

Parcial Automatización de Procesos

Juan Salamanca, David Avellaneda, Carlos Martinez, Camilo Cifuentes

I. ETAPAS DE DISEÑO

A. Análisis y Planificación

El equipo de proyecto inicia identificando las necesidades y limitaciones del proceso manual actual.

Necesidades del Proceso de Automatización:

- 1) **Eficiencia Operativa:** La necesidad de aumentar la producción y competir en los mercados locales requiere un proceso más eficiente y rápido.
- 2) **Consistencia en el Producto:** Garantizar la consistencia en la calidad del jugo embotellado es fundamental para mantener la satisfacción del cliente y la reputación de la marca.
- 3) **Reducción de Desperdicios:** Minimizar los desperdicios durante el proceso, incluyendo derrames de jugo y botellas defectuosas, es esencial para mejorar la rentabilidad y la sostenibilidad del negocio.
- 4) **Mayor Producción:** Aumentar la capacidad de producción para satisfacer la demanda del mercado y expandir la presencia de la marca en los mercados de Sabana Centro y Bogotá.
- 5) **Optimización de Recursos:** Utilizar los recursos disponibles de manera óptima, incluyendo mano de obra, materias primas y espacio de producción, para maximizar la eficiencia y reducir los costos operativos.

Limitaciones del Proceso Actual:

- 1) **Operación Manual:** El proceso de embotellamiento se realiza manualmente, lo que implica una velocidad limitada y un mayor potencial de errores humanos.
- 2) **Potencial de Contaminación:** La manipulación manual del jugo y las botellas aumenta el riesgo de contaminación, lo que puede comprometer la calidad y seguridad del producto final.
- 3) **Dependencia de la Mano de Obra:** La producción está limitada por la disponibilidad y eficiencia de la mano de obra, lo que puede dificultar la escalabilidad del proceso.
- 4) **Mayor Propensión a Errores:** La intervención humana en cada etapa del proceso aumenta la probabilidad de errores, como llenado desigual, sellado incorrecto o etiquetado defectuoso.
- 5) **Baja Velocidad de Producción:** La velocidad de producción está limitada por la capacidad de los operarios para llenar, sellar y preparar las botellas para su comercialización.
- 6) **Desperdicio de Materiales:** La manipulación manual puede llevar a la rotura de botellas o derrames de jugo, lo que resulta en desperdicio de materiales y pérdida de producción.

