

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE UNA RALLADORA AUTOMATIZADA

Estudiantes:

Navarro Ramos Flavio Cesar (0009-0007-8403-3940)

Román Unda Maria Antonieta (0009-0004-0120-4838)

Quiquia García Sandra (0009-0001-3547-0972)

Escalaya Murga, Yanimar Ruth (0009-0008-4185-8624)

Eliver Chiclla Paucar (0009-0003-3463-7894)

Villamar Terrones, Ariana Doris (0009-0007-7700-8616)

Docente: Dr. Ing. José Antonio Velásquez Costa (0000-0002-7761-8517)

2023 - I

Resumen

El presente proyecto es una propuesta de automatización para una máquina ralladora que tiene como objetivo optimizar la productividad y la eficiencia. Dado el contexto educativo del proyecto, se realizó una investigación descriptiva mediante la revisión de documentos de investigación como programas educativos y revistas científicas sobre el tema. También se llevó a cabo la observación directa del estado de la máquina con fines de diagnóstico. La información fue discutida con terceros (los docentes involucrados en la construcción de la máquina) para posteriormente obtener información que permitiera la construcción y diseño del sistema de automatización del rallador, lo cual implicó el siguiente procedimiento: la descripción del sistema implementado para la automatización donde se diseñó de forma manual el sistema eléctrico con PLC y graficar la estructura en el CAD. Y por último procedió a hacer pruebas para comprobar su funcionamiento.

Palabras clave: implementación, mejoramiento, sistema de producción, Rallador, PLC, aprovechamiento, automatización.

Abstract

The present project is an automation proposal for a grater machine that aims to optimize productivity and efficiency. Given the educational context of the project, a descriptive research was carried out by reviewing research documents such as educational programs and scientific journals on the subject. Direct observation of the condition of the machine was also carried out for diagnostic purposes. The information was discussed with third parties (teachers involved in the construction of the machine) to subsequently obtain information that would allow the construction and design of the automation system of the grater, which involved the following procedure: the description of the system implemented for automation where the electrical system was designed manually with PLC and plotting the structure in CAD. And finally proceeded to make tests to check its operation.

Key words: implementation, improvement, production system, Grater, PLC, utilization, automation.

ÍNDICE

Introducción	6
CAPÍTULO 1 – MARCO TEÓRICO.....	7
1.1 Fundamento teórico	7
1.1.1 Automatización.....	7
1.1.2 Ralladora automatizada	7
1.1.2.1 Importancia	7
1.1.2.2 Recomendaciones para el uso	8
1.1.3 Sistema de producción.....	9
1.1.4 PLC.....	10
1.1.5 Sensores	10
1.1.6 Actuadores	11
1.1.7 Innovación	11
1.1.8 Proceso.....	12
1.1.9 Programación.....	12
1.1.10 Lenguaje ladder	12
1.2 Objetivos.....	14
1.2.1 Objetivo general	14
1.2.2 Objetivos específicos	14
CAPÍTULO 2 – DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO ACTUAL	14
2.1 Descripción del proceso	15
2.2 Descripción y detalle de los indicadores de producción antes de la automatización.....	15
CAPÍTULO 3 – DISEÑO ACTUAL DEL PROCESO.....	17

3.1 Planos CAD en 3D de la situación actual o video de la situación actual	17
CAPÍTULO 4 – DISEÑO DE PROPUESTA PARA AUTOMATIZAR EL PROCESO...	18
4.1 Descripción detallada del proceso propuesto	18
4.2 Planos CAD en 3D de la situación propuesta elegida o video de la situación mejorada	18
4.3 Diagrama de análisis del proceso del proceso propuesto	19
4.4 Descripción detallada de los materiales a emplear	19
4.5 Diseño del circuito electroneumático del proceso propuesto.....	20
4.6 Programación en lenguaje ladder del proceso.....	20
4.7 Descripción y detalle de los indicadores de producción después de la automatización...	21
CAPÍTULO 5 – COSTOS DE INVERSIÓN Y OPERACIÓN	23
5.1 Flujo de caja.....	23
5.2 Viabilidad económica (VAN, TIR).....	27
CONCLUSIONES	29
RECOMENDACIONES	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01 Elementos básicos del diagrama de escalera

Figura 02 Diagrama de operaciones del proceso de rallado

Figura 03 Rallador de queso actual

Figura 04 Ralladora automatizada propuesto en CAD.

Figura 05: Programación Ladder del proyecto

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Diagrama de análisis del proceso propuesto

Tabla 02 :Tabla de Materiales Necesarios Para el Proceso

Tabla 03: Tabla de activos Intangibles

Tabla 04: Tabla de Capital de Trabajo

Tabla 05: Tabla Inversion Total

Tabla 06: Proyección de Ingresos

Tabla 07: Flujo de Caja Operativo

Tabla 08: Flujo de Caja Económico

Tabla 09: Tabla de viabilidad Económica

INTRODUCCIÓN

En la búsqueda constante por mejorar los procesos industriales y optimizar la productividad, la automatización se ha convertido en una herramienta clave en diversos sectores. En este informe, presentaremos el proyecto de desarrollo de una ralladora automatizada, una solución innovadora destinada a agilizar y simplificar el proceso de rallado de alimentos.

El rallado de alimentos, como queso, verduras o frutas, es una tarea común en la industria alimentaria, así como en hogares y restaurantes. Sin embargo, este proceso tradicionalmente se ha realizado de manera manual, lo que implica un consumo considerable de tiempo y esfuerzo por parte de los operarios. Además, existe un riesgo inherente de lesiones asociadas al uso de cuchillas afiladas.

Con el objetivo de mejorar la eficiencia y la seguridad en el procesamiento de alimentos, se ha diseñado y desarrollado una ralladora automatizada que combina la precisión de la maquinaria industrial con la mecánica y un sistema de control programable. Esta solución revolucionaria busca optimizar el proceso de rallado, ofreciendo resultados consistentes y de alta calidad, al tiempo que reduce los tiempos de producción y minimiza los riesgos para los operarios.

