



ELABORACIÓN DEL PROCESO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE CEREAL

PREPARATION OF THE INDUSTRIAL AUTOMATION PROCESS FOR CEREAL PRODUCTION

Douglas Darío Yagual Beltrán^{1*}

¹ Universidad Estatal Península de Santa Elena Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones. Santa Elena. Ecuador.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0768-3695>.

Correo: douglasdarioyagual@gmail.com

* Autor para correspondencia: douglasdarioyagual@gmail.com

Resumen

Este artículo muestra la elaboración del proceso de automatización para la fabricación de cereal, un producto que resulta de buen agrado para la mayoría de las personas que lo consumen, para esta producción se escoge el maíz como materia prima donde se conocerá cada uno de los distintos procesos por el cual tiene que pasar el maíz para convertirse en cereal. Es importante considerar los peligros que pueden existir a nivel industrial en cada uno de los procesos, entre ellos tenemos los accidentes de contaminación por cuerpos extraños, cuellos de botella, paro en las máquinas no deseados, entre otros. Este proyecto de automatización consta de dos modos de operación, manual y automático, para la parte manual cada proceso se activa mediante un interruptor de palanca, mientras que, para la parte automática, basta con activar un solo interruptor para iniciar todo el proceso industrial. La programación se realizó con ayuda del Software Tia Portal, un programa que nos permite elaborar el diseño de programación en lenguaje escalera, el proceso elaborado contiene un entorno de llamada el cual se puede seleccionar el modo de operación que se requiera usar, dos segmentos dentro del Main, manual o automático de acuerdo con el sistema que se haya escogido. Dentro de los bloques de funciones se encontrará el proceso respectivo empezando desde el desgranado hasta el empaquetado.

Palabras clave: Automatización; producción; cereal; programación; lenguaje



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

E-mail: Ecosur@gopsapp.com



Abstract

This article shows the development of the automation process for the manufacture of cereal, a product that is well liked by the majority of people who consume it. For this production, corn is chosen as the raw material where each of the different characteristics will be known. processes that corn has to go through to become cereal. It is important to consider the dangers that may exist at an industrial level in each of the processes, among them we have accidents of contamination by foreign bodies, bottlenecks, unwanted machine downtime, among others. This automation project consists of two modes of operation, manual and automatic, for the manual part each process is activated by a toggle switch, while, for the automatic part, it is enough to activate a single switch to start the entire industrial process. The programming was carried out with the help of the Tia Portal Software, a program that allows us to develop the programming design in ladder language, the developed process contains a call environment in which the operating mode that is required to be used can be selected, two segments within of the Main, manual or automatic according to the system chosen. Within the function blocks you will find the respective process starting from shelling to packaging.

Keywords: Automation; production; cereal; programming; language

Introducción

Los cereales son un conjunto de semillas que pertenecen a la familia conocida como gramíneas, se trata de una familia muy extensa que incluye trigo, arroz, maíz, avena, además de contar con numerosas proteínas que son básicos en la alimentación humana. Desde la antigüedad se ha aprovechado el fruto de las gramíneas durante más de 10 mil años [1].

En esta investigación se estudiará el proceso de fabricación de los cereales, un alimento que es muy nutritivo y que comúnmente se consume en el desayuno ya que resulta bueno para la digestión, contiene un sabor agradable gracias a la materia prima que se requiere para su producción.

Para poder conocer cómo se fabrica este producto, nos enfocaremos en cada uno de los procesos industriales que se realizan para poder llevar a cabo la producción del cereal, es muy importante reconocer la labor que realizan estas personas encargadas de ejecutar dicho proceso, ya que requiere esfuerzo y dedicación para dar al cliente un producto de calidad hecho naturalmente a base de semillas [2].

