

AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA APILADORA DE BOTELLAS

**PEDRO ALEJANDRO GOMEZ GONZÁLEZ
YEIKO ALEXANDER PARRA CORTÉS**

**UNIVERSIDAD SAN BUENAVENTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE MECATRÓNICA
BOGOTÁ
2009**

AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA APILADORA DE BOTELLAS

**PEDRO ALEJANDRO GOMEZ GONZÁLEZ
YEIKO ALEXANDER PARRA CORTÉS**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Mecatrónico**

**UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE MECATRÓNICA
BOGOTÁ
2009**

AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA APILADORA DE BOTELLAS

INTRODUCCIÓN

La globalización industrial presenta el problema y el afán de mantenerse competitivamente en el mercado, para la industria es elemental que sus procesos estén en perfecta sincronización para llegar al máximo nivel de producción, sincronizar es hacer que dos o más elementos, eventos u operaciones sean programadas para que ocurran en un momento específico de tal manera que concluya con éxito el proceso, sin retardos o adelantos que pueden hacer que el proceso falle y por consiguiente la producción se vea afectada.

Muchas industrias se encuentran en condiciones de atraso que no están a la vanguardia con los desarrollos tecnológicos. La producción adolece de problemas como la falta de automatización que intervienen en la calidad y cantidad del producto terminado, afectando directamente la efectividad de la producción teniendo en cuenta que la producción ya está a pedido de un cliente.

En industrias donde se ha venido realizando el mismo proceso durante muchos años es característica la forma de solucionar problemas puesto que se trabaja en base a lo que ya esta implementado para obtener una mejora del proceso, este es el caso de la industria encargada de la formación de botellas de vidrio donde su evolución tecnológica a través de los años a sido desarrollada por problemas en procesos y en la exigencia en la producción.

Debido a la forma de evolución tecnológica en el proceso de formación de botellas de vidrio nace la necesidad de solucionar un problema específico en la sincronización de dicho proceso y el manejo adecuado de estas hacia el proceso de recocido.

El proyecto que lleva por título AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA APILADORA DE BOTELLAS, tendrá en cuenta los problemas actuales y las intervenciones que se han realizado para dar una mejor precisión y eficiencia al proceso, realizar un análisis tanto del proceso de apilado como los procesos que intervienen en este y de esta forma realizar un control óptimo que reduzca los problemas y realice satisfactoriamente el proceso de apilado de botellas.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

El proceso de fabricación de botellas a lo largo de su evolución se ha enfocado en aplicar a las botellas diferentes procesos para obtener todo tipo de productos, estos procesos son en su gran mayoría procesos térmicos, dentro de estos procesos térmicos se encuentra el proceso de recocido, el cual consiste en trasladar las botellas a una arca en la que mediante un tratamiento térmico se eliminan tensiones internas y el envase de vidrio adquiere su grado definitivo de resistencia.

Para entrar a esta arca de recocido las botellas deben ser manejadas por una barra que por medio de un mecanismo toma un número determinado de botellas según producción.

Desde sus principios este proceso era realizado por medio de grandes trenes de engranajes que estaban diseñados para dar una frecuencia de operación a la barra de manejo causando problemas como desfases entre sistemas que intervienen en el proceso, deficiencia al apilar que en conclusión es bajo rendimiento de la producción, a medida que la industria encargada de la fabricación del vidrio evolucionó estos mecanismos redujeron su tamaño y complejidad llegando a ser realmente simples pero no muy eficaces debido a su difícil sincronización e inexactitud por la falta de ser un proceso automatizado.

1.2 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Al llevar a cabo el proceso de apilado de botellas hacia el arca de recocido por el sistema mecánico se presentan problemas que afectan el rendimiento de la producción debido a la falta de sincronización entre la llegada del envase que está listo para ser apilado y el mecanismo encargado de apilar y dar un buen manejo a las botellas.

Por otra parte estos procesos exigen precisión en el tiempo de duración del proceso de apilado, cuidado en el manejo de la botella, control del número determinado de botellas según la producción programada; el proceso actual no cumple eficientemente estos requerimientos.

El mecanismo actual de la máquina no logra apilar adecuadamente el número determinado de botellas dando como resultado deficiencias en la producción.

¿Cómo automatizar el proceso de apilado de botellas de tal manera que este perfectamente sincronizado con la línea de producción?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Para la industria productora de envases de vidrio es fundamental cumplir con altos estándares de calidad y producción, los cuales son fijados como metas para un determinado periodo de tiempo, es así como esta industria llega a niveles de rendimiento en la producción de casi 100% siendo esta la cifra deseada en todas las industrias.

Para llegar a este nivel de efectividad el margen de error de cada etapa debe ser lo más reducido posible, este es el caso del sistema encargado de apilar envase a la entrada del arca de recocido, los sistemas actuales a pesar de su evolución no han logrado una sincronización con la línea de producción causando grandes pérdidas a esta industria.

Con la automatización de este proceso se lograría resolver el problema de sincronización del sistema y a su vez lograr altos niveles de producción los cuales beneficiarían enormemente a la industria y permitirán dejar atrás los problemas causados por este mecanismo.

