

DISEÑO DE UN PROCESO DE PRODUCCION DE QUESO DOBLE
CREMA EN LA EMPRESA
"Quesos Oro blanco"

EDIXON HUMBERTO FUELPAS

GUILLERMO DAVID VIVAS LEITON

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
FACULTAD DE TECNOLOGÍAS
2023

DISEÑO DE UN PROCESO DE PRODUCCION DE QUESO DOBLE CREMA EN
LA EMPRESA
“Quesos Oro blanco”

EDIXON HUMBERTO FUELPAS

GUILLERMO DAVID VIVAS LEITON

Proyecto de grado
Ingeniería mecatrónica

Director: Ing. Iván Yesid Moreno Ortiz

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA
MECATRÓNICA
PEREIRA 2023

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Tabla de contenido

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN	2
1. CAPÍTULO 1: OBTENCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN.	3
1.1. Definición del problema	3
1.2. Planteamiento problema	4
1.3. JUSTIFICACIÓN	4
1.4. OBJETIVOS	6
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	6
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
2. CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.1. MARCO DE REFERENCIA	6
2.1.1. Marco histórico.....	6
2.2. MARCO CONTEXTUAL.....	9
2.3. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL.....	9
2.3.1. Queso doble crema	9
2.3.2. Recepción y almacenamiento	9
2.3.3. Pasteurización.....	9
2.3.4. Coagulación y separación del suero	9
2.3.5. Hilado	11
2.3.6. Moldeado y prensado	11
2.3.7. Automatización Industrial	11
2.3.8. Principio de un sistema automatizado	11
2.3.9. PLC (Controlador Lógico Programable).....	12
3. CAPITULO 3: DEFINIR LOS COMPONENTES Y MATERIALES APROPIADOS PARA IMPLEMENTAR CONTROL.	13

3.1. SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS	13
3.2. Selección de motor.....	14
4. CAPITULO 4: ESTABLECER LOS CÁLCULOS DE POSICIÓN PARA REALIZAR PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA.	17
4.1. OPERACIONES DE PRODUCCIÓN.....	17
4.2. POTENCIA DEL MOTOR	20
4.3. ESTRUCTURA Y SOPORTES	22
5. CAPITULO 5: DESARROLLAR EL MODELAMIENTO DEL LUGAR POSICIÓN PARA IMPLEMENTARLA AUTOMATIZACIÓN	23
5.1. DISEÑO METODOLÓGICO.....	23
5.2. HILADO	26
5.3. PROGRAMACIÓN Y SIMULACIÓN	28
5.3.1. Programación Ladder	28
6. CAPITULO 6: EVALUAR E IDENTIFICAR POSIBLES FALLOS.....	31
7. CAPÍTULO 7: PRESUPUESTO	31
7.1. Estimación de costos.....	32
7.2. LISTADO DE MATERIALES DEGABINETE CONEXIÓN	33
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
BIBLIOGRAFÍA.....	37

Tabla de imágenes

Tabla 2.1 Marco de referencias diseños de procesos de automatización quesos -----	7
Tabla 3.2. Características de Acero inoxidable 304(¿Qué es el acero 304? (s. f.-b). https://www.ainoxsas.com/acero304/)-----	13
Ilustración 3.1 Motorreductor. [19. royadisa]. -----	14
Tabla 3.3. características de sensor de temperatura. (41) -----	15
Ilustración 3.2 Características de plc a implementar (DATA SHEET) [43] -----	16
Ilustración 4.3 Gráfica de factor de servicio <i>La placa de identificación del motor [42]</i> ---	19
Ilustración 4.4 Selección de motor con parámetros de diseño (DATA SHEET) -----	21
Ilustración 4.5 Característica de caja reductora para motor a implementar -----	21
Ilustración 4.6 fuente elaboración propia esfuerzos de estructura -----	22
Ilustración 4.7 Fuente elaboración propia coeficiente de seguridad-----	22
Ilustración 5.8 Fuente elaboración propia Esquema de funcionamiento de la planta -----	23
Ilustración 5.9 Fuente elaboración propia planos de planta quesos oro blanco -----	24
Ilustración 5.10 Fuente elaboración propia planta física a implementar su diseño-----	24
Ilustración 5.11 Fuente elaboración propia planta quesos oro blanco-----	25
Ilustración 5.12 Fuente elaboración propia empresa quesos oro blanco -----	25
Ilustración 5.13 diagrama de flujo de proceso de hilado -----	26
Ilustración 5.14 Diseño en SolidWorks hiladora -----	27
Ilustración 5.15 Diseño de partes de hiladora SolidWorks -----	27
Ilustración 5.16 Esquema de programación Ladder de hilado Tia portal v17-----	30
Ilustración 5.17 Tabla de variables a implementar en software tia portal v17 -----	30
Tabla 7.4 Fuente elaboración propia estimación de costos de proyecto -----	32
Tabla 7.5Fuente elaboración propia presupuesto total de diseño de hiladora-----	33
Ilustración 7.18Gabinete de conexión fuente elaboración propia-----	33
Tabla 7.6 Implementos a utilizar en gabinete de control fuente elaboración-----	35

RESUMEN

Este documento describe de manera detallada como se lleva a cabo la implementación del diseño mecánico y la programación para la etapa de hilado en el proceso de elaboración de queso doble crema en la empresa oro blanco en el municipio de Carlosama (Nariño).

La investigación se realizará para un proceso de fabricación de queso doble crema, el objetivo a realizar es la instrumentación necesaria para automatizar la etapa de hilado.

El diseño propone crear una programación y realizar mejoras mecánicas en la estructura de una hiladora. En el proyecto se mostrarán tanto los instrumentos que forman parte de su construcción como herramientas que se incorporarán en el diseño. Además, se incluirán gráficos que representen el control de etapas y transiciones (Ladder). Este método permitirá visualizar y comprender el funcionamiento hombre-máquina de manera efectiva.

En cada etapa y estado de la programación se observan las variables físicas captadas por cada sensor a implementar en el proceso, como la configuración y funcionamiento de los actuadores necesarios para la elaboración de queso doble crema

ABSTRACT

This document describes in detail how the implementation of the mechanical design and programming for the spinning stage in the process of making double cream cheese is carried out in the company Oro blanco in the municipality of Carlosama (Nariño).

The research will be carried out for a double cream cheese manufacturing process, the objective to be carried out is the necessary instrumentation to automate the spinning stage.

The design proposes to create a programming and make mechanical improvements in the structure of a spinner. The project will show both the instruments that are part of its construction and tools that will be incorporated into the design. In addition, graphs representing the control of stages and transitions (Ladder) will be included. This method will make it possible to visualize and understand human-machine operation effectively.

In each stage and state of the programming, the physical variables captured by each sensor to be implemented in the process are observed, such as the configuration and operation of the actuators necessary for the production of double cream cheese.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se centra en el diseño de la automatización de una etapa de producción de queso doble crema en la compañía. Quesos oro blanco, ubicada en el departamento de Nariño en el municipio de Carlosama, produce y comercializa queso doble crema y otros productos lácteos.

Surge la necesidad de realizar una implementación automática para el proceso de hilado debido a las limitaciones que se presentan al llegar a esta etapa en la línea de producción, Dado que la elaboración del hilado es un proceso repetitivo, por lo que se busca una solución que demuestre eficiencia y mejore los costos de producción.

En la actualidad la tecnificación y la automatización se han convertido en una necesidad y en un requisito para el mejoramiento de una empresa haciendo que aumente su producción y rentabilidad y poder competir con empresas a nivel industrial.

En el departamento de Nariño, la cadena láctea juega un papel fundamental como subsector de gran importancia, dado que representa cerca del 30% del PIB agropecuario, generando empleos en zonas rurales y favoreciendo la seguridad alimentaria. Por lo tanto, el área de alimentos busca un campo de innovación para cada uno de sus productos ya que a medida del tiempo ha aumentado considerablemente su producción dentro de la zona Nariñense siendo necesario un aumento en la producción.

Con el objetivo de responder a este desafío, se requiere un enfoque innovador que permita optimizar los procesos de producción, implementar tecnologías avanzadas y mejorar la eficiencia en todas las etapas de la cadena láctea. Esto no solo contribuirá a aumentar la producción, sino que también impulsará el desarrollo económico y social de la región de Nariño.

En este documento se va a diseñar un sistema automatizado y mejoramiento de estructura para la etapa de hilado, usando un PLC (Controlador Lógico Programable) como también la implementación de sensores para de esta forma controlar cada uno de los actuadores que se requiera para este proceso

El objetivo principal de este diseño es lograr una automatización eficiente y precisa en la etapa de hilado. El PLC actuará como el cerebro del sistema, recibiendo la información de los sensores y tomando decisiones en función de los datos recopilados. Esto permitirá un control riguroso de los actuadores, asegurando un proceso de hilado óptimo y repetible.

1. CAPÍTULO 1: OBTENCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

1.1. Definición del problema

La importancia de las cadenas lácteas en el departamento de Nariño está experimentando un aumento significativo en la economía regional, tanto en la producción de leche como en su proceso de transformación.

La producción de leche en el departamento de Nariño es un contribuyente importante al PIB del sector agropecuario, representando alrededor del 30%. Esta actividad está vinculada con un gran número de pequeños, medianos y grandes productores, con una diversidad de tamaños y orígenes, incluyendo población indígena y campesina que comprenden más del 80% del total de productores.

En este contexto, la empresa Quesos Oro Blanco ha presentado una estrategia a mediano plazo para aumentar su producción, y para ello planea automatizar su línea de producción. Esta iniciativa busca mejorar la competitividad de la empresa dentro del sector, ya que la fábrica actualmente no cuenta con un sistema de automatización industrial y es susceptible a problemas causados por factores diversos que pueden alterar el proceso de producción. Las fallas humanas, por ejemplo, pueden generar desperdicio de materia prima, lo que puede disminuir la calidad del producto final y provocar pérdidas para la empresa.

En efecto la elaboración de quesos de forma artesanal es lento y en ciertos puntos se tienen bajos niveles de higiene, actualmente el procesamiento para obtener el queso doble crema se realiza de forma manual y esto ocasiona perdidas considerables a la planta, uno de los problemas a tener en cuenta es en el proceso de cuajo debido a que la mala dosificación ocasiona que la mezcla obtenida genere un exceso de suero en la mezcla, lo cual disminuye el rendimiento de producción. Los procesos de mayor importancia para la producción son, el calentamiento de la leche, coagulación, desuerado, cocinado de la pasta para posteriormente sacar el queso doble crema. En este sentido, es crucial automatizar la etapa de hilado en la empresa, ya que desempeña un papel esencial en el resultado final permitiendo mejorarla la eficiencia y la consistencia del proceso, al tiempo que reducirá los errores humanos y garantizará una mayor higiene.

En la planta esta acción se realiza de forma manual y dependen del control de una persona que debe estar en constante monitoreo de cada una de las variables que influyen en el proceso, lo cual genera un atraso con el producto y posibles errores de origen humano; esta problemática aumenta debido que para realizar la acciones es necesario tener dos operarios debido a las altas temperaturas que cocinan la pasta, al tener este factor posiblemente se puede remplazar con una técnica de control que ayude y facilite la elaboración del queso.

1.2. Planteamiento problema

La fabricación del queso doble crema se compone de varias etapas que se deben completar antes de que el producto final sea distribuido y consumido. En este proyecto, se va a enfocar en el diseño de la automatización de una de las etapas del proceso, específicamente en el proceso de hilado, ya que es una de las más difíciles y arduas en la empresa. El proceso de hilado implica la aplicación de mucha fuerza y resistencia al producto y el personal está expuesto directamente a la temperatura durante la obtención del producto. Además, este proceso requiere que se mantenga un tiempo de duración continuo, lo que lleva a que los trabajadores realicen turnos rotativos para minimizar el desgaste físico y tener tiempo de descanso para continuar con la elaboración del producto.

