

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA AUTOMATIZAR EL PROCESO DE EMBOTELLADO DE YOGURT EN LA PLANTA LECHERA TACNA

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A PROTOTYPE TO AUTOMATE THE YOGHURT BOTTLING PROCESS IN THE TACNA DAIRY PLANT

GILBER MAMANI HUACACUNI¹

 <https://orcid.org/0000-0003-4429-6942>

HUGO JAVIER RIVERA HERRERA²

 <https://orcid.org/0000-0002-9896-5008>

Información del artículo:

Recibido: 21/01/2021

Aceptado: 01/06/2021

Publicado: 28/06/2021

¹ Escuela de Ingeniería Electrónica, Universidad Privada de Tacna

² Docente en la Escuela de Ingeniería Electrónica, Universidad Privada de Tacna

E-mail: ¹adams666_17@hotmail.com, ²hrivera.upt@gmail.com

Resumen

Este estudio, consiste en el diseño de un prototipo, capaz de realizar el proceso de embotellado de yogurt. Basado en una estructura lineal; el prototipo de embotellado utiliza un Controlador Lógico Programable (PLC) que trabaja de manera automática. Consta de entradas y salidas, sensores de proximidad, válvulas, electroválvulas, luces piloto, cilindros neumáticos, un variador de velocidad que actúa a su vez como un ordenador secundario que gobierna la velocidad de revolución del motor que se encarga en ejecutar el transporte de botellas mediante una faja transportadora. Últimamente, la operación de arranque y paro de la máquina se lleva a cabo con una HMI (Human-Machine Interface) y pulsadores. Se probó y se puso en funcionamiento el prototipo de embotellado. Consiguiendo resultados que demuestran que se puede ampliar la producción y comprimir pérdidas en el transcurso de embotellado de yogurt.

Palabras clave: Prototipo, automatización, embotellado, yogurt, planta lechera, leche.

Abstract

This study consists of the design of a prototype, capable of carrying out the yoghurt bottling process. Based on a linear structure, the bottling prototype uses a Programmable Logic Controller (PLC) that works automatically and consists of inputs and outputs, proximity sensors, valves, solenoid valves, pilot lights, pneumatic cylinders, a variable speed drive that acts in turn as a secondary computer that governs the speed of revolution of the motor that is responsible for running the transport of bottles by means of a conveyor belt. The start and stop operation of the machine is now carried out by means of an HMI (Human-Machine Interface) and pushbuttons. The bottling prototype was tested and put into operation. The results show that it is possible to increase production and reduce losses in the course of yoghurt bottling.

Keywords: Prototype, automation, bottling, yoghurt, dairy, milk, milk plant.

1. Introducción

Con el paso del tiempo los cambios tecnológicos en la automatización de procesos industriales son cada vez más frecuentes y de mayor magnitud, que obliga a una empresa a automatizar su proceso de producción. Hoy en día la automatización se ha vuelto imprescindible para el progreso de la industria. Esta es la razón por la cual están siendo muy demandadas ya que su utilización produce una producción mayor a menor tiempo, y de mejor calidad. Dentro del campo de la manufactura industrial, desde los inicios del tiempo modernos hasta la actualidad, la automatización ha pasado de ser un instrumento de trabajo deseable a un instrumento fundamental para competir en el mercado globalizado.

El yogurt en la “Planta Lechera Tacna” se procesa en forma automatizado a excepción del embotellado. Actualmente La Planta Lechera Tacna es una empresa que se dedica a la elaboración de derivados de lácteos, principalmente quesos, yogurt, manjar, mantequilla, etc. Muchos de estos procesos se realizan de forma manual, presentando pérdidas, como derrames del producto lácteo, tiempo de llenado y el embotellado no es constante, restando eficiencia tanto en la elaboración como en el tiempo dedicado a los procedimientos establecidos. El problema de investigación que formulado por la siguiente interrogante: ¿El diseño e implementación de un sistema electrónico de control permitirá automatizar el proceso de embotellado de yogurt en la Planta Lechera Tacna? En los últimos tiempos, la demanda de producción de yogurt para una planta lechera se ha incrementado, así como el personal para el embotellado de yogurt, que actualmente es manual. En estos tipos de industrias para satisfacer la necesidad de la población, se necesita evitar fallos, como derrames de producto lácteo, un embotellado deficiente entre otros. Por lo tanto, la necesidad de asegurar un embotellado de yogurt eficiente, es indispensable. La presente tesis se justifica en proponer mediante módulos de control y supervisión la automatización del proceso de embotellado de yogurt en la planta lechera Tacna, para tener pocos errores y resulte un producto final de mejor calidad, que actualmente se tiene.

Hernández et al (2013), confirma la necesidad de producir grandes cantidades a una velocidad determinada. La implementación de un sistema automatizado en el proceso de ultra pasteurización de una empresa distribuidora de productos lácteos permite corregir los problemas que se ocasionan por una mala operación por parte del personal de trabajo” (Hernandez Espinel, Llerena Palma, & Morris Navarro, 2013, pág. 51). El diseño incorpora una secuencia para el posicionamiento de dos probetas, su transporte, y posterior prensado. Para el proceso de prensado se tiene un sensor de presión analógico, un actuador proporcional de presión y el músculo neumático como sistema a ser controlado, donde el módulo de control construido permitirá tener un sistema de control transportable y que podrá conectarse a cualquier otra estación por medio de las tarjetas de interfaz compatibles” (Buñay Guaman & Guaman Ñaupá, 2015, pág. 95).

