



Diseño de una solución semiautomática en el proceso de producción del pan de arroz

John Fredy Méndez González

Hernán Camilo Medina Escobar

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Villavicencio, Colombia
2020

Diseño de una solución semiautomática en el proceso de producción del pan de arroz

John Fredy Méndez González

Hernán Camilo Medina Escobar

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Electromecánico

Director (a):

MSc. José Alexander Cucaita Gómez

Línea de Investigación:

Automatización.

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Villavicencio, Colombia

2020

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Dedico este proyecto a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, dándome fortaleza y a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han dado bienestar siendo mi apoyo en todo momento.

John Fredy Méndez González

Este proyecto está dedicada a mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Su fortaleza insaciable ha hecho de ellos un gran ejemplo a seguir.

Hernán Camilo Medina Escobar

Agradecimientos

Este proyecto es resultado del esfuerzo conjunto de los que formamos el grupo de trabajo. Por esto agradecemos a nuestro director, MSc. Alexander Cucaita Gómez y a nuestros compañeros de Universidad, quienes a lo largo de estos semestres nos han apoyado con su energía, conocimiento y experiencias.

A nuestros padres y amigos a quienes a lo largo de esta etapa nos han apoyado y motivado en nuestra formación académica, no dudaron de nuestras habilidades. .

Resumen

Se presenta el contexto regional del snack de arroz, como patrimonio cultural del departamento del Meta. Posteriormente, se describe el proceso artesanal y los subprocesos necesarios para su fabricación, y partir de lo anterior, se analizan e identifican los subprocesos susceptibles a convertirse en procesos automatizados.

Una vez identificado el subproceso a automatizar, se planteará el diseño de una solución semiautomática, que; favorezca un aumento en los niveles de producción minimizando el tiempo requerido en la fabricación por lote de snack de arroz, y asimismo, de los tiempos muertos de operación.

Palabras clave:

Snack, pan, amasadora, gastronomía.

Abstract

The regional context of the rice snack is presented, as a cultural heritage of the Meta department. Subsequently, describe the artisan process and the threads necessary for its manufacture, and from the previous one, analyze and identify the threads that are susceptible to conversion into automated processes.

Once the sub process to be automated has been identified, the design of a semi-automatic solution will be considered, which; encourage an increase in production levels by minimizing the time required in the batch production of rice snacks, and adding, the dead times of operation.

Keywords:

Snack, bread, kneader, gastronomy.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras	XIII
Lista de tablas	XV
Lista de símbolos y abreviaturas	XVI
Introducción	
1. “PAN DE ARROZ”, PATRIMONIO CULTURAL.....	3
1.1. Impacto económico en la región	4
1.2. Preparación	4
1.2.1. Forma artesanal	4
1.2.2. Fabricación Industrial.....	7
2. MÁQUINAS UTILIZADAS EN LA FABRICACIÓN DEL SNACK	10
2.1. Dosificación	10
2.2. Mezcladora.....	13
2.3. Empacadoras.....	13
2.3.1. Tipos de empaquetadoras	14
2.3.2. Controles de empaquetadoras	15

2.4.	Selladoras.....	16
3.	SINOPSIS DE LOS ELEMENTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN	18
3.1.	Elementos de potencia	18
3.2.	Elementos de protección	21
3.3.	Elementos de control.....	23
3.3.1.	PLC s7 1200.....	23
3.3.2.	Características de la CPU	24
3.3.3.	Comunicación PROFINET	25
3.3.4.	Interfaz HMI KTP-700.....	28
3.3.5.	Lenguajes de programación.....	28
4.	DESARROLLO DEL PROYECTO	32
4.1.	Descripción del proceso	33
4.2.	Elementos	35
4.3.	Programación	35
4.3.1.	Tabla de variables: entradas salidas y marcas	36
4.3.2.	Bloques de potencia y control	37
4.3.3.	Interfaz de usuario (HMI).....	39
4.4.	Simulaciones	40
4.5.	Materiales necesarios para implementación	42
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
5.1.	Conclusiones.....	43
5.2.	Recomendaciones.....	43

Lista de figuras

	Pág.
FIGURA 1. LA PANIFICADORA LOS TRIGOS	5
FIGURA 2. PREPARACIÓN ARTESANAL.....	6
FIGURA 3. FÁBRICAS EN RESTREPO	6
FIGURA 4. MAQUINAS DOSIFICADORAS	11
FIGURA 5. EMPAQUE CONVENCIONAL DE PAN DE ARROZ.....	14
FIGURA 6. SELLADORA DE PEDAL	16
FIGURA 7. BANDA TRANSPORTADORA INCLINADA.	18
FIGURA 8. MOTOR ELÉCTRICO.....	19
FIGURA 9. COMPUERTA DESLIZANTE	19
FIGURA 10. PULSADOR E INDICADOR.....	20
FIGURA 11. GABINETE DE CONTROL.....	21
FIGURA 12. GUARDA MOTOR	22
FIGURA 13. BREAKER DE 3 HILOS	22
FIGURA 14. DISTRIBUCIÓN DEL PLC S7-1200.....	24
FIGURA 15. CONEXIÓN DE MÚLTIPLES MÓDULOS SIEMENS A TRAVÉS DE PROFINET	26
FIGURA 16. COMUNICACIÓN PROFINET DIRECTA Y DE RED.....	27
FIGURA 17. PANTALLA TÁCTIL KTP-700	28
FIGURA 18. CLASIFICACIÓN DE LOS LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.....	29
FIGURA 19. ENTORNO DE TRABAJO TIA PORTAL V14.....	30
FIGURA 20. DIAGRAMA DEL PROCESO.	34
FIGURA 21. TABLA DE VARIABLES DE PROCESO	36
FIGURA 22. PROGRAMA PRINCIPAL.....	37
FIGURA 23. BLOQUE DE CONTROL (FC2)	38
FIGURA 24. BLOQUE DE POTENCIA (FC1)	38
FIGURA 25. INTERFAZ HMI.....	39

FIGURA 26. CIRCUITO NEUMÁTICO DE LA COMPUERTA DESLIZANTE.....	40
FIGURA 27. MÓDULO DE ENTRADA Y SALIDAS DEL PLC.....	41

Lista de tablas

	Pág.
TABLA 1. TIPOS DE DOSIFICADORAS.....	12
TABLA 2. CARACTERÍSTICAS DE CPU.....	25
TABLA 3. LISTA DE LOS ELEMENTOS NECESARIOS.....	42

Lista de Símbolos y abreviaturas

Superíndices

Superíndice	Término
N	Exponente, potencia
μ S	Micro segundos

Abreviaturas

Abreviatura	Término
1.LT	Primera ley de la termodinámica
DF	Dimension fundamental
RFF	Racimos de fruta fresca

Introducción

Desde finales del siglo XX la automatización de los procesos le ha permitido al ser humano delegar trabajos repetitivos, generadores de algún grado de riesgo o monótonos a las máquinas industriales en las fábricas y centros de producción, eliminando el error humano, y con diversos tipos de mecanismos. La automatización constituye uno de los factores de aumento de la productividad, de la misma manera influye en la mejora de la calidad y perfección en las condiciones de trabajo del personal, incrementando su seguridad(Ortiz, 2014).

La implantación de sistemas neumáticos son claves para mejorar el control de procesos y en la eficiencia de trabajo, mejorando cada vez más la rentabilidad y producción del mismo. Los sistemas neumáticos se consideran como una de las soluciones más sencillas, rentables y con mayor futuro de aplicación en la industria (Centeno & Jiménez, 2010).

En los llanos orientales, es muy conocido que la economía se basa en la agricultura y la ganadería, pero también el sector del turístico y gastronómico han tomado una gran importancia, más aún en los municipios que conforman las tres principales rutas turísticas, las cuales son: el Piedemonte Llanero, Amanecer Llanero y Embrujo Llanero, todas iniciando en la ciudad de Villavicencio la capital del departamento del Meta.

El departamento del Meta ocupa el primer puesto en la producción de arroz a nivel nacional, además de esto también produce cuajada y leche natural libre de químicos, los cuales son ingredientes esenciales en la elaboración del pan de arroz, esto hace que el producto sea diferente y exclusivo pues su forma de fabricación mayormente es artesanal. Teniendo en cuenta estas fortalezas, se hace necesario que los fabricantes del snack de arroz contemplen la modernización e industrialización en sus procesos.

El estudio (Ruiz, Aullón, Alvarado, Guevara, & Rubio, 2016) concluyó que las empresas dedicadas a la producción de pan de arroz en el departamento del Meta presentan niveles bajos de innovación, lo que impide su expansión en el mercado. Sin embargo, existe un clúster empresarial que se ha dedicado a liderar un proceso para maximizar sus competencias aprovechando las oportunidades que el sector ofrece en la realización de alianzas para mayor participación y crecimiento en la región. Además, sugiere que se tenga en cuenta la posibilidad de incrementar la capacidad de las instalaciones para comercializar sus productos a diferentes ciudades del país, lo cual generaría así un crecimiento laboral para los habitantes de los municipios de Villavicencio y Restrepo del departamento del Meta.

