

# Simulación de un Proceso Automatizado de Dosificación y Mezcla Multi-Receta para una Máquina Dispensadora de Bebidas (Marzo de 2026)

Primer Autor Juan Jimenez y Segundo Autor David Rosero

**Resumen** - Este artículo presenta el diseño, desarrollo y simulación de un sistema automatizado multi-receta para la preparación de bebidas de café mediante un PLC Siemens S7-1200 y el entorno TIA Portal. El sistema integra sensores ópticos, servomotores, resistencias eléctricas, válvulas solenoides, temporizadores y una interfaz HMI para controlar la dosificación y mezcla de ingredientes en recetas como expreso, cappuccino, latte y chocolate. La simulación permitió validar la lógica secuencial, optimizar parámetros operativos, evaluar el comportamiento del sistema ante fallas y garantizar la repetibilidad del proceso antes de su implementación física. Los resultados evidencian mejoras en precisión, estandarización, eficiencia energética, reducción de tiempos muertos y disminución de errores humanos, demostrando la viabilidad del sistema para aplicaciones reales en máquinas dispensadoras de bebidas.

**Índice de Términos** - Automatización industrial, PLC, TIA Portal, HMI, servomotor, simulación, dosificación, control secuencial.

## I. DESAFÍOS EN LA ESTANDARIZACIÓN DE BEBIDAS Y OPORTUNIDADES DE AUTOMATIZACIÓN

El café es uno de los productos más consumidos a nivel mundial, con más de 500 mil millones de tazas al año, lo que ha impulsado la necesidad de sistemas automatizados capaces de garantizar precisión, calidad y eficiencia en la preparación de bebidas. A pesar de los avances tecnológicos, muchos procesos de elaboración continúan dependiendo de operaciones manuales, generando variaciones en proporciones, tiempos y calidad final.

La automatización mediante PLCs permite estandarizar procesos, reducir errores humanos y mejorar la productividad. La simulación industrial, por su parte, posibilita validar el comportamiento del sistema antes de su construcción física, reduciendo costos y riesgos. En este contexto, se desarrolla una simulación de un proceso automatizado multi-receta para una máquina dispensadora de bebidas, integrando control secuencial, dosificación precisa y monitoreo en tiempo real mediante una interfaz HMI.

## A. Taller De Automatización AUNAR

Es indispensable contar con un lugar donde se pueden desarrollar los ejercicios necesarios para que el sistema de automatización sea realizado. Desde la parte del boceto inicial hasta del desarrollo de la interfaz completa y el haber contado con el laboratorio de LA CORPORACIÓN UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NARIÑO resultó en una herramienta indispensable en el buen funcionamiento de este tu proyecto. Adicionalmente la oportunidad que se le brindó en el desarrollo del diplomado y el contar con profesores capacitados para el área de la automatización permitió que en conjunto se desarrollará una simulación muy cercana a las necesidades actuales enfocando y deseando en el desarrollo de herramientas para un ambiente cotidiano que permitan optimizar tiempo y dinero.

## II. EL CONJUNTO DE HERRAMIENTAS

### A. Diseño del sistema automatizado

El diseño del sistema se basó en una arquitectura modular que permite la integración de múltiples recetas sin alterar la estructura principal.

Para el desarrollo confiable de la simulación se utilizó el programa TIA PORTAL V16y por medio de una interfaz de simulación del PLC y la pantalla HMI se logró obtener una programación confiable, robusta modulable y escalable para sistemas de dosificación y mezclado

En el boceto inicial se contaba con un proceso de cobro para la programación, pero para este caso se anula este proceso considerando que este sistema se empleará en un lugar donde la empresa pueda abastecer de forma retributiva el dispensador correspondiente considerando mejores beneficios en tiempo y en docificación de insumos para un ahorro mayor. Adicionalmente que los empleados puedan disponer de más tiempo de su descanso en el consumo de la bebida y no en la preparación de la misma conciedrando que esto traerá más espacios de esparcimiento y una sastisfaccion en el empleado buscando obtener una mayor productividad de este basados en

### B. Elementos en TIA PORTAL

Teniendo en la búsqueda de que el programa logrará desarrollar la simulación de manera efectiva se utilizaron componentes TON,TOF, contadores memorias distribuidas en 25 segmentos de manera organizada determinando cada variable con un nombre de variable alucino al proceso a realizar con el objetivo de que al momento de hacer los llamados respectivos intuitivamente se determinara el proceso a realizar. Adicionalmente en el apartado de observaciones se adicionó una información adicional en cuanto al proceso lo que permitió establecer una ruta más coherente en todo el proceso no tanto para nosotros como elaboradores si no para quien snos asesoró

y podía ceder al código de programación.

