

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA PARA EL ENVASADO Y TRANSPORTE DE LÍQUIDOS DE BAJA DENSIDAD USANDO UN PLC SIEMENS S7-1200 E INTOUCH

Eduardo-Francisco García-Cabezas, Carlos-José Santillán-Mariño,
Ana-María Pilco-Salazar, Jhonny-Marcelo Orozco-Ramos.

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,
Facultad de Mecánica, Escuela de Ingeniería Industrial
e_garcia@esPOCH.edu.ec, csantillan_m@esPOCH.edu.ec, a.pilco@esPOCH.edu.ec,
jhonny.orozco@esPOCH.edu.ec

Resumen

Este artículo presenta la descripción del diseño e implementación de un sistema SCADA para el envasado y transporte de líquidos de baja densidad dentro de un ambiente completamente didáctico, el cual es una base y guía para el desarrollo de mecanismos similares aplicados a los distintos procesos productivos. El proyecto tiene como base el sistema de control con un PLC Siemens S7-1200 y un sistema de transporte por tornillo sin fin que llevará los envases para el líquido de un lugar a otro. El HMI está desarrollado en InTouch, vinculado con SQL Server para el manejo de una base de datos que permite llevar un registro de producción y de operarios, que son jerarquizados para el acceso a parámetros modificables del proceso.

Palabras claves: envasado, HMI, proceso, intouch, SCADA

Abstract

This paper describing the design and implementation of a SCADA system for the packaging and transport of liquids of low density within a completely learning environment is presented, which it is a basis and guidance for the development of similar mechanisms applied to different processes production; The project is based control system with Siemens S7-1200 PLC and transport system that will endless screw containers for liquid from one place to another. The HMI is developed in InTouch, linked with SQL Server for managing a database that allows the tracking of production and workers, the same as they are ranked for access to modifiable parameters of the process.

Keywords: packaging, HMI, process, intouch, SCADA

INTRODUCCIÓN

Los procesos de producción han mostrado un importante avance en las últimas décadas, buscando la forma de que el proceso productivo se realice de forma rápida y con resultados óptimos en lo que se refiere a productividad y calidad procesos que han sido realizados por operadores de forma manual son

reemplazados por maquinaria y equipos que logran realizar las mismas funciones y minimizar el riesgo de obtener deficiencias y/o defectos en el proceso; estos cuentan con sistemas automatizados que poseen cierto grado de inteligencia y pueden ser adaptados a cada etapa de la producción (1 y 3).

Merriam Webster sugiere una interesante definición de automatización: método de controlar automáticamente la operación de un aparato-artefacto, proceso o sistema integrado por diversos componentes a través de me-

dios mecatrónicos, electrónicos y computacionales que sustituyen los órganos sensitivos y la capacidad de decisión del ser humano (2).

El proyecto consiste en diseñar e implementar un sistema SCADA para el envasado y el transporte de líquidos de baja densidad para su inserción en líneas de procesos productivos.

Como no puede ser de otra manera, la máquina posee cierta programación para el control y la precisión en la dosificación del producto, y está dado por el software desarrollado para el control en un autómata programable (PLC) (3 y 4) y la interfaz de control desarrollada en InTouch, constituyendo un sistema SCADA completo, que bien podría ser utilizado para una línea de producción de procesos que requieran la dosificación de líquidos de baja densidad.

METODOLOGÍA

El dimensionamiento del módulo surge del análisis estático para esfuerzos de resistencia a fuerzas externas dado por sensores, actuadores, tornillo sin fin (gusano transportador), dispensadores y los cilindros dosificadores.

El material para el sistema seleccionado, y comprobado mediante SolidWorks, es el perfil de aluminio serie 25 Mk (figura 1). Además de sus ventajas propias, es seleccionado por su bajo costo y facilidad de montaje para la construcción de la bancada.

El proceso que debe cumplir el sistema de envasado, mediante esquema general así como de los elementos que intervienen en el mismo, son presentados en la figura 2, describiéndose metódicamente la secuencia completa para el logro del envasado, transporte y sellado final.



