



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA: INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO**

TÍTULO:

**Diseño de un Sistema Automatizado de Elaboración de Pasta Fina
Cárnica Mediante el Uso del PLC S7-1200 y TP900 Comfort, para Optimizar el
proceso cumpliendo las normas HACCP**

AUTOR:

Nieto Flores, Leonardo Antonio

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO

TUTOR:

M. Sc. Zamora Cedeño, Néstor Armando

Guayaquil, Ecuador

16 de septiembre del 2021



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **Nieto Flores, Leonardo Antonio** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO**.

TUTOR

MSc. Ing. Zamora Cedeño, Néstor Armando

DIRECTOR DE CARRERA

M. Sc. Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 16 días del mes de Septiembre del año 2021



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Nieto Flores, Leonardo Antonio

DECLARÓ QUE:

El trabajo de titulación **“Diseño de un Sistema Automatizado de Elaboración de Pasta Fina Cárnica Mediante el Uso del PLC S7-1200 y TP900 Comfort, para Optimizar el proceso cumpliendo las normas HACCP”** previo a la obtención del Título de **Ingeniero Electrónico en Control y Automatismo**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 16 días del mes de septiembre del año 2021

EL AUTOR

NIETO FLORES, LEONARDO ANTONIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

AUTORIZACIÓN

Yo, Nieto Flores, Leonardo Antonio

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Diseño de un Sistema Automatizado de Elaboración de Pasta Fina Cárnica Mediante el Uso del PLC S7-1200 y TP900 Comfort, para Optimizar el proceso cumpliendo las normas HACCP”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 16 días del mes de septiembre del año 2021

EL AUTOR

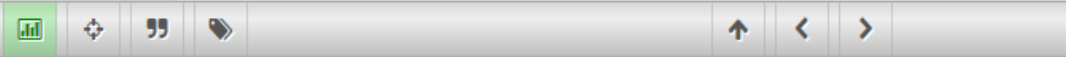
NIETO FLORES, LEONARDO ANTONIO

REPORTE DE URKUND

URKUND

Documento	Tesis Nieto.pdf (D111885359)
Presentado	2021-08-31 12:11 (-05:00)
Presentado por	Néstor Zamora (nestor.zamora@cu.ucsg.edu.ec)
Recibido	nestor.zamora.ucsg@analysis.orkund.com
Mensaje	Análisis Documento Tesis Nieto Mostrar el mensaje completo

1% de estas 28 páginas, se componen de texto presente en 1 fuentes.



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA
PARA EL DESARROLLO CARRERA: INGENIERÍA
EN ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO
TÍTULO: Diseño de un Sistema Automatizado
de Elaboración de Pasta Fina Cárnica Mediante el Uso del PLC S7-1200 y TP900 Comfort, para Optimizar el proceso cumpliendo las normas HACCP AUTOR: Nieto Flores, Leonardo Antonio
Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO TUTOR: M. Sc.
Zamora Cedeño, Néstor Armando
Guayaquil, Ecuador 2021
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA

Néstor Zamora, C.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de titulación es el desafío del cual me demandó todos mis conocimientos adquiridos, ya sea prácticos, teóricos y mentales que han formado en mí el profesional que soy y seguiré siendo.

Mi agradecimiento al Ing. Francisco Molina, Ing. José Villalobos y a todos mis compañeros del área de mantenimiento que me ayudan a despuntar en el ámbito laboral y me otorgan la posibilidad de seguir creciendo fuera de mi área de confort.

A los docentes de la Universidad Católica ya que sin sus enseñanzas esto no hubiese sido posible, me han brindado el verdadero aprendizaje profesional.

DEDICATORIA

A mi madre, que en todo momento me demostró que siempre se debe luchar por nuestros objetivos, me dio su ejemplo para no renunciar en mis momentos difíciles, su única meta fue guiarme para formarme en un buen camino.

A mis hermanas que en todo momento fueron mis ángeles guardianes, aunque me he equivocado miles de veces ellas estuvieron a mi lado.

A mis amigos de la Universidad que en todo momento fueron colegas en cualquier aspecto, brindándome enseñanzas y compartiendo conocimientos para llegar juntos al mismo propósito, incluso a las personas que en algún momento formaron parte de mi vida.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.

M. Sc. Romero Paz, Manuel de Jesús

DECANO

f.

M. Sc. PALACIOS MELÉNDEZ, EDWIN FERNANDO

COORDINADOR DEL ÁREA

f.

M. Sc. VALLEJO SAMANIEGO, LUIS VICENTE

OPONENTE

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	VI
DEDICATORIA	VII
INDICE DE TABLAS	XI
INDICE DE FIGURAS.....	XII
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT.....	XVI
Capítulo 1	2
1.1. Introducción	2
1.2. Antecedentes	2
1.3. Definición del Problema.....	4
1.4. Justificación del problema.....	5
1.5. Objetivos	6
1.6. Hipótesis.....	6
1.7. Metodología de Investigación	7
Capítulo 2.....	8
Fundamentación teórica	8
2.1. Automatización	8
2.2. PLC Autómata Programable	9
2.3. Redes de Comunicaciones Industriales	13
2.4. Software de Programación STEP 7	16
2.5. Interfaz HMI.....	19
2.6. Sensores.....	22
2.7. Sistemas de accionamiento (Neumático)	24
2.8. Elementos de Control y Protección Eléctricos	30
2.9. Bomba al vacío.....	34
2.10. Caudalímetro SU7000	36
2.11. ISO 22000 - HACCP	39
Capítulo 3.....	43
Diseño e Implementación.....	43

3.1. Sistema de Producción Actual.....	43
3.2. Análisis de Toma de muestras en proceso.....	44
3.3 Estructura y Planteamiento de necesidades en línea de PFC.	45
3.4. Introducción a la automatización del panel de control.....	47
3.5. Diseño del Sistema de Elaboración de Pasta Fina Cárnica	53
3.7 Implementación del Panel para el Sistema de Control Automatizado	64
Conclusiones	66
Recomendaciones.....	67
Bibliografía	68

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Sensores y Métodos de Detección ordinarios para las magnitudes más frecuentes	23
Tabla 2: Simbología de válvulas distribuidoras	26
Tabla 3: Partes Válvula de Alivio	30
Tabla 4: Distribución de Pin y Funciones	38
Tabla 5 Datos de producción de CEDIS	44
Tabla 6 Esquema de uso.....	47

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Modelo Estructural de un Sistema Automatizado.....	9
Figura 2 Grafica Autómata Programable.....	10
Figura 3 Diagrama Generalizado de un PLC.....	11
Figura 4 Organización Modular del PLC S7-300.....	12
Figura 5 Configuración de un PLC Bajo Arquitectura “Maestro Esclavo	13
Figura 6 Arquitectura de redes de comunicaciones industriales	14
Figura 7 Configuración del AS-Interface	16
Figura 8 Software de programación STEP 7	17
Figura 9 Ejemplo Lenguaje de Programación KOP	18
Figura 10 Principales funciones	18
Figura 11 Panel de Operación	20
Figura 12 Panel de Operación-OP 277 de Siemens.....	20
Figura 13 Paneles Táctiles	21
Figura 14 Musculo Neumático	25
Figura 15 Cilindro doble efecto tipo tándem.....	26
Figura 16 Símbolos básicos de las válvulas distribuidoras	27
Figura 17 Válvula distribuidora 5/2 de simple y doble bobina	28
Figura 18 Válvula Check funcionamiento.....	29
Figura 19 Válvula de Alivio	29
Figura 20 Contactor Aspecto Físico	31
Figura 21 Interruptor Automático Magnetotérmico	32
Figura 22 Efecto Campo Magnético en Relé - Bobina de Hilo de Cobre	32
Figura 23 Relé con Un Polo y Dos Contactos Fijos	33
Figura 24 Guardamotor	34

Figura 25 Bomba de Membrana	35
Figura 26 Principio de Funcionamiento (Bomba Rotativa).....	35
Figura 27 Principio de funcionamiento de Pistón	36
Figura 28 Instrucción y Criterio de Montaje	37
Figura 29 Distribución de Pines	38
Figura 30 Menú de Parámetro	39
Figura 31 Mixer modelo 510	40
Figura 32 Sensores Adán y Eva.....	41
Figura 33 Emulsificadora en Sitio	43
Figura 34 Fórmula del OEE.....	44
Figura 35 Datos recopilados y evaluados	46
Figura 36 Panel eléctrico original de control.....	47
Figura 37 Sistema de control HMI	48
Figura 38 Inicio de evaluación del sistema de eléctrico	48
Figura 39 Esquema KOP (PLC)	48
Figura 40 Diseño de esquema de control.....	49
Figura 41 Planos del Diseño Automatizado	50
Figura 42 Distribución de Fuerza	51
Figura 43 Sistema de Control en Emulsificador.....	51
Figura 44 Panel de Fuerza de Emulsificador.....	52
Figura 45 Programación interna en LOGO	52
Figura 46 Panel Eléctrico de Elevador de Coches.....	53
Figura 47 Ambiente de HMI	53
Figura 48 Establecimiento de Comunicación	54
Figura 49 Programación del bloque de dosificación	54

Figura 50 Programación en bloques	55
Figura 51 Segmento de Funciones Manuales Main OB	56
Figura 52 Segmento 6 funciones manuales independientes Main OB	56
Figura 53 Segmento 7 Función Automática de Mezclado Main OB	57
Figura 54 Segmento 8 y 9 Tratamiento de Señal Analógica Main OB	57
Figura 55 Índice de Bloques de Programación.....	58
Figura 56 índice de Pantallas de Navegación	58
Figura 57 Establecimiento de Avisos y Alarmas.....	59
Figura 58 Programación de Variables en recetas	59
Figura 59 Asignación de Usuarios y Permisos	59
Figura 60 Diseño de Pantallas	60
Figura 61 Menú de Aplicativos	61
Figura 62 Ambiente de Función Recetas.....	61
Figura 63 Set de Parametrización para Flujometro	62
Figura 64 Parametrización de Impulsos	63
Figura 65 Esquema de conexión de tuberías	63
Figura 66 Nuevo cableado de automatización.....	64
Figura 67 Paneles de Control de la automatización.....	64
Figura 68 Nueva interfase producción.....	65

RESUMEN

En el presente documento se analizó las fallas en una línea de producción en una empresa alimenticia, el funcionamiento de la máquina mezcladora al vacío AMFEC y el emulsor KS, se propone integrarlas por el proceso de elaboración de pasta fina cárnica, se implementará un sistema controlado por un PLC S7 1200, válvulas distribuidoras, cilindros, bombas de vacío, programando un panel Touch HMI SIMATIC Comfort Siemens TP900 que se comunique con protocolos óptimos como Ethernet, con el objetivo de reducir el tiempo de producción por un tablero maestro de control que administre las seguridades y estado del proceso, al elaborar un producto de calidad que cumpla con las normas de inocuidad, el rediseño del esquema será más óptimo respecto al consumo eléctrico con dispositivos actualizados de bajo consumo. En conclusión toda la pasta cárnica que se desperdicia por mala formulación del operador que causa pérdidas de costos, el sistema automatizado creará dosificaciones de mezclas preparadas y configuradas para que no intervenga durante la formulación ninguna mano humana y la orden cumpla un algoritmo y sea otorgada del sistema para ejecutar la receta.

Palabras Claves: MEZCLADO AL VACIO, REFINADO DE CARNICOS, SISTEMA DE AUTOMATIZACION, SUPERVISION EN TIEMPO REAL, PLC S7-1200, HMI TP900, RECETAS.

ABSTRACT

In this document, the failures in a production line in a food company were analyzed, the operation of the AMFEC vacuum mixing machine and the KS emulsifier, it is proposed to integrate them through the process of making fine meat paste, a controlled system will be implemented by an S7 1200 PLC, distribution valves, cylinders, vacuum pumps, programming a Touch panel HMI SIMATIC Comfort Siemens TP900 that communicates with optimal protocols such as Ethernet, with the aim of reducing production time by a master control board that manages the safety and state of the process, by developing a quality product that meets the safety standards, the redesign of the scheme will be more optimal with respect to electricity consumption with updated low-consumption devices. In conclusion, all the meat paste that is wasted due to poor formulation of the operator that causes cost losses, the automated system will create dosages of prepared and configured mixtures so that no human hand intervenes during the formulation and the order complies with an algorithm and is granted by the system to run the recipe.

Keywords: VACUUM MIXING, MEAT REFINING, AUTOMATION SYSTEM, REAL TIME SUPERVISION, S7-1200 PLC, HMI TP900, RECIPES.

Capítulo 1

1.1. Introducción

Actualmente la producción de pasta fina cárnica es la formulación de no alérgenos y conservantes de la soya, para esto se utiliza las maquinas mezcladoras y refinadoras que se encargan de la elaboración del pasta fina cárnica y trabajan analógicamente, consumiendo más energía en los múltiples arranques, el operador emplea más esfuerzo en cada arranque de las maquinas una vez terminado el proceso anterior y poniendo en riesgo su seguridad por lo complejo de su reinicio manual, con la posibilidad de errores en la exactitud de la receta de los alimentos.

Para este estudio aplicaremos y formularemos hipótesis en base a muestras recolectadas en las líneas de producción, brevemente se explicará de la automatización de un sistema control maestro-esclavo y todas las funciones que se integrarán en el panel para brindar mejores controles de calidad al proceso, aplicando las normas del plan HACCP con la consistencia de la pasta y cada dosificación del ingrediente deseado.

En el Capítulo III se documentará con fotografías la implementación en sitio del proyecto de automatización y control para la integración de las maquinarias en la línea de producción, en el Capítulo II se describirá todos los implementos a utilizar para la puesta en marcha de las mejoras que traerá el nuevo panel.

1.2. Antecedentes

En el presente Industrias Alimenticias Ecuatorianas para abastecer al mercado con la producción de embutidos suelen utilizar maquinarias que han sido adquiridas muchos años atrás, por lo general cumplen con la función para la que fueron diseñadas y existe la oportunidad de mejorar estos mecanismos de dichas maquinarias, con el

objetivo de brindar un producto de calidad e incrementar el rendimiento de la línea de producción.

Para la elaboración de pasta fina cárnica, se manejan máquinas que mezclan materias cárnicas sin desaprovechar nada en lo absoluto del animal, el producto final se tiene un proceso donde formulación para conservar todos los condimentos, aditivos y otros químicos que le dan el sabor y durabilidad a los productos, cabe recalcar que es necesario que se preparen con mucha cautela, caso contrario podrían llegar a ser muy nocivos para el consumo humano.

Las emulsiones en la elaboración de productos es el punto de inflexión el cual entraría a ser la forma ideal para la formación del producto deseado. El proceso de refinado de algunos procesos es la parte en la que la solución cambia desde su densidad hasta los factores de calidad como una transferencia de temperatura, para evitar que se oxide el producto y se pierda sus propiedades organolépticas, el operador aplica la extracción al vacío del oxígeno existente en su interior y mantener con ello los valores permitidos de Oxígeno Total Envasado.

La razón por la cual se implementa el control automatizado de compuertas al envase es extraer el oxígeno existente en su interior y mantener con ello los valores permitidos de Oxígeno, evitando se oxide el producto y pierda sus propiedades organolépticas. Este es un proceso que hasta ahora se realizaba con bombas de anillo líquido que utilizaban agua como líquido sellante y que luego de 10 años de trabajo continuo han perdido su capacidad de generar el vacío requerido por el sistema y deben ser reemplazadas necesariamente. (Valverde & Martínez, 2009)

Se conoce que el proceso de destilación y refinamiento logra eliminar la mayor parte de las sustancias tanto bacteriológicas como fisicoquímicas, con la

experimentación del agua se trata de obtener pruebas de Microbiología, pH, Color, conductividad, dureza total, cloruros y Solidos Totales (Salinas Ch, 2004)

El operador es quien se encarga de los procesos de producción industrial de manera constante, como en la puesta en marcha, el paro de procesos, la vigilancia de equipos, la manipulación de productos, la gestión de alarmas y el mantenimiento entre otras. Todo ha de llevarse a cabo con el menor coste posible, dentro de las mejores condiciones de seguridad humana y medioambiental.

Como en los procesos de aplicación siempre se exigen una alta fiabilidad y precisión, así ha debido ser durante mucho tiempo, ya que no existían en el mercado sistemas o elementos abiertos, de uso general que mediante programación pudieran cumplir los requisitos necesarios para poder controlar los sistemas de llenado y mezclado con la fiabilidad exigida en cada campo industrial. Esto ha permitido que durante mucho tiempo el comprador (cliente) de un sistema de mezclado, haya dispuesto de equipos de difícil acceso y manipulación, que requerían siempre el disponer en plantilla de personal técnico altamente cualificado para su manipulación y mantenimiento, o bien depender de las intervenciones del suministrador con el alto coste y tiempos de espera que ello conlleva. Desde la salida al mercado de los PLCs (Programing Logic Control) las posibilidades de control de cualquier proceso ofrecen un amplio campo de aplicación.

1.3. Definición del Problema

La línea de producción de pasta fina cárnica actualmente posee dos máquinas que trabajan con tecnología analógica, que ocasionan constantes problemas de producción siendo las más frecuentes, las fallas eléctricas, errores en la formulación de la mezcla y desperdicio de material cárnico que no cumple con los estándares de calidad para la conservación de materia prima.

El operador encargado debe seguir cada paso de la formulación de distintas recetas en el proceso de la mezcla de la pasta cárnica y durante la preparación se tiene que examinar manualmente el funcionamiento de cada máquina por que trabajan independientemente, esta actividad hace que se incremente el tiempo de producción.

El control de dispositivos eléctricos que incluyen el Timer, Relay y Contactores de feedback que son indispensables para el arranque del sistema se los configura y manipulan manualmente, a su vez siendo poco eficiente en el ámbito de control y en eficiencia energética.

1.4. Justificación del problema.

Las tecnologías obligan a automatizar muchos de los procesos, cada organización busca adaptarse con muchas de mejoras a largo plazo para una eficiencia de producción, de acuerdo al análisis anterior se identifica que es necesario mejorar la línea de producción obsoleta presenta constantes fallas que ocasionan los paros en manufactura.

Las empresas según una frase que lee “se expone con una revisión inicial de su entorno y una recesión estratégica sobre su misión (razón de ser), con el propósito de indicar un rumbo trascendental (visión y objetivos estratégicos) para los siguientes años, para identificar las ventajas competitivas que es necesario desarrollar, rediseñando la organización y alineando todos sus esfuerzos para caminar en la dirección deseada”.(Gutiérrez Pulido, 2010)

Los procesos en las empresas de carne siempre están preocupados por sus clientes y desean incrementar un valor agregado al producto final, disminuyendo los riesgos laborales y acortando los ciclos de producción, Los objetivos de automatización con el mando directo de ambas maquinas desde un puesto remoto, reemplazando los elementos de control que otorgará salidas directas.

El plan de calidad alimenticio cambia con respecto a las necesidades del consumidor, al protocolo de evitar que haya una proliferación de bacterias en el ambiente y a dicha conservación del producto para que a largo plazo pueda dar respuestas positivas en mantener un alimento en óptimas condiciones.

Mantener la calidad del producto es uno de los mayores compromisos de las empresas alimenticias, es por esto que el presente trabajo se centrara en mejorar la calidad y el proceso de producción mediante la automatización de una maquina mezcladora y una refinadora de cárnicos.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de Control automatizado para el proceso de elaboración de pasta fina cárnica, mediante el uso del PLC S7 1200 y TP900 Comfort, para cumplir las ISO 22000 y (HACCP).

