

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
U.P.S. - G.

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA: INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO ELECTRÓNICO

TEMA: Diseño e Implementación de
Máquina Automática Multifunciones para obtener
Mermeladas, Jugos de Fruta y Pulpa de Fruta Pasteurizada

Autores: Lenin Villalva López
Eduardo Echeverría Vecilla

Director: Ing. Nino Vega

Guayaquil, 18 de Febrero del 2012

A U T O R Í A

Las ideas y contenidos expuestos en el presente proyecto, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

f.....

Lenín Omar Villalva López

f.....

Eduardo Echeverría Vecilla

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi madre que siempre me ayudo en mi formación académica, a mi padre y a mis hermanas que me alentaban a seguir, a mi sobrino que siendo tan pequeño me daba las fuerzas que hacían falta, a mi novia que me apoyó siempre y soportó mis incumplimientos. Le agradezco a Dios por haberme dejado vivir este momento y cumplir un sueño más en mi vida.

LENÍN VILLALVA LÓPEZ

A mis padres los cuales fueron los pilares fundamentales de mi formación como profesional, en especial dedicar este trabajo a la memoria de mi Madre, que gracias a su lucha, dedicación y apoyo incondicional, logró darme la fortaleza y ánimos para cumplir mis metas; a mi hermana y amigos, en especial a mi compañero Lenín Villalva por su apoyo en el desarrollo de este proyecto.

EDUARDO ECHEVERRÍA

A G R A D E C I M I E N T O

A la Comunidad Salesiana que nos permitió formarnos desde que estábamos en la preparatoria de la escuela Domingo Comín para luego seguir con nuestra formación en el Instituto Técnico Superior Salesiano Domingo Comín y finalmente a la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, la cual nos forjó como profesionales y nos ayudó a crecer como personas, con valores éticos y morales bien dotados, para obtener un Título Académico. De manera muy especial al Ing. Nino Vega U., por su total colaboración en este trabajo. Además nuestra gratitud sincera para nuestro amigo Ing. Ronald Suriaga que de manera desinteresada nos ayudó en el desarrollo del presente trabajo.

Lenín Villalva López

Eduardo Echeverría V.

CONTENIDO

AUTORÍA

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

IMPORTANCIA DEL PROYECTO

OBJETIVOS

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

MARCO TEÓRICO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

ESQUEMA CAPITULAR

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍAS

ANEXOS

ABSTRACT

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRONICA

AÑO	ALUMNO/ S	DIRECTOR DE TESIS	TEMA TESIS
2012	LENIN OMAR VILLALVA LOPEZ EDUARDO LENIN ECHEVERRIA VECILLA	ING. NINO VEGA	“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÁQUINA AUTOMÁTICA MULTIFUNCIONES PARA OBTENER MERMELADAS, JUGOS DE FRUTA Y PULPA DE FRUTA PASTEURIZADA ”

La presente tesis: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÁQUINA AUTOMÁTICA MULTIFUNCIONES PARA OBTENER MERMELADAS, JUGOS DE FRUTA Y PULPA DE FRUTA PASTEURIZADA”**, detalla el diseño de una máquina automática para ser implementada en procesos semi-industriales del mercado alimenticio interno. El objetivo es proporcionar a los agricultores que comercializan sus frutas, un instrumento que de un valor agregado a su producción, sin incurrir en un costo muy elevado.

La Máquina Automática Multifunciones ha sido creada para producir productos de consumo masivo, tales como mermelada, jugo y pulpa de fruta pasteurizada, es por esto que cuenta con una estructura de acero inoxidable, convirtiéndose en un equipo que cumple con las más altas exigencias de las entidades y organismos de certificación sanitaria, sin comprometer de ninguna forma la integridad del producto. Así mismo, permitirá una fácil operación, ya que cuenta con pantallas amigables para el usuario y equipos de factible adquisición en el país, al alcance de agricultores de producción a baja escala.

Esta máquina está compuesta por una marmita, a la cual se le ha adaptado todo un sistema electrónico de control de temperatura a través de un PLC (Controlador Lógico Programable), que permite el calentamiento y enfriamiento necesarios para la cocción y pasteurización del producto.

Se comenzará estableciendo los antecedentes en los que hemos basado la construcción de esta máquina; los componentes electrónicos que la conforman y su

utilidad e importancia dentro de la funcionalidad global de la misma; la estructura de conexiones eléctricas y su programación; finalizando con los beneficios que se obtienen, gracias a la reducción de costos, y el detalle de un manual de funcionamiento para su correcta operación.

PALABRAS CLAVES

Diseño e implementación de máquina automática para obtener mermeladas, jugos de fruta y pulpa de fruta pasteurizada / producir productos de consumo masivo / marmita a la cual se le ha adaptado todo un sistema electrónico de control de temperatura a través de un PLC.

Importancia del Proyecto

Este proyecto tiene una vital importancia, debido a que nació de la necesidad de implementar procesos industriales en el sector agrícola, a través de máquinas electrónicas con costos que se ajustan a la realidad y situación social y económica de los agricultores. De esta manera se plasman los conocimientos adquiridos en un proyecto que ayuda a mejorar la calidad de vida del sector menos atendido del país.

Con la máquina multifunciones podrán solucionarse algunos de los problemas cotidianos de los agricultores, como el hecho de perder sus cosechas por deterioro de la fruta al no comercializarse rápidamente, o el bajo precio que pagan por ella en las temporadas de producción alta; este proyecto daría un valor agregado a un bajo costo fomentando la micro empresa, de esta forma no perderían su producción y tendría un valor más justo su producto.

Además de la importancia en la sociedad, este proyecto hace un gran aporte al ámbito académico, ya que para la construcción e implementación de la máquina se han utilizados dispositivos programables de última generación.

OBJETIVOS

a) OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar una máquina prototipo piloto, utilizando un autómata programable de última generación e innovar la manera en que los agricultores comercializan sus frutas, todo esto con mecanismos de control de temperatura que representen un bajo costo y una gran utilidad en el sector agrícola.

b) OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A través de la elaboración de este proyecto, se desea lograr lo siguiente:

- ✓ Diseñar e implementar un sistema de control para la máquina semi-automática productora de jugo, pulpa de fruta y mermelada.
- ✓ Seleccionar técnicamente los equipos a utilizar en la implementación.
- ✓ Programar las pantallas táctiles a utilizar en el control de la máquina.
- ✓ Realizar la calibración de los instrumentos de medición y control.
- ✓ Realizar las pruebas de funcionamiento del equipo implementado.
- ✓ Construir y diseñar una máquina automática, aprovechando los nuevos controladores lógicos que existen en el mercado.
- ✓ Proporcionar al usuario una máquina de fácil mantenimiento y operación, sin necesidad de tener grandes conocimientos.
- ✓ Establecer la sustentabilidad en el uso productivo de la máquina.

Planteamiento del problema

El análisis de la persistencia del problema económico y nutricional del mundo y del Ecuador específicamente hablando, ha llevado a comprender que no es posible afrontar las particulares necesidades de la cadena agroalimentaria sin una visión en conjunto que analice en modo profundo todo el recorrido alimentario de la tierra a la mesa.

Estudiando la situación alimentaria, podemos ciertamente afirmar que la mayor problemática está en aquellas áreas geográficas, que están más atrasadas en su tecnología agro-zootécnicas y de conservas.

Actualmente este problema no está resuelto, está bajo los ojos de todos los constantes flujos migratorios existentes en las áreas agrícolas hacia grandes ciudades, dejando abandonados los campos y áreas potencialmente productivas.

El pequeño agricultor se ve obligado a migrar debido a que su producción no es rentable. El intermediario es el que se aprovecha, conociendo que el agricultor carece de tecnología para poder conservar y procesar su propia producción.

Conociendo esta realidad, se busca diseñar y construir una máquina versátil y polifuncional capaz de procesar fruta que no llegue a dañarse en temporadas altas de

producción; dando una oportunidad de crear un mejor balance económico conservando y comercializando sus propios productos.

MARCO TEÓRICO

Marmita.- Una "marmita" es un recipiente de gran tamaño, de forma semiesférica, que se emplea para calentar o cocer alguna sustancia líquida.

Acero Inoxidable.- Se define como una aleación de acero con un mínimo del 10% de cromo contenido en masa.

El acero Inoxidable es un acero de elevada pureza y resistencia a la corrosión.

Viscosidad.- La Viscosidad es la oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales. Un fluido que no tiene viscosidad se llama fluido ideal. En realidad todos los fluidos conocidos presentan algo de viscosidad, siendo el modelo de viscosidad nula una aproximación bastante buena para ciertas aplicaciones. La viscosidad sólo se manifiesta en líquidos en movimiento.

Líquidos Miscibles.- Miscibilidad es un término usado en química que se refiere a la propiedad de algunos líquidos para mezclarse en cualquier proporción, formando una solución homogénea

Industria Alimenticia.- La industria alimentaria es la parte de la industria encargada de la elaboración, transformación, preparación, conservación y envasado de los alimentos de consumo humano y animal.

Cal.- La cal es un elemento cáustico, muy blanco en estado puro, que proviene de la calcinación de la piedra caliza. La cal común es el óxido de calcio de fórmula CaO , también conocido como cal viva.

Motor Eléctrico.- Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores.

Motor Reductor.- Son pequeños motores (monofásicos o trifásicos), reductores de engranajes y a menudo variadores de velocidad (eléctricos o electrónicos). Se usan como accionadores en las instalaciones domóticas.

Agitador.- El principal objetivo del agitador es garantizar la homogeneidad de los componentes mezclados. Los agitadores de líquidos podrán ser de distintos tipos según sean de manejo portátil o fijo, así como de pinza universal, brida o de placa, todo ello para integrarse de la mejor manera al proceso que vayan a desempeñar.

Resistencia Eléctrica de Inmersión.- Las resistencias de inmersión están diseñadas para el calentamiento en contacto directo con el fluido: agua, aceite, materiales viscosos, disoluciones ácidas o básicas, etc. Dado que todo el calor se genera dentro del líquido, se alcanza un rendimiento energético máximo. Al no existir elementos distorsionadores, el control de la temperatura de proceso puede ser muy ajustado.

Agricultor.- Es la persona que se encarga de labrar y cultivar la tierra, propia del campo.

Serpentín.- Se denomina serpentín o serpentina a un tubo de forma frecuentemente espiral, utilizado comúnmente para enfriar vapores provenientes de la destilación en un calderín y así condensarlos en forma líquida. Suele ser de vidrio, cobre u otro material que conduzca el calor fácilmente.

Scada.- Proviene de las siglas "Supervisory Control And Data Acquisition" (Control de Supervisión y Adquisición de Datos): Es un sistema basado en computadores que permite supervisar y controlar variables de proceso a distancia, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos) y controlando el proceso de forma automática por medio de un software especializado.

Mermelada.- La mermelada es una conserva de fruta cocida en azúcar. Los griegos de la antigüedad ya cocían membrillos en miel, según se recoge en el libro de cocina del romano Apicio.

Jugo.- El zumo o jugo, es la sustancia líquida que se extrae de los vegetales o frutas, normalmente por presión, aunque el conjunto de procesos intermedios puede suponer la cocción, molienda o centrifugación de producto original. Generalmente, el término hace referencia al líquido resultante de exprimir un fruto. Así, el jugo o zumo de naranja es el líquido extraído de la fruta del naranjo.

Pulpa de fruta.- La pulpa es un tejido celular vegetal que tiene como objeto mejorar la dispersión de las semillas. La pulpa de los diferentes tipos de frutas y verduras juega un papel importante en la nutrición.