2. Objetivo

Diseñar e implementar un prototipo para automatizar el proceso de embotellado de yogurt en la planta lechera Tacna.

3. Metodología

El diseño de la investigación es experimental y se ejecutó en la Empresa planta lechera de Tacna. El actual embotellado el método es manual, lo que significa que va a no ser capaz de satisfacer el creciente mercado de la demanda. Como un resultado, la empresa va a necesitar para encontrar una manera de automatizar este proceso en orden a incrementar la producción y el producto de calidad.

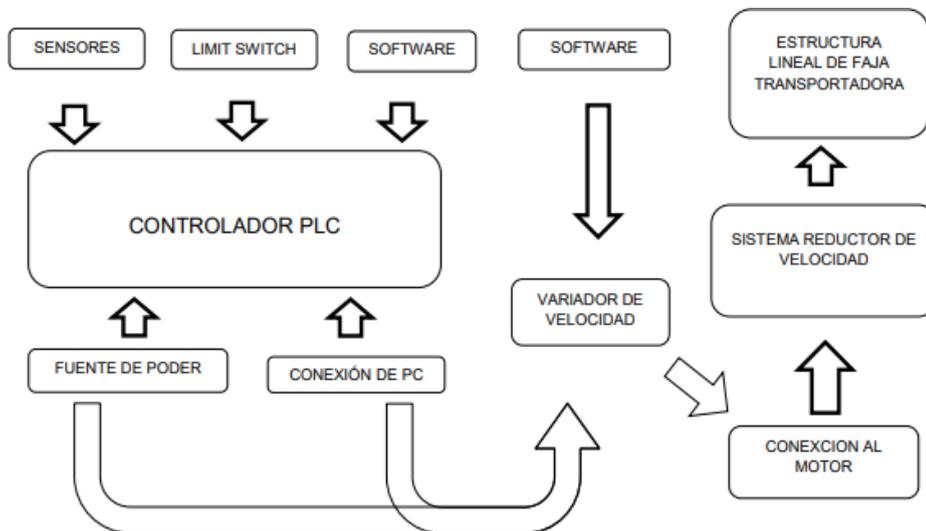
Figura 1
Proceso de embotella actual



a) Proceso de embotellado mejorado

El presente proyecto es para hacer frente a las necesidades identificadas en la planta Lechera embotellado de yogur lineal. El diseño del prototipo se basa en embotellado de líquido. De acuerdo a los requerimientos de la máquina, el proceso de diseño del equipo debe contar con las siguientes características: Llenado automático, sin necesidad de un operario. Colocación automática de tapas y Enroscado automático. En el esquema, se muestra, el diagrama de bloques, de diferentes ciclos que componen el diseño del proceso de embotellado de yogurt. Para el diseño se toma en cuenta los requisitos y necesidades de la máquina, los cuales son luego utilizados como técnicas, para determinar el diseño definitivo. Los principales parámetros que influyen en el diseño de envasadora se determinaron en base a los requerimientos funcionales de la máquina para envasado establecidos por el proceso de elaboración de yogurt de la Empresa planta lechera Tacna y las características técnicas de las máquinas similares disponibles en el mercado.

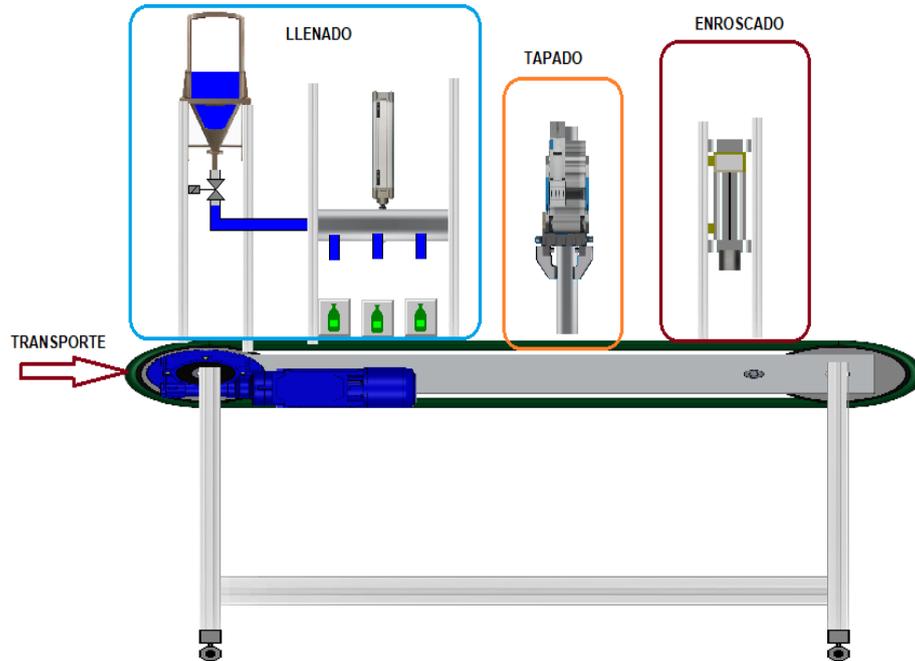
Figura 2
Esquema general de conexiones de componentes.



b) Etapas del proceso de envasado

Los principales componentes que conforman en la máquina se determinan con base en el diseño parámetros, funcionales, requisitos, y la geometría del equipo de llenado de líquido en el mercado, y un preliminar esquema de la máquina se desarrollaron, con los siguientes sistemas mecánicas.

