



Trabajo Práctico N°3: Efectos de la Realimentación Sistema térmico, Control de posición

Objetivos:

- *Practicar con el modelado de sistemas térmicos simples, y sus circuitos eléctricos análogos.*
- *Observar el efecto de la realimentación negativa sobre la velocidad de respuesta de un sistema de control de primer orden.*
- *Tener en cuenta el efecto que la saturación produce sobre el comportamiento de un sistema de control realimentado.*
- *Observar el efecto de la realimentación en el error de un sistema de tipo 1.*
- *Observar como la realimentación provoca un cambio en la posición de los polos de lazo cerrado y en la estabilidad.*

SISTEMA 1: Control de Temperatura de una Cámara de Secado

Se tiene una cámara de secado que necesita hacerse trabajar a una temperatura de alrededor de 90°C. Experimentalmente se determinó que el aparato tiene una constante de tiempo de aprox. 7 minutos y que cuando se aplica una potencia de calentamiento de 250W, la temperatura interior se eleva en 10°C.

Se considera aceptable una desviación de la temperatura en la cámara no más allá de $\pm 2^\circ\text{C}$ en total (ΔT) con respecto a la temperatura deseada (de referencia). La desviación se debe principalmente al efecto de la temperatura ambiental externa a la cámara, que puede encontrarse entre 5 y 40 grados C.

Aunque la temperatura nominal de trabajo sea 90°C, se desea que el set-point pueda elegirse desde 20 hasta 110 grados C. Se usa un sensor de temperatura con una sensibilidad de 10mV/°C. (Podría ser un Lm35).

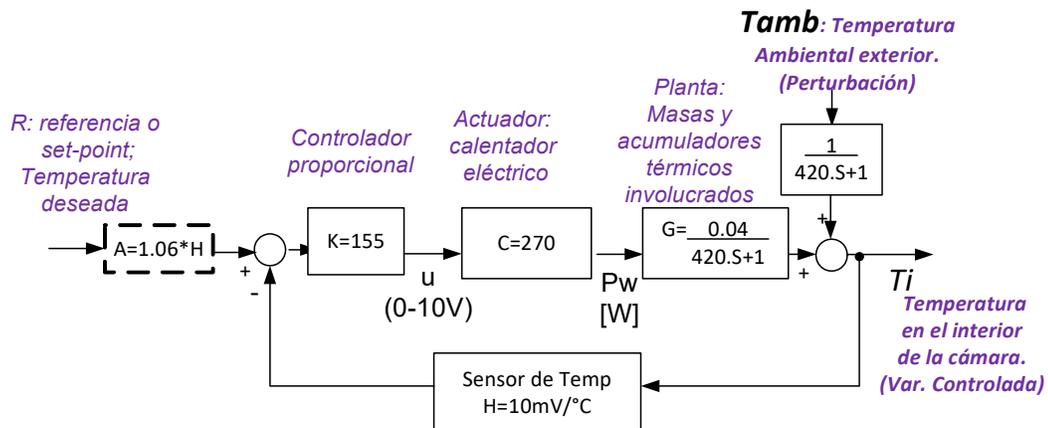


Figura 1: diagrama de bloques del sistema de control

El actuador consiste principalmente en una resistencia de calefacción. (La misma podría estar alimentada mediante control de fase con triac o un relé de estado sólido, entre otros métodos). El actuador entrega su máxima potencia cuando la señal de entrada "u" es de 10V.

1.A.i. Simule el modelo de la Fig.1 para observar las respuestas transitorias de la señal de salida " T_i " y de la potencia de calefacción " P_w " frente a cambios pequeños en el set-point " R " (por ejemplo desde 20 a 22°C), y de 5 a 40 grados C en la " T_{amb} ". A partir de las respuestas en el tiempo, estime la constante de tiempo principal del sistema realimentado y compárelo con la constante de tiempo de la planta. Mida el tiempo de crecimiento en cada caso.

Además ¿Cuál es la constante de tiempo principal en la función de transferencia entre la variable de perturbación y la de salida a lazo cerrado?

1.A.ii. Repita la simulación, y la estimación de las constantes de tiempo, pero ahora realizando cambios bruscos en el set-point " R ", por ejemplo desde 20 hasta 90°C. Tome nota de la máxima potencia " P_w " necesaria para lograr el funcionamiento observado.

1.A.iii. Compare las respuestas en frecuencia de la planta y del sistema completo

1.A.iv. Modifique el diagrama de bloques incluyendo un elemento de saturación para la variable "u", de manera que no pueda salir de su rango válido (0-10V). Repita el experimento 1.A.i, la estimación de las constantes de tiempo resultantes, y la potencia máxima involucrada, y el tiempo de crecimiento.