Pasteurizar.- Es el proceso térmico realizado a líquidos (generalmente alimentos) con el objeto de reducir los agentes patógenos que puedan contener: bacterias, protozoos, mohos y levaduras, etc. El proceso de calentamiento recibe el nombre de su descubridor, el científico-químico francés Louis Pasteur (1822-1895). La primera pasteurización fue realizada el 20 de abril de 1864 por el mismo Pasteur y su colega Claude Bernard.

Método de Control ON-OFF.- Este método sólo acepta dos posiciones para el actuador: encendido (100%) y apagado (0%).

La lógica de funcionamiento es tener un punto de referencia, si la variable es mayor el actuador asume una posición; y si la variable es menor el actuador asume la otra posición.

ÍNDICE GENERAL

AUTORÍA.....	1
DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
CONTENIDO.....	4
RESUMEN.....	5
IMPORTANCIA DEL PROYECTO.....	6
OBJETIVOS DE LA TESIS.....	6
a) Objetivo General.....	6
b) Objetivo Específico.....	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
MARCO TEÓRICO.....	8
INTRODUCCIÓN.....	16
ESQUEMA CAPITULAR.....	17
CAPÍTULO 1.....	17
ANTECEDENTES Y EVOLUCIÓN DE LA MÁQUINA MULTIFUNCIONES.....	17
1.1 Historia de Marmitas	17
1.2 Tipos de Marmitas.....	17
1.3 Sistemas de Calentamiento.....	21
1.3.1 Marmita a Gas.....	21
1.3.2 Marmita a Vapor.....	22
1.3.3 Marmita Eléctrica.....	23
1.3.4 Marmita de Presión.....	24
1.3.5 Marmitas Basculares.....	24
1.4 Limpieza de las Marmitas.....	24
CAPÍTULO 2.....	28
DISEÑO DEL SISTEMA.....	28

2.1	Introducción.....	28
2.2	Descripción del Sistema.....	29
2.3	Diagrama de Flujo del Proceso.....	31
2.4	Limpieza.....	32
2.5	Pruebas.....	32
2.6	Calentamiento.....	32
2.7	Mezclado.....	35
2.8	Pasteurización.....	35
2.9	Mermelada.....	36
2.10	Jugo.....	37
2.11	Pulpa.....	39

CAPÍTULO 3..... 41

	DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO MECÁNICO.....	41
3.1	Resistencia Tubular.....	42
3.2	Agitador.....	43
3.3	Motor.....	44
3.4	Moto Reductor.....	45
3.5	Serpentín de la Máquina.....	46
3.6	Bomba de Agua y Tanque.....	47
3.7	Sensor de Temperatura.....	48

CAPÍTULO 4..... 51

	DISEÑO ELÉCTRICO y ELECTRÓNICO.....	51
4.1	Introducción.....	51
4.2	Diagramas Eléctricos.....	52
4.3	Cálculo de Protecciones.....	62
4.4	Selección de Motor.....	64
4.5	Diseño de Arrancadores.....	67
4.6	Instalación.....	70
4.7	Controlador Lógico Programable.....	77

4.8 Selección HMI.....	84
4.9 Diseño de Tablero Eléctrico.....	89

CAPÍTULO 5.....99

ANÁLISIS DE COSTOS.....	99
CONCLUSIONES.....	105
BIBLIOGRAFÍA.....	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.....	19
Figura 1.2.....	20
Figura 1.3.....	20
Figura 1.4.....	21
Figura 1.5.....	22
Figura 1.6.....	23
Figura 1.7.....	24
Figura 2.1.....	29
Figura 2.2.....	30
Figura 2.3.....	31
Figura 2.4.....	32
Figura 2.5.....	33
Figura 2.6.....	34
Figura 2.7.....	36
Figura 2.8.....	38
Figura 2.9.....	40
Figura 3.1.....	41
Figura 3.2.....	43
Figura 3.3.....	43
Figura 3.4.....	44
Figura 3.5.....	45

Figura 3.6.....	46
Figura 3.7.....	46
Figura 3.8.....	47
Figura 3.9.....	48
Figura 3.10.....	48
Figura 3.11.....	49
Figura 4.1.....	53
Figura 4.2.....	54
Figura 4.3.....	55
Figura 4.4.....	56
Figura 4.5.....	57
Figura 4.6.....	58
Figura 4.7.....	59
Figura 4.8.....	60
Figura 4.9.....	61
Figura 4.10.....	65
Figura 4.11.....	66
Figura 4.12.....	68
Figura 4.13.....	70
Figura 4.14.....	71
Figura 4.15.....	71
Figura 4.16.....	72
Figura 4.17.....	72
Figura 4.18.....	73
Figura 4.19.....	75
Figura 4.20.....	76
Figura 4.21.....	76
Figura 4.22.....	80
Figura 4.23.....	82
Figura 4.24.....	83
Figura 4.25.....	84
Figura 4.26.....	87
Figura 4.27.....	88

Figura 4.28.....	89
Figura 4.29.....	90
Figura 4.30.....	91
Figura 4.31.....	92
Figura 4.32.....	93
Figura 4.33.....	94
Figura 4.34.....	94
Figura 4.35.....	95
Figura 4.36.....	95
Figura 4.37.....	96
Figura 4.38.....	96
Figura 4.39.....	97
Figura 4.40.....	97
Figura 4.41.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.....	34
Tabla 3.1.....	44

ANEXOS

Anexo I	Manual de Usuario
Anexo II	Programa Pantalla Táctil
Anexo I	Programa PLC
Anexo I	Ficha Técnica

INTRODUCCIÓN

En nuestro país se está impulsando a que las personas sean emprendedoras y productivas, fomentando de esta forma el empleo, teniendo como consecuencia un mejor escenario económico para ellos.

En este documento se presenta la Implementación de una máquina que podrá ser muy útil a un gran grupo de agricultores, ayudándolos a evitar la pérdida de sus productos, aportándoles de este valor agregado, lo que les permitirá mejorar económicamente su estatus de vida.

En nuestro país es muy común ver cómo los productores son quienes tienen la menor rentabilidad de su trabajo, siendo los intermediarios quienes se benefician de ellos económicamente.

Con esta Máquina Multifunciones el usuario podrá producir: mermelada, jugo y pulpa de frutas pasteurizada, contando con una pantalla táctil en la cual podrá seleccionar una de estas opciones de producción. La Máquina Multifunciones está preprogramada en su menú para trabajar con 5 tipos de frutas: piña, naranja, guayaba, maracuyá y mora. Se ha seleccionado a este grupo de frutas por ser las más comerciales en el mercado local.

En los procesos de producción de mermelada, jugo y pulpa pasteurizadas el usuario puede cambiar las recetas si así lo desea; esto quiere decir: tiempos de cocción, temperatura de cocción y otras variables.

Se espera que esta tesis sea del agrado de los lectores y pueda utilizarse como una Guía para tomar el reto de emprender un negocio propio a bajo costo, aprovechando los recursos y bondades de nuestra tierra.

CAPÍTULO 1.

ANTECEDENTES Y EVOLUCIÓN DE LA MÁQUINA MULTIFUNCIONES

1.1 Historia de Marmitas

Una Marmita es una olla de metal cubierta con una tapa que queda totalmente ajustada. Normalmente las marmitas se utilizan a nivel industrial para procesar alimentos, mermeladas, jaleas, dulces, chocolates, carnes, bocaditos, salsas, etc.

La palabra “marmita” proviene del francés antiguo *marmite* (*hipócrita*), aplicable a este recipiente de cocción porque oculta su contenido.

Desde el siglo XIV, la marmita panzuda de hierro negro, con tapa, un asa y tres pies, colgada del gancho de la chimenea, servía para hervir agua o la colada que se utilizaba preparar la sopa y el cocido.

En el siglo XVII la marmita quedó reservada casi exclusivamente para la preparación de sopas y potajes.

Los orfebres fabricaban marmitas de plata, ornamentadas con blasones, medallas e inscripciones, que eran utilizadas para el servicio de mesa.

La marmita española más conocida es la que confeccionan los marineros vascos, llamada **marmitako**; y una de las más conocidas internacionalmente, probablemente sea la que pertenece a **Paroramix**.

1.2 Tipos de Marmitas

Las marmitas, pueden ser de dos tipos, agitadas o sin agitación, las primeras requieren de un volumen de operación excedido en un 60% del volumen real ocupado por el líquido inicial, mientras que el no agitado, sólo en un 10%.

Tipos de Agitación

La agitación de líquidos es de las operaciones más comunes de los procesos industriales; es de importancia fundamental en la industria minera, farmacéutica, petrolera, de pulpa y papel por mencionar algunas. La agitación de líquidos se emplea con distintos fines, según el objetivo que se pretenda en la etapa de proceso:

- Agitar líquidos miscibles
- Poner en suspensión líquidos sólidos
- Dispensar líquidos inmiscibles para formar emulsiones y suspensiones.
- Favorecer el intercambio de calor entre el líquido y un serpentín a una chaqueta.

Dependiendo del tipo de agitador, éstos pueden ser montados sobre brazos, puentes fijos o basculantes

- Acción sencilla con raspadores tipo ancla (AS/CR)
- Acción sencilla (AS)
- Acción gemela (AG)
- Doble acción (DA)
- Hélice tipo marino (AHM)
- Turbina
- Turbo – licuador
- Combinaciones de los anteriores y otros

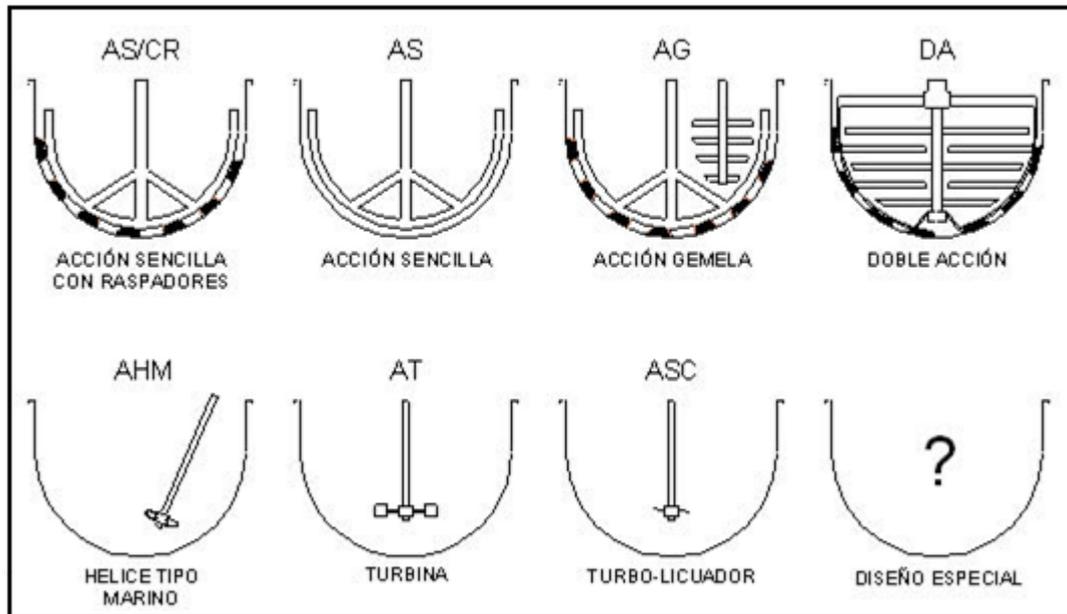


Figura 1.1 Tipos de Agitadores y Mezcladores

Fuente:http://207.5.43.60/intertecnica/pantallas/productos_detalle.asp?IdProductos=13, 2010.

Los tres tipos principales de agitadores son: de paletas, de hélice y de turbinas; aunque para ciertos casos son útiles algunos diseños especiales.

