



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en
Electrónica e Instrumentación

AUTOMATIZACIÓN DE LA ETAPA DE TAPADO DE LOS ENVASES DE YOGURT ATHENTIKOS DE PARMALAT DEL ECUADOR S.A PARA OPTIMIZAR LOS TIEMPOS DE PRODUCCIÓN

Autores:

Lema Montes, Nelson David

Vásquez Chacón, Anderson Sebastián

PhD. David Raimundo Rivas Lalaleo, **Director**



AGENDA

- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN
- 3 CONTROL
- 4 RESULTADOS
- 5 CONCLUSIONES
- 6 RECOMENDACIONES



AGENDA

- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN
- 3 CONTROL
- 4 RESULTADOS
- 5 CONCLUSIONES
- 6 RECOMENDACIONES



CARTA ACEPTACIÓN




Yo, César Xavier Tapia Toapanta jefe del área de Mantenimiento de PARMALAT DEL ECUADOR S.A. como tutor empresarial de los señores Lema Montes Nelson David con CC. 1724694151 y Vásquez Chacón Anderson Sebastián con CC. 0104419999 doy como aprobado el proyecto de tesis con tema: "Automatización de la etapa de tapado de los envases de yogurt ATHENTIKOS de LACTALIS DEL ECUADOR S.A para optimizar los tiempos de producción." Diseñado y cuyo funcionamiento demostrará a cabalidad el alcance descrito en la tesis.

Por lo que extiendo esta carta de conformidad con el proyecto realizado, mencionando los objetivos realizados.

- Automatizar la Etapa de Tapado de los Envases de Yogurt ATHENTIKOS de Parmalat del Ecuador S.A. para optimizar los tiempos de producción
- Desarrollar los diferentes tipos de controladores necesarios para el manejo del sistema.
- Realizar el sistema dentro de un entorno virtual para implementar pruebas.
- Integrar el entorno virtual con los controladores del sistema para obtener el comportamiento final de la máquina.
- Desarrollo de planos de ingeniería y TDR para la implementación de la automatización.

Por derechos de propiedad intelectual y confidencialidad se solicita no publicar la presente tesis en el repositorio de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE

Atentamente,



Ing. Xavier Tapia
Jefe del Área de Mantenimiento
Tutor Empresarial



LACTALIS ECUADOR

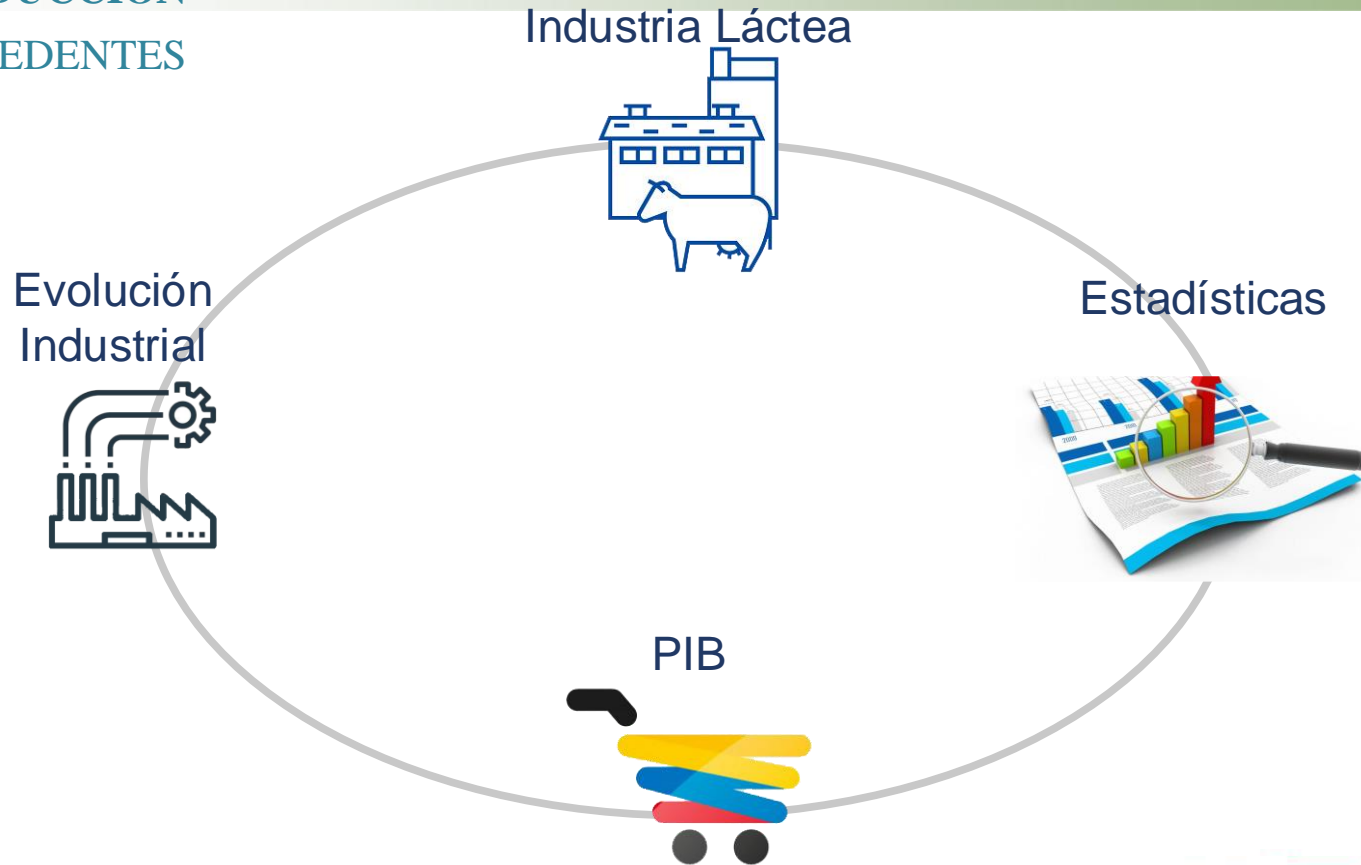
Quito: Av. Naciones Unidas E9-39 y Av. Amazonas 6865a La Piedad Torre "A" Oficina 501 Puro S Cod Postal 170207 Telf.: (099 2) 694 5980 / 694 5981 / 680773625
Guayaquil: Ave 4 1/2 Va a Dársilo, Independencia Centro, Av. Pinaros No. 584 Telf.: (099 2) 2004 119 Tfax: (099 2) 2004 023 Lomas Panamericana Norte Km. 03, Sector Lomas Centro Telf.: (099 2) 2719 343 Cuenca: Parque Industrial, Cornejo Vintimilla 399 y Juan Ejaru Chica Telf.: (099 7) 2 803 016



