

Control de un secador rotativo industrial de arena

SOSO, Alvaro; GIARDINI, David; NACUSSE, Matías; JUNCO, Sergio; MOSCHEN, Bruno.

LAC, Laboratorio de Automatización y Control, FCEIA-UNR
sosoalvaro@gmail.com, {dgiardini, nacusse, sjunco}@fceia.unr.edu.ar, Bjmoschen@gmail.com

Palabras claves: Control, Industria, Automatización.

INTRODUCCIÓN

En la fabricación de materiales para la construcción se utiliza arena como una de las materias primas más importantes, y la humedad contenida es una variable clave para su posterior uso. El proceso de secado es crítico para la producción, ya que condiciona tanto el caudal procesado como la calidad del material obtenido. El objetivo general fue implementar una estrategia de control que permita eliminar la humedad del producto al regular la temperatura de salida, mediante la modificación de la velocidad de alimentación. Como objetivos específicos se plantearon: caracterizar la planta, diseñar y ajustar un controlador, y validar el sistema mediante ensayos.

CONTEXTO

El LAC respondió a la necesidad de la empresa PREMECOL de mejorar la continuidad y estabilidad de su proceso de secado de arena (Fig 1).



Figura 1: Planta de secado de arena

Previamente, la operación dependía de maniobras manuales, generando variabilidad entre turnos y menor capacidad de respuesta ante perturbaciones. Uno de los eventos críticos era la sobrecarga del tambor, pudiendo provocar su atoramiento y por lo tanto pérdidas por tiempos muertos.

1. Se desarrolló un modelo simplificado por primeros principios a partir del balance energético del tambor rotativo (Fig 2).
2. Se linealizó alrededor de un punto de trabajo para obtener una función transferencia.
3. Se identificaron los parámetros mediante Cohen-Coon aplicando Step Tests sobre la planta a lazo abierto.
4. Se validó el modelo simulado contra la evolución real (Fig 4).

