

# PROTOTIPO DE FORMADORA DE CAJAS Y LLENADORA AUTOMATICA

Verónica Palacios Cáceres  
200422321@mail.urp.edu.pe  
Carlos Rodríguez Navarro  
200522370@mail.urp.edu.pe  
Bruno Rivera Fu  
200520424@mail.urp.edu.pe  
Rubén Guerra Bacilio  
200412172@mail.urp.edu.pe

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

## RESUMEN:

*En la actualidad son muy pocas las empresas peruanas del sector agroindustrial que tienen un proceso de embalado automatizado; realizar el proceso de formado y llenado de cajas manualmente genera un bajo flujo de producción, ubicándolas en desventaja frente a las exigencias de una demanda actual como la que tenemos con los tratado de libre comercio. Esto se aprecia en el proceso de embalado de productos de exportación como son los limones, naranjas, mangos, etc. Este proyecto busca presentar una alternativa de solución a este problema desarrollando un prototipo automatizado que forme y llene cajas automáticamente. En su desarrollo se han empleado diversos dispositivos que se emplean en la automatización de procesos industriales, dando como resultado que el tiempo de formado de cajas y su respectivo llenado con frutas sea de 9 segundos, comparándolo con los 15 segundos que se emplea en el proceso actual, se logra mejorar la producción en más de 60%.*

## ABSTRACT:

Today very few Peruvian agribusiness companies have automated packaging process, making the process of forming and filling boxes manually generates a low-flow production, placing them at a disadvantage to the demands of current demand as we have Free trade agreement. This is shown in the process of packaging of export products such as lemons, oranges, mangoes, etc. This project seeks to present an alternative solution to this problem by developing a prototype automated form and fill boxes automatically. In its development have employed various devices used in industrial process automation, resulting in the forming time of their respective boxes and filled with fruit is 9 seconds, compared with the 15 seconds that is used in the process today, we can improve production by over 60%.

## 1 INTRODUCCIÓN

Las empresas se enfrentan continuamente a demandas y desafíos en un mercado altamente competitivo, donde es necesario agilizar el despacho de productos de exportación a su destino final, este proceso comienza formando la caja con un sistema neumático y llenado automático con los productos correspondientes.

El proceso de empaquetados de frutas selectas para exportación como naranjas, limones, manzanas, etc. es el siguiente:

Se cosecha la fruta semimadura para luego transportarlo a una tolva que abastecerá a una faja transportadora, aquí dos operarios forman una caja de cartón la cual viene apilado una encima de otra. Estos operarios llenan estas cajas con frutas, luego la caja es sellada y llevada a una parihuela, este proceso se realiza manualmente con el apoyo de 2 operarios.

El tiempo para el llenado y formado de cajas es de 15 segundos, para la formación de la caja se tarda 10 segundos y para el llenado 5 segundos

La investigación se realizó en la empresa productora de Frutas S.A., con lo cual se diseño y construyo un prototipo de formador y llenador automática de cajas para agilizar el proceso de despacho de productos, reduciendo los costos de mano de obra y aumentando la productividad de cajas producidas. De esta manera la empresa tendrá la capacidad de ser frente a las demandas tan exigentes como la que actualmente el Perú tiene con los nuevos T.L.C. firmados, exportando productos agrícolas como limones, naranjas, mangos, etc. a su destino final.

El desarrollo del prototipo se realizó en la instalación del laboratorio de automatización-CIM de la universidad Ricardo Palma



Fig. 1: Acopio de frutas



Fig.2: Cajas de frutas

El prototipo de formadora de cajas y llenadora automática consta de 4 etapas fundamentales: (1) dispensador de cajas, donde las cajas se encuentran apiladas horizontalmente y presionadas por un actuador neumático (2) formador de cajas, mediante una ventosa que esta acoplada al pistón de un actuador, este succiona la caja, el actuador se acciona formando la caja (3) dispensador de frutas, donde se encuentra apiladas las frutas en forma vertical, mediante un actuador neumático apertura la tapa, produciendo así el llenado de las frutas en la caja,(4) sistema móvil de cajas llenas, culminado el proceso anterior se moviliza hasta la siguiente etapa, donde un actuador neumático es accionado para trasladar la caja llena a la siguiente área.