Figura 1. Perfil de aluminio 25 Mk

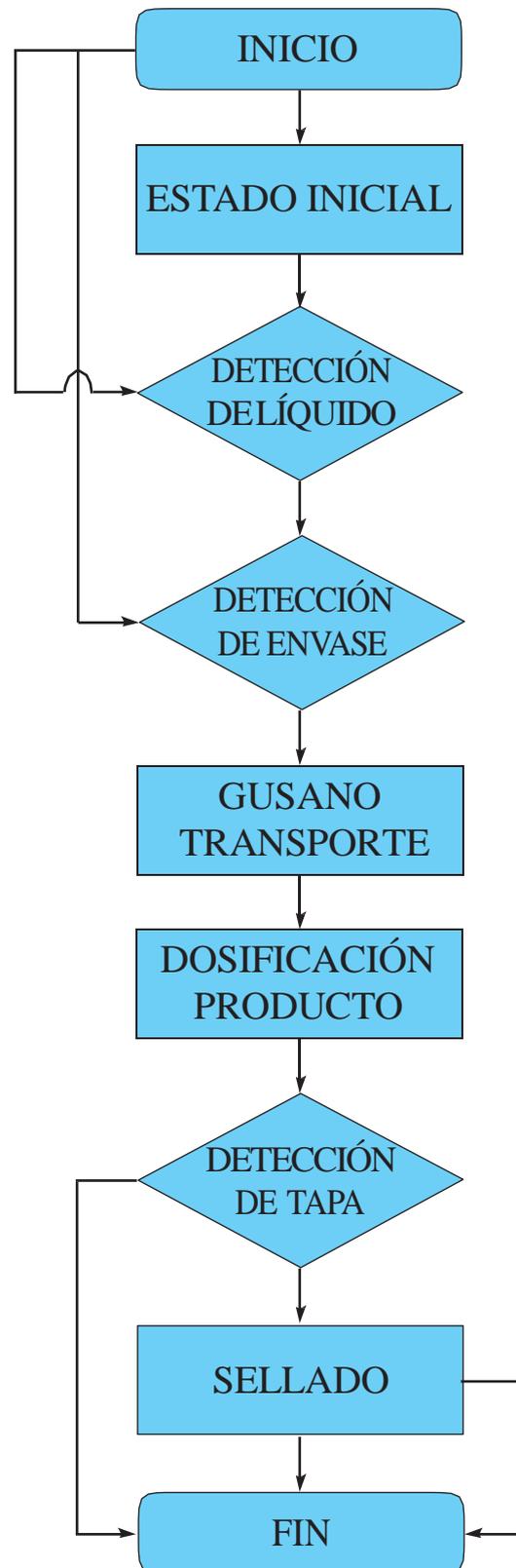


Figura 2. Diagrama de proceso de envasado volumétrico

La siguiente etapa la constituye el proceso de automatización; esto incluye los principales dispositivos electrónicos que al trabajar conjuntamente con los elementos mecánicos, eléctricos y estructurales proporcionan el correcto funcionamiento del sistema.

El sistema de control centralizado cuenta con el PLC S7-1200 de Siemens, sensores (presencia, nivel), actuadores (motores, cilindros, electroválvulas) y el software InTouch, OPC TOP Server y SQL Server para el desarrollo de la parte administrativa del mismo (producción, operarios).

Como se puede observar en el diagrama de la figura 3, se cuenta con dos intermediarios para realizar las acciones de enlace entre el InTouch y el respectivo gestor de base de datos SQL SERVER, en este caso el ODBC (Origin Data Base Connection); y, por otro lado, la conexión entre la máquina y el InTouch se realiza mediante la conexión de los I/O servers (OPC Server Top Server) (7).

RESULTADOS

Por ser un módulo para prácticas, se construye una estructura transparente, fácil de manipular y que pueda ser acoplada a otras estructuras desarrolladas para formar sistemas de procesos continuos y más completos.

La bancada permite reconocer de forma fácil y rápida los componentes que fueron instalados en ella para que la persona que vaya a utilizarla los pueda manipular y, de ser el caso, desensamblar y ensamblar los diferentes elementos.

