

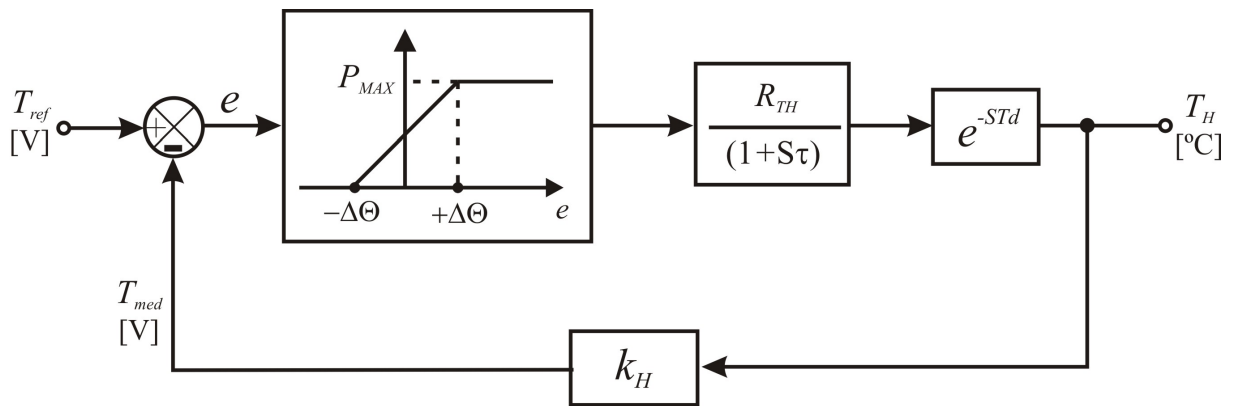
ÁREA: CONTROL

CÁTEDRA: Sistemas de Control (403) – Plan 1996
 Sistemas de Control (4C8) – Plan 2003

Guía N° 5: SISTEMAS TÉRMICOS

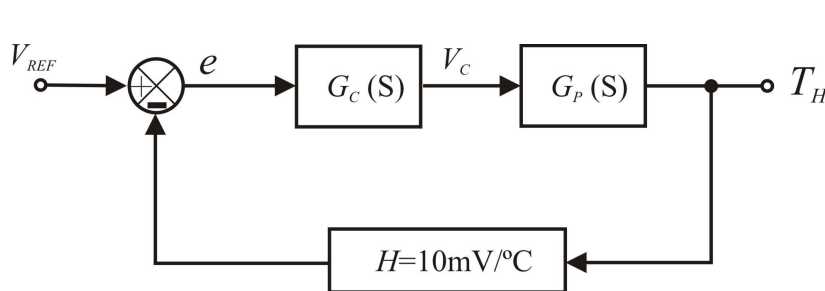
N°1:

En la figura se muestra un diagrama en bloques de un control de temperatura genérico de tipo proporcional. Calcular el ancho de la zona de proporcionalidad $\Delta\Theta$, expresado en [V], y el margen de fase. Asumir que $T_d \ll \tau$.



N°2:

En la figura se muestra el lazo de control de temperatura de un reactor.



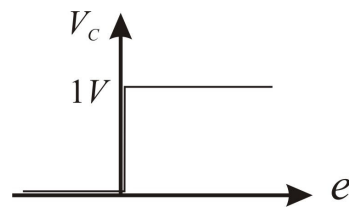
$$G_P(s) = k_P \cdot \frac{e^{-sT_d}}{1 + s\tau}$$

$$k_P = 10^3 \text{ [}^\circ\text{C/V]}$$

$$T_d = 0,2s$$

$$\tau = 0,4s$$

- a) Bosquejar el diagrama de Nyquist para la ganancia de lazo $G \cdot H(j\omega)$, considerando un compensador $G_C(S)=1$.
- b) Para el caso en que $G_C(S)=k_C$, hallar k_C para obtener 45° de margen de fase.
- c) Para el valor de k_C obtenido en el inciso b), hallar el error en estado estacionario en términos de temperatura cuando $V_R = 2V \cdot u(t)$.
- d) Si se emplea un controlador no lineal, tal como se muestra en la figura, bosquejar la forma de onda $T_H(t)$ y hallar la amplitud pico a pico de la misma cuando $V_R = 2V \cdot u(t)$. Identificar en el gráfico el retardo T_d , la referencia equivalente de temperatura T_R y el ripple térmico. La temperatura promedio obtenida, ¿resulta mayor o menor que T_R ?