A lo largo de este informe, examinaremos en detalle el diseño y la funcionalidad de la ralladora automatizada.

Con base en lo anterior, este documento tiene como objetivo implementar el diseño de la automatización de la ralladora automatizada para la producción de alimentos. Por lo que ejecuta un estudio general de los conceptos y definiciones asociados a cada una de las partes y una revisión de los antecedentes teóricos relacionados al proyecto. En segunda instancia, realiza un estudio de la maquinaria, seguida de un diseño estructural en base a las deficiencias encontradas.

CAPÍTULO 1 – MARCO TEÓRICO

1.1 Fundamento teórico

1.1.1 Automatización

Según Córdova, E. (2020) “La automatización industrial se refiere a la gestión de la información en las empresas con el fin de tomar decisiones en tiempo real. Implica la integración de la informática y el control automatizado para permitir la ejecución autónoma y eficiente de procesos diseñados según criterios de ingeniería, en línea con los objetivos establecidos por la dirección empresarial.”.

1.1.2 Ralladora automatizada

1.1.2.1 Importancia

Una ralladora automatizada tiene varias ventajas e importancia en el contexto de la industria alimentaria o en cualquier proceso que requiera rallar ingredientes de manera eficiente. Algunas de las razones por las que una ralladora automatizada es importante son las siguientes:

- Mayor productividad: La ralladora automatizada puede procesar una cantidad significativa de ingredientes en un período de tiempo más corto en comparación con un proceso manual. Esto aumenta la productividad y la capacidad de producción de la línea de producción.
- Ahorro de tiempo y mano de obra: Al automatizar el proceso de rallado, se reduce la necesidad de emplear mano de obra en tareas repetitivas y monótonas. Esto permite redirigir el personal hacia otras tareas más especializadas y de mayor valor añadido.
- Consistencia en la calidad: La ralladora automatizada garantiza un resultado constante y uniforme en el rallado de los ingredientes. Esto es especialmente importante en la industria alimentaria, donde se requiere una calidad constante y estandarizada para mantener la satisfacción del cliente.
- Mayor seguridad alimentaria: Al minimizar el contacto humano directo con los alimentos, se reduce el riesgo de contaminación cruzada y se mantienen altos estándares de higiene y seguridad alimentaria.

- Reducción de errores: La automatización elimina la posibilidad de errores humanos, como rallar de forma desigual o inconsistente, lo que puede afectar la apariencia y la calidad del producto final.
- Control y monitoreo: Las ralladoras automatizadas suelen contar con sistemas de control y monitoreo integrados que permiten supervisar y ajustar los parámetros de rallado según sea necesario. Esto facilita la optimización del proceso y la detección temprana de cualquier problema o mal funcionamiento.

1.1.2.2 Recomendaciones para el uso

El uso de ralladores de alimentos es muy común a la hora de realizar la preparación de alimentos en restaurantes y en los hogares, por eso recomendamos unos puntos importantes a la hora de su uso del rayador clásico y del automatizado.

Ralladores de alimentos clásicos:

- Seguridad: Presta atención a tus manos y dedos mientras utilizas un rallador manual. Utiliza siempre el protector de seguridad o un guante para evitar cortes.
- Postura adecuada: Mantén una postura erguida y firme al rallar los alimentos para evitar lesiones en la espalda y los brazos.
- Selección adecuada: Utiliza el tamaño de rallador adecuado para el tipo de alimento que deseas rallar. Los ralladores con diferentes tamaños de agujeros te permiten obtener diferentes texturas de rallado.
- Mantenimiento: Limpia el rallador inmediatamente después de usarlo para evitar que los alimentos se sequen y se adhieran a las cuchillas. Utiliza un cepillo o una esponja suave para eliminar los residuos y lávalo a mano o en el lavavajillas, según las instrucciones del fabricante.

Ralladores de alimentos automatizados:

- Familiarízate con el funcionamiento: Lee y comprende las instrucciones de uso del rallador automatizado antes de utilizarlo. Asegúrate de comprender cómo configurar y operar correctamente el equipo.
- Seguridad: Al igual que con los ralladores clásicos, asegúrate de seguir las precauciones de seguridad y utilizar cualquier protector o equipo de seguridad proporcionado con el rallador automatizado.
- Mantenimiento: Limpia y desinfecta regularmente todas las partes desmontables del rallador automatizado según las instrucciones del fabricante. Asegúrate de desconectarlo de la fuente de alimentación antes de realizar cualquier limpieza o mantenimiento.
- Inspección regular: Realiza inspecciones periódicas para verificar que todas las partes estén en buen estado de funcionamiento. Si notas algún desgaste o daño, comunícate con el fabricante o proveedor para obtener asistencia o reemplazo de las piezas necesarias.
- Capacitación y supervisión: Si varias personas utilizan el rallador automatizado, asegúrate de proporcionar la capacitación adecuada sobre su uso seguro y eficiente. Supervisa su uso para garantizar un funcionamiento correcto y prevenir cualquier mal uso.

1.1.3 Sistema de producción

Según Caballero (2022) Los sistemas de producción consisten en la integración de individuos, equipos y métodos específicamente desarrollados para combinar materiales y procesos en las operaciones de fabricación de una empresa.

Este sistema abarca todas las etapas del proceso productivo, desde la adquisición de materias primas, pasando por la transformación y ensamblaje, hasta la entrega del producto final al cliente. El objetivo principal de un sistema de producción es lograr una eficiencia óptima, maximizando la productividad y minimizando los costos, al tiempo que se garantiza la calidad y satisfacción del cliente.

1.1.4 PLC

Según el DIEEC (2021) “Un controlador lógico programable, comúnmente conocido como PLC (Programmable Logic Controller) en inglés, es un dispositivo informático utilizado en la ingeniería de automatización industrial para automatizar procesos electromecánicos. Su función principal es controlar y supervisar maquinaria en fábricas, líneas de montaje y atracciones mecánicas. Este dispositivo actúa como una computadora especializada que ejecuta programas predefinidos para gestionar tareas específicas de control y monitoreo en entornos industriales”.

