







Re-engineering of Automatic Dosing System for Viscous Liquids

Giovanny Andrés Martínez Pinilla¹; Javier Eduardo Martínez Baquero²; Felipe Andrés Corredor Chavarro³
^{1,2,3}Universidad de los Llanos, Colombia, giovanny.martinez.pinilla@unillanos.edu.co, jmartinez@unillanos.edu.co,
felcorredor@unillanos.edu.co

Abstract—This paper details the reengineering of an automated system for the dosing of viscous food grade fluids, optimizing the efficiency and performance of the equipment for an uninterrupted dosing process. A development methodology is proposed that includes the reconfiguration of the design, adaptation and installation of electrical and electronic components for the implementation of an automated control system. The development involves the installation of a control panel that integrates a Programmable Logic Controller (LOGO), connection terminals, wiring, start/stop push buttons, emergency stop, relay, electrical protections, power supply, and wiring. In addition, the sequence is configured in the LADDER programming language for the activation of the solenoid valves and pneumatic cylinders by means of Logosoft. Once the reengineering process was executed, a defined operation of the machine was achieved, starting with the aggregation of the raw material in the silo by the operator, start of cycle from the push buttons, opening and closing of the 3-way valve and loading of raw material in the dosing chamber, obtaining displacement of the raw material in stages from the pneumatic cylinders and subsequent dosing in the final product container.

Keywords—Dosing, design, viscous liquids, reengineering, automated control system.

Reingeniería del Sistema Automático de Dosificación de Líquidos Viscosos

Giovanny Andrés Martínez Pinilla¹; Javier Eduardo Martínez Baquero²; Felipe Andrés Corredor Chavarro³
^{1,2,3}Universidad de los Llanos, Colombia, giovanny.martinez.pinilla@unillanos.edu.co, jmartinez@unillanos.edu.co, felcorredor@unillanos.edu.co

Resumen— Este documento detalla la reingeniería de un sistema automatizado para la dosificación de fluidos viscosos de grado alimenticio, optimizando la eficiencia y rendimiento del equipo para un proceso de dosificación ininterrumpido. Se propone una metodología de desarrollo que incluye la reconfiguración del diseño, la adaptación e instalación de componentes eléctricos y electrónicos para la implementación de un sistema de control automatizado. El desarrollo implica la instalación de un panel de control que integra un Controlador Lógico Programable (LOGO), terminales de conexión, cableado, pulsadores de inicio/parada, paro de emergencia, relé, protecciones eléctricas, fuente de alimentación, y el conexionado. Además, se configura la secuencia en el lenguaje de programación LADDER para la activación de las electroválvulas y cilindros neumáticos mediante Logosoft. Una vez ejecutado el proceso de reingeniería se logró un funcionamiento definido de la máquina iniciando por la agregación de la materia prima en el silo por el operador, inicio de ciclo desde los pulsadores, apertura y cierre de la válvula 3 vías y carga de materia prima en la cámara de dosificación obteniendo desplazamiento de la materia prima en etapas a partir de los cilindros neumáticos y posterior dosificación en el envase final del producto..

Palabras clave—Dosificación, diseño, líquidos viscosos, reingeniería, sistema de control automatizado.

I. INTRODUCCIÓN

La viscosidad es una propiedad física intrínseca de los fluidos, que se origina de las interacciones entre las partículas del fluido que se desplazan a velocidades distintas, generando una resistencia al flujo [1]. Un fluido con una alta viscosidad experimentará un movimiento lento o incluso puede permanecer estático, dependiendo de su grado de viscosidad.

Las máquinas dosificadoras son dispositivos de ingeniería que optimizan el proceso de llenado de recipientes mediante la dispensación de contenidos, ya sean líquidos o sólidos, en dosis precisas por descarga [2]. Estas máquinas son ampliamente utilizadas en diversas industrias, incluyendo la alimentaria, cosmética, farmacéutica y de detergentes, debido a su versatilidad en los procesos de envasado. Su

funcionamiento contribuye a la eficiencia y precisión en la producción.