Objetivo general

Diseñar una solución semiautomática para el proceso de producción del snack de arroz.

Objetivos específicos

- Identificar un subproceso sensible a ser automatizado o semi-automatizado en la producción del snack de arroz.
- Diseñar una propuesta de control semiautomático empleando un controlador lógico programable (o de sus siglas en inglés programming logic control PLC)
- Diseñar el circuito electro-neumático

1. “Pan de arroz”, patrimonio cultural

El pan arroz, es un alimento típico de los llanos orientales, que consiste en harina de arroz con la cuajada fresca obtenida de los ordeños, que, mezclados con margarina, sal y azúcar forman una masa homogénea. Con esta masa se aplican procesos de cocción en el horno para obtener un pan de consistencia blanca y tostada. (Alvarez Bayona, 2010)

Municipios del departamento del Meta incluyendo la capital Villavicencio, se identifican por elementos como la explotación agrícola y ganadera, pero el pan de arroz ha cubierto un gran espacio dentro de la identidad local, más aún en el municipio de Restrepo donde este snack ha generado una economía local que se impone desde hace más de veinte años (Ruiz et al., 2016). Sin embargo, el municipio de San Martín de los Llanos no se queda atrás, tiene como pioneros la familia Trigos, quienes producen desde mediados del siglo pasado y continúan el estilo de producción en hornos artesanales.

Según, la Red Clúster Colombia (2013), en el departamento del Meta se encuentra la ruta competitiva del snack del pan de arroz, la cual está conformada por empresarios de los municipios de San Martín, Restrepo y Villavicencio, los cuales desde hace 12 años han venido evolucionando en la gestión de los procesos de producción, dejando atrás la elaboración artesanal e implementando así, tecnología la cual les permita disminuir sus costos y maximizar su producción. Este producto posee un liderazgo a nivel local, pero se pretende expandir su comercialización a diferentes ciudades del país, partiendo de que los principales canales de distribución son las tiendas de barrio, los almacenes de cadena y las fábricas.

1.1. Impacto económico en la región

En (Ruiz et al., 2016) se estudió la competitividad e innovación de tres empresas de pan de arroz de la región ubicadas en los municipios de Villavicencio y Restrepo. Las dimensiones organizacionales que se estudiaron fueron: planeación estratégica, competencias medulares, efectividad de Innovación y Desarrollo (I + D), toma de decisiones, enfoque en el cliente, redes de cooperación y cultura corporativa en términos de innovación, con el fin de realizar recomendaciones que puedan incidir en la competitividad e innovación del Sector.

El ingeniero industrial (Alvarez Bayona, 2010), argumenta en su investigación sobre la comercialización del pan de arroz que la innovación del diseño del empaque mejoraría la aceptación del mismo en otras ciudades como por ejemplo Bogotá, influyendo en una mejoría en el ámbito económico.

La Cámara de Comercio de Villavicencio indicó que la producción de pan de arroz le aporta al departamento 7.526 millones de pesos cada año. Dato pujante, el cual fue utilizado entre otros por los comercializadores del snack para proponer al Consejo Departamental de Patrimonio Cultural del Meta que incluyera la práctica culinaria a la lista de bienes inmateriales, hito que le realizó el 29 de noviembre de 2016 con la ordenanza 924 de 2016.

1.2. Preparación

A continuación, se describe el proceso de producción artesanal para la fabricación del pan de arroz o también llamado snack de arroz que realiza la empresa El Gaván .

1.2.1. Forma artesanal

La Panificadora Los Trigos (Figura 1) en San Martín de los Llanos Meta, se considera la fábrica artesanal de pan de arroz más antigua del país, ya que los dueños fundadores

hicieron parte de los primeros habitantes del municipio. Ahora sus descendientes siguen la tradición, posicionando la empresa como icónica en el municipio.

Figura 1. La Panificadora Los Trigos



Fuente: (Alvarez Bayona, 2010)

El pan de arroz se ha preparado tradicionalmente de manera manual, antes de que se tuviera la idea de una actividad comercial con este producto, se hacía con el objetivo de suplir el autoconsumo en los hogares llaneros, como se puede observar en la Figura 2, de manera casi simultánea las familias vecinas comenzaron a realizar trueques para obtener otros comestibles como yuca y plátano (Flores García, Quezada Quezada, Bautista Mejía, & Calderón Medina, 2019).

Con el paso de los años se comienzan a dar forma a las primeras empresas, sin cambiar la forma manual en la producción, empleando siempre personal en los amasijos y en los empaquetamientos que estiba y guarda el producto en bolsas plásticas con cantidades determinadas, lo que implicaba una producción considerablemente lenta y de calidad cuestionable (Huerta, Torres, & Bautista, 2017).

Figura 2. Preparación artesanal



Fuente: Los autores.

El municipio de Restrepo también es reconocido por ser cuna de la fabricación tradicional de pan de arroz, el cual ha logrado ser referenciado por turistas como el principal productor y vendedor con sus diversas empresas, en la imagen 3 se evidencia parte del proceso y la presentación final que ofrece una de aquellas empresas.

Figura 3. Fábricas en Restrepo



Fuente: (Alvarez Bayona, 2010)

1.2.2. Fabricación Industrial

La industria de la panadería posee gran variedad de soluciones con elementos diversos y especializados, que resultan demasiado estrictos de implementar para los pequeños productores y en ocasiones inalcanzables debido a sus costos. Es por eso que no todas las fábricas logran adoptar las técnicas adecuadas que integren sus procesos, aseguren el control y su buen funcionamiento, para reducir los costos de fabricación, proporcionar una calidad constante de sus productos y brindar seguridad a los trabajadores, por lo tanto, están inmersos en distintos problemas relacionados a su producción, entre ellos están el control de flujo de sus insumos y los tiempos de preparación de los amasijos.

Para abordar la industrialización del proceso de el pan de arroz se toma de ejemplo la empresa Comestibles El Gaván, que lleva más de 26 años en esta industria y comparte con el público su manera de preparación del pan de arroz, resumidos en los siguientes pasos: <tomado de: <https://www.elgavan.com/menu>>

1. El proceso comienza con la **recepción de las materias primas**, que deben ser de excelente calidad y que son seleccionadas por nuestro personal que inspecciona sus características para garantizar que cumplan con los requisitos que exige nuestra receta.
2. Posteriormente se pesan, alistan (primero se remoja el arroz y luego se muele) y **mezclan los ingredientes** a mano, para ser pasados al molino que los convierte en una masa blanca moldeable.
3. Cerca de 10 manos expertas trabajan en el proceso de **convertir la masa en rosquitas de tamaños exactos** que colocan sobre bandejas para hornear.
4. El siguiente paso es **hornear** las rosquitas. Primero se sancocha para que queden blanditos y luego durante algunos minutos hasta que tengan el punto de crocancia perfecta, que solo nuestras hábiles trabajadoras saben identificar.
5. Finalmente, y con mucho cuidado para evitar quebrarlas, las rosquitas son **empacadas** por una maquina empacadora automática, que **pesa** y **sella** cada paquete con la medida perfecta de Pan de Arroz.

- **Pasos para la fabricación:**

Para reconocer los subprocesos descritos anteriormente, se realizó una encuesta (ver anexo A) con la que se desglosaron las actividades relacionadas:

1. Recepción de materias primas:

- 1.1. Arroz: es necesario pesarlo y remojarlo con mínimo 6 horas de anticipación.
- 1.2. Cuajada: es necesario pesarla y refrigerarla.
- 1.3. Mantequilla: es necesario pesarla y refrigerarla.
- 1.4. Otros: sal, levadura.

2. Preparación de la masa:

- 2.1. El arroz tiene que ser escurrido.
- 2.2. La cuajada partida en porciones medianas
- 2.3. El arroz se une con la cuajada y se llevan al molino con los demás ingredientes.
- 2.4. Molienda: a pedal o motor industrial.
- 2.5. Amasar hasta conseguir una mezcla homogénea.

3. Extrusión y formado.

- 3.1. Sacar tiras de masa con una longitud determinada
- 3.2. Darles a las tiras de masa una forma de circunferencia en las latas de horneado, llenándolas en su totalidad.

4. Hornear

- 4.1. Hornear a una temperatura media por un tiempo prolongado para obtener un pan blandito.
- 4.2. Hornear hasta obtener color dorado y crocante.

5. Empaquetado

- 5.1. El pan se retira de los hornos y se enfría en las latas.
- 5.2. El pan se empaca por peso
- 5.3. Se sellan los empaques.

Del proceso descrito anteriormente, se establecen los subprocesos de: dosificación, mezcla, formado, empaquetado y sellado, con el fin de definir soluciones escalables y adecuadas para cada proceso.

