

DISEÑO DE UN SISTEMA MECATRÓNICO PARA CORTE Y MOLDEO DE ALMOJÁBANAS

Jhon Edison Góez Mora*, Juan Camilo Londoño*,
Edgar Mario Rico**, Rafael Mira**, Víctor Hernández**

Resumen: El artículo plantea el diseño de un sistema mecatrónico para el desarrollo automático del proceso de corte y moldeo de almojábanas de manera óptima, conservando las características propias de la misma, supliendo con las necesidades de producción de la empresa DALIJOHN para la comercialización del producto en el mercado nacional e internacional.

Abstract: The Paper presents the design of a mechatronic system for automatic development of the process of cutting and molding of crullers optimally, while maintaining the characteristics of it, supplying the needs of DALIJOHN production company for marketing the product in the national and international markets.

Palabras claves: Sensores, Actuadores, Sistemas de control, Sincronización, Productividad.

Keywords: Sensors, Actuators, Control Systems, Synchronization, Productivity

1. INTRODUCCIÓN

En la industria alimenticia se han automatizado múltiples procesos buscando mejorar la calidad y la productividad, lo que conlleva a realizar una investigación en la que se busca adquirir toda la información relacionada con el problema y así, de esta forma tener el criterio para plantear una solución viable técnica y económicamente, que se refleja en la disminución de tiempos y disminución de defectos para la generación de un producto.

2. DESCRIPCIÓN

El proceso de elaboración de almojábanas es el siguiente: el proceso se inicia en el momento de introducir la masa en la tolva, donde se comprime para que en el otro extremo salga homogénea por

cuatro cavidades circulares, un sensor auto réflex ubicado al lado de la tolva es el encargado de sensar la masa a determinada distancia, la cual es variable para poder obtener los dos tipos de pesos reglamentarios del producto; esta información es recibida en el sistema de control que se encarga de activar las válvulas correspondientes a cada actuador de manera síncrona.

Después de activar el cortador (figura 1) se inicia el movimiento de la banda transportadora accionada por un motor neumático que llevará la masa al siguiente proceso.

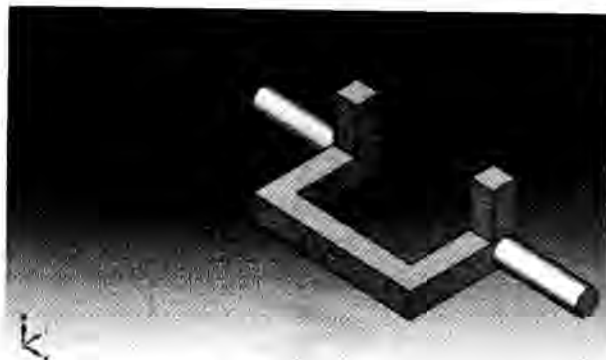


Fig. 1. Cortador

A continuación dos actuadores cumplen las funciones de rectificar la posición de la masa, con el fin de evitar una imperfección en el moldeo (figura 2) y darle la forma a la almojábana finalizando así el proceso, en la estructura se debe tener en cuenta las normas de calidad ISO 9000, Buenas Prácticas de Manufacturas y HACCP (ver <http://pmlconsultores.com.ar/docs/Calidad/HACCP%20y%20los%20lubricantes%20de%20maquinarias%20de%20alimentos.pdf>) que garanticen la calidad del producto obtenido con la máquina.

* Semillero SAURO, Facultad de Mecánica, Institución Universitaria Tecnológico Pascual Bravo. Medellín, Colombia (e-mail: chipceec@hotmail.com).

** Grupo GARPE, Departamento de investigación, Tecnológico Pascual Bravo. Medellín, Colombia (e-mail: Cintex@pascualbravo.edu.co)



Fig. 2. Moldeador

Para garantizar la efectividad de la máquina se realizará un prototipo de bajo costo con el cual se visualizará mejor el equipo final. También es importante indicar que en empresas que producen productos de yuca y maíz presentan en la actualidad problemas en responder a la demanda de mercados internacionales pues la producción diaria es baja debido a la manualidad de los procesos.

3. MARCO TEÓRICO

Para la elaboración del sistema es necesario basarse en cuatro puntos claves: la neumática, la electrónica, la programación y el CAD (Diseño asistido por computador).