Quesos Oro Blanco es una empresa ubicada en el municipio de Cuaspud en el departamento de Nariño, Colombia. La cabecera municipal de este municipio se llama Carlosama y se encuentra a una altitud de 3050 m s. n. m. Actualmente, la empresa cuenta con aproximadamente 20 operarios encargados de la elaboración de productos lácteos.

Formulación

¿Se podría realizar la automatización para la elaboración del queso doble crema en la empresa “Quesos Oro blanco”?

Sistematización

- ¿Qué factores influyen para el control de temperatura en el proceso de elaboración del queso?
- ¿se puede encontrar los elementos necesarios para la automatización?
- ¿se tiene los componentes necesarios para la construcción?
- ¿Cómo se podría evaluar los problemas que surjan con el diseño y el montaje?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Para la producción del queso doble crema se tiene como materia prima la leche, sustancia líquida blanca que producen las mamas de las hembras de los mamíferos para alimentar a sus crías contiene muchas propiedades nutricionales, en este proceso se cumplen las siguientes etapas.

- Etapa 1

Se realiza la recolección de leche en la zona rural del municipio de Cuaspud Carlosama y se procede a almacenarla para el debido proceso de algunos residuos como cascarillas, pelos de la vaca, mugre y cualquier otro factor que afecte el proceso de producción se toman

muestras de cada compartimento del tanque recolector para verificar que cumpla con los parámetros establecidos.

La planta se dedica a la elaboración de queso doble crema obtenido a partir de la “leche cruda”. Para el procesamiento de la materia prima, la planta cuenta con un total de 3 calderos de acero inoxidable. 2 de los tres calderos corresponden al almacenamiento general de la materia prima recibida, el tercer caldero corresponde al proceso de acidificación, estandarización y cuajado de la leche.

Dentro de la planta existe un 4 tanque que se recolecta ácido láctico (“suero”) esta sustancia es un subproducto finales obtenidos del proceso de elaboración del queso doble quema.

- Etapa 2

Para el producto final, la empresa utiliza una serie de parámetros, generalmente durante el proceso de acidificación, se realiza con un acidómetro, que consiste en el uso de hidróxido de sodio al 0.1% normal y fenolftaleína al 2% en alcohol de 96° con el fin de neutralizar el ácido de la leche y no debe presentar residuos de antibióticos.

Después de acidificada la leche, se procede a llevar la acidez al nivel deseado mediante la mezcla de leche fresca y leche ácida. La acidez ideal de la estandarización se encuentra entre 45 y 48 grados Dornic, a una temperatura de 30 a 32°C.

- Etapa 3

Luego de realizado el corte del coagulo se debe iniciar el calentamiento, agitando constante y lentamente hasta llegar a 45°C el agitado debe ser continuo por un rango de 20 a 30 minutos. Luego se apaga el calentador y se procede a desuerar pasándolo por un filtro, dejando la cuajada sobre la mesa de trabajo para exprimirla retirando aún más suero.

La para finalizar con este proceso se debe dejar madurar la cuajada por unos 15 minutos para luego poder pesar y ajustar la medida que se debe manipular a esto se le debe agregar una medida de sal aproximadamente entre 10 a 15 gramos de sal por cada kilogramo.

- Etapa 4

Con una manguera se extrae el suero restante para que solamente que de la cuajada y lograr un mejor manejo y hacer efectivo el secado de esta, una vez finalizado este paso es trasportada a la olla hiladora y la acción que se debe hacer es agitar y voltearla mezcla de cuajada permitiendo que se funda uniformemente hasta obtener una pasta homogénea sin presentar desprendimiento de suero o grasa. para que llegue al punto ideal de ilación, esta parte del proceso es ejecutado de manera manual requiere de mucha fuerza y resistencia al calor debido a que se expone a altas temperaturas cercanas a los 70°C.

Punto final del hilado se observa al estirar la masa de queso con la ayuda de una pala y esta sin que se rompa formara una lámina completamente elástica, lisa y brillante

- Etapa 5

Como etapa final, los trabajadores manipulan el bloque de queso para poder darle forma al producto, dejándolo reposar a temperatura ambiente de 8 a 10 horas. antes de la distribución y su consumo

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema automatizado para el proceso de fabricación de queso doble crema para tecnificar la preparación de cocinado de la pasta.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Modelar los principales funcionamientos electrónicos y fundamentos matemáticos que se generen.
- Determinar los elementos apropiados para poder realizar la automatización.
- Diseñar los elementos de control necesarios.
- Diseñar y realizar un sistema de pruebas que permitan identificar posibles problemas de diseño y control de la automatización.

2. CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. MARCO DE REFERENCIA

2.1.1. Marco histórico

Hoy en día existe la necesidad de implementar procesos de mejoramiento en las industrias, el desarrollo del proyecto de ingeniería se pretende implementar la automatización de un proceso lácteo en la empresa QUESOS ORO BLANCO Para la realización de este producto se involucrarán las disciplinas que integran la ingeniería Mecatrónica que son la Electrónica, Mecánica, Sistemas de Cómputo y Electricidad.

La investigación se realiza de manera aplicada, mediante la cual se desarrollan estrategias y mecanismos para lograr objetivos específicos, al saber el diseño de planos es, presupuestos y estudios de los instrumentos necesarios para la tecnificación de las etapas de pasteurización e hilatura. Elaboración de quesos de proceso. También se aborda un enfoque cuantitativo, ya que nos fijamos en la realidad de las empresas del sector de la

producción y fabricación de derivados de la leche, proponiendo la automatización industrial como solución a los problemas de productividad y consiguiendo una mayor rentabilidad

titulo	Autores	Objetivo del Proyecto	Año	Ciudad o país
"Diseño de la automatización de un prototipo de línea de producción de quesos maduros" ("PDF superior Diseño de la automatización de un prototipo de línea de ...")	Vega Cuaical, Carlos Julio	Diseñar un sistema de automatización para el prototipo de línea de elaboración de quesos maduros en la Finca la Pradera.	2017	Ibarra. Ecuador
Ingeniería para la automatización del proceso de pasteurización batch en una empresa procesadora de lácteos	Juan Pablo Mejía Quevedo Cristian Rolando Sánchez Garzón	Diseñar el sistema de automatización del proceso de pasteurización batch en una empresa productora de lácteos	2010	Bogota
Producción y comercialización de quesos doble crema	Ricardo Andrés caballero, fidel torres	Cumplir con los estándares de diseño para la automatización de la producción de quesos doble crema	2011	Bogota
Automatización del proceso de elaboración de queso fresco semiblando entero de la empresa El Campesino	Ricardo Bolívar Ramos Soria	Diseño de fábrica ladrillera potencializando procesos productivos, ambiente laboral e impacto medioambiental	2018	Quito Ecuador
Automatización del proceso de elaboración de queso	Ángel Luis Reyes Herrera Eber David Vergara Baldovino	Automatizar el proceso de elaboración de queso costeño, para mejoramiento de la producción.	2016	Cartagena

Tabla 2.1 Marco de referencias diseños de procesos de automatización quesos

Para el diseño de la automatización de un prototipo de línea de producción de quesos maduros. Se realizó el diseño del sistema de automatización por medio de diagramas (grafcet), con la programación en lenguaje Ladder del PLC en tiempo real lo que permitió

determinar si el prototipo cumple con los requerimientos, y con esto se realizó el diseño del tablero de control del sistema. Con el diseño preestablecido del tablero en software se procedió a su adquisición y el ensamblaje de los dispositivos de control con su respectivo cableado, para proceder a las pruebas de validación y calibración del sistema. Los resultados de este proyecto reflejaron que el sistema de automatización ayudo en la producción del usuario con la reducción de tiempos de producción al tener una secuencia del proceso controlada por el PLC sin tener un paro durante la fabricación continua.

Evitando en los casos más específicos la intervención del operario la empresa de lácteos “El Campesino” ha venido desarrollando durante sus veinte años de vida empresarial la producción del queso fresco semiblando de forma manual, razón por la cual, y con el afán de prestar una mejora en la calidad de su producto y en concordancia con la modernización actual ha experimentado el desarrollo de la automatización de una de sus marmitas de producción. Mediante la ejecución de trabajos mecánicos de adaptación de los equipos eléctricos y electrónicos se ha logrado manufacturar un equipo en armonía con el entorno de la planta y de fácil manejo para el operario, así como también con la aplicación de un PLC las etapas de producción se realizan sin la necesidad de un operario permanente.

En Colombia, según las investigaciones no se ha propuesto el funcionamiento de una máquina que trabaje con el aprovechamiento de la luz solar en las zonas lácteas, como se lo plantea hacer en la parte de la automatización en quesos oro blanco, la idea principal es que la caldera funcione de manera óptima utilizando la energía solar, lo cual ayudaría a reducir costos económicos. Además, se necesita proveer energía al cuarto frío de estabilización del queso. También se requiere desarrollar una hiladora para procesar la materia prima de manera más eficiente. Esta iniciativa busca optimizar el proceso y mejorar la rentabilidad en la implementación.

En el ámbito empresarial, existe una tendencia general hacia la automatización de procesos. En respuesta a esta tendencia, se han desarrollado proyectos destinados a mejorar y aumentar la producción, aprovechando los sistemas existentes para lograr eficiencias en cada etapa del proceso de fabricación de lácteos. Este enfoque se considera una solución viable para optimizar todas las etapas del proceso y obtener productos lácteos de alta calidad.

Además de mejorar la eficiencia, estos proyectos también buscan mejorar el saneamiento sin comprometer las propiedades nutricionales de los productos lácteos. En el estudio “Ingeniería de Automatización del Proceso de Pasteurización por Lotes en una Empresa de Procesamiento de Lácteos” de Juan Mejía y Cristian Sánchez, se hace especial énfasis en la fase de pasteurización, ya que es crucial en el procesamiento de lácteos, este tipo de investigaciones resaltan la importancia de implementar mejoras tecnológicas en el sector lácteo para garantizar la calidad y seguridad de los productos.

2.2. MARCO CONTEXTUAL.

El desarrollo de la investigación se realiza en la universidad tecnológica de Pereira departamento de Risaralda (Colombia), en la facultada de ingeniería mecatrónica (laboratorio), se localiza en la Carrera 27 #10-02 Álamos ubicada en el suroriente de la ciudad de Pereira

2.3. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

En el desarrollo de este capítulo se explicará los procesos desde la recepción de la materia prima, preparación, corte pre-prensado, prensado y finalmente la maduración del queso. Con los respectivos parámetros que influyen en dichos procesos, esto sirve como base para cumplir con los objetivos propuestos.

2.3.1. Queso doble crema

Es un tipo de queso fresco de paste hilada y de color amarillo, este se obtiene principalmente por un proceso llamado hilado, en el cual la cuajada se calienta y se agita hasta obtener una pasta elástica. También es importante dejar madurar la leche antes de empezar con el proceso, de esta forma se aumenta el nivel de acidez.

2.3.2. Recepción y almacenamiento

La materia prima principal de este proceso es la leche, la cual recolectada por camiones cisterna en las granjas y fincas productoras del sector. Cuando la leche es transportada al punto de acopio, se toman muestras para realizar pruebas de laboratorio, si la leche cumple con los parámetros establecidos es bombeada a un tanque de almacenamiento que la mantiene a una temperatura entre 4 °C a 6 °C. En esta etapa también se realizan un filtrado para eliminar macro sustancias como mugre, pelo...