De la encuesta realizada, se pudo identificar principalmente la operación manual en el proceso de producción, entre otras características, se identifican procesos que requieren que distan en tiempo mayores que o iguales a 6 con relación a los demás. Resalta que la operación de molienda a pedal disminuye la cantidad de producción y que es necesario tener más de dos operarios para desarrollar cualquier actividad.

2. Máquinas utilizadas en la fabricación del snack

Según (Flores García et al., 2019) los sistemas controlados automáticamente dentro de algún proceso industrial, constituyen una mejora en la cadena de producción, puesto que el uso de sistemas automatizados no es en sí un lujo, sino una necesidad.

Como se ha mencionado anteriormente, la producción del snack se puede dividir en subprocesos de; dosificación, mezcla, formado, empaquetado y sellado, los cuales se abordarán en este capítulo.

2.1. Dosificación

La función del dosificador es fraccionar de forma precisa y autónoma el producto en cantidades requeridas, en nuestro caso es el arroz y la cuajada los ingredientes más significativos de nuestra mezcla, el primero a granel y el segundo en presentación de bloque sólido.

Para conseguir una dosificación correcta es necesario conocer la porción de los materiales que se desea mezclar, la forma de unirlos y el momento correcto de hacerlo, es decir, conocer la receta.

Los dosificadores no manuales existen en variedad, se pueden utilizar en unicidad o una combinación de ellos según se requiera, en la imagen 4 se pueden apreciar los dosificadores de uso más comunes, que son profundizados en la tabla1..

Figura 4. Maquinas dosificadoras



Fuente: Consultado en: <http://www.vescovoweb.com/tiposDosificadores.html>, el 13/03/2020

En la Tabla 1, se describen los dosificadores más comunes y sus usos respectivos y su relación con la Figura 4

Tabla 1. Tipos de dosificadoras.

Tipos	Descripción	Usos
a.) Dosificación por gravedad	Consiste en un tanque donde se ubicará el líquido que normalmente es alimentado por un tanque principal, mediante un flotador que tiene en el interior se habilita o deshabilita la alimentación del mismo. En la parte inferior posee una llave de paso que es controlada por la envasadora, el cual permite el paso del líquido en el momento preciso.	Productos líquidos: agua, jugos, licores etc.
b.) Dosificación por cinta transportadora	Es accionada por un motor de velocidad variable y compuertas de regulación de caudal.	Para áridos menores a 4mm, áridos ligeros
Canal Vibrante	Está compuesto por una tolva vibratoria de acero y canales vibratorios grandes y pequeños que van dosificando el producto, continuamente una balanza, sincronizada automáticamente con cada ciclo de la máquina.	Partículas no homogéneas, caramelos, rocas, productos deshidratados.
Tornillo sinfín	Dentro de la tolva se encuentra un tornillo sin fin que es controlado por la envasadora dependiendo del tipo de producto a dosificar y el gramaje del envase de ajusta a la cantidad de vueltas que el tornillo girará.	Productos en polvo, colorantes, pimienta, sal.
Por pistón	Este consiste en uno o más recipientes herméticos donde se ubica el líquido y mediante uno o más pistones del producto es desalojado del recipiente y llevado hacia un pico que se ubica en el interior de una bolsa.	Productos líquidos y semilíquidos: champú, yogur, grasa, jugos, vinos, etc.
Volumétrico	En material se retiene en una tolva que alimenta un volumen constante en un tiempo	Productos sólidos homogéneos,

	preestablecido mediante la regulación de la velocidad de dosificador. El volumen del material se determina mediante la calibración. El proceso de dosificación depende de la uniformidad del flujo y densidad del material.	azúcar, garbanzos, arroz, productos de maíz.
--	---	--

Fuente: Tomado de (Álvarez & Calderón, 2011)

2.2. Mezcladora

El mezclado es el proceso según el cual varios ingredientes se ponen en contacto, de tal forma que al final de la operación se obtenga un sistema homogéneo, bajo este nombre se agrupan todas las actividades tendientes a producir un producto de buena calidad.

Existen varios tipos de mezcladores, como los son los de tambor, de turbinas de flujos o de elipses. En la industria alimenticia el adecuado es el mezclador o amasador de paletas, este consiste de una o varias paletas horizontales, verticales o inclinadas unidas a un eje horizontal, vertical o inclinado que gira axialmente dentro del recipiente. De esta manera el material mezclado es empujado o arrastrado alrededor del recipiente siguiendo una trayectoria circular

2.3. Empacadoras

El empaquetado brinda protección al producto a través de una envoltura. Además, facilita el transporte para su comercialización sin alterar sus condiciones y evitando su contaminación, lo que es ideal para posicionamiento en marca y aumento de ventas para una empresa productora.

Figura 5. Empaque convencional de pan de arroz



Fuente: (Alvarez Bayona, 2010)

En la Figura 5 se puede ver la forma cilíndrica del empaquetado del pan de arroz. Esta forma de empaquetado ha sido adoptada por diferentes empresas para la venta y distribución de su producto.

2.3.1. Tipos de empaquetadoras

Existen diversos tipos de empacadoras entre ellas se encuentran: verticales, horizontales, de manera manual, volumétricas, semiautomáticas, con multi-cabezal y automáticas.

- Sistema vertical: Constituida de una tolva o embudo que se encuentra en la parte superior de la máquina; posee un sensor encargado de verificar la porción de producto que se desea envolver; tiene cuello y tubo de formado por donde viaja el plástico obteniendo la forma para cada empaque; consta también de un mecanismo de cadenas de arrastre, engranes, un moto-reductor, y bandas que alimentan el plástico hacia el tubo por medio de fricción generada por el arrastre del mismo, suministrándolo sin dañarlo.”(Flores García et al., 2019)

2.3.2. Controles de empacadoras

Las máquinas empacadoras son controladas de tres formas: por contadores, con microcontroladores y con controladores lógico programables (*programming logic control PLC*).

- **Control con contadores:** Es el método más clásico de control, consta de elementos de control eléctricos básicos como timers, switch, relays, fusibles, etc. Tiene una desventaja en su presentación, ya que el cableado ocupa mucho espacio físico, ocasionando contratiempos y dificultad al momento de corregir un mal funcionamiento de la empacadora. Lo que resultaba una restricción para futuras modificaciones.
- **Control con microcontroladores:** Corrigiendo las dificultades de los contadores, los microcontroladores reducen costos en el cableado y consumo de energía. Con esta solución se realiza un conjunto lógico de funciones, mismas que gobernarán la máquina. Debido a las pequeñas corrientes con las que trabaja el micro controlador, se hace indispensable el uso de relés de estado sólido.
- **Control con PLC's:** Un PLC es un dispositivo electrónico empleado en ambientes industriales que reemplaza a los elementos secuenciales de relevación, y se utiliza en etapas monitoreadas en tiempo real; asimismo, puede operar en situaciones poco favorables de oscilación, temperatura, ruido industrial, agua, polvo, etc., lo que lo hace viable y robusto.”(Flores García et al., 2019)

Los PLC han sido diseñados para la programación y el control de la secuencia de procesos en tiempo real, mediante sus entradas permite que ingresen señales de la empacadora que se ejecutan con la lógica programada para enviar señales por sus salidas a los actuadores, los cuales contribuyen a tareas como corte o sellado.(Orellana & Balladares, 2018).

Cabe resaltar que el PLC no necesariamente puede ser empleado en un solo proceso como el de empaclado, este también puede ser incluido en diversos subprocesos.

2.4. Selladoras

El sellado de empaques es una tarea con la que no cuentan todas las productoras de snack, como se puede ver en la Figura 5. Los empaques son bolsas plásticas amarradas con alambre dulce plastificado. Las empresas que han implementado el sellado de sus empaques, lo han hecho con selladoras clásicas de pedal, como las mostradas en la Figura 6.

Figura 6. Selladora de pedal



Fuente: Los autores

Para realizar el sellado del plástico, en su mayoría, se utiliza calor y presión con resistencias. Los métodos utilizados para el sellado son: de ultra frecuencia, de gas caliente, de sello por pulsos, de cuchillas calientes y de mordazas calientes.

3. Sinopsis de los elementos de la automatización

Los elementos y equipos que son parte de la automatización se indican a continuación:

- Elementos de mando.
- Elementos de protección.
- Equipos de Control

3.1. Elementos de potencia

Figura 7. Banda transportadora inclinada.



Fuente: tomado de: < https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_613953-MLM31799097869_082019-W.jpg>, el día 40/03/2020

Figura 8. Motor eléctrico



Fuente: tomado de < <https://image.made-in-china.com/202f0j10qOAQtYhogTpF/Hot-Sale-Three-Phase-Electric-Motor-for-Cranes.jpg>>, el día 04/03/2020

Motor eléctrico de 1,5 kw de 220v a 60 Hz, con una velocidad de 1700rpm, revoluciones por minuto. Se utilizará en el molino y en la mezcladora.