El uso de los distintos tipos de agitadores están asociados a la viscosidad del fluido. Esta propiedad es el factor principal asociado a la fuerza que tiende a amortiguar el flujo en un sistema de mezclado.

En la siguiente figura se muestran los rangos de viscosidad recomendados para algunos agitadores comunes.

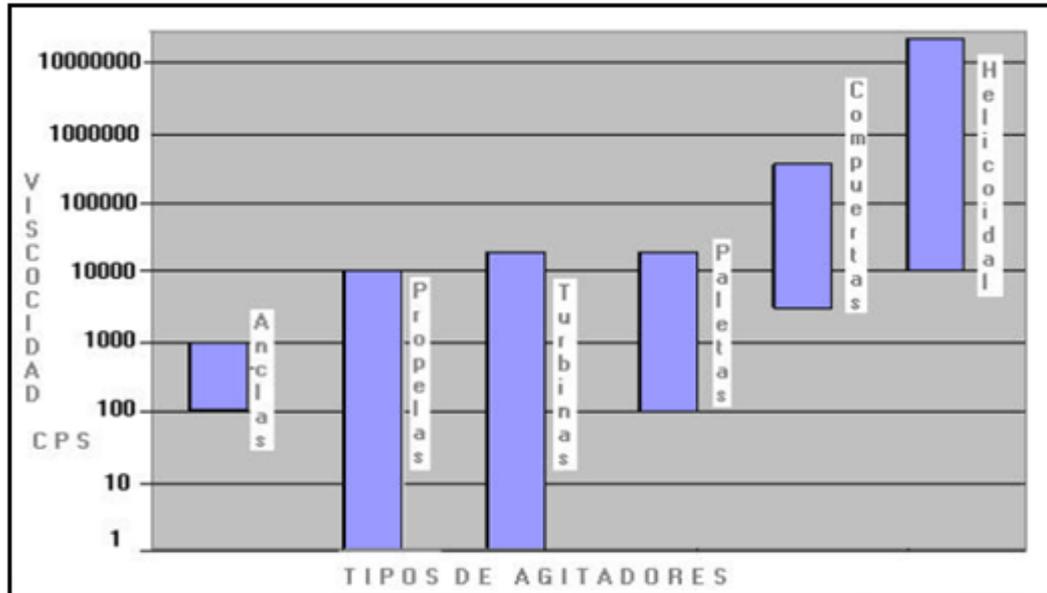


Figura 1.2 Rango de Viscosidades para Agitadores

Fuente: http://cbi.izt.uam.mx/iq/lab_mec_de_fluidos/Practicas%20Laboratorios/PRACTICA4.pdf, 2008

Usualmente la marmita tiene una forma semiesférica y puede tener un sistema de volteo para facilitar la salida del producto.



Figura 1.3 Marmita Volteable o Fija

Fuente: <http://ihmsa.net/ads/index.php?a=5&b=520>, 2008.

Se pueden encontrar marmitas según sean abiertas o cerradas.

En la abierta el producto es calentado a presión atmosférica, mientras que en la cerrada se emplea vacío. El uso del vacío facilita la extracción de aire del producto

por procesar y permite hervirlo a temperaturas menores que las requeridas a presión atmosférica, lo que evita o reduce la degradación de aquellos componentes del alimento que son sensibles al calor, favoreciendo la conservación de las características organolépticas y el valor nutritivo de la materia prima, con lo que se obtienen productos de mejor calidad.



Figura 1.4 Marmita cerrada y atmosférica

Fuente: <http://iihmsa.net/ads/index.php?a=5&b=520>, 2008

1.3 Sistemas de Calentamiento

Las marmitas tienen diferentes sistemas de calentamiento:

Gas

Vapor

Eléctrica

1.3.1 Marmitas a Gas

Las marmitas a gas cuentan con una caldereta generadora de su propio vapor y se construyen en acero inoxidable tipo 304, bajo las más estrictas normas de calidad, por lo que son la alternativa ideal para las cocinas institucionales donde no se cuenta con suministro de vapor. El recipiente se suelda y se pule, convirtiéndolo en una sola pieza, por lo cual se constituye como un recipiente a presión de alta confiabilidad.

Las Marmitas a Gas se controlan por medio de un termostato manual y una válvula de seguridad para gas, como elemento de protección para el usuario, así mismo el equipo cuenta con: un interruptor de límite de presión, un interruptor de bajo nivel de agua en la caldereta y una válvula de seguridad para vapor en la chaqueta.



Figura 1.5 Modelo a Gas

Fuente: <http://ihmsa.net/ads/index.php?a=5&b=520>, 2008.

1.3.2 Marmita a Vapor

Es un sistema de calentamiento indirecto muy utilizado en la industria alimentaria, en especial para el procesamiento de frutas y hortalizas.

Consiste básicamente en una cámara de calentamiento conocida como camisa o chaqueta de vapor, que rodea el recipiente donde se coloca el material que se desea calentar.

El calentamiento consiste en hacer circular el vapor a cierta presión por la cámara de calefacción, en cuyo caso el vapor es suministrado por una caldera.

El costo del equipo depende de la capacidad y materiales utilizados.

Una marmita de vapor con agitador y una capacidad de 200 litros pueden costar alrededor de US\$4000.



Figura 1.6 Modelo a Vapor

Fuente: <http://iihmsa.net/ads/index.php?a=5&b=520>, 2008

1.3.3 Marmita Eléctrica

Se denomina marmita eléctrica cuando calentamos agua que se encuentra en la cámara de calefacción por medio de resistencias eléctricas.

Son ideales en cocinas o instalaciones en donde no se cuenta con línea de vapor y además no es posible el uso de gas.

Las resistencias eléctricas son alimentadas a 220 V, 60 Hz. (para otros voltajes según especificación). Control mediante contactor, termostato, protección contra bajo voltaje.



Figura 1.7 Modelo Eléctrico

Fuente: <http://iihmsa.net/ads/index.php?a=5&b=520>, 2008.

1.3.4 Marmita de presión

La marmita de presión es una máquina multifuncional que permite tiempos de cocción más cortos para poder preparar en menos tiempo, por ejemplos estofados.

1.3.5 Marmitas Basculares

Esta marmita está suspendida entre dos columnas y puede bloquearse en la posición deseada de forma hidráulica. La cuba actúa como báscula de manera muy uniforme, sin golpes, gracias a la boca de vertido de gran tamaño, puede vaciarse el contenido de forma cómoda y sin derrames y tiene una capacidad de 300 a 2.000 litros.

1.4 Limpieza de Marmitas

No calentar Nunca ningún recipiente de acero inoxidable sin ningún tipo de líquido en su interior, puesto que el acero se destempla en estas condiciones.

Productos recomendados para limpiar y descalcificar el acero inoxidable

Para la limpieza y mantenimiento de las partes de los elementos fabricados en acero inoxidable deben atenderse a las siguientes normas:

Limpieza diaria.-

Limpiar cuidadosamente con frecuencia las superficies, usando un trapo húmedo, se puede usar agua y jabón o detergentes comunes no abrasivos y sin sustancias cloradas. Fregar solamente en el sentido del satinado. Aclarar abundantemente con agua pura y secar a fondo.

La limpieza es importante para mantener activa la superficie del acero, la película de óxido que lo protege de la corrosión.

Al efectuar la limpieza de los aparatos no usar nunca chorros de agua, para no provocar infiltraciones y daños en las partes interiores.

Manchas de alimentos o residuos endurecidos.-

Lavar con agua caliente las manchas dejadas por los alimentos, antes de su endurecimiento.

Si los residuos ya están endurecidos usar agua y jabón o detergentes no clorados sirviéndose eventualmente de una espátula de madera o pala de acero inoxidable blanda. Aclarar con agua y secar muy bien.

Depósitos de Cal.-

Para eliminar las incrustaciones y restos de cal y limpiar la marmita se recomienda la utilización de un desincrustante detergente-desinfectante ácido especial para la industria alimenticia.

Normalmente estos productos son una mezcla de ácidos orgánicos, tensioactivos no iónicos y excipientes idóneos. Este tipo de productos se enjuagan con abundante agua.

Para su manejo el operario debe estar provisto de guantes de neopreno, gafas de seguridad ajustadas y ropa adecuada.

Ralladuras en la Superficie.-

Si se provocan ralladuras en la superficie es necesario quitarlas usando lana de acero inoxidable finísima, o abrasivos de material sintético fibroso, fregando en el sentido de la satinada. Aclarar bien y secar.

No usar jamás, en la limpieza del acero inoxidable, productos clorados, por ejemplo hipoclorito de sodio, lejía, ácido clorhídrico u otras soluciones similares. Estos productos atacan en poco tiempo el acero inoxidable dando origen a fenómenos de corrosión irreversibles.

Para la limpieza del pavimento situado por debajo de los aparatos o en su cercanía, no usar en absoluto los productos anteriormente citados.

Los vapores o eventuales gotas que puedan caer sobre el acero producen los mismos efectos de corrosión arriba especificados.

No usar nunca para la limpieza del acero, paja de hierro o dejarla apoyada sobre las superficies porque depósitos muy pequeños podrían quedarse sobre la superficie, contaminarlas y llevar consecuentemente a la formación de óxido.

Se puede usar eventualmente lana de acero inoxidable blanda o abrasivos de material sintético fibroso, siempre fregando en el sentido del satinado y evitando rallar las mismas superficies. Después aclarar y secar.

Evitar el contacto continuo o salteado de material a base de hierro para no provocar comienzos de corrosión por contaminación.

Los conductos de las instalaciones de suministro de agua que alimentan las marmitas, dejan óxido con más o menos intensidad, sobre todo abriendo los grifos después de un cierto período de descanso o para instalaciones nuevas.

Hay que evitar que estos óxidos o depósitos de hierro permanezcan en contacto con el acero inoxidable porque producen fenómenos de corrosión.

Por lo tanto, siempre es aconsejable que los conductos estén cuidadosamente galvanizados y que se deje escurrir el agua hasta que se presente perfectamente limpia.

Evitar que soluciones salinas se evaporen o se queden por secar sobre la superficie de acero inoxidable.

No usar nunca cloruro de sodio (sal gruesa para la cocina) que, depositándose en el fondo y siendo demasiado pesada no tendría la posibilidad de ser llevada en circulación y disolverse completamente.

Esta sal no disuelta en largo tiempo, puede originar en los puntos de contacto fenómenos de corrosión. Evitar poner sal con agua fría o peor aún, sin agua.

Los recipientes, cuando no se usen, tienen que quedarse preferiblemente descubiertos y sin tapas para que puedan conservar y tener estable la película que protege el acero de eventuales agentes agresivos.

CAPÍTULO 2

DISEÑO DEL SISTEMA

2.1 Introducción

Para el desarrollo de este proyecto se dividió el sistema en cuatro partes:

- Descripción del sistema
- Diseño de Pantallas de Operación
- Diseño Mecánico
- Diseño Eléctrico – Electrónico

Descripción del Sistema

La máquina está compuesta por:

- Tablero de control el cual contiene los elementos eléctricos-electrónicos e Interface con el usuario.
- Marmita (Recipiente de Acero Inoxidable)
- Reservorio de enfriamiento el cual sirve para bajar la temperatura de la marmita.

Diseño de Pantallas y Operación

Debido a que el proyecto está enfocado hacia el sector agrícola, la Interface de control es una pantalla táctil, la cual permite de una manera gráfica operar la máquina.

El diseño de la pantalla de control es bastante amigable y sencillo.

Diseño Mecánico

Se contemplaron características de los materiales necesarios para la construcción de la máquina, y se dimensionó los equipos requeridos para un óptimo desempeño.