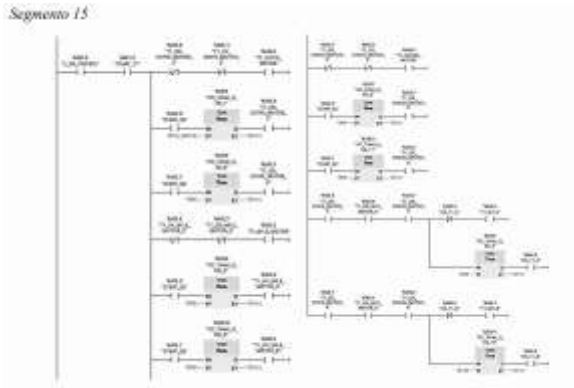


Figura 1. Código del programa, Segemnto 15, visualización de componente TON utilizados en la programación para la docificación de los insumos

C. Simulación del PLC y pantalla HMI

En esta versión de TÍA PORTAL V16 se utilizaron dos interfaces simuladas las cuales permitieron la ejecución de la simulación de forma continua

1) PLC Siemens S7-1200

El PLC Siemens S7-1200 actúa como el cerebro del sistema. Se eligió para este proyecto debido a que es un equipo altamente confiable y de amplio uso en la industria, el cual permite programar secuencias paso a paso y comunicarse con gran facilidad con las pantallas HMI. Además, cuenta con la capacidad suficiente de entradas y salidas para gestionar todos los sensores, motores y válvulas requeridos. Gracias a todas estas características, este controlador logra coordinar todo el proceso de manera eficiente, asegurando que cada acción ocurra exactamente en el momento correcto.

2) HMI Siemens sistematic panel 6AV6642-0AA11-0AX0 Siemens de 6"

Para el diseño de la interfaz se utilizó una versión mas grande a la que se encontraba en el laboratorio de automatización ya que a nivel gráfico permitía tener los componentes de visualización con mayor espacio y adicionando un ambiente más estético e informativo a la vez



Figura 2. Interfaz HMI

III. RESULTADOS

A. Duración del proceso por tipo de bebida

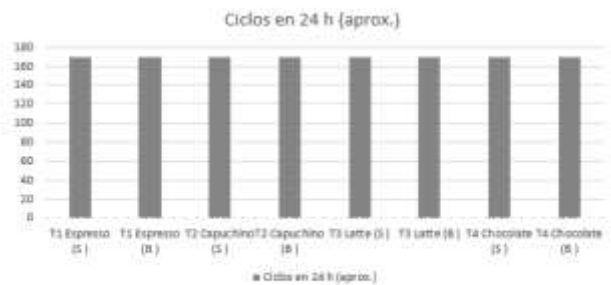


Tiempo promedio por ciclo: 63,8 s

Gráfica 1. Ejecución de la simulación y resumen de tiempos obtenidos en cada proceso

En el desarrollo y ejecución del código, en simulación con los paneles de HMI se logra visualizar una corta variación de tiempos de producción por cada tipo de bebida y de acuerdo con la dosificación correspondiente esto establece un tiempo de ciclo promedio el cual permite realizar siguientes análisis para determinar los beneficios respectivos

B. Simulación en 8 horas de trabajo continuo



Ciclos promedio en 24 h = 1,354

Gráfica 2. Simulación por 24 h para determinar los ciclos posibles

De acuerdo con la información recopilada durante la simulación de 24 h la cual dio un resultado de 1354 bebidas se establece un panorama de trabajo continuo por 8 horas para establecer una comparación entre la elaboración manual y automatizada con el objetivo de establecer los beneficios respectivos