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

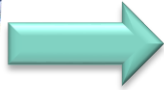
INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES





Qué sucede?





INTRODUCCIÓN

OBJETIVO GENERAL

Automatizar la Etapa de Tapado de los Envases de Yogurt ATHENTIKOS de Parmalat del Ecuador S.A. para optimizar los tiempos de producción.

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar las características técnicas necesarias de procesos de envasado de productos alimenticios.
- Indagar los diferentes procesos industriales que se realizan en la planta de producción de la empresa Parmalat del Ecuador S.A.
- Desarrollar los diferentes tipos de controladores necesarios para el manejo del sistema.
- Realizar el sistema dentro de un entorno virtual para implementar pruebas.
- Integrar el entorno virtual con los controladores del sistema para obtener el comportamiento final de la máquina.
- Desarrollo de planos de ingeniería y TDR para la implementación de la automatización.

HIPOTESIS

¿Es factible que la automatización de la etapa del tapado de yogurt permita reducir el tiempo final de producción de envases listos para la distribución o almacenamiento de los mismos?



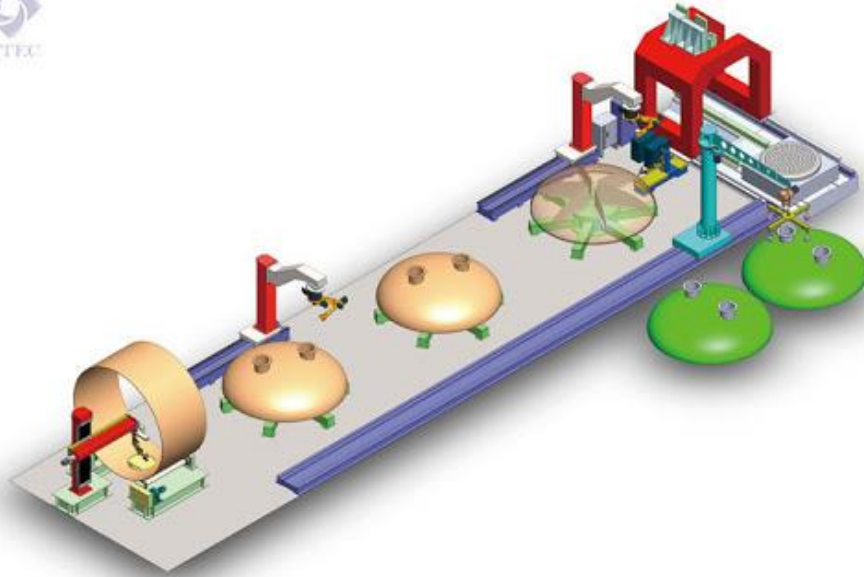
AGENDA

- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN
- 3 CONTROL
- 4 RESULTADOS
- 5 CONCLUSIONES
- 6 RECOMENDACIONES



DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

PROCESO SECUENCIAL



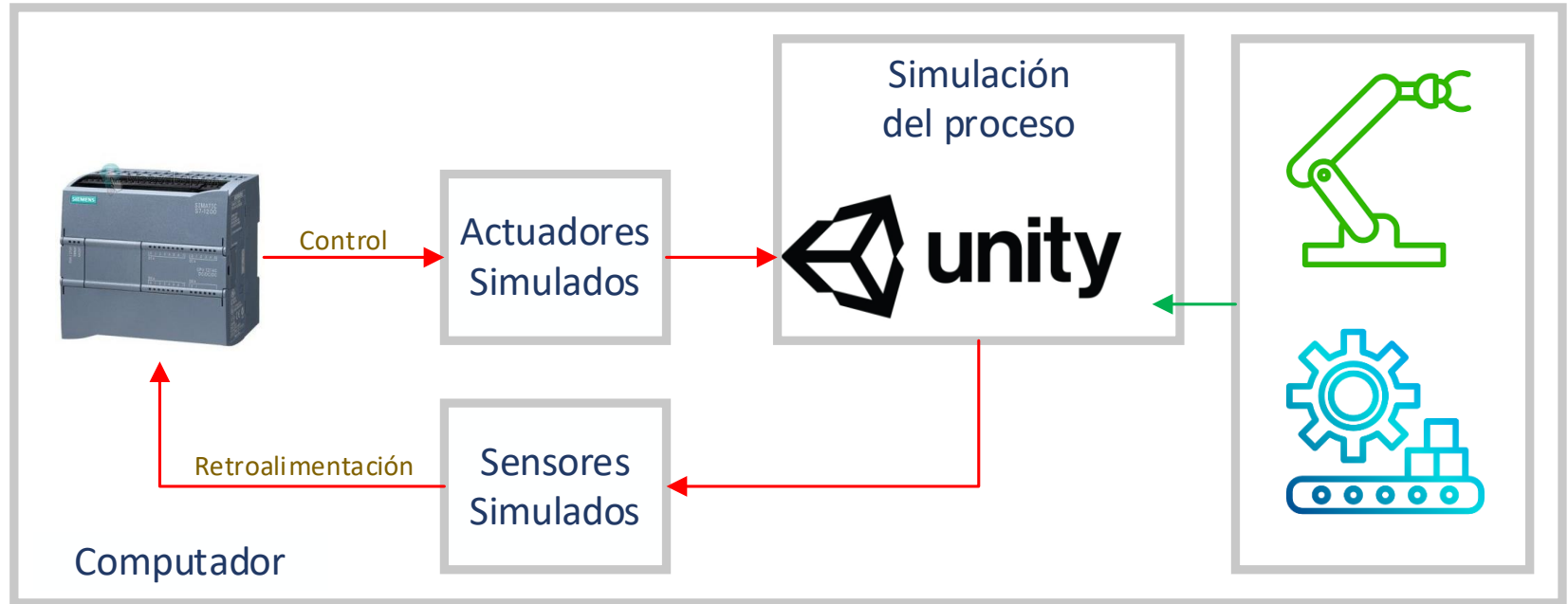
Se denomina al sistema cuyo funcionamiento se basa en un conjunto de secuencias predefinidas que se apega a reglas establecidas con anterioridad.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

Hardware-in-the-Loop + Soft Real Time

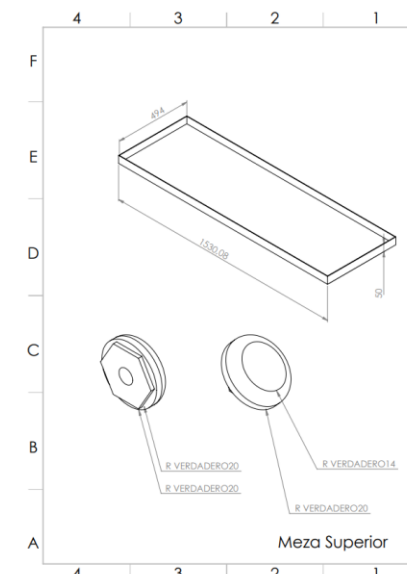
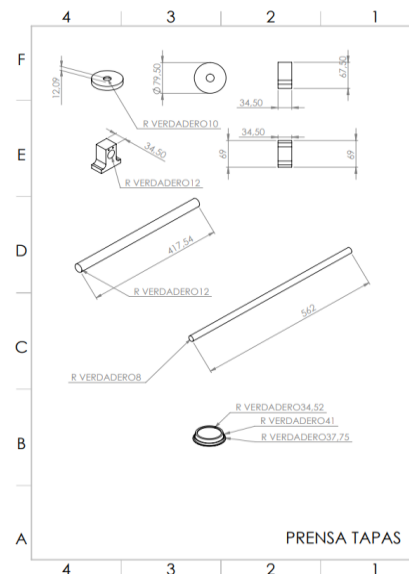
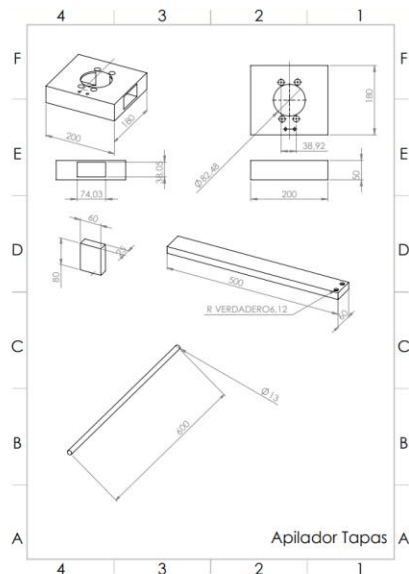
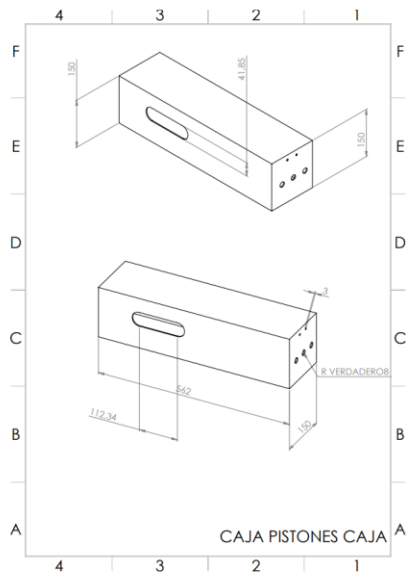