2.3.3. Pasteurización

En la producción industrial de queso, la leche es un producto recolectado en varios lugares, de los cuales no tenemos certeza si la materia prima tiene algún tipo de contaminación, por lo tanto, es indispensable la pasteurización. Lo que se hace es calentar la leche a una temperatura a 65°C durante 30 minutos buscando eliminar microbios patógenos que pudieran afectar la salud del consumidor. Es un proceso que requiere de mucho control ya que queremos evitar que las propiedades nutricionales de la leche sean alteradas. (automation)

2.3.4. Coagulación y separación del suero

En esta etapa se busca que la leche sufra un cambio con respecto a sus proteínas por la acción de un coagulante, separando la caseína de los demás componentes de esta. Para que la leche se coagule se debe agregar un producto químico llamado cuajo y mezclar, además se debe calentar a determinada temperatura y durante un determinado tiempo, esto

dependiendo del tipo del queso. Al finalizar obtenemos los siguientes coproductos:

- **Cuajada:** Es la caseína coagulada por acción del cuajo, que será el coproducto que será retirado y pasará a la siguiente etapa, continuando con el proceso de elaboración del queso.
 - **Adición del cuajo:**

Antes de utilizar cualquier enzima coagulante debe conocerse su fuerza lo cual permite utilizar las dosis necesarias sin caer en los errores que conlleva emplear dosis bajas o muy altas a las necesarias. El título o fuerza de cuajo se define como la cantidad de leche en mililitros, que cuaja a 35 °C en 40 minutos, cuando se le adiciona una un gramo o mililitro de cuajo. Se puede calcular mediante la siguiente formula: (boles)

$$F = \frac{V \cdot 2400}{C \cdot T} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

F: Fuerza de cuajo

V: cantidad de leche

C: cantidad de cuajo

T: tiempo

Cuando se conoce la fuerza, se puede calcular la cantidad necesaria a utilizar por medio de la siguiente formula:

$$C = \frac{L * 35 * 40}{F * T * M} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

C: cantidad de cuajo

L: cantidad de leche

F: fuerza de cuajo

T: temperatura en C

M: duración en minutos

Al haber realizado los caculos, se calienta la mezcla obtenida de leche ácida y fresca a 35°C; agregue el cuajo sin dejar de agitar (según instrucciones del fabricante). Después de 1/2 minuto detenga el movimiento de la leche con la pala. Dejando cuajar por unos 15 minutos hasta que el coaguló tenga la consistencia óptima para ser cortado.

- **Suero:** Es el desperdicio resultante al separar la cuajada, el cual es un líquido compuesto de sales y lactosa. También se le puede considerar un subproducto del proceso, ya que con este se pueden realizar otros productos de repostería, dietéticos, edulcorantes...

2.3.5. Hilado

En el caso de los quesos hilados, como el queso doble crema, estos tienen una etapa adicional en su proceso de elaboración. En esta etapa, la cuajada es calentada y agitada hasta que se obtiene una pasta elástica, sin grumo y brillante. (Jiménez Guacaneme, 2004) Después pasara a la etapa de moldeado

2.3.6. Moldeado y prensado

Al separar la cuajada del suero, esta se deja reposar hasta que tenga la consistencia de una masa para posteriormente pasarla a unos moldes, donde se prensará para eliminar restos de suero presentes en la masa y darle más dureza. Para concluir esta etapa, se baña la masa con salmuera, esto ayuda a aumentar su tiempo de conservación y resalta sus características.

2.3.7. Automatización Industrial

Lo que se busca en este proyecto es automatizar una línea de producción y fabricación de queso doble crema he implantar un algoritmo de control capaz de controlar las diferentes etapas para obtener producto final. Con ayuda de sensores o captadores, se busca detectar cambios en el entorno del proceso, tales cambios son variables físicas como temperatura, nivel, flujo, presión... Para realizar acciones, se hacen por medio de actuadores, que son elementos como motores, válvulas, pistones.

2.3.8. Principio de un sistema automatizado

Un sistema automatizado se basa en el funcionamiento de tres etapas: medición, evaluación y control.

- **Medición:** Para que el sistema entienda el proceso, es necesario que capte o mida la variable física que influye en dicho proceso.
- **Evaluación:** La información obtenida en la etapa anterior, debe ser procesada y analizada, de tal modo que se pueda determinar si se realiza una acción o no.
- **Control:** Por último, se realiza una acción según las etapas anteriores.

Para hacer posible el proceso de automatización industrial se usan los sistemas de control, que es la organización de los dispositivos o instrumentos configurados para trabajar según los requerimientos del proceso o deseados por la planta.

Las funciones principales de un sistema de control son las siguientes:

- Observación del proceso
- Acondicionamiento de las señales
- Procesamiento de información
- Comparación con el valor de referencia
- Acción de elementos de corrección

2.3.9. PLC (Controlador Lógico Programable)

El PLC (Control Lógico Programable) es un equipo comúnmente utilizado por aquellas industrias que buscan dar un salto significativo en la automatización de todos sus procesos. Estos dispositivos se encuentran inmersos en la vida de la sociedad de distintas formas y maneras. Quizás ya muchos conozcan su significado y operatividad. Sin embargo, siempre es oportuno recordar su definición.

Este dispositivo tiene capacidad de realizar funciones lógicas como; series, paralelos, contadores, temporizadores, comparaciones... se constituye por diferentes elementos, pero 3 son los básicos: CPU, entradas y salidas.

Ventajas de automatizar con PLC

Desde el punto de vista de costos, aprovechamiento de espacios, flexibilidad y confiabilidad, los PLC's ofrecen diversas ventajas sobre todos aquellos dispositivos del tipo mecánico:

- **Menos constituyentes:** La sustitución de todo el cableado ocasiona una ganancia en volumen, en dimensiones y una simplicidad de empleo. Así mismo, el sistema en general se vuelve más confiable al tener cada vez menos piezas mecánicas.
- **Menos conexiones:** Los cableados se reducen drásticamente a sólo tener los captadores, que son todos aquellos elementos y dispositivos que monitorean y conducen las señales al PLC, como son sensores, switches, entre otros, el PLC o la etapa de control y finalmente la carga o los dispositivos a controlar que pueden ser los actuadores.
- **Más funcionalidades:** Al trabajar con elementos programables, se tiene una mayor flexibilidad para cambiar los programas y las funciones según las necesidades de la industria, brindando la oportunidad adaptarse rápidamente a los progresos y evoluciones en el campo de la automatización.
- **Mayor comodidad:** El programa construido especialmente para una máquina puede ser duplicado y aplicado en toda una gama de máquinas que se encuentren trabajando en serie. Esto reduce costos, reduce tiempo del operador o programador y lo hace una herramienta más que útil y versátil en la rama de la industria. Además, al trabajar con elementos programables, se tiene una mayor inmunidad a las señales de ruido, los sistemas son más bastos es decir que están garantizados en un 100% contra errores y fallas y son flexibles y accesibles en general.

Normativas legales

La resolución # 2997 de 2007 Para la cual se establece el reglamento técnico sanitario para la producción, de cumplir los lactosueros en polvo como materia prima de alimentos para el consumo humano.

Decreto 616 de 2006 (febrero 28): por el cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercialice, expendi, importe o exporte en el país.

Decreto 3466 de 1982; los productores de bienes y servicios sujetos al cumplimiento de norma técnica oficial obligatoria o reglamento técnico serán responsables porque las condiciones de calidad e idoneidad de los bienes y servicios que ofrezcan.

3. CAPITULO 3: DEFINIR LOS COMPONENTES Y MATERIALES APROPIADOS PARA IMPLEMENTAR CONTROL.

3.1. SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS

Este proyecto de automatización del proceso de elaboración de quesos doble crema está compuesto por tres secciones fundamentales de la ingeniería mecatrónica: mecánica, electrónica y automatización. Al analizar el proceso y el diagrama PID a implementar, se podrán identificar las especificaciones necesarias para los dispositivos que permitirán automatizar la etapa de hilado. De igual manera, se realizará una selección de los sensores que se ajusten a las necesidades del sistema, y se elegirá el equipo de control (PLC) en función de las entradas y salidas requeridas. También se realizará una investigación de precios en los sitios web de los fabricantes para estimar los costos de implementación.

- Acero inoxidable 304

El acero inoxidable tipo 304 es un acero inoxidable austenítico -que tiene elementos formadores de austenita, como el níquel, el manganeso y el nitrógeno- serie T 300. Tiene un mínimo de 18% de cromo y 8% de níquel, combinado con un máximo de 0.08% de carbono. Se define como una aleación austenítica de cromo-níquel.

Características de Acero inoxidable 304	
Características	Información Material
Densidad	7.93 g/cm ³
Punto de fusión	1398-1454 °c
Calor específico	500 J/(Kg * K) a 20 °c
Resistividad eléctrica	0.73μΩ · m (20°c)
Permeabilidad magnética	≈1.02
Coefficiente de conductividad térmica	16.3 (100 °c) / 21.5(500°c)
Coefficiente de dilatación lineal	17.2 (0-100°c) / 17.8(0-300°c / 18.4(0-500°c))
Modulo elástico	193 GPa(28*106 psi)

Tabla 3.2. Características de Acero inoxidable 304(¿Qué es el acero 304? (s. f.-b).
<https://www.ainoxsas.com/acero304/>)

3.2. Selección de motor

La selección de los motorreductores se hace a partir de dos parámetros principales: Torque y velocidad angular. Motorreductor eléctrico de tornillo Sinfín donde el eje de entrada es perpendicular al eje de salida. Esto permite un montaje más sencillo, cómodo y ocupa menos espacio.



Ilustración 3.1 Motorreductor. [19. royadisa].

- Variador de frecuencia

los variadores o convertidores de frecuencia son sistemas que se encuentran entre la fuente de alimentación eléctrica y los motores eléctricos. Sirven para regular la velocidad de giro del motor de corriente alterna (AC) que estará sujeto a la hiladora, para el diseño de la propuesta se tiene la implementación de un variador de frecuencia SINAMICS V20

Es un variador de uso general que cubre las demandas de un amplio campo de aplicaciones como la funcionalidad de vectorial de lazo abierto y el uso de motor PM sin realimentación

- Frenado de alto flujo para reducir el tiempo de frenado en un 50%
- Autoajuste en línea para optimizar el rendimiento del motor a velocidad baja
- Control vectorial de lazo abierto para operación con motor PM
- Entradas de deshabilitación segura para STO (siglas en inglés de desconexión segura de par).
- Válvula solenoidal neumática. 2 vías 110 VAC

controla el paso de fluidos y gases. Su función básica es la apertura o cierre de válvula esto sucede cuando pasa corriente eléctrica a través de la bobina. Para este proyecto se busca con el fin del paso del vapor de la materia prima masa de cuajo

- Guardamotor

Un guardamotor es un interruptor magnetotérmico, especialmente diseñado para la protección de motores eléctricos. Este diseño especial proporciona al dispositivo una curva de disparo para la protección del sistema.

- Pilotos

XA2 PILOTO LUMINOSO ROJO O VERDE DE LED 24VCA/CC. rango de producto para la señalización de encendido paro de emergencia se lo utilizara para permitir a cualquier persona pueda detener la máquina si hay algún peligro en la planta.

- SITRANS TS500

es un sensor de temperatura industrial que admite un gran número de tareas de medición que van desde aplicaciones básicas hasta soluciones en entornos hostiles. Esto es posible gracias al diseño modular, que permite personalizar el sensor de acuerdo con las necesidades individuales.

Características	Información
Tipo sensor	película delgada
Tolerancia	Clase A IEC60751
Temperatura de proceso	Pt 100 Básico: -50 ... +400 °C (-58 ... +752 °F)
Material	316L
Rugosidad superficial	$R_a \leq 0,76\mu m$
Diámetro	6mm, recta /8mm reducida 5,3*20mm/6mm reducida 4,1*18mm
Tiempo de respuesta	$T_{50} \geq 3,5s / T_{90} \geq 9s$
Longitud de inmersión	55 a 400 mm
Presión máxima	40 bar
Protección de entrada	IP54-68, dependiendo del tipo de cabezal de conexión y prensaestopas

Tabla 3.3. características de sensor de temperatura. (41)

- PLC (controlador lógico programable)

Es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, electroneumáticos, electrohidráulicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje u otros procesos de producción.

