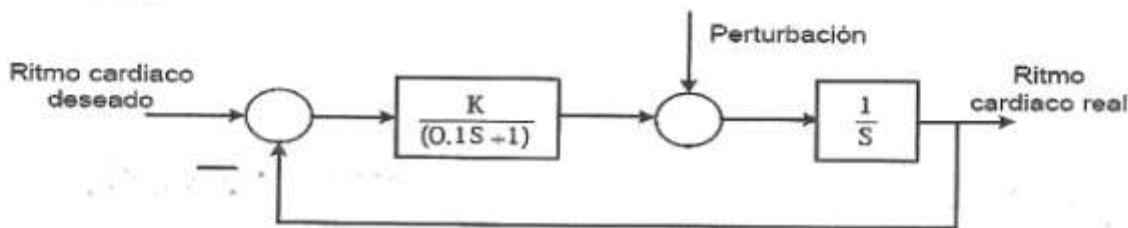


**Ejercicio 1**

Los marcapasos electrónicos para el corazón humano son dispositivos que regulan la velocidad de bombeo cardiaco. En la figura se representa el esquema de control del mismo.

1. Se sabe que cuando una persona con este tipo de sistema implantado, pasa bajo un arco de RX (p.ej. en un aeropuerto), la perturbación que se origina se puede considerar como un escalón unitario. Diseñar el valor de la ganancia K para que el incremento del ritmo cardiaco real sea < 0.5 voltios.
2. Dado que la ganancia K del circuito electrónico puede sufrir pequeñas variaciones, se desea determinar la influencia, en régimen permanente, que estas variaciones pueden ejercer sobre la sensibilidad de entrada del sistema. Razona brevemente el resultado obtenido.
3. Indicar como sería la sensibilidad del sistema (en régimen permanente).
4. Se le coloca el sistema de marcapasos a una persona de edad avanzada que está haciendo un ejercicio físico moderado. Calcular la magnitud de la sensibilidad al ritmo cardiaco normal de 95.5 pulsaciones/minuto. Considérese en este caso K=10.



$$1/ \quad S_i = \frac{1/s}{1 + \frac{1}{s} \cdot \frac{K}{0.1s+1}} = \frac{0.1s+1}{s(0.1s+1)+K} \quad \parallel \lim_{s \rightarrow 0} S_i = \frac{1}{K} < 0.5 \Rightarrow \boxed{K > 2}$$

$$2/ \quad S_k^{Si} = \frac{K}{\frac{0.1s+1}{s(0.1s+1)+K}} \cdot \frac{-(-0.1s+1)}{[s(0.1s+1)+K]} \Rightarrow \text{en r.p.} \quad S_k^{Si} = -1$$

Cuanto mayor sea K, menor será la Si

$$3/ \quad S = \frac{1}{1 + \frac{K}{s(0.1s+1)}} \Rightarrow \lim_{s \rightarrow 0} S = 0 \quad \left. \begin{array}{l} \text{El sistema es de} \\ \text{tipo 1 respecto al segui-} \\ \text{miento de referencia} \end{array} \right\}$$

No influye el valor de K en S.

$$4/ \quad 95.5 \text{ pulsaciones/minuto} = \frac{95.5 \text{ pulsaciones}}{60 \text{ seg}} \cdot 2\pi \approx 10 \text{ rad/seg}$$

Evaluamos la función de sensibilidad S en la frecuencia  $\omega = 10 \text{ rad/seg}$

$$S = \frac{0.1s^2 + s}{0.1s^2 + s + 10} \Rightarrow |S(j\omega)|_{\omega=10} = \frac{10j - 10}{10j} = \frac{\sqrt{200}}{10} \approx \sqrt{2}$$

### Ejercicio 2

Obtener el modelo lineal del sistema representado por la ecuación diferencial, en torno al punto de funcionamiento definido por  $X_0=3$ . A partir del modelo lineal, obtener la función de transferencia  $Y(s)/X(s)$

$$\frac{dy(t)}{dt} + \sqrt{x^2(t)} + y(t) = 2x^2(t) + 2 \quad y_0 = 17$$

$$\Delta \dot{y}(t) + \frac{2x_0}{2\sqrt{x_0}} \Delta x(t) + \Delta y(t) = 4x_0 \Delta x(t)$$

$$\Rightarrow Y(s) + X(s) + Y(s) = 12X(s)$$

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{11}{s+1}$$

### Ejercicio 3

Justificar razonadamente la siguiente afirmación:

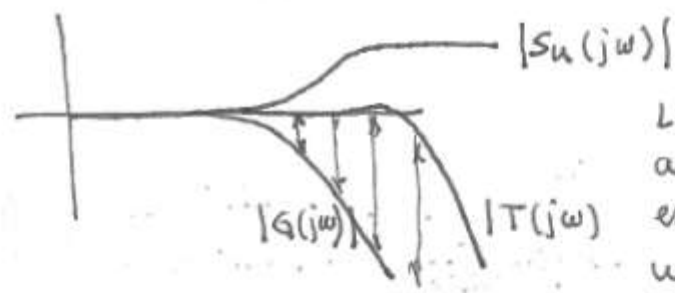
*"La acción de control será elevada en aquellas frecuencias en que la cadena cerrada observe un comportamiento mucho mejor que la cadena abierta"*

$$S_u = \frac{D}{1+DG}$$

$$T = \frac{DG}{1+DG}$$

$$S = \frac{I}{G}$$

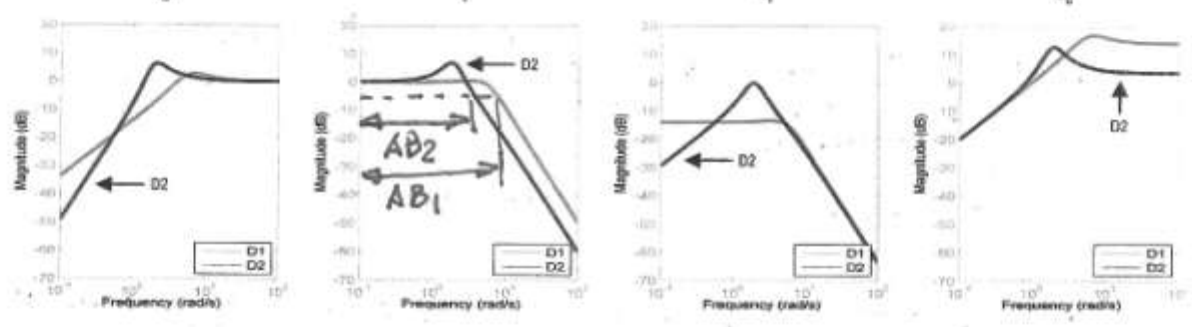
$$\text{Bode } \{S_u(j\omega)\} = \text{Bode } \{T(j\omega)\} - \text{Bode } \{G(j\omega)\}$$



La mejora del ancho de banda es a costa de una acción de control elevada

### Ejercicio 4

En la figura se representan las funciones de sensibilidad para un sistema con 2 controladores diferentes.



- Marque en la gráfica el ancho de banda de ambos sistemas. ¿Cual es mayor? ¿que inconvenientes acarrea?  
 $AB_{D1} > AB_{D2}$  // Cuanto mayor es el ancho de banda, mayor ha de ser la acción de control y más propenso a la influencia del ruido.
- Indique cual de los dos presenta menor estabilidad relativa. ¿Porque?  
 $D_2 < D_1$  // Cuanto mayor es  $|S(j\omega)|_{\text{máx}}$  menor es la estabilidad relativa
- ¿Qué tipo de sistema ante seguimiento de referencias es cada uno de ellos? ¿Porque?  
 $D_2 \rightarrow$  tipo 2 //  $D_1 \rightarrow$  tipo 1 // Pendiente de 5 a bajas frecuencias  $D_1 \Rightarrow 20 \frac{dB}{dc}$   
 $D_2 \Rightarrow 40 \frac{dB}{dc}$
- ¿Qué tipo de sistema ante perturbaciones es cada uno de ellos? ¿Porque?  
 $D_1 \rightarrow$  tipo 0  $\Rightarrow D_2 \rightarrow$  tipo 1 // Pendiente de 0 a bajas frecuencias  $D_1 \rightarrow 0 \frac{dB}{dc}$ ;  $D_2 = 20 \frac{dB}{dc}$
- Indique cual de los dos sistemas será más propenso a la influencia de los ruidos de medida? ¿Porque?  
 $D_1$  más propenso que  $D_2$  por tener un AB mayor.