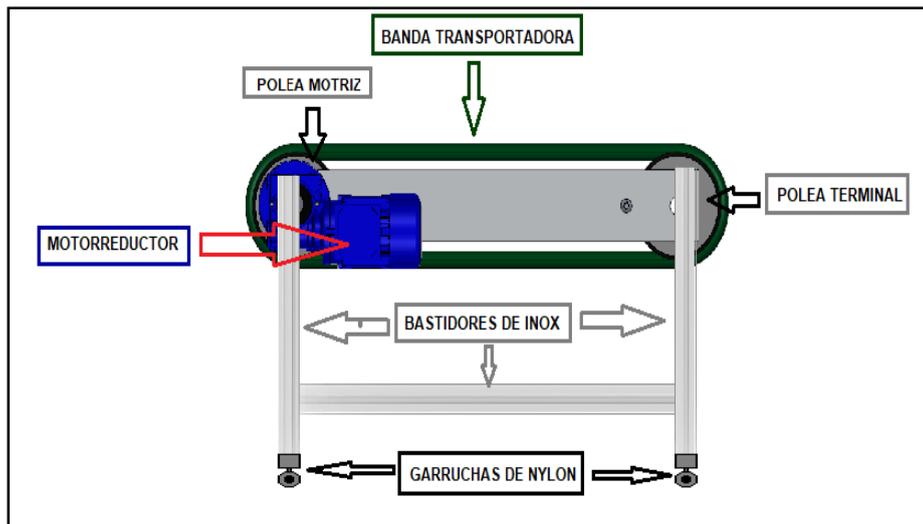
Figura 3
Envasadora de yogurt llenado, tapado y enroscado



c) Sistema de transporte

Las botellas son alimentadas, en esta etapa del proceso, y banda lineal se encarga de transportar hacia otras etapas, Llenado, tapado, y finalmente enroscado. Los requisitos y las necesidades de la máquina fueron tomados en cuenta durante el diseño del transportador de faja, que fueron entonces utilizado como técnicas criterios para determinar el final de diseño.

Figura 4
Sistema de transporte (faja transportadora)



Banda flexible: Es el principal componente de la faja transportadora del sistema, es de loma polipropileno alimentario. La selección de la banda flexible se basa en la longitud y tipo de faja requeridapor nuestro equipo. La distancia de la faja transportadora.Tipo de faja transportadora.

El diámetro de la botella, para el ancho de la faja transportadora; en nuestro caso el diámetro es de 60 mm. El tipo de recorrido que llevará el proceso, en nuestro caso rectilíneo. La velocidad requerida es 80 rpm salida, el motor utilizado es 1630 rpm. Una caja reductora, que es responsable para la reducción de la velocidad a la requerida velocidad de 80 rpm.

Rodillos de transmisión: son importantes componentes en una faja transportadora, y su calidad depende del trabajo que va realizar. La faja es desplazada por dos rodillos guiados por respectivas chumaceras, el rodillo motriz cuenta con un motor reductor es el encargado de girar la faja a través de una cadena y por dos piños.

Elemento motriz de la banda transportadora: Para ejecutar el movimiento de la faja se tiene el motorreductor lineal de capacidad 0.5 HP velocidad de salida 53 RPM, con diámetro de eje 18 mm.

Diseño, estructura del transportador: La construcción de la estructura es de material inoxidable plancha de 1.2mm de espesor, tubo cuadrado de 1 ½ pulgada, para la fabricación del sistema de transporte cumple con el *programa de PLC de faja transportador:* Para la automatización de la faja transportadora se utilizó diagrama escalera, este tipo de programación es conocido por su facilidad de interpretación y es recomendado por los fabricantes de PLC.

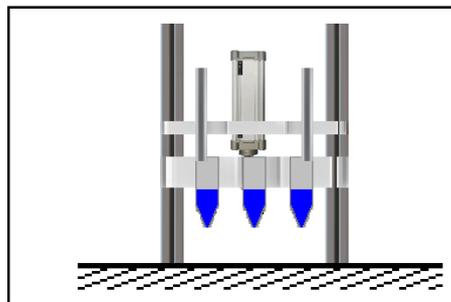
d) Sistema de llenado

Boquillas de llenado: El sistema esta compuesto por un grupo de 3 boquillas, una válvula solenoide y un cilindro neumático principal. La apertura de la válvula solenoide controla el envasado de las botellas, la cual cilindro neumático es el encargado de bajar y subir las boquillas para el envasado.

Estructura de sistema de envasado: El soporte de sistema es de tubo cuadrado 24 mm y 2mm de espesor y estructural de 90 grados 1 ½ pulgadas espesor de 3 mm.

Guías para los cilindros: Es responsable para el apoyo y el alojamiento de ejes de guía para cilindros. La correcta construcción de esta tiene un impacto sobre la correcta operación de la del sistema de movimiento.

