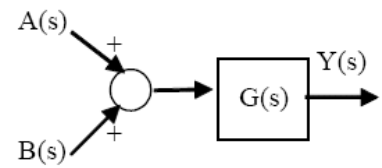


Problema 1 (3 puntos - 50 minutos)

El diagrama de Bode de la figura representa la respuesta en frecuencia del sistema $G(s)$. Se pide:

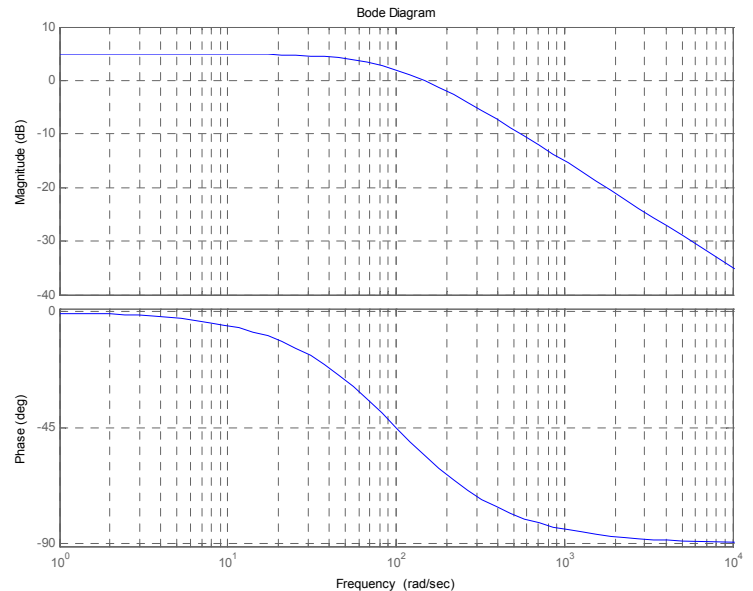


a) Obtener la expresión analítica de $G(s)$ y su curva polar.

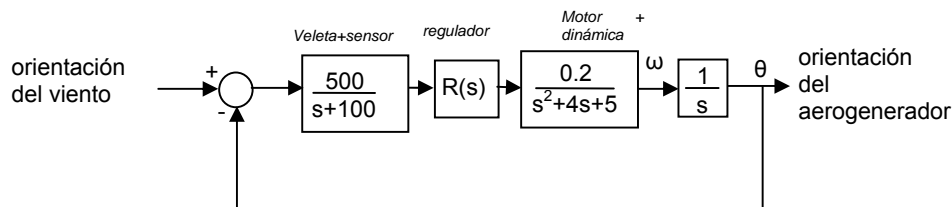
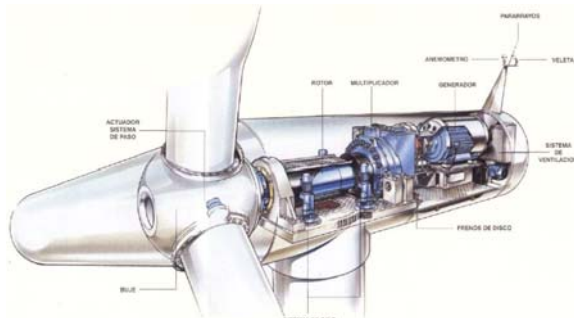
b) Representar la evolución temporal de la salida, $y(t)$, si la entrada A es excitada con una señal en escalón de amplitud 3 unidades y B es nula.

c) Representar la evolución temporal de la salida en el régimen permanente, $y_{rp}(t)$, si la entrada B es excitada con una onda armónica de frecuencia 10^2 [rad/s] y con una amplitud de 3 unidades y A es nula.

d) Evolución temporal de la salida en el régimen permanente, $y_{rp}(t)$, si las entradas A y B son las definidas en los apartados anteriores, escalón y armónico respectivamente.

**Problema 2 (3 puntos - 60 minutos)**

Los aerogeneradores más utilizados en la actualidad siguen una configuración tripala y con el rotor a barlovento. Esta última opción de diseño, tiene la ventaja de evitar la influencia de la sombra aerodinámica de la torre, pero como consecuencia requiere de la utilización de un sistema asistido de orientación. Para ello se dispone de una veleta sensorizada en el propio bloque del rotor que genera una señal de error en la orientación, y que se utiliza para actuar sobre un motor eléctrico que engrana sobre una corona dentada solidaria a la torre. En la figura se da un modelo simplificado del conjunto, en el que aparece reflejada la autorrealimentación determinada por la configuración mecánica.