La neumática es un sistema que utiliza aire comprimido para llevar a cabo trabajos que requieren de fuerza y precisión mecánica a través de procesos secuenciales, sus elementos básicos son los cilindros y válvulas neumáticas, las válvulas de seguridad, de secuencia, temporizadores, convertidores, entre otros, para así llegar a la automatización de un proceso. [1]

Uno de los elementos primordiales del sistema es el motor neumático, nuestra elección fue un motor TYP: SDR-32-180-P, extraído de un sistema obsoleto de la empresa DALIJHON, ya que es más viable que un motor eléctrico, debido a que nuestro sistema se basa en una secuencia por pasos que desgastarían rápidamente a un motor eléctrico y aumentarían el consumo de corriente de dicho sistema, aparte de esto se han estudiado las ventajas del motor neumático con respecto a las del motor eléctrico.

- Pesa menos.
- Desarrolla más potencia con relación a su tamaño.
- No se daña cuando se bloquean por sobrecargas.

- Se puede arrancar y parar de forma ilimitada.
- El arranque, el paro y el cambio de sentido de giro son instantáneos.
- Su mantenimiento es mínimo.

La electrónica es el estudio y la aplicación de los electrones en diversos medios y bajo la acción de campos eléctricos y magnéticos. A nivel general puede decirse que un sistema electrónico está compuesto por sensores (también conocidos como transductores o inputs) que captan las señales del mundo físico y las convierten en voltaje o señales de corriente; circuitos que permiten interpretar, procesar y transformar las señales provenientes de los transductores; y actuadores (outputs) que vuelven a convertir el voltaje o las señales de corriente en señales físicamente útiles.

Nuestro sistema se compone de tres sensores: dos inductivos y uno auto réflex. El funcionamiento de éste último consiste en emitir una luz infrarroja en línea recta para que en el momento en que choque contra el producto, la luz rebote y sea sensada por el receptor que normalmente es un fototransistor o una fotocelda. El sensor inductivo genera un campo magnético en el que al introducir un material férreo sufre unas pérdidas de corriente. El sensor consiste en una bobina con núcleo de ferrita, un oscilador, un sensor de nivel de disparo de la señal y un circuito de salida. Al aproximarse un objeto metálico, se inducen corrientes de histéresis en el objeto. Debido a ello hay una pérdida de energía y una menor amplitud de oscilación. El circuito sensor reconoce entonces un cambio específico de amplitud y genera una señal que conmuta la salida.

La programación consiste en un proceso en el que se asigna una secuencia de pasos a seguir por una máquina, ésta es dada por el programador quien evalúa la situación y realiza una serie de instrucciones lógicas a seguir para llevar a cabo un objetivo específico; el cual inicia con una orden dada por el operario luego de cargar el sistema, de ahí en adelante se vuelve autónomo siendo dirigido todo el proceso por el microcontrolador que verificando las señales del sensor de producto, da la orden de rebanar y finaliza con la conformación de la almojábana, este ciclo se repite una y otra vez hasta que la señal de uno de los sensores de la tolva indica el consumo total de la materia prima, en cuyo caso para la ejecución del sistema.

El lenguaje gráfico en estos tiempos es uno de los mejores medios para la interacción e intercambio de información con la computadora [6], lo más usado en la ingeniería de la actualidad es el CAD (diseño asistido por computador), el cual es necesario para lograr una comunicación exacta con los hechos o elementos físicos [7].

4. ESTADO DE ARTE

En la industria alimenticia la tecnología ha evolucionado debido al crecimiento de las empresas, esto conlleva a automatizar sus procesos para llegar a un adecuado nivel de competitividad frente al consumo, en consecuencia la industria ha tenido un incremento en la demanda de máquinas automatizadas que permitan alcanzar ese nivel y aunque en la investigación hemos encontrado varias empresas que brindan esa opción, pocas se han visto involucradas en el caso específico de la fabricación de almojábanas, por esta razón entidades como DALIJHON, la CAJONERA, entre otras, buscan la academia o entidades que ofrecen servicios de automatización para desarrollar un diseño adecuado e implementarlo.

En la actualidad, DALIJHON tiene en funcionamiento una máquina que no sólo produce almojábanas sino también otro *tipo de harinas*, el problema se encuentra en que ésta máquina es muy robusta y tiene poca capacidad de almacenamiento, además la compresión en la tolva se realiza manualmente y el elemento que usan es muy pesado, lo que limita el rendimiento de la persona que opera la máquina, además el sistema sólo porciona el producto y alguien debe encargarse de dar la forma al producto.

Éstas son algunas de las entidades que se encargan de la automatización y fabricación de maquinaria en el sector alimenticio:

(Ver http://www.mecaner.com.ar/1024_home1024.htm)

MECANER, una entidad especializada en la tecnología de maquinaria para la industria panadera, fabrica, automatiza, reforma, repara y ofrece servicios de mantenimiento.