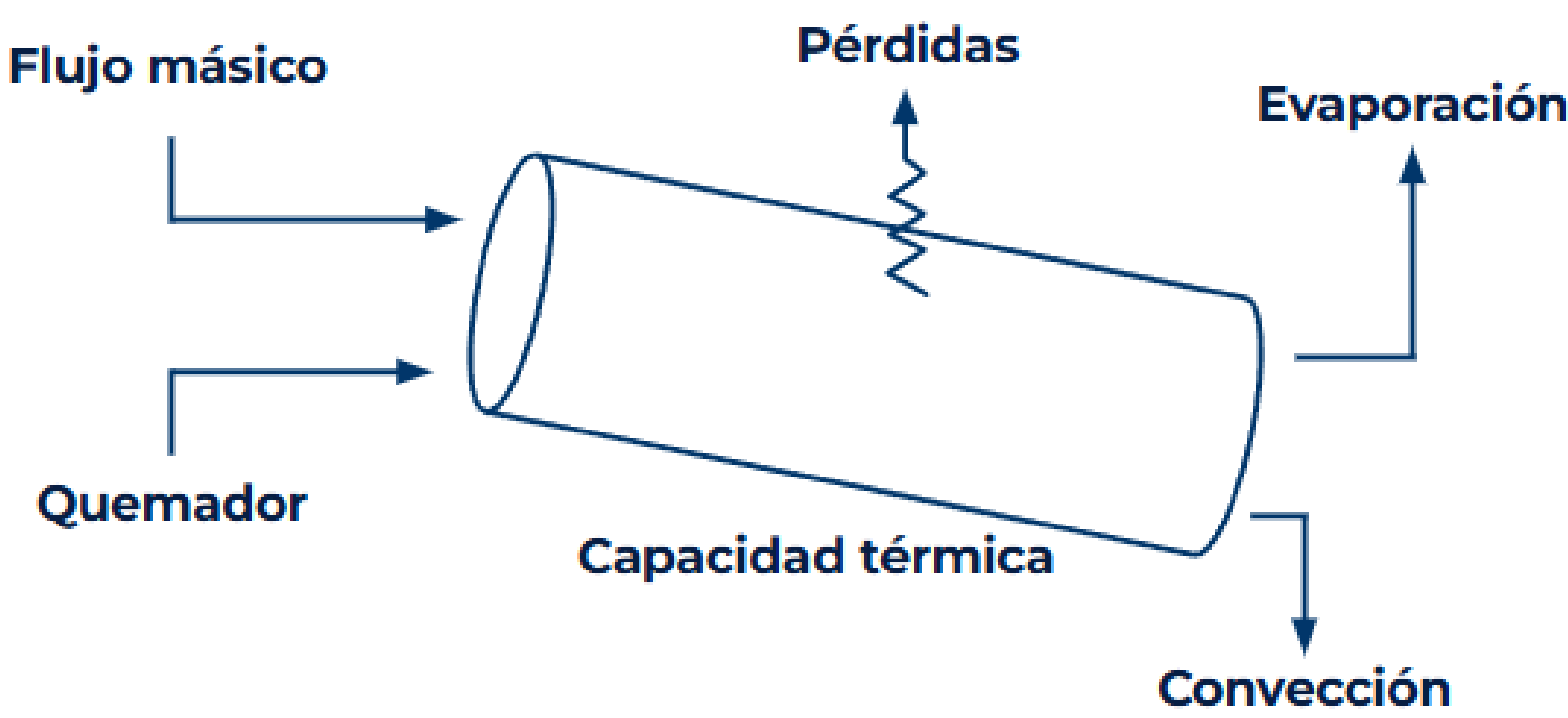


Figura 2: Balance energético en el tambor.

METODOLOGÍA

5. Se adoptó una estrategia SISO con controlador PI y se definieron las variables principales: temperatura de salida como variable controlada (PV), velocidad de cinta como variable manipulada (MV) y humedad de entrada como perturbación dominante (Fig 3).

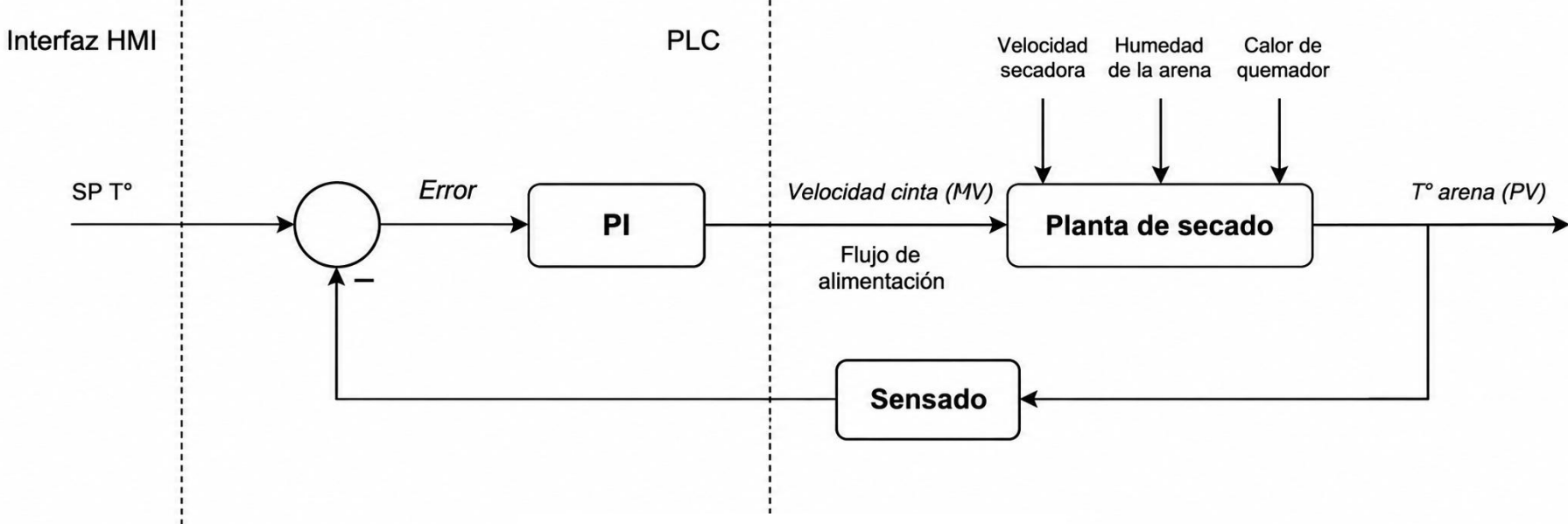


Figura 3: Esquema de control.

6. Se contrastó la respuesta del sistema a lazo cerrado, entre simulaciones y datos reales (Fig 5).
7. Se evaluaron distintas sintonías, entre ellas IMC, en simulación ante seguimiento de consigna y rechazo a perturbaciones (Fig 6).