Se pide:

1.- Estudiar la precisión con la que el sistema es capaz de orientarse al viento en función del valor de la ganancia del regulador. (2 punto)



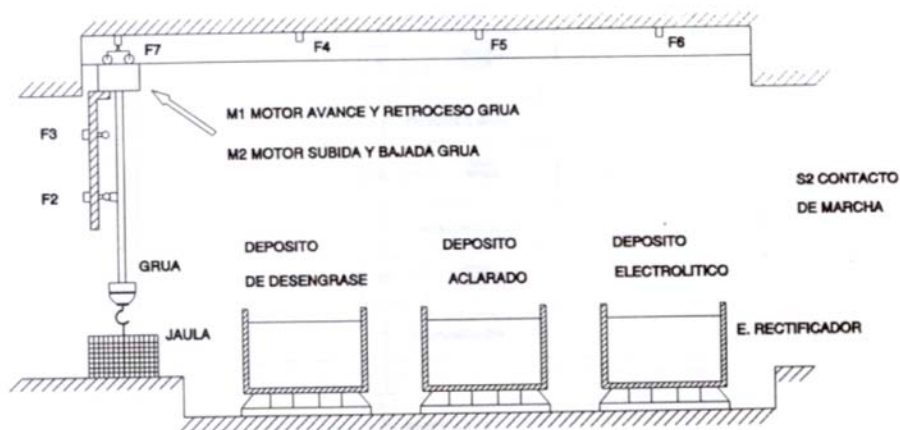
2.- Dibujar el lugar de las raíces del sistema obteniendo TODOS los valores más significativos. **(5 puntos)**

Dato para resolver la ec. cúbica: uno de los puntos de dispersión se encuentra en -1.

3.- Diseñar el regulador más sencillo que logre un tiempo establecimiento de 6 segundos, error de posición nulo, y una sobreoscilación inferior al 5%. **(3 puntos)**

Problema 3 (4 puntos - 45 minutos)

En la siguiente figura se muestra el esquema de un proceso de electrólisis para el tratamiento de superficies, con el fin de hacerlas resistentes a la oxidación. El sistema consta de tres baños, uno para el desengrasado, otro el aclarado y un tercero para el baño electrolítico.



La grúa introduce la jaula portadora de las piezas a tratar en cada uno de los baños, comenzando por el desengrasado, a continuación el aclarado y por último les dará el baño electrolítico. En este último, la grúa debe permanecer un tiempo de 20 s para conseguir una uniformidad en la superficie de las piezas tratadas.

El ciclo se inicia al pulsar el contacto de marcha. La primera acción a realizar es la subida de la grúa. Cuando toca el final de carrera F3, la grúa comenzará a avanzar, hasta llegar al final de carrera F4. En dicho punto la grúa desciende. Una vez que toca el final de carrera F2, la grúa vuelve a ascender hasta tocar de nuevo el final de carrera F3, momento en el cual la grúa vuelve a avanzar hasta alcanzar la posición de F5. Después se repiten los movimientos de la grúa de la etapa anterior. Avanza después hasta F6, vuelve a bajar y cuando toca F2 se conecta el proceso de electrólisis. Después del tiempo prefijado, se desconecta la electrólisis y la grúa asciende hasta que toca F3. Después la grúa retrocede hasta F7 para terminar bajando hasta que activa F2, quedando el sistema listo para la siguiente operación.

Se pide:

1. Grafcet de nivel 1 y nivel 2 del sistema.
2. Mapeado de entradas, salidas y marcas para el S5-95U.
3. Codificación en AWL del automatismo.