Si bien cada tipo de cereal requiere de un tratamiento específico, hay algunos principios de carácter general que pueden ser aplicados. Así los cereales pasan por distintas etapas en una gran, y a veces compleja, cadena que se inicia en la cosecha y termina en el consumo, esto se visualiza mejor en el diagrama de flujo en la figura 1.0

En la actualidad existen cuatro tipos de cereales para el desayuno que son los que más se consumen en el mundo en diferentes productos, estos cereales son producidos en grandes cantidades y la base de los cereales para el desayuno son los siguientes:



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

E-mail: Ecosur@gopsapp.com



Maíz, el cereal con mayor volumen a nivel mundial superando al trigo y al arroz, nos aporta menos azúcar y más proteínas y fibra, convirtiéndose en uno de los cereales con mejor mensaje nutricional. También aptos para personas celiacas.

Arroz, un cereal de alimento básico en muchas culturas como la oriental, nos proporciona el aporte calórico que nuestra dieta necesita. Es un gran cereal para el desayuno sobre todo en personas intolerantes al gluten.

Trigo, esta planta gramínea se cultiva en todo el mundo y ocupa el tercer puesto en la producción mundial, es el más consumido en la población occidental desde la antigüedad. Contiene hidratos de carbono, bajo contenido en proteínas y ácidos grasos esenciales junto con vitaminas y minerales.

Avena, nos viene del antiguo Egipto donde ya se utilizaba como alimento al igual que su prima la Cebada. Es una planta rica en proteínas, grasas vegetales, vitaminas y minerales [3].

El aporte de carbohidratos almidonados sin fibra hace que este alimento tenga una carga glucémica alta, aumentando rápidamente la glucosa en sangre y, por lo tanto, la insulina. Elevar demasiado la glucosa sanguínea de manera frecuente y sin que el cuerpo necesite esa energía, facilita el almacenamiento de grasa corporal, además de otros problemas metabólicos. Si a esto se le suma el aporte de azúcares en los copos azucarados, proveemos muchas más condiciones para este impacto hormonal negativo. En cuanto al gluten, si bien el maíz no lo contiene, al ser un producto procesado puede estar contaminado o contener otro ingrediente con gluten. Por lo tanto, a menos que indique en el empaquetado que es libre de gluten, no se aconseja el consumo en personas celíacas [4].

Para el diseño de la programación, se utiliza el software Tia Portal, un entorno de ingeniería de software desarrollado por Siemens. Este portal se utiliza para configurar, programar, diagnosticar y mantener sistemas de automatización industrial. TIA Portal es especialmente relevante para la programación de sistemas de control basados en los controladores lógicos programables (PLC) de Siemens [5].



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

E-mail: Ecosur@gopsapp.com



Materiales y métodos

Para conocer de mejor manera el proceso industrial a llevar a cabo, se presenta el siguiente diagrama de flujo (reducido) el cual me indica todos los procesos para la fabricación de cereal a base de maíz.