RESULTADOS

Se obtuvo la ecuación del balance de energía dentro del tambor, vinculando convección, disipación, almacenamiento de energía y evaporación. Se linealizó y se arribó a la función transferencia representativa de la dinámica dominante de primer orden.

$$G_p(s) = \frac{K_T}{\tau s + 1} e^{-\theta s}$$

K_T = ganancia de la planta
 τ = constante de tiempo
 θ = tiempo de residencia

Los distintos ensayos presentaron parámetros similares y del mismo orden de magnitud. La comparación entre la respuesta simulada y la evolución real a lazo abierto validó la caracterización dinámica del proceso (Fig 4) y permitió adoptar un modelo promedio representativo.

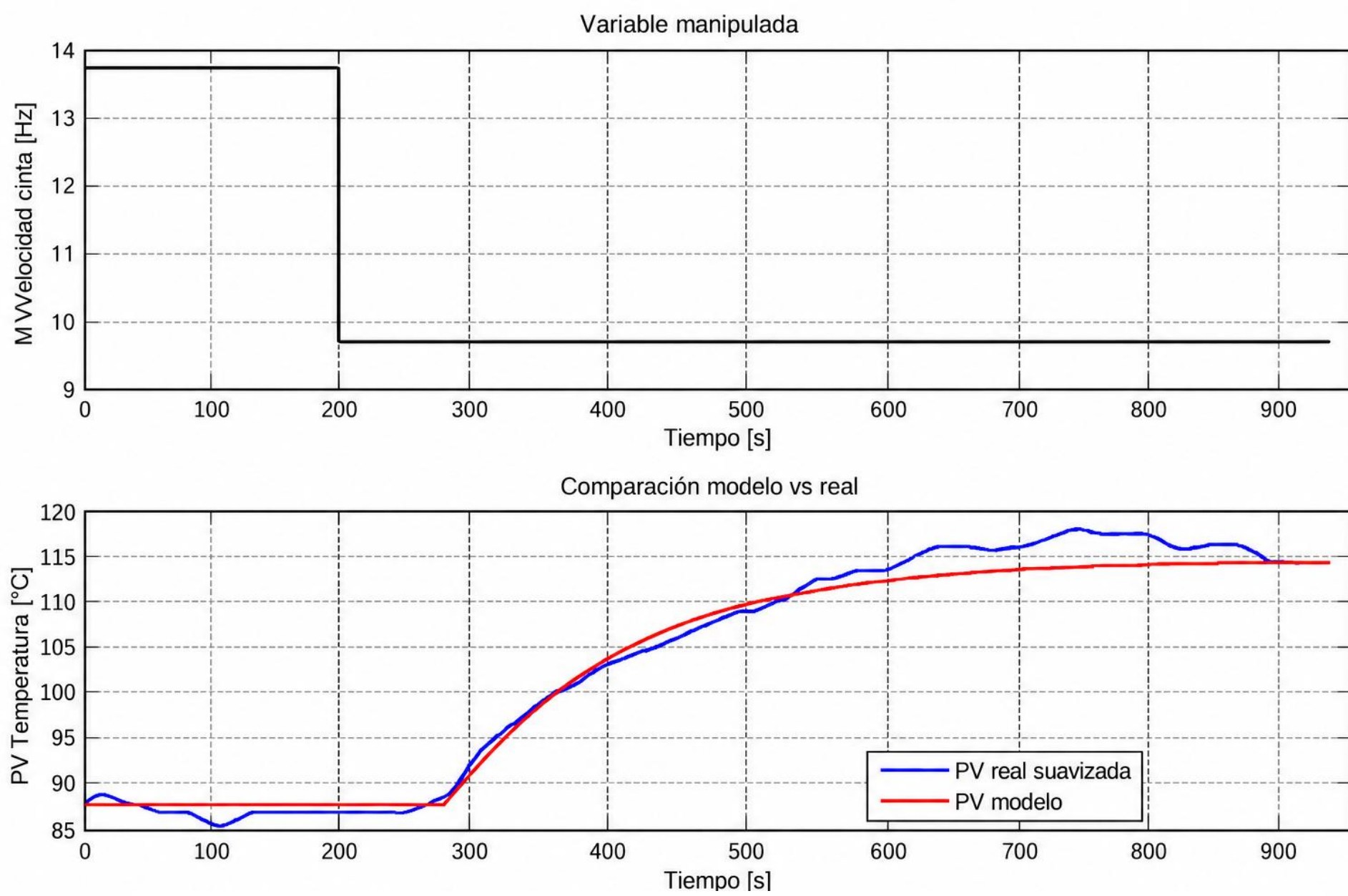


Figura 4: Comparación entre respuesta del modelo simulado y planta real a lazo abierto.

