

Identificación de modelos para la optimización en tiempo real del procesamiento térmico de alimentos

Proyecto de Máster. Curso 2010-11. Máster Oficial en Enxeñaría Matemática

Autora: Ana I. Arias Méndez

Tutores: Eva Balsa Canto y Rafael Muñoz Sola

MOTIVACIÓN Y RESUMEN

El objetivo del procesamiento térmico de alimentos envasados, y en particular de la esterilización térmica, es la inactivación de microorganismos dañinos en el producto para que los alimentos sean aptos para el consumo y además se puedan conservar así durante el mayor tiempo posible, sin embargo, el uso de temperaturas elevadas deteriora las propiedades organolépticas del alimento.

El objetivo de este proyecto fue el desarrollo de políticas de operación óptima que, garantizando la seguridad del producto, maximicen la calidad. Para ello se ha identificado un modelo matemático del proceso y se ha planteado un esquema de optimización en tiempo real.

RESULTADOS

Este trabajo ha sido realizado siguiendo los pasos que se exponen a continuación:

MODELADO E IDENTIFICABILIDAD

Formalmente la temperatura en el interior del autoclave es modelada por una EDO de la forma:

$$\frac{dx}{dt} = f(x, t, U(t), \theta), \quad (1)$$

donde f es una función no lineal, t es el tiempo, x es la temperatura en el autoclave, $U = U(t)$ son las variables de control (aperturas de válvula) y θ denota el vector de parámetros no conocidos del modelo que han de ser identificados (coeficiente de transferencia de calor y parámetros característicos de las válvulas).

SIMULACIÓN

Una vez modelado el proceso y realizada la identificabilidad del modelo se lleva a cabo la validación del mismo para diferentes escenarios experimentales, p.e. para condiciones habituales de procesamiento (fig.1 drcha.).

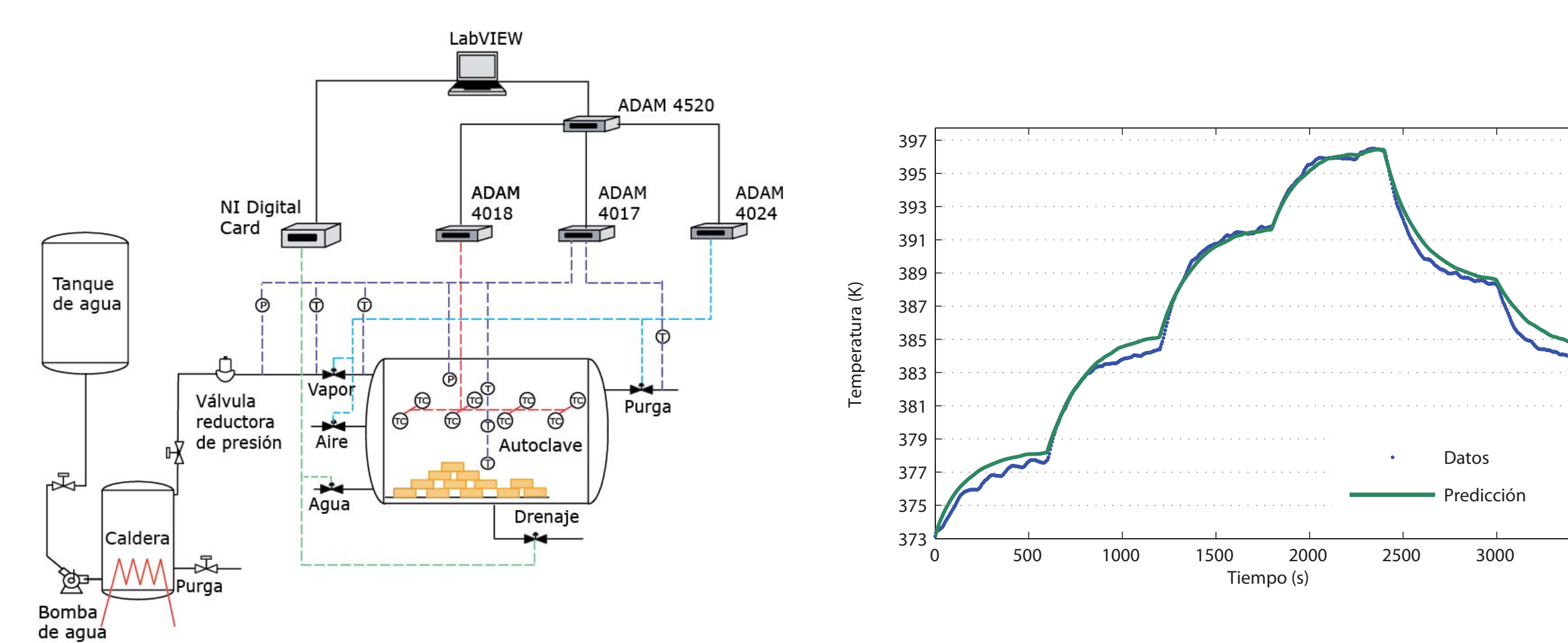


Fig. 1: Esquema de la planta piloto que proporciona los datos experimentales (izqda.) y experimento de validación (drcha.).

