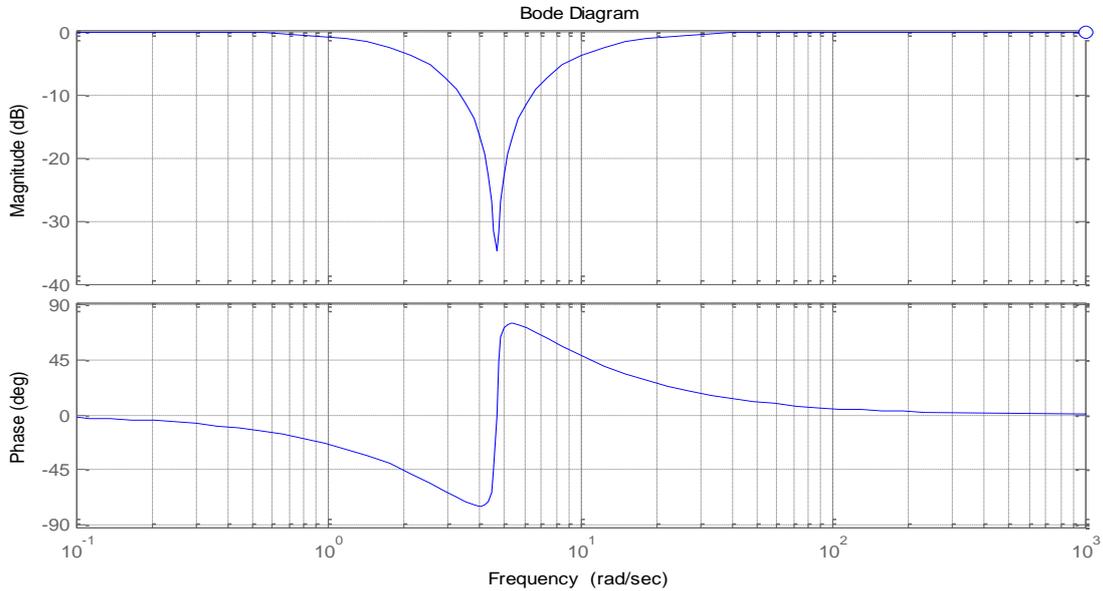
El bode se realiza muy rápidamente considerando el Bode anterior, dado que hay un par de ceros que tienen el efecto inverso al par de polos del sistema. Los nuevos polos complejos conjugados no son resonantes, y tienen la misma frecuencia natural, por lo que las pendientes se anularán en todas las frecuencias.

Un dibujo más fino detectaría que al ser resonantes los polos su cambio de fase se realiza de forma más brusca. Lo

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

Cartagena99



6.- Caracterizar la respuesta de todo el conjunto ante un escalón unitario y dibujar el diagrama de bloques final de lo descrito(1 punto).

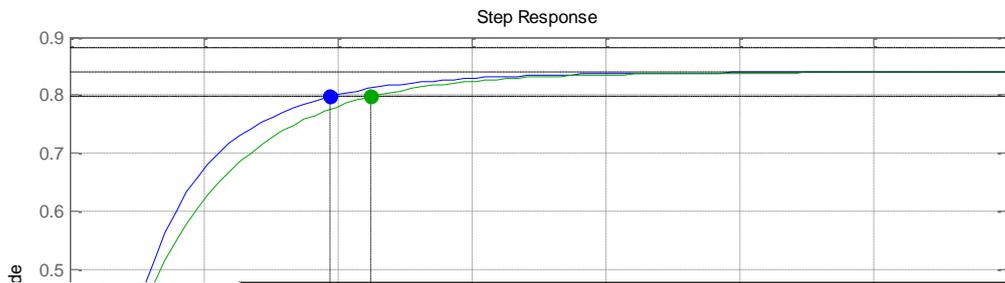
Al agregar el filtro a la entrada de la referencia, cancelará los polos complejos conjugados del sistema realimentado quedando al final la siguiente FDT

$$G_f(s)M(s) = \frac{s^2 + 0.17s + 21.5}{s^2 + 9.25s + 21.5} 12 \frac{s + 2}{(s + 1.33)(s^2 + 0.17s + 21.5)} = 12 \frac{s + 2}{(s + 1.33)(s^2 + 9.25s + 21.5)}$$

La cual mantiene la ganancia estática y tiene como polo dominante el situado en -1.33, por lo que el sistema se puede aproximar por la respuesta (teniendo en cuenta la pendiente nula en el origen) de un sistema de primer orden :

$$G_{eq}(s) = 0.839 \frac{1.33}{(s + 1.33)} \Rightarrow t_s = \frac{3}{1.33} = 2.25 \text{ s}$$

En verde el sistema equivalente y en azul el sistema original



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Time (sec)

Cartagena99