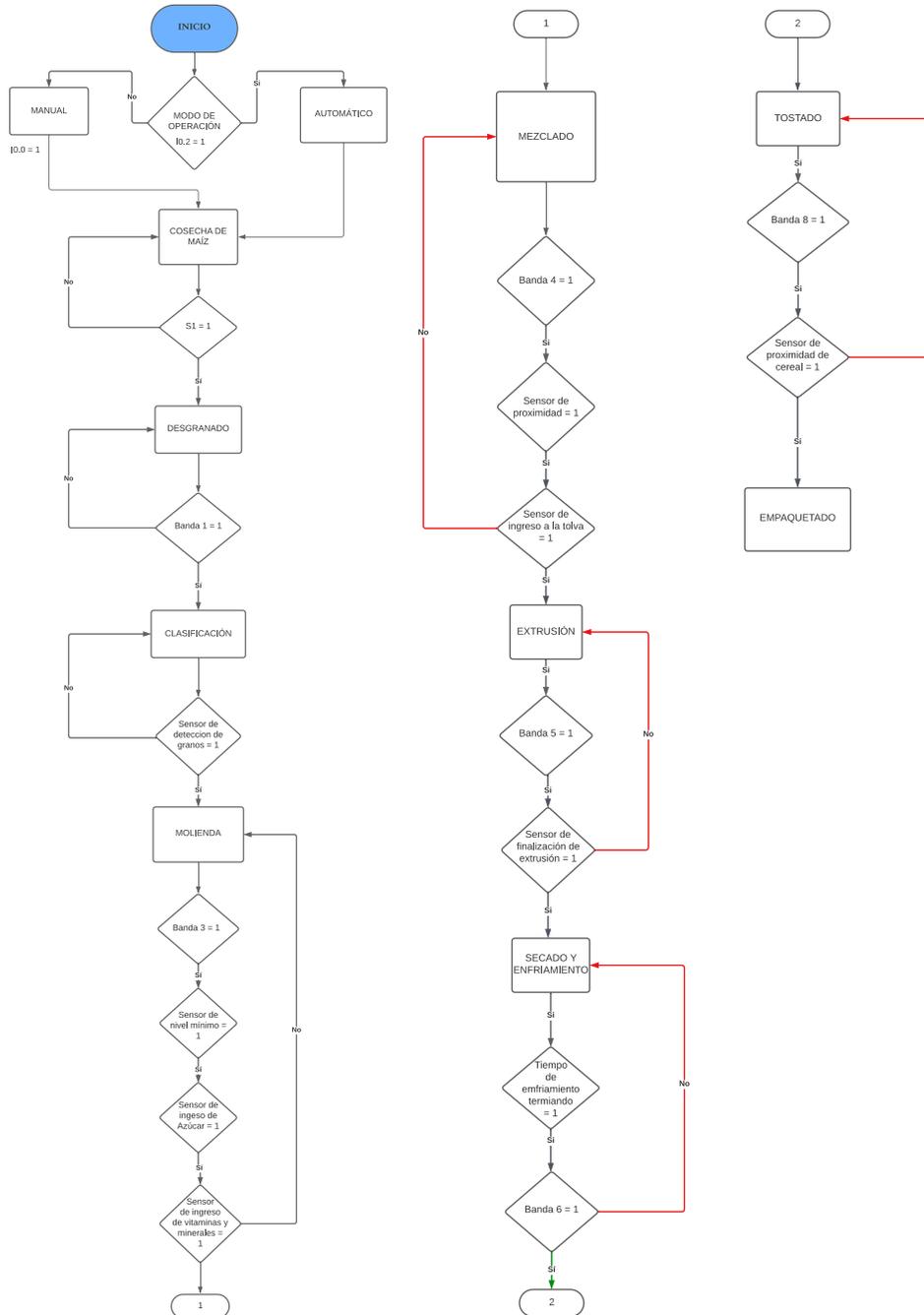


Figura 1.0 Diagrama de flujo del proceso industrial. (resumen)





1. Cosecha y limpieza

Se debe recolectar la materia prima necesaria de acuerdo con el producto que queramos elaborar, en este caso tomaremos como ejemplo el maíz. Durante la cosecha el maíz maduro se recolecta con cosechadores o a mano, después de la cosecha los tallos y las hojas se separan de los granos para producir un producto más puro. La limpieza de igual manera se puede realizar a mano utilizando cribas o tamices para separar los residuos de los granos de maíz.

Se debe realizar una buena limpieza para evitar la presencia de impurezas en el producto final, como tierra, hojas y ramas.

2. Desgranado

Luego que se haya realizado la limpieza, los granos de maíz se desgranar para separar los tallos y liberar los granos individuales, este proceso se puede realizar con un desgranador manual o con una máquina desgranadora mecánica. La máquina utiliza rodillos que giran para separar los tallos y liberar los granos.

3. Selección de granos

Es muy importante esta etapa de la selección para poder garantizar que se encuentren en buen estado, de alta calidad y sobre todo sean aptos para el producto, los granos se pueden seleccionar manualmente o con ayuda de máquinas especializadas para separar los granos dañados, las impurezas y las semillas que no estén calificadas para el consumo.

4. Clasificación

Los granos de maíz se clasifican de acuerdo con su tamaño, forma y color para garantizar una calidad uniforme en el producto final. Esta clasificación se realiza en máquinas o a mano, y los granos que no cumplan con los estándares de calidad se descartan.