PLANTA FÍSICA



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

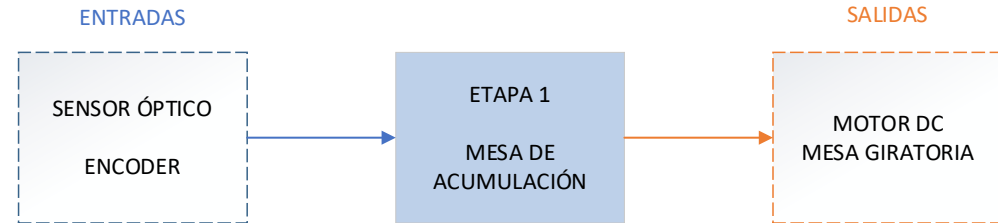
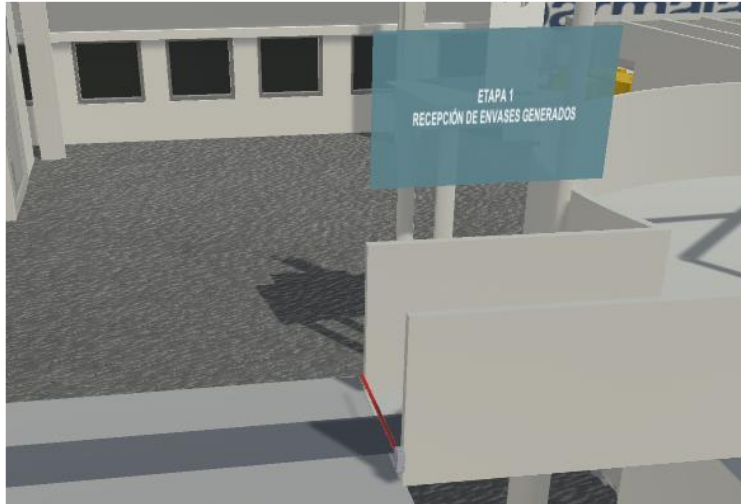
PLANOS