En la industria alimentaria, la línea de envasado desempeña un papel crucial, ya que facilita la aceleración del proceso productivo y aumenta el volumen de producción. Las máquinas de envasado ofrecen ventajas significativas, como la velocidad y precisión en el proceso de envasado [3]. Sin embargo, cuando este procedimiento se realiza manualmente, estas características dejan de ser beneficiosas y se convierten en un obstáculo que genera pérdidas económicas, retrasos en las entregas de productos a los consumidores y una utilización ineficiente del operario, que podría estar desempeñando otras funciones más productivas [4].

Para las empresas con gran capacidad es fácil adquirir una máquina dosificadora importada, de origen europeo o Norte Americano y de marcas muy conocidas como ITEPACP, FESTO, APACHE, KAPS ALL, INGEPACKING LTADA [5], pero sus costos son muy elevados, obligando a las pequeñas empresas a seguir con sus procesos manuales, ya que no tienen la capacidad económica para adquirir dichas máquinas.

En el ámbito empresarial colombiano, es común que los ejecutivos de alto nivel opten por importar equipos especializados para llevar a cabo procesos específicos dentro de sus organizaciones. Esta tendencia responde, en muchos casos, a la percepción de que los equipos extranjeros garantizan una mayor calidad, precisión o eficiencia. Sin embargo, esta práctica puede llevar a subestimar las alternativas disponibles en el mercado local. En Colombia, existen tecnologías análogas desarrolladas por empresas nacionales que, además de ser más accesibles en términos económicos, ofrecen soluciones personalizadas y competitivas [6][7].

Considerar estas opciones no solo fomenta el crecimiento de la industria tecnológica local, sino que también reduce costos logísticos y tiempos de espera asociados a la importación. Por ello, resulta fundamental promover un

análisis más exhaustivo de las capacidades nacionales, incentivando la confianza en el talento y los recursos disponibles dentro del país para satisfacer las necesidades empresariales [8][9].

Esta tendencia se evidencia en la escasa iniciativa de los ingenieros colombianos para el diseño y la fabricación de maquinaria que ya ha sido desarrollada en otras naciones [10].

Un reajuste en esta perspectiva no solo incentivará la autonomía tecnológica, sino que también estimulará el avance y la innovación en el sector industrial a nivel nacional[11][12] [13][14][15].

Es importante mencionar que se han realizado algunos proyectos enfocados en diseñar sistema automático de dosificación de líquidos. En la Universidad Tecnológica Equinoccial desarrollaron el rediseño de una máquina dosificadora de líquidos, en la cual se propone realizar una dosificación automática, y al mismo tiempo una dosificación de líquidos, en los cuales se desea mantener un control de relación o porción de cada uno de ellos. Estudiantes de la Universidad Autónoma de Occidente realizaron el diseño de máquina llenadora para fluidos viscosos, para el proceso de llenado de los envases en la empresa Lubricantes Súper Delta, que permitiendo el llenado de los envases por efecto de la gravedad.

Esta máquina dosificadora de fluidos viscosos se caracteriza por la integración de sistemas electrónicos de control en su estructura, los cuales actúan sobre todos los mecanismos de regulación de flujo [16][17]. Esta configuración permite la dosificación precisa de cada componente, resultando en una dosificación final óptima.

Los trabajos mencionados anteriormente se basan en la importancia de la automatización de procesos. Las tareas repetitivas y que requieren resultados consistentes son la base para la automatización, y busca siempre la eficiencia [18], reducción de costos, mejorar la calidad del proceso, contribuir con la seguridad de este y proteger al personal involucrado [19][20][21].

Este proyecto se desarrolló en la empresa SMARTECH, ubicada en la ciudad de Villavicencio (Colombia), para ello se tiene en cuenta que la actividad comercial de la empresa comprende el diseño, fabricación, puesta en marcha de equipos y máquinas para el procesamiento de materias primas en el sector de alimentos.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Una de las máquinas para el procesamiento y dosificación de líquidos viscosos propiedad de SMARTECH, se encontraba fuera de servicio por fallas en el sistema proporcionador e inexactitud en la entrega del material, de esta manera con el fin de rediseñar el sistema de control para

la dosificación de líquidos viscosos, se realizaron una serie de etapas para que el sistema funcionara según los requerimientos de diseño.

A. Estudio de la máquina

En esta primera etapa se da inicio al desarrollo del rediseño, dimensionando la capacidad de carga de materia prima en el silo (señalado en el recuadro rojo) y en la cámara de dosificación (señalado en el recuadro verde), como se observa en la Fig. 1.