También se le conoce como cerebro electrónico, encargado de accionar a otros componentes de maquinaria para que realicen acciones que pudieran ser peligrosas para los seres humanos o muy lentas si se hace manualmente.

Actualmente se usan para aplicaciones industriales, aunque ya se están viendo casos en los que se aplican para usos domésticos o comerciales.

PLC SIMATIC S7-1200, CPU 1211C

Por sus características y diseño compacto, bajo costo y amplio juego de instrucciones, los PLCs S7-1200 son idóneos para controlar una gran variedad de aplicaciones.

Feature		CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C	CPU 1215C
Physical size (mm)		90 x 100 x 75	90 x 100 x 75	110 x 100 x 75	130 x 100 x 75
User memory	Work	30 Kbytes	50 Kbytes	75 Kbytes	100 Kbytes
	Load	1 Mbyte	1 Mbyte	4 Mbytes	4 Mbytes
	Retentive	10 Kbytes	10 Kbytes	10 Kbytes	10 Kbytes
Local on-board I/O	Digital	6 inputs/4 outputs	8 inputs/6 outputs	14 inputs/10 outputs	14 inputs/10 outputs
	Analog	2 inputs	2 inputs	2 inputs	2 inputs / 2 outputs
Process image size	Inputs (I)	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes
	Outputs (Q)	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes
Bit memory (M)		4096 bytes	4096 bytes	8192 bytes	8192 bytes
Signal module (SM) expansion		None	2	8	8
Signal board (SB), Battery board (BB), or communication board (CB)		1	1	1	1
Communication module (CM) (left-side expansion)		3	3	3	3
High-speed counters	Total	3 built-in I/O, 5 with SB	4 built-in I/O, 6 with SB	6	6
	Single phase	3 at 100 kHz	3 at 100 kHz	3 at 100 kHz	3 at 100 kHz
		SB: 2 at 30 kHz	1 at 30 kHz	3 at 30 kHz	3 at 30 kHz
Quadrature phase	3 at 80 kHz	3 at 80 kHz	3 at 80 kHz	3 at 80 kHz	
	SB: 2 at 20 kHz	1 at 20 kHz	3 at 20 kHz	3 at 20 kHz	
		SB: 2 at 20 kHz			
Pulse outputs ¹		4	4	4	4
Memory card		SIMATIC Memory card (optional)			
Real time clock retention time		20 days, typ. / 12 day min. at 40 degrees C (maintenance-free Super Capacitor)			
PROFINET		1 Ethernet communication port			2 Ethernet communication ports
Real math execution speed		2.3 µs/instruction			
Boolean execution speed		0.08 µs/instruction			

Ilustración 3.2 Características de plc a implementar (DATA SHEET) [43]

4. CAPITULO 4: ESTABLECER LOS CÁLCULOS DE POSICIÓN PARA REALIZAR PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA.

4.1. OPERACIONES DE PRODUCCIÓN

Para cada una de las operaciones del proceso de fabricación de queso doble crema, se identificaron los siguientes utensilios necesarios para el proceso del sistema.

Recepción:

- Bidones de aluminio de 40 L.
- Manguera plástica de 2"

Instrumentos de laboratorio:

- lactómetro Densímetro.
- Jarras plásticas.
- Pipetas.
- Buretas.
- Reactivos.

Pasteurización:

- Agitador manual de leche
- Tina 1 para pasteurización: en acero inoxidable; doble camisa; fija, anclada al piso; volumen: 1040 L.; no tiene placa técnica; no tiene del usuario; altura externa: 0,68 m.; altura interna: 0,62 m.; diámetro externo: 1 ,57 m.; diámetro interno: 1 ,51m.

Filtrado:

- Tamices.
- Cubetas plásticas.

Corte de la cuajada:

- Lira de corte vertical en acero inoxidable y cuerdas de nylon.

Mezclado – Desuerado hilado:

- Palas de acero horizontales.
- Cubetas en acero 304 de 2000 L.

Moldeado:

- Moldes plásticos.
- Mesa para moldeo 1: en acero inoxidable; móvil; con inclinación; no tiene placa técnica; no tiene manual del usuario; altura mayor. 0,80 m.; altura menor. 0,73 m.; largo total: 2,12 m.; ancho total: 1,22 m.; altura del mesón: 0,12 m.

Prensado:

- Mesa para pre prensado.
- Soportes para prensado (se utiliza la misma mesa luego del prensado para desmoldar los quesos).

parámetros de producción

- Temperatura de hilado del queso esta aproximadamente 70°C
- Material de fabricación Acero Inoxidable AISI 304 fue seleccionado por características de higiene y limpieza.
- Volumen de Máquina 2500 litros máximo, el volumen de la maquina fue propuesto por las necesidades de la empresa y propietario
- Volumen máximo por día 7000 litros
- Sistema de calentamiento esta suministrado a gas

Se considera que por cada 10 litros de leche entera hay un promedio de 1kg de cuajada a procesar, la empresa recolecta (8000 - 9000) litros diarios de leche, para este trabajo se realiza el diseño de la hiladora con un volumen máximo de 7000litros y se determina que para este volumen se tiene 700kg de cuajada esto se determina según la siguiente relación:

$$\begin{array}{l} 10 \text{ litros} \rightarrow 1\text{kg cuajada} \\ 7000 \text{ litros} \rightarrow x \end{array}$$

$$x = \frac{7000 \text{ litros} * 1\text{kg}}{10\text{litros}} = 700 \text{ kg Diarios de producción}$$

Ecuación

3

El análisis de este parámetro nos permite evaluar el nivel de confiabilidad y la duración operativa de la planta. Se ha planificado la división de la masa total en ocho intervalos de tiempo con el objetivo de evitar la sobrecarga del sistema.

Mediante el análisis de las diferentes componentes que conforman la hiladora, se han desarrollado ecuaciones que permiten calcular la potencia consumida por el agitador utilizando valores adimensionales. Estos cálculos dependen de la geometría del agitador y de la capacidad de almacenamiento de la hiladora, y son esenciales para garantizar su correcto funcionamiento en términos de las fuerzas máximas que pueden soportar los materiales de diseño se debe tener en cuenta los siguientes parámetros.

- Masa de la hiladora: es necesario conocer la masa de la hiladora para poder calcular la fuerza necesaria para hacerla girar y, por lo tanto, la potencia requerida del motor.

$$\text{Capacidad requerida de producción} = \frac{700kg}{8 \text{ ciclos de trabajo}} = 87.5 kg \quad \text{Ecuación 4}$$

- Longitud del brazo: la longitud del brazo de la hiladora es importante para determinar la distancia angular recorrida en una rotación completa y, por lo tanto, la velocidad angular requerida. $longitud = 1.20 m$
- Velocidad de rotación: la velocidad de rotación de la hiladora depende del proceso de producción de queso y de las especificaciones del fabricante según los parámetros de producción diario se tiene una velocidad de 6 rpm
- Eficiencia del motor: la eficiencia del motor es importante para calcular la potencia real que se necesita para que la hiladora funcione correctamente.

Se le aplicará un factor de seguridad a esta fuerza, debido que en ocasiones el operador coloca más de la cantidad de la que puede soportar el diseño, y se agregar suero durante el centrifugado para mantener húmeda la cuajada, porque además de este y otros aditivos, el suero y cualquier otro aditivo cuenta como una masa adicional de 700kg de cuajada.

Por lo general, la potencia de accionamiento del motor debe dejar un margen de seguridad para el estado operativo especial de la aplicación correspondiente, y la potencia nominal del motor generalmente tiene un valor de potencia específico.

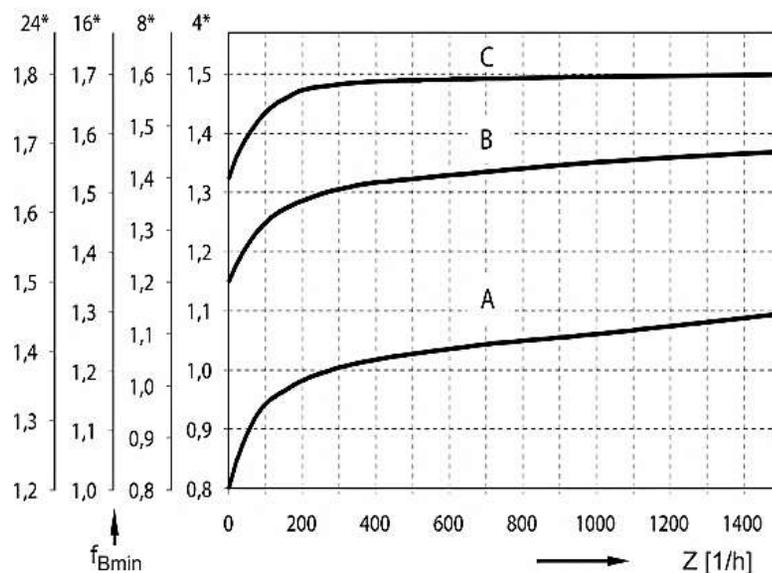


Ilustración 4.3 Gráfica de factor de servicio *La placa de identificación del motor* [42]

El factor de seguridad depende de las horas de funcionamiento en relación con el factor de arranque, funcionamiento y según el factor de aceleración de masa, diferenciando tres cargas. Mientras que la suavidad de la clasificación operativa describe el impacto causado por la máquina accionada, el coeficiente de aceleración de masa determina la carga máxima en el arranque.

El factor de seguridad es un aspecto fundamental que se debe tener en cuenta para garantizar que el motor pueda manejar cargas adicionales y operar de manera segura a lo largo del tiempo, al considerar el factor de seguridad, se busca evitar situaciones en las que el motor se encuentre trabajando en su capacidad máxima o se vea sometido a esfuerzos excesivos. El objetivo es brindar un margen de seguridad para acomodar posibles fluctuaciones o sobrecargas en las condiciones de operación.

4.2. POTENCIA DEL MOTOR

Para comenzar con los cálculos necesarios, se lleva a cabo un análisis del fluido o la masa como materia prima, específicamente de la cuajada. Es necesario que el torque del motor supere las fuerzas que actúan sobre cada superficie de paleta en contacto. Además, la fuerza resultante que actúa sobre la superficie sólida curva debe ser igual y opuesta a la fuerza resultante que actúa sobre la superficie líquida curva.

Por lo tanto, tenemos

F_h = fuerza

D = distancia de fluido (masa) hasta la superficie de paleta

B = longitud de paleta

$$\rho_{cuajada} = 1033 \frac{kg}{m^3}$$

$$A = 0.450m * 0.260 * 3 = 0.351m^2$$

$$h_c = \frac{0.450m}{2} = 0.225$$

$$F_H = 1033 \frac{kg}{m^3} \cdot \frac{9.81m}{s^2} \cdot 0.225 \cdot 0.351m^2 = 782.5N$$

$$\text{Momento de torsión} = \text{Fuerza} \times \text{Longitud del brazo} \quad \text{Ecuación 5}$$

$$M = 782.5 * 1.20m = 939 Nm$$

$$\text{Velocidad angular} = (2\pi \times \text{Velocidad de rotación}) / 60 \quad \text{Ecuación 6}$$

$$\text{vel. angular} = 2\pi \times 6 / 60 = 0.627 \text{ rad/s}$$

Potencia = Momento de torsión x Velocidad angular

Ecuación
7

$$Potencia = 939Nm * 0.627 rad/s$$

$$Potencia = 589W$$

$$Potencia real = 589w * 1.2 rad/s$$

Ecuación
8

$$= 706.8w$$

Al conocer la potencia real se determina que el motor que se ajusta a las especificaciones de diseño es:

220V / 380V / 60Hz



CÓDIGO	TIPO	HP	Kw	Intensidad de corriente máxima (AMP)	Factor Potenc.	Eff (%)	RPM	Peso (kg)	
911YRT801201.0HP	YRT801-2	ALTA	1.0	0.75	1.83	0.83	75.0	3400	13.20
911YRT90S202.0HP	YRT90S-2	ALTA	2.0	1.5	3.44	0.84	79.0	3400	18.00
911YRT90L203.0HP	YRT90L-2	ALTA	3.0	2.2	4.85	0.85	81.0	3400	22.50
911YRT8024401.0HP	YRT802-4	BAJA	1	0.75	2.03	0.76	73.0	1750	13.80

Ilustración 4.4 Selección de motor con parámetros de diseño (DATA SHEET)

Con motor DRN de 4 polos/IE3:

Reductor		Motor	
Tamaño del reductor	Ma _{máx.} Reductor Nm	Tamaño	Potencia kW
10	25	-	-
20	40	-	-
30	70	80M4	0.75
37	110	80M4 – 90L4	0.75 – 1.5
47	180	80M4 – 112M4	0.75 – 4

Ilustración 4.5 Característica de caja reductora para motor a implementar

4.3. ESTRUCTURA Y SOPORTES

La estructura del diseño se tiene planteado usar acero inoxidable 304 ya que la aplicación es alimenticia. Para la selección del tamaño de la tubería se usó software Autodesk inventor para comprobar los esfuerzos normales.