1.5.2. Objetivos Específicos

- Describir el estado actual de una línea de producción de la elaboración de pasta cárnica.
- Diseñar un panel eléctrico para el sistema de Elaboración de Pasta Fina Cárnica mediante el PLC S7 1200, configuración de accionamientos y salidas eléctricas.
- Configurar el sistema de seguridades en lazo cerrado, que prevea todo tipo de fallas tanto eléctricas como de operación.
- Implementar el sistema de control automatizado diseñado.

1.6. Hipótesis

La automatización de las maquinas AMFEC y KS basados en el diseño de controles maestro utilizando PLC S7 1200 y el TP900 Comfort, mejora la calidad de

procesos y reducción de costos a nivel de consumo eléctrico y reducir desperdicios de producción.

1.7. Metodología de Investigación

Se usa la investigación cuantitativa para poder evaluar los datos recolectados como referencia de las mejoras y optimizaciones comparándolos con datos reales mostrados en estadísticas de la producción, se ha recopilado información de diversas fuentes bibliográficas que han empleado avances tecnológicos en los últimos años y se ha obtenido el análisis de producción de la empresa de alimentos.

En el método de investigación exploratorio da una recopilación de datos de la producción en la empresa, el operador toma esta información exclusiva de la industria alimenticia, en el que incluye el valor ideal del proceso versus el valor real de las maquinas mezcladora y refinadora. El trabajo es enfocado en un punto en concreto pero se podría implementar en operaciones similares.

El método es de enfoque cuantitativo por la recopilación de datos de la producción de la empresa, que incluye el valor ideal del proceso versus el valor real de las maquinas mezcladora y refinadora, esta información es únicamente de la empresa. Aunque el trabajo este enfocado en un punto en concreto, este se podría implementar en distintos lugares.

La Metodología Pre-Experimental busca analizar a un conjunto de recetas en el que su producción es más continua, con una toma de datos antes de la aplicación o proceso de implementación efectivo, después se le aplica el tratamiento y por último se le practica el test después de la implementación para poder recopilar datos de la eficiencia en los procesos y realizar una comparación.

Capítulo 2

Fundamentación teórica

2.1. Automatización

En la industria del siglo 21 busca innovar y simplificar los procesos de producción. Conforme el tiempo avanza, la tecnología va siendo renovada exigiendo a los empresarios a conseguir formas de aumentar su eficiencia de producción tanto en calidad como en volumen, para esto es la automatización, (ella anula la intervención) con ella anulamos cierta intervención humana, esto quiere decir mayor calidad en los productos, minimización de errores e incluso facilita a los operadores el trabajo.

“Es una operación mediante la cual las acciones ejecutadas realiza un proceso supervisado por un operario que traslada o transmite a una máquina, la que está administrada por un equipo cuyo enlace puede ser cableado o electrónico programado” (MONZÓ, 2014).

La automatización reemplaza ciertos procesos que se realizan por operadores con diferentes dispositivos que generan comandos automáticos permitiendo realizar a la maquina operaciones por si sola sin necesidad de ser vigilada, se usa cuando un proceso se puede presentar mediante diagramas, es decir que existe una rutina que puede ser programada y así se evitan los errores.

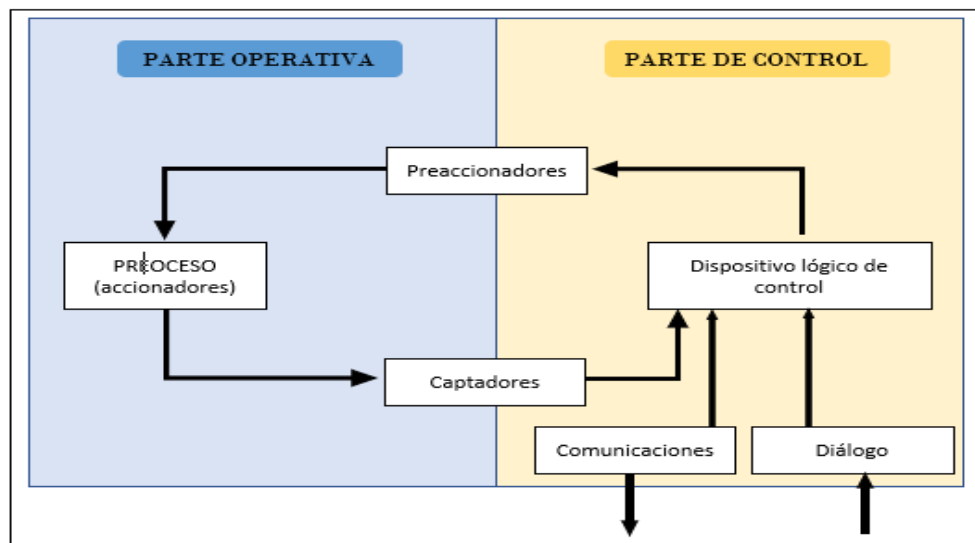
Un sistema automatizado debe sea capaz de reaccionar frente a situaciones de posibles fallas, también situar al proceso que está causando problema, aislando la situación y recreando la circunstancia más favorable. “En el periodo histórico más reciente los objetivos de la automatización han sido el procurar reducción de costes de fabricación, una calidad constante en los medios de producción y liberar al ser humano de las tareas tediosas, peligrosas o insalubres”.(García Moreno, 1999).

Un Sistema Automatizado puede clasificarse en dos partes:

- Parte Operativa
- Parte de Control

Se logra mediante el mantenimiento continuo de un intercambio de información entre la parte operativa y la parte de control o mando, dicho intercambio se establece a través de los captadores binarios, transductores analógicos y digitales y los dispositivos de pre-accionamiento, cambios de estado, dicha información se transmite para su tratamiento. Las acciones de mando a través de los fraccionadores, estos son dispositivos que permiten el control de grandes potencias mediante las señales de pequeña potencia que son emitidas por la Parte de Control como se muestra en la figura 1 (García Moreno, 1999)

Figura 1
Modelo Estructural de un Sistema Automatizado



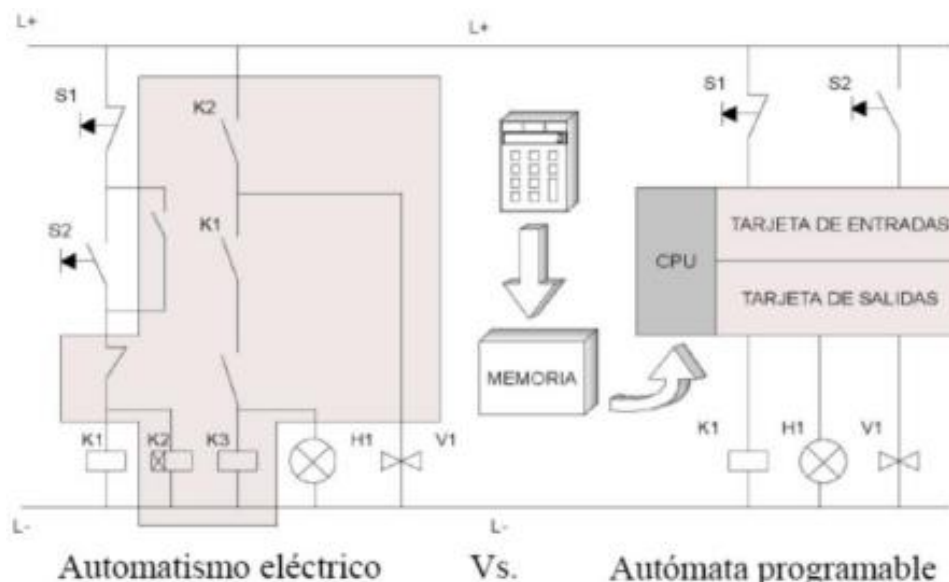
Nota: (García Moreno, 1999)

2.2. PLC Autómata Programable

Según: Aguilera Martínez, (2002). “Se entiende por Controlador Lógico Programable (PLC), a toda máquina electrónica diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales”.

En un sistema electrónico programable diseñado para ser utilizado en un entorno industrial, que utiliza una memoria en la que se puede reescribir para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario, para implantar soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuencia, temporización, recuento y funciones aritméticas, con el fin de controlar mediante entradas y salidas (digitales y/o analógicas – sistema híbrido) diversos tipos de máquinas y/o procesos.(Torres & Jara, 2009).

Figura 2
Grafica Autómata Programable



Nota: (Torres & Jara, 2009)

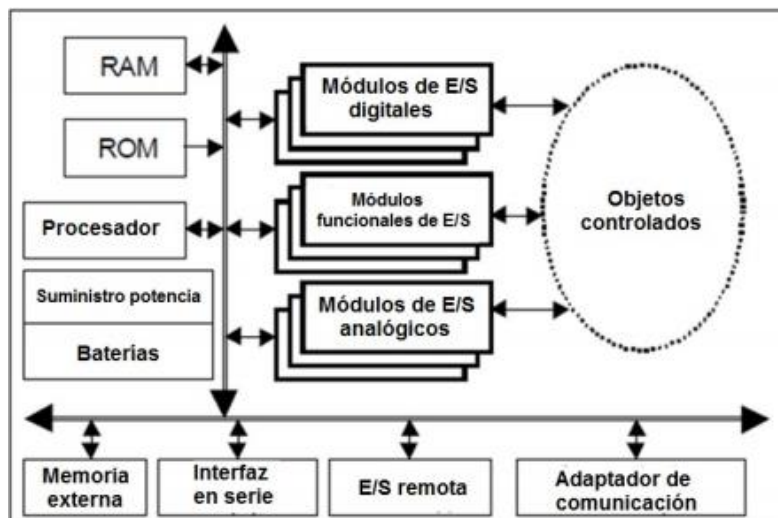
Se trata de una computadora, utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas. Sin embargo, la definición más precisa de estos dispositivos es la dada por la NEMA (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos) que dice que un PLC es (DIEEC, 2011).

“Instrumento electrónico, que utiliza memoria programable para guardar instrucciones sobre la implementación de determinadas funciones, como operaciones

lógicas, secuencias de acciones, especificaciones temporales, contadores y cálculos para el control mediante módulos de E/S analógicos o digitales sobre diferentes tipos de máquinas y de procesos”. (DIEEC, 2011).

En la figura 3 se muestra un diagrama de flujo presenta los componentes y la estructura de un PLC:

Figura 3
Diagrama Generalizado de un PLC



Nota: (DIEEC, 2011)

La transferencia de datos y/o direcciones en los PLCs es posible gracias a cuatro tipos de buses diferentes (DIEEC, 2011):

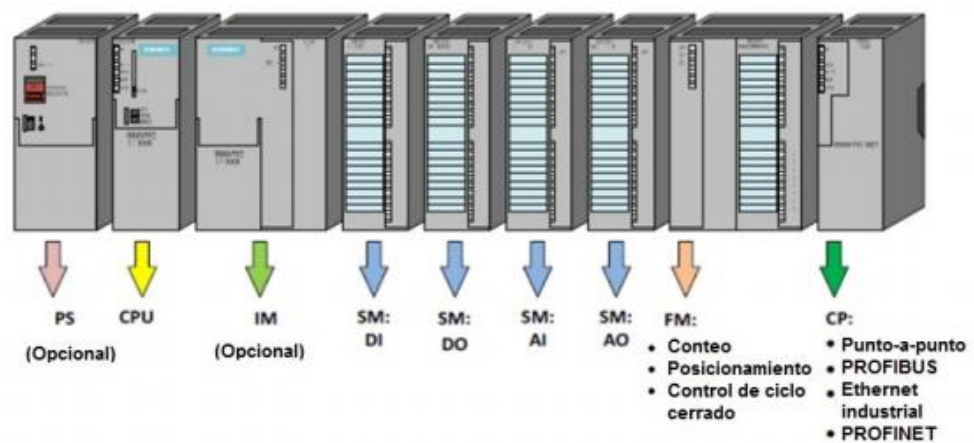
- Bus de datos, para la transferencia de datos de los componentes individuales
- Bus de direcciones, transferencias entre celdas donde se habían guardado datos
- Bus de control, para las señales de control de los componentes internos
- Bus de sistema, para conectar los puertos con los módulos de E/S.

El lugar de almacenamiento de datos y las instrucciones es la memoria que se divide en memoria permanente, PM, y memoria operacional, conocida como memoria de acceso aleatorio o RAM. La primera, la PM, se basa en las ROM, EPROM, EEPROM o FLASH; es donde se ejecuta el sistema de operación del PLC y puede ser reemplazada. Sin embargo, la RAM, es donde se guarda y ejecuta el programa en

cuestión utilizado y es la de tipo SRAM la que se utiliza habitualmente. La condición común para las entradas de dos componentes digitales de un PLC se guarda en una parte de la RAM y se denomina tabla PII o entrada imagen de proceso. (DIEEC, 2011).

Como se puede visualizar en la figura 4 un PLC de la empresa Siemens y sus componentes se puede identificar su función según la arquitectura, los módulos son designados según el diseño a automatizar, ya sean de expansión de entrada y salidas o de comunicación para protocolos industriales.

Figura 4
Organización Modular del PLC S7-300



Nota: (DIEEC, 2011)

2.2.1 Arquitectura Maestro-Eslavo

El esquema de comunicación industrial ampliamente difundido para redes de integración de equipos de control es el denominado “maestro esclavo”, y se utiliza en comunicaciones entre PLC y otros sistemas como SCADA’s y en DCS’s. Este sistema de comunicación maestro-esclavo consta esencialmente de un equipo que se lo denomina maestro y uno o varios equipos denominados esclavos; el maestro es quien gobierna los ciclos de comunicación, toda iniciativa de comunicación es llevada a cabo por este equipo, los esclavos solo responden a la petición del maestro, si les

corresponde, el proceso de pregunta/respuesta de un equipo maestro a uno esclavo se lo conoce como transacción. (DIEEC, 2011).

Figura 5
Configuración de un PLC Bajo Arquitectura “Maestro Esclavo”



Nota: (DIEEC, 2011)

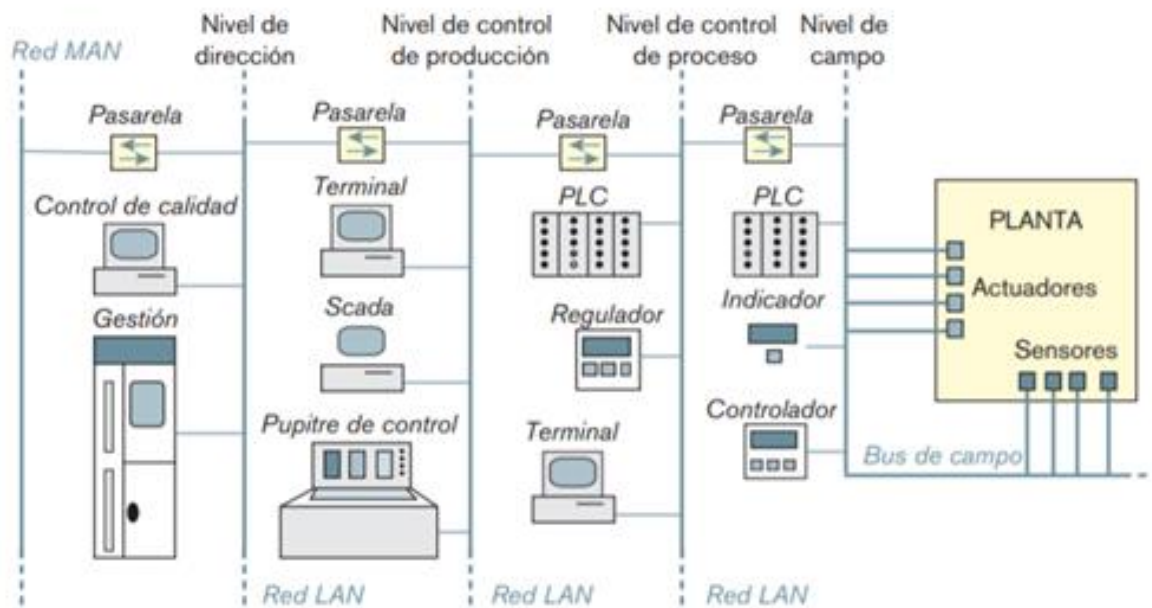
2.3. Redes de Comunicaciones Industriales

En este tema nos centraremos en la parte inferior de la pirámide de automatización, donde se encuentran los llamados dispositivos de campo que actúan directamente sobre el proceso productivo. Las comunicaciones a este nivel deben poseer unas características particulares para responder a las necesidades de intercomunicación en tiempo real que se deben producir y ser capaces de resistir un ambiente hostil donde existe gran cantidad de ruido electromagnético y condiciones ambientales duras. En el uso de comunicaciones industriales se pueden separar dos áreas principales, una comunicación a nivel de campo, y una comunicación hacia el SCADA. En ambos casos la transmisión de datos se realiza en tiempo real, o por lo menos con una demora que no es significativa respecto de los tiempos del proceso, pudiendo ser crítico para el nivel de campo.(Rosado, s. f.).

A nivel industrial existen diversos tipos de redes:

- Red de Factoría
- Red de Planta
- Red de Célula
- Bus de campo

Figura 6
Arquitectura de redes de comunicaciones industriales



Nota: (Rosado, s. f.)

2.3.1 Comunicación Bus de Campo

Para sustituir cableado entre sensores-actuadores y los correspondientes elementos de control. Este tipo de buses debe ser de bajo coste, tiempo real, permitir la transmisión serie sobre un bus digital de datos con capacidad de interconectar controladores con todo tipo de dispositivos de entrada-salida, sencillos y permitir controladores esclavos inteligentes. Además, deben gestionar mensajes cortos eficientemente, tener capacidad de manejar tráfico de eventos discretos, poseer mecanismos de control de error (detección y corrección), transmitir mensajes prioritarios, tener un bajo coste de instalación y de conexión por nodo, poder

recuperarse rápidamente de eventos anormales en la red y responder rápidamente a los mensajes recibidos. Por regla general, tienen un tamaño pequeño (5 a 50 nodos), utilizan tráfico de mensajes cortos para control y sincronización entre los dispositivos, y la transferencia de ficheros es ocasional o inexistente.

