

# TERMOFORMADO DE POLIESTIRENO AUTOMATICO AUTOMATIC THERMOFORMED POLYSTYRENE

Fiorella Barberis Flores  
Maria Del Carmen Cabrera Bardelli  
Johan Cesar Omar Caceres Ibarra  
Jose Alfonso Figueroa Augusto  
Julio Cesar Hidalgo Aleman  
Eduardo Jose Perriggo Goñi  
Angelo Martin Peñaranda Hinostroza

Profesor asesor: José Antonio Velásquez Costa  
jvelasquezc@mail.urp.edu.pe  
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial - Universidad Ricardo Palma

## Resumen

El presente artículo describe la implementación del prototipo de un proceso de Termoformado de poliestireno, para ello se emplea técnicas de automatización para el control automático del proceso. El diseño del prototipo se realizó en un software CAD (Diseño asistido por computadora) y para implementación se requirió actuadores y válvulas neumáticas, un controlador lógico programable (PLC). Todos estos componentes se integraron a una faja transportadora.

**Palabras clave:** Implementación de un prototipo, automatización, CAD, PLC, actuador neumático, válvula neumática.

## Abstract

The present article describes the implementation of the prototype of a process of thermoformed polystyrene, for it is used techniques of automation for the automatic control of the process. The design of the prototype was made in a software CAD (Computer Aided Desing) and for implementation it required pneumatic actuators and valves, a PLC (Programmable logic controller). All these components are integrated into a conveyor belt.

**Keywords:** Implementation of a prototype, automation, CAD, PLC, pneumatic actuator, pneumatic valve.

## Introducción

La automatización constituye uno de los objetivos más importantes de las empresas en la siempre incesante tarea de la búsqueda de la competitividad en un entorno cambiante y agresivo.

La automatización consiste en la incorporación al mismo, de un conjunto de elementos y dispositivos tecnológicos que aseguren su control y buen funcionamiento.

La tecnología de la automatización se centra en el conocimiento de los dispositivos tecnológicos tales como transductores, temporizadores, contadores, dispositivos lógicos de control (PLC), neumática entre otros.

Los plásticos pueden ser moldeados mediante el proceso de transformación aplicando calor y presión. Dentro de los procesos de transformación de plásticos están los de extrusión, inyección, termoformado, entre otros.

El termoformado es un proceso de transformación de plásticos que involucra una lámina de plásticos que es calentada y que toma la forma del molde sobre el que se coloca, El termoformado puede llevarse a cabo por medio de vacío, como se muestra en el proyecto, además por presión y temperatura.

La ventaja del termoformado es la utilización de pocas herramientas, costo de ingeniería baja y menos tiempo, lo que hace que el termoformado sea ideal para el desarrollo de prototipos y un bajo volumen de producción.

El objetivo del presente proyecto es implementar un prototipo de Termoformado de poliestireno automático para la aplicación en la industrial de envases de plásticos, utilizando tecnologías para la automatización de procesos industriales, fácil de operar y con gastos de mantenimiento mínimos.

El mecanismo del prototipo para realizar los movimientos y sujeción del material se realizará mediante elementos neumáticos. Para el control del sistema automático, para iniciar y parar el proceso se realizará con un controlador lógico programable.

## Fundamentos Teóricos

Para la realización del presente proyecto se requirió la siguiente base teórica:

**Automatización Industrial:** es el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias y/o procesos industriales sustituyendo a operadores humanos. Reduce ampliamente la necesidad sensorial y mental del humano.

La automatización como una disciplina de la ingeniería es más amplia que un sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores y transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistema de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

**PLC:** las siglas significan controlador lógico programable, sirve para controlar automáticamente diversos procesos industriales, se basa en el empleo de un microcontrolador para el manejo de las entradas y salidas, y de una memoria interna donde se almacena la programación, el cual permite ejecutar secuencialmente las instrucciones del programa.

**Neumática:** es una fuente de energía de fácil obtención y tratamiento para el control de máquinas y otros elementos sometidos a movimiento. La generación, almacenaje y utilización del aire comprimido resultan relativamente baratos y además ofrece un índice de peligrosidad bajo en relación a otras energías como la electricidad y los combustibles gaseosos o líquidos. Ofrece una alternativa altamente segura en lugares de riesgo de explosión por deflagración, donde otras energías suponen un riesgo importante por la producción de calor, chispas, etc.

### Antecedentes

Para la presente investigación no se ha encontrado semejanza con otros proyectos, siendo este un proyecto innovador y tecnológico.

### Materiales y Métodos

Para la realización del proyecto se ha tenido que plantear el funcionamiento del sistema automático.

El prototipo va constar de 4 procesos:

#### Proceso de sujeción:

Este proceso consiste en sujetar o presionar el material de plástico de poliestireno mediante una compuerta que inicialmente está abierta y se cierra mediante el accionamiento de un actuador neumático. Así mismo existe un segundo actuador neumático quien moviliza el sistema de sujeción hacia arriba donde se ubicará el sistema de calentamiento con resistencias.