Los controladores lógicos programables están equipados con terminales de entrada, también conocidos como captadores, a los cuales se conectan diversos dispositivos como pulsadores, finales de carrera, fotocélulas y detectores. Asimismo, cuentan con terminales de salida, llamados actuadores, que se conectan a bobinas de contactores, electroválvulas, lámparas y otros dispositivos. La acción de estos dispositivos de salida está determinada por las señales de entrada que se encuentren activadas en cada momento, de acuerdo al programa almacenado en el controlador.

Estos controladores lógicos programables cumplen con los requisitos tanto de procesos continuos como discontinuos. Tienen la capacidad de controlar y regular variables como presiones, temperaturas, niveles y caudales, así como desempeñar otras funciones relacionadas, como temporización, conteo y lógica. Además, poseen una tarjeta de comunicación adicional que les permite formar parte de una red de control distribuido, lo que los convierte en elementos potentes dentro de dicha red.

1.1.5 Sensores

Según Baez y Ochoa (2018) Los sensores son instrumentos electromecánicos que transforman magnitudes físicas en valores cuantificables de esas magnitudes. En la mayoría de los casos, estos valores cuantificables se expresan como señales eléctricas que se codifican en formato analógico o digital.

Los sensores son instrumentos creados con el propósito de identificar y cuantificar modificaciones en el entorno físico en el que se encuentran, transformándolos en señales eléctricas o digitales comprensibles y aprovechables por otros sistemas.

Estos cambios pueden abarcar diversas variables como temperatura, presión, luminosidad, movimiento, cercanía, humedad, entre muchas otras.

1.1.6 Actuadores

Según Sicma21 (2022) Un actuador industrial es un dispositivo encargado de generar movimiento al convertir la energía y las señales que recibe dentro del sistema. Dependiendo de su diseño y función, los actuadores pueden producir un movimiento rotativo o lineal.

Los actuadores lineales se caracterizan por generar un desplazamiento en línea recta. Estos actuadores tienen la capacidad de moverse hacia adelante o hacia atrás a lo largo de un trayecto lineal establecido. Es decir, pueden recorrer una distancia predeterminada en cualquier dirección antes de detenerse.

Por otro lado, los actuadores rotativos generan un movimiento de rotación, lo que implica que el actuador gira en un plano circular.

A diferencia de los actuadores lineales, los actuadores rotativos no están limitados por una trayectoria definida, lo que significa que pueden seguir girando en la misma dirección durante el tiempo necesario sin restricciones.

1.1.7 Innovación

Según Zambrano (2019) La mejora del proceso de aprendizaje se ve impulsada por la innovación educativa, la cual consiste en la aplicación de un conjunto de ideas, creencias, estrategias y procesos en las prácticas educativas actuales. Su objetivo es introducir cambios en la dinámica diaria del aula de clases.

La innovación se refiere al proceso de crear y desarrollar nuevas ideas, productos, servicios o procesos que aporten valor a las personas y mejoren la manera en que se llevan a cabo las actividades.

El proceso de innovación se caracteriza por ser disruptivo, buscando soluciones creativas a problemas existentes. Para ello, se basa en la experimentación y el aprendizaje continuo.

1.1.8 Proceso

Según la UTEL (2019) Se trata de un conjunto de actividades y procesos interconectados que abarcan el diseño, la selección de materiales, la planificación, la producción y la gestión, con el fin de desarrollar productos.

Los procesos industriales suelen ser repetitivos y están diseñados para optimizar la eficiencia, maximizar la producción y garantizar la calidad del producto final. Pueden involucrar maquinaria especializada, tecnología avanzada, sistemas de control y supervisión, así como la participación de personal capacitado en cada etapa del proceso.

1.1.9 Programación

Según Pérez-Palencia (2018) La programación se considera una actividad técnica destinada principalmente a un grupo de la población del ámbito de la ingeniería informática y computacional. Esto se debe, principalmente, al alto nivel de abstracción que requiere y la complejidad necesaria para su desarrollo. Sin embargo, desde hace tiempo se trata de superar estas limitaciones a través de una programación que cuente con un lenguaje visual, así como facilitar cualquier tipo de proyectos y actividades, compartir y difundir los mismos y favorecer el uso de recursos multimedia. Además, se crean objetos que materializan esos códigos abstractos haciendo visible lo planificado y fomentando la motivación del alumnado al ver sus progresos.

1.1.10 Lenguaje ladder

Según Burrete (2018) El diagrama ladder, también conocido como diagrama de escaleras, es un lenguaje de programación gráfico que está basado en esquemas eléctricos de control clásicos.

Ladder es uno de los diferentes lenguajes de programación para los controladores lógicos programables (PLCs).

Para programar un autómata con Ladder, además de estar familiarizado con las reglas de los circuitos de conmutación, (también denominada Lógica de Contactos), es necesario conocer cada uno de los elementos de que consta este

lenguaje. A continuación se describen de modo general los más comunes (ver Fig 1):

- Contacto normalmente abierto (E1): si la variable asociada E1 vale '0', el contacto permanece abierto, y si vale '1' se cierra.
- Contacto normalmente cerrado (E2): si la variable asociada E1 vale '1', el contacto permanece abierto, y si vale '0' se cierra.
- Salida, bobina o relé (S1): la variable asociada S1 tomará el valor de la variable (o combinación de variables) que esté a su entrada (punto de conexión del lado izquierdo). También se puede enclavar o desenclavar, indicándose con una S o R como se indica en los casos de S2 y S3.