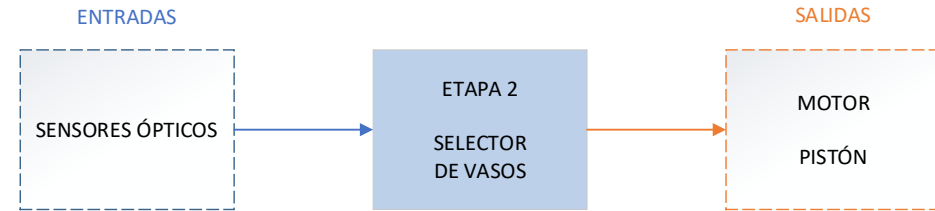
ENTORNO VIRTUAL



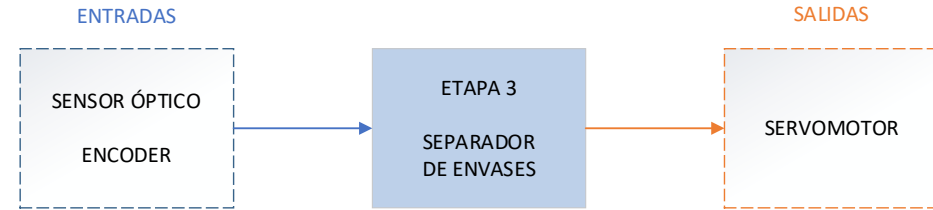
DISEÑO DE ETAPA 1 – MESA ACUMULATIVA



DISEÑO DE ETAPA 2 – SELECTOR DE VASOS



DISEÑO DE ETAPA 3 – SEPARADOR DE ENVASES



DISEÑO DE ETAPA 4 – TAPADO Y SALIDA DEL PRODUCTO

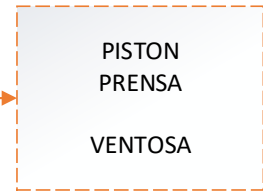


ENTRADAS

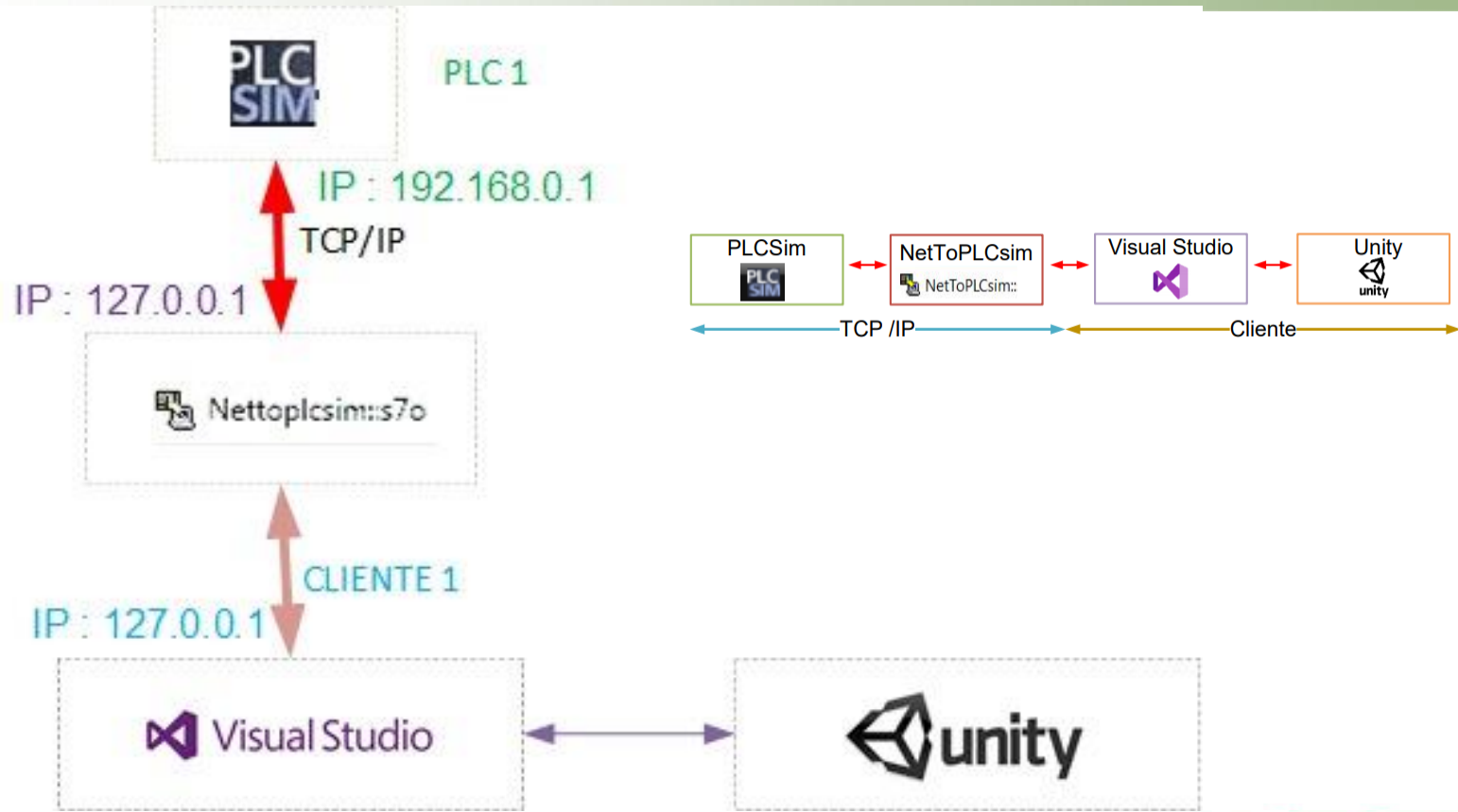