Figura 9. Compuerta deslizante



Fuente: tomado de < <https://www.dosificacion.cl/wp-content/uploads/2020/02/vs-01.jpg>>, el día 04/03/2020

La Figura 9 muestra una compuerta deslizante, esta se utiliza empotrada justo debajo de la tolva como válvula de cierre al paso del material. Están hechas de carbono sólido o acero inoxidable. La horquilla del cilindro neumático se ajusta al extremo de la plata para un diseño compacto.

- **Pulsador de emergencia y luz piloto**

Pulsador tipo hongo 3SB6130-1HB20-1CA0, botón emergencia 40mm, contacto normalmente cerrado el mismo que se desenclava al giro. Se utiliza este pulsador para activar el paro de emergencia en caso de generarse algún inconveniente durante el funcionamiento del proceso.

Figura 10. Pulsador e indicador



Fuente: tomado de <
https://static.acotron.com/image/cache/data/TEKNO%20CARLOS/MARCE/18700_e-780x975.jpg>, el día 04/03/2020

LED 24VAC / VDC de Siemens tipo 3SB6213- 6AA40-1AA0, se utilizan 2 luces piloto para indicar el estado normal del proceso (verde) y la parada de emergencia (rojo).

3.2. Elementos de protección

La Figura 11 muestra un Gabinete metálico Beaucoup, de dimensiones (800x600x250). Se utiliza para ubicar todos los elementos de control, mando y protección utilizados en el sistema automatizado.

Figura 11. Gabinete de control



Fuente: Tomado de < <http://www.interelectricas.com.co/>>, el día 03/03/2020

- Carril DIN y Canaletas

Carril DIN de 35 mm x 7.5 mm. Canaleta de PVC rígido antinflama, con adhesivo de alta calidad, para el montaje de los elementos eléctricos de protección y mando, y se utilizan las canaletas para proteger el cableado de la instalación eléctrica

- Guarda motor

La Figura 12 muestra un Guarda motor Sirius de tipo 3RT2015-1AF01, Bobina 120VAC, potencia del motor (HP) 2. Funcionamiento: Se utiliza 4 guarda motores especialmente para la protección de los motores eléctricos, frente a sobrecargas y cortocircuitos.

Figura 12. Guarda motor



Fuente: Tomado de <https://motores-electricos.com.ar/wp-content/uploads/2017/08/Sirius-Innovations-1-1-300x300.png>, el día 07/03/2020

La Figura 13 muestra un Breaker de tres polos tipo 5SX1 302-7, con corriente térmica I_n (A) de 2.0 y una capacidad de ruptura en (kA) 220 VAC de 10. Se utiliza 1 breaker para permitir el paso de la alimentación de 220 VAC a los elementos de control.

Figura 13. Breaker de 3 hilos



Fuente: Tomado de https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/51am8vKojLL.AC_SX522.jpg, el día 07/03/2020

3.3. Elementos de control

3.3.1. PLC s7 1200

En la actualidad, los PLC's a menudo son empleados para realizar el control de las empacadoras. Ofrecen la oportunidad de diseñar a la medida la programación de la secuencia de los procesos en tiempo real. Además, es una ventaja en cuestión del reemplazo de la totalidad de los circuitos cableados, como es el caso de los controles con temporizadores.

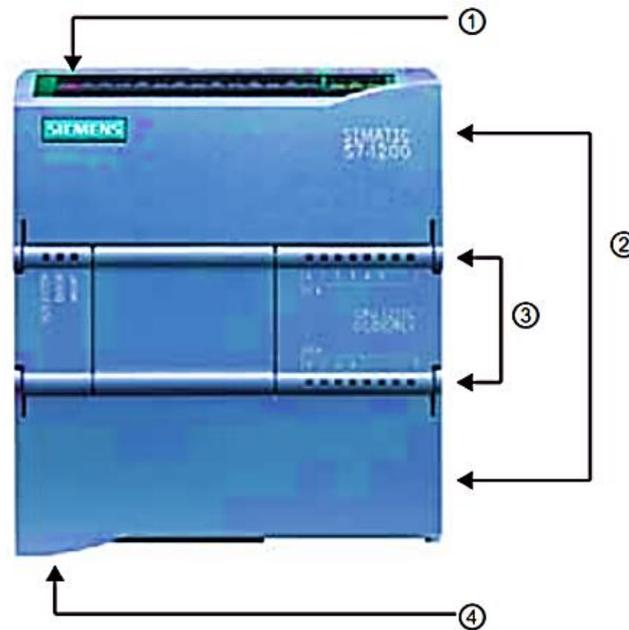
Un PLC se conforma de una CPU que incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta. Presenta facilidad para incorporar otros autómatas con los que puede comunicarse, con protocolos de comunicación específicos como PROFIBUS O PROFINET, de esta manera enviar señales para realizar acciones con los actuadores de los otros autómatas; también les es posible a los PLC's agregar y gobernar otros módulos, ya sean módulos de entradas o salidas tanto como analógicas como digitales, esto maximiza las posibilidades de control de los procesos.

Para el control del sistema se empleó el PLC S7-1200, el cual ofrece flexibilidad y capacidad de control sobre una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización. Gracias al amplio juego de instrucciones que ofrece es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

- **Partes del PLC**

Los diferentes modelos de CPU's ofrecen una gran variedad de funciones y prestaciones que permiten crear soluciones efectivas destinadas a numerosas aplicaciones. Se enumeran las partes del PLC con relación a la Figura 14.

Figura 14. Distribución del PLC S7-1200



Fuente: Tomado de <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AAND9GcRjXtzCpwlxxb2tYZqA95arsDQWKzZwMC8An3NGx2fGVjdn5-x&usqp=CAU>, el día 08/03/2020

1. Conector de corriente.
2. Arriba: Ranura para Memory Card (debajo de la tapa posterior) / Abajo: Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas).
3. LEDs de estado para las E/S integradas.
4. Conector PROFINET (en el lado izquierdo inferior).

3.3.2. Características de la CPU

El PLC S7-1200 tiene la CPU 1214C, las características de la misma se pueden apreciar en la tabla de la tabla 2.

Tabla 2. Características de CPU.

Función	CPU1214C
Dimensiones físicas (mm)	110x100x75
Memoria de usuario	
*Memoria de trabajo	*50 KB
*Memoria de carga	*2MB
*Memoria remante	*2KB
E/S integradas locales	*14 entradas/10 salidas
*Digitales	
*Analógicas	*2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas(I) y 1024 bytes para salidas(Q)
Áreas de marcas (M)	8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	8
Signal Board	1
Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)
*Fase simple	*3 a 100 kHz 3 a 30 kHz
*Fase de cuadratura	*3 a 80 kHz 3 a 20 kHz
Salida de impulsos	2
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días/Minímo: 6 días a 40°C
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 us/instrucción
Velocidad de ejecución booleana	0,1 us/instrucción

Fuente: Manual de usuario Siemens S7-1200

3.3.3. Comunicación PROFINET

La CPU S7-1200 puede comunicarse con otras CPU's S7-1200, programadoras STEP 7 Basic, dispositivos HMI y dispositivos no Siemens que utilicen protocolos de comunicación TCP estándar.