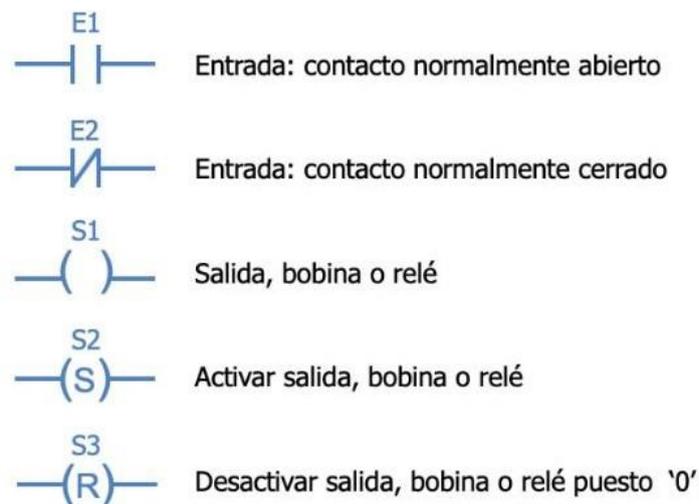


Figura 01: Elementos básicos del diagrama de escalera

Fuente: Burrete.A(2018) Introducción a la Automatización Industrial.
https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/

1.2 Objetivos

Este proyecto tiene como objetivo diseñar e implementar un instrumento ecológico de cocina que pueda rallar alimentos mediante un sistema automatizado con el fin de reducir el impacto en el recurso de tiempo al momento de rallar para líneas de producción que

utilizan esta materia prima y reducir la intervención de operarios y reduciendo el riesgo contaminante y/o de cortaduras del mismo.

1.2.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema automatizado para el rallado y traslado de alimentos.

1.2.2 Objetivos específicos

- a. Implementar actuadores y tecnología de control para monitorear y ajustar de forma automática la velocidad y presión del rallado, asegurando la calidad del proceso.
- b. Programar y desarrollar un sistema para el control del sistema automatizado, facilitando su operación.
- c. Optimizar el sistema automatizado para maximizar la productividad y minimizar los tiempos de ciclo, reduciendo así el tiempo total requerido para el procesamiento de los alimentos.

CAPÍTULO 2 – DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO ACTUAL

Actualmente las pequeñas industrias alimentarias no cuentan con maquinarias que satisfacen el proceso de cortar o rallar alimentos en un mismo artículo, lo que provoca un mal uso de recursos como tiempo, espacio y dinero al momento de llevar a cabo las operaciones.

Las operaciones de nuestro proyecto rallador multifuncional van desde la operación manual del ingreso del alimento por la bandeja de entrada de la ralladora, hasta el transporte y almacenado del producto rallado.

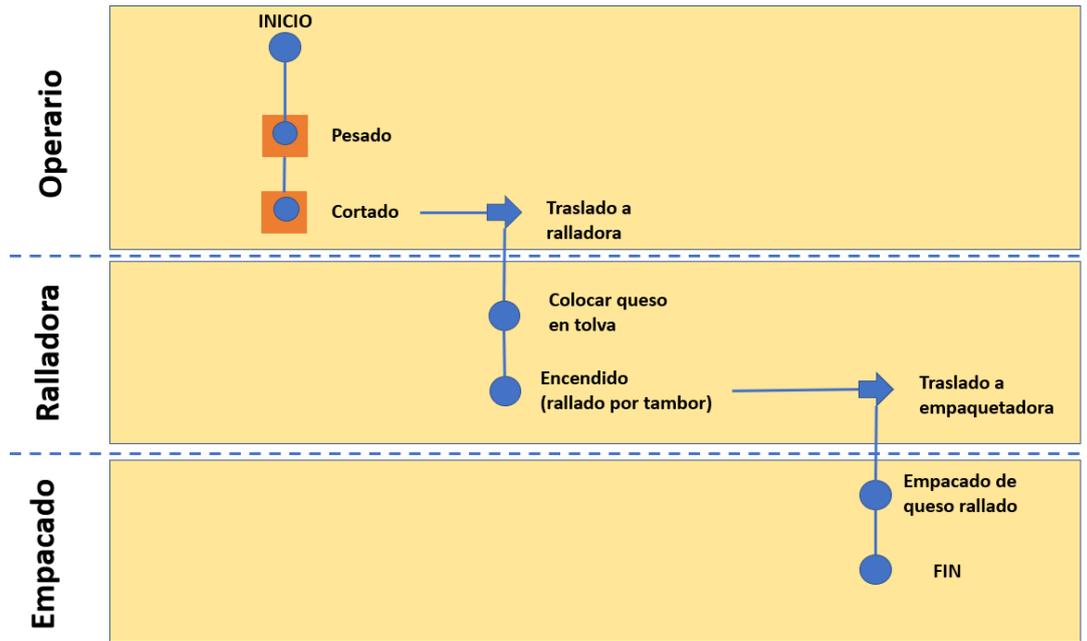


Figura 02 Diagrama de operaciones del proceso de rallado .

Fuente: Elaboración propia.

2.1 Descripción del proceso

El funcionamiento de nuestra propuesta de proyecto empieza desde el encendido donde estará compuesto por un movimiento rotacional en el área del tambor, utilizando una manivela conectada a un rotor con el objetivo de rallar los alimentos al momento que entre por la tolva, un segundo movimiento de empuje ocasionado por el pistón para mantener el alimento en el sistema y un tercer movimiento de traslado del producto terminado. El proyecto se basa en la unificación de estos movimientos con el objetivo de mejorar en los centros de procesamiento de alimentos, su proceso y metodología que llevan al momento que rallan alimentos presentando como alternativa un mejor uso del tiempo y espacio.

2.2 Descripción y detalle de los indicadores de producción antes de la automatización

- Tiempo de ciclo de producción

Este indicador de producción, conocido como tiempo de ciclo, permite medir la duración necesaria para producir un producto específico. Para calcularlo, se toma como

punto de partida el momento en que se inicia la orden de producción y como punto final el momento en que el producto se considera terminado.

En el caso del proyecto en cuestión, este indicador es alto antes de la implementación de la automatización. Esto se debe a que las actividades manuales requieren más tiempo para completarse, debido a paradas planificadas o no planificadas, así como a movimientos imprecisos que ralentizan el proceso.