ETAPA 4
PRENSA

SALIDAS



COMUNICACIÓN ENTRE EL ENTORNO VIRTUAL Y EL PLC VIRTUAL



AGENDA

- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN
- 3 CONTROL
- 4 RESULTADOS
- 5 CONCLUSIONES
- 6 RECOMENDACIONES



CONTROL



Diagrama de Flujo

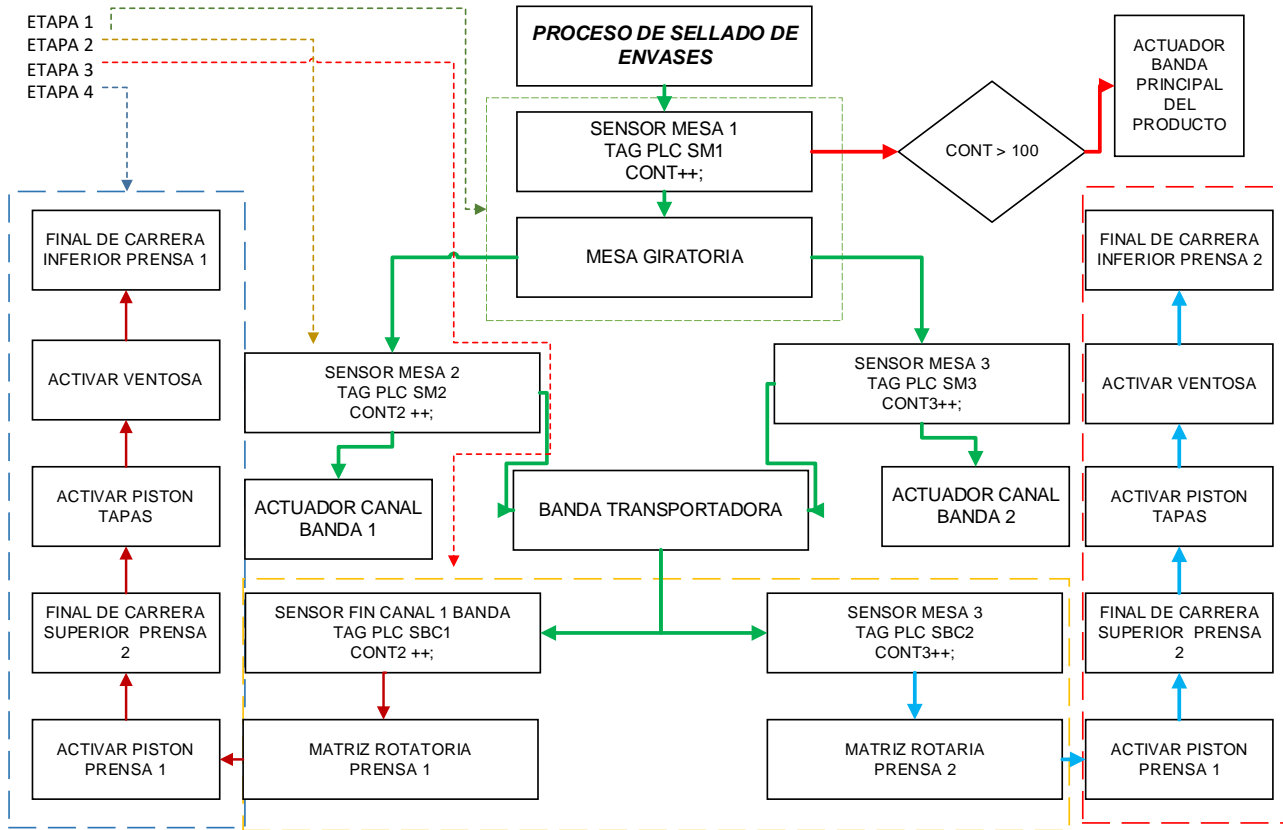
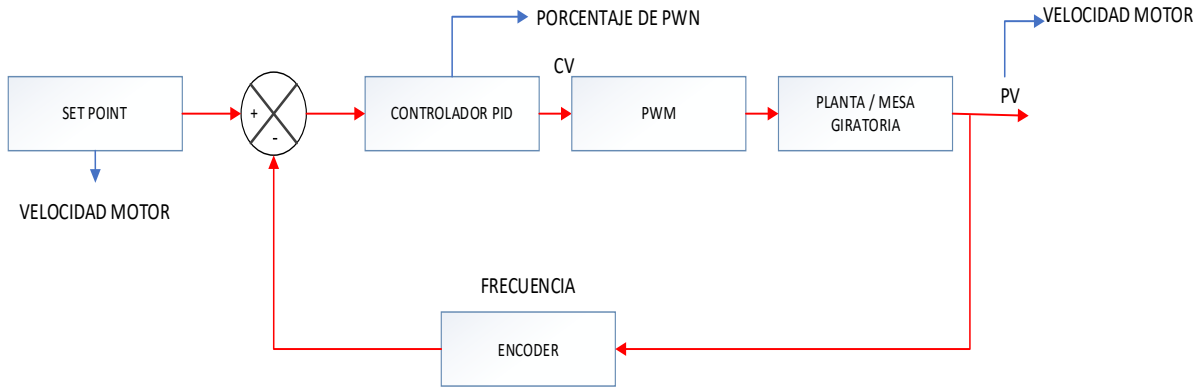