Según la cantidad de datos a transmitir, se dividen en buses de alto nivel, buses de dispositivos (unos pocos bytes a transmitir) y buses actuador/sensor (se transmiten datos a nivel de bit), pero en ningún caso llegan a transmitir grandes bloques de información.(Sistemas Industriales Distribuidos. SID, 2009)

2.3.2. Protocolo Profibus

Profibus es un bus de campo abierto que cumple el estándar europeo EN50170. Proporciona tres versiones diferentes del protocolo de comunicación:

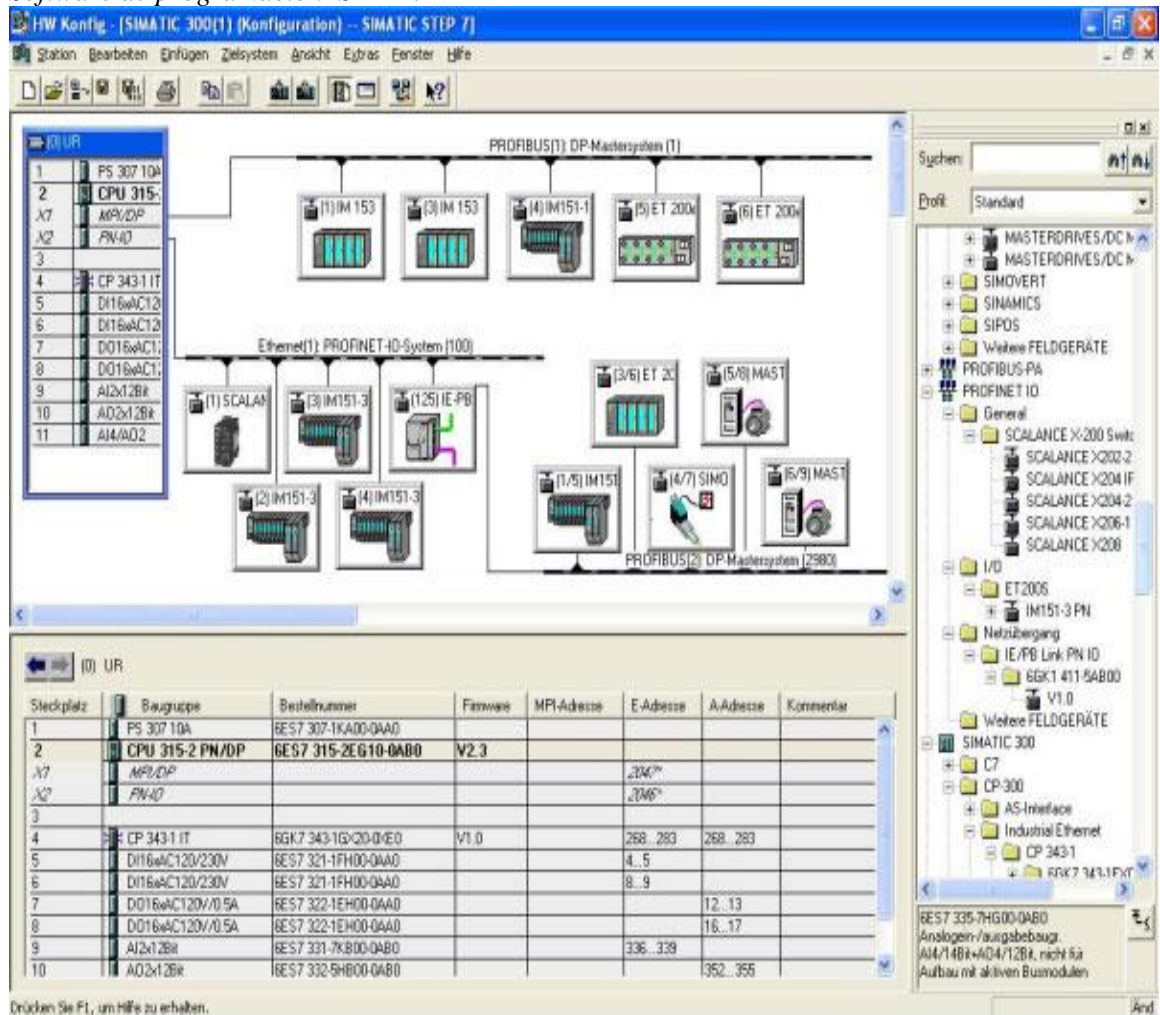
- Profibus-DP: este protocolo está optimizado para conseguir una alta velocidad de transmisión. Está especialmente diseñado para establecer la comunicación entre el controlador programable y los dispositivos de entrada/salida a nivel de campo.
- Profibus-PA: está especialmente diseñado para conseguir una comunicación fiable a alta velocidad en ambientes expuestos a peligro de explosión.
- Profibus-FMS: se utiliza para la comunicación a nivel de célula, donde lo principal es el volumen de información y no el tiempo de respuesta.(Mascaros et al., 2004)

2.3.3. ASI

El AS-Interfase posibilita una simple y extremadamente eficiente integración de sensores y actuadores en la comunicación industrial, transmitiendo los estados de estos sensores/actuadores y tensión auxiliar mediante un simple cable de dos hilos. A través de un diseño robusto y un grado de protección IP65 o IP67, el bus AS-i se aplica

proporciona lenguajes de programación estándar, que permiten desarrollar de forma cómoda y eficiente el programa de control. (Siemens, 2014)

Figura 8
Software de programación STEP 7



Nota:(Siemens, 2014)

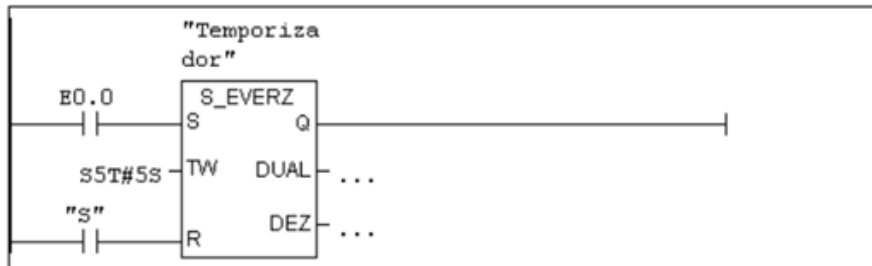
2.4.1. Lenguaje de Programación KOP (Esquema de Contactos)

La representación del lenguaje de programación gráfico KOP (esquema de contactos) es similar a la de los esquemas de circuitos. Los elementos de un esquema de circuitos, tales como los contactos normalmente cerrados y normalmente abiertos, se agrupan en segmentos. Uno o varios segmentos constituyen el área de instrucciones de un bloque lógico. En la siguiente figura podemos ver un ejemplo de programación en lenguaje KOP.

Figura 9
Ejemplo Lenguaje de Programación KOP

OB1 : Control de motor

Segm. 1: Marcha temporizador



Segm. 2: Marcha motor

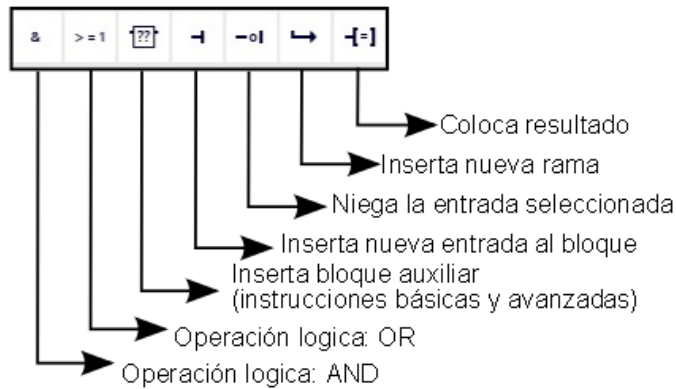


Nota: (Lenguaje de programación KOP, s. f.)

2.4.2. Lenguaje de Programación FUP

FUP (diagrama de funciones) es un lenguaje de programación orientado a gráficos, basado en el álgebra booleana para representar la lógica es decir utilizar funciones como: AND, OR, NOT, XOR, NOR, NAND entre otras. Para las funciones matemáticas complejas se representarán mediante bloques lógicos, En la figura 8 siguiente se puede observar en forma gráfica las diferentes funciones booleanas que son utilizadas para este lenguaje de programación

Figura 10
Principales funciones



Nota: (Gútiez, 2017)

2.5. Interfaz HMI

Se conoce como interfaz al medio de comunicación entre la máquina y el hombre, otro término conocido es los autómatas que interactúan de manera sencilla con el usuario, es importante recalcar que un autómata controla la maquina por medio de instrucciones que da el usuario, no quiere decir que esto haga una recepción de información esto es solo para controlar las funciones de la maquinaria con las directrices que el operador ejecute, ejemplo: realizar la gestión de alarmas, o es compleja, el sistema electrónico de control debe proporcionar al usuario la posibilidad de modificar parámetros, observar el estado de determinadas variables, etc. para ello se dota al autómata programable de un periférico que sirve de unidad de acoplamiento (interfaz) entre el usuario y la máquina. Dicho periférico suele recibir el nombre de HMI (Human Machine Interface) o MMI (Man Machine Interface). (Mandado Pérez et al., 2018)

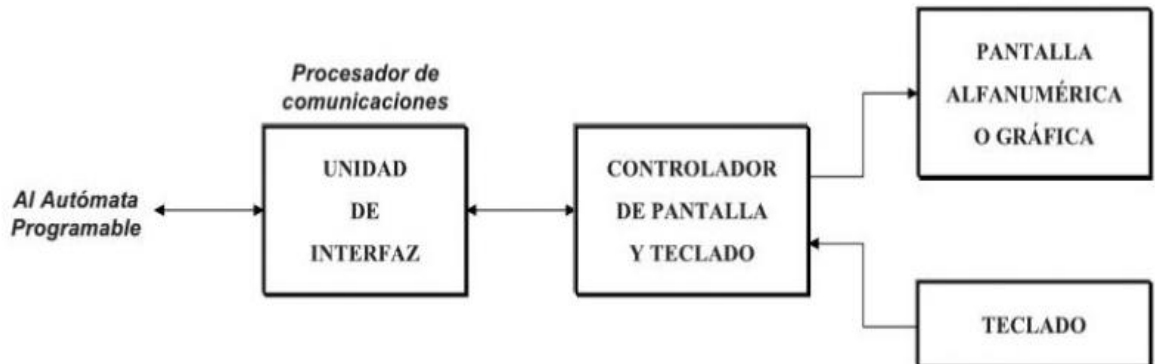
Existen diversas formas de realizar una interfaz HMI, entre diferentes criterios a aplicar para decidir la mejor opción se elige a los paneles de operación, paneles táctiles o paneles con computador industrial.

2.5.1. Panel de operación

Los paneles de operación conocidos por las siglas OP (Operation Panel) están formados por una pantalla gráfica y un conjunto de pulsadores de membrana asociados

para constituir un teclado. Ambos se controlan mediante un procesador especializado que constituye un controlador de pantalla y teclado, que ese acopla al autómatas programable a través de la correspondiente interfaz. Un ejemplo de panel de operación es la unidad OP 277 de Siemens(Mandado Pérez et al., 2018).

Figura 11
Panel de Operación



Nota: (Mandado Pérez et al., 2018)

2.5.2. MultiPaneles

Para Optimización de procesos se han creado plataformas multifuncionales que permiten una mejor interacción entre usuarios y aplicaciones, los nuevos retos para las industrias en la implementación de estos multipaneles es poder adquirir toda una infraestructura tecnología que sea robusta, flexible y que permita una integración rápida entre el hardware y el software que pueda ofrecerse en busca innovación.

Los Multipanel tienen muchas características que ayudan a un mejor rendimiento, se puede mencionar su fácil uso y rápido registro de datos, recetas imágenes, que permiten trabajar con lenguajes de programaciones de interfaz gráfica para su configuración, la conmutación en el servicio de estos dispositivos de acoplamiento a estándares de SIEMENS.

Figura 12
Panel de Operación-OP 277 de Siemens



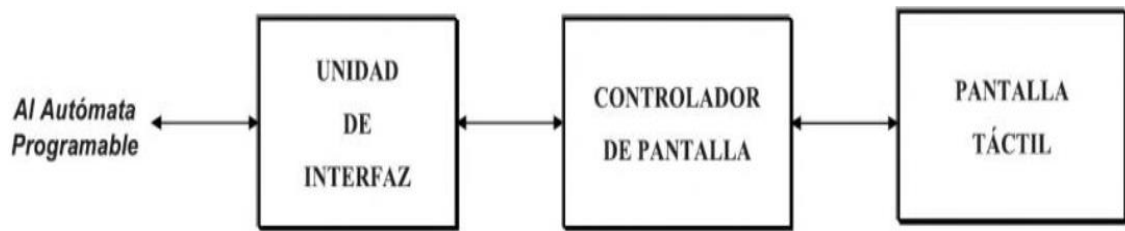
Nota: (Mandado Pérez et al., 2018)

2.5.3. Paneles Táctiles

Las acciones que se realizan en el proceso de producción industrial requieren un conjunto de operaciones en que la presencia del operador humano es constante, como es la puesta en marcha y el paro de procesos, la vigilancia de equipos, la manipulación de productos, la gestión de alarmas y el mantenimiento entre otras. Todo ha de llevarse a cabo con el menor coste posible, dentro de las mejores condiciones de seguridad humana y medioambiental (Medina & Guadayol Cunill, 2010).

Los paneles táctiles conocidos por las siglas TP (Touch Panel) utilizan una pantalla grafica que posee elementos sensores sensibles al tacto. De esta forma la pantalla realiza la función de entrada y de salida y se elimina el teclado. Un ejemplo es la unidad TP900 Comfort de Siemens (Mandado Pérez et al., 2018).

Figura 13
Paneles Táctiles



Nota: (Mandado Pérez et al., 2018)

2.6. Sensores

Es un dispositivo que, a partir de la energía del medio donde se mide, da una señal de salida que puede ser traducible que es función de la variable medida, es la ampliación de los sentidos para adquirir un conocimiento de cantidades físicas que, por su naturaleza o tamaño, no pueden ser percibidas directamente por los sentidos.

(Areny, 2005)

Un sensor es un semiconductor que transforma una variable física de diferente magnitud en una variable eléctrica, este dispositivo eléctrico puede ser interno o externo; Un sensor pretende modificar, transformar y ampliar la señal eléctrica, se puede clasificar a los sensores por su uso, funcionamiento, naturaleza.

Con la incorporación de estos elementos a los sistemas electrónicos se les ha dotado de cierta “inteligencia” artificial, ya que a través de la información que proporcionan, y una vez procesada convenientemente, permiten tomar con precisión y rapidez las mejores decisiones dentro del cometido para el que están diseñados dichos sistemas electrónicos. (Serna Ruiz et al., 2010) .

Tabla 1: Sensores y Métodos de Detección ordinarios para las magnitudes más frecuentes

Ultrasonidos	Uniones p-n	Digitales		Inductivos y electromagnéticos	Capacitivos	Resistivos	Sensores
Reflexión	Fotoeléctricos	Codificadores incrementales y absolutos		LVDT corrientes Foucault Resolver Iductosyn Efecto Hall Ley Faraday LVT Efecto Hall Corrientes Foucault	Condensador diferencial	Potenciómetros Galgas Magnetorresistencias	Desplazamiento Distancia Posición Velocidad
			Piezoeléctricos + masaresortes	LVDT + masaresortes		Galgas + masaresorte	
	Diodo Transistor Convertidores T/I	Osciladores de cuarzo	Termopares Piroeléctricos			RTD Termistores	Temperatura
		Codificador + tubo Bourdon	Piezoeléctricos	LVDT + diafragma Reluctancia variable + diafragma	Condensador variable + diafragma	Potenciómetros + tubo Bourdon	Presión
Efecto Doppler Tiempo tránsito vórtices		Vórtices		LVDT + rotámetro Ley Faraday		Anemómetros hilo caliente	Flujo Caudal
		Reflexión Absorción	Fotoeléctricos	LVDT + flotador Corrientes Foucault Magnetoelástico	Condensador variable Galgas capacitivas	Potenciómetro + flotador Termistores Galgas	Nivel Fuerza
		SAW	Piezoeléctricos	LVDT + célula carga	Dieléctrico variable	Humistor	Humedad

Fuente: (Areny, 2005)

2.7. Sistemas de accionamiento (Neumático)

Para regular el arranque, parada y el sentido, así como la presión o el caudal del aire de los cilindros neumáticos, existen varios sistemas de accionamiento de las válvulas: manual, mecánico, eléctrico, hidráulico o neumático.(Creus Solé, 2007).

El accionamiento manual de la válvula se efectúa mediante un pulsador, una palanca, un pedal o un pedal con enclavamiento, y el accionamiento mecánico con una leva o un rodillo. El accionamiento eléctrico se realiza por medio de bobinas de solenoide que en el caso de máxima seguridad están siempre alimentadas, para que, ante un fallo en la alimentación eléctrica, vayan a la posición de seguridad.

De hecho, las válvulas de solenoide son válvulas distribuidoras 2/2 (2 vías, 2 posiciones) o 3/2 (3 vías, 2 posiciones), 4/2 (4 vías, 2 posiciones) y 5/2 (5 vías, 2 posiciones). Las válvulas de 5 vías son semejantes a las de 4 vías diferenciándose en que disponen de orificios de escape separados para cada tubería de entrada. Y las válvulas distribuidoras 4/2 son una combinación de dos válvulas 3/2. (Creus Solé, 2007).

2.7.1. Actuadores Neumáticos

Según: Los actuadores neumáticos convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico generando un movimiento lineal mediante servomotores de diafragma o cilindros, o bien un movimiento giratorio con motores neumáticos. (Creus Solé, 2007)

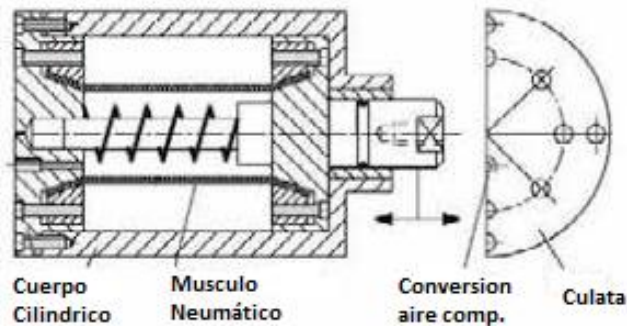
Los Actuadores neumáticos suelen ser idealizados como un musculo el cual se contrae ya sea de diferentes formas de desplazamiento por lo cual su estructura se complementa secuencialmente.

Los músculos neumáticos son dispositivos que emulan el músculo humano. Consisten en una manguera de material especial que al ser alimentado con aire ejerce

una gran fuerza con muy poco recorrido. Es de aplicación en ordenadores, robots y máquinas de todo tipo. Es más sencillo que cualquier otro tipo de accionamiento. Se trata de una tecnología nueva, aún en estudio, siendo los más difundidos los músculos neumáticos. (Creus Solé, 2007)

Figura 14

Musculo Neumático



Nota:(Creus Solé, 2007)

2.7.2. Cilindros (Neumáticos)

Los cilindros neumáticos de movimiento lineal son utilizados comúnmente en aplicaciones donde la fuerza de empuje del pistón y su desplazamiento son elevados.

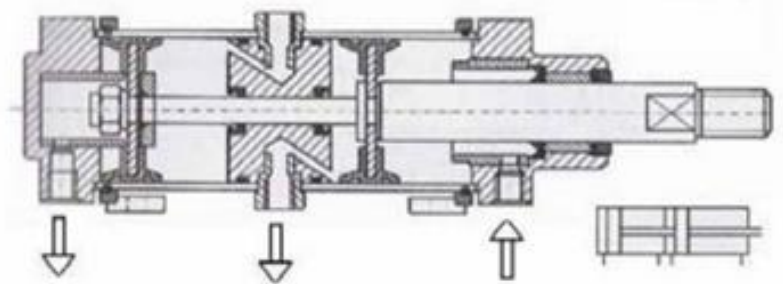
Entre los mismos se encuentran los cilindros de simple y doble efecto, el cilindro tándem, el de multi-posición, el cilindro neumático guiado, el cilindro sin vástago y el cilindro neumático de impacto.

Los actuadores neumáticos de movimiento giratorio pueden ser: Cilindro giratorio de pistón-cremallera-piñón y de dos pistones con dos cremalleras en los que el movimiento lineal del pistón es transformado en un movimiento giratorio mediante un conjunto de piñón y cremallera y Cilindro de aletas giratorias de doble efecto para ángulos entre 0° y 270°.