N°3:

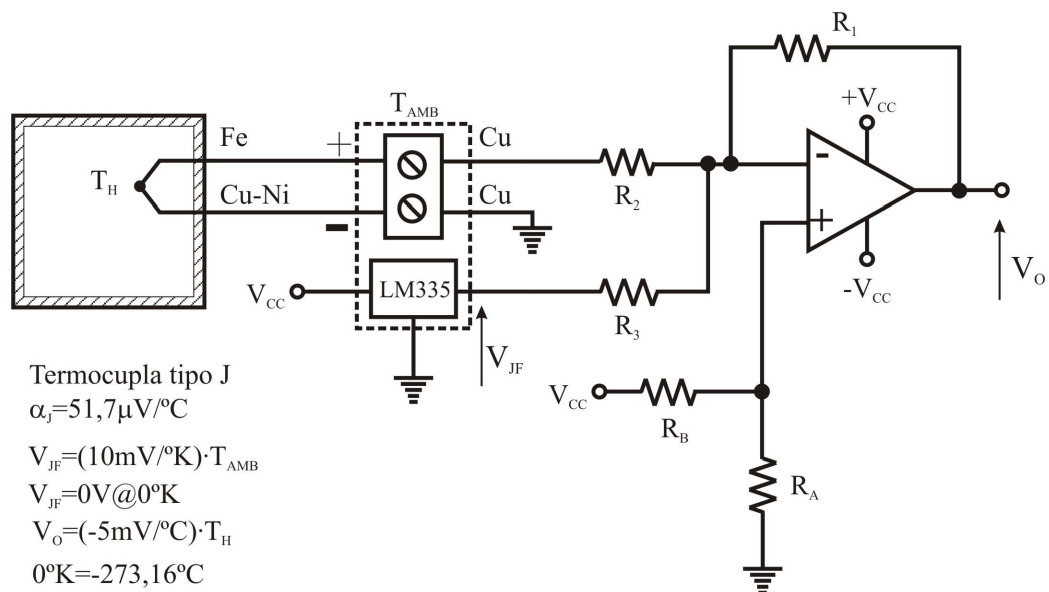
Se desea implementar un control de temperatura para un sistema térmico. Se desconocen los parámetros de la planta, pero en su lugar se tienen los datos obtenidos de un ensayo experimental, aplicando la máxima potencia disponible en la planta en $t=0$, según se muestra en la tabla siguiente.

Tiempo (seg)	Temperatura (°C)
50	0
100	28.7
200	76.3
300	113.4
400	142.3
500	164.8
1000	221.3
1500	237.5
2000	242.1
2500	243.5
3000	243.8
3500	244.0
4000	244.0

- Obtener el modelo de la planta, con los parámetros τ , T_{max} y T_d .
- Si se implementa un controlador del tipo ON-OFF, ¿Cuál es la amplitud del ripple de temperatura que se obtiene? ¿Se puede reducir este ripple utilizando este controlador?
- ¿Cuál es el error de calibración en el caso de regular en $T_{REF}=210^{\circ}\text{C}$? Graficar la evolución temporal de la temperatura, indicando claramente el ripple, la temperatura de referencia y la temperatura media.
- Diseñar un compensador G_c , utilizando un controlador de tipo proporcional, estimando el margen de fase obtenido. Realizar el diagrama de Bode y el diagrama en bloques del sistema. ¿Qué debería modificarse para aumentar el margen de fase a $\sim 90^{\circ}$ y cuáles serían las ventajas y desventajas resultantes?

N°4:

Determinar los valores de las resistencias de modo tal de obtener una salida de tensión de $-5\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ al medir la temperatura en un horno. A los efectos del diseño, considere que el operacional es ideal. La termocupla es de tipo J (Hierro / Constantan), con una constante $\alpha=51,7\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ y un rango de temperaturas máximo de -200°C a 1200°C . Para la compensación de junta fría se utiliza un sensor de precisión LM 335, cuya salida en tensión es linealmente proporcional con la temperatura (en grados Kelvin).



N°5:

En la siguiente figura se representa un sistema de control de temperatura para un horno. Calcular la sobre elevación de temperatura real del horno ($T_H - T_A$) cuando $V_{REF} = 5V$. Determinar el ripple de temperatura en régimen permanente y el error de calibración para la temperatura de referencia considerada. Tenga en cuenta que la junta fría de la termocupla se encuentra a la temperatura ambiente T_A .

$R_C = 484\Omega$

$R_{TH} = 10^\circ C/W$

$\tau = 100s$

$T_d = 10s$