Diseño Eléctrico – Electrónico

En base al diseño mecánico y del equipamiento necesario para el montaje de la máquina se seleccionó y calibró los instrumentos adecuados, de tal manera que puedan desempeñarse de una manera eficiente.

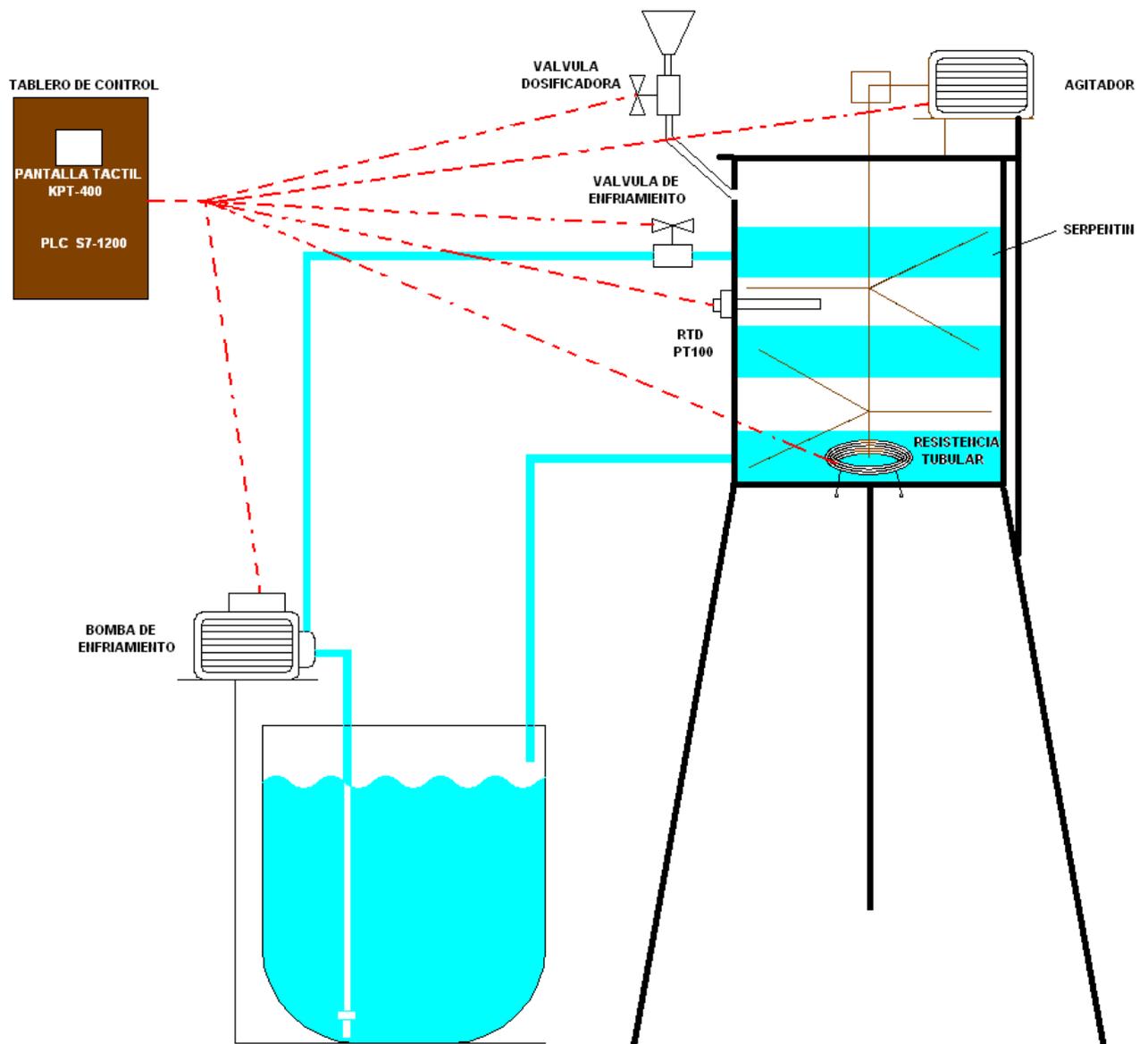


Figura 2.1 Diagrama Esquemático

Fuente: Los Autores

2.2 Descripción del Sistema

El usuario Final (agricultor), tendrá un Pantalla Táctil donde tendrá que ingresar datos necesarios para poder especificar la aplicación que desee realizar.



Figura 2.2 Pantalla Táctil

Fuente: Los autores

Para explicar el funcionamiento de la máquina, se deben conocer los pasos básicos del proceso de elaboración de:

Mermelada (Ver página 37)

Pulpa (Ver página 38)

Jugo (Ver página 40)

Ya que depende de esto poder realizar una programación adecuada, esta máquina también consta con una secuencia de limpieza (Anexo Manual de Usuario) el cual puede ser utilizado antes de cualquier proceso.

Al usuario final se le dará una ficha técnica (Anexo IV) para que conozca las medidas de los insumos que va a usar (agua, azúcar, pulpa de fruta), dependiendo de las cantidades y aplicación final que desee.

Esta máquina tiene una capacidad de 30 litros. Para establecer este tamaño se tomó en cuenta el peso de los materiales para su construcción, considerándola como una máquina portátil.

El modo de operación será automática, para que justamente el usuario final (agricultor) no tenga que conocer cada etapa del proceso. Todos los Procesos quedan previamente cargados en el PLC S7-1200 (Anexo III Programa PLC) en la máquina. Así se logrará que el usuario final no tenga ninguna complicación en obtener el producto que desee.

Al comienzo del proceso de la elaboración de la mermelada, jugo de fruta y pulpa, se necesita del operador, para que ingrese el agua o pulpa de fruta dependiendo de lo que desea elaborar (Anexo IV ficha técnica).

2.3 Diagramas de Flujo del Proceso

En este diagrama se describe el menú principal de la pantalla táctil.

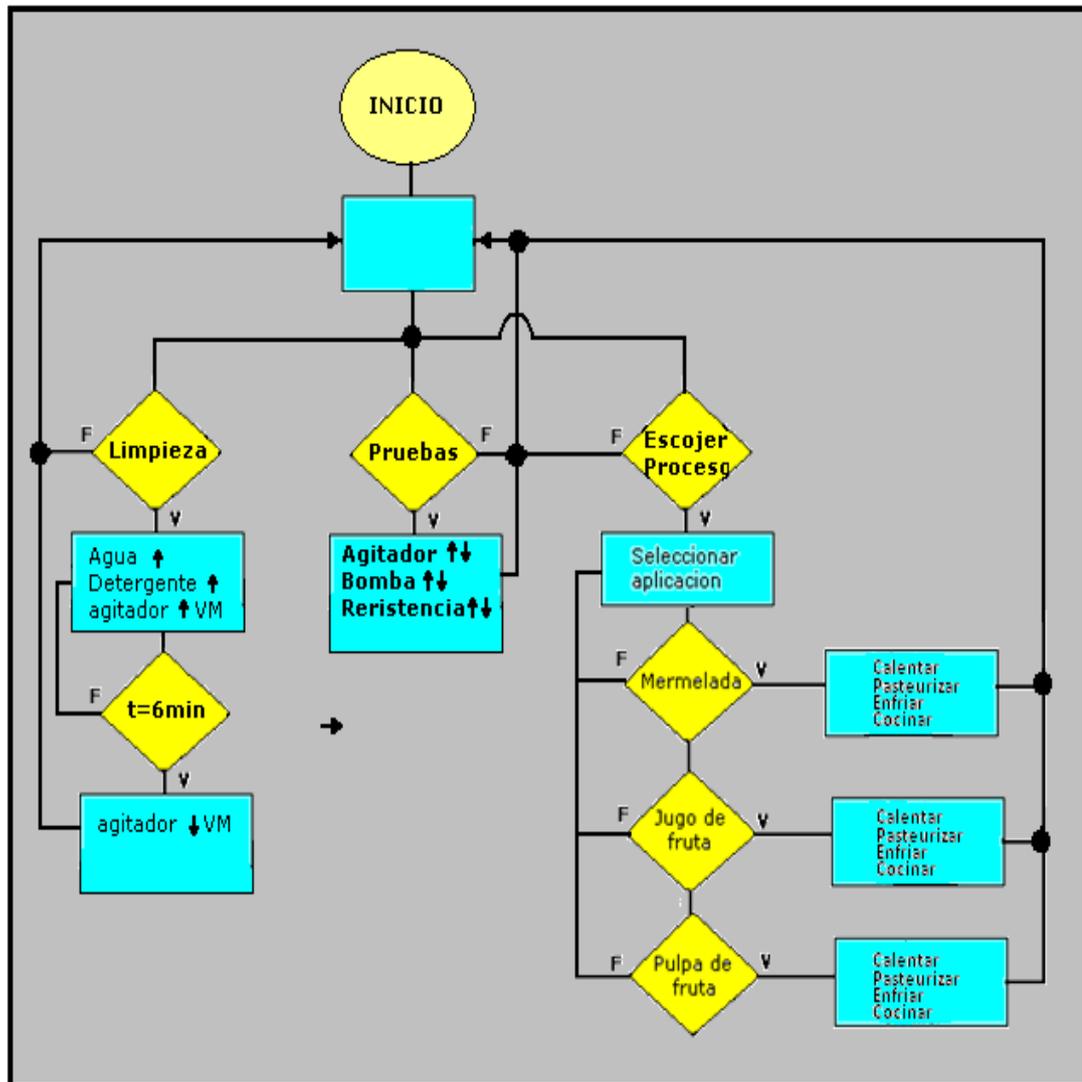


Figura 2.3 Diagrama principal

Fuente: Los autores



Figura 2.4 Pantalla de inicio.

Fuente: Software WinCC flexible

A continuación se detallan cada una de las opciones que brinda la máquina.

2.4 Limpieza

En el programa se decidió realizar este paso porque es muy necesario que la máquina esté totalmente esterilizada antes de comenzar cualquier proceso.

Se debe colocar agua y detergente. Paso siguiente el agitador empezará a funcionar a Velocidad Media por unos 6 minutos.

2.5 Pruebas

En este bloque se verifica manualmente el buen funcionamiento de la máquina.

Se probará el agitador, bomba, resistencia eléctrica de inmersión y se puede ir verificando en la pantalla la temperatura que censa la PT 100.

2.6 Calentamiento

Las Resistencias Eléctricas Calentadoras convierten energía eléctrica en calor. Este procedimiento fue descubierto por **James Prescott Joule**, en 1841 al hacer circular corriente eléctrica a través de un conductor, donde se liberó calor al encontrar resistencia.

Actualmente las resistencias calentadoras se utilizan para infinidad de aplicaciones. La gran mayoría de ellas son fabricadas con un alambre de aleación de níquel (80 %) y cromo (20%).

Esta aleación soporta temperaturas muy altas (100C°), es resistivo (*condición necesaria para generar calor*), es muy resistente a los impactos y es inoxidable.

Dependiendo del proceso (Anexo I Manual de Usuario) la máquina calentará por medio de una Resistencia Eléctrica de Inmersión de 4700W, la cual será controlada por un sensor de temperatura (RTD-PT100).



Figura 2.5 Resistencia Eléctrica Tubular

Fuente: Los autores

Los niveles de temperatura que manejará la máquina dependerá del proceso que elija el usuario; a continuación se muestra en la tabla los rangos de temperaturas necesarios para cada uno de los procesos. (**Anexo I Manual de Usuario**).

Valores de temperaturas

MERMELADA	a) 60°C b) 80°C c) 95°C d) 105°C e) 70°C
JUGO	a) 30°C b) 40°C c) 70°C d) 30°C e) 25°C
PULPA	a) 30°C b) 70°C c) 30°C d) 25°C

Tabla 2.1 Temperaturas de cada uno de los procesos

Fuente: Los autores

Los datos de temperatura están grabados en el programa (Anexo III Programa PLC); estas temperaturas varían según el proceso escogido.

