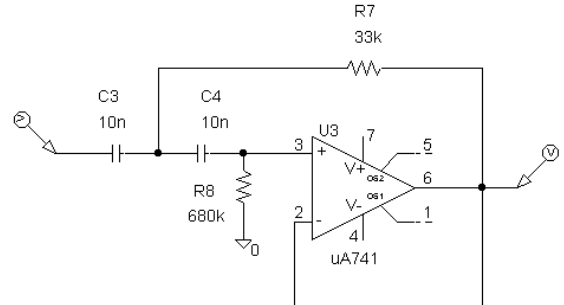


Cuestión

Sabiendo que la ganancia de tensión del filtro es $A_V(s) = \frac{u_s(s)}{u_e(s)} = \frac{s^2 R7 \cdot R8 \cdot C^2 \cdot k}{s^2 R7 \cdot R8 \cdot C^2 + sC(2R7 + R8 - R8 \cdot k) + 1}$,

donde k es la ganancia de la estructura de amplificador no inversor, con AO ideal, y habiendo definido como C el valor de $C3$ y $C4$. Determinar su respuesta frecuencial en diagrama de Bode.

(20 minutos)



Problema 1

La figura representa el esquema simplificado de la calefacción de una habitación por medio de un radiador eléctrico.

El radiador consiste en una resistencia R alimentada a V voltios y situada en un baño de aceite de masa calorífica M_c y temperatura T_c . Posee una superficie S_c de coeficiente global de transmisión U_c hacia el aire.

El aire de la habitación se encuentra a una temperatura T_h y tiene una masa calorífica M_h .

La temperatura exterior es T_e . Las paredes tienen una superficie S_p y un coeficiente global de transmisión U_p .

La temperatura de la habitación se mide con un termómetro situado cerca del radiador, por lo que su indicación T_m viene afectada ligeramente por él. Dicha medida se compara con una referencia T_r y la diferencia, amplificada con una ganancia K se lleva a la resistencia del radiador.

Las ecuaciones del sistema son:

$$\begin{aligned} 1) T_m &= 0.95T_h + 0.05T_c & 2) V &= k(T_r - T_m) & 3) q &= 0.24V^2 / R \\ 4) M_c \frac{dT_c}{dt} &= q - U_c S_c (T_c - T_h) & 5) M_h \frac{dT_h}{dt} &= U_c S_c (T_c - T_h) - U_p S_p (T_h - T_e) \end{aligned}$$

Datos

$$R = 20\Omega \quad k = 50V/^{\circ}C \quad U_c S_c = 12.5cal/s^{\circ}C \quad U_p S_p = 33cal/s^{\circ}C \quad M_c = 1000cal/^{\circ}C \quad M_h = 3000cal/^{\circ}C$$

Se pide:



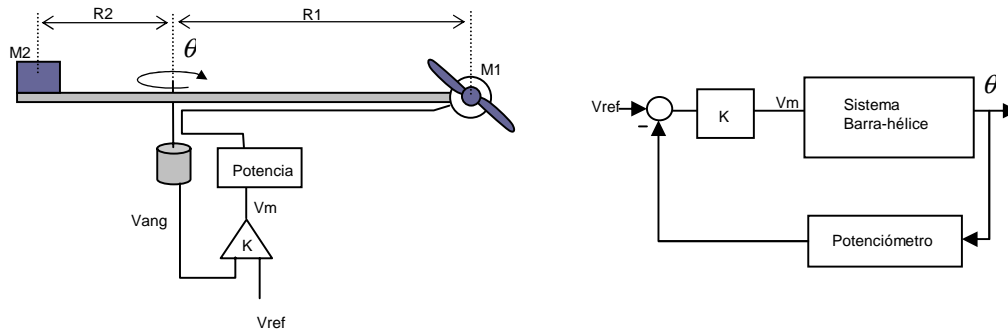
1. Determinar el punto de equilibrio ($T_{c,0}$ y $T_{h,0}$) en torno a $T_{e,0} = 5^{\circ}C$, $T_{r,0} = 25^{\circ}C$. Para facilitar el cálculo, la tensión aplicada a la resistencia en el reposo está alrededor de 190V.
2. Linealizar las ecuaciones en torno al punto de equilibrio.
3. Dibujar el diagrama a bloques del sistema de control.

(45 minutos)



Problema 2

Una maqueta de laboratorio pretende modelar el comportamiento del rotor de cola de un helicóptero. Para ello se dispone de los elementos mostrados en la figura.



El sistema consiste de una barra de inercia despreciable sobre la que se sitúa un motor con una hélice de masa $M1$ en un extremo y un contrapeso de masa $M2$ en el otro a una distancia $R1$ y $R2$ al eje de giro respectivamente.

($M1=0.1$ kg., $M2=0.2$ Kg., $R1=0.3$ m., $R2=0.15$ m.).

El giro realizado por la barra es medido por medio de un potenciometro axial de forma que establece la siguiente relación entre el ángulo girado θ y la tensión de salida:

$$V_{ang}(t) = \frac{10}{2\pi} \theta(t)$$

El motor lleva su propio control de velocidad, de forma que la relación entre la señal de entrada y la velocidad del eje de giro independientemente de la carga viene dada por la siguiente ecuación diferencial:

$$V_m(t) = 80 \left(\frac{d\omega_m(t)}{dt} + 0.125\omega_m(t) \right)$$

La hélice al girar genera una fuerza de empuje axial proporcional a su velocidad de giro según la siguiente relación:

$$F_l(t) = 0.01 \cdot \omega_m(t)$$

Además, la hélice provoca una fuerza resistente al avance proporcional a la velocidad lineal de avance de la misma, según la expresión:

$$F_r(t) = 0.05 \cdot R_1 \frac{d\theta(t)}{dt}$$

El eje de giro de la barra tiene un coeficiente de rozamiento angular de $B = 0.01 \frac{Ns}{rad}$.

Como se muestra en la figura se ha realizado un lazo de realimentación para controlar la orientación de la maqueta, llegando al diagrama de bloques en la parte derecha.

- 1.- Dibujar el diagrama de bloques correspondiente al bloque barra-hélice, indicando las funciones de transferencia y el significado de las señales en cada enlace.
 - 2.- Obtener la función de transferencia del conjunto barra-hélice.
 - 3.- ¿Cuál es el valor máximo de K que asegura que no hay oscilaciones?
 - 4.- Dibujar el diagrama de bode del sistema para $K=1$, indicando gráficamente los márgenes de estabilidad del lazo cerrado.
- Nota:** las ecuaciones están expresadas en unidades del S.I. y los ángulos en radianes.



Resolución**Cuestión**

La arquitectura de AO es unitaria, $k=1$. El sistema es de segundo orden y tiene un cero doble en el origen, por tanto es un filtro paso alto de segundo orden. Sus parámetros son:

$$\omega_n = 667[\text{rad/s}]$$

$$\xi = 0.22$$

Problema 1

1. $T_{h,0} = 19.3^\circ\text{C}$ y $T_{C,0} = 57^\circ\text{C}$.