Actualmente existen maquinas que forman cajas a nivel industrial, para grandes empresas, que manejan altos niveles de producción; maquinas de gran volumen y complejidad, que requieren un encintado posterior al formado de la caja, antes de ser llenadas de productos. La formadora de cajas y llenado automático, es una maquina liviana, que no ocupa mucho espacio y simple, de fácil uso que automatiza el proceso de formado de cajas así mismo llena estas cajas con los productos que se produce.

## 2 DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO

### 2.1. CARACTERISTICAS GENERALES

Cada uno de los integrantes aporó ideas sobre cómo desarrollar el proyecto de la formadora de cajas y llenado automático, de las cuales se tiene 4 procesos que se ejecutan en forma automática mediante un controlador lógico programable, el cual se realizó la programación en base la cantidad de las señales de entradas (inputs) y salidas (ouputs) y la secuencia de la ejecución del proceso, controlando así los actuadores neumáticos que tiene cada etapa del proceso y el motor de la faja.

La formadora de cajas y llenado automático ha sido diseñada para formar las cajas de modo automático, transportarlo en una faja a la siguiente estación y llenar de la caja. El formado de la caja se debe a una ventosa que absorbe las caja pre formadas ubicadas en un una tolva, para luego transportar la caja en la faja transportadora a la siguiente estación del llenado de la misma.

La maquina es diseñada para ser transportada y aplicada a varios tipos de productos, para ubicarse en espacios limitados y para personas no muy capacitadas.

La máquina de formadora de caja y de llenado automático, no requiere de personal especializado, dado que la maquinaria es automatizada, lo cual no sucede con otras maquinas que son muy complejas. Así mismo es sostenible en el tiempo debido a que posee componentes industriales ofreciendo un prototipo duradero, que se aplica a más de un producto.

Entre sus ventajas es que se logra incrementar la capacidad de producción y contribuye a un orden al apilar los productos encajonados y permite la automatización de empresas medianas, en vía de crecimiento.

La metodología desarrollada para la investigación incluyó análisis de tiempos y movimientos, diagramas causa efecto y Diagrama de análisis del proceso.

El diseño de prototipo se realizó con el software SOLIDWORKS 2010, el cual sirve para diseñar piezas en 3D y ensamblajes de piezas finales. Los principales elementos y especificaciones técnicas que componen el prototipo son:

DESCRIPCION	CANT	ESPECIFICACIONES
Dispensador de cajas	1	
Perfil rectangular de aluminio	7	Largo:30cm;Ancho:2cm; Alto:30cm;Espesor:2mm
Acrílico	1	Largo:50cm;Ancho:30cm; Espesor:1.5mm
Ángulos	16	
Tortillas	30	1/2 pulg

Formador de cajas	1	
Perfil rectangular de aluminio	4	Largo:30cm;Ancho:2cm; Alto:30cm;Espesor:2mm
Acrílico	1	Largo:50cm;Ancho:30cm; Espesor:1.5mm
Ángulos	10	
Tortillas	30	1/2 pulg
Dispensador de frutas	1	
Acrílico	2	Largo:50cm;Ancho:30cm; Espesor:1.5mm
Pegamento TRIZ	1	3 gramos
Electro válvula	1	Marca STRUKE
Cilindro neumático 3/2	1	Carrera 5cm
Sistema móvil de cajas	1	
Acrílico	2	Largo:50cm;Ancho:30cm; Espesor:1.5mm
Pegamento TRIZ	1	3 gramos
Electro válvula	1	Marca STRUKE
Cilindro neumático 3/2	1	Carrera 5cm