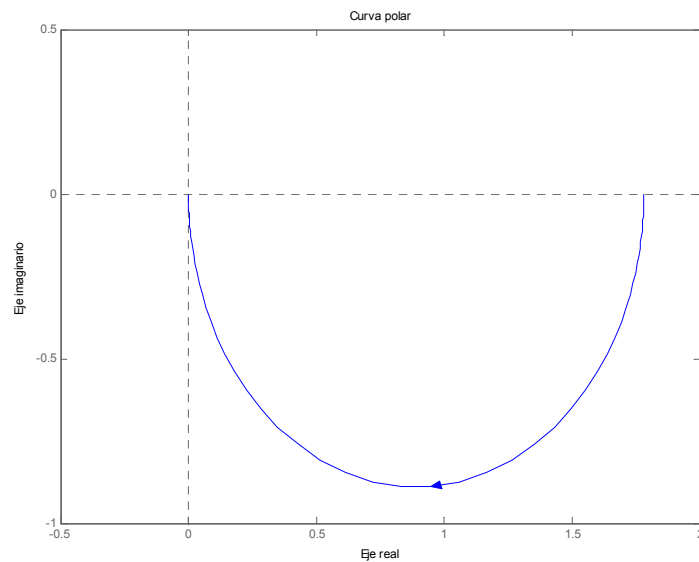
Publicación de las notas: 10-09-2007

Revisión: 11-09-2007

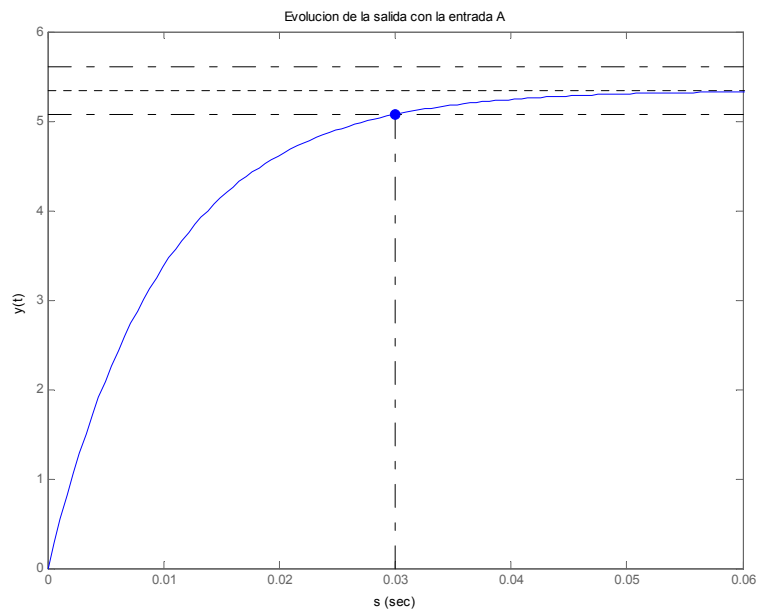


Resolución**Problema 1**

$$a) G(\omega) = \frac{k}{1 + j\omega T} \rightarrow G(s) = \frac{1.78}{1 + s10^{-2}}$$