Figura 5
Estructura de sistema llenado.



e) Calculo de la fuerza de los cilindros neumáticos

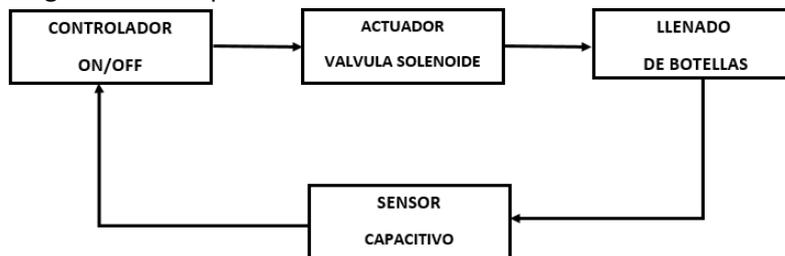
El diámetro del émbolo determina la cantidad de fuerza que puede ejercer sobre el actuador. La presión estandarizada que se maneja a nivel de industrial normalmente está en 6 bar, nos damos cuenta entonces que la fuerza del cilindro está determinada por el diámetro del embolo. El cilindro principal que soporta la boquilla tiene siguientes especificaciones: Embolo: 50mm de diámetro Vástago: 2mm de diámetro, Presión de trabajo: 6 bar Carrera: 150mm.

f) Sistema de control para llenado.

El control elegido para esta primera etapa es un control ON/OFF ya que el proceso lleva un sensor capacitivo para establecer que la botella esta justamente debajo de los inyectores, el programa habilita (ON) o deshabilita (OFF) la válvula solenoide para el llenado. El sensor detecta la cantidad de botellas para llenar y la envía al controlador, que se encarga de abrir o cerrar (ON/OFF) de válvula de solenoide para el llenado. El ciclo se repite sucesivamente, pues el controlador está recibiendo señal del sensor cada vez que detecta una botella para el llenado es decir lo coloca '0's o '1's lógicos a la salida del controlador para manejar al actuador (válvula solenoide).

Figura 6

Diagrama de bloque del sistema de control de llenado



g) Sistema de tapado

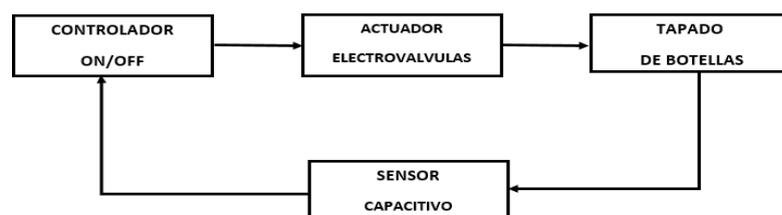
Este sistema es el encargado de colocar y tapar las tapas a cada botella. Además, tiene un cabezal regulable que debe permitir el ajuste de la altura en conformidad con el tamaño de la Envase para ser graduada, también tiene un dispensador de tapas.

Brazo de detención de los envases: Este brazo debe ser capaz de detener los Envases de movimiento hacia adelante durante el proceso. Como un resultado, que debe ser capaz de soportar la fuerza de fricción producida por las botellas por un máximo de 6 envases que pueden ser colocado detrás del brazo.

Sistema de control para tapado: En el sistema de tapado lleva un sensor capacitivo para asegurarse de que la botella esté correctamente debajo del tapador, el control es ON/OFF ya que el proceso de tapado es poco lento y es más eficiente al colocar las tapas, programa habilito (ON) o deshabilita (OFF) a las electroválvulas neumáticas. El diagrama de bloques describe los componentes utilizados y la utilidad dentro de proceso, por tanto, los instrumentos usados son un sensor capacitivo, el controlador un plc s7-1200 y el actuador, electroválvulas que permite accionar a los cilindros neumáticos.

Figura 7

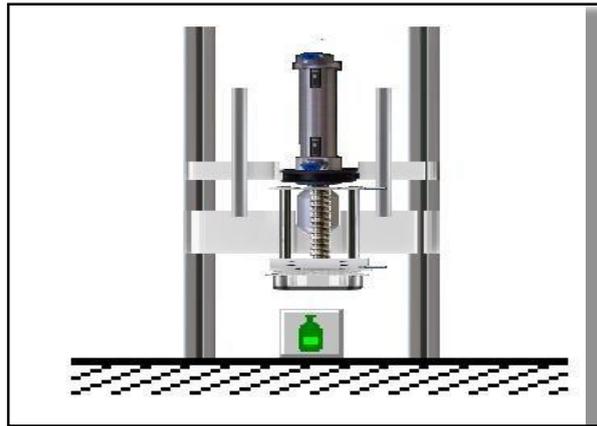
Diagrama de bloque del sistema de control de tapado



h) sistema del enroscado

El sistema enroscado es el último paso en el proceso de embotellado; la operación de roscado de botellas es automático será más eficiente, cada uno de botellas es debidamente enroscado de manera automático, es decir, la roscadora puede girar constantemente hasta que esté totalmente cerrado la botella. Se utilizó el lenguaje de programación ladder.

Figura 8
Estructura del sistema de enroscado



Sistema de control para enroscado: En este proceso de enroscado el control es ON/OFF, lleva un sensor capacitivo para determinar que la botella que está justamente al tapador, programa habilita (ON) o deshabilita (OFF) a las electroválvulas neumáticas.

Programa de PLC de proceso enroscado: Para realizar la automatización del proceso de enroscado de botellas, se utilizó el lenguaje de programación ladder. Se detalla, a continuación, el programa de proceso de enroscado.