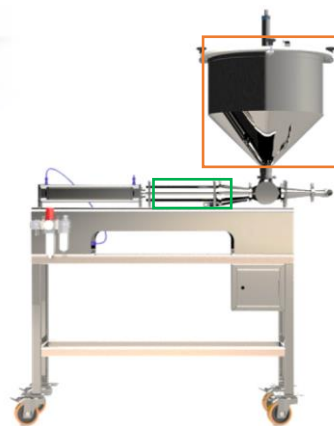


Fig. 1. Máquina dosificadora de líquidos viscosos.

El silo posee una capacidad integral de 57,82 litros, mientras que la cámara de dosificación ostenta una capacidad máxima de 1,18 litros por minuto. Cabe destacar que la dosificación se realiza de manera volumétrica a través de la propulsión mecánica del cilindro neumático C1 durante el desplazamiento (A+), activado por la electroválvula Y1.

B. Diseño del sistema de control automático

Para la fabricación de la caja eléctrica se tiene en cuenta el datasheet de todos los componentes que debe tener para identificar las características técnicas y dimensiones. Se procede a realizar la planimetría de esta mediante AutoCAD contemplando cuatro salidas digitales DO y tres entradas digitales DI de 24 VDC, como se aprecia en la Fig. 2.

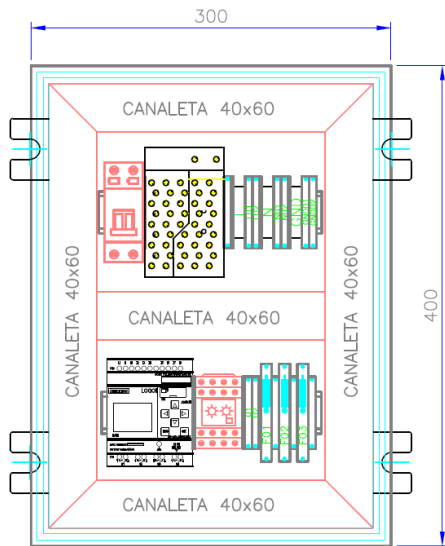


Fig. 2. Detalles constructivos tablero de control (parte interior).

En la parte exterior se encuentran los pulsadores de start/ stop / parada de emergencia, con sus respectivos pilotos/ leds indicadores, se usó piloto luz verde para indicar al operador máquina en marcha y piloto luz roja para indicar máquina detenida. En la Fig. 3 se puede observar la ubicación de los pulsadores de mando en la caja de control.

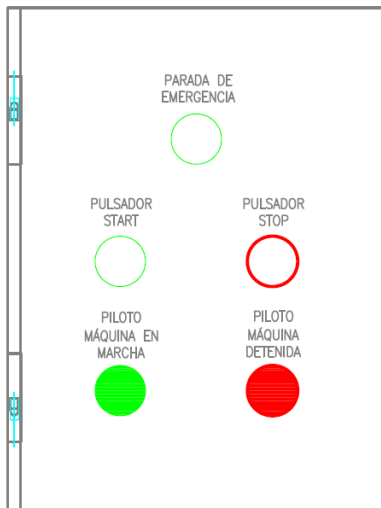


Fig. 3. Detalles constructivos tablero de mandos (parte exterior).

La Fig. 4 muestra el diagrama de bloques del PLC donde se observa las siguientes conexiones:

- Se encuentra la fuente de energía para el PLC.
- Los botones start, stop, parada emergencia: Estos están conectados respectivamente a las entradas digitales del LOGO 8. Permiten iniciar, detener y realizar una parada de emergencia del sistema.
- Hay cuatro dispositivos de actuación conectados a las entradas I2 hasta I5 del PLC. Estos dispositivos se

activan según las necesidades específicas del operario y transmiten señales al PLC.

- Relé, válvulas solenoides y pilotos: Vinculados a las salidas digitales en la sección inferior del PLC. El relé y las válvulas solenoides son controlados por el PLC para realizar acciones específicas, de acuerdo con la secuencia de programación y las órdenes emitidas desde los pulsadores.