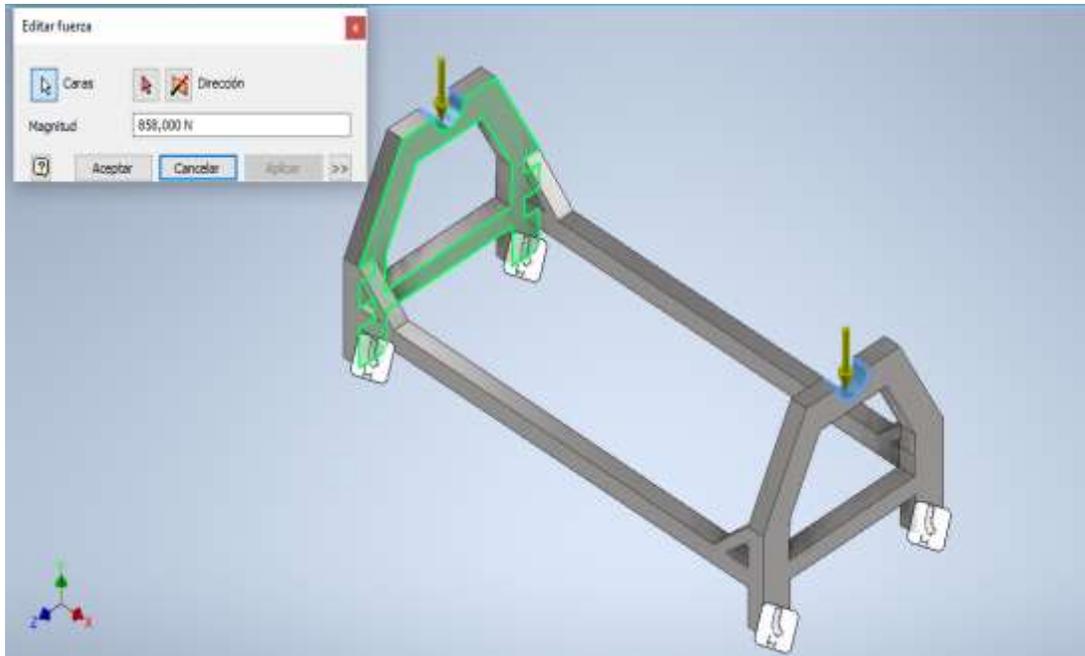


Ilustración 4.6 fuente elaboración propia esfuerzos de estructura

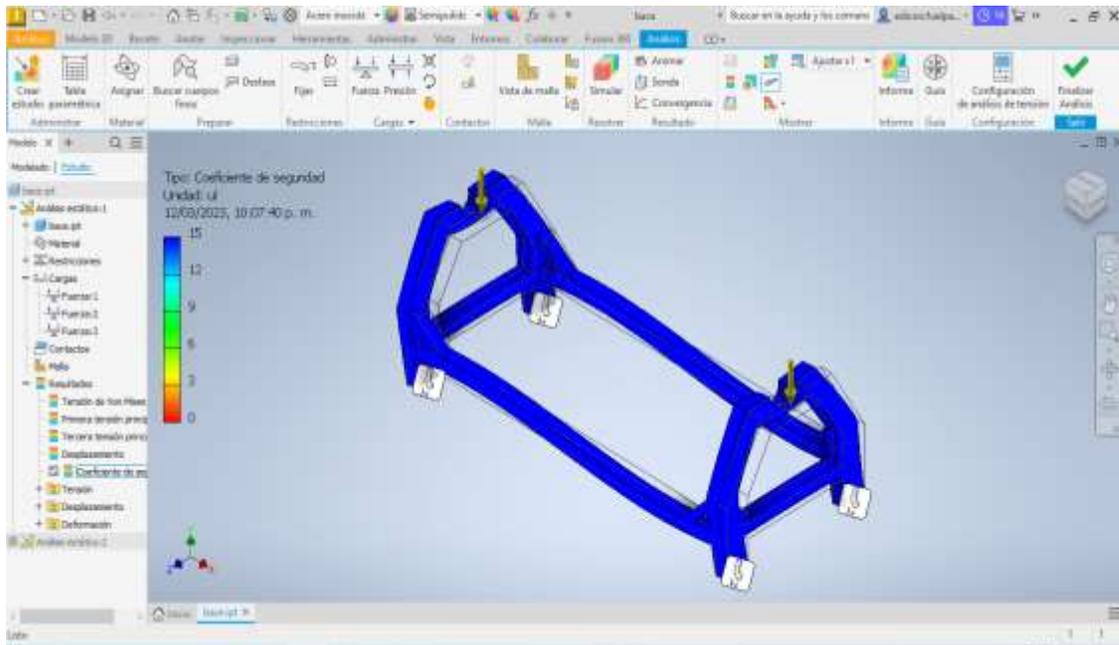


Ilustración 4.7 Fuente elaboración propia coeficiente de seguridad

5. CAPITULO 5: DESARROLLAR EL MODELAMIENTO DEL LUGAR POSICIÓN PARA IMPLEMENTARLA AUTOMATIZACIÓN

5.1. DISEÑO METODOLÓGICO

Este proyecto contará con una investigación aplicada, en la que se desarrollarán diversas estrategias y mecanismos para lograr un objetivo concreto: el diseño de planos, presupuestos y estudios de instrumentación necesarios para llevar a cabo la tecnificación de la etapa de hilado en el proceso de fabricación de quesos doble crema. Se utilizará una metodología que permita conocer varios aspectos de producción y rentabilidad para proporcionar una mejor calidad y permitir que la empresa destaque dentro del municipio.

La creación de plantas de productos derivados de lácteos es una idea de negocio muy común en los municipios de los departamentos de Nariño, debido a que la ganadería es una de las principales actividades económicas de la región y de ella se derivan actividades de transformación y comercialización de leche. Para este proyecto, se trabajará en colaboración con la empresa "Oro Blanco" del municipio de Carlosama, en el diseño de la automatización de la etapa de hilado en el proceso de elaboración de queso.

Las variables que intervienen en este proyecto se componen de las siguientes:

- Variable Independiente: Automatización de proceso industrial.
- Variables Dependientes: Productividad, Rendimiento laboral, eficiencia del Proceso, Calidad, Mejoramiento del equipo.



Ilustración 5.8 Fuente elaboración propia Esquema de funcionamiento de la planta

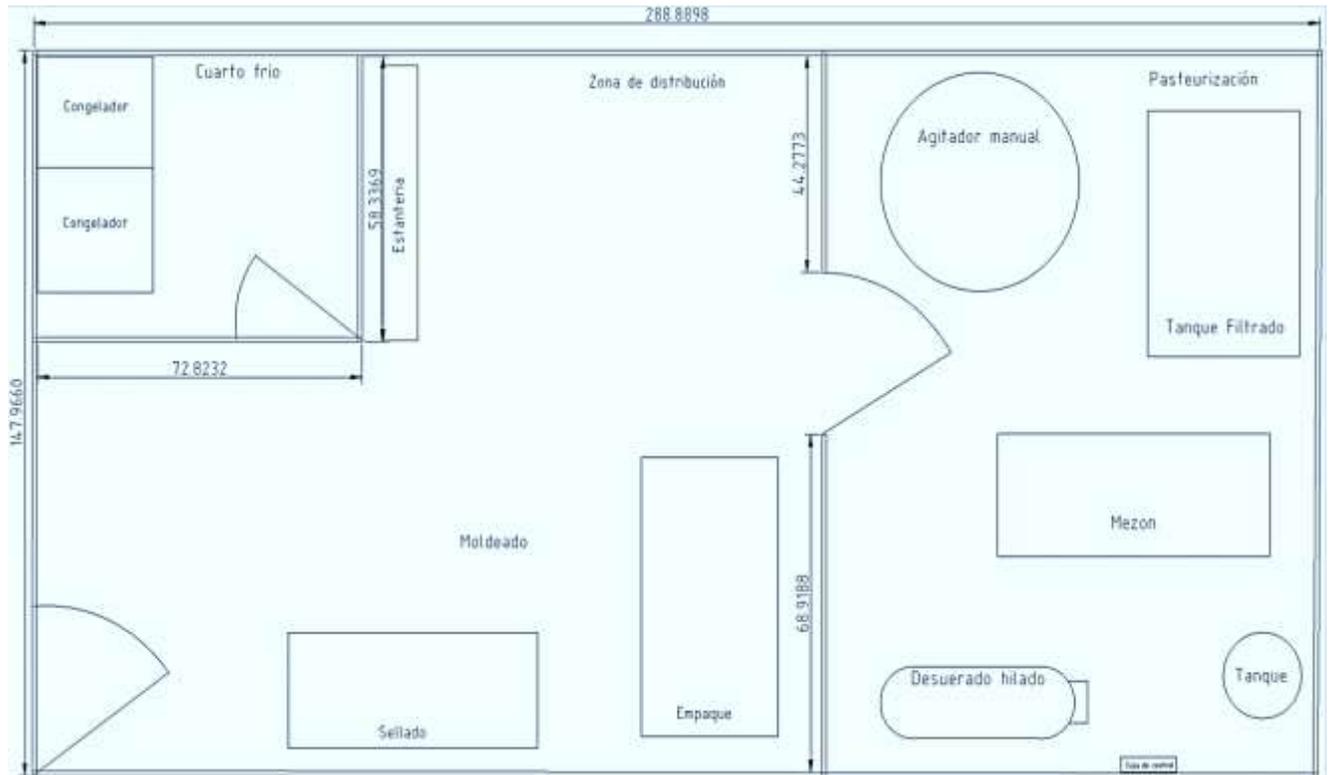


Ilustración 5.9 Fuente elaboración propia planos de planta quesos oro blanco



Ilustración 5.10 Fuente elaboración propia planta física a implementar su diseño



Ilustración 5.11 Fuente elaboración propia planta quesos oro blanco



Ilustración 5.12 Fuente elaboración propia empresa quesos oro blanco

El resultado del proyecto de automatización se enfocará en una etapa específica para la cual fue diseñado el sistema. Para ello, se llevará a cabo una observación minuciosa del proceso actualmente utilizado por la empresa “Quesos Oro Blanco” Es importante destacar que, aunque el proceso principal de elaboración de queso puede ser similar en todas las plantas, cada una tiene su propia receta o proceso particular que la distingue de las demás.

5.2. HILADO

Para la etapa de hilado está conformado por componentes los cuales depende su funcionamiento. El tanque de hilado se conformará de un sensor de temperatura que, además de captar la variable, transmite información al PLC y, en función del valor, activará o desactivará la electroválvula situada a la entrada del intercambiador de calor. Un agitador conformado de paletas trabaja en paralelo, es decir, no depende de una temperatura variable, funciona según intervalos de tiempo, estos componentes en conjunto garantizan un proceso de hilado eficiente, controlado y optimizado en la fabricación de productos lácteos

Para la etapa de hilado se desarrolló un diagrama de flujo, este nos ayuda a entender el proceso de funcionamiento de la etapa de una forma simple, lo cual es gran importancia para diseñar un diagrama de Ladder.