El usuario posee una opción en la cual mediante la pantalla táctil puede cambiar los valores de temperatura, el programa se lo diseñó de esta forma tomando en cuenta que hay frutas que por su estado de maduración son muy propensas a deteriorarse a temperaturas muy elevadas.

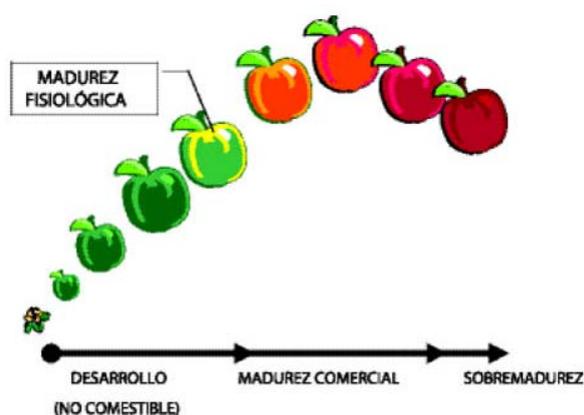


Figura 2.6 Ciclo de maduración

Fuente: <http://www.fao.org/docrep/x5055S/x5055S02.htm>, 2011

2.7 Mezclado

En cualquier proceso que haya escogido el usuario, el mezclado se realiza por medio del agitador.

En todos los procesos se puede utilizar los siguientes niveles de agitación:

- Velocidad Bajo (VB)
- Velocidad Medio (VM)
- Velocidad Alto (VA)

Los diferentes niveles de velocidad del agitador dependerá si se está incorporando algún ingrediente, químico o simplemente se está procediendo a pasteurizar.

2.8 Pasteurización

Existen diferentes tipos de equipos que permiten efectuar la pasteurización. Entre éstos están las marmitas de doble chaqueta por donde circula el vapor o elemento calentador.

Hay equipos más complejos como el pasteurizador botador o de superficie raspada, el pasteurizador tubular y el pasteurizador a placas entre los más comunes. Estos son continuos y el elemento calefactor es vapor de agua generado en una caldera.

Para poder realizar el proceso de pasteurización se tiene que lograr el cambio brusco de la temperatura. Un cambio de 70°C a 30°C y después a temperatura ambiente, el tiempo que debe mantenerse a en cada rango de temperatura especificado depende del tipo de proceso de pasteurización.

Existen tres tipos de procesos bien diferenciados:

- Pasteurización **VAT** o lenta
- Pasteurización a altas temperaturas durante un breve período (**HTST**, **High Temperature/Short Time**)
- Proceso a altas temperaturas (**UHT**, **Ultra-High Temperature**).

De estos procesos de pasteurización el que aplicamos en el proyecto es la **Pasteurización VAT o lenta**. Esto se logra circulando agua por el serpentín que está alrededor de la máquina. Una de las ventajas de trabajar con acero inoxidable es que es un material muy fácil de calentar y de enfriar.

La importancia de pasteurizar es que al calentar un producto provoque la destrucción de los microorganismos patógenos. El calentamiento va seguido de un enfriamiento para evitar la sobre-cocción y la supervivencia de los microorganismos.

2.9 Mermelada

Una vez que se selecciona a través de la pantalla táctil la opción de mermelada se ejecuta los pasos programados, los cuales se detallan en el diagrama de bloques adjunto (figura 2.7).

Detalle del Procedimiento de la Mermelada.

Se agrega la pulpa y se comienza a calentar a una temperatura de 60° C, después de un tiempo determinado se procede a colocar la azúcar y la temperatura se aumenta a 80°C., pasará un tiempo de 15 minutos.

Se procede a colocar los químicos y conservantes automáticamente.

Se vuelve a subir la temperatura 105°C. según las Normas Internacionales; se debe alcanzar esta temperatura para poder eliminar bacterias que pueden deteriorar nuestro producto al conservarse al ambiente.

Finalmente se deja en 70°C para poder realizar el envasado manual. El proceso para las otras frutas es el mismo.

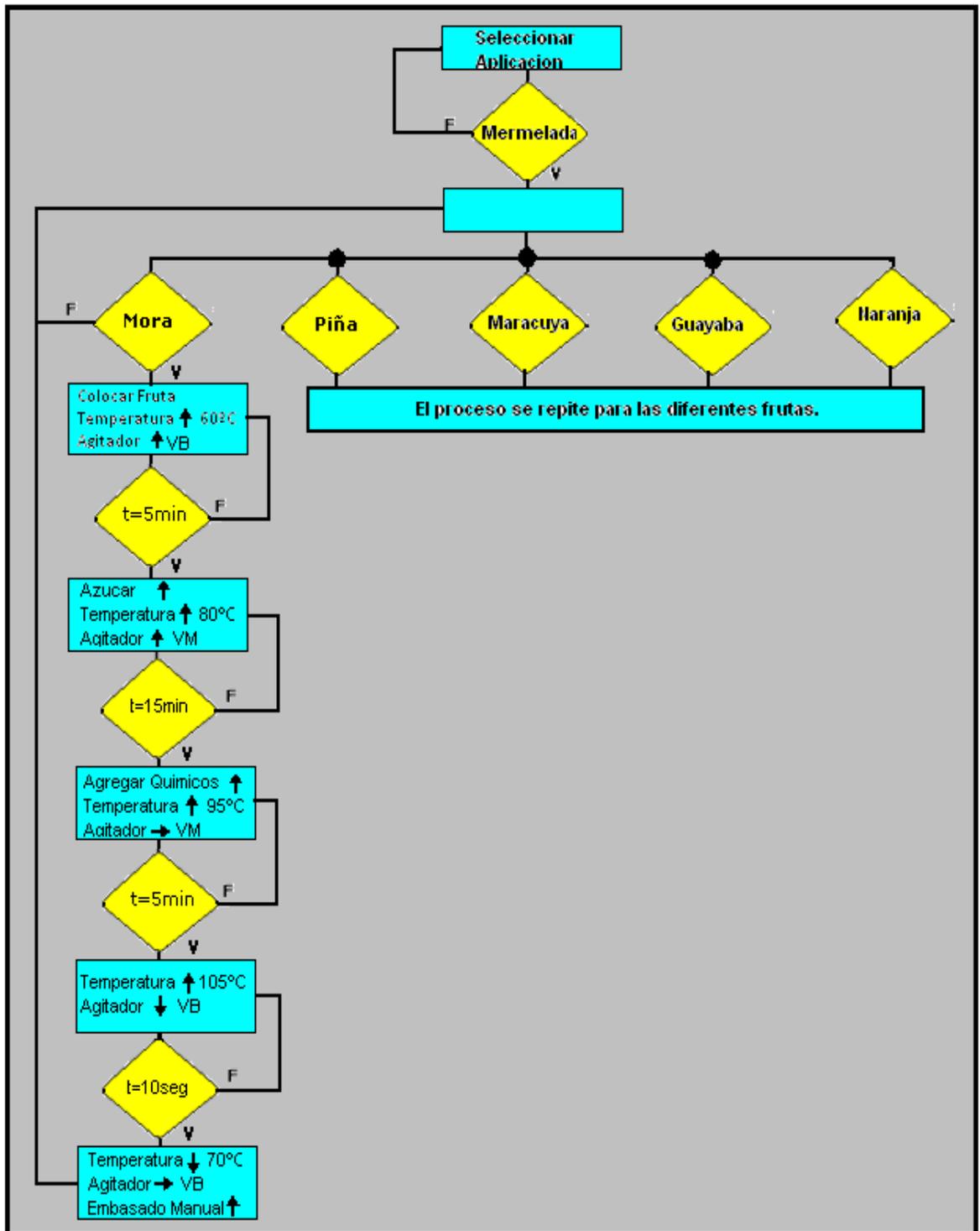


Figura 2.7 Bloque del proceso de la Mermelada

Fuente: Los autores

2.10 Jugo

Proceso del Jugo

Los jugos de frutas gozan de un interés creciente por parte de los consumidores. Son saludables y sabrosos. El consumo va en aumento y el número de sabores crece constantemente.

Cada vez se exprimen y se comercializan más frutas en forma de jugo individual o mezclado (en combinación con otros jugos de frutas o productos lácteos, como la leche y el yogur).

Sin duda lo más recomendable es beber jugos de frutas recién exprimidos, sin embargo, hay épocas del año en que la fruta abunda y resulta un despropósito perder parte de ella por no poder consumirla o comercializarla. Un problema habitual en los cítricos.

Si se dispone de un freezer, el jugo no sufrirá una gran merma de sus cualidades nutritivas y su sabor natural, pero estos artefactos son costosos y consumen energía.

Cuando se conservan jugos de frutas, en la ecuación costo-beneficio se debe resignar parte del contenido de vitaminas en especial las vitaminas A y C, que disminuyen durante el calentamiento, pero dicha pérdida puede disminuir si este proceso es breve, lo suficiente para eliminar microorganismos y enzimas.

En nuestro proceso se empezará a calentar a una temperatura de 30°C; después de un tiempo se subirá la temperatura a 40°C y se procederá a ingresar el resto de ingredientes; después se colocarán los químicos y conservantes.

Al final se subirá la temperatura a 70°C, para proceder a realizar la pasteurización.

En el diagrama adjunto se detallan los pasos que realiza la máquina para elaborar el jugo de fruta.

