

## Horno calefactor - reactor

Considere el proceso de horno-precalentador y reactor que se muestra en la Figura 1. En este proceso, la reacción  $A \rightarrow B$  ocurre en el reactor. El reactivo A generalmente está disponible a baja temperatura, por lo que debe calentarse un poco antes de alimentarlo al reactor. La reacción es exotérmica, y para eliminar el calor de reacción, una camisa de enfriamiento rodea el reactor.

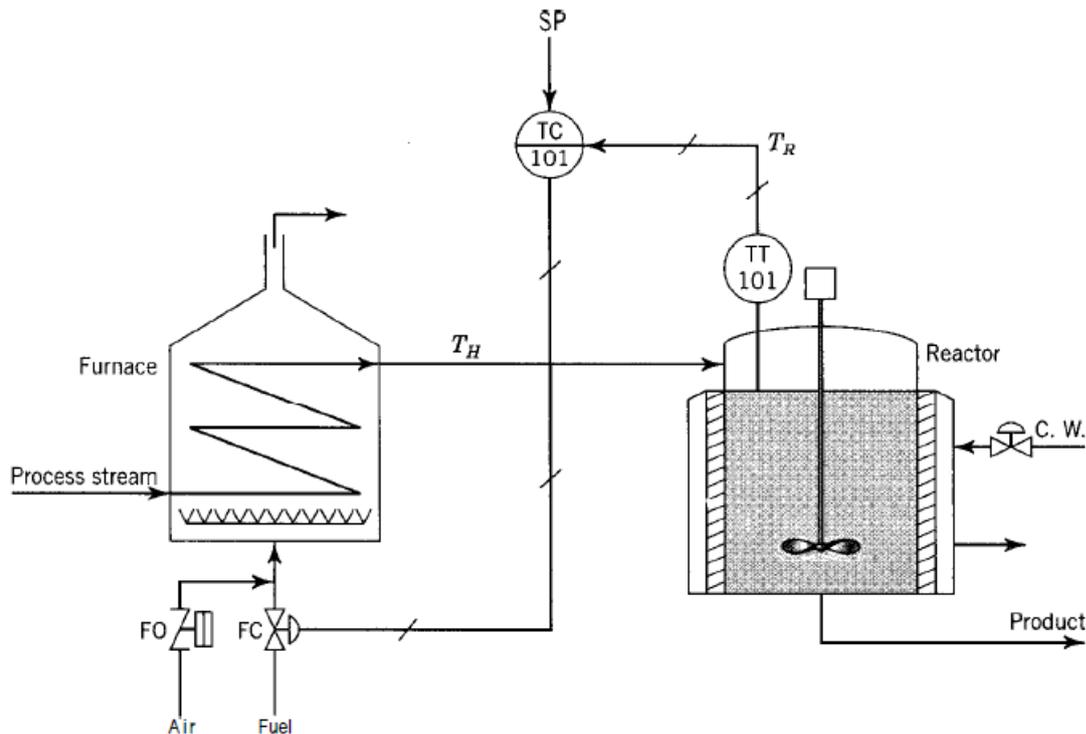


Figura 1 – Primera propuesta de control

La variable controlada importante es la temperatura en el reactor,  $T_R$ . La estrategia de control original requería controlar esta temperatura manipulando el flujo de refrigerante en la camisa. La temperatura del reactivo de entrada al reactor se controló manipulando la válvula de combustible. Se notó durante la puesta en marcha de este proceso que la camisa de enfriamiento no podía proporcionar la capacidad de enfriamiento requerida; la válvula de enfriamiento estaba abierta casi todo el tiempo. Por lo tanto, se decidió abrir la válvula de enfriamiento por completo y controlar la temperatura del reactor manipulando el combustible alimentado al precalentador, como se muestra en la Figura 1. Esta estrategia funcionó lo suficientemente bien, proporcionando un control automático durante el arranque.

Una vez puesto en marcha se encontraron varias perturbaciones referidas al reactor: temperatura del fluido refrigerante y variaciones del flujo del fluido, etc., y otras referidas al horno: variaciones en la temperatura de entrada del reactivo A, en el valor de calentamiento del combustible, en la temperatura de entrada del aire de combustión, etc. Además, se notó que, de vez en cuando, la temperatura del reactivo de entrada al calentador variaba hasta en 25 °C, lo que sin duda no era aceptable.

Se realizaron curvas de estímulo-respuesta para ajustar las correspondientes funciones de transferencia, encontrándose:

$$G_{T_{aire} \rightarrow T_H} = \frac{1}{2s + 1} \text{ } ^\circ\text{C}/^\circ\text{C}$$

$$G_{v_{fuel}} = \frac{3}{0.2s + 1} \text{ } \text{gpm}/\%$$

$$G_{fuel \rightarrow T_H} = \frac{1}{(3s + 1)(s + 1)} \text{ } ^\circ\text{C}/\text{gpm}$$

$$G_{T_H \rightarrow T_R} = \frac{0.8}{(2s + 1)(s + 1)} \text{ } ^\circ\text{C}/^\circ\text{C}$$

$$G_{TT101} = 0.5 \text{ } \%/^\circ\text{C}$$

(% se refiere a la banda proporcional del controlador).