Gráfica 3. Comparativa final de un proceso manual y un automatizado bajo los mismos parámetros de trabajo

En el escenario creado se establece una oportunidad muy amplia en la cual el proceso de dosificación y mezclado desarrollado establece unos porcentajes de beneficio muy considerables para establecer una incorporación adecuada para un margen de personas que corresponde a una gran empresa

#### IV. CONCLUSIÓN

En conclusión, La máquina multi-receta consolida una arquitectura de automatización capaz de integrar sensado, control secuencial, gestión térmica y dosificación precisa dentro de un mismo proceso, garantizando estabilidad operativa, repetibilidad y seguridad en cada ciclo.

La interacción entre los módulos de nivel, calentamiento, actuadores y rutinas de limpieza demuestra un diseño robusto y modular, propio de sistemas industriales escalables.

El resultado es una solución técnicamente sólida, capaz de ejecutar recetas parametrizadas con alta confiabilidad y de mantener condiciones higiénicas y operativas sin intervención constante del usuario, evidenciando un dominio claro de los principios de ingeniería aplicados al control de procesos.

#### RECONOCIMIENTO

Agradecemos especialmente a todos los docentes que formaron parte de nuestro proceso académico los cuales sembraron esos conocimientos que permitieron que esta simulación se desarrollara con éxito. Resaltamos la colaboración del ingeniero Fredy Ordóñez quien con su asesoría guió este proceso de manera oportuna, al decano Jaime Ortiz quien nos impulsó a tomar el camino de ingresar al CIP y adicionalmente nos brindó apoyo no solo académico durante el proceso, a la profesora Cristina Meneses quien nos asesoró en

la metodología de los documentos correspondientes a los alumnos que nos acompañaron en el proceso de creación que en similitudes de estructura del programa logran apoyarnos y a el espacio físico de la AUNAR sin la cual no uniera sido posible este proceso

#### REFERENCES

- [1] S. Outsou, K. Kudelina, T. Vaimann, A. Rassölkin, y A. Kallaste, "Principles and Methods of Servomotor Control: Comparative Analysis and Applications," *Appl. Sci.*, vol. 14, no. 6, p. 2579, mar. 2024. doi: 10.3390/app14062579.
- [2] F. F. Arrata Tubón y K. S. Naranjo Sánchez, "Diseño de prototipo a escala reducida de una maquina automatizada envasadora de bebidas de café para pequeñas productoras en las Islas Galápagos," Tesis de grado, Univ. Politécnica Salesiana, Ecuador, 2024. [En línea]. Disponible: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27760/1/UPS-GT005248.pdf>
- [3] A. Ali, F. Razak, y N. Hayima, "Una revisión de los sistemas de control de servomotores de CA," *Elektrika*, vol. 19, no. 2, pp. 22-39, ago. 2020. doi: 10.11113/elektrika.v19n2.214.
- [4] D. Ascencios, K. Meza, y G. Simón, "Calibración, validación y automatización del sistema de riego por goteo subterráneo usando un microcontrolador Arduino," *Rev. Investig. Altoandín.*, vol. 22, no. 1, pp. 95-105, mar. 2020. doi: 10.18271/ria.2020.540.
- [5] V. Arumilli, A. Ghatta, y R. Megalingam, "Cafetera automatizada controlada por FPGA con Verilog," en *Proc. 3rd Int. Conf. Electr. Electron. Inf. Commun. Technol. (ICEEICT)*, 2024, pp. 1-7. doi: 10.1109/ICEEICT61591.2024.10718631.
- [6] I. Burhan Kadhim, "Automatización industrial mediante controladores lógicos programables (PLC) y SCADA," *Int. J. Circuits Comput. Netw.*, vol. 6, no. 1, 2025. doi: 10.33545/27075923.2025.v6.i1a.83.
- [7] Corporación Universitaria Autónoma de Nariño, "Misión y Visión Institucional," 2025. [En línea]. Disponible: <https://www.aunar.edu.co/institucional/>

**Juan Jimenez**, Estudiante de ingeniería mecánica de la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño año 2026  
**David Rosero**, Estudiante de ingeniería mecánica de la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño año 2026