

DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DEL PROCESO DE SECADO DE PASTAS ALIMENTICIAS

Ms.C. Antonio Gan Acosta*
Ing. Nydia Susana Sandoval Carrero**

Universidad de Pamplona

Grupo de Investigación: Automatización y Control A&C.

*antoniogan@hotmail.com

**ssusanitas@hotmail.com

Abstract: La demanda de productos alimenticios se ha incrementado en los últimos años, lo que representa para la microempresa colombiana dedicada a la producción y comercialización de pastas alimenticias la exigencia de nuevos métodos en los procesos de elaboración y secado de los alimentos que permitan garantizar la calidad, reducción del tiempo de secado, homogeneidad de los productos y el buen nombre del establecimiento.

Con el desarrollo de la tecnología de producción, se intenta diseñar un sistema que controle de forma automática la temperatura y el tiempo de secado, a través de la climatización variable de una zona condicionada para tal efecto; las primeras experiencias de su aplicación, permitirán el perfeccionamiento del sistema influyendo de forma directa en la calidad y costos de producción.

Keywords: Sistema, Control, Microcontrolador, Variable, Control PID, Proceso, Temperatura.

1. INTRODUCCIÓN

En la microempresa de pastas alimenticias, el proceso de secado de las pastas largas se realiza de manera artesanal cuyo control depende de la apreciación del operario en el momento de revisar las condiciones de secado de la pasta, desarrollándose el secado de la siguiente manera:

El secado se realiza colocando la pasta a una exposición continua de

aire seco, éste aire proviene de los ventiladores que están alrededor de la pasta, la velocidad del aire varía de acuerdo al tiempo que lleva el proceso, la variación la realiza el operario colocando a funcionar otro u otros ventiladores de menor capacidad, evitándose de esta manera que se quiebre el producto. El tiempo de secado no es estándar, puesto que depende de la temperatura ambiente, es decir a

menor temperatura ambiente mayor es el tiempo de secado, esto equivale a mantener entre 4 y 6 horas más a la pasta en el cuarto de secado. Debido a las temperaturas bajas ambientales se hace necesario conectar una resistencia eléctrica cuya disipación de calor permite mantener una temperatura adecuada para el secado, implicando mayores costos en la producción.

2. PARAMETROS DE SECADO

Los parámetros que influyen en la tasa de secado, cuando se seca con aire forzado, son: la temperatura y la humedad relativa ambiente, la temperatura y el flujo de aire de secado, el contenido de humedad inicial y de equilibrio de los granos, la temperatura y, dado el caso, la velocidad de dichos granos dentro del secador. Los parámetros de secado citados no son independientes. Esto quiere decir que influyen en la tasa de secado como un conjunto de factores y no aisladamente. El manejo adecuado de dichos parámetros permite determinar el equipamiento apropiado para las condiciones específicas de secado. La interdependencia entre los parámetros hace que el dimensionamiento y la optimización de los secadores se realicen con cautela. Por otra parte, el conocimiento de dicha interdependencia permite desarrollar nuevas tecnologías de secado.

2.1 Condiciones del aire ambiente:

A la temperatura y la humedad relativa del aire ambiente, muchas veces no se les da importancia para el secado

a altas temperaturas. Estos parámetros tienen poca influencia sobre la tasa de secado; en cambio, determinan la cantidad de energía necesaria para alcanzar la temperatura de secado. Cuanto menor sea la temperatura ambiente, mayor será la cantidad de energía necesaria para calentar ese aire, lo que determina un mayor costo del secado.

2.2 Temperatura de secado: La temperatura del aire de secado es el parámetro de mayor flexibilidad en un sistema de secado a altas temperaturas e influye significativamente en la tasa y la eficiencia de secado y en la calidad del producto final.

2.3 Humedad inicial del producto:

El contenido de humedad inicial también influye en la tasa de secado. Cuanto más elevado sea el contenido de humedad de un producto, mayor será la cantidad de agua evaporada por unidad de energía. Con elevados contenidos de humedad, las fuerzas de adsorción de la estructura celular del material sobre las moléculas de agua, son menores que cuando el contenido de humedad del producto es más bajo. En consecuencia, se utiliza un mayor porcentaje de energía disponible.