El cilindro neumático consiste en un cilindro cerrado con un pistón en su interior que desliza y que transmite su movimiento al exterior mediante un vástago. Se compone de las tapas trasera y delantera, de la camisa donde se mueve el pistón, del propio pistón, de las juntas estáticas y dinámicas del pistón y del anillo rascador que

limpia el vástago de la suciedad. Los cilindros neumáticos independientemente de su forma constructiva, representan los actuadores más comunes que se utilizan en los circuitos neumáticos. (AIU)

Figura 15
Cilindro doble efecto tipo tándem



Nota: (Creus Solé, 2007)

2.7.3. Válvulas distribuidoras

Según, (Marino, 2013): “Una válvula es un mecanismo que regula el flujo de la comunicación entre dos partes de una máquina o sistema, en un buque o en cualquier instalación industrial.”

Las válvulas distribuidoras dirigen el aire comprimido hacía varias vías en el arranque, la parada y el cambio del sentido del movimiento del pistón dentro del cilindro. En la simbología de estas válvulas DIN-ISO 1219 (Internacional Standard Organization) y CETOP (Comité Europeo de Transmisiones Oleohidráulicas y Neumáticas), se utiliza la siguiente nomenclatura:(Creus Solé, 2007)

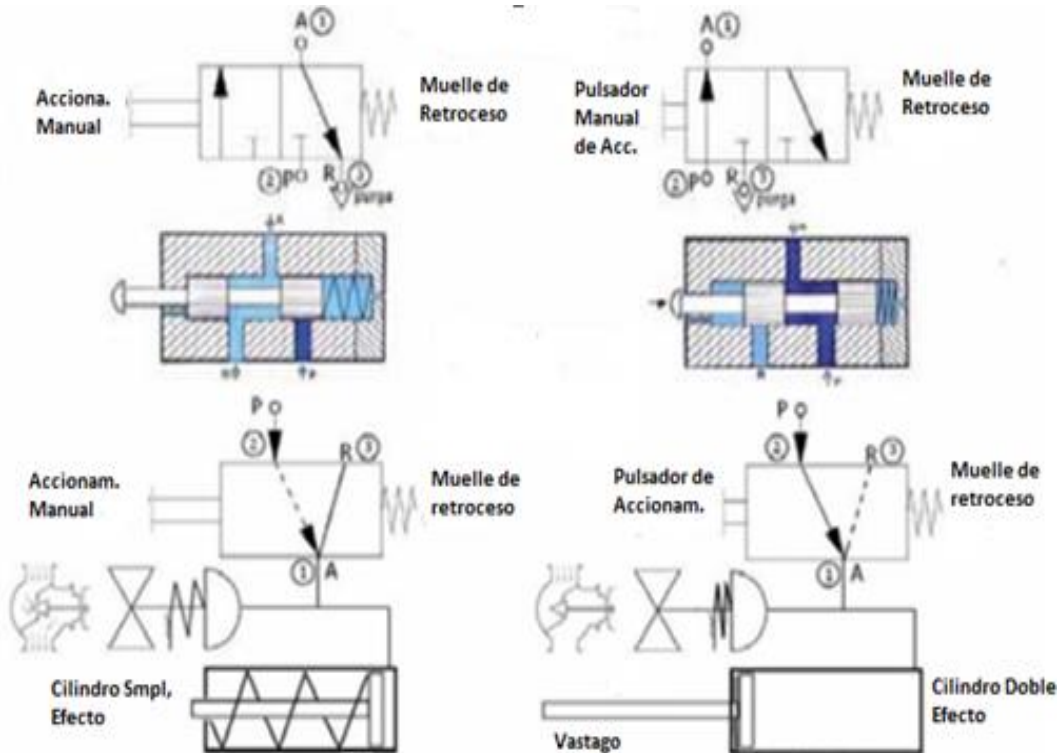
Tabla 2: *Simbología de válvulas distribuidoras*

ISO 1219 Alfabética	CETOP Numérica	Función
P	1	Conexión del aire comprimido (alimentación)
A, B, C	2,4, 6	Tuberías o vías de trabajo con letras mayúsculas
R, S,T	3, 5, 7	Orificios de purga o escape
X,Y, Z	12, 14, 16	Tuberías de control, pilotaje o accionamiento
L	9	Fuga

Nota: (Creus Solé, 2007)

Una válvula distribuidora 3/2 que dispone de 3 vías y 2 posiciones y acciona una válvula todo-nada y un cilindro de simple efecto. En las figuras 18 y 19 puede verse una válvula distribuidora 5/2 (5 vías, 2 posiciones) que acciona un cilindro de doble efecto. En la parte inferior de estas figuras la válvula distribuidora y el cilindro están representados en forma antigua antes de la aparición de las normas ISO 1219 y CETOP.(Creus Solé, 2007)

Figura 16
Símbolos básicos de las válvulas distribuidoras



Nota:(Creus Solé, 2007)

El accionamiento eléctrico se realiza por medio de bobinas de solenoide que en el caso de máxima seguridad están siempre alimentadas, para que, ante un fallo en la alimentación eléctrica, vayan a la posición de seguridad. De hecho, las válvulas de solenoide son válvulas distribuidoras 2/2 (2 vías, 2 posiciones) o 3/2 (3 vías, 2 posiciones), 4/2 (4 vías, 2 posiciones) y 5/2 (5 vías, 2 posiciones). Las válvulas de 5 vías son semejantes a las de 4 vías diferenciándose en que disponen de orificios de escape separados para cada tubería de entrada.(Creus Solé, 2007).

Figura 17

Válvula distribuidora 5/2 de simple y doble bobina



Nota: (Creus Solé, 2007)

2.7.3.1. Válvulas de Retención o Check

Una válvula Check o de retención, evita la inversión es la circulación, una vez los líquidos entren, la válvula se cierra, reteniendo este.

Esta válvula tiene un disco embisagrado o de charnela que se abre por completo con la presión en la tubería y se cierra cuando se interrumpe la presión y empieza la circulación inversa. Hay dos diseños: uno en «Y» que tiene una abertura de acceso en el cuerpo para el esmerilado fácil del disco sin desmontar la válvula de la tubería y un tipo de circulación en línea recta que tiene anillos de asiento reemplazables. (Marino, 2013)

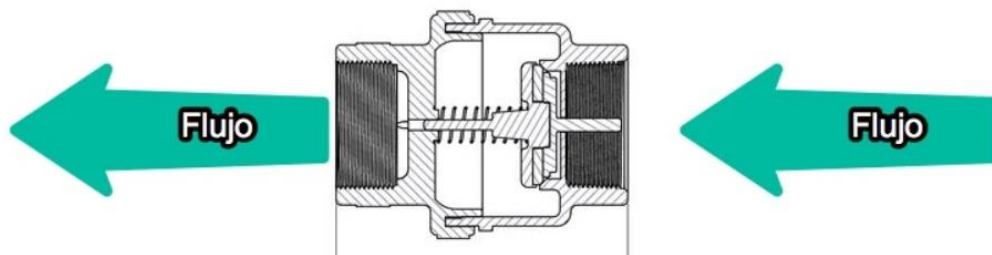
Las válvulas check son sensibles al flujo y dependen de la corriente o presión de los fluidos. El disco interno permite el paso lo que hace que la válvula se abra, después, el mismo disco, comienza a cerrar la válvula mientras el flujo de agua se va reduciendo o retrocediendo, dependiendo del diseño. La construcción de estos sistemas es simple, normalmente sus piezas son el cuerpo, asiento, disco y cubierta; ya dependiendo de otros diseños pueden incluir piezas como un pasador de la bisagra, brazo del disco, elastómero, cojinetes, entre otros. (QUIMA, 2018)

El sellado interno de disco de la válvula y los asientos se apoyan en el retorno de los fluidos mientras se oponen a la fuerza mecánica usada en estos dispositivos. Gracias a esto, los elastómeros pueden ser considerados para manejar un medio de gas o aire, donde, compuestos químicos compatibles y la presión baja sellan.(QUIMA, 2018)

Existen tres tipos de Válvulas Check:

- Válvulas de Elevación
- Válvulas de retención de columpio
- Válvulas de Mariposa

Figura 18
Válvula Check funcionamiento

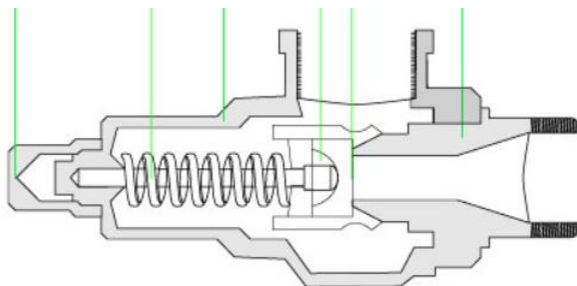


Nota: (QUIMA, 2018)

2.7.3.2. Válvulas de Desahogo o Alivio

Las válvulas de Desahogo o Alivio, funcionan bajo presión, esta se abre conforme la presión aumenta, regulándola y haciendo que libere los gases o líquidos compresibles, podemos decir que esta válvula es similar con las de seguridad.

Figura 19
Válvula de Alivio



Nota: (Helbert, 2019)

Tabla 3: *Partes Válvula de Alivio*

Válvula de Desahogo o Alivio	
1	Tapa o caperuza
2	Cuerpo
3	Resorte
4	Sello en teflón
5	Disco
6	Conector

Elaborado por: Autor

2.8. Elementos de Control y Protección Eléctricos

2.8.1 El Contactor

Es un mecanismo cuya misión es la de cerrar unos contactos, para permitir el paso de la corriente a través de ellos. Esto ocurre cuando la bobina del contactor recibe corriente eléctrica, comportándose como electroimán y atrayendo dichos contactos. (Vilches, 2015)

El contactor S/Normas IEC 947-4 Aparato que tiene una sola posición de reposo, de mando no manual, capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales del circuito, comprendidas en ellas las de sobrecarga en servicio. No soporta corrientes de cortocircuito Cuando la bobina del electroimán está bajo tensión, el contactor se cierra, estableciendo a través de los polos un circuito entre la red de alimentación y el receptor. (ISA)

Partes de que está compuesto

Contactos principales: 1-2, 3-4, 5-6. Tienen por finalidad abrir o cerrar el circuito de fuerza o potencia. Contactos auxiliares: 13-14 (NO) Se emplean en el

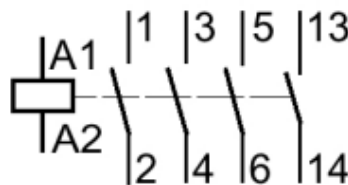
circuito de mando o maniobras. Por este motivo soportarán menos intensidad que los principales. (Vilches, 2015)

Circuito electromagnético: Está compuesto por El núcleo, en forma de E. Parte fija, La bobina: A1-A2 y la armadura. Parte móvil.

Figura 20
Contactor Aspecto Físico



Símbolo:



Nota: (Vilches, 2015)

Ventajas (ISA):

- Interrumpir las corrientes monofásicas o polifásicas elevadas accionando un auxiliar de mando recorrido por una corriente de baja intensidad.
- Funcionar tanto en servicio intermitente como en continuo
- Controlar a distancia de forma manual o automática, utilizando hilos de sección pequeña o acortando significativamente los cables de potencia.
- Aumentar los puestos de control y situarlos cerca del operario.
- Es muy robusto y fiable, ya que no incluye mecanismos delicados.

2.8.2 El Interruptor Automático Magnetotérmico

Su misión es la de proteger a la instalación Y al motor, abriendo el circuito en los siguientes casos: - Cortocircuito: En cualquier punto de la instalación. - Sobrecarga: Cuando la intensidad consumida en un instante, supera la intensidad a la que está calibrada el magnetotérmico (Vilches, 2015).

Figura 21
Interruptor Automático Magnetotérmico



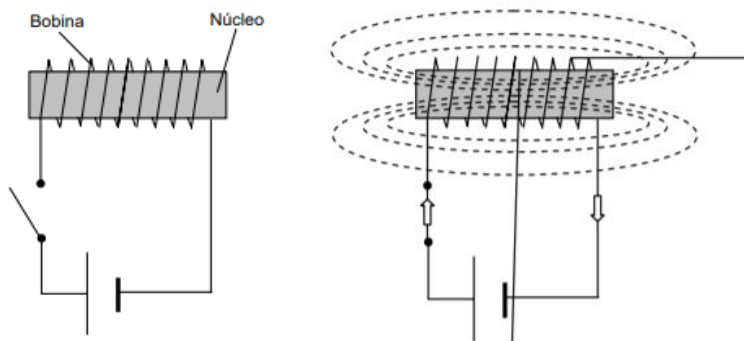
Nota: (Vilches, 2015)

2.8.3 Relé

Un relé es un interruptor accionado por un electroimán. Un electroimán está formado por una barra de hierro dulce, llamada núcleo, rodeada por una bobina de hilo de cobre. Al pasar una corriente eléctrica por la bobina (Fig. 2) el núcleo de hierro se magnetiza por efecto del campo magnético producido por la bobina, convirtiéndose en un imán tanto más potente cuanto mayor sea la intensidad de la corriente y el número de vueltas de la bobina. Al abrir de nuevo el interruptor y dejar de pasar corriente por la bobina, desaparece el campo magnético y el núcleo deja de ser un imán. (Flores, 2018).

Figura
Efecto Campo Magnético en Relé - Bobina de Hilo de Cobre

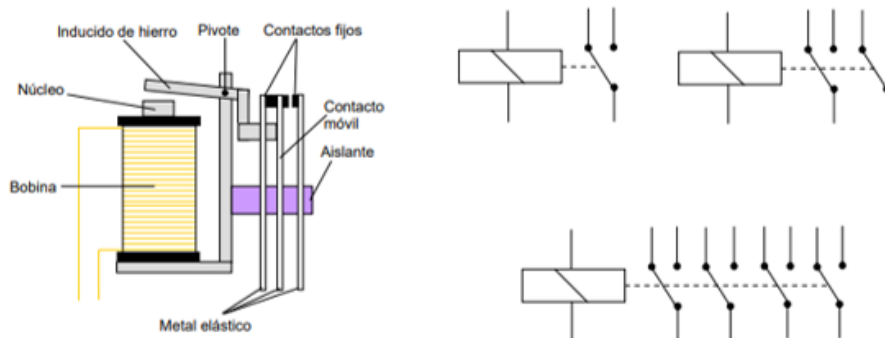
22



Nota: (Flores, 2018)

Al pasar una pequeña corriente por la bobina, el núcleo se imanta y atrae al inducido por uno de sus extremos, empujando por el otro a uno de los contactos hasta que se juntan, permitiendo el paso de la corriente a través de ellos. Esta corriente es, normalmente, mucho mayor que la que pasa por la bobina.(Flores, 2018)

Figura 23
Relé con Un Polo y Dos Contactos Fijos



Nota: (Flores, 2018)

2.8.4. Guardamotor

El guardamotor es un interruptor accionado en forma local y que permite comandar y proteger motores. Con un sólo aparato se cubren las siguientes funciones: (Amoroso & Marcelo, 2018)

- Protección contra corto circuitos.
- Protección contra sobrecargas.
- Protección contra falta de fase.
- Arranque y parada.
- Señalamiento.

El guardamotor posee un interruptor (on-off), un relé de sobrecarga y un disparo magnético perfectamente combinados entre sí. Se lo debe montar junto con un contactor sólo cuando se requiere accionamiento a distancia.(Gonzales, 2008)

Figura 24
Guardamotor



Nota: (ABB, 2016)

2.9. Bomba al vacío

Según (López Arenales, 2013), El vacío: “Es la ausencia total de materia en un determinado espacio o lugar, o la falta de contenido en el interior de un recipiente.”

Una bomba de vacío extrae moléculas de gas de un volumen sellado, creando un vacío parcial. El funcionamiento de una bomba de vacío está caracterizado por su velocidad de bombeo, y la cantidad de gas evacuado por unidad de tiempo.

2.9.1 Tipos de bombas de vacío

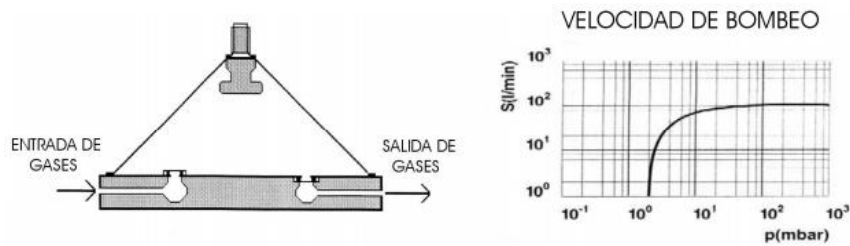
Existen actualmente varios tipos de bombas de vacío, los más utilizados son:

- Rotativas de paletas
- Bomba de membrana o de diafragma
- Bomba de Pistón.

2.9.1.1 Bomba de Vacío Tipo Membrana

Se basa en el cambio continuo de volumen de una pequeña cámara de bombeo como consecuencia de la expansión y compresión que sufre su membrana. En la etapa de expansión se produce la toma de gas y en la compresión su expulsión. Suelen tener tres-cuatro etapas de bombeo para llegar a un vacío final de aproximadamente 2mbar. (Tecnovac, 2010).

Figura 25
Bomba de Membrana

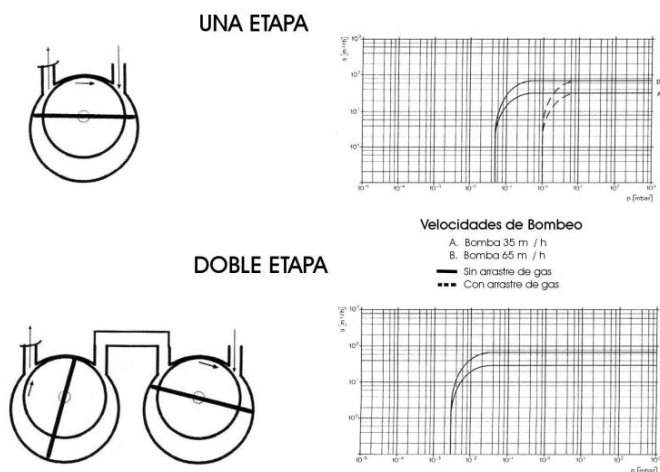


Nota: (Tecnovac, 2010)

2.9.2 Bombas Rotativas de Paletas

Las bombas rotativas de paletas se utilizan en cualquier lugar donde se deba alcanzar un vacío de proceso de hasta 10^{-3} mbar. Tienen un sistema de lubricación por circulación optimizado gracias a una bomba de aceite integrada y disponen de un gran volumen de aceite. Esto permite alcanzar intervalos de mantenimiento y de cambio de aceite prolongados. El dispositivo efectivo de gas ballast con gran cantidad de gas proporciona una elevada tolerancia al vapor de agua y disolventes. La capacidad de aspiración de las bombas rotativas de paletas se indica a presión atmosférica, como es habitual según normas PNEUROP. (Vacuumbrand, 2017).