El proceso fue dividido en etapas para crear independencia en los subsistemas que componen la parte operativa de la máquina.

Sistema de almacenamiento del líquido

Este sistema provee al equipo del líquido que debe ser dosificado; es un recipiente de 6 litros de capacidad en el cual es depositado el líquido que será

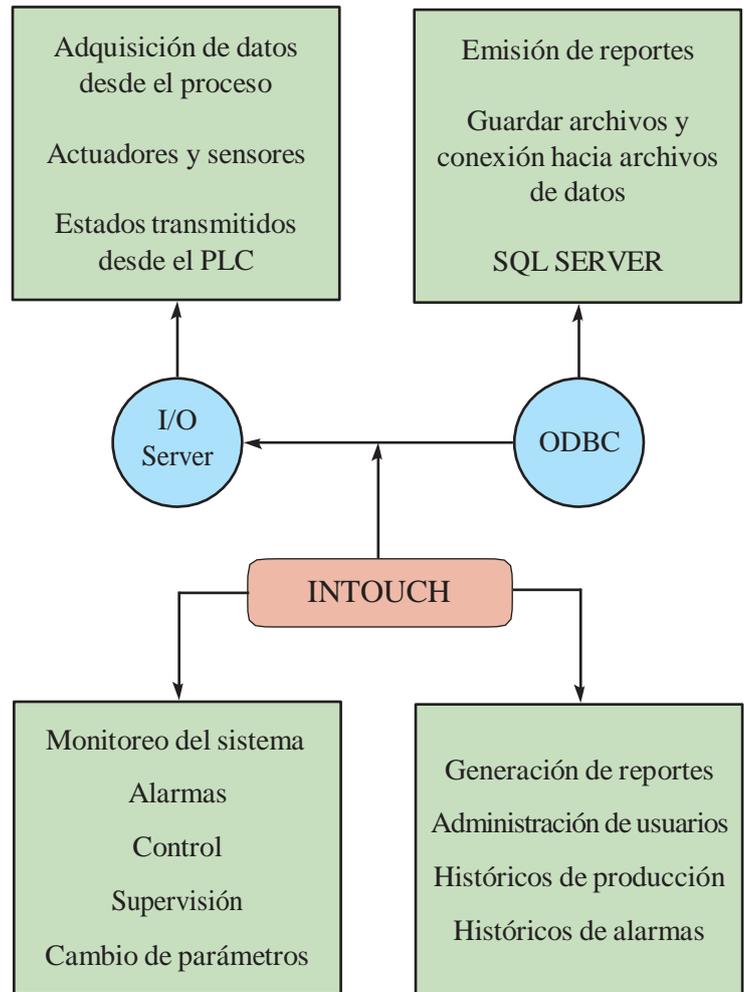


Figura 3. Esquema de conexión con InTouch.

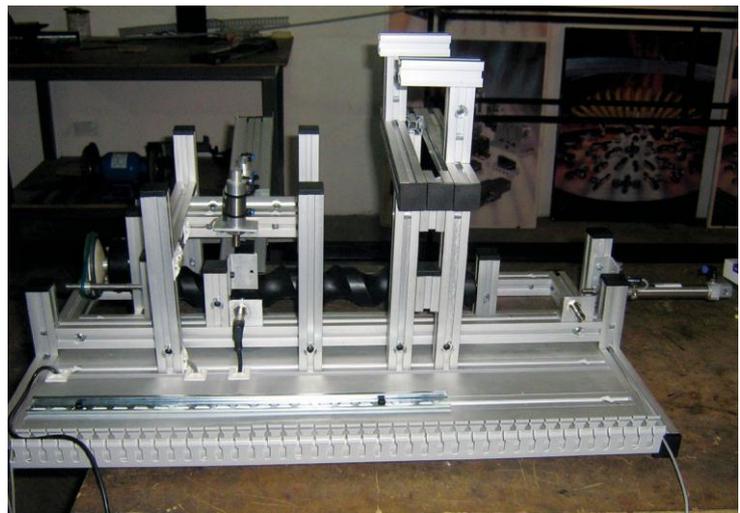


Figura 4. Estructura del sistema

almacenado hasta que sea necesaria la dosificación del mismo (figura 5).