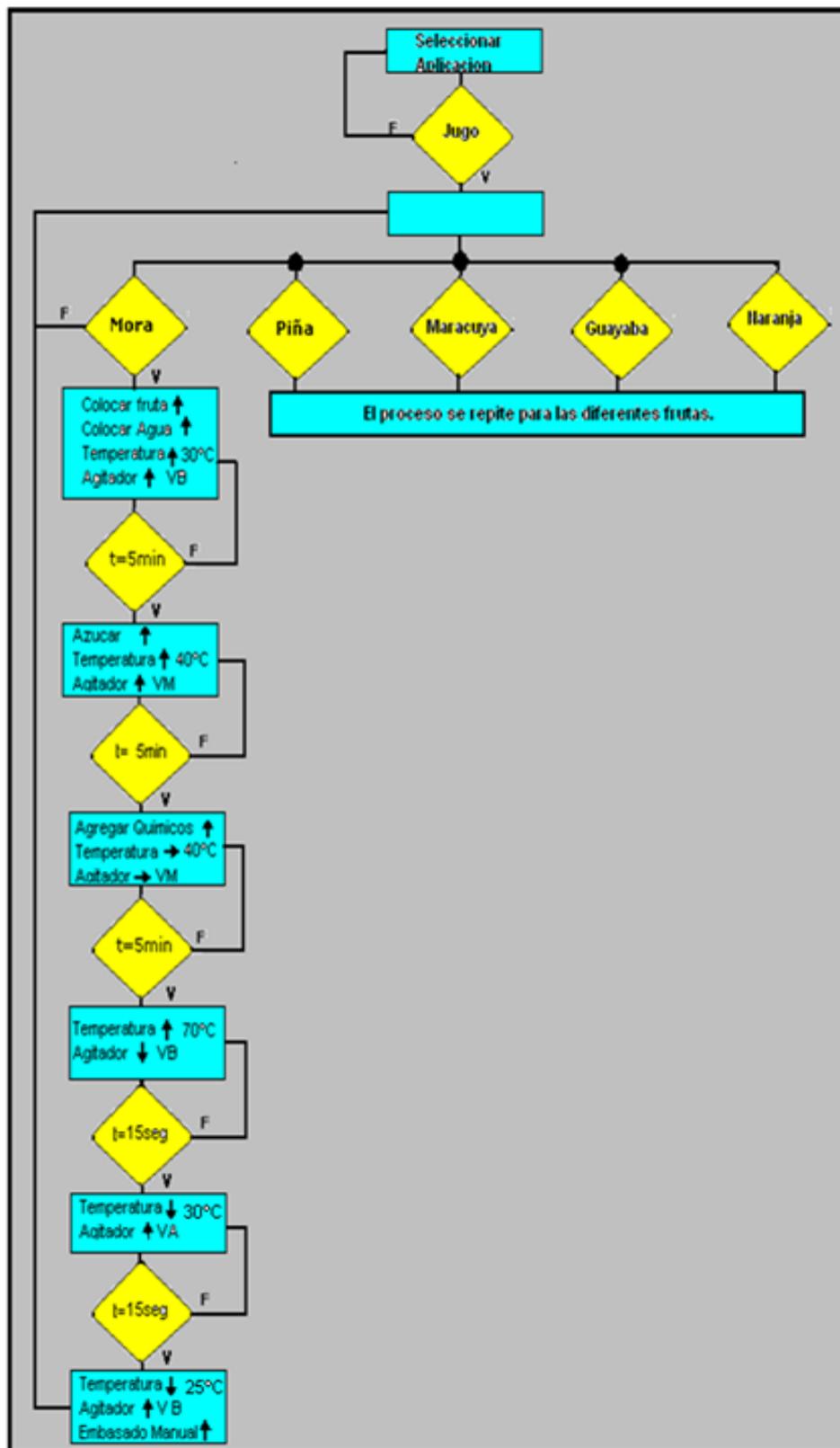


Figura 2.8 Bloque del proceso del Jugo

Fuente: Los autores

2.11 Pulpa

Proceso de la Pulpa

La pulpa de fruta es el producto pastoso, no diluido, ni concentrado, ni fermentado, obtenido por la desintegración y tamizado de la fracción comestible de frutas frescas, sanas, maduras y limpias.

La temperatura y el tiempo escogidos para pasteurizar una pulpa dependerán de varios factores como su PH, composición, viscosidad y nivel de contaminación inicial.

A menor PH, viscosidad y contaminación, se requiere menor tiempo o temperatura de pasteurización para disminuir el grado de contaminación hasta niveles en los que no se presenta un rápido deterioro de la pulpa.

El proceso de la Pulpa empieza de la siguiente forma:

Se comienza calentando a unos 30°C, después de un tiempo establecido se procede a subir la temperatura a 70°C para realizar la pasteurización.

Se debe tomar en cuenta que la pulpa no se la puede someter mucho tiempo a temperatura alta, ya que cambiaría considerablemente el color y sabor del producto. Y en este caso solo se pasteurizaría la pulpa de fruta pura sin conservantes.

Se adjunta diagrama de bloques detallando las etapas del proceso

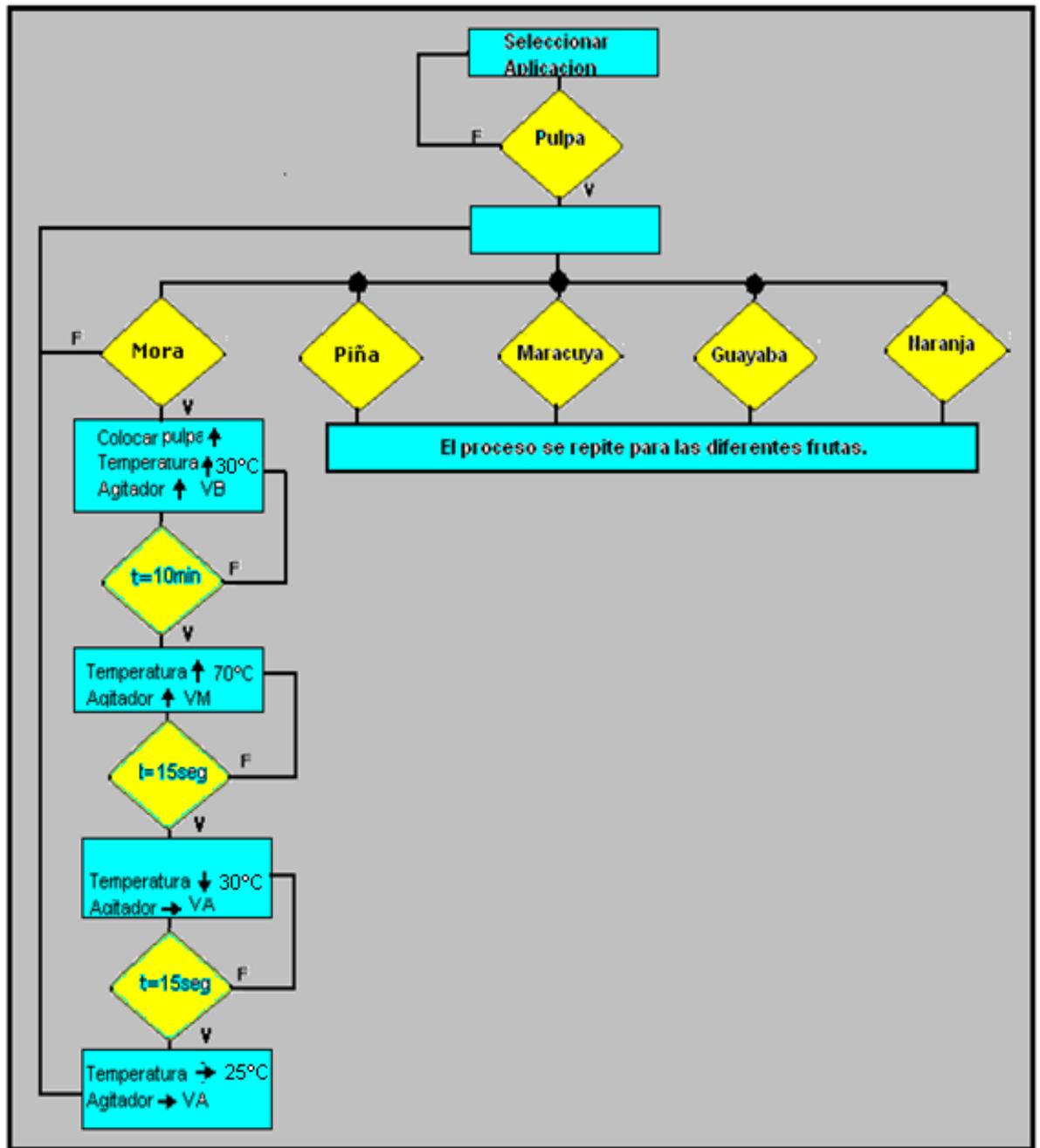


Figura 2.9 Bloque del proceso de Pulpa

Fuente: Los autores

CAPÍTULO 3.

DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO MECÁNICO

La máquina está construida en material de acero inoxidable 304 2B gracias a los beneficios en la producción y elaboración de alimentos.

Características del Acero Inoxidable:

- ✓ Elevada Resistencia a la corrosión producto de diversos factores.
- ✓ Superficie totalmente compacta y poco porosa o rugosa.
- ✓ Capaz de tener Resistencia Elevada a las variaciones térmicas.
- ✓ Muy buena Resistencia a tensiones mecánicas.
- ✓ Ausencia de recubrimientos protectores frágiles o de fácil deterioro.
- ✓ Óptima capacidad de limpieza y por lo tanto elevado grado de eliminación de bacteria.

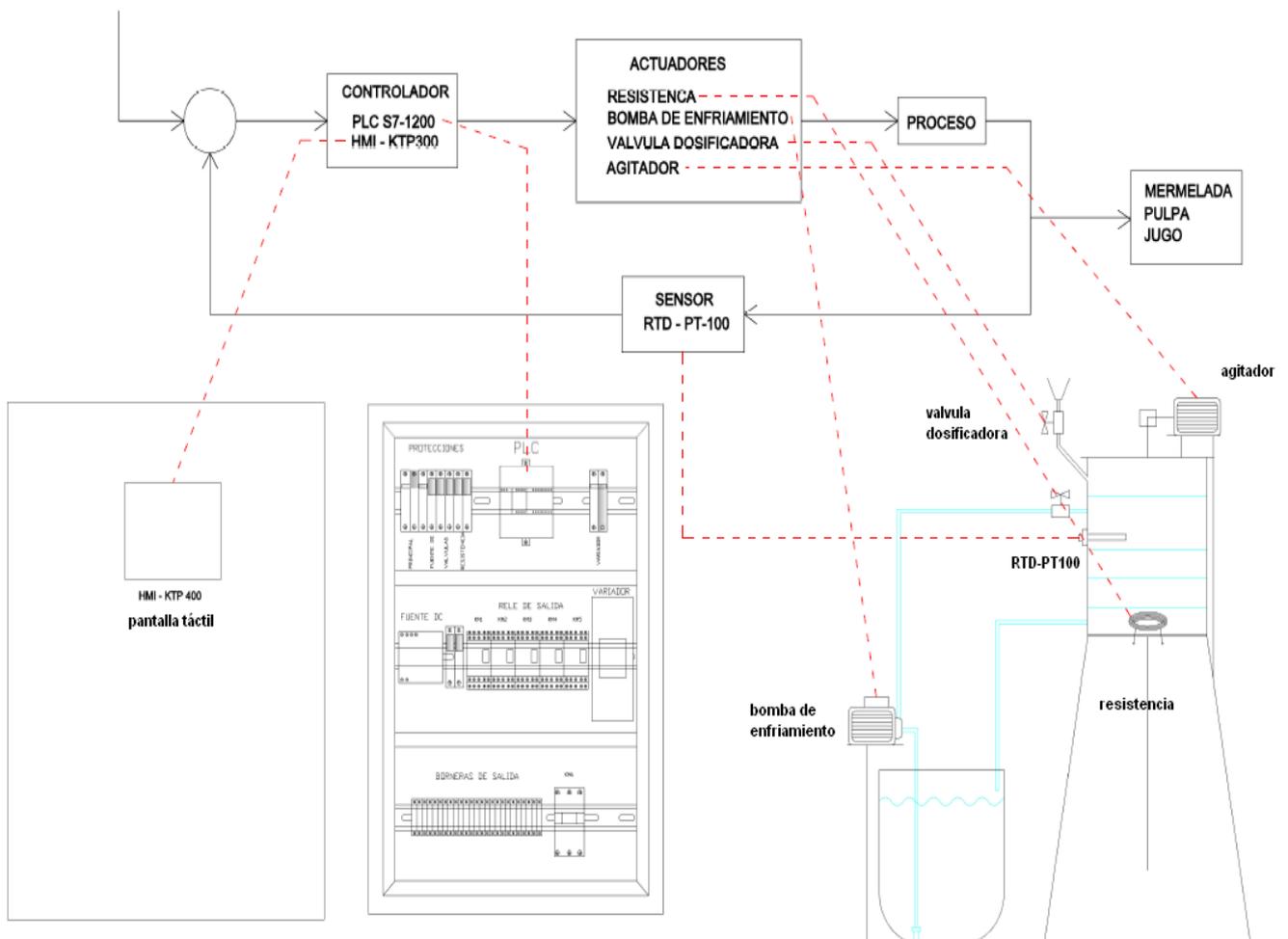


Figura 3.1 Diagrama de Bloque

Fuente: Los autores

Esta máquina es un prototipo diseñado para satisfacer la necesidad de no perder las frutas en meses de producciones altas.

Sin duda es un gran reto el diseñar y construir una máquina que realice el procedimiento de cocción de la mermelada, pulpa de fruta y jugo. El cual se quiere llevar a cabo diseñando e implementado una máquina.