Con las herramientas que nos brinda la automatización de procesos es viable la solución de este tipo de problema, controlando el sistema de apilado teniendo en cuenta el proceso desde su inicio en el corte de las gotas de vidrio en estado líquido que más adelante por un proceso de formación por moldeo y sople forman las botellas, estas serán ubicadas por un espaciador y estarán listas para ser apiladas en el arca de recocido.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta para automatizar y simular el proceso de apilar botellas hacia el arca de recocido en el proceso de formación de botellas de vidrio.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Estudiar las características del sistema actual encargado de apilar botellas para encontrar la solución más correcta al problema de sincronización.
- Identificar los sistemas que intervienen directamente en el proceso para hacer posible una precisa sincronización en la ejecución del proceso de apilado.
- Definir las variables implicadas a controlar en el proceso.
- Identificar en qué etapas del proceso deben ser tomadas las señales de variables para la automatización del mismo.
- Analizar las herramientas que nos puede brindar el sistema actual de apilar botellas para su utilización en la automatización de dicho proceso.
- Automatizar el proceso actual dando una solución integral al problema de apilar botellas por medio de la programación de un PLC.
- Crear un sistema de adquisición de datos para el monitoreo y manipulación del proceso.
- Simular la solución del problema en bancos de prueba FESTO disponibles en la Universidad de San Buenaventura Bogotá.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO

1.5.1 Alcances

La industria que se encarga de la fabricación de envases de vidrio siempre ha estado orientada en permanente búsqueda de la excelencia en sus procesos aplicando diseños innovadores los cuales se ven reflejados en eficiencia y productividad, por esto el compromiso de realizar un sistema que cumpla con las expectativas de sincronización que requiere la planta para mejorar el proceso actual de apilado de envases de vidrio por medio de un PLC desarrollando secuencias para controlar variables obteniendo resultados óptimos.

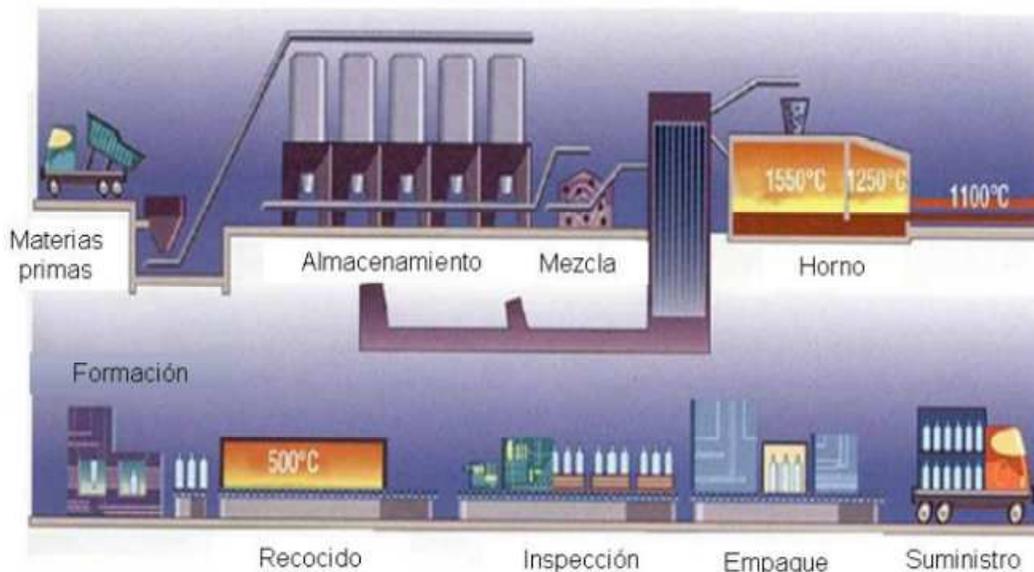
1.5.2 Limitaciones

El proyecto busca realizar la automatización y simulación en un banco de prueba del proceso de apilar envases de vidrio a la entrada del arca de recocido en la industria de fabricación de envases de vidrio teniendo en cuenta la cantidad de envases producidos en el proceso de formación, la correcta ubicación por un espaciador para así tener sincronización en el apilado del envase, debido a esto hay una limitación de tipo experimental ya que no se tiene experiencia en la realización y correcta calibración de dicho proceso.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL

Figura 1. Proceso de producción de la formación de botellas de vidrio.



Fuente: Manual de presentación inducción visitantes O-I PELDAR.

El vidrio es fabricado a partir de sílice (SiO_2) fundida a altas temperaturas con boratos o fosfatos. Es una sustancia amorfa porque no es ni un sólido ni un líquido, sino que se halla en un estado vítreo en el que las unidades moleculares, tienen suficiente cohesión para presentar rigidez mecánica. El vidrio se enfría hasta solidificarse sin que se produzca cristalización; el calentamiento puede devolverle su forma líquida. Suele ser transparente, pero

también puede ser traslúcido u opaco. Su color varía según los ingredientes empleados en su fabricación.

El proceso de producción de la formación de envases de vidrio en general se realiza de la siguiente manera:

Las materias primas se almacenan en un Sistema de Recepción de Materias Primas el cual está conformado por un sistema que canaliza el material para luego ser llevado a las tolvas de almacenamiento. Después de tener la materia prima en las tolvas, ésta es llevada hacia un sistema de distribución para su posterior mezcla.