Elementos neumáticos: El empleo de aire del cilindro es calculado con un nomograma de catálogo.

Mini cilindros neumático: Los mini- cilindros se utilizan para distanciar las botellas en la dosificación del líquido, el cual se utilizan en el sistema llenado, tapado y enroscado “que debe tener la adecuada carrera, que está determinado por la longitud de la faja transportadora” (Cerde Filii, 2018, pág. 14).

Electroválvulas: Las electroválvulas son utilizadas para dirigir el flujo de aire hacia el cilindro, es el cargado de controlar el movimiento de los cabezales, dosificador, tapadora, enroscado y Barreras de detención, que están instaladas, en la máquina.

Unidad de mantenimiento: “La unidad de mantenimiento es el dispositivo comprometido de preparar y entregar el aire en las condiciones buenas para el empleo de aire comprimido, para ello se agrega los siguientes elementos en un mismo dispositivo: filtro, regulador de presión y lubricador” (Cerde Filii, 2018, pág. 9).

Tubería, Conectores y Estranguladores Neumáticos: Las tuberías se encargan de transportar aire comprimido hacia los actuadores neumáticos, utilizado en el circuito neumático hechas de material poliuretano y son de material flexible, los conectores y estranguladores son encargados de recibir o interconectar la manguera neumática con los actuadores son de materiales aluminio o de cobre (Cerde Filii, 2018, pág. 13).

a) Diseño Eléctrico, Selección de Componentes Eléctricos

Para el sistema eléctrico de embotelladora los niveles de voltaje para su funcionamiento y automatización se detallan a continuación: voltaje de suministro sistema de potencia 220 VAC 60HZ. Voltaje de alimentación sistema de mando para controlador, pantalla HMI, actuadores electro neumáticos y sensores, es de 24 VDC. Los dispositivos son elegidos de acuerdo al voltaje, son fabricados por siemens por su alta prestaciones en la industria, fácil de adquirir en el mercado y cumplen con todas las medidas necesarias para un equipo de embotellado.

Selección de Motorreductor para Sistema de Transporte: El motorreductor juega el papel principal en la embotelladora. Que convierte la energía eléctrica a mecánica para la transmisión de faja por la fuerza mecánica reduciendo la velocidad al eje de salida a una velocidad deseada. Por lo tanto, el motorreductor funciona como un variador de frecuencia. Para seleccionar el motorreductor se toma en cuenta tensión trabajo, potencia, corriente, frecuencia y rpm de salida. Para la máquina envasadora se seleccionó un Motorreductor sin fin motovario.

Elección del contactor para motorreductor: El contactor es un elemento electromecánico que se encarga de cerrar o abrir la corriente para el funcionamiento de la faja transportadora, que normalmente funciona con mando a distancia.

El contactor se seleccionó para faja transportadora acuerdo al tipo de motorreductora y su potencia nominal.

Selección de variador de frecuencia para faja transportador

Un variador de frecuencia es un dispositivo electrónico que permite variar la velocidad de los motores asíncronos trifásicos, mediante la regulación de la frecuencia y tensión de red. Un variador de frecuencia nos permite tener los siguientes resultados:

- Variar la velocidad de un motor síncrono o asíncrono según nuestros requerimientos.
- Proteger al motor contra cortocircuitos y sobrecargas. Realizar arranques suaves y paradas suaves.
- Monitorear los parámetros del motor. Permiten arrancar un motor a distancia.
- Permiten ahorro energético sustancial al proporcionar la velocidad adecuada para cada aplicación.
- Permite controlar el torque de un motor sin afectar su velocidad.

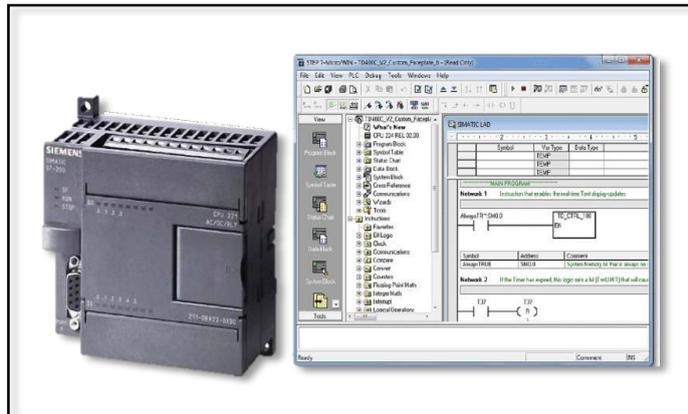
Principales marcas de PLC

“Los diversos PLCs, marcas se enumeran aquí, junto con el software necesario para programar ellos”. (Automatización Industrial, 2018)

PLC LOGO: El controlador LOGO, proporciona una solución liviana, rentable y fácil de usar para tareas de control simples. Universalmente aplicables en la industria, como, así como operacionales y residenciales edificios. Contiene integrados de gestión y visualización de elementos para la programación y la visualización de texto mensajes / variables en el dispositivo en sí.

- *Fácil gestión:* Interconexión de funciones con un solo ratón clic o por pulsos los distintos botones.
- *Mínimo Tiempo:* Sólo las Entradas y salidas deben ser cableados. Posibilidad de operar el esquema eléctrico y la instalación de armario eléctrico.
- *Menos costoso:* Algunas funciones que se encuentran comúnmente en instalaciones eléctricas y automatismos básicos.
- Alta flexibilidad:
- Cambiar de roles es tan fácil como pulsar teclas. Alternativas para diferentes objetivos laborales.
- Dado que es modular, que puede ser ampliado en cualquier momento.