Figura 1: Sistema de sujeción – vista lateral



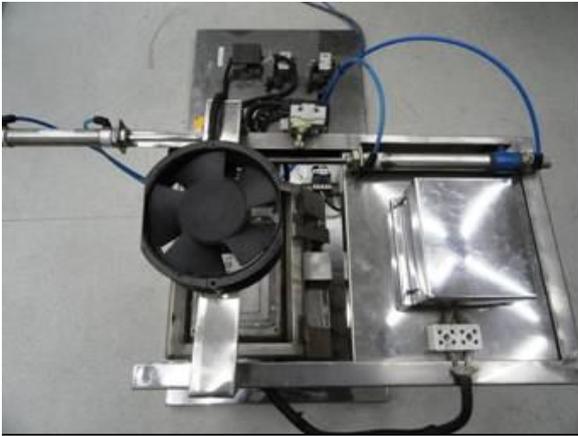
Figura 2: Sistema de sujeción – vista frontal

#### Proceso de calentamiento:

Consiste en activar las resistencias que va a calentar el material de plástico cuando este en posición para ejecutar el proceso. Dicho sistema tiene 2 actuadores neumáticos quienes van a movilizar el sistema de calentamiento.



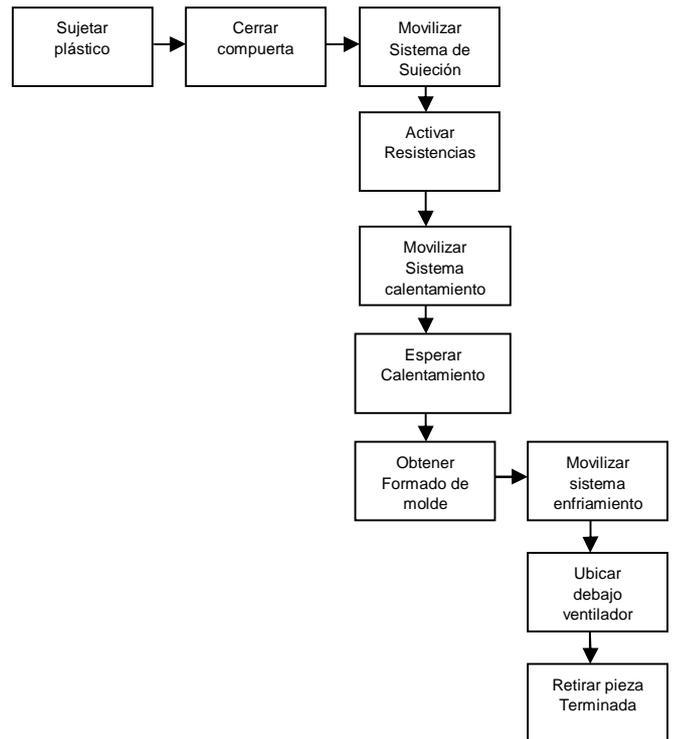
**Figura 3:** Sistema de calentamiento con resistencias - vista inferior



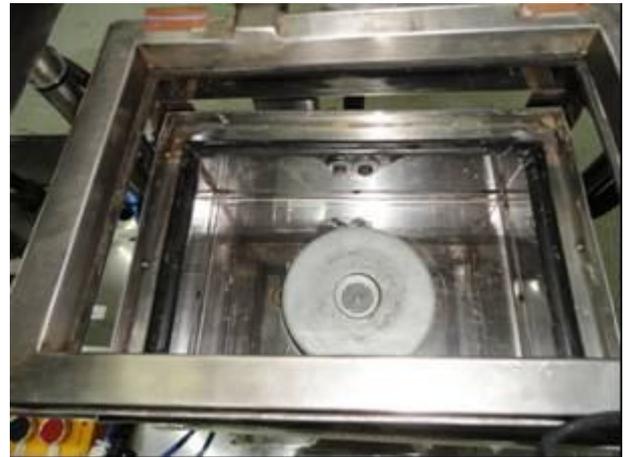
**Figura 4:** Sistema de calentamiento con resistencias - vista superior

**Proceso de termoformado al vacío:**

Cuando transcurra el tiempo de calentamiento, es donde el material está en óptimas condiciones para aplicar el proceso de termoformado al vacío y obtiene la forma del molde que se ubica por encima de la bomba de vacío. Dichos moldes son intercambiables por otros moldes de diversas formas, esto se realiza siempre antes de iniciar el proceso.



**Figura 5:** Diagrama de flujo del proceso



**Figura 6:** Sistema de Termoformado (bomba al vacío) - vista superior

**Proceso de enfriamiento:**

Al culminar el proceso del termoformado, el material se ubica por debajo de un ventilador para enfriar el producto que ha sido procesado.



**Figura 7:** Sistema de enfriamiento (ventilador) - vista superior

Todos los procesos descritos van ser controlados finalmente por un controlador lógico programable (PLC). Para ello se tiene que realizar la programación manejando los dispositivos de entradas y salidas del proyecto y descargarlos la programación al PLC para la ejecución y control del proceso.