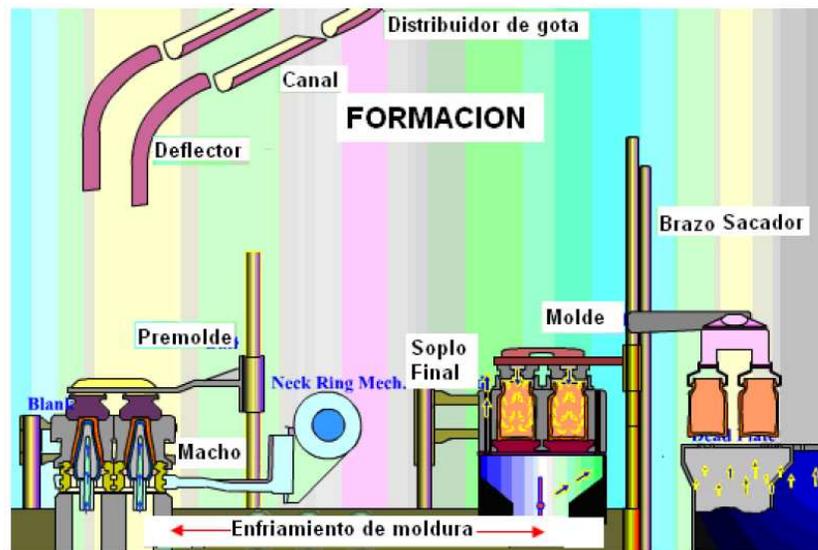
La mezcla se realiza en una máquina mezcladora la cual se encarga de homogenizar los componentes y distribuirlos uniformemente, luego de tener la mezcla homogenizada de las materias primas. Teniendo la mezcla lista de todos los materiales que componen el vidrio, se procede a llevarlos a través de una serie de bandas transportadoras y posteriormente distribuirla a los diferentes alimentadores que ingresan la mezcla al horno.

Estos alimentadores son máquinas que se encuentran ubicadas debajo de las tolvas y los cuales a través de una serie de motores impulsan una pala que empuja e introduce el material al interior del horno. Por lo general cada horno cuenta con dos alimentadores.

El horno para vidrio es básicamente un tanque al que llega la mezcla de las materias primas; reciben o soportan las llamas de los quemadores que funden la materia prima a temperaturas superiores a 1400° C para llegar al proceso de formación en el que se usa como materia prima el vidrio fundido que se acondiciona a través del alimentador para entregarlo a la máquina formadora. Las máquinas formadoras pueden variar de acuerdo al número de secciones, 6 secciones hasta 12 secciones, trabajando en gota sencilla, doble gota y triple gota, manejando velocidades entre 35 y 600 botellas por minuto y unos pesos desde los 12 gramos hasta los 1400 gramos.

En el alimentador por medio de un canal se conduce el vidrio que fluye desde la cámara de afinación del horno hasta la parte superior del tazón el cual es un refractario donde se almacena el vidrio en estado líquido, simultáneamente por la parte inferior de este cae el vidrio fundido por un orificio (dos o tres dependiendo del tipo de gota), y por medio de un sistema de tijeras corta el chorro de vidrio formando así la gota.

Figura 2. Formación de botella de vidrio.

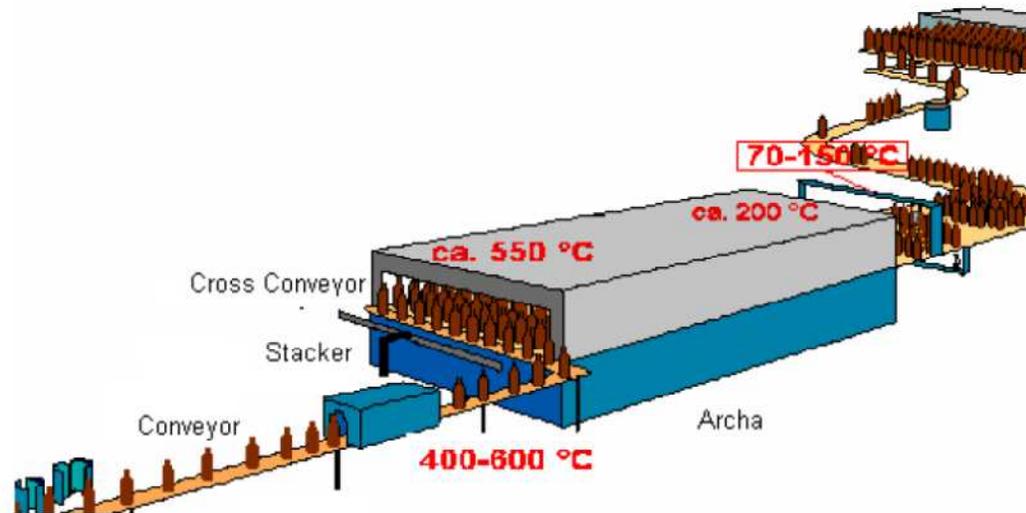


Fuente: Manual de presentación inducción visitantes O-I PELDAR.

Una vez se forma la gota esta cae a un distribuidor y por medio de un equipo de entrega lleva la gota a la sección de pre molde, en esta parte se le da la forma del terminado al envase (boquilla), después por medio de un mecanismo se traslada el envase a la sección de moldeo, que por medio de aire a presión la masa de vidrio toma la forma del molde, formándose así el envase.