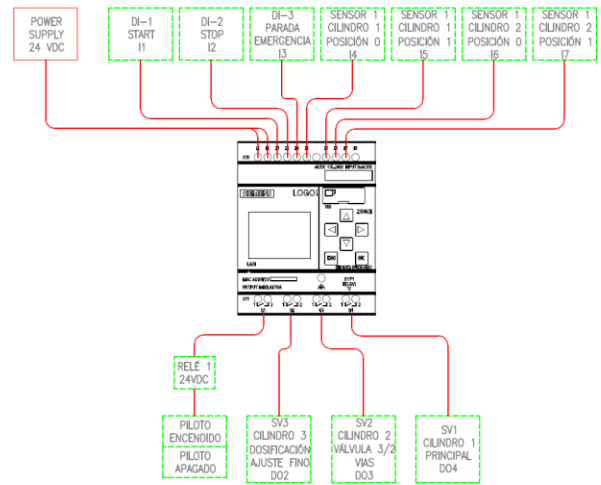


Fig. 4. Diagrama de bloques.

Por último, en la Fig. 5 se muestra el diagrama de programación (Ladder), mostrando la siguiente lógica de programación:

- *Escalón 1:* Este escalón tiene un contacto etiquetado “E124.0” conectado en serie a una bobina etiquetada “A124.0”. Esto significa que cuando el contacto E124.0 se cierra (por ejemplo, cuando se activa un sensor o se presiona un botón), la bobina A124.0 se activará.
- *Escalón 2:* Este escalón tiene dos contactos en serie, “E124.1” y “E124.2”, conectados a una bobina “A124.1”. Esto significa que ambos contactos E124.1 y E124.2 deben estar cerrados para que la bobina A124.1 se active.
- *Escalón 3:* Este escalón tiene dos contactos paralelos etiquetados como “E124.3” y “E124.4” conectados a una bobina “A124.2”. Esto significa que si cualquiera de los contactos E124.3 o E124.4 se cierra, la bobina A124.2 se activará.

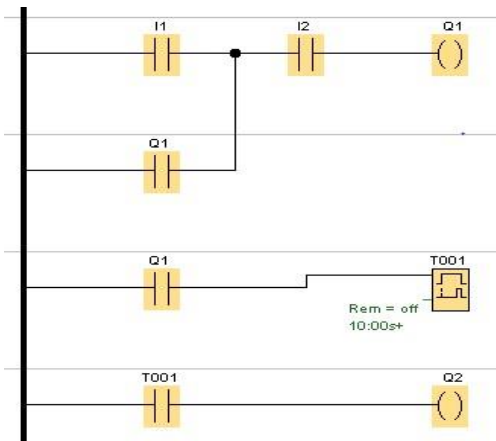


Fig. 5. Diagrama de programación (Ladder).

C. Elementos Sugeridos para la Implementación del Diseño

La finalidad de este proyecto es la reingeniería del sistema de control, por lo tanto en la Tabla I se presenta un listado de los elementos que se utilizaron a la hora de la construcción del sistema.

TABLA I
INSTRUMENTOS Y MATERIALES SUGERIDOS

Elemento	Cantidad
Pulsador Paro de Emergencia	1
Pulsador Star	1
Pulsador Stop	1
Piloto luz verde (24 VDC)	1
Piloto luz roja (24 VDC)	1
Fuente de Alimentación de 110VAC a 24VDC	1
PLC LOGO 8	1
Breaker Bipolar de 5A	1
Riel DIN	1
Freno	12
Bornera porta fusible	7
Bornera sencilla	13
Bornera para tierra	3
Cable monopolar Negro (#16 AWG)	8 m.
Cable monopolar Blanco (#16 AWG)	8 m.
Cable para tierra	1 m.
Terminal de pin (#16)	1 bolsa
Rele de 24VDC con base	1
Conector pasa muro (1/2")	2

D. Conexiones del Sistema

Durante el proceso de reingeniería de la máquina dosificadora, se implementaron y conectaron de forma permanente nuevos equipos y componentes. Además, se integraron de manera conjunta los equipos de control existentes en la máquina de alcance anterior para asegurar su funcionamiento coordinado en la nueva configuración.