Figura 15. Conexión de múltiples módulos Siemens a través de PROFINET

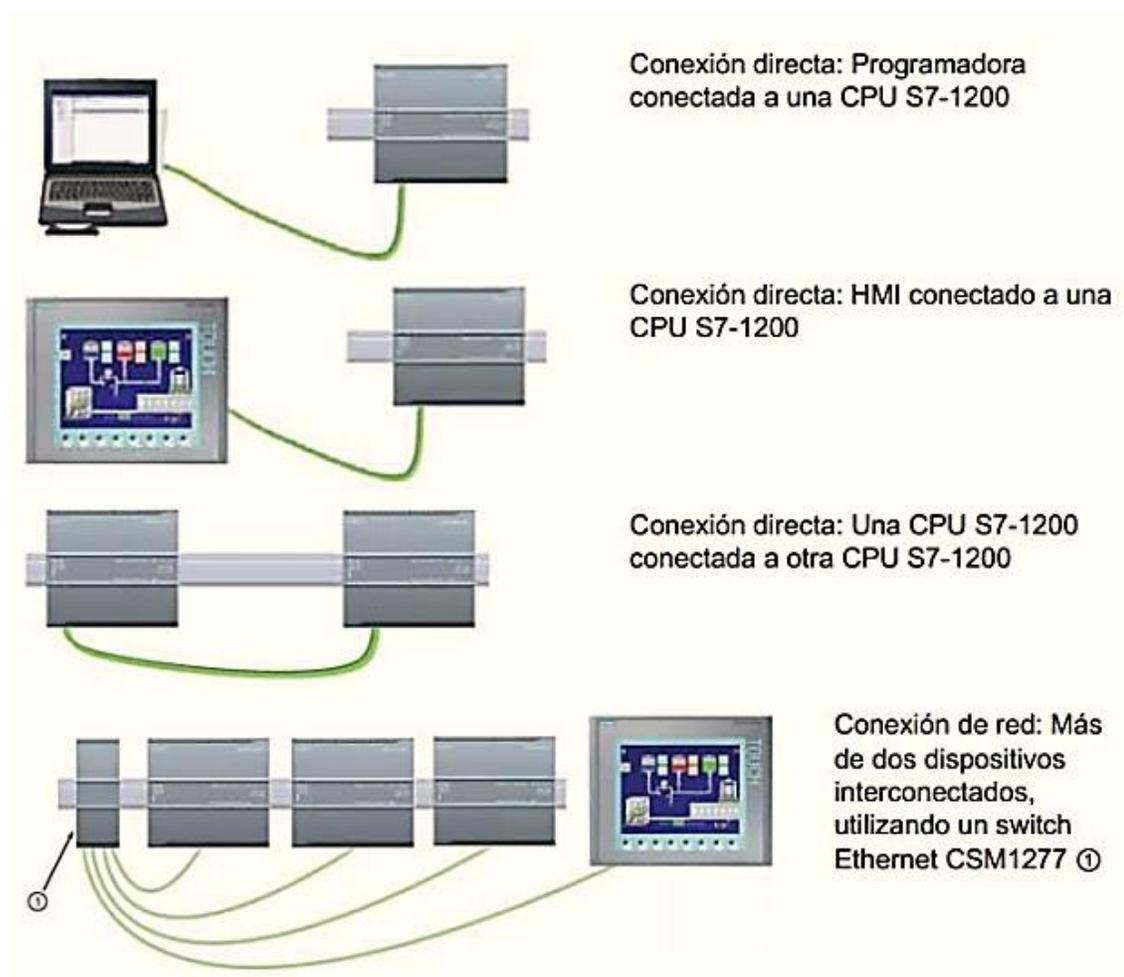


Fuente: Tomado de <https://www.solucionesyservicios.biz/WebRoot/StoreES2/Shops/64466233/MediaGallery/Siemens/S7-1200/Simatic-s7-1200.png>, el día 18/04/2020

Hay dos formas de comunicación vía PROFINET, La Figura 16 muestra esto:

- **Conexión directa:** La comunicación directa se utiliza para conectar una programadora, dispositivo HMI u otra CPU a una sola CPU. Por medio de un cable al puerto PROFINET
- **Conexión de red:** La comunicación de red se utiliza si deben conectarse más de dos dispositivos (p. ej. CPU's, HMI's, programadoras y dispositivos no Siemens).

Figura 16. Comunicación PROFINET directa y de red.



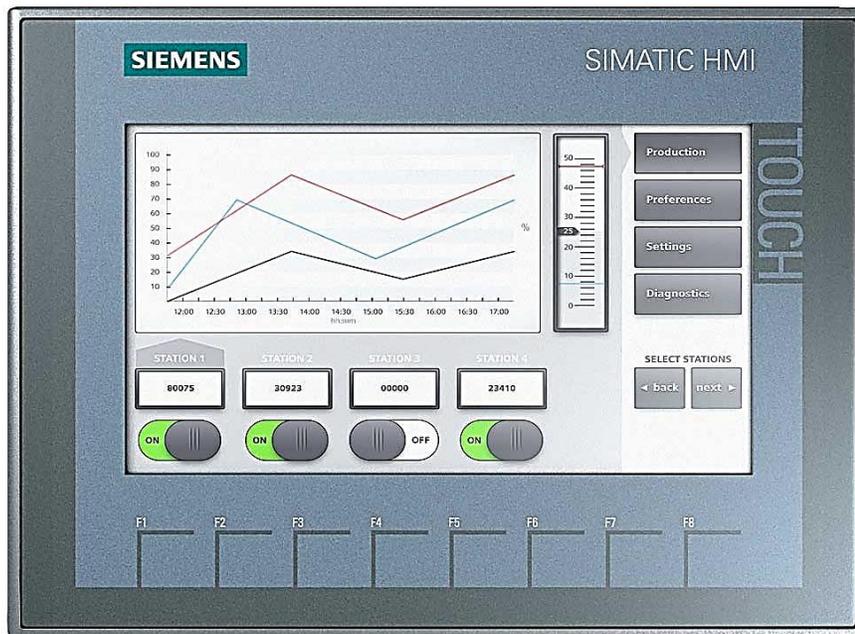
Fuente: Manual técnico Siemens

En cuanto al monitoreo de variables y del estado de procesos en tiempo real llevados a cabo, es recomendado agregar una interfaz hombre máquina HMI, mediante sus protocolos de comunicación.

3.3.4. Interfaz HMI KTP-700

La Figura 17 muestra una pantalla táctil de 7" pulgadas, con un resolución de 800X480 píxeles y 64K colores, posee puertos USB y PPROFINET para la comunicación.

Figura 17. Pantalla táctil KTP-700



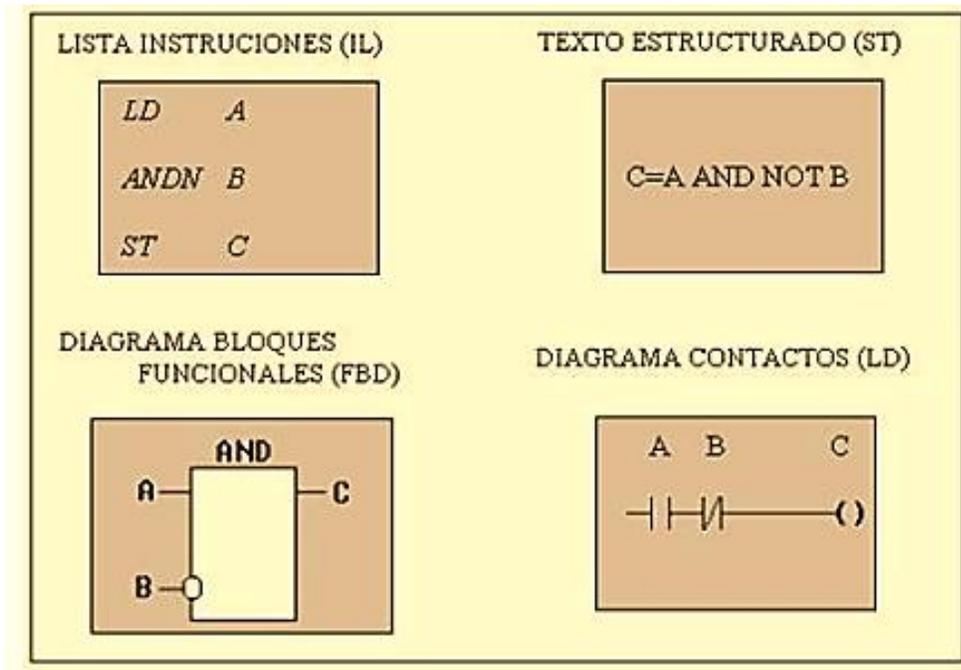
Fuente: Tomado de < https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_798829-MCO29686057892_032019-O.jpg>, el día 12/04/2020

3.3.5. Lenguajes de programación

Los lenguajes de programación para PLC son de dos tipos, visuales y escritos. Los visuales admiten estructurar el programa por medio de símbolos gráficos. Los escritos son listados de sentencias que describen las funciones a ejecutar.

La Figura 18 muestra clasificaciones de los lenguajes de programación de una forma muy gráfica, arriba los literales o escritos: que son Lista de instrucciones (IL) y Texto estructurado (ST) y abajo los visuales o gráficos: Diagrama de contactos (LD) y Diagrama de bloques funcionales (FBD).

Figura 18. Clasificación de los lenguajes de programación.