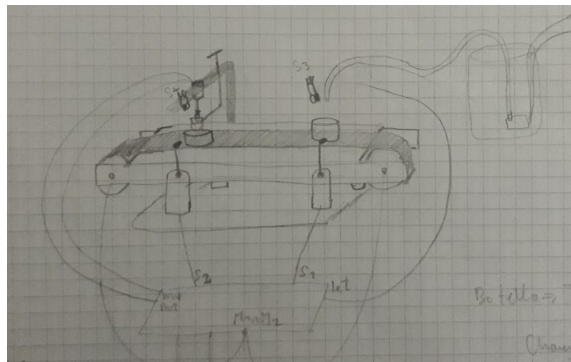


Fig. 1: bosomeo banda llenado y sellado

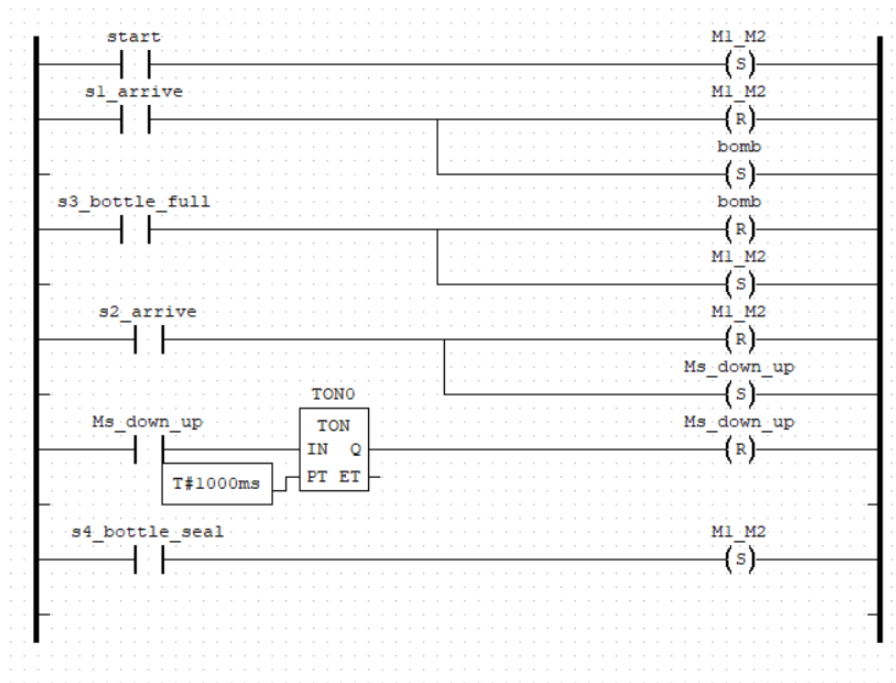


Fig. 2: Diagrama ladder en OpenPLC

Se lleva a cabo un análisis detallado de cada paso, desde el llenado de las botellas hasta el sellado con tapa a presión. Se establecen los requisitos técnicos y funcionales ?? para la automatización, incluyendo la necesidad de PLC, sensores y actuadores.

B. Diseño del Sistema de Control

En esta etapa, se desarrolla la arquitectura del sistema de control. Se tomaron en cuenta las necesidades antes mencionadas para adecuar la solución a un MPV el cual incorpora, sensores y actuadores necesarios representados en el diagrama ladder como entradas (contactos), salidas (bobinas) y temporizadores (TON). Para cada etapa del proceso la tabla III . Se define la lógica de control utilizando el lenguaje Ladder para programar los PLC, asegurando que todas las operaciones estén sincronizadas y seguras.

C. Desarrollo del HMI (Interfaz Humano-Máquina)

El equipo crea una interfaz intuitiva en Codesys que permite a los operadores iniciar, detener y monitorear el proceso de forma fácil y efectiva. Se incorporan animaciones para representar visualmente cada etapa del proceso y se utilizan indicadores luminosos para mostrar el estado en tiempo real de los sensores y actuadores. Además, se implementan interruptores físicos para la operación manual en caso de emergencia.

D. Implementación del Prototipo Funcional

Se ensambla un prototipo físico utilizando equipos y componentes reales, siguiendo las especificaciones del diseño. El proceso se dividió en dos secciones:

1) Montaje de la estructura física:

Se realizan diseños del montaje para establecer la disposicion de los componentes del sistema, explorando posibles materiales y disposiciones. 5 6 7 La estructura esta compuesta por materiales como aglomerado de madera, tubos PVC, mantilla y varillas metalicas, para unir los componentes se uso adhesivo instantaneo y silicona. La estructura esta conformado por una banda transportadora y un marco que sostiene los componentes electronicos. 8 9

- 2) **Circuito electrico:** Se utilizan plataformas que admiten OpenPLC para ejecutar la lógica Ladder desarrollada en el software. El prototipo incluye sensores de proximidad, LEDs, motores y otros dispositivos necesarios para automatizar el proceso de embotellamiento. III

II. DESARROLLO, IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN

A. Desarrollo del Proceso Automatizado

En esta subsección, se documenta el desarrollo del proceso automatizado. Ahora vamos a proceder a enseñar los requisitos funcionales y no funcionales que encontramos para el desarrollo del proyecto.

TABLE I: Requisitos Funcionales (RF)

Número REQ	REQ1
Nombre	El sistema debe permitir que un operador inicie el proceso de embotellamiento desde una interfaz HMI.
Tipo	Funcional
Fuente	Cliente
Prioridad	Alta

TABLE II: Requisitos Funcionales (RF) - Cont.

Número REQ	REQ2
Nombre	El sistema debe permitir que un operador detenga el proceso de embotellamiento en caso de emergencia desde una interfaz HMI.
Tipo	Funcional
Fuente	Cliente
Prioridad	Alta

TABLE III: Requisitos Funcionales (RF) - Cont.