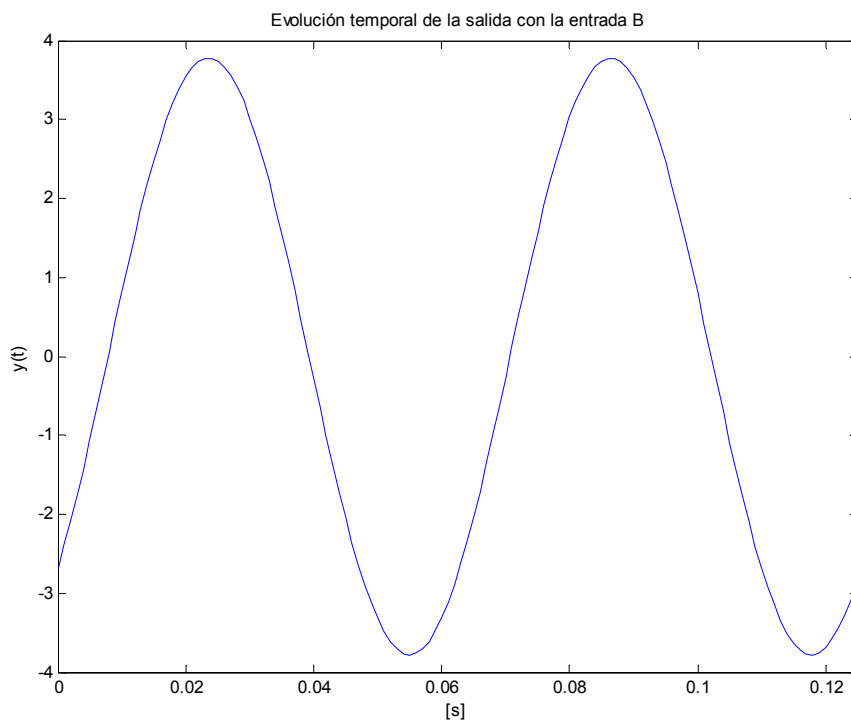


$$b) y(t) = 3 \cdot 1.78 \cdot \left(1 - e^{-t/10^{-2}}\right)$$

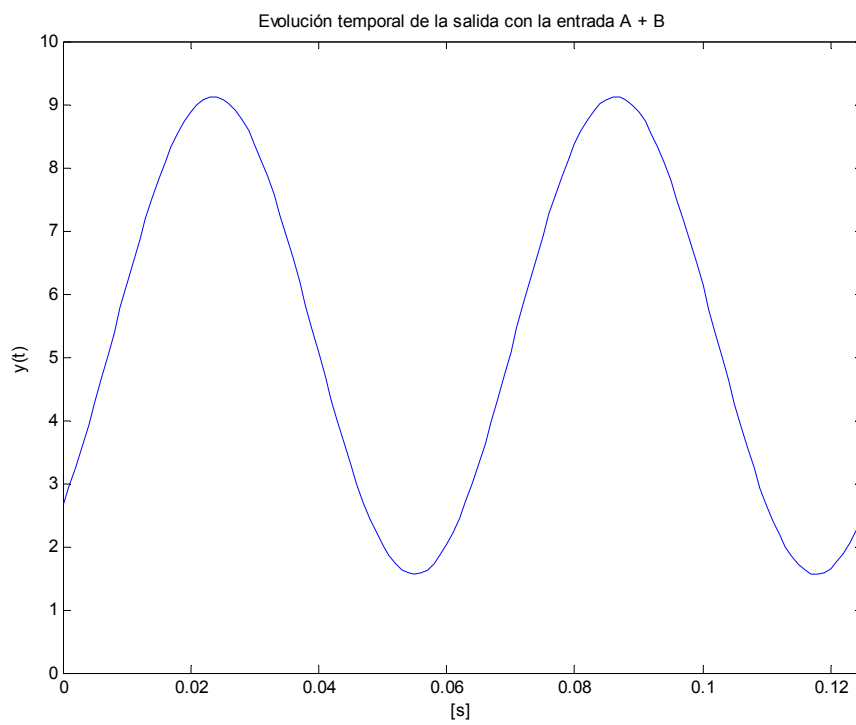


$$c) y(t) = 3 \cdot \frac{1.78}{\sqrt{2}} \cdot \text{sen}\left(10^2 t - \frac{\pi}{4}\right)$$





c)



Problema 2.**1.- Estudiar la precisión con la que el sistema es capaz de orientarse al viento en función del valor de la ganancia del regulador. (2 punto)**

Se pide el estudio de los errores de posición, velocidad y aceleración del sistema realimentado:

Por ser un sistema con realimentación unitaria y de Tipo I, el error de posición es nulo, y el de aceleración es infinito.