(Ver <http://www.panconpan.com.ar/productos.htm>)

Con más de 10 años PANCONPAN, se dedica a ofrecer un producto satisfactorio en cuanto a calidad de máquinas para panadería repostería y afines.

(Ver <http://www.indumatic.net/sections.php?page=1>)

INDUMATIC, es una empresa cuya labor principal es la proyección, fabricación y puesta en marcha de líneas y procesos automáticos de producción industrial. Se desempeña más que todo en el sector de repostería y panadería, sin embargo, se han visto involucrados en otros sectores de la industria ya que su especialidad es la fabricación de maquinaria totalmente adecuada a las necesidades concretas del cliente.

(Ver <http://www.maquinasdepanaderia.com.ar/maquinaria-maquinasdepanaderia.htm>)

Las empresas dedicadas al negocio de la industria alimenticia como lo es MÁQUINAS DE PANADERÍA Equipamiento industrial para panificadoras. A medida que van desarrollando prototipos, los publican para ser reconocidos y como la demanda de este tipo de maquinarias va en aumento, su negocio es bastante próspero, indiferente del país de origen.

(Ver <http://www.maquipan.com.mx/catalogo/>)

MAQUIPAN, otra entidad dedicada a la fabricación de sistemas para el sector panadero, fabrican hornos pizzeros, de convection, batidoras, amasadoras, laminadoras, entre otras cosas.

(Ver <http://www.decipan.com.ar/>)

DECIPAN es una empresa dedicada a la fabricación de hornos rotativos y máquinas para panadería, llevan una trayectoria de 15 años ofreciendo este servicio en Argentina.

(Ver <http://www.industriaszunino.com/productos.php>)

INDUSTRIAS ZUNINO se encargan especialmente de la fabricación de hornos, amasadoras, sobadoras, trinchadoras, armadoras y batidoras.

(Ver <http://www.pdf-search-engine.com/maquinas-industriales-de-alimentos-pdf.html>)

En este link se pueden observar algunas patentes de maquinaria para la industria de alimentos.

(Ver <http://www.fecoycia.com/index.html>)

FECO soluciones tecnológicas para la industria, ésta entidad tiene un amplio campo de producción se

dedica a la fabricación de equipos de cocina, de pizzería, panadería, línea de pastelería, equipos de heladería, utensilios, entre otras cosas.

Sin embargo en la elaboración de productos similares a la almojábana no se encontró información de máquinas desarrolladas por grupos de investigación o que estén en vía de ser comercializados, o que se estén ofreciendo actualmente por empresas en Latinoamérica.

5. MODELACIÓN Y CONFIGURACION DEL SISTEMA

5.1 SINCRONISMO DEL SISTEMA

Toda la máquina está sujeta a un control preciso que permite la interacción de los diferentes actuadores de forma ordenada, garantizando que en ningún momento la máquina tenga que pararse debido a una descoordinación en cualquiera de los procesos, para esto se escogió un microcontrolador, se estipularon los tiempos necesarios de coordinación; después de obtener la señal del sensor, se encarga de que haya un flujo constante y regulado de masa, de que el cortador realice su labor en el momento adecuado, una vez el producto se encuentra en la banda transportadora regula los pasos del motor neumático que van a permitir que quede en el lugar preciso en donde el posicionador (figura 3) define el volumen y ubicación de la porción y el moldeador les da forma, en términos generales son acciones básicas de control de tipo proporcional propias de un sistema industrial [2]. Esta breve descripción del funcionamiento de la máquina se repite sucesivamente para garantizar una producción industrial apreciable de almojábanas, por lo tanto se puede catalogar según su autonomía como una máquina de funcionamiento repetitivo [3]. Este sistema cuenta con una velocidad de producción variable para acomodarse a las necesidades de la empresa.



Fig. 3. Elemento que posiciona el producto

5.2 SENSADO DE LA MASA

Consta de tres sensores, dos inductivos que se ubican en la tolva (figura 4) y uno auto réflex que estará debajo de ésta, los dos primeros estarán encargados de indicarle al microcontrolador el nivel de masa existente en la tolva (nivel máximo de masa o nivel mínimo de masa), que nos permite tomar acciones de control (sistema en lazo cerrado) [4] para la activación o desactivación de la máquina.