Diagrama de bloques de mesa acumulativa



$$G(s) = 1.053 * \frac{e^{-1.06 s}}{1 + 0.17 s}$$



AGENDA

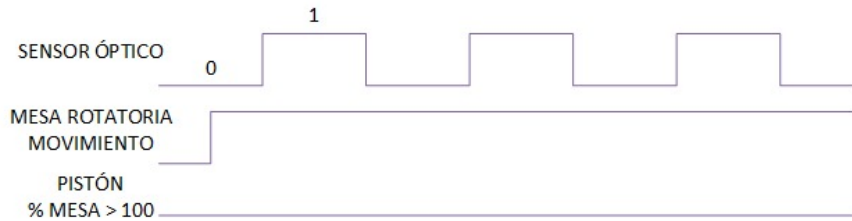
- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN
- 3 CONTROL
- 4 RESULTADOS
- 5 CONCLUSIONES
- 6 RECOMENDACIONES



RESULTADOS

COMPORTAMIENTO – ETAPA 1 – MESA GIRATORIA

Comportamiento Gráfico de las entradas y Salidas



Comportamiento de CV y PV con PID

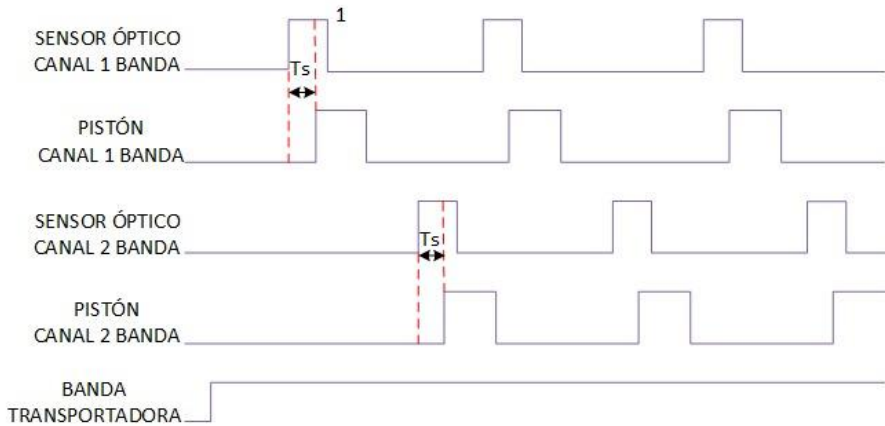


RESULTADOS

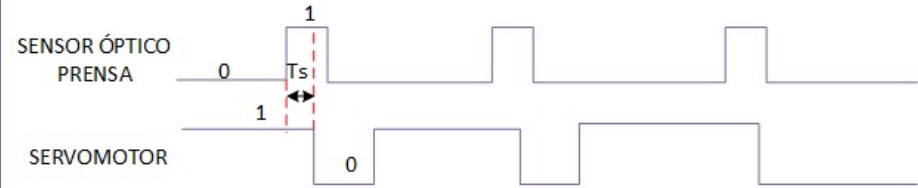
COMPORTAMIENTO – ETAPA 2 – SELECTOR DE VASOS

COMPORTAMIENTO – ETAPA 3 – SEPARADOR DE ENVASES

Comportamiento Gráfico de las entradas y Salidas - Etapa 2



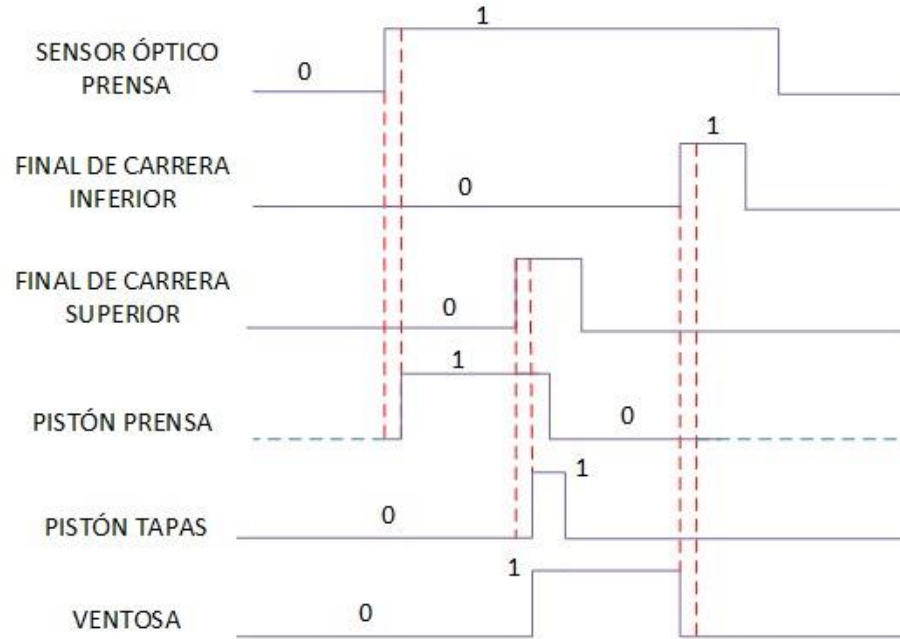
Comportamiento Gráfico de las entradas y Salidas - Etapa 3