La conexión de los equipos y dispositivos se detalla a continuación:

1. **PLC LOGO 8:** Instalado en el tablero de mandos. El equipo requiere alimentación 24 VDC y es cableado desde la fuente, se cablea la señal de entrada digital (DI-1) al pulsador STAR, la (DI-2) al pulsador STOP, la (DI-3) al PARO DE EMERGENCIA; para las salidas digitales la (DO-1) a la electroválvula Y1 y Y4 que activa el desplazamiento (A+) del cilindro No.1 de dosificación y cilindro No.4 de homogenización del silo, la salida (DO-2) a la electroválvula Y2 que el desplazamiento (A+) del cilindro No.2 de la válvula 3 vías, la salida (DO-3) a la electroválvula Y3 que activa el desplazamiento (A+) del cilindro No.3 de cierre final de dosificación, la salida (DO-4) activa el relé de 24 VDC.
2. **Fuente de alimentación 120VDC a 24VDC:** Instalado en el tablero de mandos, suministra la alimentación de 24VDC para el PLC LOGO8, relé 24 VDC y electroválvulas; la alimentación aguas arriba de la fuente es 120 VAC y se cablea desde el breaker Q1.
3. **Breaker Bipolar Q1:** Instalado en el tablero de mandos, interruptor termomagnético bipolar de 5 Amp, es cableado para alimentación eléctrica externa de 120 VAC y agua abajo del dispositivo hacia la fuente de alimentación.
4. **Relé 24 VDC:** Instalado en el tablero de mandos, relé con base de 8 pines, 2 contactos SPDT (Single Pole Double Throw), cableado a la salida digital (DO-4) para energizar el piloto luz verde y piloto luz roja ubicados en la puerta del tablero de control.
5. **Bornes porta fusible:** Instalado en el tablero de mandos, protección eléctrica de las electroválvulas Y1, Y2, Y3 y Y4, cableado desde las salidas digitales (DO-1/2/3/4) del PLC LOGO 8.
6. **Electroválvula 3/2 vías:** Electroválvulas Y1/2/3/4 existentes e instaladas en la máquina, están cableadas a los bornes portafusibles y corresponden a salida digitales del PLC LOGO 8.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de realizar pruebas funcionales de la máquina dosificadora automatizada para productos de alta viscosidad, se verifica que activando el panel de control principal y añadiendo la materia prima en el depósito de entrada, utilizando como muestra la mayonesa, la cual pertenece a la línea de productos alimenticios y posee una viscosidad de 70000 cP, como se observa en la Tabla II.

TABLA II
FICHA TECNICA DE LA MAYONESA

Especificaciones			
Características Sensoriales	Aroma: característico de mayonesa, libre de rancidez.		
	Sabor: característico de mayonesa, libre de rancidez.		
	Color: viraje del blanco al amarillo pálido.		
	Aspecto: homogéneo, consistencia semisólida.		
Características Físicoquímicas	Requisitos	Mínimo	Máximo
	Viscosidad cp. Medición (2,5 rpm, agua B)	70000	160000
	% Acidez	0,37	0,52
	pH a 20°C	2,8	3,3
	% Cloruros	1,9	2,6

El producto, debido a su viscosidad y fluidez, se adapta de manera autónoma y homogénea a la geometría del recipiente del silo y las cavidades internas de las válvulas. Esta condición no se presentaba anteriormente debido a la selección inicial del tipo de material semisólido, lo que generaba compactación y obstrucción del producto en la boquilla del silo, impidiendo la fluidez entre las etapas intermedias del proceso de dosificación.

Mediante la reingeniería, se identificó las características técnicas de la máquina para los nuevos requerimientos de dosificación.

Al iniciar la secuencia, la válvula de 3 vías se abre mecánicamente, alineando los conductos y cargando la cámara dosificadora con el producto (Ver Fig. 6).



Fig. 6. Cilindro No.1 de la máquina dosificadora.

Avanzando con la secuencia, el cilindro No.1 ejecuta el movimiento (A+) y transfiere el volumen de la cámara dosificadora a los recipientes finales (frascos), registrando una cantidad dosificada aproximada de 1,18 litros en cada ciclo. Dado que la máquina está equipada con un sistema de control automatizado y opera de manera continua hasta que el operador decide detener la máquina o hasta que se agota la materia prima en el silo de entrada, los ciclos subsiguientes

se llevan a cabo cada 10 segundos debido a las facilidades mecánicas existentes, la configuración lógica de control y las propiedades del producto. Los datos de las pruebas funcionales con la mayonesa se presentan en la Tabla III.