El líquido almacenado es medido por medio de un sensor flotador, al cual ha sido adaptado un potenciómetro que

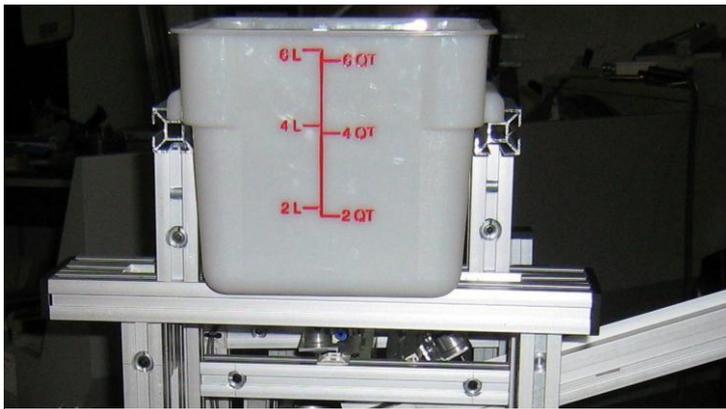


Figura 5. Sistema de almacenamiento de líquido

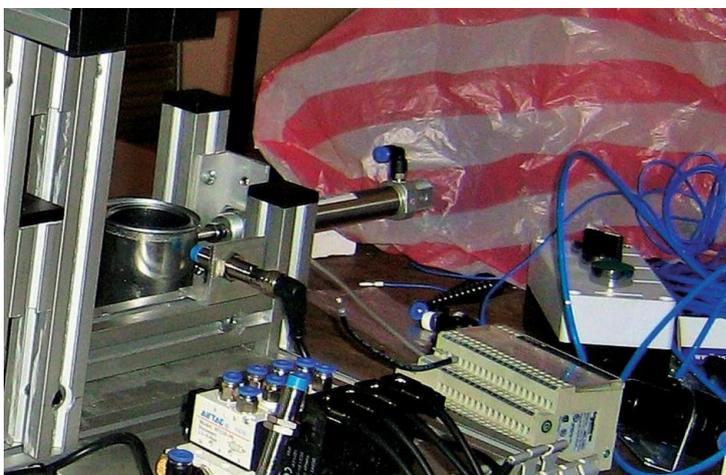


Figura 6. Sistema de dosificación de recipientes

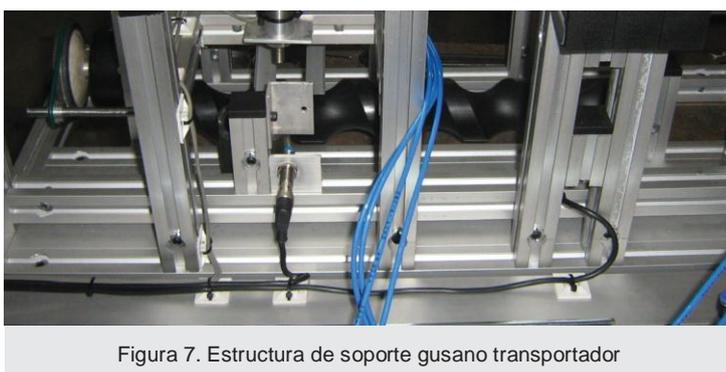


Figura 7. Estructura de soporte gusano transportador

da una variación de resistencia conforme el nivel del líquido cambie, con lo que provee de información al controlador para que este tome las acciones necesarias.

Sistema de dosificación de recipientes

La función de este sistema es la de entregar al proceso los recipientes (tarros metálicos de 1/8 de litro), en los cuales se realiza la dosificación del líquido, por medio de un cilindro en el cual se colocan los tarros formados en columna, y que va soltando de uno en uno los recipientes hacia el piso de la bancada; de modo para que el cilindro colocado en la parte delantera empuje al recipiente hacia el transportador de la máquina, como se puede observar en la figura 6.

