EJERCICIOS DE TEORÍA DE CONTROL AUTOMÁTICO (*SOLUCIONES*)
SISTEMAS CONTINUOS (II)

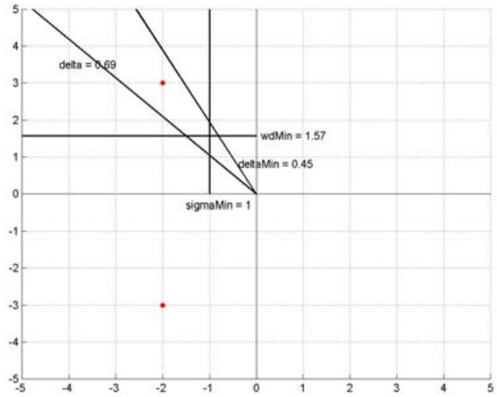
C18. No se da la solución.

C19. $G(s) = \dfrac{\theta(s)}{V(s)} = \dfrac{4000}{s(s^2 + 24s + 400)}$

C20. $G(s) = \dfrac{X(s)}{\alpha_c(s)} = \dfrac{v^2}{s^2(1 + 0.5s)}$

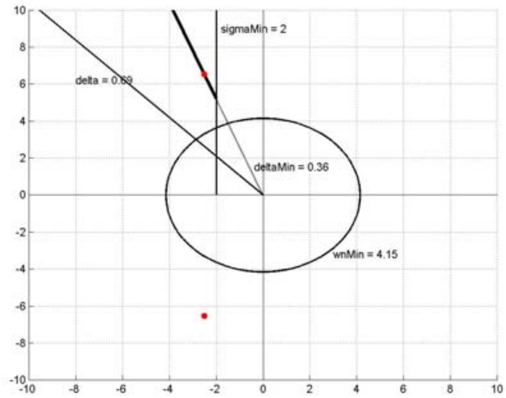
C21. a) Polos y función de transferencia: $p_{1,2} = -2 \pm 3j,\ p_3 = -30,\quad G(s) = \dfrac{390}{s^3 + 34s^2 + 133s + 390}$

Los polos complejos conjugados son los dominantes, se eligen dentro de la región delimitada de la figura. El tercer polo se ha elegido despreciable, respecto a los otros dos.



b) Polos y función de transferencia: $p_{1,2} = -2.5 \pm 6.5j,\ p_3 = -37.5,\quad G(s) = \dfrac{1830.2}{s^3 + 42.5s^2 + 236.3s + 1830.2}$

Se ha tomado el valor límite de *delta*, podría haberse tomado uno inferior, en cuyo caso, el valor de *wnMin* sería en correspondencia superior.



C22. No se da la solución.

C23. $G(s)$ de tipo cero $\Rightarrow erp = \infty$

$G(s)$ de tipo uno $\Rightarrow erp = \dfrac{2}{K}$

$G(s)$ de tipo dos o superior $\Rightarrow erp = 0$

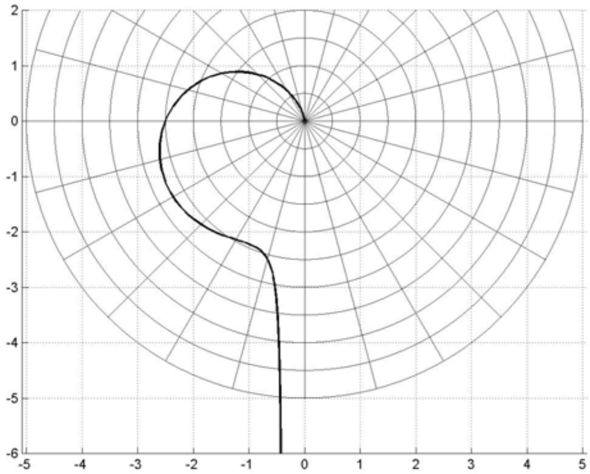
C24. No se da la solución.

C25. No se da la solución.

C26. Desde el punto de vista de su descripción externa, el sistema es estable, independientemente del signo de *p*. Sin embargo, en cuanto a su estabilidad interna, basta obtener la función de transferencia:

$\dfrac{Y(s)}{P(s)}$ Donde *P(s)* es la transformada de Laplace de la señal de perturbación que actúa a la entrada del sistema.

C27. El resultado se muestra en la figura:



C28. a1) La señal de entrada que se aplica es: $u(t) = 3\, sen\,(20t)$, la señal que resulta en la salida es:

$y(t) = 3 \cdot 0.2371\, sen\,(20t - 3.6652)$

a2) Aplicando la propiedad de linealidad, se puede resolver igual que el apartado previo.

b) La ganancia estática se obtiene de forma inmediata a partir del nivel de la curva de magnitud a baja frecuencia, en este caso unos -1.5dB, que se traduce en un valor absoluto de 0.84.
Para el retardo, tomamos dos frecuencias suficientemente a la derecha, por ejemplo:

$$\omega_1 = 300\ rad\,/\,s, \quad \omega_2 = 800\ rad\,/\,s$$

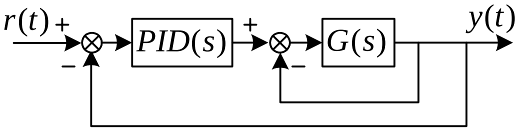
La diferencia de fase entre estas dos frecuencias es exclusivamente debida al retardo puro. De dicha diferencia, se deduce que dicho retardo es aproximadamente igual a 0.05s.

C29. No se da la solución.

C30. Los valores de los tres parámetros son: $K_1 = 6.0989, \quad K_2 = 4, \quad a = 0.8372$

C31. $G(s) = \dfrac{4000\,(1 + s/200)}{s\,(s^2 + 4s + 400)}$

C32. a) El método de Z-N en BA no puede aplicarse sobre *G(s)*, puesto que es inestable.
El método de Z-N en BC sí se puede aplicar sobre *G(s)*, puesto que para una ganancia $K \approx 23$ se alcanzan raíces en el eje imaginario (comprobable mediante Routh-Hurwitz o por lugar de las raíces).
b) Identificando en la respuesta de la gráfica: $K = 1, \quad \tau_d = 0.8\ seg., \quad \tau = 3.4\ seg.$
se pueden obtener los parámetros del PID mediante la tabla correspondiente. El esquema de control resultante es:



C33. La opción correcta es la **(d)**. Para llegar a esta conclusión, se obtiene la frecuencia de la senoide amortiguada (que viene dada exclusivamente por los polos complejos conjugados). A partir de ella, se calcula el tiempo de pico que correspondería al sistema si fuera estrictamente de segundo orden subamortiguado (sin ceros). Se podrá observar que la respuesta es más lenta de lo que correspondería. Por tanto, debe existir un polo adicional no del todo despreciable. Por otro lado, habría que justificar porqué no puede ser la opción **(c)**.