Figura 26
Principio de Funcionamiento (Bomba Rotativa)

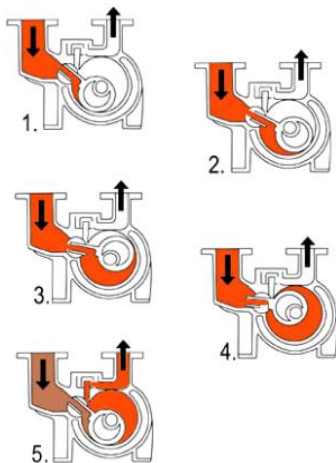


Nota: (Tecnovac, 2010)

2.9.3 Bomba de Vacío Tipo Pistón

Son bombas que se encuentran exentas de Aceite y de partículas que podrían ser perjudiciales para el ambiente y el sistema, también son ideales como bombas primarias de bombas turbo moleculares o Grupos Roots, tampoco necesita un mantenimiento exhaustivo y la única desventaja que posee es el ruido que produce su transmisión.

Figura 27
Principio de funcionamiento de Pistón



Nota: (Tecnovac, 2010)

2.10. Caudalímetro SU7000

El dispositivo supervisa fluido mediante la supervisión de caudal por ultrasonido los líquidos que inciden en el equipo. Puede registrar al menos 3 variables de proceso: cantidad de caudal, volumen de consumo, temperatura del fluido.

Campo de aplicación

- Agua
- Soluciones de glicol
- Aceites (viscosidad: 68 mm²/s a 40°C)

Supervisión de caudal

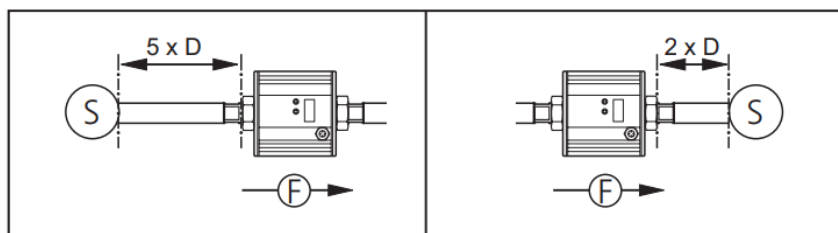
El caudal es controlado a través de un sistema de medición ultrasónico; las señales de medición son evaluadas a través de la electrónica. (IFM, 2010)

- Se pueden emitir 2 señales de conmutación para valores límites de caudal (salida 1 y salida 2). Funciones de conmutación
- Se puede emitir una señal analógica proporcional al caudal (4...20 mA o 0...10 V) en la salida 2. Funciones analógicas

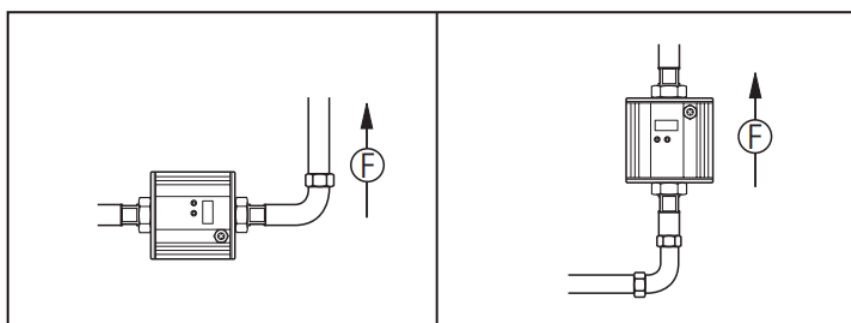
Montaje

- Colocar el equipo en la ubicación de la estructura en la cual el medio fluya bajo presión. Esto evitará que las diferentes variables perturbadoras causadas por burbujas de aire.
- Instalar el equipo de tal forma que el tubo de medición esté siempre completamente lleno del fluido.
- Prever los tramos de entrada y salida. De esta forma se compensan influencias perturbadoras causadas por codos, válvulas, estrechamientos o similares. En concreto se aplica lo siguiente: los sistemas de bloqueo y regulación no deben encontrarse directamente delante del equipo. (IFM, 2010).

Figura 28
Instrucción y Criterio de Montaje



S = influencia perturbadora; D = diámetro de la tubería; F = sentido del caudal



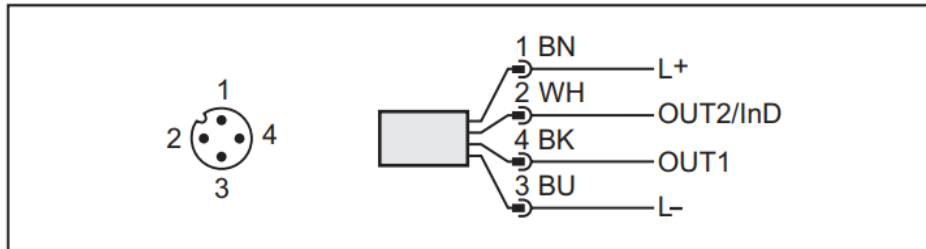
F = sentido del caudal

Nota (IFM, 2010)

Conexión eléctrica

Se deben cumplir los reglamentos tanto nacionales como internacionales para el establecimiento de instalaciones electrotécnicas. Suministro de tensión según EN50178, MBTS y MBTP.

Figura 29
Distribución de Pines



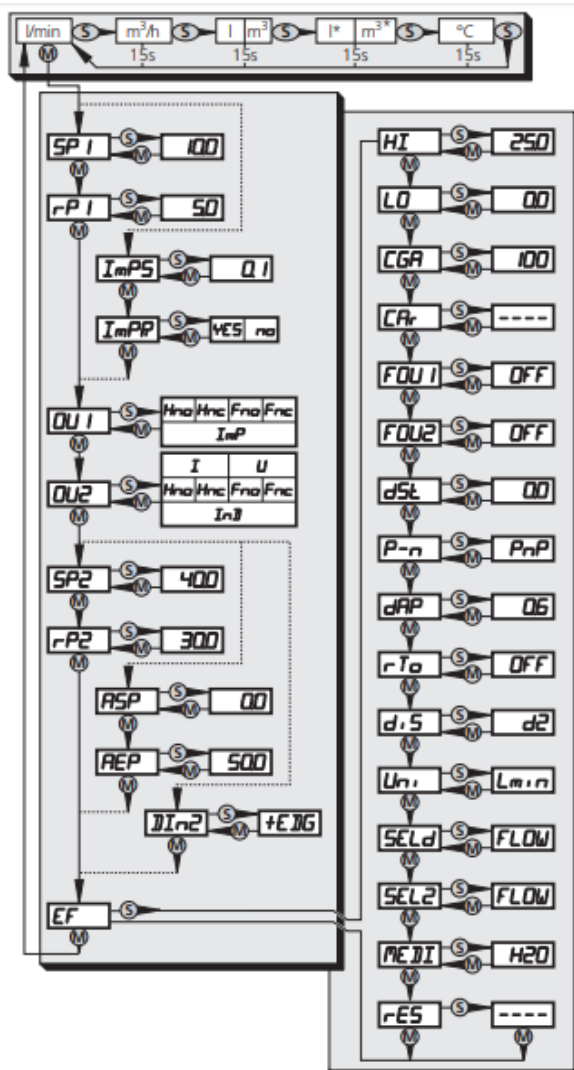
Nota: (IFM, 2010)

Tabla 4: Distribución de Pin y Funciones

Nº Pin	Funciones
Pin 1	Ub +
Pin 3	Ub -
Pin 4 (Out 1)	Señal de conmutación: valores límites de caudal. Señal de conmutación: el contador de caudal ha alcanzado el valor de preselección. Impulsos: 1 impulso cada vez que se alcance la cantidad de caudal indicada
Pin 2 (Out 2/ IND)	Señal de conmutación: valores límites de caudal. Señal de conmutación: valores límites de temperatura Señal analógica para caudal. Señal analógica para temperatura. Entrada para la señal "reseteo del contador".

Nota: Fuente (IFM, 2010)

Figura 30
Menú de Parámetro



Fuente: (IFM, 2010)

2.11. ISO 22000 - HACCP

Para tener una inocuidad más eficaz de los alimentos operados están establecidos y actualizados dentro del marco de trabajo de un sistema de gestión organizado en el que están incorporados dentro de las actividades globales. La empresa de elaboración de pasta fina cárnica donde se realiza el proceso, pertenece a un grupo corporativo de empresas alimenticias nacionales.

El cual tiene como objetivo implementar ISO 22000 en cada uno de sus centros de operación la misma que integra los principios de Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) y las fases de aplicación desarrollados por la Comisión del Codex Alimentarius. Dado que son requisitos auditables están vinculados el Plan HACCP con los programas prerequisites (PPRs). Organizar los conocimientos requeridos en prevención para establecer medidas eficaces de control siendo la clave para un sistema de gestión de inocuidad de los alimentos el análisis de peligros.

2.11.1. AMFEC Model 510 Mixer/Blender

Esta máquina industrial ver figura 36, cuya función principal es mezclar al vacío la pasta fina cárnica, las especificaciones del fabricante AMFEC describe que tiene un sistema de succión de aproximadamente -1 Bar de succión, cuenta con 2 Motores y reductores de 3HP, incluye controles de arranque / parada y cubierta de seguridad 220V/3PH/60HZ; puertas de descarga de extremo inferior dobles controladas neumáticamente.

Figura 31
Mixer modelo 510



Fuente: (AMFEC, 2020)

2.11.2. Emulsificadores KS FD 175 DK

Existen variedad de máquinas emulsificadoras, en esta ocasión hablaremos de la KS FD 175 DK, completa la línea de producción de pasta fina, su aplicación está orientada hacia crear un producto de la calidad, su tamaño es conveniente implementar en conjunto con la maquina AMFER MIXER, por su baja altura permite ser utilizada para el vaciado directo del cortador principal o mezclador en el embudo. Estos modelos son portátiles, lo que permite transportarlas fácilmente.

El proceso de corte de KS se realiza a través de un giro del eje del motor, está compuesto de un cabezal porta cuchillas con 2 hojas de cuchillas intercambiables además de un disco perforado intercambiable que está fijado en el bastidor de corte.

Por la opción de ajuste axial de la distancia entre las hojas de cuchilla y el disco perforado se puede determinar la cantidad necesaria que tiene que pasar, medir la temperatura y el grado de finura del producto a emulsificar.

2.11.3. Sensores de Seguridad para compuertas

Figura 32
Sensores Adán y Eva



Fuente: (ABB, Eden, 2017)

El Edén es un sensor de seguridad sin contacto para puertas enclavadas que detecta la posición segura. El sensor de seguridad se utiliza para garantizar que una máquina se detenga cuando una puerta o compuerta se abre. También se puede utilizar para supervisar que un robot esté parado en una posición fija cuando alguien entra a la zona de trabajo del robot. (ABB, Eden, 2017)

Principales ventajas

- El rango de detección de 360° permite un montaje flexible
- Conexión en serie conforme a la Cat 4
- Soporta entornos hostiles
- Menos cableado y unidades de control con función de restablecimiento
- Apropiado en entornos propensos al fraude
- Resolución de problemas más sencillas gracias al indicador LED con datos ampliados y a la señal de información.

Capítulo 3

Diseño e Implementación

3.1. Sistema de Producción Actual

Se recolectan datos de la línea de producción de cárnicos, con la intención de optimizar los tiempos de producción, mejorar índices del trabajo de las diferentes máquinas que se encargan del mezclado al vacío, se tomaron varias muestras durante un tiempo terminado para poder analizar los tiempos de automatización recomendables.

Figura 33

Emulsificadora en Sitio



Fuente: Elaborado por el autor

En la figura 33 podemos observar la maquina en sitio que es motivo del proyecto a implementar, después del planteamiento se acude a la supervisión del

sistema eléctrico, la raíz de los problemas, las fallas y ausencia de seguridad. Se observan la pérdida de funcionamiento de dicha máquina para que pueda trabajar de forma emergente (por mala práctica técnica). El panel de control original solo cumplía el mezclado de un sentido y el control de unas compuertas para la misma línea.

Tabla 5

Datos de producción de CEDIS

Producción de Pasta fina Cárnica						
Peso por lote	1200 Kg					
Peso por Unidades	1100 Gr					
Minutos por Ciclo	12 Min					
Ciclos por hora	4 cc					
Unidades Ideales	165680 und.					
Desperdicio	20 Kg					
Muestras de referencia reales						
Datos de Producción	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Ciclos por jornada	32	33	31	31	32	33
Und. por Lote	1095	1093	1088	1085	1091	1095
Und. por hora	4380	4372	4352	4340	4364	4380
Und. Producidas	140160	144276	134912	134540	139648	144540
Und. Rechazadas	28032	24526	22936	23544	25136	25294
Und. Aceptadas	112128	119750	111976	110996	114512	119246
Eficiencia del equipo	72,63%	73,62%	72,45%	72,01%	71,58%	73,41%

Fuente: Elaborado por el Autor

3.2. Análisis de Toma de muestras en proceso

Para este análisis se consideró una muestra de 6 ciclos completos de producción en diferentes días durante 6 semanas, con el propósito de recurrir a la fórmula de medición para conocer el rendimiento de la línea de producción que se utiliza actualmente, en la figura 34 se detalla la fórmula de rendimiento para evaluar la producción de las máquinas industriales que conforman la línea de mezclado al vacío.

Figura 34

Fórmula del OEE



Fuente: (OEE, 2016)

3.3 Estructura y Planteamiento de necesidades en línea de PFC.

El proyecto inicia desde la autoevaluación del departamento Técnico de Mantenimiento y catalogarlo al equipo como uno “De riesgo” la estructura y las funciones fueron deshabilitándose en base a fallos en el tiempo, el rediseño de todo el sistema tiene como objetivo la optimización del proceso en cuanto a productividad y seguridad en la operación de manufactura. Para obtener dichos objetivos debe contener los siguientes sistemas.

- Sistema de Controladores Lógicos
- Sistema de control eléctrico y neumático
- Sistema de actuadores eléctricos y neumático
- Sistema de transmisión

Ahora en base a todo lo aprendido y las observaciones realizadas durante un periodo de tiempo para este estudio se ha considerado una línea de producción de una jornada de 8 horas laborales, con los operarios y las muestras de los promedios de

producción y desechos de la elaboración de la pasta fina cárnica se solicitó previamente a departamentos internos como calidad y contraloría sus respectivos informes como parte de esta investigación, se muestra en la imagen 35 los resultados esperados con la propuesta de emplear un HACCP para obtener una considerable mejora en los procesos de rendimiento de la máquina para una producción óptima.

Figura 35

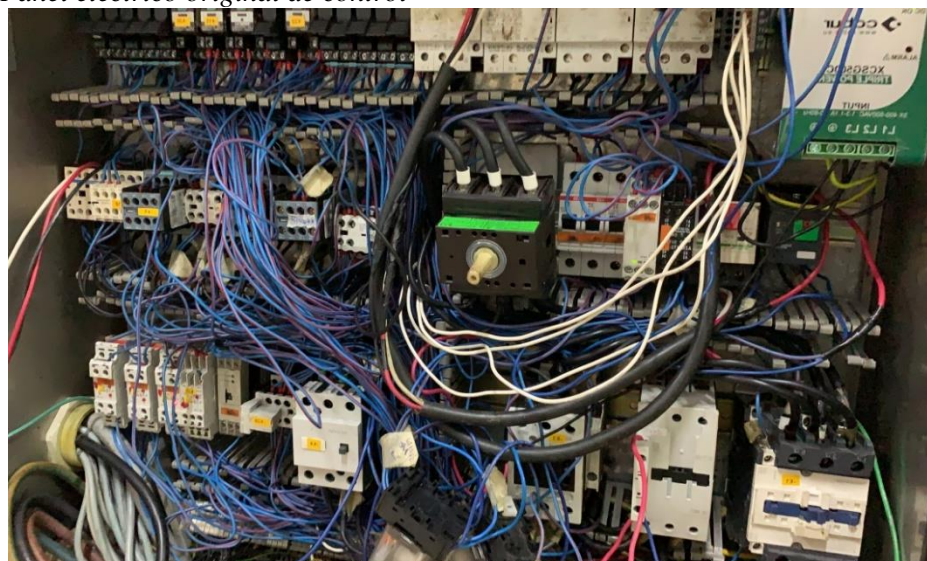
Datos recopilados y evaluados

Datos de Producción			
Largo del Turno	8 Horas =	480 Minutos	
Pausas Programadas	3 Pausas @	12 Minutos C/U =	36 Minutos Total
Comidas Programadas	3 Pausas @	45 Minutos C/U =	135 Minutos Total
Tiempo Muerto	15 Minutos		
Corrida Ideal	90 PPM (Piezas Por Minuto)		
Total de Piezas	165.680 Piezas		
Piezas Rechazadas	150 Piezas		
Soporte Variable		Cálculo	Resultado
Tiempo Planeado de Producción	Tiempo del Turno - Pausas		309 Minutos
Tiempo Operativo	Tiempo Planeado de Producción - Tiempo Muerto		294 Minutos
Piezas Buenas	Total de Piezas - Piezas Rechazadas		165.530 Piezas
Factores OEE		Cálculo	Mi OEE%
Disponibilidad	Tiempo Operativo / Tiempo Planeado de Producción		95,15%
Rendimiento	(Piezas Total / Tiempo Operativo) / Tiempo de Ciclo		100,00%
Calidad	Piezas Buenas / Total de Piezas Producidas		99,91%
OEE	Disponibilidad x Rendimiento x Calidad		95,06%
Factores OEE		Clase	
	Mundial	Mi OEE%	
Disponibilidad	90,00%	95,15%	
Rendimiento	95,00%	100,00%	
Calidad	99,90%	99,91%	
OEE	85,00%	95,06%	

Fuente: Elaborado por el autor

El circuito presentado en la figura 36 es el gabinete de la maquina posee demasiados elementos que dejaron de cumplir sus funciones y se simplifico todo el control a un esquema presentado actualmente.

Figura 36
Panel eléctrico original de control



Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 6

Esquema de uso

Conectores	Descripción
K1 y K2	Contactores para giro de los motores en mezclado
S1, S2, S3, S4	Interruptores para accionamientos directos
Ev1	Electroválvulas neumáticas de las compuertas

Fuente: Elaborado por el Autor

3.4. Introducción a la automatización del panel de control

En base al seguimiento dado en la evaluación del estado de maquina se procedió en la segunda fase de proyecto, se habilito un sistema mando mediante pulsadores para comandar las funciones específicas como son, Elevador de “coches”, sistema de mezclado en base al tiempo, habilitación de compuertas y corrección de sistema neumático comandado por electroválvulas.

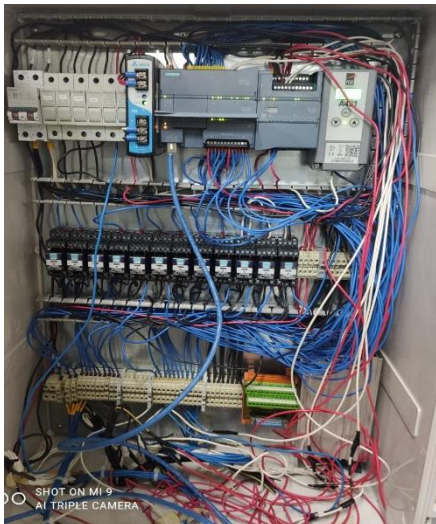
- Implementación de un KTP900 para el control del tiempo en proceso de mezclado.
- Para la implementación del control de tiempo se utilizó un PLC S7- 1200 como esclavo de la pantalla que se comunican mediante Ethernet, también administra las entradas de pulsadores en el panel de control y las salidas directas al bloque de relays.