5. Tratamiento

Antes de la molienda los granos de maíz pueden someterse a un proceso de tratamiento para mejorar su sabor, textura y apariencia, por ejemplo, se pueden aplicar soluciones de cloro para blanquear los granos y mejorar su color, o se pueden añadir ingredientes para mejorar su sabor.

6. Molienda

Es la etapa donde los granos de maíz se convierten en harina de maíz, la molienda se realiza en molinos especializados que pueden ser de piedra o de metal. En los molinos de piedra los granos de maíz se muelen entre dos piedras, mientras que en los de metal, los granos se muelen con un sistema de rodillos. La harina de maíz resultante se utiliza para producir otros productos como maíz en polvo o maíz inflado.

7. Mezclado

La harina de maíz se mezcla con otros ingredientes, como azúcar, sal, vitaminas y minerales para producir la mezcla para cereales, la mezcla se realiza en gran cantidad en un tazón mezclador que es una máquina que agita los ingredientes para producir una mezcla uniforme. La cantidad y el tipo de ingredientes que se mezclen depende del tipo de cereal que se desee producir.

8. Extrusión

La mezcla se coloca en un extrusor que es una máquina que aplica presión y calor para convertir la mezcla





en un producto moldeado, durante la extrusión se agrega aire a la mezcla para producir un producto inflado. La presión y el calor también ayudan a cocinar y dar forma a la mezcla produciendo un producto uniforme y estable.

9. Secado

Después de la extrusión los cereales de maíz inflados se secan para reducir su contenido de humedad y preservar su frescura, el secado se realiza en un horno de secado que utiliza aire caliente para evaporar la humedad.

10. Enfriamiento

Después del secado, los cereales de maíz se enfrían para detener el proceso de cocción y preservar su textura y sabor, el enfriamiento se realiza en una cámara de enfriamiento que utiliza aire frío para reducir la temperatura de los cereales de maíz.

11. Tostado

Los cereales pueden ser tostados para mejorar su sabor y apariencia, esto se realiza en un horno de tostado donde los cereales se exponen a una fuente de calor para dorarlos y para caramelizar los azúcares.

12. Embalaje

Finalmente, los cereales de maíz se embalan para su venta y distribución, el embalaje se realiza en una máquina que coloca los cereales en bolsas o cajas y las sella para su transporte y almacenamiento. Es importante asegurarse que los cereales de maíz estén completamente secos antes de embalarlos para evitar la formación de moho u otros problemas de calidad.

En la etapa del desgranado, se mencionó que se podría realizar de manera manual o con una máquina desgranadora mecánica [6]. En la siguiente imagen se muestra la ilustración de una desgranadora la cual cuenta con las siguientes características:

- Polea de 360mm con triple canal.
- Polea motriz 120 mm con triple canal.
- Tambor.
- Estructura (L 50x50x4 mm).
- Motor 3 hp con 1150 rpm red trifásica.
- Funciona con combustión interna con gasolina o Diesel.