Se definió la siguiente mejora (usando un sensor de temperatura similar):

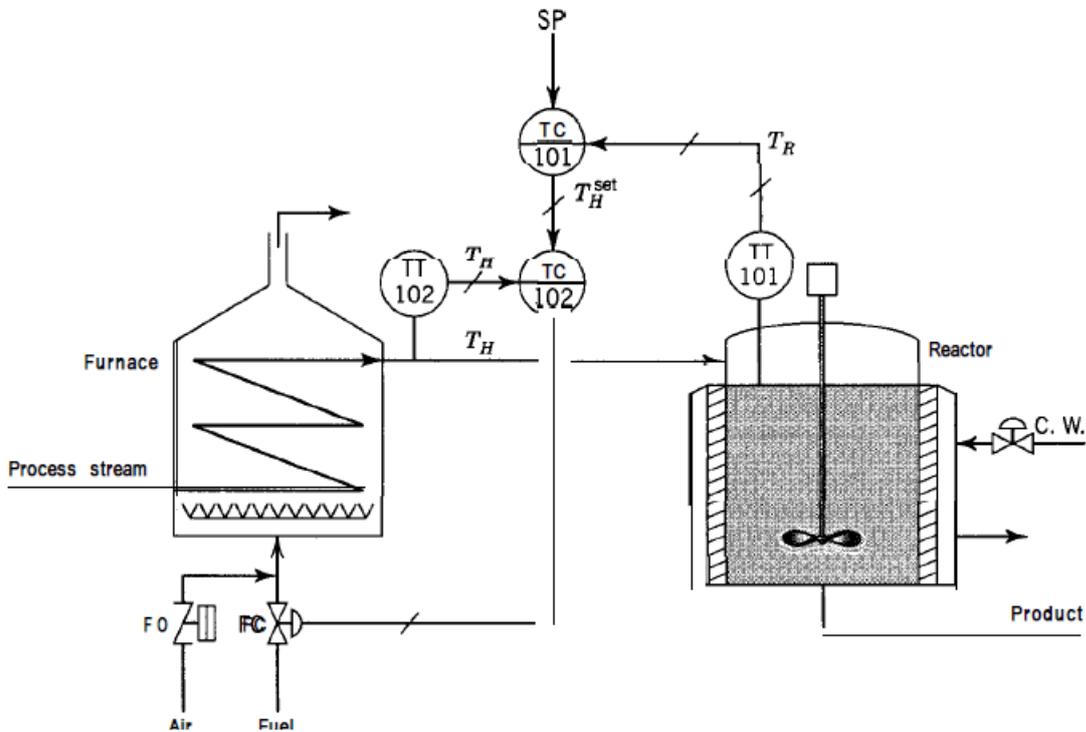


Figura 2 – Segunda propuesta de sistema de control

Y posteriormente esta otra:

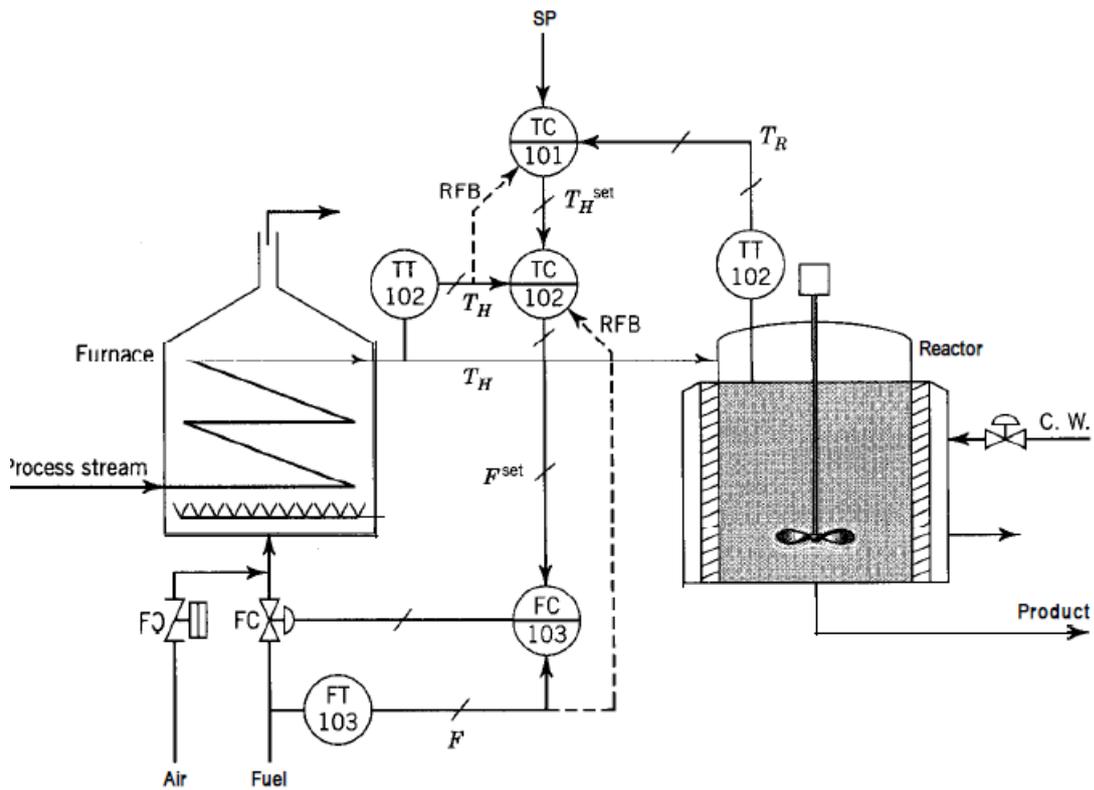


Figura 3 – Tercera propuesta de sistema de control

**Se pide:**

Comparar las respuestas de los tres sistemas.

**Referencias:**