Figura 3.2 Construcción Máquina

Fuente: Los autores

Se comenzó con la idea de una marmita fija a la cual se debió darle un principio de calentamiento, el cual será por medio de una resistencia eléctrica tubular.

3.1 Resistencia Tubular

Esta resistencia estará en el nivel inferior de la máquina, en la parte interna de la misma, en contacto directo con el producto. Por tal motivo tiene que estar hecha de un material que no contamine el producto.

Por ese motivo la resistencia recibe un baño final de cromo, que no contaminará el producto.

Características:

Resistencia Eléctrica tipo Tubular

Aislador de cerámica de alto nivel dieléctrico

Elementos de sujeción en material galvanizado

Diámetro de Tubo en 1/4"

Capacidad: 4700 watts



Figura 3.3 Resistencia Eléctrica Tubular

Fuente: Los autores

3.2 Agitador

Esta máquina tiene un agitador que sirve para la mezcla de los ingredientes, el agitador esta en el centro del cilindro, hecho de acero inoxidable para evitar cualquier contaminación del producto.

El mezclador se lo diseñó con seis aspas, distribuidas de una forma que facilite el movimiento de los ingredientes.



Figura 3.4 Agitador

Fuente: Los autores

3.3 Motor

Para poder mover el agitador se necesita de un motor Marca Siemens de 1 HP, el cual estará en la parte superior de la máquina en una base. Para los cálculos del motor se utilizó un software de Siemens, pero también se debió comprobar este motor bajo varias condiciones de fuerza.

Este motor se lo escogió después de realizar las siguientes pruebas físicas:

- Se probó que funcione el agitador superando la fricción sólo con agua.
- Se llenó la marmita a su máxima capacidad (27 Litros), y se activó el agitador, obteniendo los siguientes resultados

capacidad de agitación	25%	50%	75%	100%
r.p.m	450 r.p.m	900 r.p.m	1350 r.p.m	1800 r.p.m
agitación del fluido	baja	media baja	media alta	alta

Tabla 3.1 Temperaturas de cada uno de los procesos

Fuente: Los autores

- Se tomó en cuenta que no se produzcan muchas vibraciones en la máquina.

- El agitador debe cumplir con 3 tipos de velocidad debido a que la máquina puede realizar diferentes funciones (mermelada, pulpa, jugo), y en cada proceso se requiere variación en el agitador para de esta manera obtener un producto de mejor calidad.

En base a estas pruebas podemos establecer que el motor Siemens de 1 hp, cumplió satisfactoriamente nuestras necesidades.



Figura 3.5 Motor

Fuente: Los autores

3.4 Motor Reductor

El motor está acoplado a un reductor que tiene las siguientes características:

- Estéticamente es pequeño, por el lugar físico donde va.
- Este reductor es de 1 vuelta a 25.
- Acople perfecto con el motor y el agitador.

El cálculo del motor se lo realizó por medio de un software de Siemens que está en línea, y los datos están en el capítulo 4.



Figura 3.6 Reductor

Fuente: Los autores

3.5 Serpentín de la Máquina

Definición.- Tubo largo en línea espiral o quebrada que sirve para facilitar el enfriamiento de la destilación en los alambiques u otros aparatos.

Se denomina **serpentín** a un tubo de forma frecuentemente espiral, utilizado comúnmente para enfriar vapores provenientes de la destilación en un calderín y así condensarlos en forma líquida. Suele ser de vidrio, cobre u otro material que conduzca el calor fácilmente.

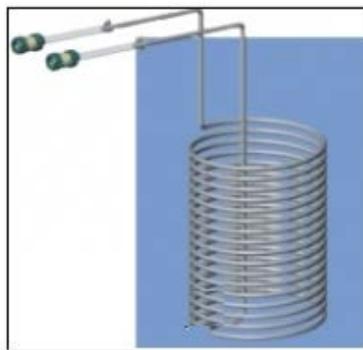


Figura 3.7 Serpentín

Fuente: <http://blogdetransferencia.blogspot.com/>

Se debe acoplar de alguna forma mecánica o mediante algún principio la pasteurización a la máquina.

Por este motivo se crea un serpentín de acero inoxidable alrededor de la máquina. El cual nos servirá para poder enfriar el producto y llevar a cabo la pasteurización.

Por este serpentín se hará circular agua para poder lograr el cambio de la temperatura. Se utilizará el control ON-OFF en el programa (Anexo Software), para poder controlar el cambio de temperatura en el producto.

La capacidad de agua que entra en el serpentín es de 7 litros, ingreso que será controlado por medio de la bomba de enfriamiento.



Figura 3.8 Serpentín

Fuente: Los autores

3.6 Bomba de Enfriamiento y Tanque

Esta es la bomba de agua que estará conectada por mangueras a la entrada y a la salida del serpentín. El agua estará en un tanque plástico, de donde la bomba la absorberá. El agua del tanque debe ser helada, ya que a temperatura ambiente no podría bajar la temperatura del producto de la máquina. La bomba tiene una pequeña base donde el tanque de agua y la bomba forman un solo cuerpo.

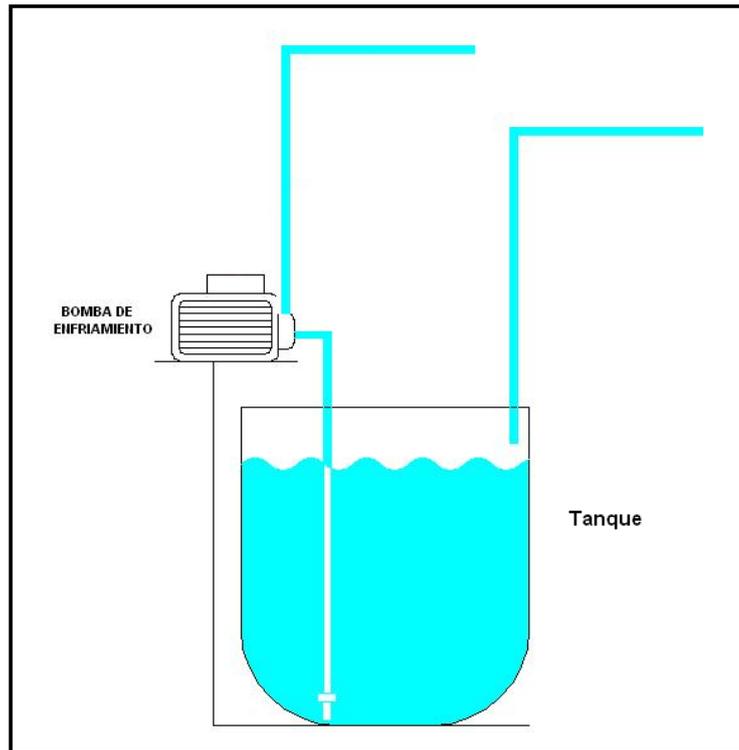


Figura 3.9 Bomba de enfriamiento y Tanque

Fuente: Los autores

3.7 Sensor de Temperatura

El sensor de temperatura que se va utilizar es una **PT100**.



Figura 3.10 PT100

Fuente: Los autores

Pt100 es un sensor de temperatura que consiste en un alambre de platino que a 0 °C tiene 100 ohms y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica.

El incremento de la resistencia no es lineal pero si creciente y característico del platino de tal forma que mediante tablas es posible encontrar la temperatura exacta a la que corresponde. Tal como se muestra en la figura adjunta.

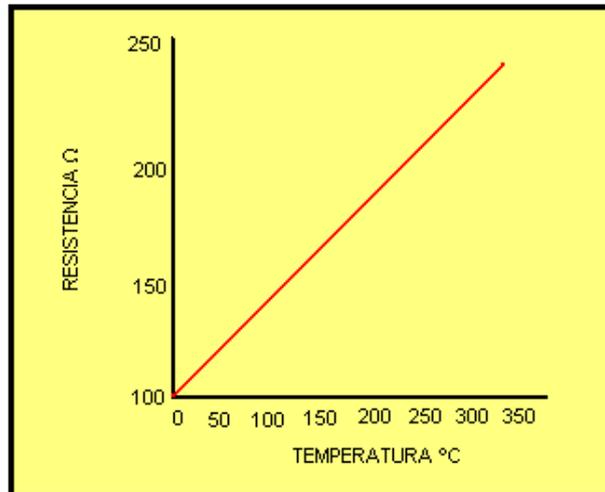


Figura 3.11 Calibración de la PT100

Fuente: Los autores

Un Pt100 es un tipo particular de RTD (Dispositivo Termo Resistivo). Normalmente las Pt100 industriales se consiguen encapsuladas en la misma forma que las termocuplas; es decir, dentro de un tubo de acero inoxidable u otro material (vaina), en un extremo está el elemento sensible (alambre de platino) y en el otro está el terminal eléctrico de los cables protegidos dentro de una caja redonda de aluminio (Cabezal).

Ventajas Del PT 100:

Por otra parte los Pt100, siendo un poco más costosos y mecánicamente no tan rígidos como las termocuplas, las superan especialmente en aplicaciones de bajas temperaturas. (-100 a 200 °).

Los Pt100 pueden fácilmente entregar precisiones de una décima de grado con la ventaja que la Pt100 no se descompone gradualmente entregando lecturas erróneas, si no que normalmente se abre, con lo cual el dispositivo medidor detecta inmediatamente la falla del sensor y da aviso en la pantalla.

Este comportamiento es una gran ventaja en usos como cámaras frigoríficas donde una desviación no detectada de la temperatura podría producir algún daño grave.

Una característica principal de la Pt100 es que puede ser colocada a cierta distancia del controlador (PLC S7-1200) sin mayor problema (hasta unos 30 metros).

CAPÍTULO 4

DISEÑO ELÉCTRICO / ELECTRÓNICO

4.1 Introducción

Para la instalación se han tomado en consideración:

Normas básicas de instalaciones de sistemas de control, como son: calibre de los conductores, borneras, protecciones, espacio físico necesario, etc.

Niveles de voltaje donde va a funcionar la máquina y niveles estándar de voltaje para equipos de automatización, estos niveles se detallan a continuación:

- Nivel de voltaje para la alimentación de los equipos de fuerza 220 VAC monofásico 60 Hz.
- Nivel de voltaje para alimentación de controlador y servicios generales 110 VAC monofásico 60 Hz.
- Nivel de voltaje para sensores y HMI 24 VDC.

Los equipos seleccionados son fabricados por Siemens debido a sus altas prestaciones en la industria, fácil adquisición local y cumplen con todas las normas necesarias para una máquina en la industria alimenticia.

En base a la realización de pruebas manuales para la producción de los productos propuestos tales como mermelada, pulpa de fruta, jugo, se ha considerado equipamiento específico que permita obtener los resultados deseados.

Para lo cual es fundamental desarrollar el pliego de condiciones de la parte de control la cual contiene todos los datos necesarios para la realización del proyecto.

Los esquemas de control y potencia se realizan en base al diagrama de flujo, el cual detalla el funcionamiento de nuestra máquina.

4.2 Diagrama Eléctrico

Los símbolos están en conformidad con las últimas publicaciones IEC. La norma IEC 1082-1 define y fomenta los gráficos y las reglas numéricas o alfanuméricas que deben utilizarse para identificar los aparatos, diseñar los esquemas y realizar los equipos eléctricos. El uso de las normas internacionales elimina todo riesgo de confusión y facilita el estudio, la puesta en servicio y el mantenimiento de las instalaciones.

En el diagrama de bloques adjunto, (Figura 4.1), se detalla el funcionamiento de la máquina; se ha dividido en cuatro bloques:

Controlador.- Contiene las instrucciones del procedimiento para el control de los actuadores. Para que operen de manera sincronizada, es decir que tiene grabadas las secuencias (calentar, agitar, enfriar) para cada uno de los procesos descritos (mermelada, pulpa, jugo) en el capítulo anterior.