Figura 9
 PLC S7-200 y el entorno de programación Step 7.



Fuente: siemens manual de sistema

Para seleccionar del controlador lógico programable (PLC) para la máquina envasadora se toma en cuenta el CPU, entradas y salidas. SIMATIC S7-1200 (2014C DC/DC/DC)

El controlador S7-1200 ofrece la versatilidad y la potencia necesarias para controlar una amplia gama de dispositivos para una variedad de requisitos de automatización. El S7-1200 es adecuado para gestionar una amplia gama de aplicaciones gracias a su tamaño compacto, su configuración versátil y su completo conjunto de instrucciones. Un microprocesador se construye en la CPU, como, así como está integrado la fuente de energía.

El controlador S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones. La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, tienen Entradas digitales y salida digital, PROFINET integración, E / S para alta velocidad de movimiento de control, y analíticas Entradas están todos combinados en un compacto chasis, que resulta en un potente controlador (Siemens, 2014).

Memoria de usuario

La CPU tiene tres zonas de memoria en las que se almacenan la aplicación, los datos y la configuración del usuario. Son tres diferentes tipos de memoria:

Memoria de carga: (ROM) El programa de usuario se carga primero en esta área de la CPU. Admite acumular de forma no volátil el programa de usuario, los datos y la configuración.

Memoria de trabajo: (RAM) Almacena las partes del programa de usuario que son relevantes para la ejecución del programa. Brinda un almacenamiento volátil, esta área se pierde si se desconecta la alimentación.

Memoria remanente: Cuando se produce un corte de alimentación o una caída de tensión, la CPU al arrancar restaurará nuevamente esos valores. Esta obtiene acumular datos de forma no volátil de la memoria de trabajo, el número de datos está limitado. (Siemens, 2014)

Ciclo de programa

La memoria contiene los elementos que la CPU hace disponible para el usuario de programas, uno de los cuales se conoce como la "memoria de imagen de proceso" y está orientado a trabajo con las variables de de entrada "I" y la salida "Q". Esta área se puede actualizar en una regular de base, pero la CPU va a consultar esta memoria zona antes de ejecutar el ciclo de OB. (Siemens, 2014)

A continuación, se detalla Panel HMI Basic utilizado en la máquina envasadora.

KTP 600 Basic PN

- Pantalla táctil de 6" con 6 teclas táctiles.
- monocromo (STN, escala de grises) o Color (TFT, 256 colores).
- 115,2 mm x 86,4 mm (5,7")
- Instalación vertical o Horizontal
- Resolución: 320 x 240

Se pueden conectar Los Basic Panels PN a los siguientes controladores

SIMATIC:

- S7-200 simatic.
- S7-300/400 simatic
- Interfaz PROFINET simatic s7
- a través de PROFINET/LAN se realiza la conexión.

Control por pantalla

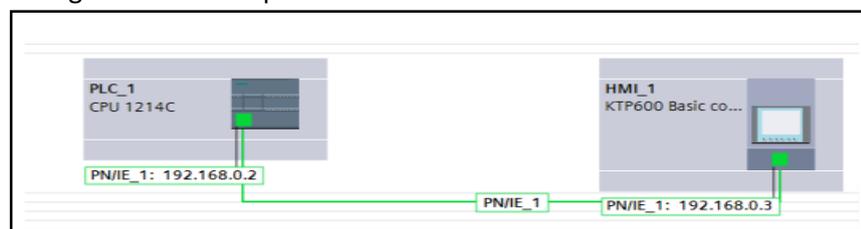
La pantalla establecida para el proyecto es una KTP 600 Basic color PN.

Es un dispositivo de programación diseñado para el PROFINET interfaz, la cual requiere una IP dirección para crear contactos y realizar la configuración. Permite interactuar de una forma fácil y ordenada logrando enlazar las variables creadas dentro del PLC de una forma rápido y positiva. En el diseño e implementación se usan varios softwares para realizar la configuración, programación y diseño del proyecto, tales como: Para la configuración y programación del HMI KTP 600-PLC 1214 DC/DC/DC se usa: TOTOLLY INTEGRATED AUTOMATION PORTAL (TIA PORTAL V14). Los PLC de la familia de los 1200. Se comunican mediante la interfaz profinet. Para lo cual, es necesario asignarles una dirección IP, ubicándolos en la misma red. En el proyecto poseemos los siguientes dispositivos y sus respectivas direcciones y máscaras de subred. (Siemens-Simatic-HMI, 2012)

PLC CPU 1214C DC/DC/DC. IP:192.168.0.1. MASCARA SUBRED:255.255.255.0
HMI KTP600 BASIC COLOR IP:192.168.0.2. MASCARA SUBRED: 255.255.255.0