Figura 37
Sistema de control HMI



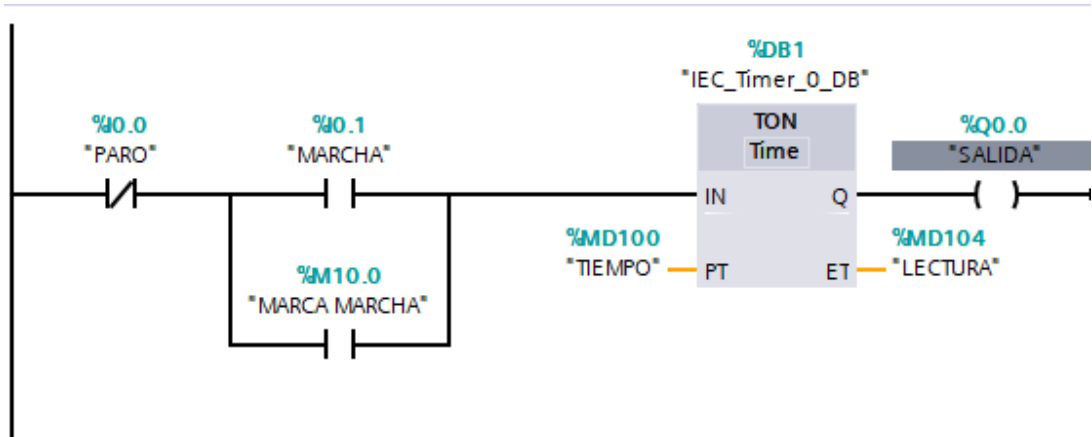
Fuente: Elaborado por el Autor

Figura 38
Inicio de evaluación del sistema de eléctrico



Fuente: Elaborado por el Autor

Figura 39
Esquema KOP (PLC)

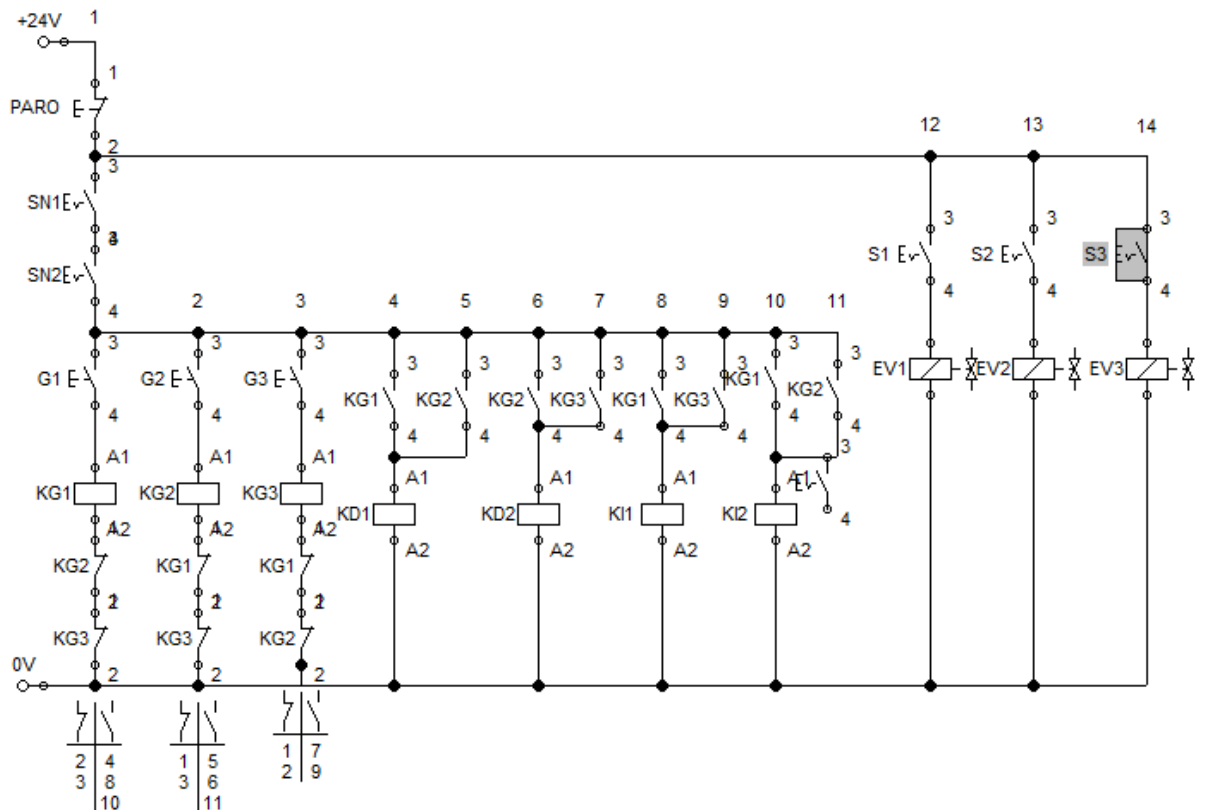


Nota: Elaborado por el autor

En el diagrama de fuerza se implementó un LOGO para que sea el administrador de sensores de seguridad y también en feedback de seguridades de los actuadores de fuerza.

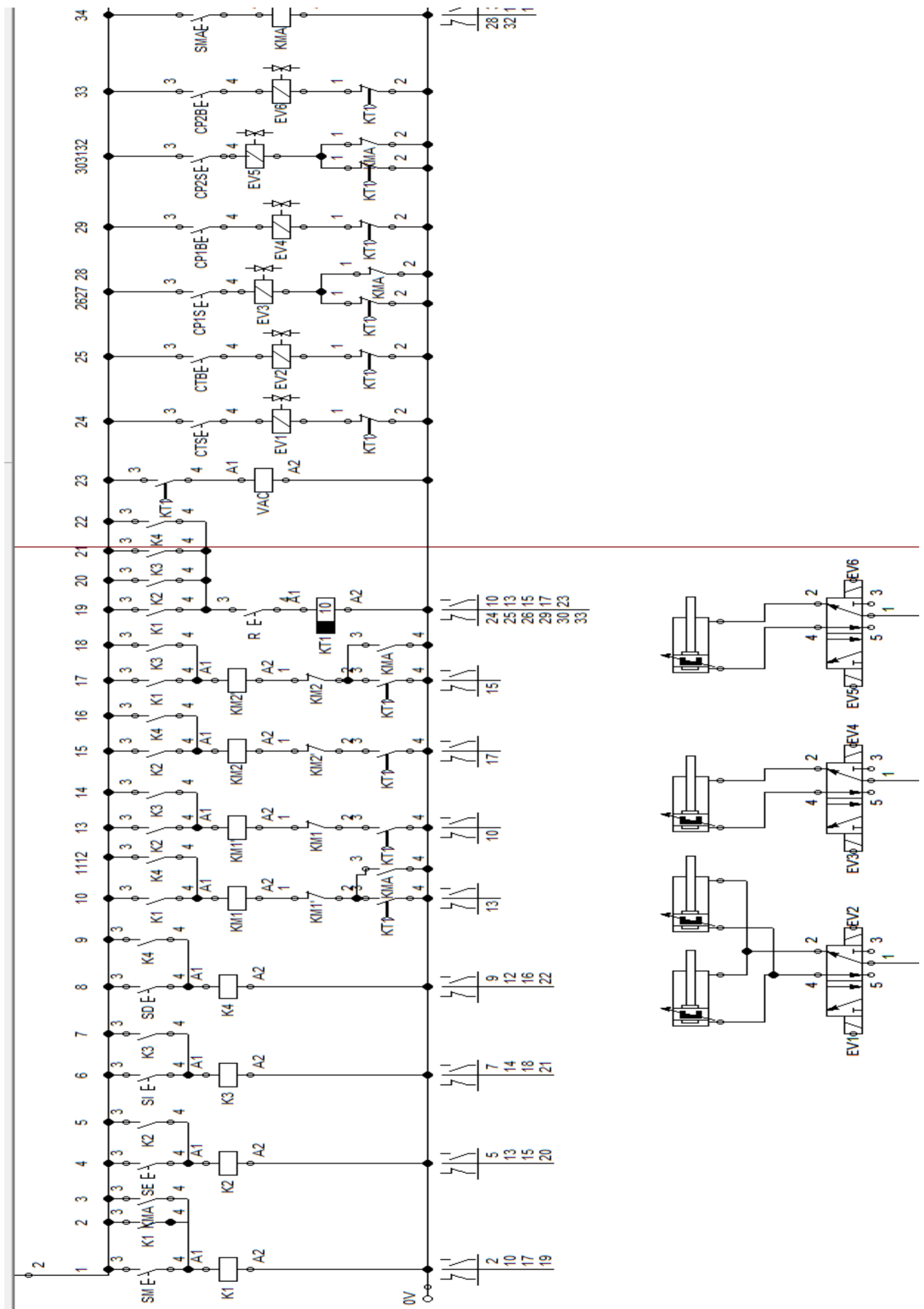
Figura 40

Diseño de esquema de control



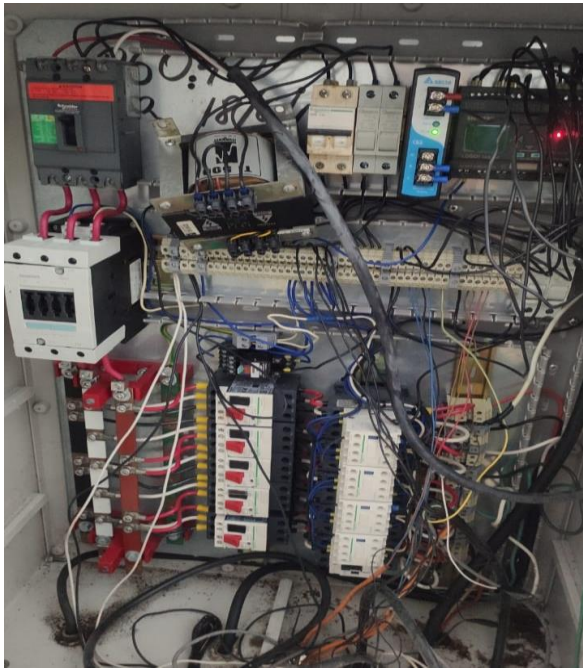
Nota: Elaborado por el autor

Figura 41
Planos del Diseño Automatizado



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 42
Distribución de Fuerza



Fuente: Elaborado por el autor

El Emulsor KS para su actualización fue necesario implementar un LOGO, un supervisor de fase para que pueda preverse sobrecorrientes, así mismo el control de arranques especiales de dos velocidades.

Figura 43
Sistema de Control en Emulsificador



Fuente: Elaborado por el autor

Sistema de fuerza con sus respectivos Contactores dimensionado a las corrientes nominales utilizadas.

Figura 46
Panel Eléctrico de Elevador de Coches

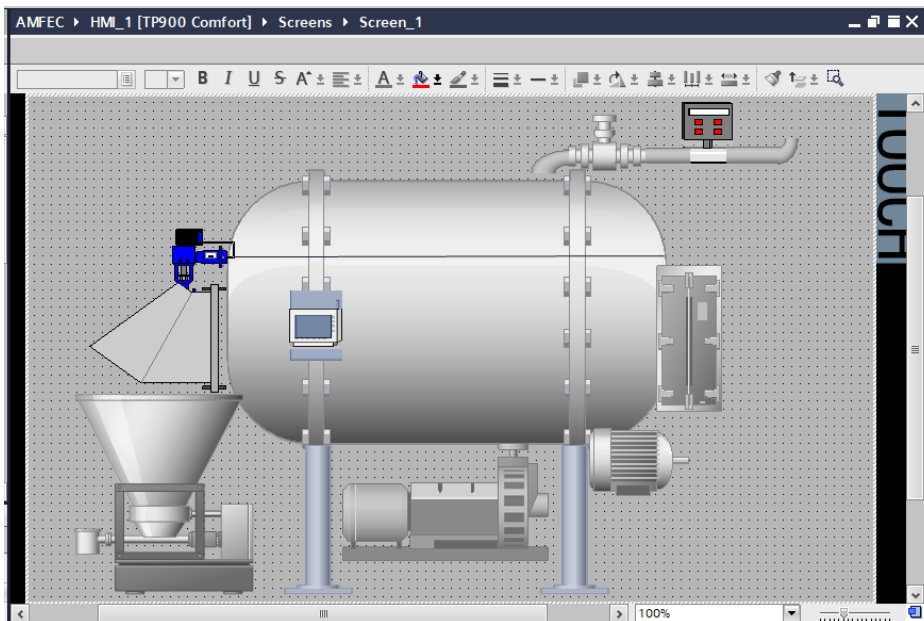


Fuente: Elaborado por el autor

3.5. Diseño del Sistema de Elaboración de Pasta Fina Cárnica

Sistema de Control de la Máquina mediante accionamientos por contactos, para el correcto manejo de lógica de control y secuencia de enclavamientos

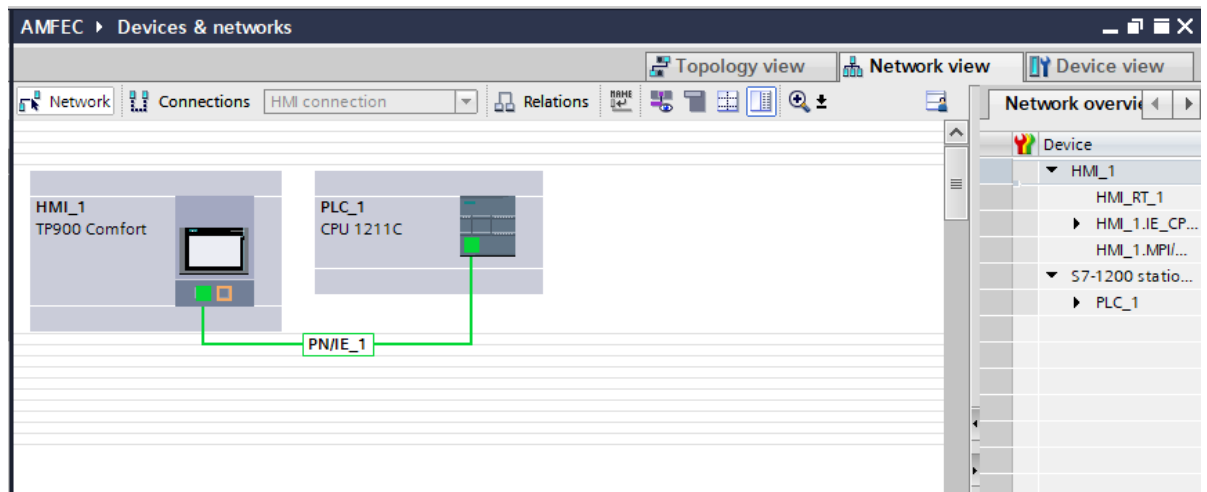
Figura 47
Ambiente de HMI



Fuente: Elaborado por el autor

En la figura 47 se evidencia como se establece la comunicación a su vez se muestra la topología y la forma de comunicación de los hardware previamente asignadas su direcciones IP mediante comunicación Profinet, una vez asignadas sus IP.

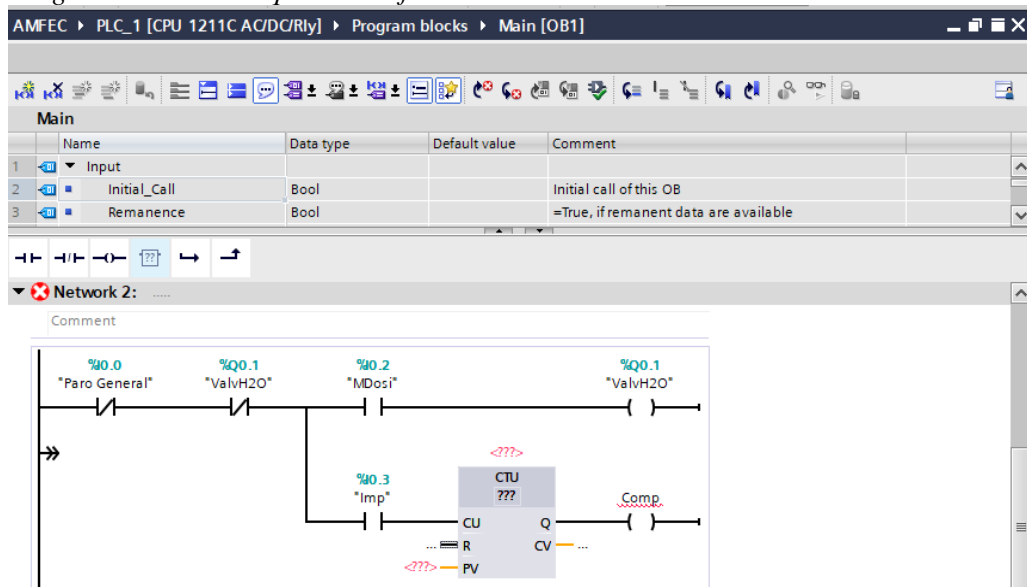
Figura 48
Establecimiento de Comunicación



Fuente: Elaborado por el autor

En la figura 49 se muestra el diseño del esquema de contactos y sistema de dosificación con sus respectivas comparaciones y lógica de lectura de impulsos con un bloque de contador ascendente.