Una vez que el tarro ha sido colocado en el piso, un sensor de presencia inductivo colocado a la entrada del sistema de transporte notifica su posición. En caso de no existir recipientes, el sistema envía una alarma que indica la ausencia de los mismos y detiene el proceso hasta que los recipientes sean colocados en el dispensador; una vez corregido el problema, el proceso continúa.

Sistema de transporte

El transporte de los recipientes hacia las diferentes estaciones del proceso es realizado por un tornillo sin fin (gusano transportador), que se encuentra conectado por medio de una banda al motor monofásico de baja velocidad. El motor, por medio de un eje sujeto a la estructura, realiza un movimiento circular que, al introducirse el recipiente entre las ranuras del tornillo sin fin, genera un desplazamiento lineal del mismo hacia las estaciones donde se realizan los procesos de llenado, colocación de tapa y sellado de tapa; también es el que saca el recipiente del sistema.

En la figura 7 se puede apreciar el gusano transportador colocado sobre la estructura del proceso.

Sistema de llenado

El sistema de dosificación propiamente dicho está compuesto por dos cilindros conectados mecánicamente, y controlados por una misma válvula 5/2 (5). Esto sirve para realizar, en la etapa 1, el movimiento que proporciona la succión del líquido por dosificarse; y en la etapa 2, la descarga del líquido hacia el recipiente contenedor del mismo (figura 8).

Se toma como referencia este método, donde el cuerpo del cilindro dosificador proporciona una capacidad definida, por su radio y la altura a la que puede llevar el líquido, lo que hará que se tenga un volumen constante en la dosificación, prácticamente sin pérdidas.

Este sistema trabaja conjuntamente con el sistema de almacenamiento de líquidos; si no existe el líquido para dosificar, los cilindros dosificadores suspenden su trabajo para evitar que ingrese aire en la línea de líquidos y produzca una contaminación.

Los cilindros son colocados horizontalmente, para aprovechar el efecto de gravedad y obtener un volumen de líquido con mayor exactitud al momento de llenar el tarro contenedor.

El cuadro 1 muestran los resultados del volumen dosificado en las diferentes posiciones de los cilindros y por tiempo de dosificación especificado.

Para la dosificación exacta en los tarros de 1/8 de litro, se determinó el tiempo de 8 segundos y posición horizontal de los cilindros dosificadores.

Los tiempos necesarios para ejecutar las etapas de llenado del empuje del tarro hacia el proceso, llenado del líquido, colocación y sellado de tapa, y salida del recipiente dosificado, se presentan en el cuadro 2.

Como resultado del cuadro 2, se asigna un total de 39,2 segundos para cumplir el ciclo de producción de un producto, con tiempos que han sido probados antes de estandarizar el proceso.



Figura 8. Cilindros dosificadores

Tiempo	Número de accionamientos	Volumen	Posición del cilindro
4 seg	1	10 ml	Vertical arriba
8 seg	2	30 ml	Vertical arriba
4 seg	1	80 ml	Vertical abajo
8 seg	2	160 ml	Vertical abajo
4 seg	1	62 ml	Horizontal
8 seg	2	124 ml	Horizontal

Cuadro 1. Volúmenes obtenidos por tiempos de dosificación (García E., 2012)

Tiempo	Transición
1 segundo	Empuje-Transportador
3 segundos	Inicio-Dosificador
10 segundos	Dosificación
8 segundos	Dosificación-Sellado
12 segundos	Tapa-Sellado
5,2 segundos	Sellado-Salida prod.

Cuadro 2. Tiempos de proceso (García E., 2012)

Sistema de colocación de tapas

Una vez dosificado el líquido dentro de los tarros contenedores, se procede con el sellado de los tarros. Para esto se cuenta con un sistema de dos cilindros ubicados uno a continuación del otro; el primero realiza una contención de las tapas hasta cuando el sensor ubicado en la parte inferior, después del sistema de dosificación, indique que el tarro está posicionado para colocar la tapa (figura 9). Una vez que el contenedor se encuentra en esta posición, se suelta la tapa y se coloca en la boca del mismo por efecto de la gravedad, y se realiza el prensado de la tapa