Figura 11

Configuración de red profinet

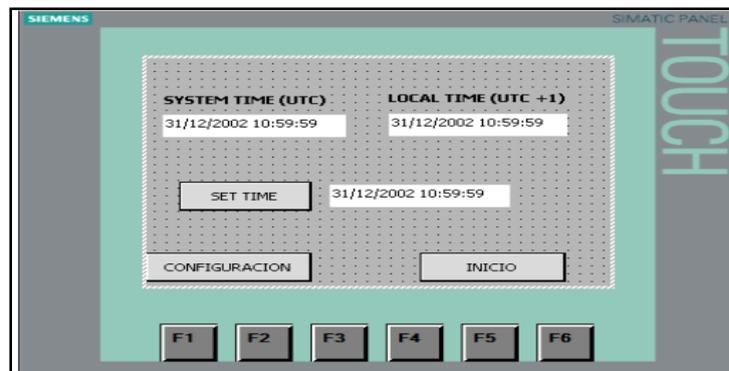


Configuración de pantalla hora /fecha

En esta pantalla, se puede configurar el tiempo hora del lugar. Con el SET TIEMPO botón, se puede confirmar la entrada de un nuevo tiempo de la zona. Se poseen dos pulsadores que ejecutan las siguientes funciones: Configuración: activa la imagen de producción del proyecto. Inicio: activa la imagen principal

del proyecto.(Siemens-Simatic-HMI, 2012)

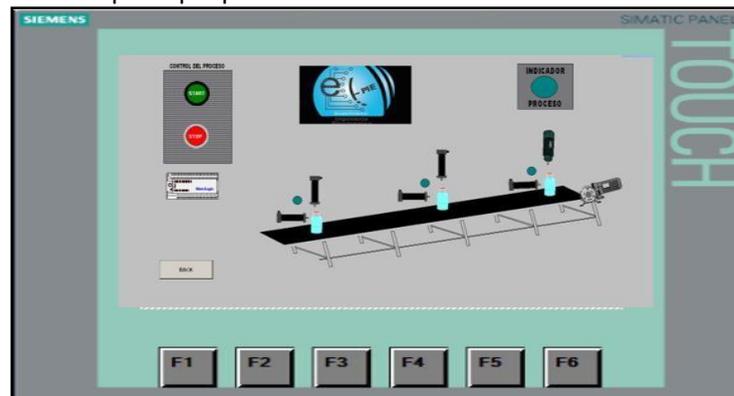
Figura 12
Configuración de Pantalla ajuste hora



Pantalla principal

“Perfil raíz o pantalla inicial, es la ventana principal del proyecto donde está el pulsador de inicio y paro y también que significa el etapa actual de la máquina en distintas etapas”. (Siemens-Simatic-HMI, 2012)

Figura 13
Pantalla principal proceso de embotellado



Selección de Sensores

Los sensores son importantes, en cualquier parte de sistema de automatización gracias a sus múltiples funciones como posicionamiento, indicadores de alarmas, nivel de líquidos, detección de objetos son los cuales el sistema recibe las retroalimentaciones necesarias para poder realizar una acción para dar continuidad al sistema, a continuación, se detalla los sensores utilizados en la máquina envasadora.

Sensores capacitivos

El sensor de proximidad capacitivo es un detector que detecta la presencia de un objeto metálico no metálico. Cuando se detecta un objeto en el área de detección, se modifica el dieléctrico, y el circuito de control detecta y actúa sobre la carga. (Cerde Filiu, 2018, pág. 102)

Sensores fotoeléctricos

“Los fotoeléctricos funcionan por detección de un objeto que bloquea o refleja la luz. Ellos tienen una amplia gama de detección de distancias, desde muy cortos (milímetros) a metros” (Cerde Filiiu, 2018, pág. 103).

Características para la elección de un sensor Capacidad a medir

Margen de la medida: Resolución Precisión deseada: Limite absolutos dela magnitud a medir

Sensibilidad: Impedancia de entrada y salida

Destino: presentación analógica y digital Margen de temperatura

Características de alimentación Voltaje

Corriente: Potencia disponible Frecuencia Permanencia

Sensor magnético: “Se utiliza para detectar la ubicación de un embolo en un cilindro; los contactos se cierran debido al efecto magnético.” (Cerde Filiiu, 2018, pág. 101)

Elección de elementos de mando y señalización Pulsador de conexión – desconexión

Los pulsadores son elementos de acción que se utilizan para detener o iniciar un circuito, permitiendo o no permitir el flujo de corriente a través de ellos.

Tabla 1

Pulsador de conexión – desconexión.

Color	significado	aplicación
Rojo	Desconexión, Parada.	Parada de ciclos de máquinas, Para de uno o varios equipos.
Verde	Conexión, marcha	Arranque de ciclos de máquinas, Puesta en servicio.
amarillo	Marcha o reset de alarmas	Puede anular alarmas de máquinas, nivel y temperatura.

Dispositivos de señalización

Todos los dispositivos de señalización cuya finalidad es llamar la atención, a la correcta o incorrecta de operaciones de las máquinas, también así facilitando al operador el control y mantenimiento de los equipos. Entre los más conocidos tenemos:

Acústicos: Son señales para el oído, tales como: Timbre, zumbadores, sirenas.

Ópticas: Son señales que se visualizan, se dan de dos formas:

Visuales: son símbolos indicativos de la operación específico que utilizan para indicar la realización de alguna acción que corresponde en una planta de producción.

Luminosos: Exclusivamente se emplean bombillas o leds de distintos colores.

Para la señalización y mando del proceso se toma en cuenta tensión corriente y frecuencia. Para la máquina envasadora se seleccionó:

- Pulsadores: paro, marcha, emergencia,
- Voltímetro digital
- Amperímetro digital
- Baliza luminoso y acústico.