TABLA III
DOSIFICACIÓN VOLUMÉTRICA L/s

Ciclo	1	2	3	4	5	6	Total
Dosificación (L)	1,18	1,17	1,13	1,18	1,16	1,15	6,97
Tiempo (s)	10	10	10	10	10	10	60

Con base en los datos obtenidos durante las pruebas operativas de la máquina y presentados en la Tabla anterior, se determinó que la máquina tiene una capacidad volumétrica de 6,97 L/min. Al comparar esta capacidad con las de las máquinas existentes en el mercado para el mismo servicio, que varían desde 0,100 L/min hasta 5 L/min, se aprecia que esta máquina se sitúa en un rango operativo favorable en términos de dosificación volumétrica. Esta capacidad de dosificación volumétrica optimizada mejora la eficiencia del proceso y aumenta la productividad.

IV. CONCLUSIONES

Con el proceso de rediseño y desarrollo de ingeniería, se logró llevar a cabo la implementación exitosa de un sistema de control automatizado, haciendo uso de varias estrategias para la integración de los elementos del equipo desde la parte eléctrica, mecánica e instrumentación; consiguiendo la puesta en funcionamiento de la máquina automatizada de dosificación de productos viscosos para el sector alimenticio, que anteriormente se encontraba fuera de línea.

La implementación del tablero de mando permite al usuario una interacción de manera rápida y amigable al verificar las condiciones que presenta el sistema en un momento determinado tales como: estado de encendido, apagado y seguimiento a la secuencia de dosificación de la materia prima, reduciendo los tiempos improductivos de las etapas del proceso.

Contando con el sistema automatizado de la máquina, se consiguió una operación conjunta de diferentes elementos que una vez integrados permite mover la materia prima de manera autónoma, minimizando la intervención del factor humano y llevando a altos estándares de higiene el proceso de dosificación de la materia prima en el sector alimenticio.

La máquina una vez puesta en servicio, permite una dosificación de un 1 litro de materia prima de forma constante en cada ciclo y con un volumen de entrada de 57,82 litros; presentando una autonomía ideal en comparación con máquinas de este mismo campo en el sector industrial.

Este tipo de diseño y sistemas automáticos invitan a los sectores industriales a la iniciativa de nuevos proyectos que pueden generar beneficios económicos y laborales para los empresarios.

AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

Los autores agradecen a la Universidad de los Llanos, Especialización en Instrumentación y Control Industrial y empresa SMARTECH por el apoyo brindado para la ejecución de este proyecto.