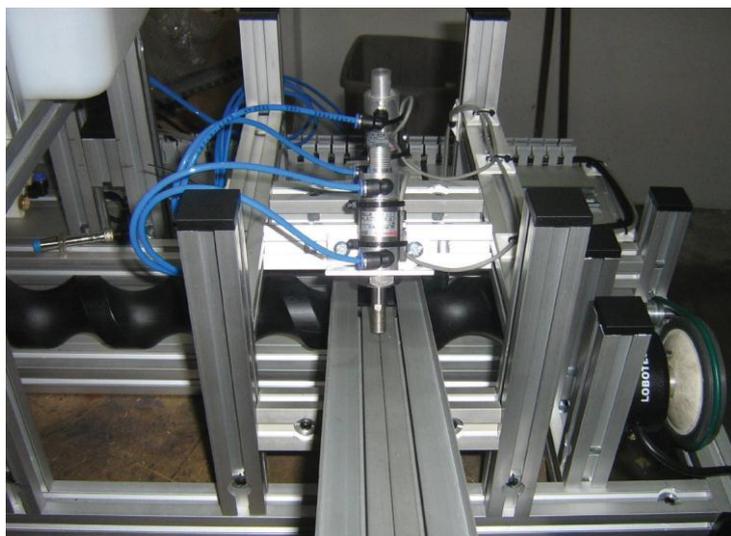


Figura 9. Sistema de colocación de tapas

con el cilindro ubicado perpendicularmente al tarro en la misma posición.

Una vez realizado el proceso de colocación y sellado de tapas, es necesario que el recipiente cumpla con el ciclo y sea llevado hasta el final de la línea de producción, para lo cual es accionado una vez más el gusano transportador. Como segunda parte del desarrollo del proyecto, está la implementación del software para el SCADA.

El HMI es un sistema amigable con el usuario, lo más completo, simplificado y fácil de navegar (7).

El proceso simula un sistema industrial real de envasado volumétrico, por lo que la autenticación de usuarios permite asignar las funciones y permisos definidos para cada uno de los perfiles.

La gran mayoría de los sistemas SCADA están basados principalmente en mecanismos de autenticación automatizados basados en usuario/contraseña. La asignación de cuentas dependerá de dos factores importantes: el área de responsabilidad junto con permisos y privilegios asignados a un operador, y el tiempo de actividad según lo prefijado en su contrato. Para el control de cuentas activas como inactivas (tanto por expiración como por baja de contrato), el sistema deberá ejecutar frecuentemente un procedimiento de análisis para comprobar en términos de tiempo la validez de las credenciales de seguridad, y cualquier cambio asociado al usuario deberá ser registrado. Asimismo, cualquier tipo de actividad en una sesión debe ser igualmente registrada para facilitar posteriores procesos de análisis (por ejemplo, estadísticos o forenses). Las credenciales de seguridad deberán estar frecuentemente actualizadas siguiendo unos patrones y una política fuerte de control de accesos. El sistema deberá bloquear todas aquellas cuentas que sobrepasen un cier-

to umbral de intentos fallidos, limitar el número de sesiones por usuario y evitar el envío de credenciales de seguridad en claro usando mecanismos criptográficos (6).

Para este caso se tienen planteados 3 perfiles de usuarios.

Invitado: como su nombre lo indica, es un perfil que simula una persona que no tendrá permisos para realizar acciones de control o supervisión sobre el proceso; lo único a lo que tendrá acceso es la visualización del desarrollo del proceso, pero no podrá cambiar ningún parámetro del mismo.

Operador: este usuario puede ingresar a la etapa de supervisión y realizar los cambios operativos dentro del proceso; estos permisos incluyen cambios en el volumen que será depositado en el recipiente, reconocimiento de alarmas, encendido y apagado del proceso.

Ingeniero: este perfil de usuario tiene los permisos para acceder a todas las opciones del proceso y desarrollar cambios operativos, así como también acceder a las opciones de seguridad del sistema (bypass), y cambiar de modo manual a modo automático y viceversa.