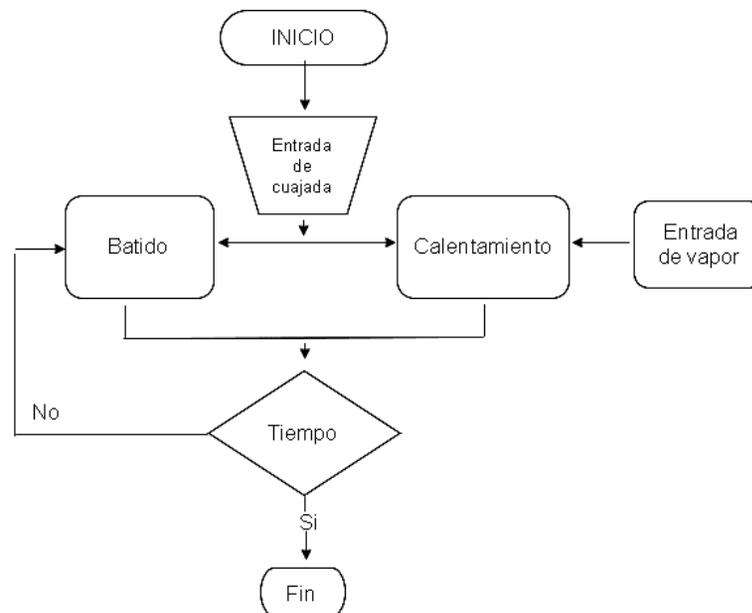


Ilustración 5.13 diagrama de flujo de proceso de hilado

En la imagen anterior, podemos ver que la etapa de hilado se divide en dos hilos: batido y calentamiento. El diseño de la automatización se enfoca en dos líneas, ya que son igualmente relevantes durante la operación de la etapa de hilado del proceso de queso doble crema.

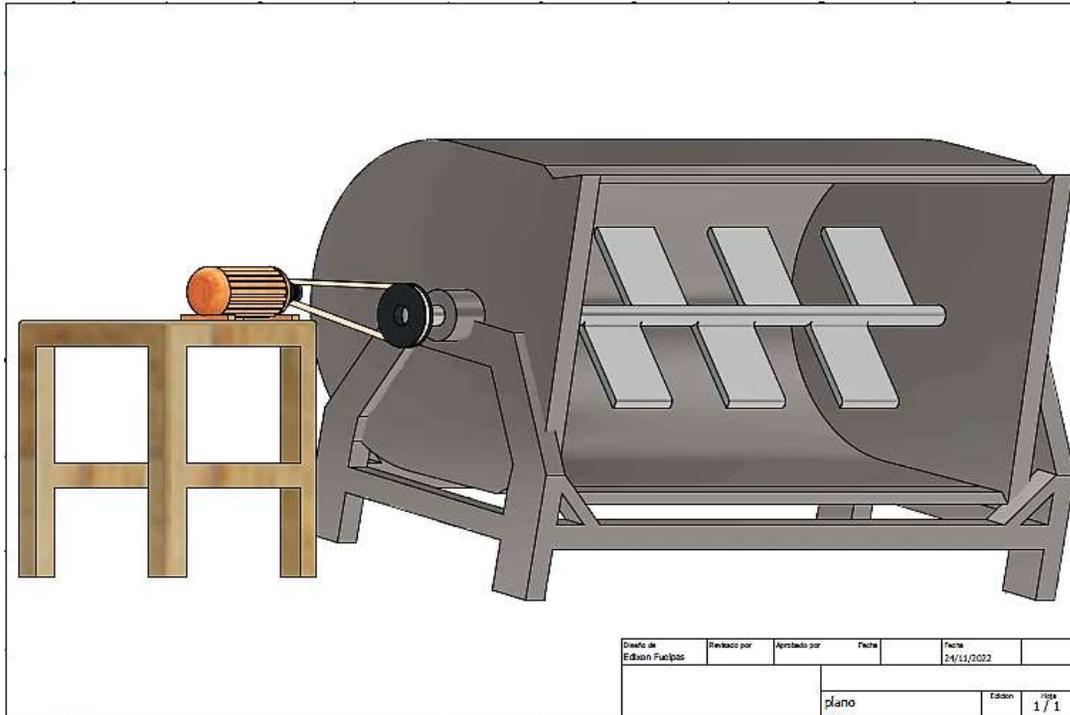


Ilustración 5.14 Diseño en SolidWorks hiladora

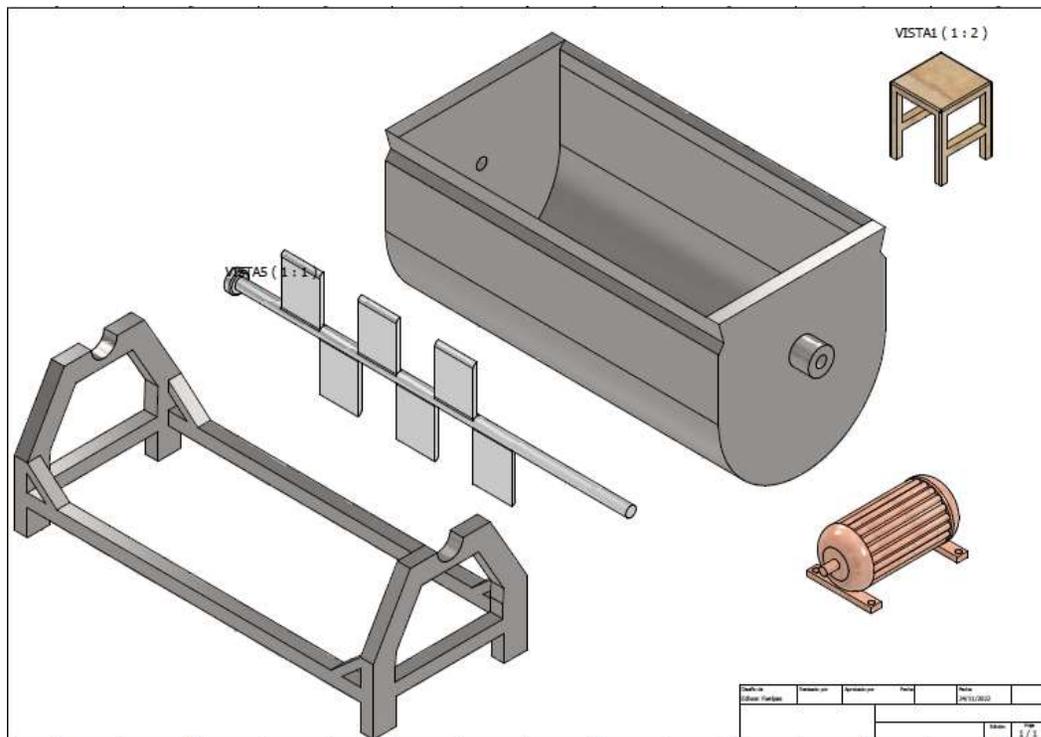


Ilustración 5.15 Diseño de partes de hiladora SolidWorks

5.3. PROGRAMACIÓN Y SIMULACIÓN

Para la programación y simulación de este proyecto se usará el software Tia Portal y su complemento PLC, Para realizar la automatización se tiene el diseño o programación base en lenguaje Ladder

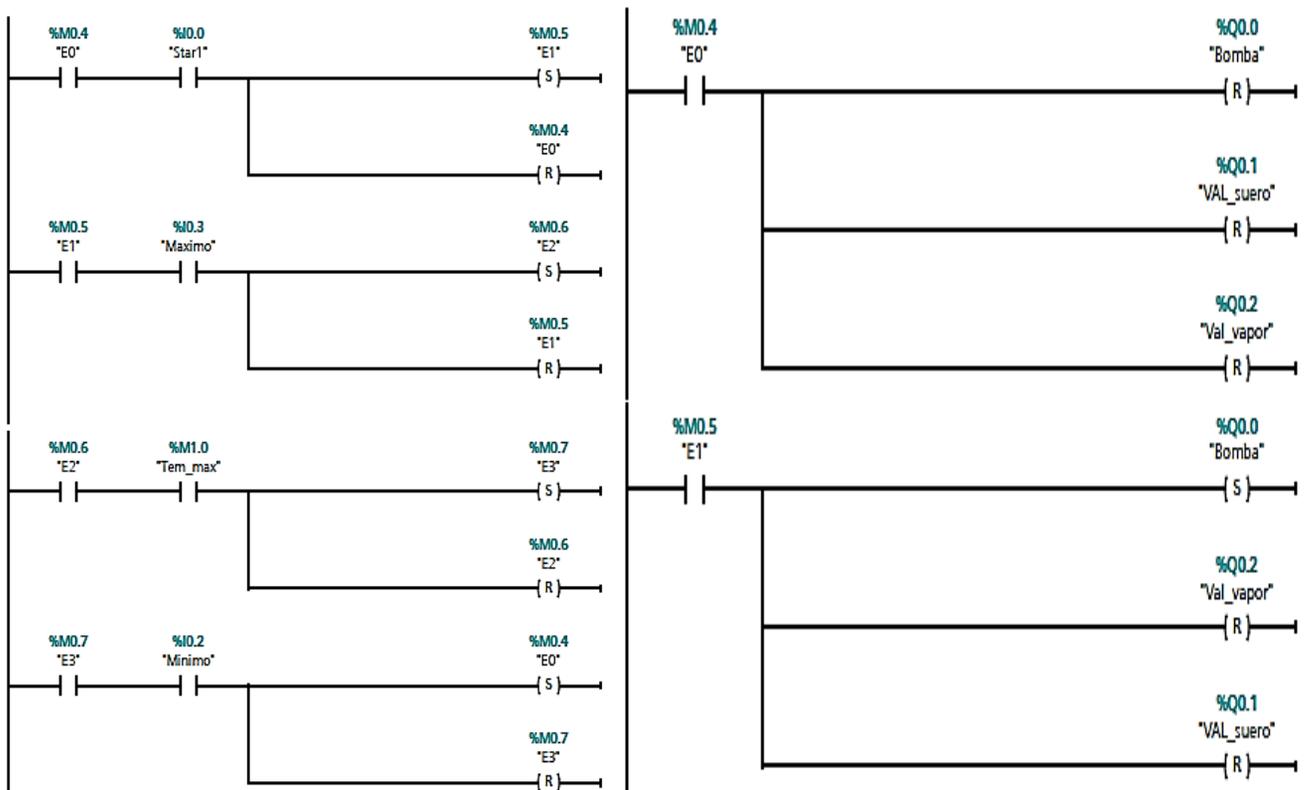
5.3.1. Programación Ladder

La programación en escalera o lógica de contactos es un tipo de programación muy simple porque es muy gráfica y con su forma escalera facilita la explicación de su funcionamiento. El software Tía-Portal también ofrece muchas ventajas en la programación, ya que es uno de los software más intuitivos y sencillos para este tipo de programación, se tendrá en cuenta cada transición y etapas, que componen la elaboración y queso para poder diseñar y ejecutar su control sobre cada actuador y sensor.