Tabla 1. Especificaciones técnicas del prototipo

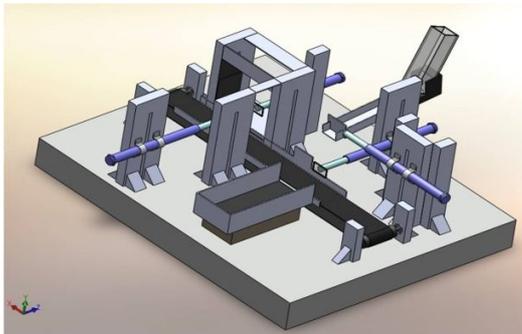
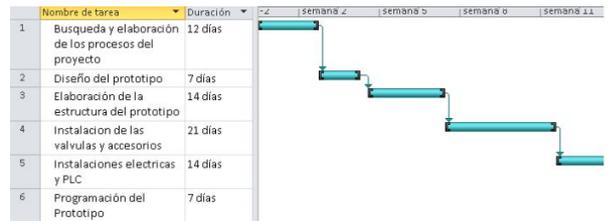


Figura 3. Diseño en 3D del prototipo.

El periodo de implementación del proyecto fue según se detalla en el siguiente Diagrama Gantt:



### 3 DESCRIPCION DETALLADA DEL PROTOTIPO

El prototipo consta de 4 etapas:

#### DISPENSADOR DE CAJAS

Es un almacén de se colocan manualmente cada una de las cajas no formadas que servirán como contenedores para las frutas.

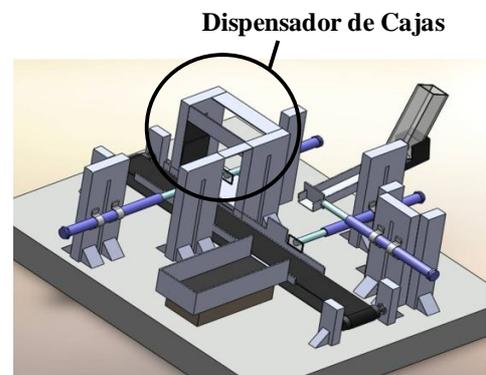


Figura 4. Dispensador de cajas - prototipo

En el dispensador ubicamos un cilindro neumático de simple efecto con una electroválvula 3/2 monoestable. Cuando el proceso se inicia por medio de un pulsador eléctrico, la electroválvula se activa y se extiende el pistón del cilindro para presionar las cajas y así pueda alimentar hacia la siguiente etapa.

#### FORMADOR DE CAJAS

Este sistema consta de un cilindro neumático doble efecto que es controlado mediante una electroválvula 5/2 monoestable, en su pistón esta acoplado una ventosa, cuando el pistón de extienda completamente se activa la válvula de vacío que está conectado a la ventosa, subsionando la caja que se encuentra al frente del dispensador de cajas.

Una vez subsionado el pistón con la ventosa regresa a su posición inicial formando la caja y se desactiva la válvula de vacío, para soltar la caja. Luego se activa el motor de la faja para transporta hasta la siguiente etapa.

**Formador de Cajas**

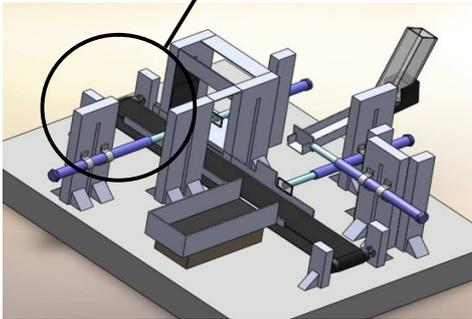


Figura 5. Formador de cajas - prototipo

### DISPENSADOR DE FRUTAS

Está compuesta por una estructura de aluminio y acrílico. Posee un cilindro neumático de simple efecto que es controlado por una electroválvula 3/2 monoestable. Cuando la caja formada llega a esta etapa, se desactiva la faja.