Una vez definidos los perfiles de usuarios, la estructura del programa consta de:

- Autenticación de usuarios, tres niveles de permisos (invitado, operadores e ingenieros).
- Visualización de datos de nivel de líquido para dosificar, recipientes, tapas, velocidad del proceso, cantidad de producto terminado, fallos del proceso, etc.
- Generación de reportes en Excel.
- Base de datos que guarda la información de alarmas, eventos, usuarios y productos terminados desde el InTouch.

De acuerdo con los requisitos previstos para el sistema, es necesario realizar la conexión desde el sistema de almacenamiento de datos, así como también desde el dispositivo central de control, en este caso, el PLC.

Pantallas del sistema

Inicio

Esta pantalla muestra una vista general del proceso y permite el acceso hacia las opciones de usuario. Al hacer clic sobre el botón proceso, se habilitará la siguiente pantalla, en donde se realiza la autenticación de usuario. Esta pantalla está disponible para todos los usuarios del sistema.

Ingreso

En esta interfaz se activa la opción de autenticación como usuario; luego se podrá ingresar a las opciones del proceso.

Autenticación

En esta pantalla se realiza la autenticación de usuarios con sus nombres y los diferentes niveles; para esto se debe ingresar los datos de usuario (como nombre, cargo o rango de operador) y una clave asignada.

Proceso

Una vez autenticado el usuario, regresa hacia la pantalla de ingreso y puede acceder al proceso con el perfil de usuario ya definido, dependiendo del nivel de acceso.

CONCLUSIONES

Se implementó el sistema SCADA para el proceso de envasado y transporte de líquidos de baja densidad, utilizando como gestor central el PLC S7 1200 y como software de desarrollo del HMI a InTouch, capaz de acoplarse a una línea de producción continua a nivel industrial.



Figura 10. Pantalla de inicio



Figura 11. Pantalla de ingreso



Figura 12. Pantalla de autenticación

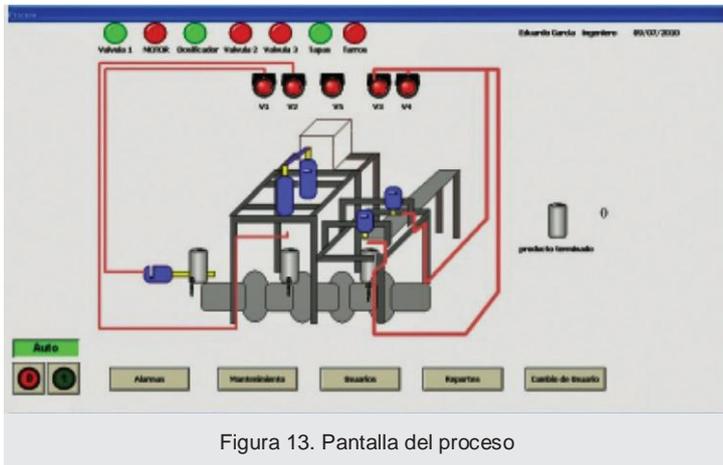


Figura 13. Pantalla del proceso

El diseño presenta una alternativa al sistema de transporte típico de bandas transportadoras, reemplazándolas por un tornillo sin fin de acción lineal.

El sistema de dosificación es un sistema de válvulas de tres vías que aprovecha el volumen definido por el cilindro contenedor que apoya para realizar una dosificación exacta a pesar de no tener un medidor de flujo.

Referencias

1. García EF. Diseño e Implementación de un sistema SCADA para el envasado y transporte de líquidos de baja densidad con PLC s7-1200 e InTouch; 2005.
2. Derby S. Design of Automatic Machinery. Dekken-Alemania: Edit M; 2005.
3. Ljungkrantz AK. Formal Specification and Verification of Industrial Control Logic Components. En: IEEE Transactions Automation Science and Engineering; 2009: 1-11.
4. Blanchard M. El Grafset Principios y Conceptos . Roma, Italia: ADEPA; 1999.
5. Scharf, F. Electroneumatica nivel básico. México: Festodidactic; 2005.
6. Alcaraz C. 2008. Gestión seguridad de redes SCADA. NICS Lab.Publications: 1-11.
7. CUSCO E. Control