Fuente: Tomado de < <https://www.monografias.com/trabajos75/controladores-programables/image036.jpg>>, el día 14/04/2020

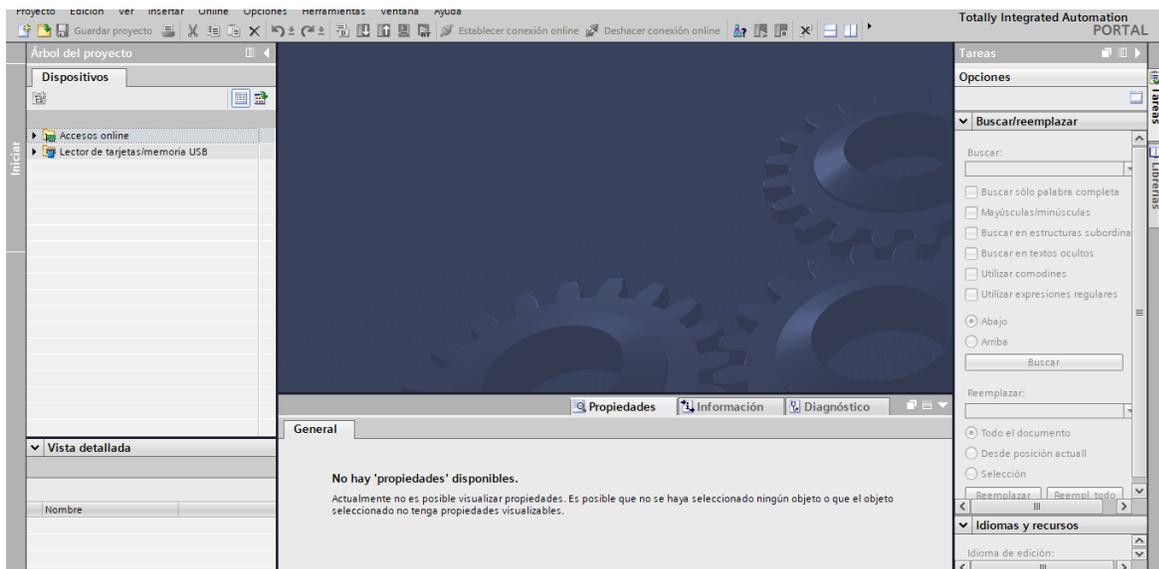
Ladder es uno de los varios lenguajes de programación para los controladores lógicos programables (PLCs) estandarizados con IEC 61131-3. Es muy popular dentro de los autómatas programables debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos, emula la circulación de corriente eléctrica desde una fuente de alimentación, a través de una serie de condiciones lógicas de entrada que, a su vez, habilitan condiciones lógicas de salida; por eso es el elegido en este proyecto.

El software utilizado para este proyecto lo comercializa Siemens y ofrece una variedad de aplicaciones: TIA PORTAL, cuyo diseño se basa en un sistema sencillo de navegación, por la cual garantiza un ahorro de tiempo en cuanto al diseño de la programación, simulación y test on-line.

- **TIA PORTAL V14**

Denominado Totally Integrated Automation (TIA) Portal, que permite configurar de forma intuitiva y eficiente todos los procesos de planificación y producción. Conviene por su funcionalidad probada y por ofrecer un entorno de ingeniería unificado para todas las tareas de control, visualización y accionamiento. El TIA Portal incorpora las últimas versiones de Software de Ingeniería SIMATIC STEP 7, WinCC y Startdrive para la planificación, programación y diagnóstico de todos los controladores SIMATIC, pantallas de visualización y accionamientos SINAMICS de última generación.

Figura 19. Entorno de trabajo TIA Portal V14



Fuente: Software de Siemens

STEP 7--Micro/WIN ofrece tres editores para crear programas: Esquema de contactos (KOP), Lista de instrucciones (AWL) y Diagrama de funciones (FUP). En este caso se desarrolla la programación de los controles del sistema automatizado mediante el editor en esquema de contactos KOP, y se describe a continuación las funciones de este editor.

- Funciones del editor KOP

El editor KOP visualiza el programa gráficamente, de forma similar a un esquema de circuitos. Los programas KOP hacen que el programa emule la circulación de corriente eléctrica desde una fuente de alimentación, a través de una serie de condiciones lógicas de entrada que, a su vez, habilitan condiciones lógicas de salida.

Los programas KOP incluyen una barra de alimentación izquierda que está energizada. Los contactos cerrados permiten que la corriente circule por ellos hasta el siguiente elemento, en tanto que los contactos abiertos bloquean el flujo de energía. La lógica se divide en segmentos ("networks"). El programa se ejecuta un segmento tras otro, de izquierda a derecha y luego de arriba abajo.

4. Desarrollo del proyecto

El diseño de proceso semiautomático se enfocó en los procesos de recepción del insumo principal: el arroz y la conformación de la masa. Debido a lo evidenciado en la encuesta; el esfuerzo físico requerido para llevar a cabo los subprocesos de molienda y amasado son los más grandes y sus respectivos tiempos son más prolongados.

Otro factor decisivo en nuestra solución, es el reconocimiento de que, en la industria del snack de arroz, los productores en su mayoría son empresas familiares. Por lo tanto, el factor humano es fundamental y las soluciones totalmente automatizadas no son atractivas para ellos, inclusive las pueden llevar a considerar como una amenaza al patrimonio cultural con el que se caracterizan.

Algunos reconocen que sus producciones tradicionales son su mayor patrimonio, es por eso que se rehusaron a entregar cantidades exactas de sus recetas, información con la cual se pretendía realizar una automatización completa enfocada a los procesos de dosificación, por el contrario, recomendaron una actividad donde sea necesario y no se suprima la presencia y supervisión del operario, en las tareas donde sea necesario agregar los ingredientes en sus proporciones adecuadas.

Debido a lo anterior se opta por una solución semiautomática, que mejore la producción por medio de la industrialización de los subprocesos de remojo, molienda, mezcla y amasado; con esto se reduce el esfuerzo físico de los trabajadores, sus acciones repetitivas e implícitamente el riesgo de sufrir un accidente laboral. También se minimiza la producción, destinando el tiempo recuperado a otras tareas de la producción como el empaque o sellado.

La producción se divide en dosificación, mezcla, formado, empaquetado y sellado, la solución propuesta incluye el inicio del proceso y deja libre las tareas desde el formado.

4.1. Descripción del proceso

Un operario pesa la cantidad de arroz requerido para procesar un lote de pan de arroz, comúnmente de 25 libras. Posteriormente, el arroz pesado será dispuesto en una banda transportadora inclinada que llevará el producto hasta una tolva para dejarlo caer sobre este. Para la activación de la banda transportadora será necesario presionar el botón de inicio B1 (pulsador B1) y, para detenerla el botón B2 (pulsador B2). Con el accionar del botón B2, también se enciende una bomba que facilita el ingreso de agua para la mezcla. Para garantizar el nivel de agua adecuado en la etapa de remojo, un sensor será quien supervise el nivel máximo requerido, o en su defecto, cuando se detenga a través de su interfaz HMI.

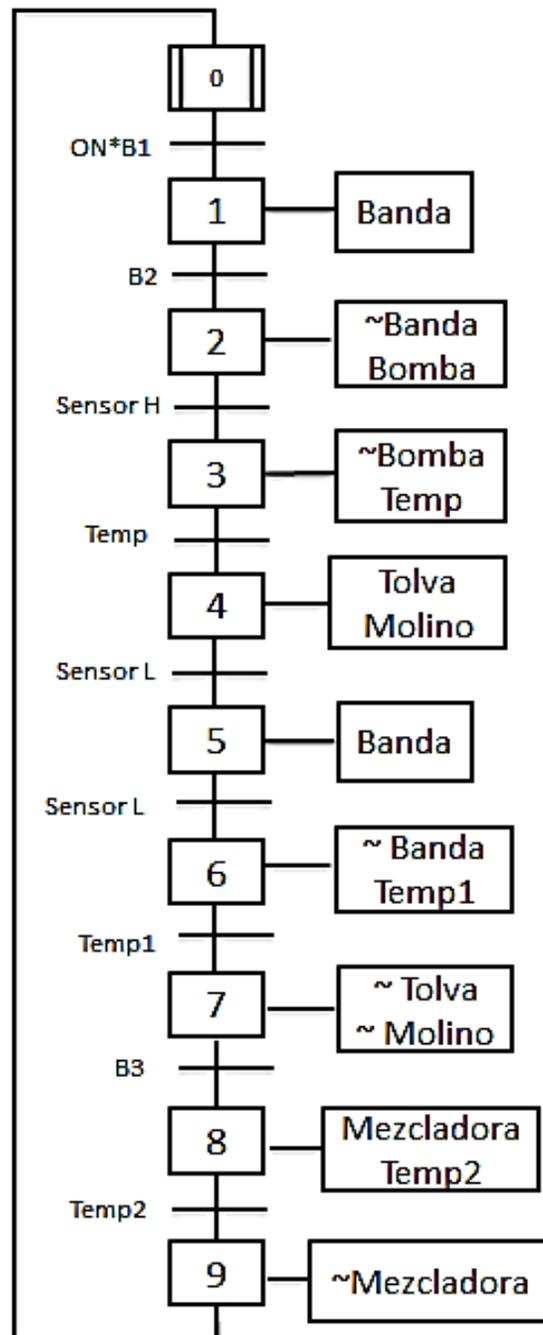
Al alcanzar el nivel de agua apropiado y lograr la desactivación de la bomba, se inicia una etapa de temporización igual al tiempo de remojo. Una vez transcurre este tiempo, la tolva abrirá su compuerta deslizante facilitando la caída de la mezcla de arroz y agua sobre el molino industrial (activando su correspondiente motor). Al finalizar esta molienda, el arroz sale del molino a otro recipiente del mismo.

Para agregar la cuajada a la molienda de arroz, es necesario repetir el proceso descrito anteriormente. Lo anterior supone nuevamente la intervención de un operario que pese y disponga en la banda transportadora la cuajada. La banda transportadora estará sujeta a una restricción para su puesta en marcha, y es que, del proceso anterior, no quede nada en la tolva.