Figura 49
Programación del bloque de dosificación



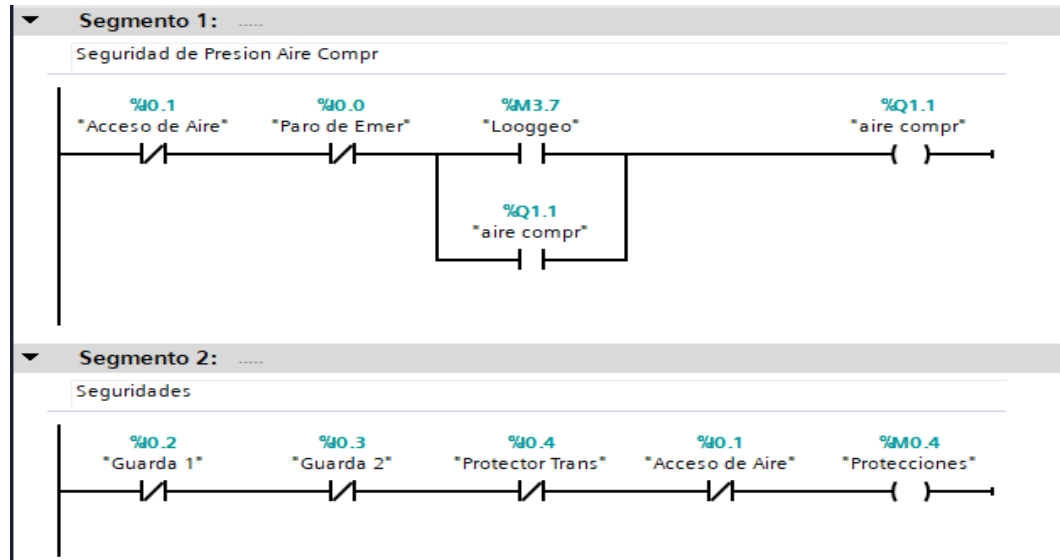
Fuente: Elaborado por el autor

3.5.1 MAIN [OB] (Bloque de programación Principal)

Segmento 1.- Programación de Sistema de recepción para la presencia de aire comprimido y el inicio de sesión mediante el login del usuario;

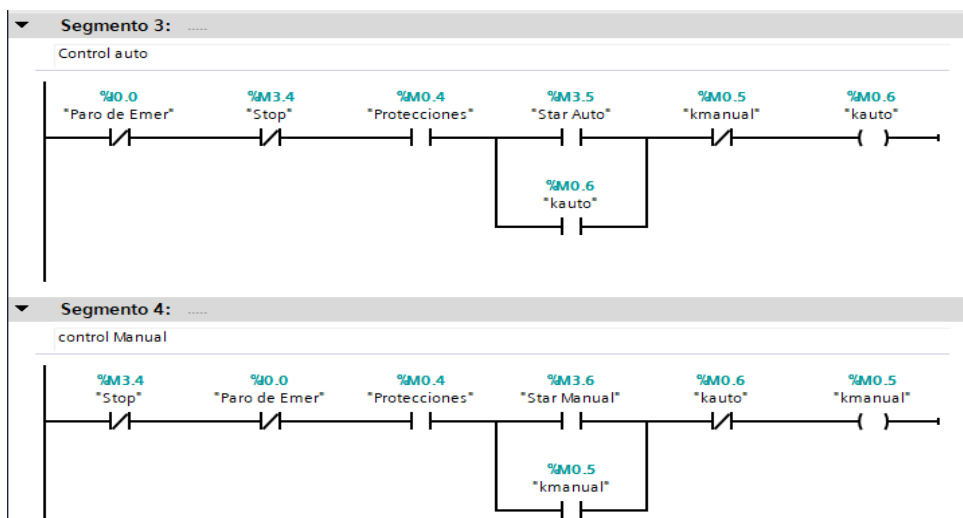
Segmento 2.- Programación de Sistema de recepción de seguridades para asignar la marca como enclavamiento ficticio de que la maquina puede arrancar en condiciones seguras;

Figura 50
Programación en bloques



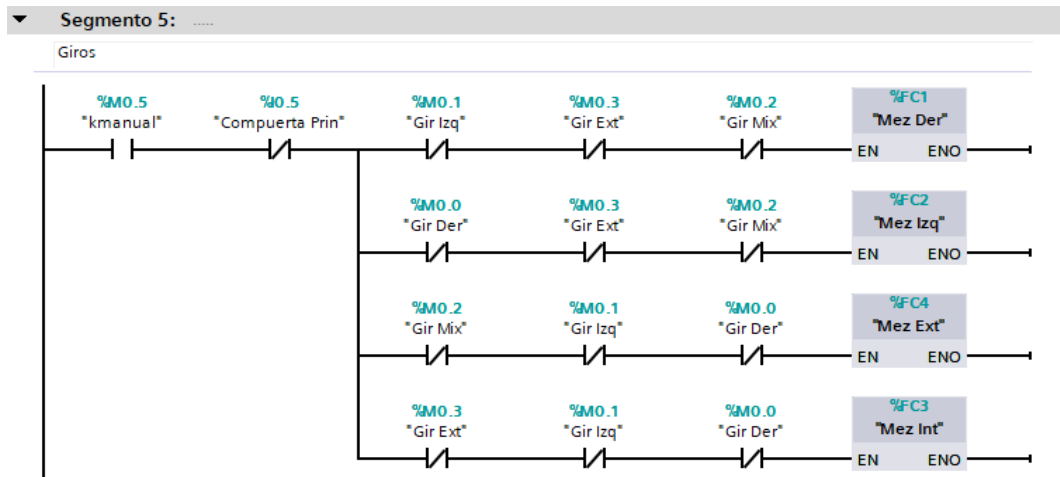
Fuente: Elaborado por el autor

Segmento 3 y 4.- Programación de sistema de las funciones automaticas y manual en las cuales se crea contactos inversos para que las funciones no trabajen a la vez;



Segmento 5.- Bloque de funciones mediante el menú de activaciones manuales para la salida en los giros de motores;

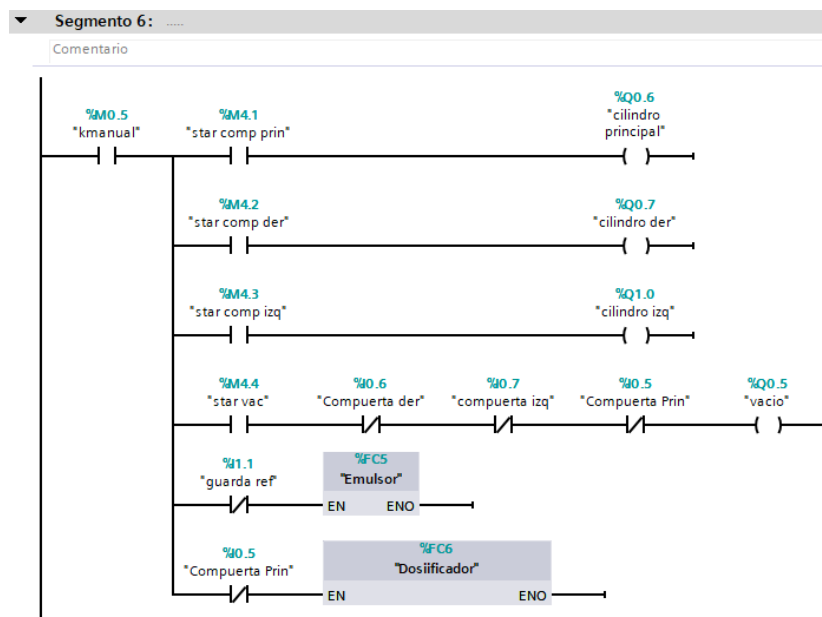
Figura 51
Segmento de Funciones Manuales Main OB



Fuente: Elaborado por el autor

Segmento 6.- La figura 52 es el bloque de funciones mediante el menu de activaciones para funciones especiales con activaciones manuales (compuertas dosificación de agua);

Figura 52
Segmento 6 funciones manuales independientes Main OB

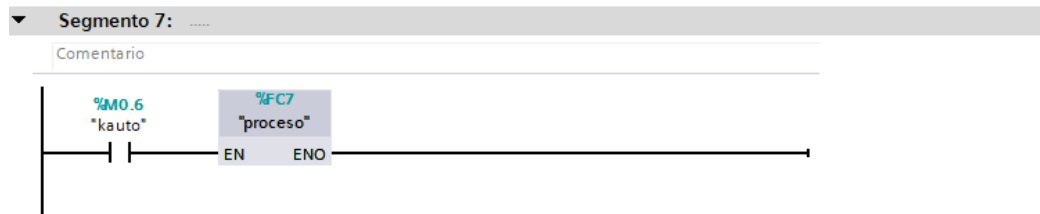


Fuente: Elaborado por el autor

Segmento 7.- Funcion proceso diseñada para el manejo automatico de las recetas a guardar y asignar;

Figura 53

Segmento 7 Función Automática de Mezclado Main OB

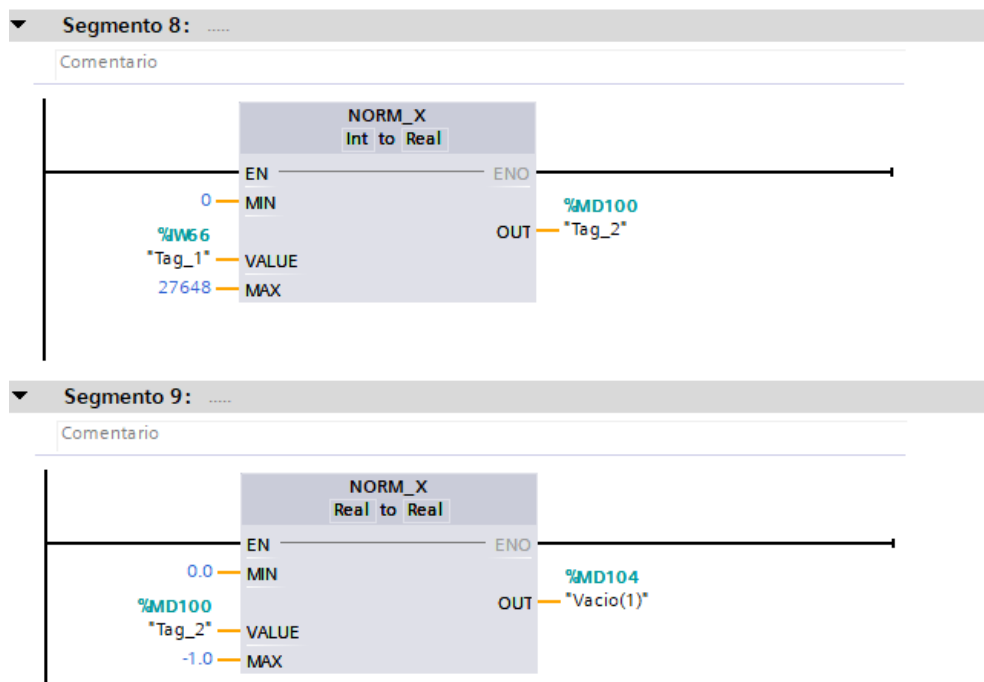


Fuente: Elaborado por el autor

Segmento 8 y 9.- Asignación de la entrada analógica para la supervisión de niveles de vacio y control de calidad;

Figura 54

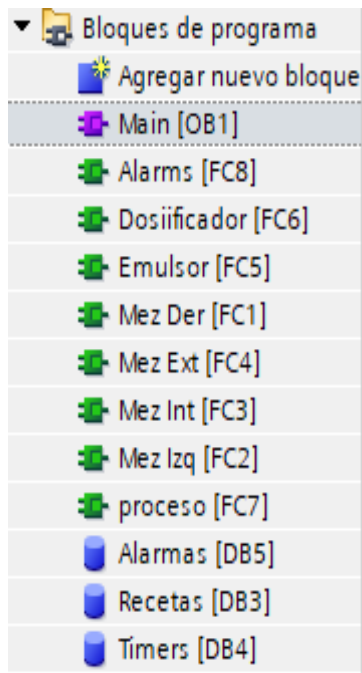
Segmento 8 y 9 Tratamiento de Señal Analógica Main OB



Fuente: Elaborado por el autor

La figura 55 son los bloques creados para el manejo de datos de variable global en los cuales se almacenarán la información alarmas, recetas, y seteo de tiempos

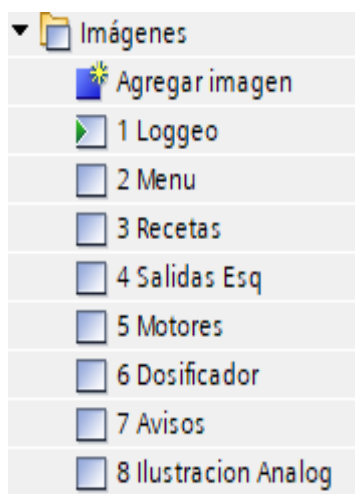
Figura 55
Índice de Bloques de Programación



Fuente: Elaborado por el autor

En La figura 56 se muestran los bloques imágenes para el manejo de datos de variable global y diseno de menus y submenus

Figura 56
índice de Pantallas de Navegación



Fuente: Elaborado por el autor

Creacion de mensaje de alarmas y ubicación de datos de variable del PLC y lugar de almacenamiento.

Figura 57
Establecimiento de Avisos y Alarmas

ID	Nombre	Texto de aviso	Categoría	Variable de di..	Bit de ..	Dirección de ...	Variable de ac..	Bit de ..	Dirección de ...
1	Fallo	Sobrecarga de Rele Termico	Errors	Variable_HM_1	8	%DB5.DBX0.0	<Ninguna var...	0	
2	Alarma	Paro de Emergencia Activado	Warnings	Variable_HM_1	9	%DB5.DBX0.1	<Ninguna var...	0	
3	Alarma 1	Ausencia de Aire Comprimido	Warnings	Variable_H...	10	%DB5.DBX0.2	<Ninguna var...	0	

Fuente: Elaborado por el autor

Creacion de registro de recetas, elemento de recetas y descripcion de recetas, almacenadas en los datos de variables globales y timers

Figura 58
Programación de Variables en recetas

Nombre	Nombre de visualizac...	Número	Versión	Ruta	Tipo	Número máximo de re...	Tipo de comunicación	Tooltip
Receta_1	Receta_1	1	23/02/2021 23:...	IStorage Car...	Limitado	500	Variables	

Nombre	Nombre de visualizac...	Número	tiempo mez int	tiempo mez ext	tiempo mez der	tiempo mez izq	Comentario
chor fritz	ch fritz	1	10000	20000	40000	30000	
M. L. Diaria	M. L. Diaria	2	0	0	0	0	
Frankfurt	Salch. Frankf	3	0	0	0	0	
Chor Plumr	Ch Plumrose	4	0	0	0	0	

Nombre	Nombre de visualizac...	Variable	Tipo de datos	Longitud d...	Valor predetermi...	Valor mínimo	Valor máximo
tiempo mez int	mez int	Recetas_mezclad...	Tíme	4	0	-2147483648	2147483647
tiempo mez ext	mez ext	Recetas_mezclad...	Tíme	4	0	-2147483648	2147483647
tiempo mez der	mez der	Recetas_mezclad...	Tíme	4	0	-2147483648	2147483647
tiempo mez izq	mez izq	Recetas_mezclad...	Tíme	4	0	-2147483648	2147483647

Fuente: Elaborado por el autor

Creación de usuarios, superusuarios, y supervisores, establecimiento de contraseña y rangos de operador para otorgar los permisos de accesos a cada aplicación

Figura 59
Asignación de Usuarios y Permisos

Usuarios						
Nombre	Contraseña	Cierre de sesión autom..	Tiempo de cierre de sesió	Número	Comentario	
Mantenimiento	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	5	1	The user 'Administrator' is as...	
Operador	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	5	2		
Calidad	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	5	3		

Grupos						
Miembro de	Nombre	Número	Nombre de visualización	Caducidad de l...	Comentario	
<input checked="" type="radio"/>	Administrador	1	Administrator group	<input type="checkbox"/>	The 'Administrator' group is i...	
<input type="radio"/>	Operador	2	Users	<input type="checkbox"/>	The 'Users' group is initially g...	
<input type="radio"/>	Calidad	3	Users	<input type="checkbox"/>		

Fuente: Elaborado por el autor

3.5.2 APLICATIVO TOUCH

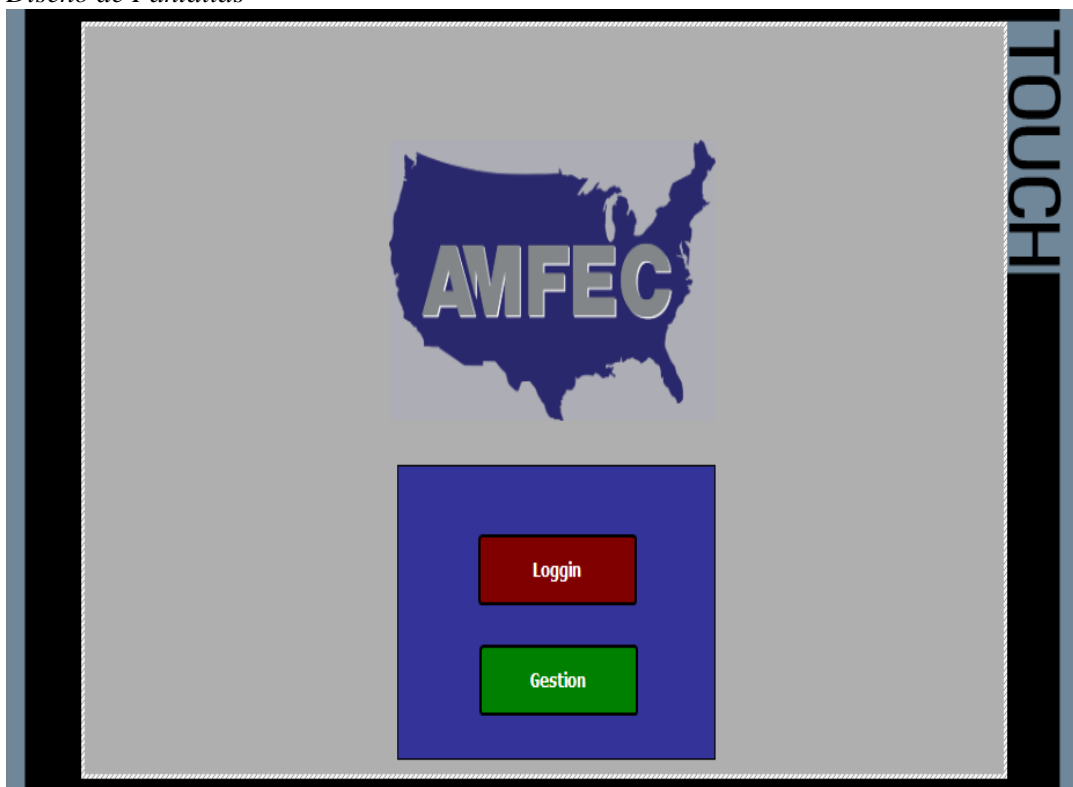
A continuación se muestra algunas capturas de pantallas, las cuales se han diseñado para que sean amigables con los usuarios

3.5.2.1. Pantalla de Inicio

Se observa los botones

- Login: su funcionalidad es otorgar acceso al operador y tecnico de mantenimiento.
- Gestion: su funcionalidad es otorgar acceso a la supervision de niveles de vacio.

Figura 60
Diseño de Pantallas



Fuente: Elaborado por el autor

3.5.2.2 Pantalla de distribucion de menus.-

Funciones de acceso para trabajo manual y automatico, sistema de gestion de alarmas para personal de mantenimiento.