Fig. 4. Tolva con accesorios

El sensor auto reflex, nos permite determinar la presencia de masa que sale de la boquilla de la tolva. En el momento de detectarlo envía una señal al microcontrolador para este dar la orden de rebajar la porción de masa. El sensor se encuentra fijado a una estructura móvil que permite graduar el peso final del producto

5.3. ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL

Es fundamental implementar circuitos de acondicionamiento a los sensores para eliminación de ruidos que no confundan su interpretación por el algoritmo de control, pero también se debe utilizar circuitos de acondicionamiento para evitar interferencias en la fuente de alimentación del sistema digital producidas por motores ubicados en la misma empresa o con los picos de voltaje que generan al ser activadas las bobinas de las válvulas, pues en ambos casos generan bloqueos en la acción de control, por lo anterior se implementan arreglos de filtros análogos de primer orden pasa bajos butterworth [5], con base en capacitores y resistencias para promediar las señales de entrada con una frecuencia de corte de 10 Hz y diodos para rectificar las señales de salida.

5.4 ALIMENTACIÓN DE LA MÁQUINA

El problema principal de la empresa es el suministro de la masa. Se diseñó una tolva cilíndrica con perforaciones y roscados para generar una mejor

facilidad de manejo y mayor capacidad. Se implementó un cilindro neumático capaz de ejercer la presión suficiente para desplazar el total de masa que equivalen a aproximadamente 72 Kg. sin ningún tipo de problema; tiene una perforación a uno de los lados y está inclinada a 45° para facilitar el trabajo de alimentación, el cilindro que empuja la masa tiene cierta regulación para que el contenido salga a una velocidad en la que el sensor pueda responder adecuadamente y permita la evacuación de aire dentro de la misma, para así evitar inconsistencias en el producto final. En la parte inferior de la tolva se implementa una boquilla que se puede desenroscar para que la máquina pueda ser limpiada periódicamente y al momento de reemplazar una pieza no se tenga que desechar toda la tolva.

5.5 MOLDEO

Este es un proceso crítico en la máquina (figura 5) debido a que la forma de las almojábanas se le da manualmente; para la empresa, conservar la consistencia de este moldeo, es fundamental.

El actuador con el accesorio moldeador debe ser bastante preciso al momento de ejercer presión debido a que dependiendo de esto la almojábana va a adquirir un tono un tanto café, después de salir del horno, distintivo que la empresa quiere conservar.



Fig. 5. Diseño de máquina

6. CONCLUSIONES

En esta época de industrialización se genera una gran competencia en la producción y calidad de los productos, por ende las empresas se han visto en la necesidad de mejorar sus procesos, gracias a esto, la automatización ha llegado a cumplir un papel muy importante en el desarrollo de la productividad, ayudando así a una eficiencia notable en las empresas que buscan apoyo de la tecnología para alcanzar ese nivel.

En la actualidad la industria latinoamericana se ha acercado a la academia buscando un socio estratégico que le permita optimizar sus tecnologías a través de la investigación aplicada, de tal forma que pueda competir con las multinacionales existentes en el medio.

El desarrollo de la máquina permitirá a la empresa DALIJOHN aumentar su productividad para poder responder a las exigencias del mercado interno y externo sin perder su sello en la presentación actual del producto.

Se ha tenido en cuenta, en el diseño de la máquina, las normas a las cuales están sujetas las industrias de alimentos como ISO 9000, HACCP y Buenas Prácticas de Manufacturas.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] GILLÉN S.A. Aplicaciones industriales de la Neumática, colección productiva, Marcombo, 1988, Pág.9-51
- [2] OGATA, Katsuhiko. «Ingeniería de control Moderno». Prentice Hall, 1998, Pág. 212
- [3] MAZA J. I., OLLERO A. «Robótica. Manipuladores y Robots móviles». Marcombo Boixareu Editores, 2001, Pág. 12
- [4] OGATA, Katsuhiko. «Ingeniería de control Moderno». Prentice Hall, 1998, Pág. 8.
- [5] SEDRA. Adel, SMITH. Kenneth. «Circuitos Microelectrónicos». Oxford University Press, 1998, Pág.900
- [6] FUNDAMENTOS DE DIBUJO EN INGENIERIA novena edición - Warren j. Luzadder - PRENTICE HALL
- [7] A MANUAL OF ENGINEERING DRAWING FOR STUDENTS & DRAFTSMEN - 1991, 1996 by Megraw, Hill, Inc, New York, E.U.A

AGRADECIMIENTOS

Se expresa agradecimientos a José Alfredo Palacios, Raúl Bedoya, docentes de la Institución Universitaria Tecnológico Pascual Bravo e integrantes del Grupo de investigación GARPE. Y Semillero de Automatización y Robótica (SAURO). Quienes fueron parte del equipo de trabajo en este proyecto, cuyo resultado fue presentado como ponencia en el año 2009 en el Congreso Internacional de Instrumentación industrial Control y Telecomunicaciones.