A lazo cerrado el sistema modelado reprodujo la tendencia general, el retardo efectivo y la escala temporal de la respuesta (Fig 5), aunque con diferencias atribuibles a perturbaciones no medidas, dinámicas despreciadas, incertidumbre paramétrica y no linealidades fuera del punto de operación.

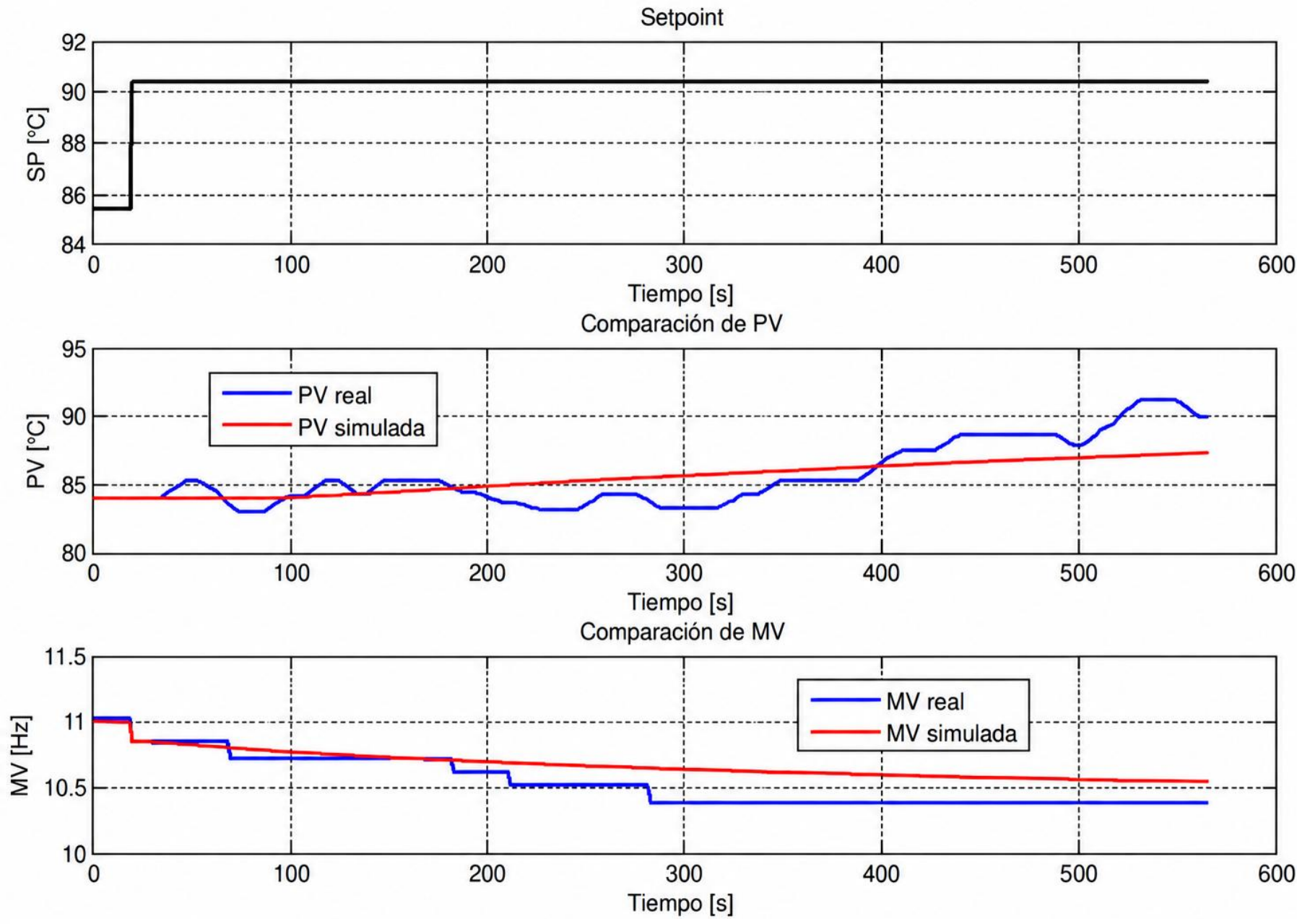


Figura 5: Comparación entre respuesta del sistema simulado y planta real a lazo cerrado.