Luego un brazo mecánico toma el envase ya formado y lo pone sobre una banda transportadora la cual lleva los envases hacia un mecanismo de paletas que cambia la dirección de los envases a una banda transportadora transversal que alinea los envases y por medio de un mecanismo que se compone de una barra dirige la fila de un determinado número de envases apilándolos para su posterior entrada al horno o arca de recocido. En esta parte del ciclo de producción se hace un proceso de calentamiento controlado, para eliminar los esfuerzos internos que se han introducido al vidrio durante e inmediatamente después del proceso de formación, por los cambios bruscos causados por el contacto con el equipo de moldura. Dichos esfuerzos de no ser eliminados ocasionan la ruptura del envase espontáneamente o con pequeños impactos, lo que haría su comportamiento impredecible.

Figura 3. Arca de recocido.



Fuente: Manual de presentación inducción visitantes O-I PELDAR.

Cuando la botella sale del arca de recocido, se realiza el proceso de inspección de calidad automáticas y manuales. Las máquinas de inspección automática analizan y chequean variables como la altura del envase, diámetro, uniformidad, espesor, capacidad, presencia de impurezas en el cuerpo del envase, terminado del envase, fondo y estabilidad. La inspección manual se realiza tomando muestras periódicas y verificando el cumplimiento de las especificaciones de los clientes.

Por ultimo las maquinas paletizadoras realizan el empaque agrupando las botellas en un determinado número, para luego ponerlos sobre una estiba, este proceso se repite varias veces formando así varios pisos que contienen la misma cantidad de envases, formando así los pallets.

El proyecto se centra en el proceso de apilado de envases para su posterior entrada al arca de recocido, cabe anotar que para su desarrollo es importante la maquinaria necesaria para realizar un correcto proceso y los parámetros que intervienen en cada etapa para que finalmente se cumplan los objetivos del proyecto.

En el desarrollo de este proceso se utilizarán las siguientes herramientas:

- Sensores inductivos
- Mecanismo de paletas
- Variador de velocidad
- Sistema mecánico de apilado
- PLC

2.1.1 Sensores inductivos

El sensor inductivo se basa en la tensión generada en la bobina cuando se le somete a una variación de un campo magnético. Al estar la bobina enrollada en el imán queda bajo un campo magnético fijo y para variarlo se acerca al imán una pieza de material ferromagnético. Las líneas de fuerza del imán son desviadas por el material ferromagnético y el campo magnético varía. Esta variación crea una tensión alterna en la bobina. Mientras la pieza ferromagnética se acerca al sensor, la tensión disminuye y cuando la pieza se aleja, la tensión aumenta.

Se aplicará este tipo de sensores en el proyecto para dos situaciones dentro del proceso de apilado del envase de vidrio las cuales son:

1. Para detectar la presencia del sistema de tijeras en el momento del corte de vidrio en estado líquido para formar la gota que dará paso a la etapa de formación del envase. La señal de salida del sensor se utilizará para llevar un conteo del número de gotas que finalmente serán botellas fabricadas que dependiendo de la producción que se este manejando (número de botellas a apilar) le dará la señal al variador y de esta forma darle el arranque al motor para que ocurra correctamente el proceso de apilado del numero de botellas exactas en el arca de recocido.
2. Se utilizarán tres sensores inductivos para detectar el mecanismo que se compone de una barra la cual dirige la fila de un determinado número de envases apilándolos para su posterior entrada al arca de recocido. Estos sensores estarán posicionados en la trayectoria del mecanismo, la señal de salida de los sensores se utilizará para saber la posición de la barra y así dar una señal al variador para el cambio de velocidad del motor para garantizar un correcto manejo del envase y buen trabajo del motor.

2.1.2 Mecanismos de paletas

Consta de una estrella que está sincronizada con la entrega de envase la cual lo realiza la banda transportadora a la salida de la máquina formadora y en la salida de la estrella con la banda transversal. Es la encargada de cambiar la dirección al envase después de formado para ubicarlas de forma ordenada los envases para su posterior apilado.

2.1.3 Variador de velocidad

El variador de velocidad es un dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de motores.

Un caso especial de un variador de velocidad eléctrico es el variador de frecuencia el cual es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.

La aplicación del variador de frecuencia en este proyecto es obtener diferentes velocidades en el motor que impulsa la barra que realiza el apilado de envase para asegurar el buen manejo del mismo.

2.1.4 Sistema mecánico de apilado

Es un mecanismo compuesto por un tren de engranajes y levas los cuales permiten una trayectoria correcta y precisa de la barra, esta es impulsada por un motor de corriente alterna el cual lo controla un variador de frecuencia para obtener distintas velocidades en el transcurso del proceso dependiendo de la posición, señal dada por tres sensores inductivos.

2.1.5 PLC

Un PLC (Programador Lógico Controlable) es un dispositivo usado para controlar. Este control se realiza sobre la base de una lógica, definida a través de un programa.

Los PLC están adaptados para un amplio rango de tareas de automatización. Estos son típicos en procesos industriales en la manufactura donde el costo de desarrollo y mantenimiento de un sistema de automatización es relativamente alto contra el coste de la automatización, y donde van a existir cambios en el sistema durante toda su vida operacional. Los PLC contienen todo lo necesario para manejar altas cargas de potencia; se requiere poco diseño eléctrico y el problema de diseño se centra en expresar las operaciones y secuencias.