- Para realizar el programa se debe tener en cuenta las variables a utiliza y su proceso que se va a declarar todas condiciones necesarias para el apagado de cada actuador a la implementación. Cuando se oprime el botón de START se le da paso a la siguiente etapa.
- El proceso de hilado cuenta con dos actuadores que se debe implementar en caso de que se lo realiza en una planta real, en la simulación y en el diseño se toman como 4 actuadores.
- En la primera fase, se activa la bobina correspondiente a la velocidad mínima del mezclador (M1). Al hacerlo, se abre la válvula del vapor a través de un intercambiador de calor. Cuando la temperatura del tanque alcanza un mínimo establecido, se procede a la siguiente fase.
- Tanto el mezclador (A) como el calentamiento (T) trabajan simultáneamente para determinar el inicio y el final del proceso completo.
- La etapa T1 es el inicio del calentamiento, aunque no tiene una función activa. Si la variable asignada al calentamiento está activa, se procede a la siguiente fase.
- En la etapa T2, la válvula del vapor se abre cuando la temperatura alcanza su máximo, y se procede a la siguiente fase.
- En la fase T3, se apagan las válvulas del vapor y, cuando la temperatura baja de su valor mínimo, se activa nuevamente la etapa T1 para ejecutar un ciclo y mantener la temperatura en un rango determinado sin alterar ningún componente o factor. ($T > \text{Min}$, $T < \text{Max}$).
- Para activar el mezclador (M1), se acciona un relé que permite el acceso a la velocidad media. Además, se activa el calentamiento para el funcionamiento adecuado. Cuando se alcanza un tiempo determinado donde $t = \text{hilado}$, se procede a la siguiente fase.

- En la etapa M2, se calibra la velocidad rápida del mezclador. Una vez que ha transcurrido un tiempo establecido, $t = \text{hilado}$, se procede a la siguiente fase.
- En M3, se enciende la velocidad de giro antihorario de las paletas y se finaliza la acción del actuador correspondiente a esta etapa, para continuar el ciclo de trabajo en la siguiente fase.
- En M4, se enciende el relevador que activa la velocidad rápida del mezclador y se
-

La programación tiene un funcionamiento simple, se realiza un encadenamiento etapa por etapa usando solo contactores y bobinas. Para funciones de más dificultad, el software ofrece bloques muy intuitivos para funciones específicas como: conversiones entre tipos de datos, temporizadores, normalizar y escalar variables. Como puede ser las señales que provienen de cada sensor que acoplan al funcionamiento del proceso a automatizar



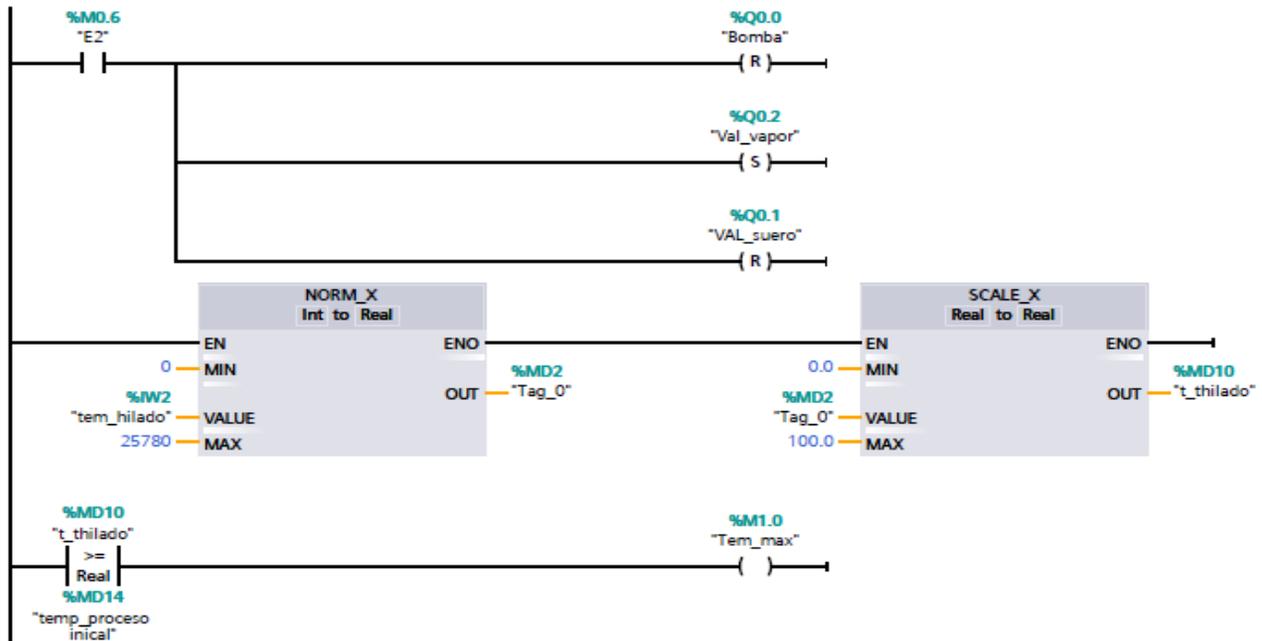


Ilustración 5.16 Esquema de programación Ladder de hilado Tia portal v17

Este tipo de configuración implica tomar el valor analógico del instrumento y convertirlo en un valor real entre 0 y 1 mediante normalización, especificando el valor nominal. En el caso de este proyecto, se tiene un valor de entrada del transmisor de flujo de 0.0 en un rango nominal de 0 a 25780 del PLC. Así, cuando el valor de entrada analógico sea 0, se obtendrá un valor normalizado de 0, y cuando el valor sea el máximo de la entrada analógica, el valor normalizado será 1. Para el escalado, se debe tener en cuenta el valor normalizado y definir el rango de medición del instrumento.

Una vez que se tienen los valores escalados, el software ofrece herramientas de fácil comprensión, como comparadores en este caso, que relacionan los datos del bloque de constantes, determinan si es mayor, igual o menor, y activan la bobina correspondiente.

Automatización Quesos oro blanco ▶ PLC_1 [CPU 1211C AC/DC/Rly] ▶ PLC tags ▶ VARIABLES IMPLEMENTAR [16]								
VARIABLES IMPLEMENTAR								
	Name	Data type	Address	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...	Comment
1	E0	Bool	%M0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	E1	Bool	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	E2	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	E3	Bool	%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Ster1	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Maximo	Bool	%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Tem_max	Bool	%M1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Minimo	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	Bomba	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	VAL_suero	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	Val_vepor	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	Tag_0	Real	%MD2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	tem_hilado	Int	%IW2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	Tem_fil	Real	%MD6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	t_thilado	Real	%MD10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	temp_proceso inicial	Real	%MD14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Ilustración 5.17 Tabla de variables a implementar en software tia portal v17

6. CAPITULO 6: EVALUAR E IDENTIFICAR POSIBLES FALLOS.

Se propone diseñar un sistema automatizado de hilado con el objetivo de mejorar el rendimiento del producto y su tiempo de producción correspondiente. Se llevará a cabo una evaluación de los equipos, facilidades requeridas de instrumentación, tubería, cableado y configuración del PLC para la implementación del sistema de control, teniendo en cuenta las capacidades económicas del cliente.

Es importante tener en cuenta que existen múltiples factores que pueden afectar parcialmente el desarrollo exitoso de este proyecto. A continuación, se describen los principales fallos que podrían limitar el objetivo principal de trabajo. Se sugieren medidas preventivas y correctivas para minimizar los riesgos y maximizar la eficiencia del proyecto.

Un problema mecánico puede ser uno de los principales factores que afectan el plan de trabajo de una planta de producción de queso. Por ejemplo, una correa suelta o rota puede evitar que la hiladora no funcione correctamente y causar problemas en la producción.

Por otro lado, un error de programación en la configuración de la velocidad de la hiladora puede generar que el queso se procese demasiado rápido o demasiado lento, lo que puede afectar la textura, el sabor, la apariencia y la vida útil del producto final. Por lo tanto, es crucial asegurarse de cumplir con el tiempo de producción recomendado para obtener un queso de alta calidad.

Los fallos en los sensores también pueden causar varios problemas que afectan la producción de queso en masa. El control de la temperatura es fundamental para el éxito del proceso de hilado, ya que, si la temperatura es demasiado baja, el queso no se derretirá correctamente. Por otro lado, si la temperatura es demasiado alta, el queso se quemará y perderá su textura. Además, si el nivel de queso es exagerado, puede provocar que la hiladora no detecte cuando hay demasiado queso en la máquina, lo que causaría un desbordamiento y afectaría la producción.

7. CAPÍTULO 7: PRESUPUESTO

Para evaluar la viabilidad del proyecto, es esencial realizar un análisis exhaustivo de costos y beneficios. Solo en este marco se puede tener una idea clara de si el respaldo financiero es justificado. En este capítulo, se identificaron los costos asociados con la instalación del sistema de control y todas las herramientas necesarias para llevar a cabo el proyecto. Es importante destacar que, en proyectos de este tipo, la inversión inicial constituye la mayor parte de los gastos durante toda su vida útil, ya que solo se requiere un mantenimiento periódico de los actuadores y la revisión del estado de los sensores.

7.1. Estimación de costos

Cant.	Elemento.	Marca	Referencia	Valor Total
1	PLC	Siemens	SIMATIC S7-1200, CPU 1211C	1.456.983
1	Modulo Entrada Analógica	Siemens	SIMATIC S7-1200, SB 1231	416.999
1	Variador de Frecuencia	Siemens	SINAMICS V20	1.000.000
1	Sensor de Temperatura	Siemens	SITRANS TS500	1.450.000
1	Válvula Neumáticas	Uni D	Solenoides vapor 2 vías 110 VAC, 1"	346.766
1	Válvula Hidráulica	Uni D	Solenoid 2 vías NC 110 VAC, 2"	278.000
1	Contactores	Siemens	SIRIUS 3RT2015- 1BB41	196.300
1	Pulsador - Parada de emergencia	Eaton	121462 - M22- PVT45P	100.000
6	Pulsador Luminoso	Eaton	216596 - M22-R, G	186.000
15m	Cable Cal. 20			30.000
15m	Cable Cal. 10			30.000
1	Gabinete		600x500x300 mm	250.000
1	Guardamotor	Schneider electric	GV2ME32	555.000
TOTAL				6.300.100

Tabla 7.4 Fuente elaboración propia estimación de costos de proyecto

Función	Personal	Horas	Valor horas
Estudio de proyecto	Ingeniero mecatrónico	18	540.000
Diagrama de control y diseño	Ingeniero mecatrónico	18	540.000

Programación y simulación	Ingeniero mecatrónico	40	1.200.000
Montaje	Supervisor a cargo	120	3.000.000
	Técnico		
Total			5.280.000

Concepto	Valor
Recursos de materiales	6.300.100
Recursos humanos	5.280.000
Varios (viáticos papelería ...)	2.000.000
Total	13.580.000

Tabla 7.5 Fuente elaboración propia presupuesto total de diseño de hiladora

7.2. LISTADO DE MATERIALES DE GABINETE CONEXIÓN

El consumo de energía de un motor depende del tipo y tamaño del motor que se esté implementando, por lo que para entender dicho consumo se debe considerar la descripción de los caballos de fuerza (HP) junto con cada sistema. Teniendo en cuenta que el consumo horario de la 1692 es de 2,25 kW, cuando se relaciona este valor con el tiempo necesario para girar el bloque de queso de la 1693 de 40 kg.



Ilustración 7.18 Gabinete de conexión fuente elaboración propia

presentación	Descripción
	<p>Variador para moto-reductor de 2 hp 1 unidad</p>
	<p>Moto-reductor de 2hp 440v trifásico sinfín corona relación de reducción 20:1(90 rpm a 1800) Eje de salida hueco Φ 35mm</p>
	<p>Selector de 3 posiciones con los 2 contactos NA</p>
	<p>cable rencauchutado calibre número 12</p>
	<p>Breaker tripolar de 15 amperios</p>
	<p>Breaker bipolar de 2 amperios</p>
	<p>Potenciómetro de 10K ohmios</p>

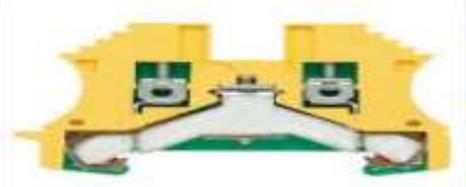
	Borneras eléctricas 2,5 mm
	Bornera para tierra eléctrica 2,5 mm
	Cofre para variador 40*30*20
	Prensa estopa de ½
	Riel omega
	Cable calibre número 18 negro
	Piloto led luz verde (encendido)
	Transformador de 100 VA

Tabla 7.6 Implementos a utilizar en gabinete de control fuente elaboración

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se considera como punto de partida para este proyecto el análisis del agotamiento físico que experimenta el operario al realizar la tarea de hilado. Por lo tanto, se propone la automatización del proceso de hilado dentro de la planta, teniendo en cuenta los equipos y características físicas ya existentes. Esto permitirá una operación sencilla, un uso óptimo del espacio de trabajo y una intervención mínima en el resto de la planta. Se busca alcanzar una armonía tanto en la implementación de la automatización como en el entorno general de la planta.