Número REQ	REQ3
Nombre	El sistema debe indicar claramente cuando el proceso de embotellamiento está en funcionamiento a través de indicadores de luz piloto en la interfaz HMI.
Tipo	Funcional
Fuente	Cliente
Prioridad	Media

TABLE IV: Requisitos No Funcionales (RNF)

Número REQ	REQ1
Nombre	El tiempo de respuesta del sistema a las acciones del operador no debe exceder los 2 segundos.
Tipo	No Funcional
Fuente	Cliente
Prioridad	Alta

TABLE V: Requisitos No Funcionales (RNF) - Cont.

Número REQ	REQ2
Nombre	El sistema debe ser altamente confiable, con una tasa de fallos no superior al 1%.
Tipo	No Funcional
Fuente	Cliente
Prioridad	Alta

TABLE VI: Requisitos No Funcionales (RNF) - Cont.

Número REQ	REQ3
Nombre	El sistema debe cumplir con las normativas de seguridad industrial relevantes, como las establecidas por la OSHA (Occupational Safety and Health Administration).
Tipo	No Funcional
Fuente	Normativa
Prioridad	Alta

B. Implementación del Proceso Automatizado

En esta subsección, se describe la implementación del proceso automatizado en el PLC.

C. Validación del Funcionamiento del Proceso Automatizado

En esta subsección, se detalla el proceso de validación del funcionamiento del proceso automatizado.

III. DIAGRAMA DE CIRCUITO ELÉCTRICO

En esta sección, se presenta el diagrama de circuito eléctrico que muestra la conexión de sensores y actuadores al PLC.

IV. DEFINICIÓN DE VARIABLES

En esta sección, se detalla la definición de las variables utilizadas en el proceso automatizado. Se presentan en la siguiente tabla:

TABLE VII: Variables

Nombre	Entrada	Salida	Relay Interno	Tiempo	Contador	Tipo	Descripción
s1 arrive	Sí	No	No	No	No	Boolean	IN bottle arrives to be filled
s2 arrive	Sí	No	No	No	No	Boolean	IN bottle arrives to be sealed
s3 bottle full	Sí	No	No	No	No	Boolean	IN bottle is full?
s4 bottle seal	Sí	No	No	No	No	Boolean	IN bottle was sealed?
start	Sí	No	No	No	No	Boolean	IN start process
bomb	No	Sí	No	No	No	Boolean	OUT bomb is active?
Ms down up	No	sí	No	No	No	Boolean	OUT seal is active
M1 M2	No	Sí	No	No	No	Boolean	OUT band is active
TON0	No	No	No	Sí	No	Boolean	sealing time

V. DIAGRAMA DE ACTIVIDADES

En esta sección, se presenta la secuencia de operaciones que lleva acabo la embotelladora de jugos automatizada:

- 1) El operador inicia el proceso desde el HMI.
- 2) El PLC verifica el estado de los sensores y actuadores para asegurarse de que el proceso está listo para comenzar.
- 3) Si el proceso está listo, el PLC activa el motor de la bomba para llenar la botella.
- 4) Una vez que la botella está llena, el PLC activa el motor de la banda transportadora para mover la botella al punto de sellado.
- 5) En el punto de sellado, el PLC activa la máquina selladora para sellar la botella.
- 6) Una vez que la botella está sellada, el PLC activa el motor de la banda transportadora para mover la botella fuera del proceso.
- 7) El proceso finaliza cuando la última botella sale de la banda transportadora.

El diagrama de actividades ilustra la secuencia de operaciones en el proceso automatizado, ademas del inicio y fin manual de las operaciones,explicados en el paso a paso. 3 4

VI. PROGRAMACIÓN LADDER

En esta sección, se incluye la programación Ladder utilizada en el PLC, debidamente documentada.