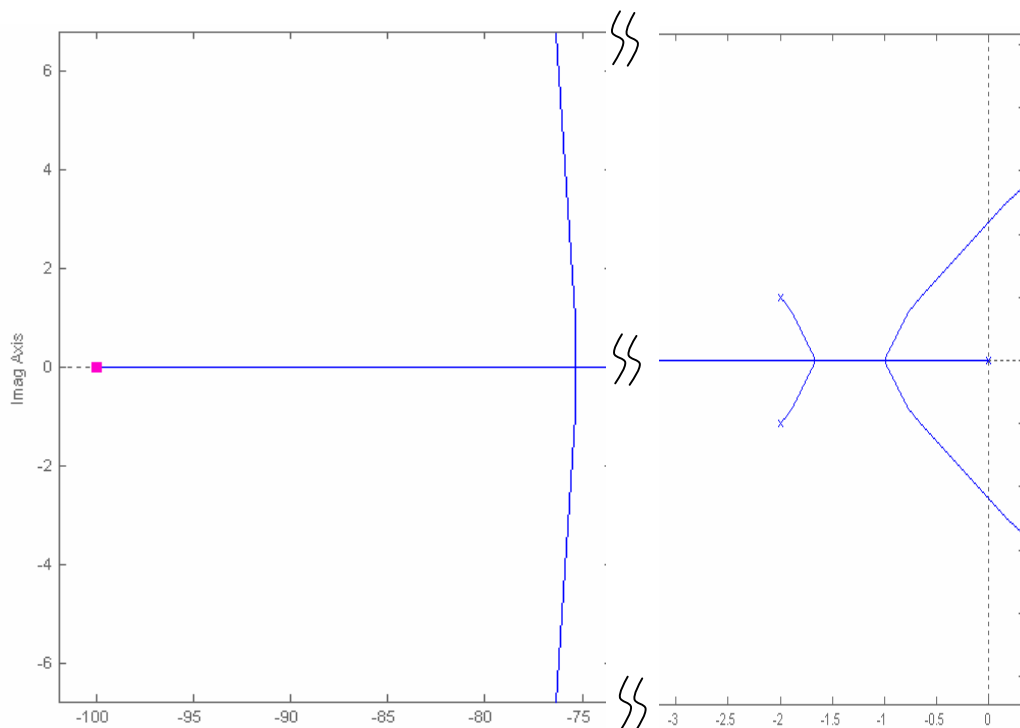
El error de velocidad:

$$K_v = \lim_{s \rightarrow 0} sG(s) = \lim_{s \rightarrow 0} s \frac{500 \cdot 0.2 \cdot K}{s(s+100)(s^2 + 4s + 5)} = \frac{K}{5} \Rightarrow e_v = \frac{1}{K_v} = \frac{5}{K}$$

La precisión requiere que el sistema sea estable. En el apartado 3, se calcula el rango de valores de K que hacen el sistema estable.

2.- Dibujar el lugar de las raíces del sistema obteniendo TODOS los valores más significativos. (5 puntos)

Dato para resolver la ec. cúbica: uno de los puntos de dispersión se encuentra en -1.



Los valores más significativos son:

1-Centroide: -26

2-Ángulo de las asíntotas: $45^\circ, 135^\circ, -45^\circ, -135^\circ$

3-Ángulo de salida de $-2+j$: $\alpha + 90 + (180 - \arctan \frac{1}{2}) + \arctan \frac{1}{100} = 180(2q+1) \Rightarrow \alpha = -64^\circ$

4-Puntos de confluencia y dispersión. De la ecuación característica $1+KG(s)=0$ se despeja K y se deriva:

$$100K = -(s^3 + 4s^2 + 5s)(s+100)$$

$$\frac{dK}{ds} = 0$$

Obteniéndose tres soluciones: -1 (dada por el enunciado) y de la ec. Cuadrada resultante: -1.66 y -75

5-Corte con el eje real: Se aplica Routh a la ec. característica obteniéndose que la K crítica se da en 19.2, y utilizando la Ec. Auxiliar: se llega a que el corte con el eje imaginario se produce en $s = \pm \sqrt{5}j$



3.- Diseñar el regulador más sencillo que logre un tiempo establecimiento de 6 segundos, error de posición nulo, y una sobreoscilación inferior al 5%. (3 puntos)

$$t_s \leq 6s \Rightarrow \frac{\pi}{\sigma} \leq 6 \Rightarrow \sigma \geq \pi / 6 = 0.52$$

Del lugar de las raíces se observa que con la ganancia se pueden situar los polos dominantes de forma que tengan un factor de amortiguamiento mayor que 0.52. Como el sistema apenas debe ser oscilatorio, y la precisión la logramos por ser de tipo uno, los requisitos de diseño se cumplen sin problemas mediante el uso de un controlador proporcional. Por tanto, ajustamos el valor de la ganancia en el primer punto de dispersión, que es el dado por el enunciado del apartado 2: en -1.

La ganancia en ese punto queda determinada por el criterio del módulo, y por tanto:

$$K_{LDR} = \frac{\prod dp}{\prod dz} = (100 - 1)(\sqrt{2})(\sqrt{2})(1) = 198$$

$$R(s) = K = \frac{K_{LDR}}{100} = 1.98$$