Se implementará un PLC para programar las tareas a ejecutar dentro del proceso de apilado de envase. Las señales de salida dadas por los sensores inductivos se conectaran al las entradas del PLC las cuales serán supervisadas en todo el transcurso del programa para hacer posible la toma de decisiones

que actúe directamente en el accionamiento de los diferentes sistemas dentro del proceso.

3. METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de la investigación es empírico-analítico. Se hace énfasis en el análisis y desarrollo del problema de sincronización proponiendo su solución para una mejor eficacia del proceso de apilado de envase.

3.2 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE USB/ SUB-LÍNEA DE FACULTAD/ CAMPO TEMÁTICO DEL PROGRAMA

La línea de investigación que tiene este proyecto es **Tecnologías Actuales y Sociedad** ya que la propuesta de automatización del proceso de apilado de envase tiene como fin mejorar el sistema empleado actualmente pasando de un contexto de producción netamente mecánico a un modelo automatizado competente en la industria actual.

La sublínea de la facultad es **Instrumentación y Control de Procesos**. El proyecto se vincula a esta sublínea porque con los avances tecnológicos ingenieriles en el campo industrial, es posible implementar un control en el apilado de envase.

El campo de investigación del programa es **Automatización de Procesos**. Este campo se encarga de estudiar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos, y para controlar la secuencia de las operaciones sin intervención humana.

3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Fuentes de recolección de información

Fuentes Primarias

- Internet
- Manuales
- Libros

Fuentes Secundarias

- Publicaciones
- Revistas
- Textos

Se tuvo en cuenta que la información recolectada tuviera fundamento y que además de todo fuera realizable los principios que presentaba es decir, lo que fuera factible y no tuviera complicaciones de ningún tipo.

3.4 HIPÓTESIS

La propuesta de automatización del proceso de apilado de envase va encaminado al mejoramiento del mismo, a una mejor sincronización entre los demás sistemas que intervienen en dicho proceso y lo más importante mejorar el rendimiento de la producción.

Para ello, teniendo definido los sistemas que intervienen en el proceso de apilado de envase los cuales determinan la ejecución de un buen proceso sincronizado, se comienza en cada sistema a considerar señales que emitirán los sensores para asegurar la ejecución del sistema, luego se hace su control respectivo teniendo en cuenta elementos necesarios y exactitud para cada uno de ellos y así cumplir satisfactoriamente con el proceso de apilado de envase.

3.6 VARIABLES

3.6.1 Variables Independientes

Todas las variables involucradas en el proceso de apilado de envase dependen del mismo por lo tanto no hay variables independientes.

3.6.2 Variables Dependientes

La automatización del proceso de apilado de botellas, permitiendo sincronización entre los demás sistemas que interviene en el proceso así como un continuo monitoreo de las variables que intervienen dando como resultado exactitud en el control del proceso por medio de un PLC que sea capaz de controlar y proporcionar eficiencia, sincronización y seguridad en el momento de ser ejecutado el proceso.

4. DESARROLLO INGENIERIL

Para un conocimiento exacto del proceso de apilar botellas hacia el arca de recocido en la industria de formación de botellas se dará una contextualización para determinar elementos claves de dicho proceso y eventos paralelos que inciden en la ejecución del hecho central y así dar paso a su automatización.

Se tendrá en cuenta para el desarrollo del proyecto desde el momento en que el sistema de tijeras corta el chorro de vidrio fundido para formar así la gota. Un sensor inductivo detecta la presencia del sistema de tijeras en el momento en que corta el chorro de vidrio, esto para tener un conteo del número de botellas formadas para dar paso al proceso de apilado de un número de botellas exacto según la producción que se esté trabajando.

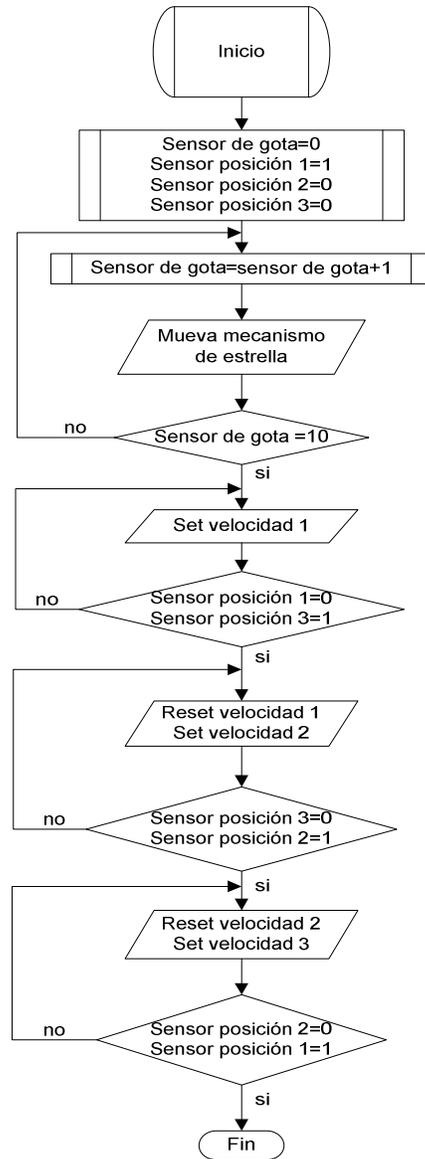
Después de formado el envase un brazo mecánico lo pone sobre una banda transportadora la cual lleva los envases hacia un mecanismo de estrella que cambia la dirección de los envases y los pone en una banda transportadora transversal que alinea los envases, el movimiento de este mecanismo está controlado por la señal del sensor que detecta el sistema de tijeras para asegurar que el proceso sea continuo, cabe anotar que este mecanismo debe estar sincronizado con la llegada del envase y la salida del mismo para evitar que se estrellen las botellas, luego por medio de un mecanismo que se compone de una barra dirige la fila de un determinado número de envases dependiendo de la producción que se esté trabajando apilándolos para su posterior entrada al arca de recocido.