RESULTADOS

COMPORTAMIENTO – ETAPA 4 – TAPADO Y SALIDA DEL PRODUCTO

Comportamiento Gráfico de las entradas y Salidas



RESULTADOS

VIDEO DE FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO

AGENDA

- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN
- 3 CONTROL
- 4 RESULTADOS
- 5 CONCLUSIONES
- 6 RECOMENDACIONES



CONCLUSIONES

- Varias empresas dedicadas a la industrialización de alimentos mantienen altos estándares de calidad en sus productos aplicando varias técnicas de envasado, desde la forma más empírica regulada por las autoridades hasta grandes maquinarias automatizadas para su preservación y protección hacia agentes externos.
- En la planta de producción de Parmalat del Ecuador S.A. se realizan varios procesos, entre los cuales se puede destacar la vaporización, mezcladoras, calentadores, hornos, destilación, refrigeración, entre otros, donde se determinó que varios de esos procesos se encuentran parcialmente automatizados.
- Se ha desarrollado diferentes tipos de controladores dependiendo de los actuadores que comprenden el sistema secuencial. En la etapa 1, correspondiente a la mesa acumulativa, se implementó un controlador PID, en las etapas 2, 3 y 4 se efectuó un control secuencial dependiente de los sensores dando como resultado un sistema estable.

CONCLUSIONES

- La filosofía de Hardware-in-the-Loop combinado con el paradigma de la simulación en no tiempo real y el Soft Real-Time permiten la virtualización del proceso, brindándole características de estabilidad permitiendo la realización de pruebas con la menor cantidad de sensores de presencia, el control de movimiento y de posición
- La integración de la virtualización del proceso y los controladores secuenciales desarrollados por etapa, nos permiten obtener el comportamiento final de la máquina de acuerdo a la estimulación de las señales de sensores y actuadores con Soft Real-Time, lo cual proporciona los datos para realizar la comparación y optimización de lo manual que consiste en tapar 50 vasos en 7 minutos en comparación a lo automático que realiza el mismo procedimiento y cantidad, pero en 3.05 minutos.
- En cuanto a los TDR se los han manejado con categoría los correspondientes datos de adquisición de cada uno de los elementos que intervienen en esta automatización y con lo que respecta a los planos de ingeniería se ha detallado los procesos con los que cuenta el proyecto bajo estándares y normas ISA 5.1 para su implementación.

CONCLUSIONES

- La automatización de proceso de tapado mediante la aplicación de técnicas de Hardware-in-the-Loop permitió comprobar el comportamiento del proceso, donde se pudo determinar que en 4 horas y 3 minutos se pueden tapar 8000 envases de yogurt, frente a las 8 horas que se tardaba este mismo proceso de manera manual, obteniendo de esta manera un incremento de producción de un 49.62% y reduciendo la exposición del producto a temperaturas no deseadas de 5 horas con 30 minutos a 2 horas con 45 minutos, valores con los cuales validamos la hipótesis planteada en este proyecto.



AGENDA

- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN
- 3 CONTROL
- 4 RESULTADOS
- 5 CONCLUSIONES
- 6 RECOMENDACIONES



RECOMENDACIONES

- Es recomendado tener un computador con altas prestaciones para el desarrollo de este tipo de simulaciones, no solo para la calidad sino también para la fluidez con la que esta se puede llegar a trabajar con un procesador no menor a Core i7 o similar, 6 Gb de memoria RAM y 4Gb de tarjeta de video para el uso de texturas y renderizado.
- Para la implementación de Soft Real-Time es necesario conocer el tiempo estimado de reacción, que normalmente esta detallado en los Datasheet de cada uno de los dispositivos.
- Para desarrollar un Hardware-in-the-Loop en tiempo no real es recomendable la reutilización de código, así como trabajar mediante corutinas debido a que todo el sistema se encuentra embebido en un único dispositivo, motivo por el cual las prestaciones de la máquina no permiten observar y ejecutar el proceso de manera óptima

RECOMENDACIONES

- El presente proyecto puede ser replicado utilizando dos computadoras, si el rendimiento de una sola no abastece es posible ramificar los procesos de simulación del autómata programable y por otro lado la virtualización del entorno.
- Considerar que la industria alimenticia se rige bajo normas específicas por lo tanto se debe utilizar dispositivos que cuenten con la protección IP69, debido a que ocupan componentes químicos para realizar la limpieza correspondiente.

AGRADECIMIENTOS



**GRACIAS POR
SU ATENCIÓN**



E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en
Electrónica e Instrumentación

AUTOMATIZACIÓN DE LA ETAPA DE TAPADO DE LOS ENVASES DE YOGURT ATHENTIKOS DE PARMALAT DEL ECUADOR S.A PARA OPTIMIZAR LOS TIEMPOS DE PRODUCCIÓN

Autores:

Lema Montes, Nelson David

Vásquez Chacón, Anderson Sebastián

PhD. David Raimundo Rivas Lalaleo, **Director**

