

1 Herramienta interactiva “segundo orden”

De manera totalmente análoga al caso anterior se ha desarrollado la herramienta interactiva *segundo orden*. En la Figura 1 se muestra el esquema del sistema que se considera. El controlador que se considera puede ser del tipo P, PI, PD o PID y la planta es un sistema de segundo orden. El objetivo es estudiar la influencia que tiene sobre la conducta del sistema en lazo cerrado la modificación de los parámetros del controlador (K_p , T_i , T_d) y los parámetros de la planta (K , ω_n , ζ). La señal de entrada r así como la perturbación d se consideran del tipo escalón.

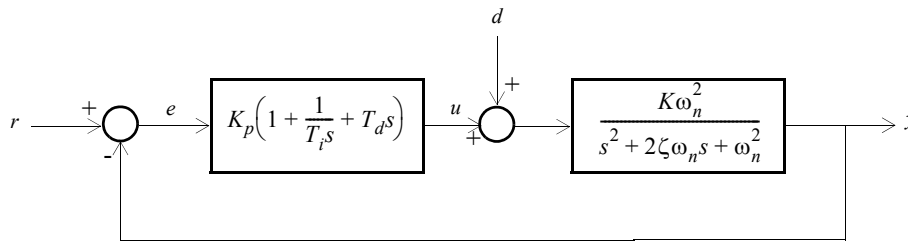


Figura 1: Control PID de un sistema de segundo orden

1.1 Cómo arrancar “segundo orden”

Al hacer un doble click sobre el fichero *segundo orden.exe* aparece la pantalla que se muestra en la Figura 2.

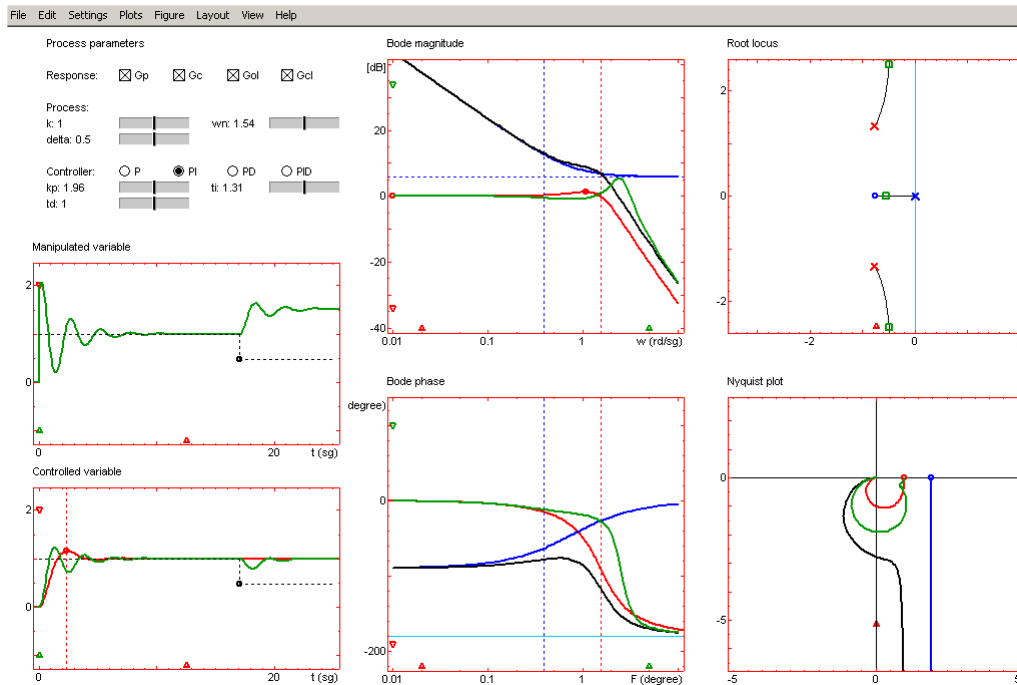


Figura 2: Herramienta “segundo orden”

Todo lo dicho en la presentación de la herramienta de primer orden es de aplicación en este caso y por lo tanto no va a ser repetido otra vez. Simplemente se deberá de hacer el cambio de contexto: en

lugar de analizar un sistema de primer orden estamos ahora con un segundo orden. En este caso hay más alternativas y se incluye la posibilidad de estudiar los controladores P, PI, PD y PID.