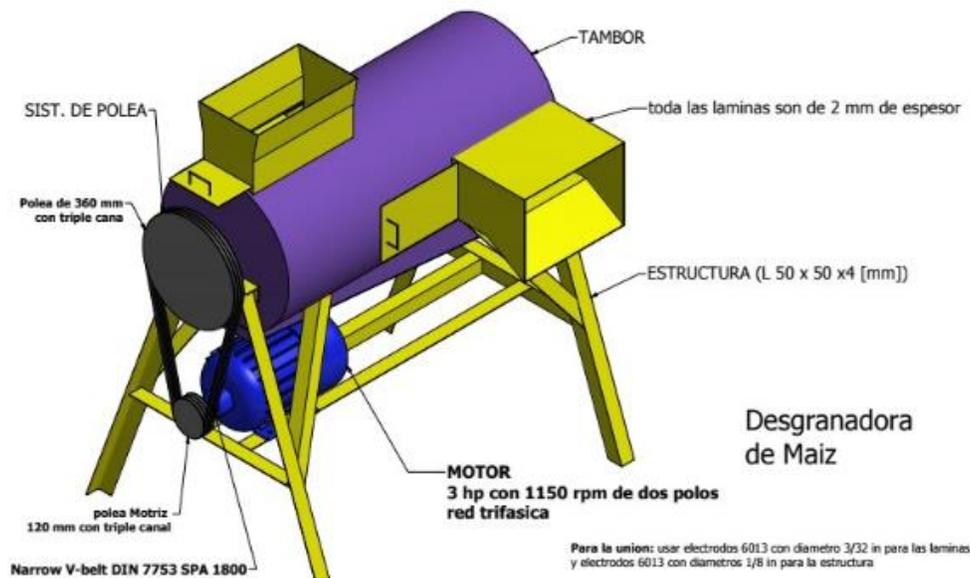


Figura 1.1 Máquina desgranadora mecánica.

Para la clasificación se puede emplear el uso de una máquina de clasificación de acuerdo con el color, tamaño, forma [7].

- Material de acero.
- Voltaje 220 v
- Numero de modelo 6SXZ-68
- Potencia de 1.3 KW
- Peso de 1100 kg



Figura 1.2 Máquina separadora de maíz.





En la etapa de molienda se utiliza una máquina cuyo objetivo es convertir los granos de maíz en harina de maíz, es decir que los granos de maíz se trituran para poder convertirla en harina [8]. La máquina que se usará consta de las siguientes características:

- Modelo FSJP.
- Velocidad del rotor de 762 rpm.
- Potencia de 11 kW.
- Dimensiones de 1536 m de largo, 806 m de ancho x 909 m de alto



Figura 1.3 Máquina de molienda.

En la mezcla, se agrega los diferentes tipos de ingredientes necesarios para tener una buena mezcla de harina de maíz, donde se puede agregar azúcar, sales, vitaminas y minerales [9].

- Potencia de 3.0 kW
- Voltaje de 220 v – 380 v



Figura 1.4 Tazón mezclador





La máquina extractadora es la encargada de aplicar calor y presión para poder obtener como resultado un producto moldeado [10].

- Potencia del motor principal (kw) 55/75/90
- Voltaje de 220 v
- Material de acero.



Figura 1.5. Máquina extractadora

Un horno para laboratorio es aquella cámara o cavidad donde se utiliza una temperatura mayor al ambiente con el fin de retirar la humedad de un producto [11].

- Potencia de 500 w
- Capacidad 24 It
- Dimensiones exteriores: 590 mm ancho x 450 mm largo x 450mm altura.



Figura 1.6 Horno de secado





Para la programación en Ladder del proceso automatizado se utilizaron los siguientes elementos:

- Un controlador lógico programable (PLC), que es el dispositivo que se utiliza para ejecutar el programa. El PLC recibe señales de entrada de sensores y otros dispositivos, procesa la información según la lógica programada y emite señales de salida para controlar motores, válvulas y otros actuadores [12].

Un software de programación de PLC, que es la herramienta que se utiliza para crear el programa. es un entorno de ingeniería de software desarrollado por Siemens para la configuración, programación, supervisión y mantenimiento de sistemas de automatización industrial. Este portal es especialmente utilizado en combinación con los controladores lógicos programables (PLC) de Siemens y otros dispositivos de automatización [13].



Figura 1.7. PLC siemens s7-1200

Simulador de PLC, que es una herramienta que se utiliza para probar el programa antes de implementarlo en un PLC real [14].

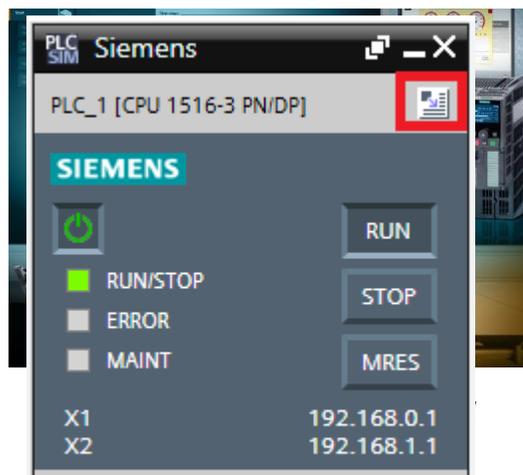


Figura 1.9 PLC sim para realizar simulación





- Interruptores de palanca para poder utilizar las entradas digitales del PLC, estos interruptores funcionan con valores de 0 y 1 respectivamente [15].