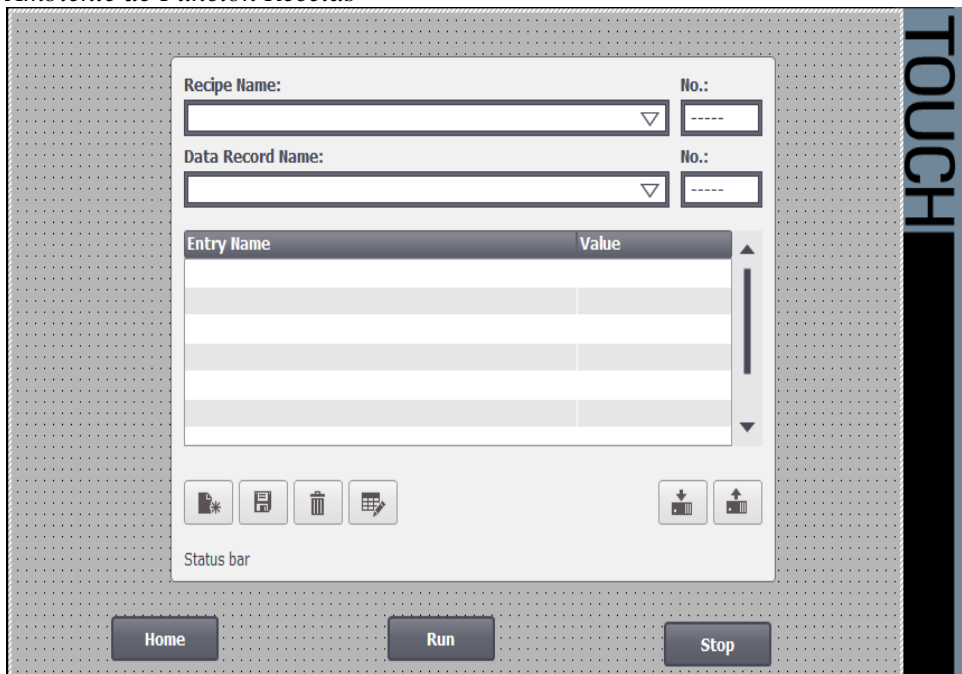
Figura 61
Menú de Aplicativos

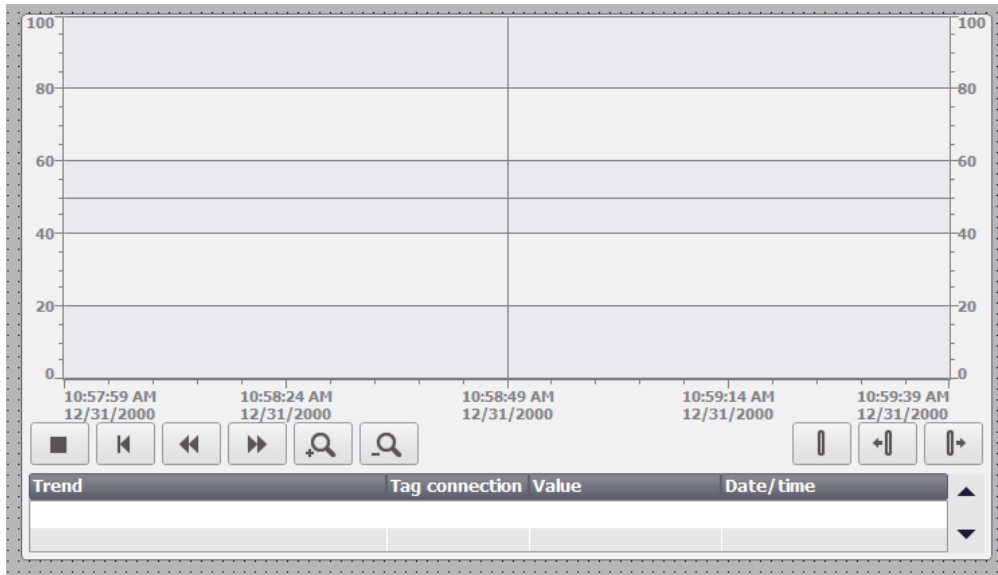


Fuente: Elaborado por el autor

En la imagen 62 es la vista de Pantalla para el ingreso de recetas y gestión de las mismas también la activación del proceso.

Figura 62
Ambiente de Función Recetas





Fuente: Elaborado por el autor

3.6 Configuración de Sistema de lazo cerrado.

El parámetro de SetPoint se configura a 40 Litros por minutos, y se debe tomar en referencia que el flujometro necesita un caudal constante, con lo que tiene un rango de ± 5 l/min tomando en referencia el parámetro principal

Figura 63

Set de Parametrización para Flujometro



Fuente: Elaborado por el autor

El parámetro ImPS es el más importante ya que en OUT 1 se genera el pulso de onda cuadrada que recepta el PLC para realizar el respectivo conteo y comparación de la cantidad de Litros establecidos.

Figura 64
Parametrización de Impulsos



Fuente: Elaborado por el autor

Lo que se define en el Parámetro de ImPS es la relación de número de impulsos por litros, ya que es más fácil ir sintetizando las unidades de Pulso según el SetPoint colocado en números enteros.

Figura 65
Esquema de conexión de tuberías



Fuente: Elaborado por el autor

El diseño de la estructura la cual se colocó para el caudalímetro es tomando en referencia el cálculo de la tubería utilizada que en este caso es de $\frac{3}{4}$ de Pulgada y la

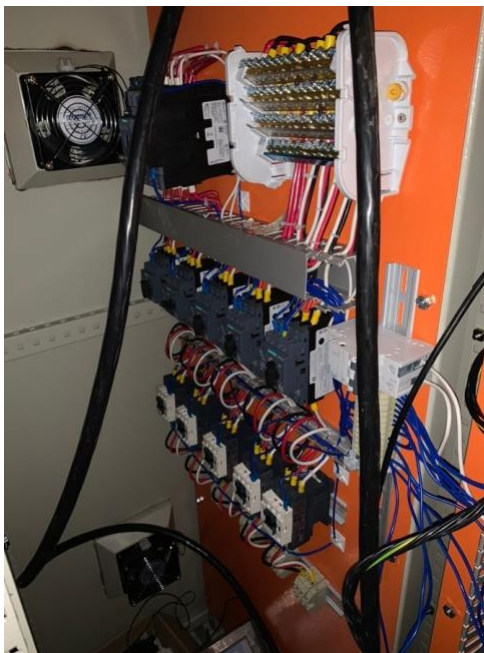
razón de que el dispositivo siempre debe tener Agua en sus entradas y salidas para evitar problemas de respuesta al arranque.

3.7 Implementación del Panel para el Sistema de Control Automatizado

Para prever futuros accidentes En la figura 66 se muestra parte del sistema de fuerza con sus respectivas protecciones eléctricas, en el que se distribuye cada contactor para su respectiva función.

Figura 66

Nuevo cableado de automatización



Fuente: Elaborado por el autor

La Figura 67 muestra el cableado de instalación del controlador con sus respectivos parámetros de seguridad, a su vez la distribución de cada salida con su sistema de activación por Relays de estado sólido dependiendo de qué función sea la que vaya a realizar el proceso.

Figura 67

Paneles de Control de la automatización



Fuente: Elaborado por el autor

La figura 68 se observa la instalación del panel de control mediante una pantalla KTP para la manipulación del controlador, el mecanismo de “Activación por dos manos” para procesos con compuerta abierta diseñados.

Figura 68
Nueva interfase producción



Fuente: Elaborado por el autor

Conclusiones

- El Sistema de Automatización diseñado se configurado con fiabilidad en el cumplimiento de las normas de calidad por el análisis realizado de la capacidad de las maquinarias, para que su rendimiento se optimice haciendo una relación de tiempo y costos generales, la mejoras que en conjunto conforman una línea de producción entregara resultados más fiables en su formulación y técnicas graduables de producción más ergonómicas para el usuario.
- Al Aplicar el sistema se estará cumpliendo un correcto sistema de Buenas Prácticas de Manufactura, el cual tendrá enfocado el correcto manejo y supervisión del proceso para que así se pueda tener un flujo continuo y un manejo de producción más centrado de la pasta Fina Cárnica.

Recomendaciones

- Se recomienda un rediseño del Proceso en trabajo como un sistema SCADA el cual proporcionara fiabilidad bajo un registro de funcionamiento para llevar un control continuo de factores que aportan a la Norma ISO 22000.
- El proceso requiere tener más control con el manejo de Ingredientes para poder establecer un peso Batch Fijo, mediante la adquisición del dato por una celda de carga, proporcionaría fiabilidad al formular la receta.
- Todas las industrias trabajan en procesos de mejora continua se recomienda que se evalúe mejores prácticas de producción con un HACCP.
- Programar un mantenimiento continuo a la maquinaria de producción y repotenciar los sistemas de control.

Bibliografía

- ABB. (Febrero de 2016). *Catalogo Resumido Control y Protección de motores*.
- ABB. (2017). *Eden*. Recuperado el Agosto de 2020, de El nivel de seguridad más elevado para entornos hostiles: <https://new.abb.com/low-voltage/es/productos/dispositivos-de-seguridad/sensores-interruptores-y-bloqueos-de-seguridad/eden>
- Aguilera Martinez, P. (2002). Programación de PLC'S. *Universidad Autónoma de Nueva León*, 100.
- Aguilera Martinez, P. (2002). *Programacion de PLC'S*. San Nicolas de los Garza: Universidad Autonoma de Nuevo Leon.
- AIU, C. (s.f.). *Sistemas Hidraulicos y Neumaticos*. Obtenido de <http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%204.pdf>
- Amoroso, G., & Marcelo, N. (2018). *Repotenciación de tres módulos didácticos con Relé inteligente para realizar aplicaciones con motores asíncronos de baja potencia*. 229.
- Arbieto Campos, J. R. (2017). *Automatización de un sistema de mezclado de pintura mediante el plc siemens logo 230rc, como alternativa para reducir los tiempos muertos o*
- Arbieto Campos, J. R. (2017). *Automatizacion de un Sistema de Mezclado de Pintura mediante el PLC SIEMENS LOGO 230RC, como alternativa para reducir los tiempos muertos originados por el actual proceso manual*. Villa El Salvador: UNTELS.
- Areny, R. P. (2005). *Sensores y Acondicionadores de Señal 4a*. Marcombo.

- Creus Solé, A. (2007). *Neumática e Hidráulica*. Obtenido de https://www.academia.edu/37145190/Neum%C3%A1tica_e_Hidr%C3%A1utica_Antonio_Creus_Sol%C3%A9_LIBROSVIRTUAL
- DIEEC. (2011). *Controladores Lógicos Programables*. Obtenido de http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_1.pdf
- FAO. (25 de Noviembre de 2014). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de FAO: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/Processing_techn.html
- FAO. (15 de Marzo de 2019). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura*. Obtenido de FAO: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/Processing_techn.html
- FAO. (2014, noviembre 25). *División de Producción y Sanidad Animal*. http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/Processing_techn.html
- Flores, J. (2018). *El Relé*. Universidad Superior Politécnica de Chimborazo.
- Fuentes, M. (2020). *Sensores y Transductores*. Obtenido de http://www.eudim.uta.cl/files/5813/2069/8949/fm_Ch03_mfuentesm.pdf
- Gamiz Caro, J. Á., & Gamiz Caro, J. (2011). *Ethernet como soporte de sistemas de control en red*. Doosier.
- García Moreno, E. (1999). *Automatización de Procesos Industriales*. Valencia: Universitat Politecnica de Valencia.
- Gonzales, C. (2008). *El ABC de la Automatización*. <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/guardamotor.pdf>

- González Filgueira, G., & Vidal Feal, C. A. (2006). Algoritmo para Sistemas de Automatización de Llenado,. 5.
- González-Filgueira, G., & Vidal Feal, C. (2006, septiembre 13). *Algoritmo para Sistemas de Automatización de Llenado, Mezclado y Envasado de Líquidos*.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1510.7283>
- Gutierrez Pulido, H. (s.f.). *Calidad Total y Productividad*. Mexico DF: McGRAW-HILL.
- Gutierrez Pulido, H. (2010). Calidad Total y Productividad 4. *McGraw-Hill*.
https://www.academia.edu/31335449/Calidad_Total_y_Productividad_Humberto_Gutierrez_Pulido_MC_Graw_Hill_Ed3_2_
- Gútiez, I. (11 de 2017). *AUTRACEN*. Obtenido de
<http://programacionsiemens.com/step-7-awl-fup-kop-cual-elijo/http://www.tecnicaindustrial.es/tiadmin/numeros/79/1248/a1248.pdf>
- Helbert, S. (2019). *Valvula de Alivio de Presion y/o Seguridad*.
https://blog.satelimportadores.com/valvulas/valvula-de-alivio-de-presion_y_o_seguridad/
- Hernandez Sampieri, C. R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1989). *Metodologia de la Investigación*. McGraw-Hill : Interamericana.
- Lenguaje de programación KOP*. (s. f.). Recuperado 30 de junio de 2020, de
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/Step7/paginas/contenido/step7/7/2.9.1.2.htm>
- IFM, e. (Julio de 2010). *Instrucciones de Uso Caudalimetro Ultrasonico*. Obtenido de Efactor 300: <https://www.ifm.com/mounting/704852ES.pdf>

- ISA. (s.f.). *El Contactor*. Obtenido de http://isa.uniovi.es/~vsuarez/Download/MaterialApoyoPracticas/02_02_El_contactor.pdf
- LOPEZ, E. A. (2012). *eumed.net*. Obtenido de https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/metodologia_cuantitativa.html#:~:text=La%20metodologia%20C3%ADa%20cuantitativa%20utiliza%20la,de%20comportamiento%20en%20una%20poblaci%C3%B3n.
- López Arenales, J. C. (2013). *Sistemas de Vacío*. <http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2013/ing/pim/14.pdf>
- Mandado Pérez, E., Marcos Acevedo, J., Fernandez Silva, C., Armesto Quiroga, I., Rivas Lopez, J. L., & Núñez Ortuño, J. M. (2018). *Sistemas de automatización y autómatas programables* (Tercera). Marcombo.
- Mandado Pérez, E., Marcos Acevedo, J., Fernández Silva, C., & Armesto Quiroga, J. (2009). *Autómatas Programables y Sistemas de Automatización* (Segunda ed.). Barcelona: MARCOMBO.
- Marino, I. (2013, julio 9). Los Diferentes Tipos de Válvulas. *Ingeniero Marino*. <https://ingenieromarino.com/valvulas-a-bordo/>
- Mascaros, V., Casanova, J., & Salt, J. (2004, septiembre 8). *Análisis Experimental del Funcionamiento de un Sistema de Control Basado en RED sobre el Protocolo Profibus-DP*. https://www.researchgate.net/profile/Julian_Salt/publication/228406170_Analisis_experimental_del_funcionamiento_de_un_sistema_de_control_basado_en_red_sobre_el_protocolo_Profibus-DP_I/links/542c35e90cf277d58e8c01dd.pdf

- Medina, J. L., & Guadayol Cunill, J. M. (2010). *La Automatización en la industria química*. Edicions UPC.
- Medina, J. L., & Guadayol, J. M. (2010). *La Automatización en la Industria Química*. Cataluña: UPC.
- Monje, C. (2011). *Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa*. Obtenido de <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
- Monzó, R. S. i. (2013). *Automatismos Industriales. Conceptos y procedimientos*. Nau Llibres.
- OEE. (Mar de 2016). Obtenido de <https://www.sistemasoe.com/calcular-oe/>
ORIGINADOS POR EL ACTUAL PROCESO MANUAL. 73.
- Pascual, F., & Pérez, M. (2017). *AS-i*. Recuperado el Agosto de 2020, de <http://etitudela.com/fpm/comind/downloads/6asiconfg.pdf>
- QUIMA. (2018, julio 25). *Qué es una Válvula Check*. QUIMA. <https://quima.com/blogs/blog/que-es-una-valvula-check>
- Rosado. (s. f.). *Redes de Comunicación Industriales*. Universidad de Valencia. https://www.uv.es/rosado/courses/sid/Capitulo3_rev0.pdf
- Rosado. (s.f.). *Redes de comunicación industriales*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Salinas Ch, Y. R. (2004). *MONTAJE Y EXPERIMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE POTABILIZACIÓN POR VACÍO*. 138.
- Salinas, Y. (2004). *Montaje y Experimentación De Un Sistema de Potabilización Por Váccio*. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/21442/u250943.pdf?sequence=1>

- Sampieri Hernandez, R., Collado Fernandez, C., & Lucio Baptista, P. (2003). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico. D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Serna Ruiz, A., Ros García, F. A., & Rico Noguera, J. C. (2010). *Guía Práctica de Sensores*. Creaciones Copyright SL.
- Siemens. (2014). *Controlador programable S7-1200*. 1070.
- Siemens. (2018). *SIMATIC HMI Paneles de Operador*.
- Sistemas Industriales Distribuidos. SID.* (2009, octubre 14).
<https://www.uv.es/rosado/courses/sid/sid.html>
- Solbes i Monzo, R. (2014). *Automatismos industriales. Conceptos y procedimientos*. Valencia, España: Nau Libres.
- Tecnovac. (15 de Octubre de 2010). *Curso de vacio Tecnovac*. Recuperado el Agosto de 2020
- Teran Gordillo, A. E. (2013). *Diseño, Construcion y Puesta en Funcionamiento de una Maquina Mexcladora para la Produccion de Pinturas Plastisol*. Ibarra: Universidad Tecnica del Norte.
- Torres, F., & Jara, C. (s.f.). *Automatas Programablrd I*. Obtenido de Universidad de Alicante:
https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18436/1/Tema%206_%20Automatas%20I.pdf
- Torres, F., & Jara, C. (2009). *Autómatas Programables I*. Universitat de Alicante.
https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18436/1/Tema%206_%20Automatas%20I.pdf
- Vacuumbrand. (2017). *Tecnologia de Sistemas al Vacio*. Recuperado el 08 de 2020, de

https://www.vacuubrand.com/context/catalog_pdf/VACUUBRAND_Technology_for_Vacuum_Systems_ES_2017.pdf

Valverde Jaramillo , O. J. (2009). *Selección de Sistema de Vacío utilizando Bombas Tipo Distribuidor Giratorio para maquina llenadora de Cerveza*. Guayaquil: Escuela Superior Politecnica del Litoral.

Valverde, O., & Martínez, E. (2009). *Selección de Sistema de vacío utilizando bombas tipo distribuidor*. 8.

Vilches, E. (2015). *El Contactor*.



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Nieto Flores, Leonardo Antonio** con C.I: # 0954303509 autor del Trabajo de Titulación: **Diseño de un Sistema Automatizado de Elaboración de Pasta Fina Cárnica Mediante el Uso del PLC S7-1200 y TP900 Comfort, Para Optimizar el proceso cumpliendo las normas HACCP** previo a la obtención del título de **INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 16 de Septiembre de 2021

f. _____

Nombre: Nieto Flores, Leonardo Antonio

C.I: 0954303509

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN		
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Diseño de un Sistema Automatizado de Elaboración de Pasta Fina Cárnica Mediante el Uso del PLC S7-1200 y TP900 Comfort, Para Optimizar el proceso cumpliendo las normas HACCP	
AUTOR(ES)	Nieto Flores, Leonardo Antonio	
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	M. Sc. Córdova Rivadeneira, Luis Silvio	
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo	
CARRERA:	Ingeniería Electrónica en Control y Automatismo	
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Electrónico en Control y Automatismo	
FECHA DE PUBLICACIÓN:	16 de Septiembre de 2021	No. DE PÁGINAS: 75
ÁREAS TEMÁTICAS:	Industria Alimenticia	
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Mezclado al vacío, Refinamiento de Cárnicos, Sistema de Automatización, Supervisión en tiempo real, PLC S7-1200, HMI TP900, Recetas.	
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):	<p>En el presente documento se analizó las fallas en una línea de producción en una empresa alimenticia, el funcionamiento de la máquina mezcladora al vacío AMFEC y el emulsor KS, se propone integrarlas por el proceso de elaboración de pasta fina cárnica, se implementará un sistema controlado por un PLC S7 1200, válvulas distribuidoras, cilindros, bombas de vacío, programando un panel Touch HMI SIMATIC Comfort Siemens TP900 que se comuniquen con protocolos óptimos como Ethernet, con el objetivo de reducir el tiempo de producción por un tablero maestro de control que administre las seguridades y estado del proceso, al elaborar un producto de calidad que cumpla con las normas de inocuidad, el rediseño del esquema será más óptimo respecto al consumo eléctrico con dispositivos actualizados de bajo consumo. En conclusión toda la pasta cárnica que se desperdicia por mala formulación del operador que causa pérdidas de costos, el sistema automatizado creará dosificaciones de mezclas preparadas y configuradas para que no intervenga durante la formulación ninguna mano humana y la orden cumpla un algoritmo y sea otorgada del sistema para ejecutar la receta.</p>	
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-9-6139847	E-mail: leonardo_flo@hotmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Palacios Meléndez, Edwin Fernando	
COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Teléfono: +593-9-67608298	
	E-mail: edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec	
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA		
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):		
Nº. DE CLASIFICACIÓN:		
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		