El proceso de hilado del queso se compone principalmente de un tratamiento térmico que involucra el calentamiento de la cuajada y su amasado. Este último consiste en estirar y comprimir las fibras del queso, alineándolas de una manera específica que dará lugar a texturas particulares, como las del queso mozzarella, el queso doble crema o el queso trenza, entre otros. Los parámetros que intervienen en este proceso son principalmente la temperatura que debe alcanzar la cuajada, la velocidad del amasado y el tiempo de estas actividades.

La propuesta de implementación de un sistema automatizado en el ámbito industrial de la producción de alimentos, específicamente en la elaboración de queso, permite solucionar posibles fallos que podrían ser causados por la operación inadecuada por parte del personal humano. Además, este sistema reduce significativamente el tiempo empleado en el proceso de elaboración, ya que se basa en un proceso semiautomático secuencial que se adapta a las condiciones del producto, mejorando así la calidad final del queso, la seguridad del proceso en la planta, la productividad y la fiabilidad de todo el proceso.

La elaboración y diseño de los diagramas de control que se implementarán contribuyen a la simplificación del proceso general de automatización. Sin estos diagramas, se hace difícil visualizar y controlar lo que se desea realizar, e incluso se complica la comprensión del proceso de elaboración del producto. Además, resulta más sencillo estimar la cantidad de equipos e instrumentación necesarios para llevar a cabo el proyecto, ya que ciertas especificaciones técnicas se incluyen en los planos. Esto, por supuesto, se logra gracias al uso de software de diseño avanzado como AutoCAD y SolidWorks 3D, que nos permiten visualizar la distribución de los equipos en el área de trabajo de manera óptima.

La programación desarrollada basada en el diagrama Ladder es una parte fundamental, ya que, al ser secuencial, se pueden llevar a cabo los procesos de recepción, mezcla, cuajado, extracción de suero e hilado de forma ordenada y eficiente. Su implementación en la programación del controlador lógico programable (PLC) permite una automatización adecuada en el diseño de una producción continua, altamente eficiente y que requiere una mínima interacción por parte del operario.

La máquina de hilado de queso tiene una capacidad total de volumen de 7000 litros y puede procesar 700 kg de queso al día. Esta producción se divide en ocho intervalos de producción de cuajada por ciclo. El sistema de transmisión de potencia está compuesto por tres ejes, siendo el eje central de las paletas removible para facilitar el mantenimiento y la limpieza de la máquina.

BIBLIOGRAFÍA

1. Nieto, Ernesto, C. (2006, 3 diciembre). *Manufactura y automatización*. ingeniería e Investigación. Recuperado 7 de marzo de 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/643/64326315.pdf>
2. Juan Pablo Mejía Quevedo, C. R. (5 de julio de 2010). ingeniería para la automatización proceso de pasteurización batch en una empresa procesadora de lácteos//<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7042/tesis487.pdf?sequence=1&isallowed=y>
3. Macias, E. J. (2011). técnicas de automatización avanzadas en procesos industriales. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/39379105_Tecnicas_de_automatizacion_avanzadas_en_procesos_industriales
4. *Qué es factor de servicio y cómo se calcula*. (s. f.). <https://clr.es/blog/es/que-es-factor-de-servicio-calcularlo/>
5. Pérez Martínez, R. E., [investigación básica]. (2020, 4 enero). *diseño de distribución en planta y optimización de los procesos productivos quesos* [1]. universidad Antonio Nariño facultad ingeniería industrial. <http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/2659/1/2020rodolfoefr%c3%a8np%c3%a8rezmart%c3%acnez.pdf>
6. Meca fénix, I. (2023). Que componentes eléctricos y electrónicos utilizan los tableros de control. *Ingeniería Meca fénix*. <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/control/componentes-electricos-tableros/>
7. FRANK GONZALEZ KERGUELEN, R. E. A. A. (2004, 14 mayo). *TUTORIAL BASICO PARA PROGRAMACIÓN DE PLC*. biblioteca.utb.edu.co. Recuperado 6 de abril de 2023, de <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0024806.pdf>
8. barrera, Juan. (2004, 5 febrero). grados de potencial. roydisa. Recuperado 7 de enero de 2023, de <https://www.roydisa.es/archivos/3012>
9. GUACANEME JIMÉNEZ, N. (2004). formulación y elaboración de queso doble crema hilado [1]. *formulación y elaboración de queso doble crema hilado, 1*, 59. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20123/njimenezg.pdf?sequence=1&isallowed=y>

10. *DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE QUESO DOBLE CREMA - Trabajos - yirley94.* (s. f.). <https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/DESCRIPC%C3%93N-DEL-PROCESO-DE-OBTENCI%C3%93N-DE-QUESO-DOBLE/449961.html>

11. Santos Barrantes, O. (2009). *Creación de una planta procesadora de derivados lácteos* (1.^a ed., Vol. 1) [1]. Universidad de La Salle, Bogotá. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1074&context=administracion_agro_negocios

12. *6SL3210-5BB17-5UV1 Siemens.* (s. f.). https://co.wiautomation.com/siemens/variadores-motores-proteccion-de-circuitos/sinamics/6SL32105BB175UV1?gclid=CjwKCAjw3ueiBhBmEiwA4BhspGKICnh1-HOadJ7dNltxRtycAX2kL7ZgDyOIUYiFmIrXBZM7HalyhhoCSEUQAvD_BwE

13. CUAICAL, C. J. (15 de septiembre de 2017). *diseño de la automatización de un prototipo de línea de producción de quesos maduros*”. obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7299/1/04%20MEC%20189%20TRAB-AJO%20DE%20GRADO.pdf>

14. *Tratamiento de la Cuajada.* (2015, 6 mayo). AQA Principado de Asturias. <https://asociaciondequeserosartesanos.com/asturias/el-queso/la-elaboracion/tratamiento-de-la-cujada/>

15. *Help.* (s. f.). <https://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2023/ESP/?guid=GUID-BA67E8B9-6925-4079-A853-57B68EF6D342>

16. López, B. S. (2022). Estudio de tiempos. *ingeniería Industrial Online.* <https://ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/que-es-el-estudio-de-tiempos/>

17. *Qué es factor de servicio y cómo se calcula.* (s. f.-c). <https://clr.es/blog/es/que-es-factor-de-servicio-calcularlo/>

18. colaboradores de Wikipedia. (2023). Controlador lógico programable. Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable

19. Miranda, E. (2019, 1 noviembre). *Manual De operación Plc S7.* IDOCPUB. Recuperado 3 de abril de 2023, de <https://idoc.pub/documents/manual-de-operacion-plc-s7-1200-en-espaol-6ngegdmxy2lv>

20. Autycom, Autycom, & Autycom. (2020). ¿Para qué sirve un PLC? *AUTYCOM - AUTYCOM*.
<https://www.autycom.com/para-que-sirve-un-plc/>
21. *PLC Ladder 1*. (s. f.). Scribd. <https://es.scribd.com/document/534272796/PLC-Ladder-1>
22. S&P. (2020, 8 enero). ¿Qué es y para qué sirve un variador de frecuencia? | S&P. S&P Sistemas de Ventilación. <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/variador-de-frecuencia/>
23. LEEKAISÍ. (2020, 2 febrero). *Variador de Frecuencia Yaskawa V1000 Standar - Grupo Leekaisi*. Grupo Leekaisi. <https://leekaisi.com/productos/por-marca/yaskawa/variador-v1000/>
24. *Variadores de Frecuencia Yaskawa V1000 Vectorial | Variadores de Costa Rica S.A.* (s. f.).
<https://variadoresdecostarica.com/productos/variadores/YASKAWA/V1000/overview>
25. Baccara. (2023, 7 febrero). ¿Cómo funciona una válvula solenoide? *iAgua*.
<https://www.iagua.es/noticias/baccara/como-funciona-valvula-solenoide>
26. colaboradores de Wikipedia. (2022). Guardamotor. *Wikipedia, la enciclopedia libre*.
<https://es.wikipedia.org/wiki/Guardamotor>
27. Admin. (2023). ¿Qué es un PLC y cómo funciona? *Industrias GSL*.
<https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/que-es-un-plc-y-como-funciona>
28. *quesos1.pdf*. (s. f.). Scribd. <https://es.scribd.com/document/645451786/quesos1-pdf>
29. *Descripción Del Proceso De Producción De Queso [pd4919wpoon9]*. (s. f.).
<https://idoc.pub/documents/descripcion-del-proceso-de-produccion-de-queso-pd4919wpoon9>
30. *QUESOS GENERALIDADES*. (s. f.). Scribd.
<https://es.scribd.com/document/645451787/QUESOS-GENERALIDADES>
31. Julio, V. C. C. (2017). Diseño de la automatización de un prototipo de línea de producción de quesos maduros. *CORE*. <https://core.ac.uk/display/200329096>
32. *Elaboración de queso doble crema – Derivados Lácteos*. (s. f.).
<http://derivadoslacteos.com/quesos/elaboracion-de-queso-doble-crema>

33. DECRETO NUMERO 616 DE 2006 28 FEB 2006. (2006). *REPUBLICA DE COLOMBIA*, 189 de la Constitución Política. <https://www.ica.gov.co/getattachment/15425e0f-81fb-4111-b215-63e61e9e9130/2006d616.aspx>
34. *La resolución # 2997 de 2007* (Vol. 2997). (s. f.). [378 Artículo ley 09 1979]. *REPUBLICA DE COLOMBIA*. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/RESOLUCI%C3%93N%202997%20DE%202007.pdf
35. *SUERO DE LECHE – Prolactea*. (s. f.). <https://prolactea.es/suero-de-leche/>
36. Luis, V. R. J. (2016). Automatización del proceso de elaboración de queso /. <https://repositorio.utb.edu.co/handle/20.500.12585/1240>
37. vega, C. Carlos. (2017). Diseño de la Automatización de un prototipo de línea de producción de quesos. *utn.edu.ec*. Recuperado 5 de enero de 2023, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7299/3/ARTICULO.pdf>
38. MEJÍA QUEVEDO, SÁNCHEZ GARZÓN, J. P., CRISTIAN ROLANDO. (2010). tesis. Wikipedia. Recuperado 20 de noviembre de 2022, de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7042/tesis487.pdf?sequence=1>
39. Caballero Granados, R. A. (2011). *PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE QUESOS FRESCOS*. WIKIPEDIA. Recuperado 10 de febrero de 2023, de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/24725/u608349.pdf?seq>
40. Roberto, P. C. A. (2018, 1 marzo). Automatización del proceso de elaboración de queso fresco semiblando entero de la empresa El Campesino. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15327>
41. SITRANS TS500 SITRANS TS500 (s. f.). *siemens.com* <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/process-instrumentation/temperature-measurement/sensor-sitrans-ts500.html>
42. La placa de identificación del motor es clave para seleccionar los reemplazos. (s. f.). El sitio Avícola. <https://www.elsitioavicola.com/articles/3054/la-placa-de>
43. CPU 1211C Siemens WW. (s. f.). <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Products/10045650>