**Figura 8:** Sistema de control por PLC - vista superior

Para la implementación del proyecto se ha utilizado los siguientes equipos y materiales:

**Tabla 1 Materiales y equipos**

DETALLES	MONTO \$
ESTRUCTURA	1500.00
PLC	500.00
ACTUADORES	450.00
ELECTROVALVULAS	350.00
MANGUERAS	60.00
COMPRESOR	4,000.00
RACORES, SILENCIADORES	80.00
CABLE	70.00
MANO DE OBRA	3,000.00
<b>TOTAL APROXIMADO</b>	<b>10,010.00</b>

Fuente: Elaboración propia

El método de investigación utilizado para el proyecto es de tipo tecnológico, fundamentalmente en la medida que se ha tratado de implementar un prototipo de termoformado de poliestireno aplicando tecnologías para la automatización industrial.

### Resultados y Discusión

Como resultado de la implementación tenemos un prototipo que realiza el proceso automático del termoformado de poliestireno mediante vacío. El proceso completo dura aproximadamente 80 segundos y la productividad es de 40 piezas por hora, esto depende mucho del tipo de material y grosor a emplear en el proceso del Termoformado.

Se puede mejorar el proceso de calentamiento realizando un control de la temperatura por cada tipo de material que se requiera aplicar el termoformado.

La activación de la resistencia se controla desde el PLC que contiene el programa para controlar el proceso, los tiempos de ejecución de cada proceso se puede modificar en la programación del PLC.

### Conclusiones

- El diseño del prototipo de Termoformado de poliestireno, permitió su implementación, con lo que se demostró que el proceso funciona correctamente.
- Cada una de las etapas del proceso son controladas por un controlador lógico programable (PLC) al cual se conectan pulsadores y finales de carrera a la tarjeta de las entradas, y las electroválvulas, bomba de vacío, ventilador y resistencia de calor a la tarjeta de las salidas.
- El PLC permite controlar los tiempos de activación de cada una de las etapas de proceso.
- Aprovechando la información del proceso que obtiene y brinda el PLC, se podrá supervisar y controlar todo el proceso a través de una computadora mediante un sistema SCADA.
- Generación de mejores condiciones de seguridad y reducción de costos de energía por la aplicación de la tecnología neumática.

### Referencias

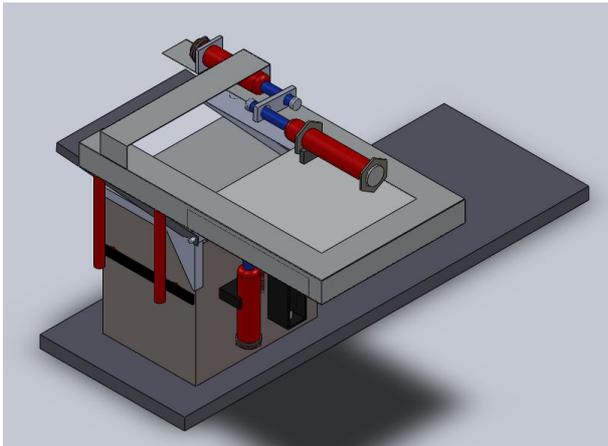
- [1] Velásquez J. (2005). Los sensores en la producción. Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Ricardo Palma, pp: 112-116.
- [2] Piedrafita Moreno, Ramón (2004) Ingeniería de la Automatización. 2d. Edición. Pp: 120-145.

[3] Automatización industrial amb GRAFECET. 2001. ORIOL BOIX. Ediciones UPC.

[4] [www.quiminet.com/ar3/ar\\_vcdarmzgtRsDF-que-es-el-termoformado.htm](http://www.quiminet.com/ar3/ar_vcdarmzgtRsDF-que-es-el-termoformado.htm)

[5] [es.wikipedia.org/wiki/termoconformado](http://es.wikipedia.org/wiki/termoconformado)

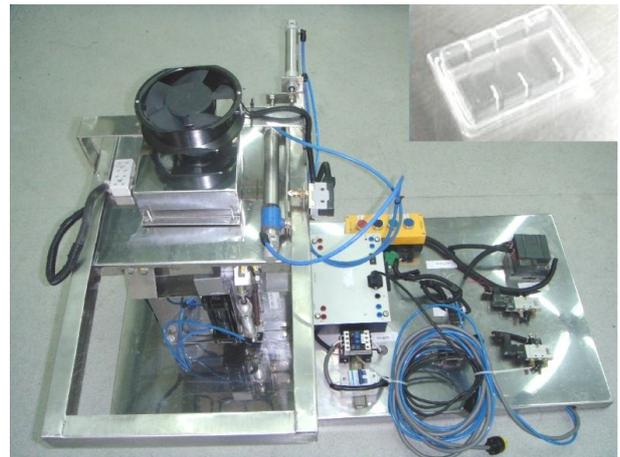
## Anexos



**Figura 9:** Diseño 3D del termoformado realizado en solidworks.



**Figura 10:** Prototipo de termoformado - vista frontal.



**Figura 11:** Prototipo de Termoformado – vista superior



**Figura 12:** Exposición de proyecto en Feria Expoferretera 2010

## Secuencia neumática de máquina de termoformado de poliestireno

A+ B- D+ D- B+ A-  
C- C+