Tabla 2
Dispositivos de señalización.

Color	Estado de servicio	Aplicación
Rojo 	Estado anormal.	identificación de defectuosa, Disparo de un relé térmico, parada debido sobrecarga.
Verde 	Máquina en servicio.	Máquina en ejercicio. Máquina esta lista para entrar en servicio, máquinas en marcha, equipos en funcionamiento.
Blanco 	Elementos bajo tensión, tensión auxiliar	Interruptor general vinculado. Activaciones individuales y dispositivos secundarios en servicio. Que se ha seleccionado el sentido de giro.
Amarillo 	Precaución o atención.	Advertencia: algunos valores (intensidad, temperatura) se acercan a sus valores límite.
Azul 	Todas las interpretaciones de las máquinas.	Máquina en espera

Instalación del tablero de control

En el tablero de control, van ubicados todos los componentes, controlador lógico programable (PLC), reles encapsulados, variador de velocidad, contactor, interruptor termo magnético y borneras de conexión.

Para la instalación de un control del panel, donde la programable lógica controlador será ser localizado. Circuito de mando trabaja 0- 24 Vdc, circuito de fuerza trabaja 220 V ac 60 HZ.

Para la activación de los componentes de voltaje 220 Vac, se requiere el uso de reles de 24Vdc para salidas de que genera el controlador. La interconexión con el tablero de control y tablero de fuerza y con elementos de entrada y salida como sensores y actuadores se utiliza borneras de conexión tipo riel.

Un pulsador de emergencia, marcha, paro, baliza y una pantalla HMI cuenta el tablero eléctrico, que estas instalado en la máquina llenadora de líquido para controlar y supervisar los procesos de llenado, tapado y enroscado.

4. Conclusiones

Se diseñó e implemento un prototipo envasador de yogurt para planta lechera.

Se determinó los parámetros para controlar automáticamente para el proceso de embotellado de yogurt. Se utilizó un PLC Simatic S7 2000 de la marca Siemens como unidad de control, la programación se realizó en lenguaje ladder utilizando el software TIA PORTAL V14

Con la realización de este proyecto se logró implementar un prototipo para automatizar y supervisar el llenado, tapado y enroscado teniendo en cuenta como parámetros de velocidad de producción y tiempo la ejecución del proceso. Un PLC es un equipo electrónico fundamental en la automatización de un proceso, ya permite manipular múltiples variables por medio de actuadores y sensores que con un programa interno logra un sincronismo deseado por el programador.

Se recomienda así: Utilizar sensores de mayor precisión y durabilidad. Realizar un mantenimiento y seguimiento continuo del sistema. Con una maquinaria envasadora automática de yogurt para la Fábrica Productos Lácteos permitirá reducir el tiempo de entrega de productos. Se aumentará la actividad de envasado de yogurt y se mejorará el aseo del producto terminado debido a la optimización del proceso de embotellado que se utilizará en la producción.

5. Referencias bibliográficas

- Automatización Industrial, R. e. (2018). *Estudio mercado Sistemas PLC 2018*. Obtenido de <https://www.infoplcn.net/actualidad-industrial/item/105669-estudio-mercado-sistemas-plc-2018>
- Buñay Guaman, J. P., & Guaman Ñaupá, R. P. (2015). *Implementación de una estación de fijación y prensado con un plc para el laboratorio*. riobamba- ecuador.
- Cerda Filiu, L. M. (2018). *Automatismos Neumáticos E Hidráulicos*. Madrid-España: printed in Spain.
- Cruz Navarrete, H., & Campoverde Williams, E. (2010). *Diseño e implementación de una máquina flexible para envasado de líquidos*. Guayaquil.
- Equitek. (2019). *tapadoras*. Obtenido de tapadoras: <https://equitek.com.mx/equipos-series/>
- García Moreno, E. (1999). *Automatización de procesos industriales*. España: bryprintpercon,sl.
- Hernández Espinel, L. C., Llerena Palma, R. D., & Morris Navarro, Y. F. (2013). *Implementación de automatización de proceso de producción de leche ultrapasteurizada*. cartagenas de indias D.T y C.
- Mandado Pérez, E., Marcos Acevedo, J., Fernández Silva, C., & Armesto Quiroga, J.(2009). *Autómatas programables y sistema de automatización*. Barcelona: printed in Spain.
- Rodríguez Penín, A. (2007). *Sistema SCADA*. ESPAÑA: marcombo, S.A.
- Sani Centeno, A., & Toapanta Carrasco, J. A. (2015). *Diseño, construcción e implementación de una máquina envasadora y dosificador de refrescos para la industria de lácteos*. Riobamba-Ecuador.
- Siemens. (2014). *controlador programable S7-1200*.
- Siemens, s. (2017). *Sistema de automatización S7-300*.
- siemens-catalogo. (s.f.). *Catálogo plc*. Obtenido de <https://www.smsic.com.bo/siemens#plc>
- siemens-simatic. (2008). *manual del sistema de automatización S7-200*.
- Siemens-Simatic-HMI. (2012). *panels de operator basic panels*.
- Siemens-Simatic-S7. (2013). *sistema de automatización*.
- wikimedia, p. (2020). *Variable frequency drives*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_frecuencia