**Dispensador de frutas**

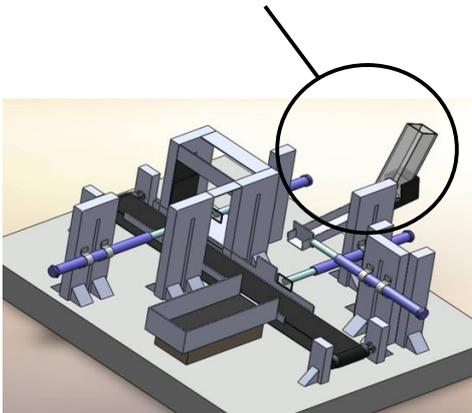


Figura 6. Dispensador de frutas - prototipo

El pistón del cilindro que se encuentra en este proceso actúa como una compuerta para retener las frutas que se encuentran apiladas verticalmente y que es colocado manualmente. Cuando se activa la electroválvula el pistón del cilindro se extiende haciendo que las frutas caen y llene las cajas.

Completado el proceso de llenado de cajas se activa nuevamente la faja hasta transportar a la siguiente etapa.

### SISTEMA MOVIL DE CAJAS

Esta etapa está compuesta por un cilindro de doble efecto y una electroválvula 5/2. Cuando la caja llena

llega a esta etapa, se para la faja para ser movilizado a la siguiente etapa mediante el cilindro neumático cuando este es activado por su electroválvula.

**Sistema movil de cajas**

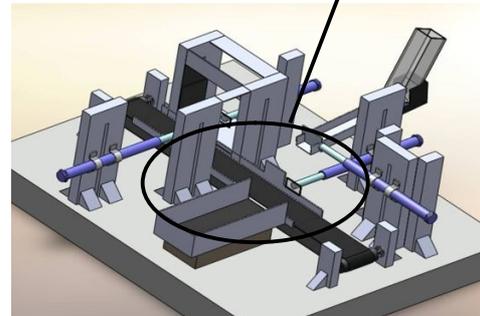


Figura 7. Sistema móvil de cajas - prototipo

## 4 RESULTADOS Y DISCUSION

El proceso anterior a la implementación de la solución era netamente manual realizado por 2 operarios el cual fue cambiado por un proceso Automático reemplazando a estos 2 operarios.

El nuevo proceso Automatizado de inicio a fin tiene un tiempo de 9 segundos en promedio (puede ser controlado por la computadora), distribuidos en 3.5 segundos formado de caja y 5.5 segundos llenado de la misma, sumados resulta 9 segundos en todo el proceso es decir 9seg/caja llenada.

## 5 CONCLUSIONES

- Un proceso automatizado reduce costos correspondientes a la MOD.
- La formadora y llenadora de cajas automática hace el trabajo de dos operarios trabajando en simultáneo.
- Un proceso automatizado genera mayor productividad.
- La automatización reduce tiempos en los procesos industriales.
- En el diseño del prototipo se ve afectado por temas relacionados a la programación en el PLC, es fundamental el conocimiento de una estructura de programación que permita el correcto desplazamiento de los materiales.
- Concluimos que la mejora y la productividad se puede incrementar con el adecuado funcionamiento de dispositivos automáticos, debemos de tener en cuenta el mantenimiento de estos, y la tecnología que se encuentran en desarrollo en estos momentos.

## 6 REFERENCIAS

[1] Ramon Piedrafita Moreno "Ingeniería de la Automatización Industrial", Editorial RA-MA, 2da edición ampliada y actualizada.

[2] Katsuhiko Ogata "Ingeniería de Control Moderna" Editorial Pearson Prentice Hall, 3ra edición.

[3] [www.jvelasquezc.com](http://www.jvelasquezc.com)

[4] [www.festo.com](http://www.festo.com)

[5] [www.nortecnica.com.ar/pdf/teoria\\_opticos\\_2\\_2.pdf](http://www.nortecnica.com.ar/pdf/teoria_opticos_2_2.pdf)

[6] [www.en.scientificcommons.org/6960763](http://www.en.scientificcommons.org/6960763)



Figura 8. Integrantes del proyecto en Feria de creatividad e innovación tecnológica 2010 - URP



Figura 9. Verónica Palacios Cáceres exponiendo su proyecto en Feria FAMERICAS 2011