OPTIMIZACIÓN

A continuación se plantea el problema de optimización en el que se buscan unas condiciones de operación que maximicen la calidad nutricional del alimento obteniendo a la vez un alimento seguro para su consumo (ecuación 2). Este problema se resuelve primero fuera de línea y a continuación se implementa en un esquema de optimización en tiempo real (RTO) que permite corregir posibles perturbaciones durante el proceso.

$$\begin{aligned} \min_{u \in \Omega \subseteq R^n} J(u) \\ \text{S.a. :} \\ m(u_1, \dots, u_n) \leq U, \\ h(u_1, \dots, u_n) = 0. \end{aligned} \quad (2)$$

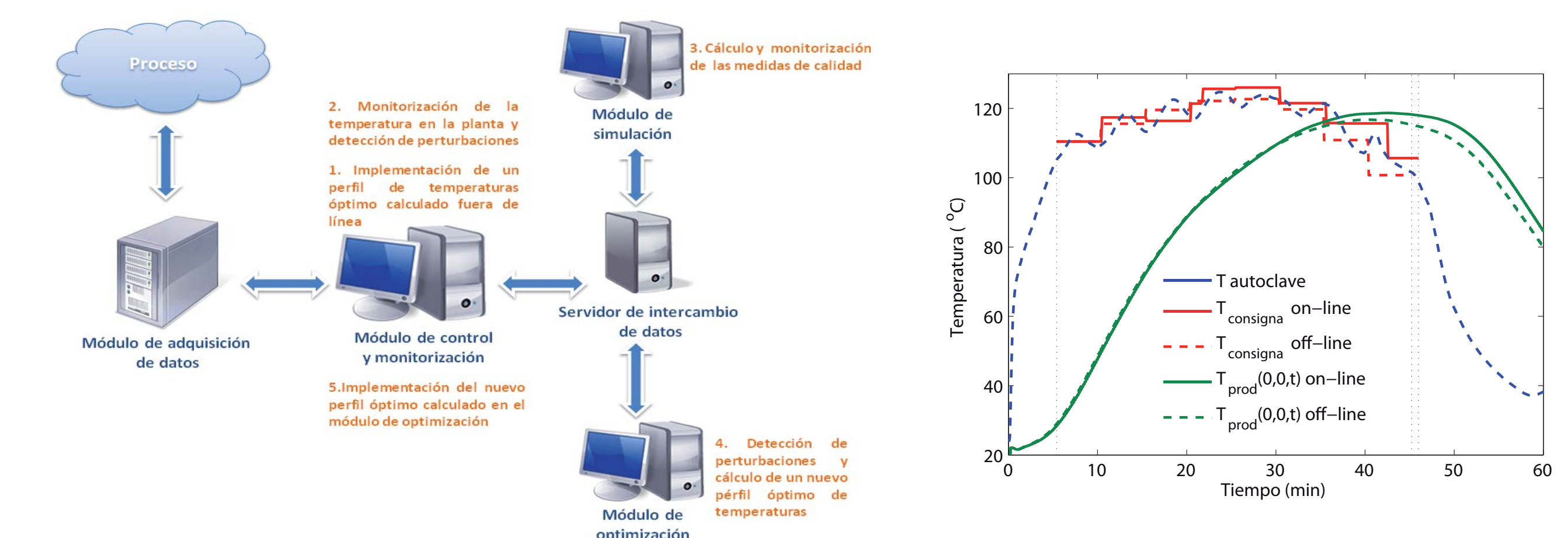


Fig. 2: Esquema de la implementación de la RTO (izqda.) y resultados de la implementación en planta de los esquemas: optimización fuera de línea frente RTO (drcha.).

REFERENCIAS

- [1] García M.R. Identification and RTO in the food processing and biotechnology industries. PhD thesis, University of Vigo, Spain, 2008.
- [2] Balsa-Canto, E. and Banga, J.R. AMIGO: A model identification toolbox based on global optimization. ICSB, Edinburgh, 2010.