VII. ANEXOS

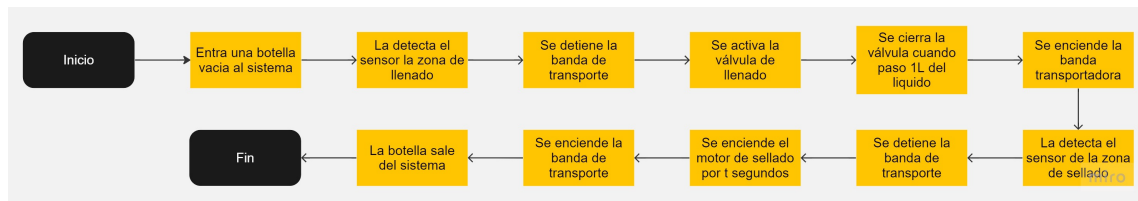


Fig. 3: Diagrama de actividades - Proceso de llenado y sellado

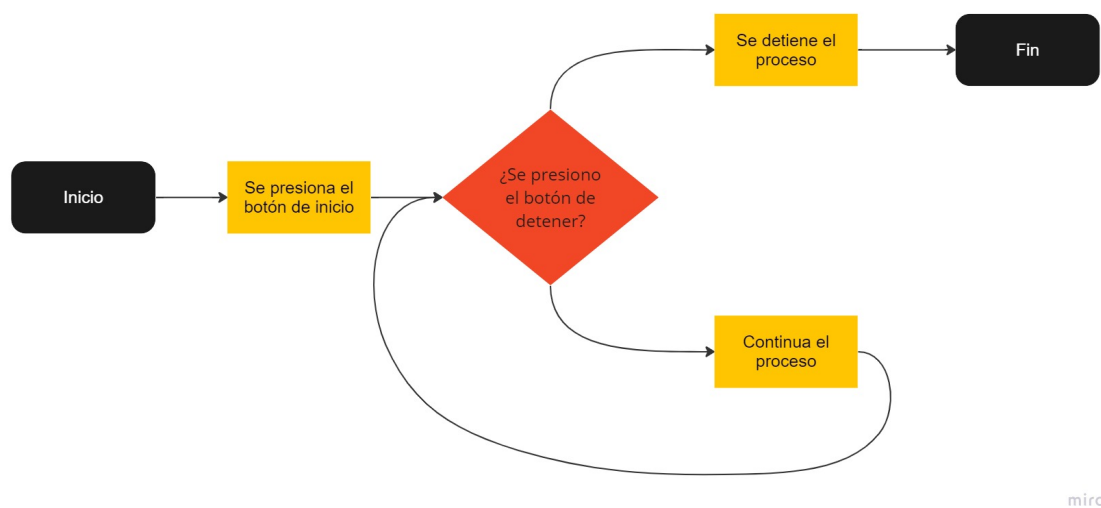


Fig. 4: Diagrama de actividades - Inicio e interrupción

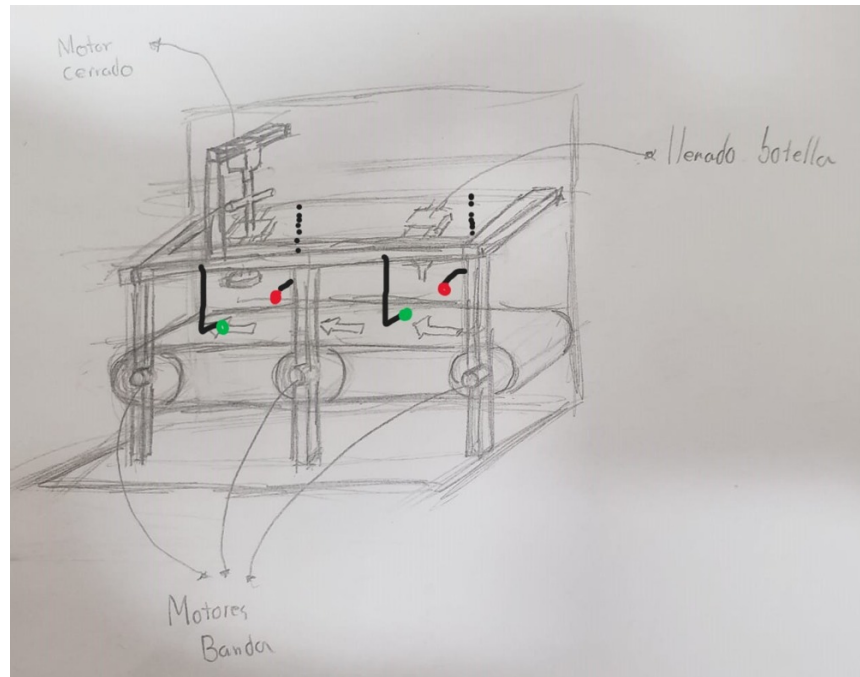


Fig. 7: Diseño del prototipo con sensores de proximidad



Fig. 8: Cinta transportadora 1



Fig. 9: Cinta transportadora 2