- Rendimiento de calidad

En este caso, el indicador clave de desempeño (KPI) de producción se enfoca en analizar el porcentaje de productos fabricados sin errores. Esto implica determinar el número de productos que cumplen con los estándares de calidad establecidos al finalizarla cadena de producción. Debido a que el proceso es manual, existe una mayor probabilidad de que se produzcan errores humanos durante la realización de las actividades, ya que la precisión no es constante. Estos errores pueden afectar negativamente el rendimiento, disminuyendo la calidad de los productos finales.

- Tasa de rechazo

La tasa de rechazo es un indicador clave de desempeño (KPI) que evalúa la cantidad de productos que no cumplen con los estándares de calidad establecidos. En los procesos no automatizados, este indicador tiende a ser alto debido a la falta de una programación precisa y uniforme que garantice que los productos se fabriquen exactamente dentro de los parámetros establecidos para un producto aceptable. Esto conduce a un mayor número de productos rechazados, ya que no se cumplen los criterios de calidad requeridos.

CAPÍTULO 3 – DISEÑO ACTUAL DEL PROCESO

3.1 Planos CAD en 3D de la situación actual o video de la situación actual.



Figura 03 Rallador de queso actual

Fuente: Kitchenshop

CAPÍTULO 4 – DISEÑO DE PROPUESTA PARA AUTOMATIZAR EL PROCESO

4.1 Descripción detallada del proceso propuesto

PASO 1: Operario coloca el “alimento” en el rallador, y un depósito en la faja transportadora.

PASO 2: Se presiona el botón “STAR (verde)” (encenderá el motor de la ralladora)

PASO 3: El actuador se extiende haciendo presión sobre el “alimento”, hasta extenderse completamente, permaneciendo unos 2 seg en esa posición. Terminado dicho tiempo, este volverá a su posición inicial. (Se espera que el “alimento” se procese en su totalidad)

PASO 4: Luego de que el producto caiga encima de un depósito ubicado en la faja transportadora, inmediatamente de que el cilindro se haya retraído, el motor de la faja comenzará a funcionar por 5 seg, haciendo que la faja transportadora comience a movilizar el depósito hasta una rampita donde terminará el proceso.

4.2 Planos CAD en 3D de la situación propuesta elegida o video de la situación mejorada

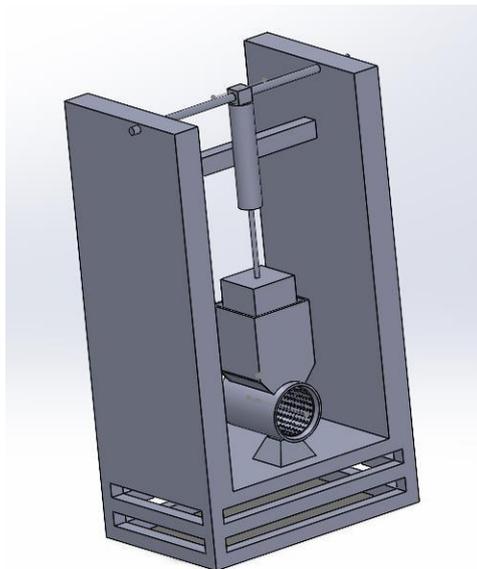


Figura 04 Ralladora automatizada propuesto en CAD.

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Diagrama de análisis del proceso propuesto

Tabla 1: Diagrama de análisis del proceso propuesto

CURSOGRAMA ANALÍTICO				OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO						
DIAGRAMA núm: Hoja num:				RESUMEN						
Objeto: Rallado de alimentos				ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA		
Actividad: RALLADO				Operación	●	5				
Método: ACTUAL				Transporte	➡	2				
Lugar:				Espera	⏸	0				
Operarios(s): Ficha num:				Inspección	■	3				
Compuesto por: Fecha: 25/06/23				Almacenamiento	▼	2				
Aprobado por: Fecha: 25/06/23				Distancia						
				Tiempo						
				Costo						
				Mano de obra						
				Material						
DESCRIPCIÓN	C	D (m)	T (min)	SIMBOLO					Observaciones	
				●	➡	⏸	■	▼		
Almacenamiento de alimentos a rallar	1		10						●	Almacenamiento de los diferentes alimentos seleccionados para rallar
Retirar del almacén el producto	1		2	●						
Inspección para funcionamiento del prototipo	1		2						●	
Ingresar alimento por la bandeja de entrada	1		0.3	●						
Inspeccionar que alimento este correctamente colocado	1		0.2						●	
Encender Ralladora	1		0.05	●						
Rallado de alimento	1		0.15	●						
Descenso del alimento al depósito	1		0.1	●						
Transporte del depósito sobre la faja	1	0.2	0.15		➡					
Inspección del alimento rallado	1		0.3						●	
Traslado a otra área	1	1	1		➡					
Almacenamiento del alimento rayado	1		5						●	
Total		1.2	21.3	05	02	0	03	02		

Elaboración Propia

4.4 Descripción detallada de los materiales a emplear (sensores, preactuadores, actuadores, motores, PLC, etc).

- 1 cilindro neumático de doble efecto 15 cm
- 1 electroválvula de 5/2
- 2 motores de 24V
- 2 mangueras de 6 mm

- 2 válvulas controladores de caudal
- 2 silenciadores
- 5 m cable multifilar calibre 18
- 2.5 mt de cable galvanizado de 18
- 1 enchufe Winiton
- 1 PLC Saimens 4 entradas
- 1 Fuente de alimentación de 24V
- 3 Acopladores para manguera
- 1 Pulsador 2 botones
- 1 Faja Transportadora
- 1 elástico negro de 1 m, grosor 5 cm.
- 3 Tambores de rallado
- 1 estructura acrílica de rallado
- 4 Tablas de madera