Para el desarrollo de la propuesta de automatización del proceso de apilar botellas hacia el arca de recocido en la industria de formación de botellas se tiene en cuenta las máquinas, elementos y mecanismos con que actualmente cuenta tanto como el sistema en sí, como los que intervienen para que sea posible el proceso de apilado.

Actualmente el sistema cuenta con un proceso netamente mecánico sin control alguno, la sincronización entre los procesos y el movimiento de cada sistema que interviene en todo el proceso de apilado es posible a través de mecanismos, piñones y levas. Debido a que el proceso es repetitivo, con el pasar del tiempo se presenta desgaste en los elementos mecánicos dando como resultado mala operación de la maquinaria afectando al rendimiento de la producción de la empresa.

A continuación se explica el proceso de apilar 10 botellas por medio de un diagrama de flujo para una mayor comprensión, en este se puede observar los elementos y sistemas que intervienen en el proceso general.

Diagrama 1. Proceso general de apilado



Fuente: Los Autores

El proceso inicia partiendo de que no se ha cortado ninguna gota de vidrio fundido por lo tanto no habrá botellas formadas. En el instante en que el mecanismo de tijeras corta la primera gota, el mecanismo de estrella comienza a trabajar para que así las botellas formadas cambien de dirección y se coloquen en la banda transportadora transversal para su posterior apilado. El sensor inductivo que detecta la presencia del mecanismo de tijeras se denomina sensor de gota este lleva un conteo de el numero de botellas que finalmente se apilarán que en este caso serán 10, al obtenerse la producción de 10 botellas el motor

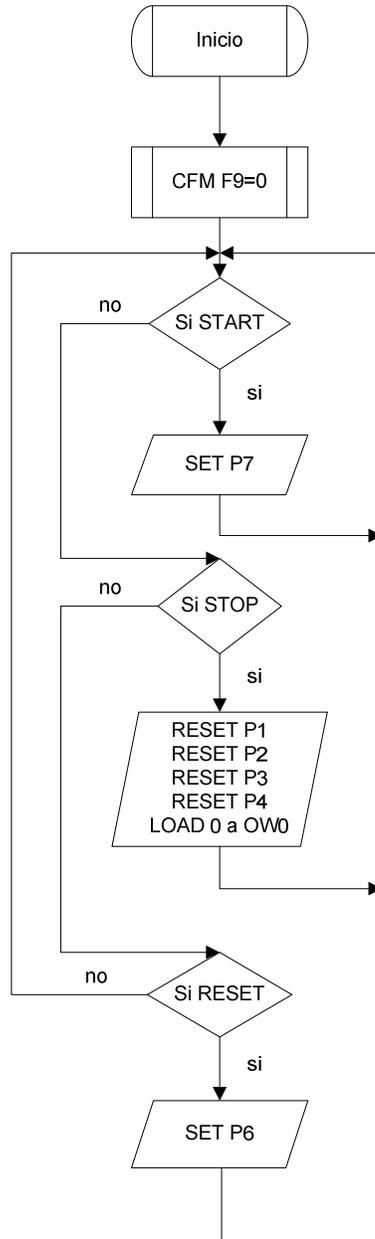
que mueve la barra comenzará a trabajar con una variable de velocidad 1 la cual será lenta ya que es en este instante en que la barra coge las botellas y las arrastra hacia el arca de recocido.

Para determinar la posición de la barra y así saber en qué instante del proceso va, se tendrán 3 sensores de posición. En el momento en que la barra finalice el arrastre de las botellas se activará el sensor de posición 3 y el sensor de posición 1 se desactiva, con la señal de este sensor se desactiva la velocidad 1 y se activa la velocidad 2 la cual será rápida para que el proceso de apilado de botellas sea continuo y no haya arrume de botellas y así apile el número exacto según la producción que se esté trabajando.

Al retirarse de la posición 3 el sensor se desactiva y en el instante que llega a la posición 2 se activa el sensor de posición 2 el cual hace que la velocidad 3 se active, esta será intermedia entre la 1 y la 2 para evitar movimientos bruscos y mala operación ya que con esta velocidad la barra llega a su posición 1 inicial y así estará dispuesta para el arrastre de otro número de botellas hacia el arca de recocido.

Después de tener un conocimiento general del proceso de apilar botellas hacia el arca de recocido teniendo en cuenta todos los elementos que inciden en dicho proceso se profundizará en la programación del PLC dejando claro el proceso y la solución del problema.