2.4 Flujo del producto dentro del secador:

La velocidad con que el material pasa por el secador, denominada con mayor frecuencia flujo de masa o tiempo de residencia del producto en el secador, puede influir en la tasa de secado, la eficiencia del proceso y la calidad final del producto. Si el flujo de masa

aumenta, el producto final será, en general, de mejor calidad. Por otra parte, hay un aumento del consumo de energía específica, esto es, de la energía que se necesita para evaporar una unidad de masa de agua y una disminución de la eficiencia térmica del secado, porque los granos que pasan por el secador con mayor velocidad pierden menos humedad y el secado puede resultar insuficiente. El manejo adecuado de la velocidad del producto tiene importancia fundamental en el secado.

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

3.1 Diseño del controlador PID. En la mayoría de los casos, se hace necesario obtener el modelo matemático de la planta (sistema a controlar). Este modelo puede surgir a partir del análisis físico del sistema, lo que conlleva a un sistema de ecuaciones diferenciales; la solución de estas ecuaciones proporciona el comportamiento o respuesta ante una entrada o estímulo. El proceso de diseño parte de la búsqueda de este modelo, que también debe incluir el modelo de los dispositivos involucrados en el sistema, como el controlador y los elementos de realimentación.

Para obtener el modelo matemático de la planta y el cálculo de las constantes del controlador PID se utiliza el método de la respuesta transitoria, en el cual se mide la máxima pendiente R , y el retardo L , de la respuesta del sistema en lazo abierto ante una entrada escalón unitario. Los parámetros para el

controlador PID se obtienen con la ayuda de la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros del controlador cuando se emplea el método de la respuesta transitoria.

	K_D	T_{ID}
T_{DD}		
P	1/RL	
PI	0.9/RL	3L
PID	1.2/RL	2L
0.5L		

El controlador, que puede implementarse tanto en tiempo continuo como en tiempo discreto, es la parte fundamental del sistema a desarrollar, ya que es el dispositivo responsable de elaborar la señal correctora que constantemente es enviada al elemento final de regulación del proceso, con el fin de restablecer las condiciones de regulación deseadas. El controlador PID en este caso digital, se configura para compensar la señal y llevarla hasta el nivel deseado.

El secado de las pastas es un sistema cerrado el cual se realizará bajo la observación permanente de las condiciones de temperatura crecientes a un tiempo determinado.

4. ESQUEMA GENERAL DEL PROCESO DE SECADO

Para controlar el secado de la pasta se utiliza un sistema de control realimentado, como el que se muestra en la figura 1, que se compone de cuatro partes fundamentales:

Proceso: Variable a controlar (Temperatura).

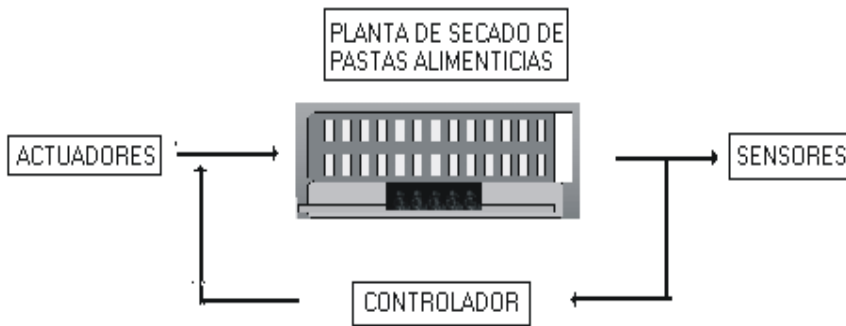


Fig. 1. Sistema de control retroalimentado

Sistema de medida o elementos que realizan una estimación del valor de la variable a controlar y las demás variables que necesite el controlador (Ej. Sensor de temperatura).

Controlador: Sistema que compara el valor actual de la variable a controlar con el valor deseado de ésta y toma las decisiones oportunas para que la diferencia entre estos dos valores sea nula. (Ej. Computador y herramienta informática que controlen las variaciones de temperatura).

Actuadores: Son los dispositivos al que el controlador ordena funcionar para mantener a la variable en los límites deseados. (Ventilación, calefacción).

En la planta de secado de la pasta, se deben controlar todas las variables simultáneamente, internas y externas. Por tanto, al controlador deben llegar las señales de todos los sensores que miden las variables anteriores.

4.1 El sistema desarrollado consta de tres partes:

El microcontrolador 16F877. Quien sirve de interfase entre la planta y el

PC; es el encargado de obtener la información de las variables, transmitir estos valores al PC cuando el operario lo requiera; tomar las acciones de control y ejecutarlas; la transmisión y recepción se realiza a través del puerto serial RS232.