La capacidad interactiva de la herramienta permite modificar el coeficiente de amortiguamiento del proceso directamente desde la gráfica del diagrama de Bode de magnitud (ver Figura 3b), o desde la repuesta de la planta (ver Figura 3c) arrastrando con el ratón verticalmente el pequeño círculo rojo que se indica. En la Figura 3a se muestra el lugar de las raíces para indicar la correlación que existe entre los tres diagramas.

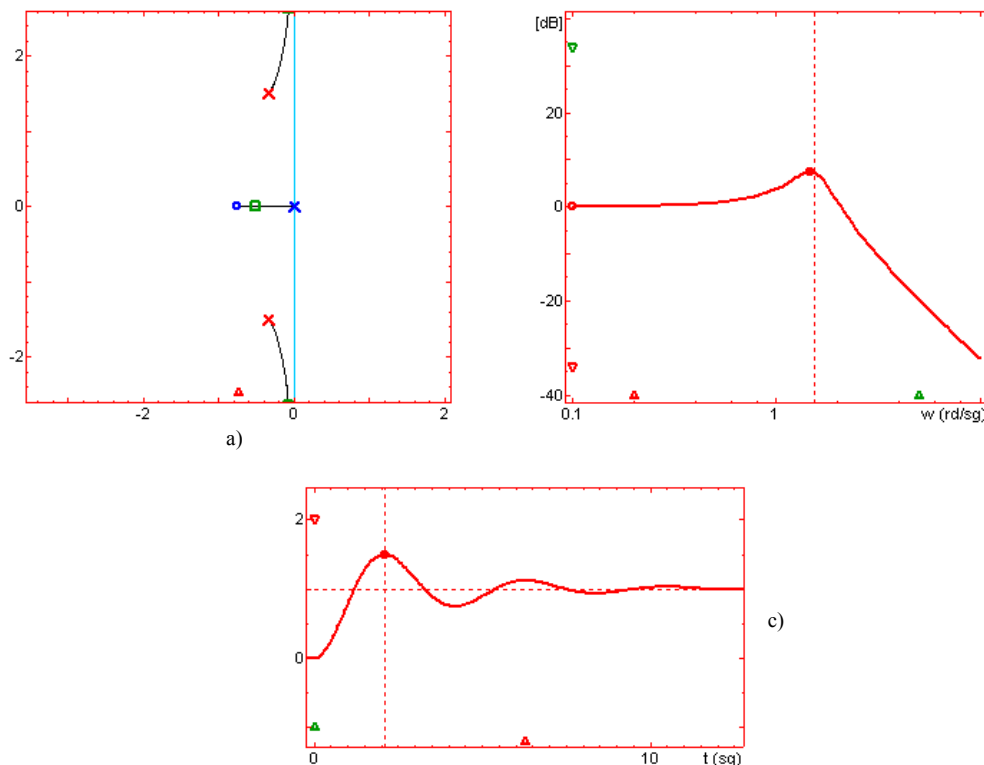


Figura 3: Relación de ζ con la localización de los polos, la respuesta a un escalón y el diagrama de Bode

Tal como se ha explicado en el curso, para que exista sobrelongación en un sistema de segundo orden, los polos deben ser complejos conjugados ($\zeta < 1$) y para que exista un sobrepico en la respuesta de Bode en magnitud el coeficiente de amortiguamiento ζ debe ser menor que $\sqrt{2}/2$.

1.2 ¿Cómo utilizar la herramienta?

Segundo orden como su herramienta hermana está diseñada con el objetivo de ayudar en el estudio de los sistemas de segundo orden y su control mediante un controlador PID. A título simplemente indicativo y por supuesto no exhaustivo se sugieren a continuación algunas tareas que el alumno puede abordar y explicar utilizando *segundo orden*.

- Analizar la influencia de variar la ganancia K_p de un controlador P sobre la variable controlada y manipulada. ¿Qué sucede con los polos del sistema en bucle cerrado?
- Analizar la influencia de modificar el tiempo integral T_i de un controlador PI sobre la variable controlada y manipulada. ¿Qué sucede con los polos del sistema en bucle cerrado?

¿Se puede inestabilizar el sistema en bucle cerrado?

- c) Analizar la influencia de modificar el tiempo derivativo T_d de un controlador PD sobre la variable controlada y manipulada. ¿Qué sucede con los polos del sistema en bucle cerrado?
- d) Calcular la ganancia K_p , el tiempo integral T_i y el tiempo derivativo T_d de un controlador PID de manera que la respuesta en bucle cerrado posea la siguiente ecuación característica $(s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2)(s + \alpha\omega_n)$.