Diagrama 2. Programa principal de estados



Fuente: Los Autores

Basados en el diagrama del programa principal de estados podemos observar que al oprimir START activa el programa 7 el cual está encargado de adquirir por medio de la interfaz IPC DATA SERVER el tipo de producción la cual se selecciona en EXCEL, habrán dos producciones para dos formatos de envase, el formato 1 apilara cada 10 botellas formadas y el formato 2 cada 20 botellas.

Figura 4. Pantalla de Excel para selección de producción.

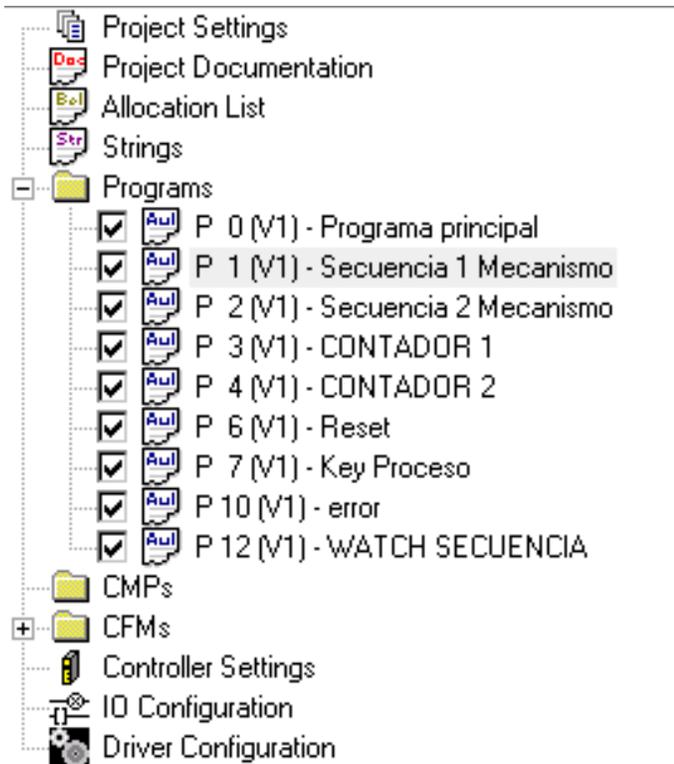


Fuente: Los Autores

Al oprimir STOP desactiva todos los programas alternos (secuencia para los dos formatos con su respectivo contador) dejando como único programa activo el programa principal de estados que a su vez queda en espera para oprimir el RESET el cual deja en condiciones iniciales a espera de START.

En el momento que seleccionamos algunas de las dos producciones se inicia un proceso de conteo, en caso dado de la producción 1 es de 10 botellas y de la producción 2 de 20 botellas, este contador identifica para la producción 1 el momento en el cual se tienen las 10 botellas y pasa a otra secuencia independiente encargada de mover la barra en las tres velocidades requeridas para llevar las 10 botellas al arca de recocido y regresar a la posición inicial, estando a la vez el proceso de conteo trabajando continuamente.

Figura 5. Pantalla de FST de programas en PLC.



Fuente: Los Autores

Como podemos ver en la figura 5 estos son las programas de los cuales se compone nuestro desarrollo automatizado.

P0-Programa Principal de Estados: Es el programa encargado de los estados de START, STOP, RESET.

P1-Secuencia 1 Mecanismo: Es el programa encargado de apilar diez botellas en las tres velocidades requeridas por el proceso.

P2-Secuencia 2 Mecanismo: Es el programa encargado de apilar veinte botellas en las tres velocidades requeridas por el proceso.

P3-Contador de Gotas 1: Es el programa encargado de contar en ciclo continuo 10 botellas y activar el P1 cada que cuente 10 botellas.

P4-Contador de Gotas 2: Es el programa encargado de contar en ciclo continuo 20 botellas y activar el P2 cada que cuente 20 botellas.

P6-Reset: Este programa es un programa secundario al programa principal de estados que solo actuara después de haber oprimido el STOP y que permitirá que el PLC quede en condiciones iniciales y a la espera de un nuevo START.

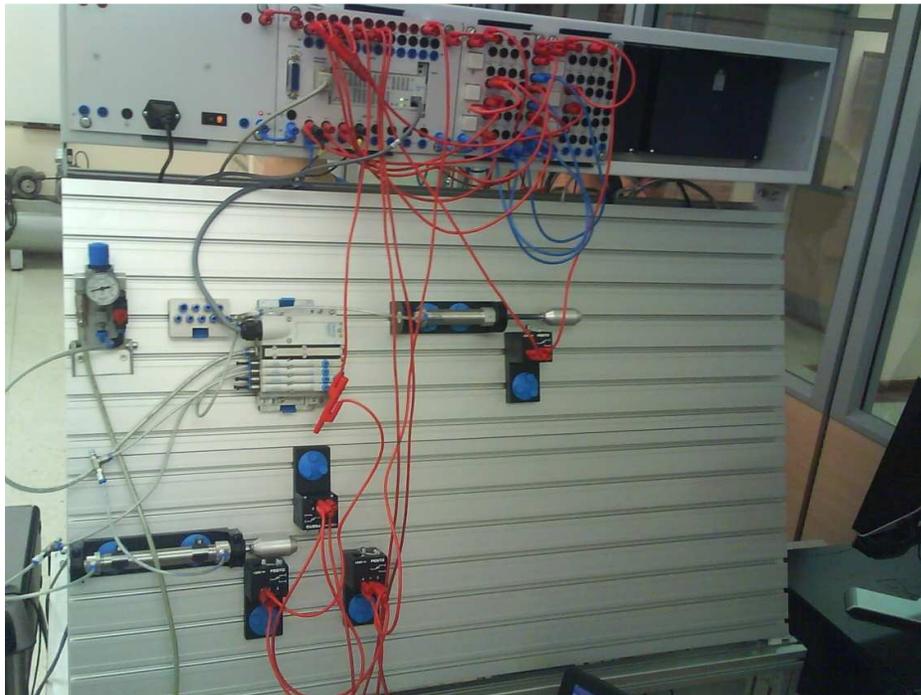
P7-Adquiere Datos Excel: Este programa trabaja la comunicación DDE entre PLC FESTO y EXCEL mediante la interfaz IPC DATA SERVER y es el encargado de poder manipular los estados de la máquina desde Excel, seleccionar la producción 1 o la 2 enviando la pauta de inicio para los conteos y a su vez para la secuencia.