Sobre el modelo base se evaluó el desempeño de distintas sintonías PI (Fig 6). Las basadas en modelo interno presentaron el mejor compromiso entre rapidez, estabilidad y esfuerzo de control, destacándose la reducción del parámetro de filtro, que acortó el tiempo de respuesta manteniendo un sobrevalor acotado.

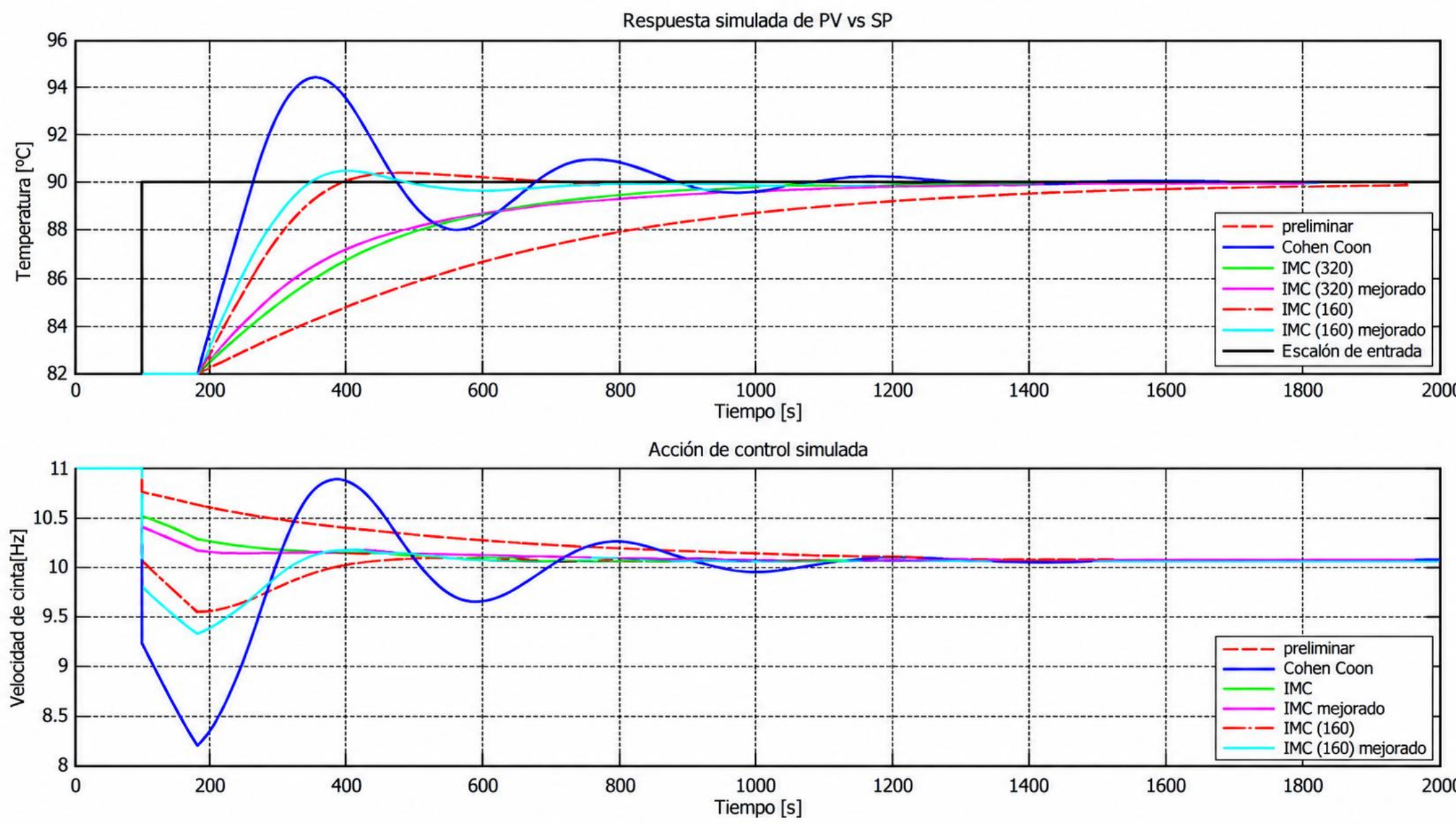


Figura 6: Respuesta al escalón para distintos ajustes de controlador PI.

CONCLUSIONES

La experiencia mostró que la implementación del lazo PI logró estabilizar el proceso y reducir la dependencia de ajustes manuales. Como continuidad se propone ampliar los ensayos bajo diferentes condiciones trabajo y evaluar estrategias de control más robustas frente al retardo y perturbaciones.