Figura 2.0 Interruptores de palanca

- Luces piloto para poder visualizar la activación de las bobinas que se utiliza en el Tia Portal. Las luces piloto son pequeñas luces indicadoras que se utilizan comúnmente en una variedad de dispositivos y equipos para señalar el estado o la operación de un sistema. Estas luces suelen ser de baja potencia y están diseñadas para indicar de manera clara y visible ciertos estados o condiciones específicas [16].



Figura 2.1 Luces piloto





Resultados y discusión

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la programación de la elaboración del proceso de automatización industrial para la producción de cereal.

En la figura 2.2 se muestra la tabla para realizar la respectiva simulación ya sea modo manual que se activa mediante la dirección I0.0, o modo automático con la dirección I0.2. Cabe recalcar que este es un proceso continuo por lo que se recomienda activarlo de manera automática.

Name	Address	Display format	Monitor/Modify value	Bits	Consistent modify	Comment
*Automático ...	%I0.2:P	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
Manual ON:P	%I0.0:P	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
*Activador para c...	%I0.3:P	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
Paro:P	%I0.1:P	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
*Activador de m...	%I0.4:P	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
*Activador de m...	%I0.5:P	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
*Activador extrus...	%I0.6:P	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
*Activador horno...	%I0.7:P	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
*Activador horno...	%I1.1:P	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
*Activador de e...	%I1.2:P	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	

Figura 2.2 Tabla de PLC SIM para simulación

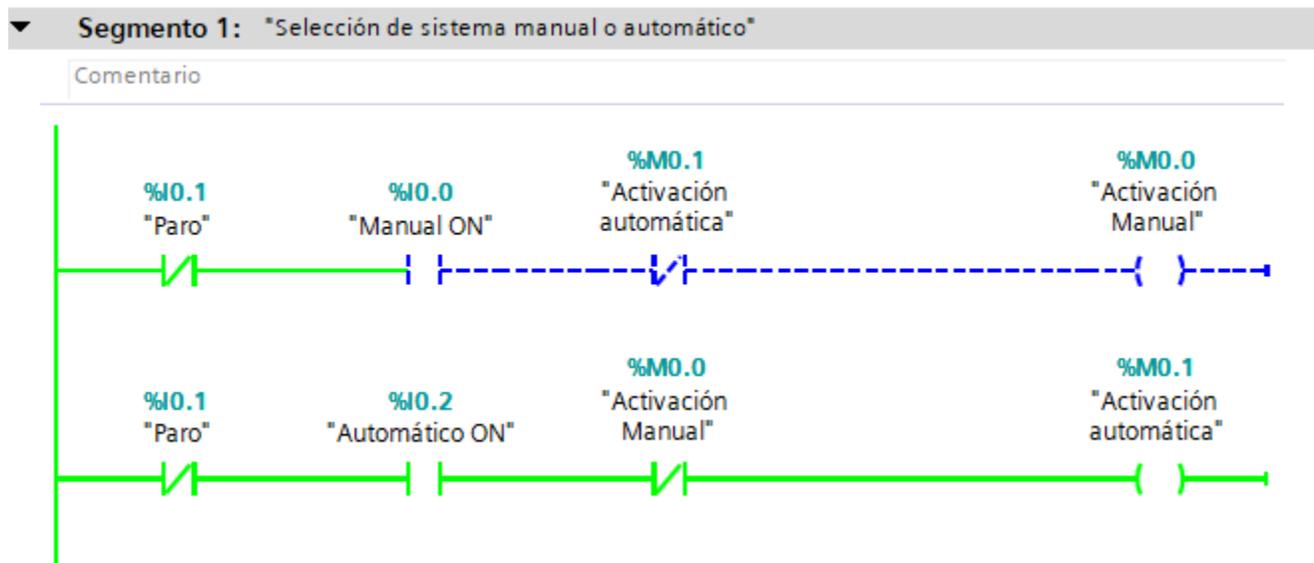


Figura 2.3 Activación automática





Como se observa, al seleccionar el modo automático por medio de la dirección I0.2, se energiza el sistema y solo se activa la bobina M0.1 que indica la activación automática, mientras la bobina M0.0 permanece apagada.