P10-Programa de Error: Este programa es el encargado de poner el PLC en estado de error y además de establecer una comunicación serial con Hyper Terminal y a su vez indicar en que etapa del proceso se encuentra el error.

P12-Programa de Watch: Es un programa alterno a la secuencia de apilado y le indica al programa de error en que etapa del proceso ocurrió el error.

Debido a la magnitud de la propuesta de automatización de una máquina apiladora de botellas de vidrio y de los sistemas que intervienen se encontró la manera de unificar los conceptos adquiridos a los largo del seminario de grado para simular el proceso a través de bancos de prueba disponibles en la Universidad de San Buenaventura Bogotá utilizando un PLC FESTO.

Figura 6. Banco de prueba de la Universidad de San Buenaventura Bogotá.



Fuente: Los Autores

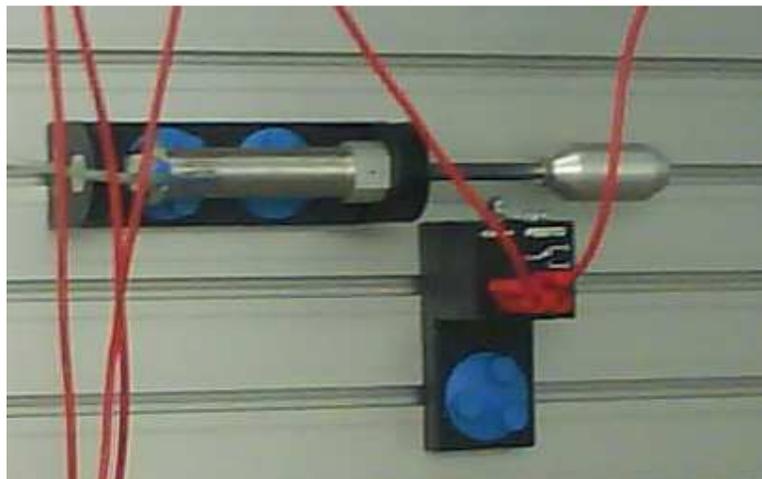
Figura 7. START, STOP, RESET, INDICADORES DE VELOCIDADES 1, 2 Y 3.



Fuente: Los Autores

En la figura 7 se observan dos módulos de pulsadores los cuales están indicados por START, STOP Y RESET y los indicadores de velocidades por V1, V2 y V3 estos indicadores encienden indicando la velocidad del motor que mueve la barra para apilar las botellas.

Figura 8. Sensor de gota y mecanismo de estrella.



Fuente: Los Autores

En la figura 8 se observa un sensor final de carrera el cual lo representamos como el sensor que detecta la presencia del sistema de tijeras que corta la gota de vidrio fundido (sensor de gota), el actuador se representó como el mecanismo de estrella.

Figura 9. Sensores de posición de la barra apiladora de botellas.



Fuente: Los Autores

En la figura 9 se observan los tres sensores de posición con su respectivo número como se explico anteriormente, el actuador representa la barra que apila las botellas hacia el arca de recocido.

CONCLUSIONES

Luego de estudiar las características del sistema empleado actualmente y los que intervienen en el proceso de apilar botellas hacia el arca de recocido en la fabricación de botellas de vidrio, se determinó la forma más práctica de controlar dicho proceso a través de la implementación de un PLC.

Al definir los sistemas que intervienen en el proceso de apilado de envase se consideraron las señales de sensores las cuales determinan el cumplimiento de etapas fundamentales para asegurar la ejecución del proceso en sí y así realizar la programación necesaria.

Se logró apilar adecuadamente el número determinado de botellas según la producción que se desee trabajar logrando minimizar los problemas que afectan el rendimiento debido a la falta de sincronización.

Se estableció comunicación DDE entre el PLC FESTO y Excel mediante la interfaz IPC DATA SERVER para crear un sistema de adquisición de datos para el monitoreo y manipulación del proceso.

Se encontró la forma de simular la solución del problema en bancos de prueba FESTO con elementos disponibles identificando cada uno de ellos.

BIBLIOGRAFÍA

- O-I PELDAR. Manual de presentación inducción visitantes. 2004.
- TIMOTHY, J. MALONEY. Electrónica Industrial Moderna Quinta Edición. Pearson Educación. México. 2005.
- W, BOLTON. Mecatrónica. Marcombo S.A. 2001.