REFERENCIAS

- [1] F. B. J. F. and M. S. J. Bautista, Apuntes de Mecánica de Fluidos. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 1992.
- [2] E. D. De La Cruz Intriago, “Diseño de una dosificadora de líquidos automática con caudalímetros para el cálculo de volumen de envasado, controlado por un PLC y HMP”, Trabajo de grado, ESC. SUPER. POLITEC. DEL LITORAL, GUAYAQUIL, 2022.
- [3] F. A. Vargas Vasquez, “Diseño e Implementación de una Máquina Dosificadora Automática para Fluidos Viscosos”, trabajo de grado, UNIV. AUTON. OCCIDENTE, Cali, 2006.
- [4] [Física General de Fluidos [en línea]: Mecánica de fluidos. Madrid: La web de física, 2006. [Consultado septiembre de 2008]. Disponible por internet: <http://www.lawebdefisica.com/>.
- [5] Mendez, Arnaldo. Proceso de diseño y desarrollo. Material de curso Diseño mecatrónico [en línea]. [Consultado Julio de 2008]. Disponible por internet <http://www.uao.edu.co/>
- [6] C. Gonzalez and J. L. Sanchez, Diseño y construcción de una máquina dosificadora de grano pequeño para pequeñas industrias., <https://bibliotecadigital.usb.edu.co/server/api/core/bitstreams/f6753199-d482-4c52-9784-7d41e87a7207/content>.
- [7] H. G. Guerra Palma, “Implementación de un Sistema Automático de Envasado de Líquidos para la Planta de Lácteos Tunshi”, Trabajo De Grado, Esc. Super. Politec. Chimborazo, Riobamba, 2017.
- [8] M. C. Jiménez, G. A. Mahecha, J. F. Padilla, and S. P. REYES, Diseño, Construcción E Instalación de una máquina dosificadora, http://repositorio.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/11467/GPV_51_-_dise%C3%B1o,_construcci%C3%B3n_e_instalaci%C3%B3n_de_una_m%C3%A1quina_dosificadora.pdf?sequence=1 (accessed Feb. 3, 2024).
- [9] N. D. López and D. C. Hurtado, “Diseño de máquina llenadora para fluidos viscosos,” Universidad Autónoma de Occidente, http://repositorio.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/11467/GPV_51_-_dise%C3%B1o,_construcci%C3%B3n_e_instalaci%C3%B3n_de_una_m%C3%A1quina_dosificadora.pdf?sequence=1 (accessed Feb. 3, 2024).
- [10] Mendez, Arnaldo. Proceso de diseño y desarrollo. Material de curso Diseño mecatrónico [en línea]. [Consultado Julio de 2008]. Disponible por internet <http://www.uao.edu.co/>
- [11] E. Pérez-López, “Los sistemas SCADA en la automatización industrial,” Rev. Tecnol. en Marcha, vol. 28, no. 4, p. 3, 2015, doi: 10.18845/tm.v28i4.2438.
- [12] Apostolescu, Tudor Catalin; Udrea, Constantin; Ionascu, Georgeta; Duminica, Despina-Paula (2015). [IEEE 2015 7th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI) - Bucharest, Romania (2015.6.25-2015.6.
- [13] M. Kumar, “Automation in food processing industry: A review,” Int. J. Comput. Appl., vol. 177, no. 25, pp. 37–44, 2020.
- [14] D. González-De-León, “Automation and robotics for food industry: Current and future trends,” Food Res. Int., vol. 111, pp. 468–486, 2018.
- [15] M. Hammer and J. Champy, Reengineering the corporation: A manifesto for business revolution. 1993.
- [16] T. H. Davenport, Process innovation: Reengineering work through information technology. 1993.
- [17] R. L. Manganelli and M. M. Klein, “Reengineering to strategic focus,” Manag. Decis., vol. 38, no. 2, pp. 17–25, 1994.
- [18] H. Cui, “Automated optical inspection for quality control in food processing: A review,” Trends Food Sci. Technol., vol. 94, 2019.
- [19] C. Chen, “Effects of automation on manufacturing performance: Evidence from China,” Ind. Manag. Data Syst., vol. 18, no. 3, 2018.
- [20] R. Naranjo Arango, G. Naranjo Africano, and A. R. Leones Viana, “LA GASTRONOMÍA COLOMBIANA. ATRACTIVO TURÍSTICO EN CRECIMIENTO,” Hitos Ciencias Económico Adm., vol. 24, no. 68, pp. 103–115, 2018, doi: 10.3917/anamo.there.2021.02.0250.
- [21] J. Flores Pelcastre, “Metodología para la automatización de procesos en la pequeña y mediana empresa,” 2005. [Online]. Available: https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/567652/DocsTec_4917.pdf
- [22] C. Ruiz and Q. Jorge., “Monitoreo de Procesos Industriales a través del Servidor Web del Controlador logo v8,” Nexos Científicos, vol. 2, no. 1, pp. 39–52, 2018, [Online]. Available: <https://nexoscientificos.vidanueva.edu.ec/index.php/ojs/article/view/5/5>
- [23] Y. Ortiz Ayala, “Desarrollo de un sistema de dosificación de ingredientes en la elaboración del pan parcialmente automatizado en la compañía alimenticia Pan Gourmet S.A.S,” 2019. [Online]. Available: <http://repositorio.ufpso.edu.co/handle/123456789/2444>
- [24] S. Naranjo Ramirez and S. Arias Giraldo, “Tendencias en el mundo de La gastronomía y la alimentación: Una Revisión Desde La Perspectiva Colombiana,” Agroalimentaria, vol. 26, no. 50, pp. 51–65, 2020, [Online]. Available: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199264891004>