4.5 Diseño del circuito electroneumático del proceso propuesto.

4.6 Programación en lenguaje ladder del proceso

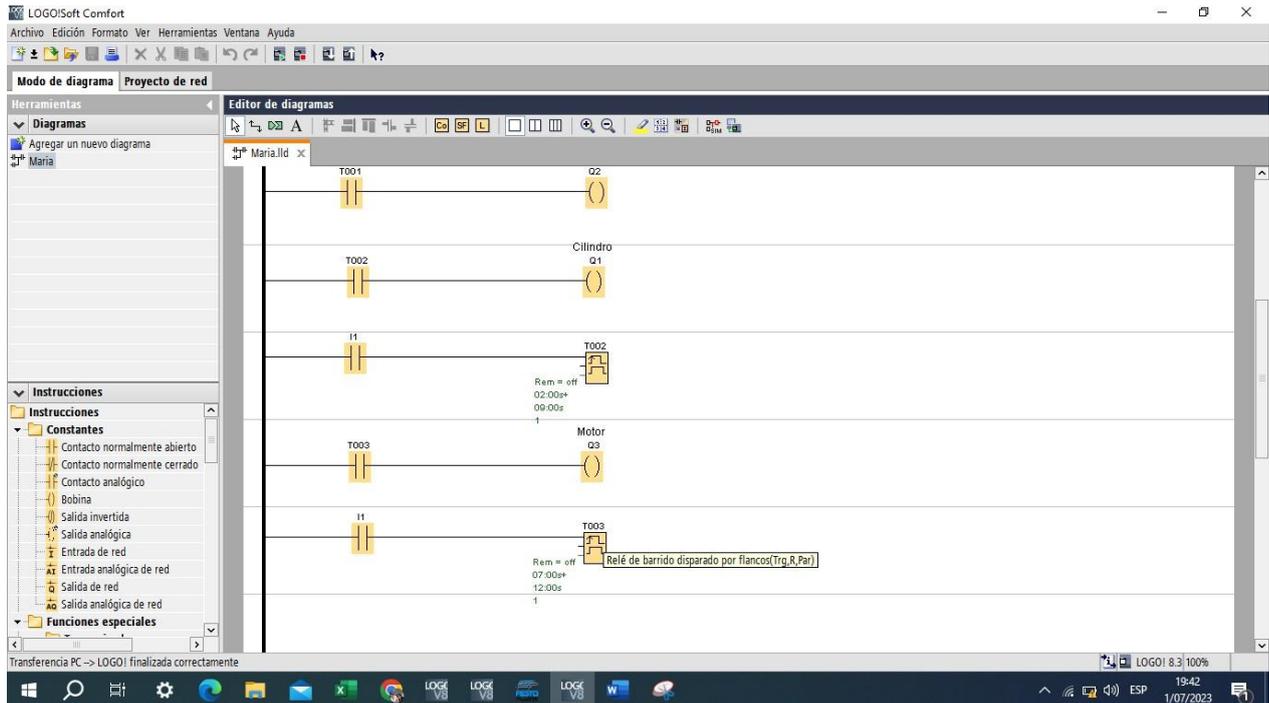


Figura 05: Programación Ladder del proyecto

Elaboración propia

4.7 Descripción y detalle de los indicadores de producción después de la automatización

Después de la automatización a una ralladora evaluamos los indicadores para determinar la eficacia de la automatización

- Capacidad de producción

Después de implementar la automatización, resulta crucial evaluar si la capacidad de producción ha aumentado. La introducción de la automatización puede permitir un procesamiento más ágil y eficiente, lo que a su vez puede conducir a un incremento en la cantidad de alimento rallado producido por unidad de tiempo. Es importante analizar este aspecto para determinar el impacto positivo que la automatización ha tenido en la productividad y eficiencia de la línea de producción de productos rallados.

- Eficiencia de producción

Después de implementar la automatización, es necesario realizar una evaluación de la eficiencia de producción para determinar si se ha optimizado la utilización de los

recursos disponibles. La automatización tiene el potencial de reducir el tiempo de inactividad no planificado y mejorar la eficiencia en el uso de las máquinas, lo que a su vez debería resultar en una mayor eficiencia en la producción. Es esencial realizar un análisis exhaustivo para verificar si la automatización ha logrado mejorar la utilización de los recursos y maximizar la eficiencia en el proceso de producción.

- Precisión mejorada

Las personas que realizan tareas manuales y repetitivas a menudo están propensas a cometer errores. El aburrimiento, la fatiga o la complejidad de las tareas pueden afectar su nivel de concentración y aumentar la probabilidad de errores.

Mediante la Automatización Robótica de Procesos (RPA, por sus siglas en inglés), es posible eliminar de manera efectiva estos errores. Para evaluar este aspecto, se puede medir la cantidad de trabajo que normalmente se necesita volver a realizar debido a errores humanos y luego compararla con la cantidad de trabajo que se requiere rehacer después de implementar la automatización.

- Número de deficiencias o errores de cumplimiento

Mediante el uso de la RPA, es posible disminuir o eliminar la introducción de datos propensos a errores. Al reducir los errores, se reduce también la posibilidad de enfrentar problemas de cumplimiento normativo.

- Velocidad del proceso

La velocidad del proceso es un indicador que mide el tiempo necesario para finalizar una serie de tareas. La incorporación de robots en colaboración con los empleados puede acelerar significativamente estos procesos.

- Optimización de la mano de obra

Después de implementar la automatización en un proceso y liberar a los empleados que realizaban las tareas manuales, se puede cuantificar el ahorro en costos laborales. Esto se puede medir en términos de empleados a tiempo completo (ETC) y también incluye los costos asociados con la contratación, formación y salarios.

- Reducción de costos e incremento de la rentabilidad:

El costo de fabricación por unidad se obtiene al dividir el costo total de producción, excluyendo el costo de los materiales, entre el número total de unidades producidas.

Este indicador refleja la eficiencia en la utilización de los recursos existentes. Al implementar procesos automatizados, se logra un ahorro significativo en recursos como mano de obra y materiales, lo que resulta en una reducción directa en los costos de producción.

