

# DISEÑO DE UN ALGORITMO DE CONTROL BASADO EN LOGICA DIFUSA APLICADO A UN SECADOR DE TAMBOR ROTATORIO DE ALIMENTOS.

Beatriz E. Valdovinos, Víctor Rayo, Guadalupe C. Rodríguez, Miguel A. García, Marco A. Salgado  
 Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos. Instituto Tecnológico de Veracruz.  
 Miguel Ángel de Quevedo 2779, Col. Formando Hogar, Veracruz, Ver. C. P. 91860  
[lupitarj@itver.edu.mx](mailto:lupitarj@itver.edu.mx)

**Palabras claves:** *Lógica difusa, Secado, Control*

**Introducción:** En el secado sobre tambor rotatorio, el número de parámetros que tiene influencia sobre el proceso y las interacciones entre ellos lo hacen un sistema complejo, difícil de modelar y controlar. Se han probado diferentes modelos que describen el comportamiento de las variables en este sistema: Un modelo dinámico mixto (1); un modelo dinámico empírico (2); y un control clásico proporcional integral (PI) para mantener constante el contenido de humedad final de un producto secado (3). Este último utilizó como variable de control la velocidad de rotación del cilindro (Vrc) sobre la humedad del producto, demostrando tener buen control sobre la humedad final del producto. Entre las técnicas avanzadas de control se encuentra el empleo de la lógica difusa, la cual es una alternativa de solución de procesos complejos, ya que es capaz de absorber las incertidumbres de los parámetros dinámicos que gobiernen el proceso de secado sobre tambor rotatorio. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un algoritmo de control basado en lógica difusa para regular las variables de estado de un secador de tambor rotatorio dentro de los límites convenientes, con el fin de obtener un producto homogéneo y con una humedad deseada.

**Metodología:** Se utilizó la siguiente serie de ecuaciones diferenciales para representar la dinámica del proceso :

$$\frac{d}{dt} \xi_1 = \frac{-\xi_1(t) - K_1 Tv(t)}{\tau_1} \dots (1)$$

$$\frac{d}{dt} \xi_2 = \frac{-\xi_2 + K_2 Vrc(t)}{\tau_2} \dots (2)$$

$$\frac{d}{dt} \xi_3 = \frac{-\xi_3(t) + K_3 X_1(t)}{\tau_3} \dots (3)$$

$$\frac{d}{dt} \xi_4 = \frac{d}{dt} (\xi_1 + \xi_2 + \xi_3) \dots (4)$$

El sistema de ecuaciones fue resuelto utilizando el método de Runge- Kutta de 4o. Orden. Una vez establecido el modelo del proceso de secado sobre tambor rotatorio, se estableció el algoritmo de control de lógica difusa.

**Resultados y Discusión:** Se probaron 3 diferentes arquitecturas, obteniendo mejores resultados al utilizar a la temperatura de vapor (Tv) y velocidad de rotación del cilindro (Vrc) como variables de control para llevar a cabo la simulación de la regulación. Los errores promedios obtenidos fueron  $\pm 0.1$  kg agua/100 kg ms, ante situaciones de cambios del sistema sin control a con control (figura 1) y cambios de referencia (figura 2).

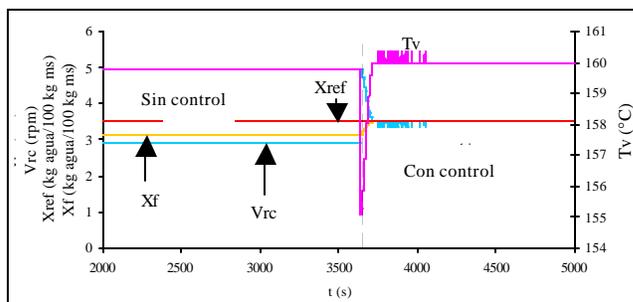


Figura 1. Cambio del sistema sin control a con control donde las variables reguladas fueron Vrc y Tv.

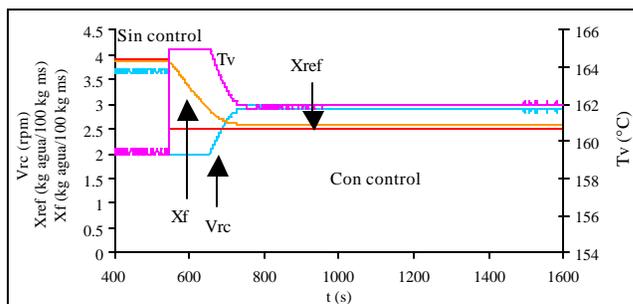


Figura 2. Cambio de referencia donde las variables reguladas fueron Vrc y Tv.

En las otras dos arquitecturas se obtuvieron errores de  $\pm 0.17$  kg agua/ kg ms, al ser evaluada la acción de control de cambios del sistema sin control a con control y cambios de referencia.

**Conclusiones:** La utilización de la lógica difusa como una estrategia de control, en el proceso de secado sobre tambor rotatorio, resulto ser satisfactoria para regular las variables del proceso y absorber las incertidumbres de modelamiento del mismo.

**Agradecimientos:** Este trabajo fue subsidiado por CONACyT y CoSNET

**Bibliografía:**

1. Trystram, G y Vasseur, J (1989). Modélisation et simulation d'un procédé de séchage sur cylindre. Entropie, 152, 43-55.
2. Meot, J.M. (1986). Contribution á la modélisation et au contrôle-commande d'un procédé de séchage, (DEA) ENSIA – Massy, 55p
3. Rodríguez, G., Vasseur, J., and Courtois, F., (1996). Design and control of drum dryers for the food industry. Part 2. Automatic Control. Journal of Food Engineering. Vol 30, pp.171-183.