Toda vez el arroz y la cuajada han sido molidos y puestos en el mismo recipiente, al igual que los demás ingredientes (de forma manual sal y mantequilla), el accionar del botón B3 (pulsador B3) inicializa la mezcladora por un tiempo determinado garantizándose así el amasijo continuo y homogéneo.

Finalmente, y ya con la mezcla apropiada, ha de pasarla a través de una máquina de extrusión manual, en donde se convertirá en finas tiras de masa listas para hornear.

Figura 20. Diagrama del proceso.



Fuente: Los autores

4.2. Elementos

Este proyecto requiere de diferentes elementos y controles los cuales se mencionan a continuación:

1. Controlador tanto de señales de entrada como de salida del sistema. Los actuadores operan en función de las señales de entrada y la lógica de programación.
2. Panel o tablero de control, este cuenta con los dispositivos de conexión y comando, además de sus cubiertas y protecciones correspondientes. El control del proceso puede ser tanto manual como automático.
3. Accionamiento automático de los motores eléctricos
4. Sensores de nivel en la tolva
5. Compuerta deslizante acoplada a la tolva.
6. Interfaz y control del proceso a través de Pantalla táctil de 7". Facilita el monitoreo, supervisión y control del proceso.

4.3. Programación

Se planteó un modelo de programación estructurada, que hace uso de la estructura Grafcet en conjunto con el lenguaje de contactos o escalera. A continuación, se realiza una breve descripción de la programación en el entorno de TIA PORTAL

4.3.1. Tabla de variables: entradas salidas y marcas

En la imagen 23 se pueden ver todas las variables que se utilizaron en el programa, incluyendo entradas, salidas y marcas del PLC. Las variables que son se muestran allí son las marcas internas y las variables de la HMI:

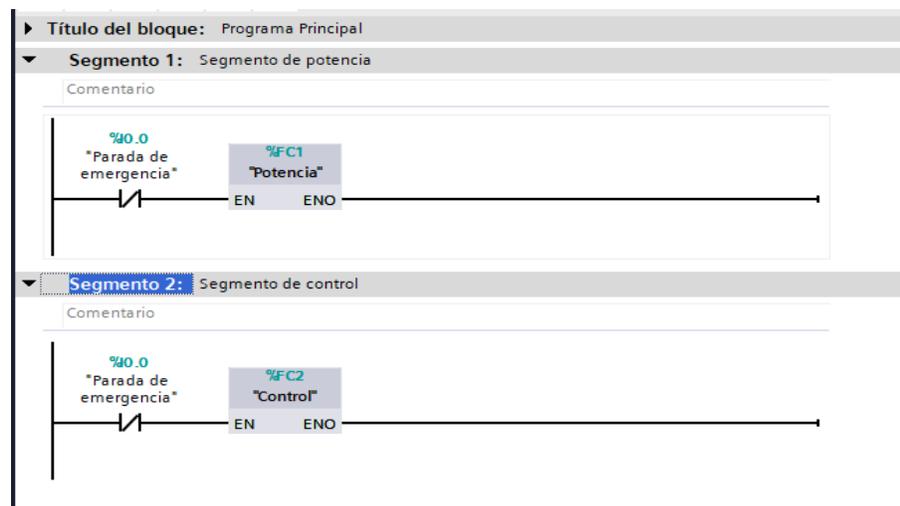
Figura 21. Tabla de variables de proceso

Variables PLC				
	Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección
1	Parada de emergencia	Tabla de variabl...	Bool	%I0.0
2	Encender	Tabla de variables e..	Bool	%I0.1
3	B1 Pesado	Tabla de variables e..	Bool	%I0.2
4	B2 Arroz en Tolva	Tabla de variables e..	Bool	%I0.3
5	B3 Ingredientes ok	Tabla de variables e..	Bool	%I0.4
6	Indicador de proceso normal	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.0
7	Indicador de parada de emerge.	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.1
8	Motor de banda transportadora	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.2
9	Bomba	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.3
10	Motor de molino industrial	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.4
11	Compuerta deslizante	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.5
12	Mezcladora	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.6
13	Indicador molino-mezclador	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.7
14	E0	Tabla de variables e..	Bool	%M0.0
15	E1	Tabla de variables e..	Bool	%M0.1
16	E2	Tabla de variables e..	Bool	%M0.2
17	E3	Tabla de variables e..	Bool	%M0.3
18	E4	Tabla de variables e..	Bool	%M0.4
19	E5	Tabla de variables e..	Bool	%M0.5
20	E6	Tabla de variables e..	Bool	%M0.6
21	E7	Tabla de variables e..	Bool	%M0.7
22	E8	Tabla de variables e..	Bool	%M1.0
23	E9	Tabla de variables e..	Bool	%M1.1

Fuente: Los autores

La programación en TIA PORTAL V14 SPI se formó en dos segmentos que alojan cada uno un bloque de función: de potencia FC1 y de control FC2.

Figura 22. Programa principal



Fuente: Los autores

Como se aprecia en la Figura 22 los bloques de función solo las antepone el contacto normalmente cerrado de la llave de parada de emergencia, este al ser accionado será capaz de desenergizar todos los segmentos incluidos en ellos.

4.3.2. Bloques de potencia y control

- **Bloque de control:** El programa en lenguaje de contactos se escribe en segmentos que son energizados cuando son necesarios; el bloque de control llamado FC2, se encarga de las transiciones entre etapas. La Figura 23 muestra en resumen los segmentos del bloque de control.

Figura 23. Bloque de control (FC2)



Fuente: Los autores

- Bloque de potencia:** El bloque de potencia, llamado FC1, se encarga de activar las salidas necesarias del PLC acorde a su programación y a la etapa activa. Un ejemplo ilustrativo es el segmento 10 que vemos en la imagen 25, en él se llama la etapa 9, la cual desactiva un indicador luminoso conectado a la salida Q0.7.

Figura 24. Bloque de potencia (FC1)



Fuente: Los autores

4.3.3. Interfaz de usuario (HMI)

Se creó una interfaz gráfica con el fin de que el operario monitoree y controle los subprocesos y variables del estado, ver Figura 25. La interfaz contiene indicar de arranque del proceso, parada de emergencia, reinicio de proceso y demás información necesaria.

Figura 25. Interfaz HMI



Fuente: Los autores

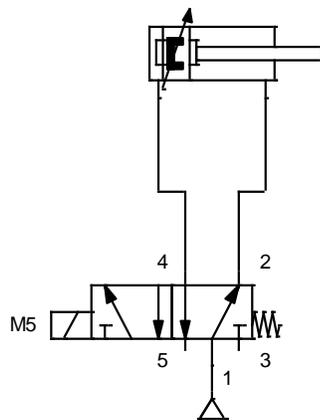
Con la imagen diseñada el operario es capaz de observar cuales, y cuantos actuadores están energizados en cualquier momento mediante indicadores luminosos que se encuentran seguidos a las imágenes relacionadas al proceso. De una manera más explícita, también se encuentran escritos los subprocesos, los cuales cambian de color

cuando sea el turno de este. Además, se puede observar el valor actual de los temporizadores de remojo y de mezclado.

4.4. Simulaciones

El sistema electro-neumático se prueba en conjunto con TIA PORTAL empleando un OPC Server. Este sistema se encargará de controlar la apertura y cierre de la compuerta deslizante.

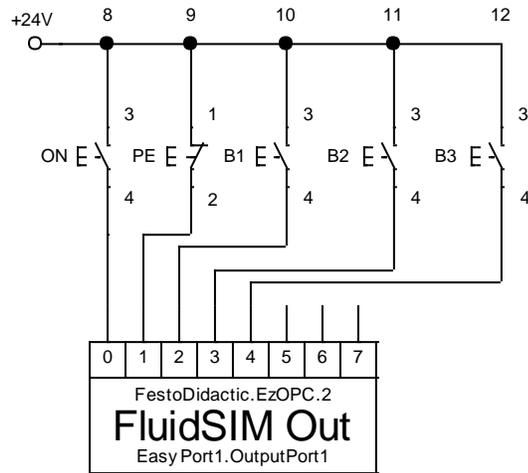
Figura 26. Circuito neumático de la compuerta deslizante.



Fuente: Los autores

La Figura 27 muestra una representación esquemática de la entradas y salidas en el controlador, así como, de los accionadores.