CAPÍTULO 5 – COSTOS DE INVERSIÓN Y OPERACIÓN

5.1 Flujo de caja

Activos fijos

En la industria de triturado y rallado de alimentos los equipos, maquinarias y accesorios son de acero inoxidable, lavable con hidróxido de sodio y soportables a altas temperaturas de procesos, estos equipos son depreciables en el tiempo y aun con efecto residual para el aprovechamiento industrial de estos. En este caso utilizaremos un modelo artesanal

Tabla 02 :Tabla de Materiales Necesarios Para el Proceso

Material	Cant	Unid	Precio	
			Unit	Total
Cilindro neumático de doble efecto 15 cm	1	Unid	80	80
Electroválvula de 5/2	1	Unid	60	60
Motores de 24V	2	Unid	17	34
Mangueras de 6 mm	2	Unid	2	4
Válvulas controladores de caudal	2	Unid	8	16
Silenciadores	2	Unid	2.5	5
Cable multifilar calibre 18	5	mts	1	5
Cable galvanizado de 18	2.5	mts	2.9	7.25
Enchufe Winton	1	Unid	13	13
PLC Saimens 4 entradas	1	Unid	600	600
Fuente de alimentación de 24V	1	Unid	60	60
Acopladores para manguera	3	Unid	3	9
Pulsador 2 botones	1	Unid	56	56
Faja Transportadora	1	Unid	60	60
Tambores de rallado	3	Unid	3	9
Estructura acrílica de rallado	1	Unid	20	20
Tablas de madera	4	Unid	15	60
Tornillos	50	Unid	0.25	12.5
Riel Dim	1	Unid	1.3	1.3
arandela	25	Unid	0.2	5
Varilla sin fin	1	Unid	3.5	3.5
tuerca	25	Unid	0.2	5
abrazadera	1	Unid	2.5	2.5
Equipos y Herramientas				
Taladro de mano 12 V	1	Unid	85	85
Destornillador milimetrico	1	Unid	1.5	1.5
Destornillador	1	Unid	2	2
Sierra	1	Unid	1.2	1.2
Silicona	1		5	5
				1222.75

Elaboración Propia

Activos intangibles

Este tipo de inversiones se realizan en activos que son constituidos por los servicios o derechos adquiridos que son indispensables para la puesta en marcha del proyecto y que son susceptibles a amortización.

Tabla 03: Tabla de activos Intangibles

Bienes Intangibles	Valor
Estudios de Proyectos	200
Imprevistos	100
	300

Elaboración Propia

Capital de Trabajo

Para el funcionamiento diario de la programación de producción de queso fresco el capital de trabajo es el primer requerimiento temprano para el inicio del proceso en los 3 primeros meses

Tabla 04: Tabla de Capital de Trabajo

	1	2	3
Materia Prima e insumos			
Queso	3375	3375	3375
Mano de Obra			
Operario	1025	1025	1025
		Total	4400

Elaboración Propia

Inversión

Tabla 05: Tabla Inversion Total

Inversion	
Activos Tangibles	1222.75
Activos Intangibles	300
Capital de Trabajo	4400
Total	5922.75

Elaboración Propia

Tabla 06: Proyección de Ingresos

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Proyección de la Demanda		1500	1700	1900	2100	2300
Precio		32.00	32.96	33.95	34.97	36.02

Elaboración Propia

En la tabla 6 y 7 muestra el flujo de entradas y salidas de las operaciones económicas de la producción de queso rallado en el horizonte de 5 años, considerando un ingreso residual en el año 5, por venta de algún equipo o maquinaria que ya pagó por efecto de depreciación su precio, por el otro lado en el año cero se considera la inversión y los costos como el capital de trabajo y el valor de los activos fijos tangibles como intangibles.

Flujo de Caja Operativo

Tabla 07: Flujo de Caja Operativo

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por Ventas		S/ 48,000.00	S/ 56,032.00	S/ 64,502.72	S/ 73,431.25	S/ 82,837.45
Costo de Ventas		S/ 32,220.25	S/ 33,186.86	S/ 33,186.86	S/ 33,186.86	S/ 33,186.86
Gastos de Ventas		S/ 200.00	S/ 201.02	S/ 202.03	S/ 203.05	S/ 204.06
Ganancia Antes de Impuestos		15579.75	S/ 22,644.13	S/ 31,113.83	S/ 40,041.35	S/ 49,446.53
Impuesto a la Renta		S/ 4,673.93	S/ 6,793.24	S/ 9,334.15	S/ 12,012.41	S/ 14,833.96
Depreciación + Amortización		S/ 5,100.00	S/ 5,610.00	S/ 6,171.00	S/ 6,788.10	S/ 7,466.91
Flujo de Caja Operativo -FCO		S/ 16,005.83	S/ 21,460.89	S/ 27,950.68	S/ 34,817.05	S/ 42,079.48

Elaboración Propia

Flujo de Caja Económico

Tabla 08: Flujo de Caja Económico

INVERSIONES						
Activos Fijos	-S/ 1,222.75					
Recupero de Activos Fijos		-S/ 1,259.43	-S/ 1,297.22	-S/ 1,336.13	-S/ 1,376.22	-S/ 1,417.50
Capital de Trabajo	-S/ 4,400.00					
Recupero de Capital de Trabajo						
Flujo de Inversiones - FI	-S/ 5,622.75	-S/ 1,259.43	-S/ 1,297.22	-S/ 1,336.13	-S/ 1,376.22	-S/ 1,417.50
Flujo de Caja Económico - FCE	-S/ 5,622.75	S/ 14,746.39	S/ 20,163.67	S/ 26,614.55	S/ 33,440.83	S/ 40,661.98

Elaboración Propia

5.2 Viabilidad económica (VAN, TIR)

a) Valor actual neto (VAN)

El valor actual neto (VAN), es un criterio de inversión que consiste en actualizar los flujos de caja neto que generará el proyecto para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión, descontados a un interés determinado.

b) TIR

TIR o Tasa Interna de Retorno es uno de los métodos de evaluación de proyectos de inversión más recomendables. Se utiliza frecuentemente para analizar la viabilidad de un proyecto y determinar la tasa de beneficio o rentabilidad que se puede obtener de dicha inversión.