Comente lo que observe, concentrándose en cómo resultan modificadas las formas de onda de los transitorios de las respuestas y los tiempos característicos cuando se limita la potencia máxima con que se calefacciona la cámara.

1. B) Cuestiones Teóricas

1.B.i. Observando el circuito eléctrico análogo de la cámara de secado (Fig. 2) y los datos experimentales mencionados en la descripción del sistema. Responda:

a. ¿Qué valores aproximados poseen los componentes del circuito eléctrico análogo? Compruebe si es correcta o no la función de transferencia de la planta " G " mostrada en la Fig. 1.

b. ¿Cuál es la potencia necesaria de la resistencia de calentamiento para cumplir con la especificación de T_i , considerando el intervalo de variación de la temperatura exterior? Compruebe si la función de transferencia para el calentador " C " mostrada (fig. 1) es apropiada para cumplir con la especificación de T_i deseada.

1.B.ii. ¿Cuál es el efecto de la realimentación negativa, sobre las constantes de tiempo y la velocidad de respuesta del sistema?

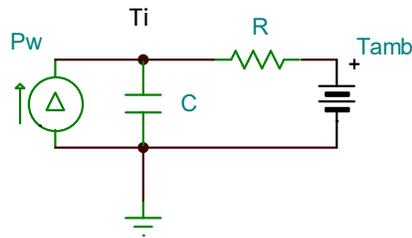


Figura 2. Circuito eléctrico análogo del modelo térmico de la cámara.

Consiste en una fuente de corriente de valor numérico igual a la potencia térmica inyectada en la cámara de secado; una fuente de tensión con valor numérico igual a la temperatura ambiental externa a la cámara; componentes R y C con valores numéricos iguales a la resistencia y capacidad calórica de la cámara de secado.

1.B.iii. Error

- Expresar en forma paramétrica el error de estado estacionario con respecto al set-point, y el debido a la señal de perturbación. (Es decir: sin usar los valores numéricos de los parámetros).
- Indique el valor numérico de la ganancia de lazo necesaria para cumplir con las especificaciones de error (ΔT inferior a $\pm 2^\circ\text{C}$).
- ¿Cuál es la función de la constante "1,06" dentro del bloque "A" que multiplica directamente al set-point? ¿Y de la constante "H"?

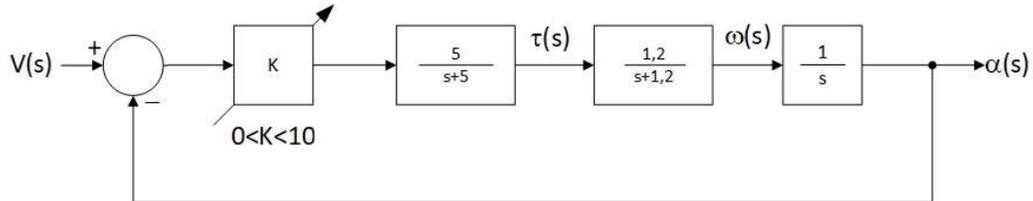
1.B.iv. Si se quisiese disminuir el ΔT a 1°C ... ¿Qué cambios introduciría el sistema de control?

1.B.v. Saturación

- ¿Cuál es la justificación del empleo del bloque de saturación introducido en el ítem 1.A.iv?
- ¿Cómo afecta la saturación del sistema a las constantes de tiempo y los tiempos de crecimiento?
- Cuando se produce la saturación el sistema deja de comportarse linealmente... ¿Opina Ud. que sigue siendo un sistema "a lazo cerrado"?
- ¿Cuál es el tamaño máximo de un escalón en el set-point para no perder la linealidad del sistema?

SISTEMA 2: Control de posición de un Servomecanismo

El sistema de la figura muestra la posible variación de un parámetro dentro del lazo de realimentación. Este parámetro modifica la posición de los polos de la función de lazo cerrado.



- a. Observar la salida correspondiente a la posición angular:
- I. Indique que tipo de sistema es.
 - II. Ensaye el sistema para una entrada escalón unitario e indique el valor del error en estado estacionario.
 - III. Obtener las mediciones de posición angular variando K al menos con 15 valores dentro del rango de ganancias de 0 a 10.
 - IV. A partir de las mediciones, determinar la posición de los polos complejos y ubicarlos en el plano s de acuerdo con las variaciones del parámetro K.
 - V. Obtener el rango de K para que la posición angular no supere un SP% del 10%.