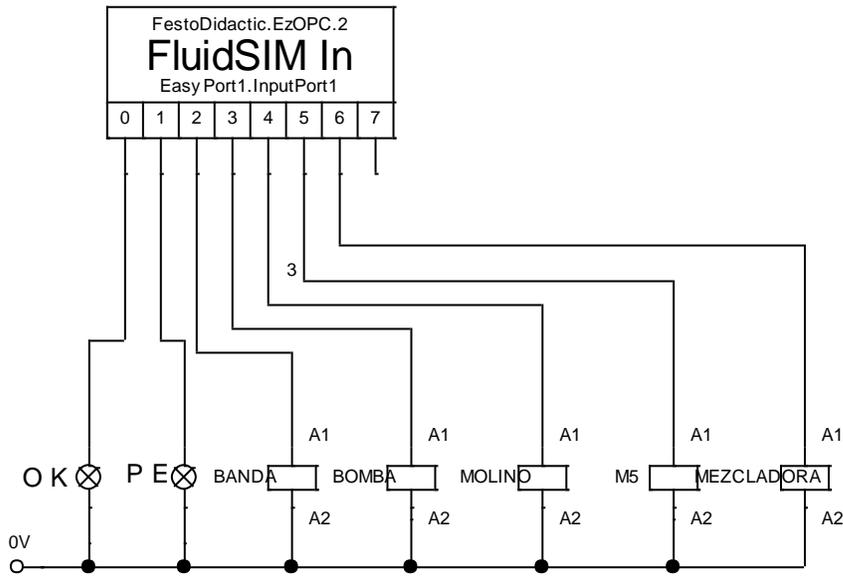
Figura 27. Módulo de entrada y salidas del PLC



ENTRADAS DEL PLC I0.0- I0.4

1. Módulo de entradas

SALIDAS DEL PLC Q0.0- Q0.7



2. Módulo de salidas

4.5. Materiales necesarios para implementación

A continuación, la Tabla 3 lista los elementos necesario para implementar el sistema semi-automatizado en el proceso de producción de pan de arroz

Tabla 3. Lista de los elementos necesarios

Cantidad	Concepto
1	PLC SIEMENS S7-1200 224 XP
1	Cabe industrial Ethernet con dos terminales RJ45
1	HMI KTP 700 Basic
1	Fuente SIEMENS SITOP. 5 A. Entrada 220V salida 24V
1	Pulsador de emergencia tipo hongo
5	Luz piloto
1	Guarda motor
1	Breaker termo magnético x3
1	Cilindro neumático
1	Sensor de nivel
1	Banda transportadora
2	Motor eléctrico 1hp
1	Sensor de nivel
1	Tablero de Control
1	Cable de control AWG 18
1	Carril DIN y Canaletas

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

La implementación de un sistema semi-automatizado es una inversión de alto costo, en donde el retorno de utilidad o para alcanzar el punto de equilibrio suele ser a largo plazo.

La implantación de una solución semiautomática propende la eliminación de tiempos muertos durante los procesos de molienda y amasijo, lo que redundará en una mejora de tiempos de producción.

La automatización del proceso productivo del pan de arroz conlleva un beneficio cultural al masificar la pronta comercialización del producto. Igualmente, trae consigo un beneficio social y tecnológico para la industria alimenticia

El uso del controlador S7-1200 está sobrevaluado para el desarrollo de esta aplicación

5.2. Recomendaciones

Se recomienda para futuras modificaciones agregar el control del proceso siguiente que es la extrusión de la masa.

A. Anexo: Encuesta a trabajadores y productores de pan de arroz

Se realizó una breve encuesta a dos trabajadores de distintas empresas (T1, T2) y al administrador (A1) de una de esas pequeñas fábricas del snack de arroz en la ciudad de Villavicencio, con el fin de indagar en las características y condiciones intrínsecas de la actividad; además de obtener la perspectiva humana Para determinar el diseño más adecuado para nuestro propósito.

A continuación, se describen las respuestas a las preguntas de la encuesta:

1. ¿Considera usted que la forma en que producen en este momento, le da las oportunidades al pan de arroz para ser competitivo en mercados locales y regionales?

A1: Si, aunque no se cuente con tecnología de punta, características como precio y calidad lo hacen rentable y competitivo

T1: El pan de arroz es tradición en la familia llanera, por eso siempre estará en las compras y en la mesa. No importa si fue hecho con máquinas o con personas.

T2: No, la manera de hacer pan, solo con las manos está dejando la empresa atrás. Se necesita una ayudita de más.

2. Considerando la automatización como el traslado de las tareas monótonas, repetitivas y de algún grado de riesgo, de las personas a las máquinas para mejorar los mismos. ¿Considera usted que una automatización en la elaboración del pan de arroz mejoraría el tiempo de fabricación del pan?

A1: Si, claro sería muy bueno para la acelerar la producción y aumentar las ventas.

T1: Si bueno, pero nos dejaría sin trabajo, si las máquinas lo hacen todo, que haremos nosotros los que dependemos de esta actividad.

T2: Si totalmente, a veces uno se cansa mucho con la molido del arroz y cuajada, se le entumen las manos a uno.

3. ¿Considera usted que una automatización podría disminuir los riesgos de sufrir algún accidente o enfermedad laboral?

A1: Creo que no haría diferencia alguna, el riesgo es de quemarse las manos al tocar el horno, es muy improbable.

T1: si, las maquinas deberían de cargar las arrobas de arroz de un lugar a otro y así no haríamos fuerza.

T2: Claro, como le decía si las maquinas pueden preparar la masa no se cansa uno de las manos.

4. ¿Considera que usted como operario está expuesto a algún peligro en el proceso de fabricación? Y si es así ¿a cuál peligro?

T1: El calor de los hornos, corte de los cuchillos.

T2: Si bueno existe el peligro de caerse con los bultos de arroz o de cortarse mientras rebana la cuajada.

5. ¿Cuál considera que es la actividad que más demanda esfuerzo físico en la preparación?

A1: Recibir los ingredientes principales: el arroz y la cuajada, ya que son pesados y se tienen que acomodar en el lugar donde se utilizarán.

T1: la molienda del arroz y la cuajada, eso cansa mucho porque requiere mucha fuerza por mucho tiempo, siempre son como dos arrobas diarias.

T2: La molienda del arroz, la cuajada también, pero esa es más blandita de moler. Y si eso no se puede comenzar a hacer nada.

6. ¿Puede decirme los pasos para la elaboración del pan de arroz con las cantidades de los ingredientes?

A1: No, eso no se lo puedo decir.

T1: Pues es moler todo, ponerle mantequilla y amasar por dos horas, luego hacer las tiras para formar las roscas es las latas, se hornean y luego se tuestan. Se enfrían para que las empaquen y ya.

T2: Todo comienza con el arroz: es necesario pesarlo y remojarlo con mínimo 6 horas de antelación e igual con que con la cuajara. Para preparar la masa se muele todo, y se agregaran la mantequilla, sal, levadura y otras cositas, pues no le puede contar todo. Bueno se amasa mucho, ¡de eso depende la calidad del pan!. Se adelgaza la masa en tiras, en algunas partes se hace con máquinas de tres o cuatro huecos, y se forman las roscas. Se cocinan las rocas en un horno, de ahí sale el pan blandido, pero si se quiere el tostadito tradicional pues se pasa al otro horno para tostar. Y bueno usted ya sabe se enfría y se empaqa, aquí con nudo de alambre dulce, en otras partes con el calor de las Máquinas

Bibliografía

Alvarez Bayona, C. R. (2010). *PRODUCTO ALIMENTICIO EN BOGOTÁ QUE GENERE NUEVAS SENSACIONES A PARTIR DEL PAN DE ARROZ*. 1(4), 108.

Álvarez, R., & Calderón, N. (2011). DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UN PROTOTIPO AUTOMATIZADO PARA DOSIFICACION MEZCLADO DE 4 COMPONENTES, TRES DE ELLOS A GRANULADO Y UNO LIQUIDO OBTENIDO COMO MEZCLA HASTA 15Kg/h PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL IMPLEMENTANDO POR LA TECNOLOGIA .

Centeno, J., & Jiménez, V. (2010). Manual consultivo de control neumático y electroneumático utilizando el software Festo FluidSIM. *Cenida.Una.Edu.Ni*, 94. Retrieved from <https://bit.ly/2Tshtkc>

Flores García, E., Quezada Quezada, J. C., Bautista Mejía, I., & Calderón Medina, R. V. H. (2019). Implementación de PLC-HMI para control y monitoreo en la automatización de una máquina empaquetadora en la industria refresquera para empaquetado de Tetra Briks. *Boletín Científico INVESTIGIUM de La Escuela Superior de Tizayuca*, 5(9), 12–23. <https://doi.org/10.29057/est.v5i9.4016>

Huerta, P., Torres, I., & Bautista, Z. (2017). Automatización del proceso para producción de caramelo de azúcar. (1), 1–9.

Orellana, L., & Balladares, A. (2018). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LA PLANTA ALIMENTOS YUPI ECUADOR UTILIZANDO AUTÓMATAS PROGRAMABLES. 55.

Ortiz, D. (2014). Sistema automatizado para el control de flujo de trigo en las tolvas de la empresa Molinos Miraflores S.A. 153.

Ruiz, A. I., Aullón, A. J., Alvarado, A. B., Guevara, Y. Y., & Rubio, J. P. (2016). *COMPETITIVIDAD E INNOVACIÓN DEL SNACK DEL PAN DE ARROZ EN EL META*. 1(9), 12. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>