Tabla 09: Tabla de viabilidad Económica

TIRE	296%
COK	30%
VANE	S/ 52,425.86

Los indicadores del TIR y el VAN muestran que son mayores al (COK) costo de oportunidad del accionista, es decir que la viabilidad de la inversión es Rentable

CONCLUSIONES

1. Al automatizar el proceso de rallado, implementando un PLC, nos permite el funcionamiento continuo y constante que mejora significativamente la eficiencia y productividad en los procesos ya sea de una fábrica alimenticia o un emprendimiento, optimiza el tiempo y espacio utilizado además de reducir los tiempos muertos.
2. En una empresa dirigida al rubro de alimentos, el tener un proceso automatizado en el rallado, ayuda a reducir la mano de obra manual y esto puede generar un ahorro en costos laborales. Por ende, al optimizar este proceso, requerimos de menor espacio físico, generando una mejor organización en la planta y utilizando de forma más eficiente los recursos.
3. La implementación de una ralladora automatizada utilizando un PLC es muy factible ya que los movimientos rotacionales, de empuje y traslado son controlados de una forma eficiente, teniendo un impacto positivo en la calidad del producto final, ya que el movimiento controlado por el PLC nos asegura un resultado homogéneo, más uniforme y consistente a diferencia de rallarlo manualmente, esto incrementa la calidad del producto final.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer un análisis detallado de los costos de implementación, el PLC, los componentes mecánicos, la instalación, etc. Esto es fundamental para evaluar si el proyecto es viable financieramente, sin embargo, también se debe tener en cuenta evaluar los beneficios para poder tener mayor conocimiento de si es rentable o no.
2. Se recomienda tener un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para la ralladora automatizada, donde se establezcan rutinas de mantenimiento que nos asegure la obtención de los repuestos y aparte tener personal capacitado en caso de alguna falla de máquina.
3. Se recomienda implementar un sistema de monitoreo y seguimiento para evaluar el desempeño de la ralladora automatizada, se debe realizar un análisis de forma continua para identificar posibles mejoras de optimización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aula creativa(Enero, 2022).Blog creatividad universitaria.

<https://www.aulacreactiva.com/en-que-consiste-el-proceso-creativo/#:~:text=Qu%C3%A9%20es%20el%20proceso%20creativo&text=El%20proceso%20creativo%20es%20la,creatividad%20y%20generar%20ideas%20innovadoras>

ARMOTEC, (2021). REGULADOR DE FLUJO PARA CILINDRO NEUMÁTICO.

Recuperado de:

<https://armotec.pe/catalogos/REGULADOR%20FLUJO%20DE%20AIRE%2018,%208MM%20-%20ZSC08-01-NPT.pdf>

Brunete,A. , San Segundo,P. y Herrero,R. (2020). Introducción a la Automatización Industrial. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de

https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/diagrama-de-escalera.html

Brunete, A., & Segundo y Rebeca Herrero, P. S. (2018). Introducción a la Automatización Industrial. Bookdown.org. Recuperado de

[https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/.](https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/)

Báez Pérez, C. I. Ochoa Echeverría, M. & Vargas Bermúdez, F. A. (2018). Redes inalámbricas de sensores en ambiente GRID.. Universidad de Boyacá.

<https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/129063>

Córdova,N. (2020). Manufactura y automatización. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/643/64326315.pdf>

Caballero, R. (2022). Sistemas de producción. Recuperado de

https://www.academia.udp.ac.pa/sites/default/files/docente/541/18_sistemas_de_produccion.pdf

DIECC(2021).Controladores Industriales Inteligentes. Recuperado de

http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_1.pdf

Flores, E., and Quesada, J (2017). *Propuesta de automatización del proceso industrial de empaquetado de platos de poliestireno expandido empleando PLC y HMI.*

García Moreno, E. (2020). *Automatización de procesos industriales: robótica y automática..* Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. <https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/129686>

Lira Briceño, P. (2021). *Evaluación de proyectos de inversión: guía teórica y práctica..* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). <https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/172630>

Mora García, J. (2018). *Montaje de los cuadros de control y dispositivos eléctricos y electrónicos de los sistemas domóticos e inmóticos. ELEM0111 (2a. ed.)..* IC Editorial. <https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/59255>

Sicma21(2021).*Qué son los actuadores en la industria.* <https://www.sicma21.com/que-son-los-actuadores-en-la-industria/>

Payan ,A (2021). *SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DE VARIABLES AMBIENTALES DE BAJO COSTE BASADO EN ARDUINO* Recuperado de [:https://oa.upm.es/69277/1/ALEJANDRO_PAYAN_DE_TEJADA_ALONSO.pdf](https://oa.upm.es/69277/1/ALEJANDRO_PAYAN_DE_TEJADA_ALONSO.pdf)

PNEUMAX, (2020). *Válvulas y electroválvulas.* Recuperado de: <https://pneumaxspa.com/wp-content/uploads/OBJ01221.pdf>

Perez, E. (2018). *PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN EN BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO EN INDUSTRIA MANUFACTURERA DE PRODUCTOS DE HIGIENE PERSONAL EN COSTA RICA.* Universidad de Costa Rica. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/666/66643073003.pdf>

Tejera-Martínez, Francisca, Aguilera, David, & Vílchez-González, José Miguel. (2020). *Lenguajes de programación y desarrollo de competencias clave. Revisión sistemática.* Revista electrónica de investigación educativa, 22, e27. Epub 02 de marzo de 2021. <https://doi.org/10.24320/redie.2020.22.e27.2869>

Universidad del País Vasco. (2019). *FABRICACION FABRICACIÓN ASISTIDA POR ORDENADOR: ACTUADORES DE LOS SISTEMAS NEUMÁTICOS.* Recuperado de: https://www.ehu.eus/manufacturing/docencia/361_ca.pdf

UTEL(2019).

Procesos

industriales.https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24819w/L1III113/PF_L1III13_S1.pdf

Zambrano, P. (2019). Fundamentos de la innovación formativa y concepciones del modelo de aprendizaje basado en la experiencia. Rehuso, 4(2), 94-102. Recuperado de: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/article/view/1900>