En los siguientes segmentos del Tia Portal se puede visualizar la activación del sistema automático que se ha seleccionado anteriormente, dentro del mismo se encuentra toda la programación por segmentos especificando cada uno de los procesos de manera automática que se ha realizado.

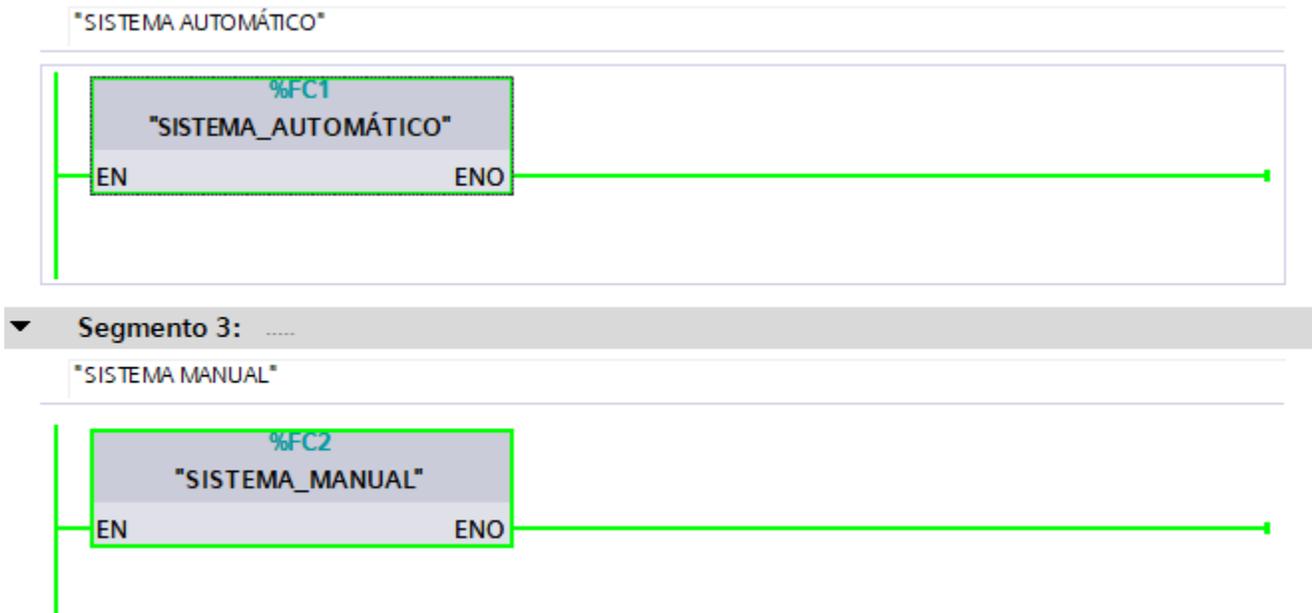


Figura 2.4 Activación de función de Sistema automático

Conclusiones

- Se concluye que la elaboración del proceso de automatización industrial para la elaboración de cereal por medio de programación en el lenguaje Ladder funciona de manera correcta ya sea de manera manual o automática.
- Este proceso industrial funciona de manera continua por lo que para activar un proceso requiere haber terminado el proceso anterior, todo esto se toma en cuenta por medio de sensores y actuadores usados en la programación.
- El software Tia portal es un programa completo en el cual se puede usar variedades de funciones para fortalecer la lógica de programación que se requiere emplear.
- Se recomienda usar un simulador antes de cargar el programa a un PLC físico ya que puede ocasionar problemas, usando el PLC SIM se puede comprobar el funcionamiento de la programación por medio de una tabla en la que se puede forzar las entradas deseadas.