El programa de gestión. Es el encargado de mostrar al usuario los datos actuales de las variables controladas del sistema, además de llevar un historial de las variables en una base de datos.

El panel de control. En él se visualizara los datos de las variables controladas como tiempo y temperatura, como también tendrá los elementos necesario para la realización de cambios en mencionadas variables si se requiere mejorar el proceso.

Software

El software del sistema de secado de las pasta fue desarrollado bajo Visual Basic, consta de una pantalla donde se muestran los valores actuales de las variables del proceso como son la temperatura y tiempo como se muestra en la figura 2.

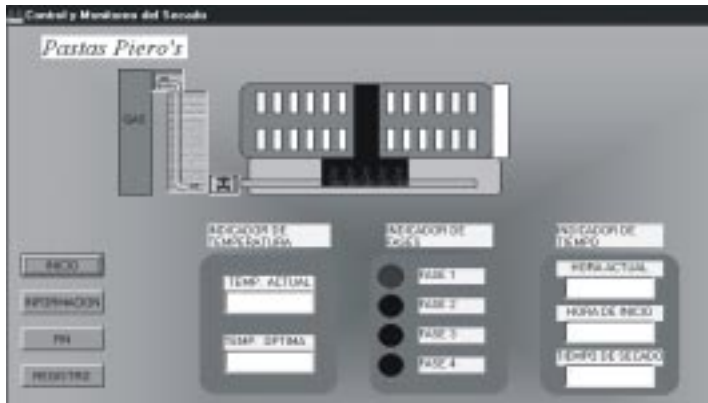


Fig. 2. Pantalla de visualización y monitoreo.

Se cuenta con 4 botones cuyas funciones son:

Inicio: éste botón es el encargado de dar inicio al monitoreo del proceso, se encarga además de establecer la comunicación con el microcontrolador.

Información: es el encargado de mostrar la gráfica de la variación de la temperatura respecto al tiempo.

Fin: se encarga de dar fin al monitoreo del proceso, y de finalizar la comunicación con el microcontrolador.

Registro: la función de este botón es la de dar comienzo al registro de las variables del sistema, guardando la información en una base de datos para posteriores estudios.

Imagen representativa: en ella se muestra de manera gráfica y sencilla como esta compuesto el sistema de secado para pasta.

5. CONCLUSIONES

5.1 El desarrollo de la ciencia en el área de Control y Automatización se

a incentivado a las microempresas para mejorar sus sistemas de producción, uno de ellos es el proceso de secado, siendo este el más importante para la elaboración de pastas alimenticias, pues de él depende la calidad del producto final.

5.2 Con este proyecto la microempresa de pastas alimenticias tendrá una herramienta con la que se controla el proceso de secado de pastas, sin tener una dependencia de la temperatura ambiente, es decir, el tiempo de secado es el mismo para una temperatura ambiente baja o temperatura ambiente alta.

5.3 La temperatura y el tiempo de secado son los factores que afectan directamente la calidad del producto y son éstas las variables a controlar en el proceso de secado. El proceso puede ser supervisado virtualmente en tiempo real, a través de la interfaz gráfica del sistema (Software) o a través del panel de control (Hardware).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MALONEY Timothy J. Electrónica Industrial Moderna. Tercera edición, Prentice Hall,. Méjico. 1997
2. COOPER William David. Instrumentación electrónica y mediciones. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. México. 1982.
3. NISE Norman S. Control Systems Engineering. Tercera edición. Editorial John Wiley & Sons, Inc. New York . 2000
4. ZHOE, Kemin; DOYLE, John. Essentials of robust control. Louisiana State University. EEUU. Prentice Hall. (2000). (2001).
5. ANGULO José Maria. Microcontroladores PIC 16f87X Diseño Práctico de Aplicaciones. Mc GrawHill, España. Segunda Edición 2000.
6. CAMPOS Manuel Fernando. Implementación de un Sistema de Desarrollo Utilizando los Microcontroladores PIC Microchip Technology. Universidad de Guadalajara, México 1998.
7. MILLMAN, Jacob. Microelectrónica Circuitos y Sistemas Analógicos y Digitales, Editorial Hispano Europea. España tercera Edición 1986.
8. National Analog and Interface Products Databook 2001