Referencias

- [1] «r49_07_CerealesDesayuno.pdf». Accedido: 29 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/revista/ediciones/49/productos/r49_07_CerealesDesayuno.pdf
- [2] «Producción y Procesamiento de Cereales para el Desayuno - Transportadores Cablevey». Accedido: 29 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://cablevey.com/es/una-guia-sobre-la-produccion-y-procesamiento-de-cereales-para-el-desayuno/>
- [3] «Cómo se Elaboran los Cereales para el Desayuno paso a Paso», Cereal Square. Accedido: 29 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://comprarcereales.com/blog/curiosidades/como-se-elaboran-los-cereales-para-el-desayuno>
- [4] «Información Nutricional: Copos de maíz | FIIT | Experiencia Fitness | Nutrición + Entrenamiento». Accedido: 29 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.nutricionyentrenamiento.fit/alimento-fiit/131-cereales/>
- [5] «TIA Portal», Siemens Argentina. Accedido: 29 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.siemens.com/ar/es/productos/automatizacion/software-industrial/tia-portal.html>
- [6] E. Lozano Ordóñez, «Anteproyecto de una planta de elaboración de cereales extrusionados para desayuno con una capacidad de 300 kg/h en Milagros (Burgos)». Accedido: 29 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://oa.upm.es/70159/>
- [7] R. J. Melgarejo Sandoval, «Automatizado del proceso de producción de cerveza artesanal utilizando parámetros de temperatura y volumen mediante PLC Siemens S7- 1200 con monitoreo y control por HMI», *Univ. Ricardo Palma*, 2021, Accedido: 29 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/4912>
- [8] «72430508.pdf». Accedido: 29 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/724/72430508.pdf>
- [9] W. A. Salas Choque, «Aplicación del sistema HACCP en el proceso de elaboración de alimentos de reconstitución instantánea a base de cereales extruados», *Repos. Tesis - UNMSM*, 2003, Accedido: 29 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/12795>
- [10] W. A. Salas Choque, «Aplicación del sistema HACCP en el proceso de elaboración de alimentos de reconstitución instantánea a base de cereales extruados», *Repos. Tesis - UNMSM*, 2003, Accedido: 29 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/12795>
- [11] L. Sema-Cock, J. E. Angulo-López, y A. A. Ayala-Aponte, «Barras de Cereal como Matriz Sólida para la Incorporación de Microorganismos Probióticos», *Inf. Tecnológica*, vol. 26, n.º 2, pp. 29-40, 2015, doi: 10.4067/S0718-07642015000200005.
- [12] W. M. Marca Lima y S. L. Mamani Guarachi, «Creación de una empresa dedicada a la elaboración de cereal a base de amaranto en el Municipio de Patacamaya», 2017, Accedido: 29 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/23777>
- [13] E. S. Campos Tafur y J. J. Segura Cruz, «Diseño de una máquina ensacadora automatizada para reducir el tiempo de ensacado de arroz pilado del Molino Latino S.A.C.», *Repos. Inst. - UCV*, 2022, Accedido: 29 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/123996>





- [14] M. J. Olivarez Alajo y C. E. Vizúete Ajila, «Estudio de la Metodología para la Elaboración de Cereales Expandidos con Cubierta Dulce (Honey Pop’s).», bachelorThesis, Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), 2018. Accedido: 29 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://localhost/handle/27000/6373>
- [15] A. M. Cabay Rodríguez, «Plan de negocios para la producción de un cereal a base de quinua con miel», bachelorThesis, Quito: Universidad de las Américas, 2016, 2016. Accedido: 29 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/5633>
- [16] D. R. Sánchez Carrera y D. R. Gusqui Lamiña, «Implementación de un sistema de control automático y monitoreo, usando un controlador y una interfaz de usuario para la molienda y mezclado de alimentos balanceados de la Avícola la Morenita.», bachelorThesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2017. Accedido: 29 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/8862>