Actuadores.- Detalla los elementos a ser controlados (Resistencia, Bomba de enfriamiento, Válvula dosificadora, Agitador).

Proceso.- Este bloque representa el tiempo de ejecución del programa, ya que para realizar cada proceso es necesario un tiempo de ejecución por cada proceso.

Sensor.- Contiene los sensores que toman la información de la máquina, para ingresar al controlador y establecer un lazo de control cerrado.

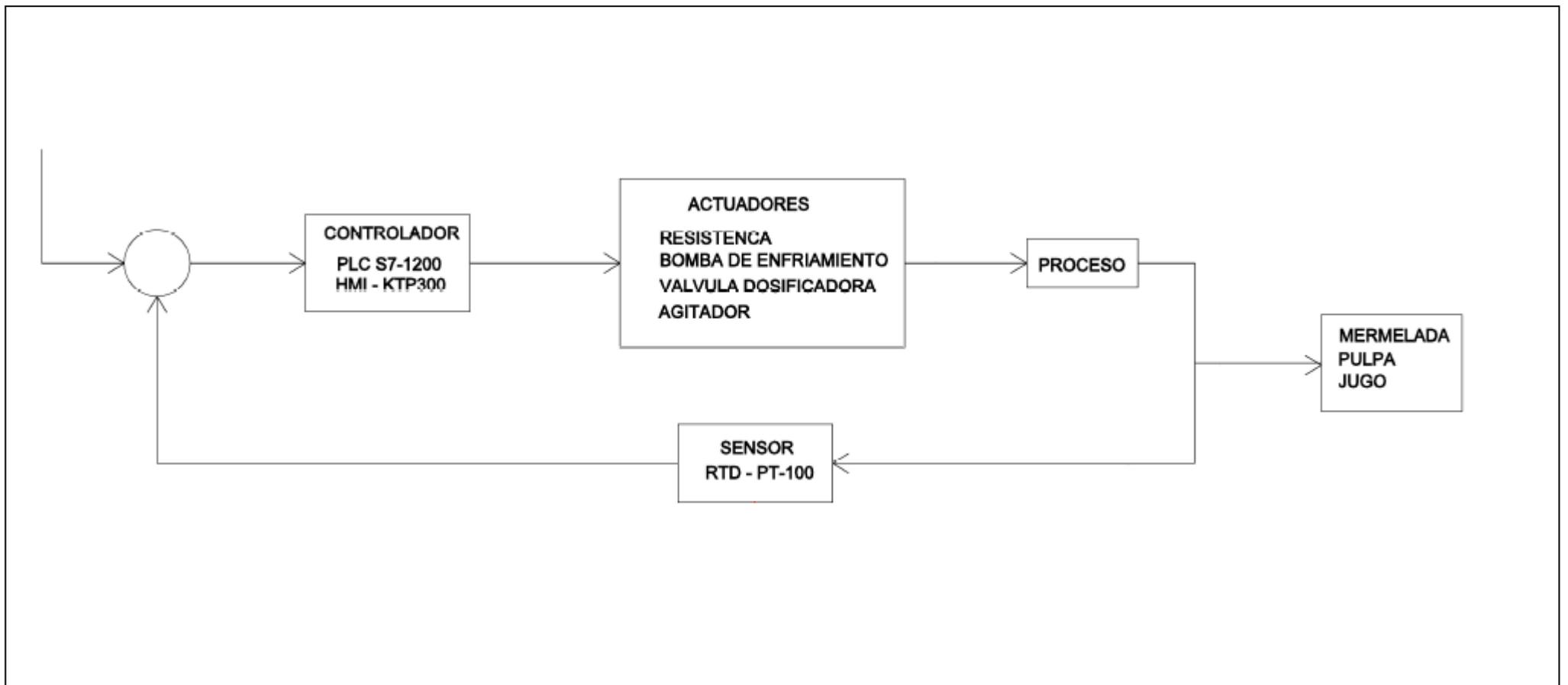


Figura 4.1 Diagrama de Bloques

Fuente: Los autores

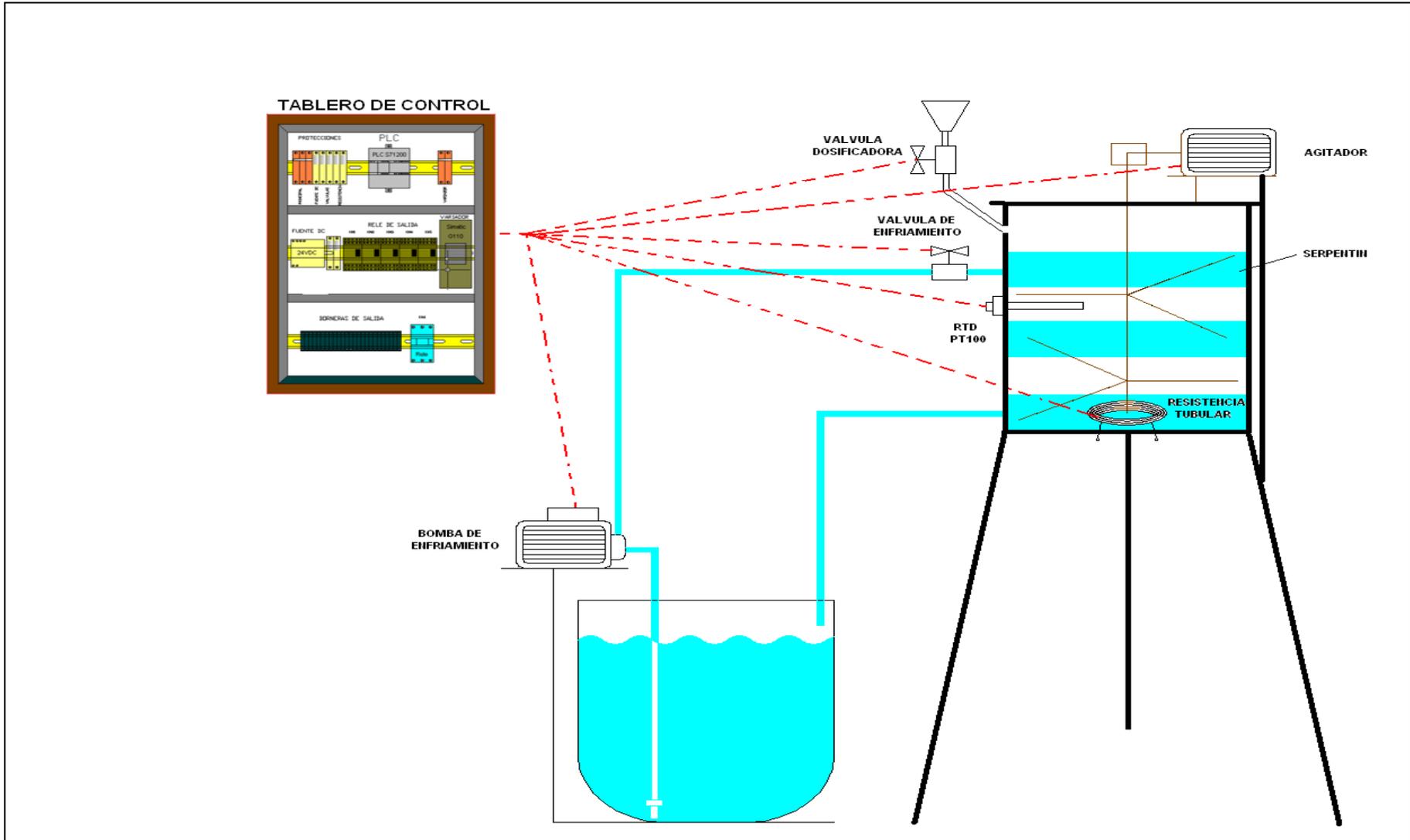


Figura 4.2 Diagrama Esquemático

Fuente: Los autores

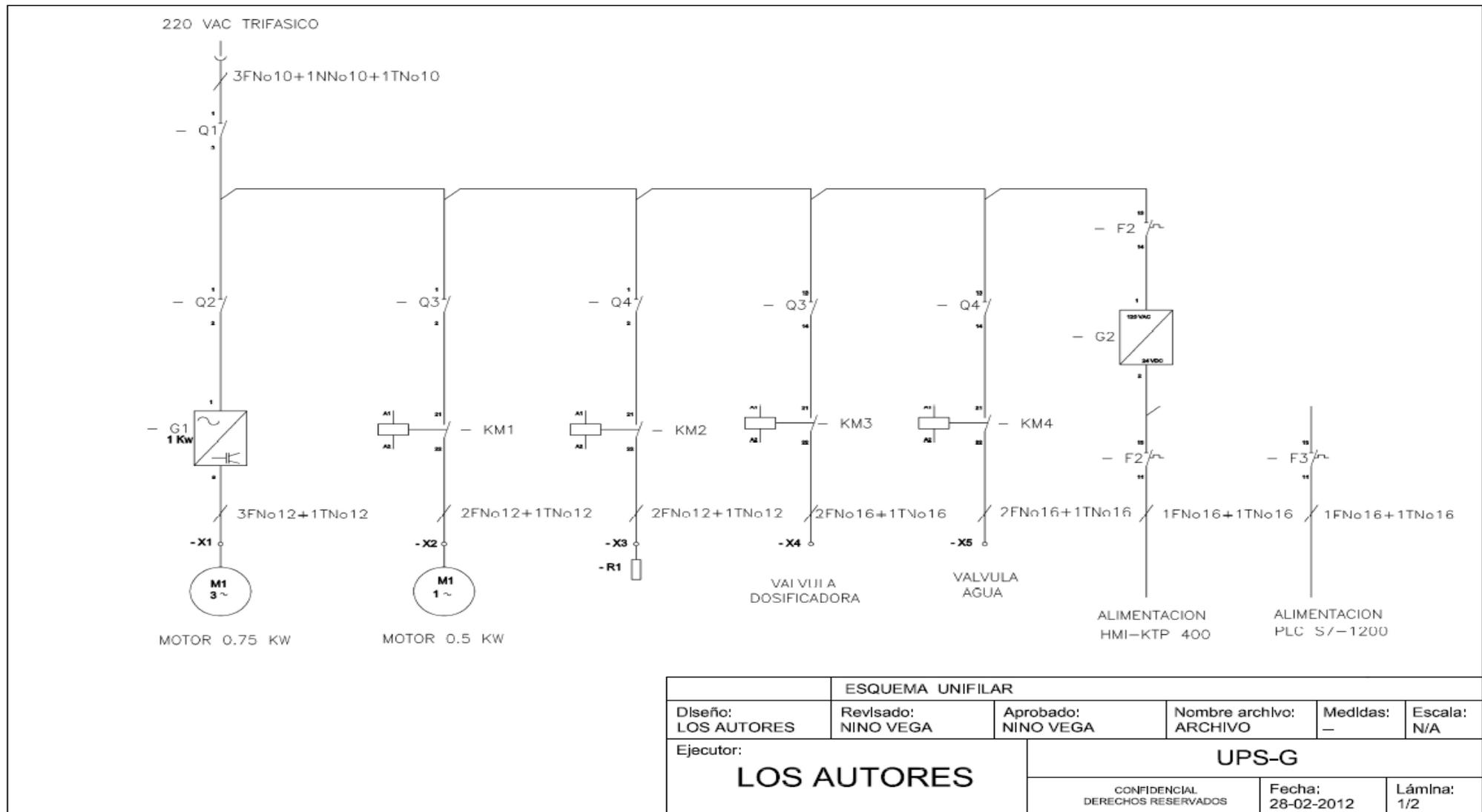


Figura 4.3 Diagrama Unifilar General

Fuente: Los autores

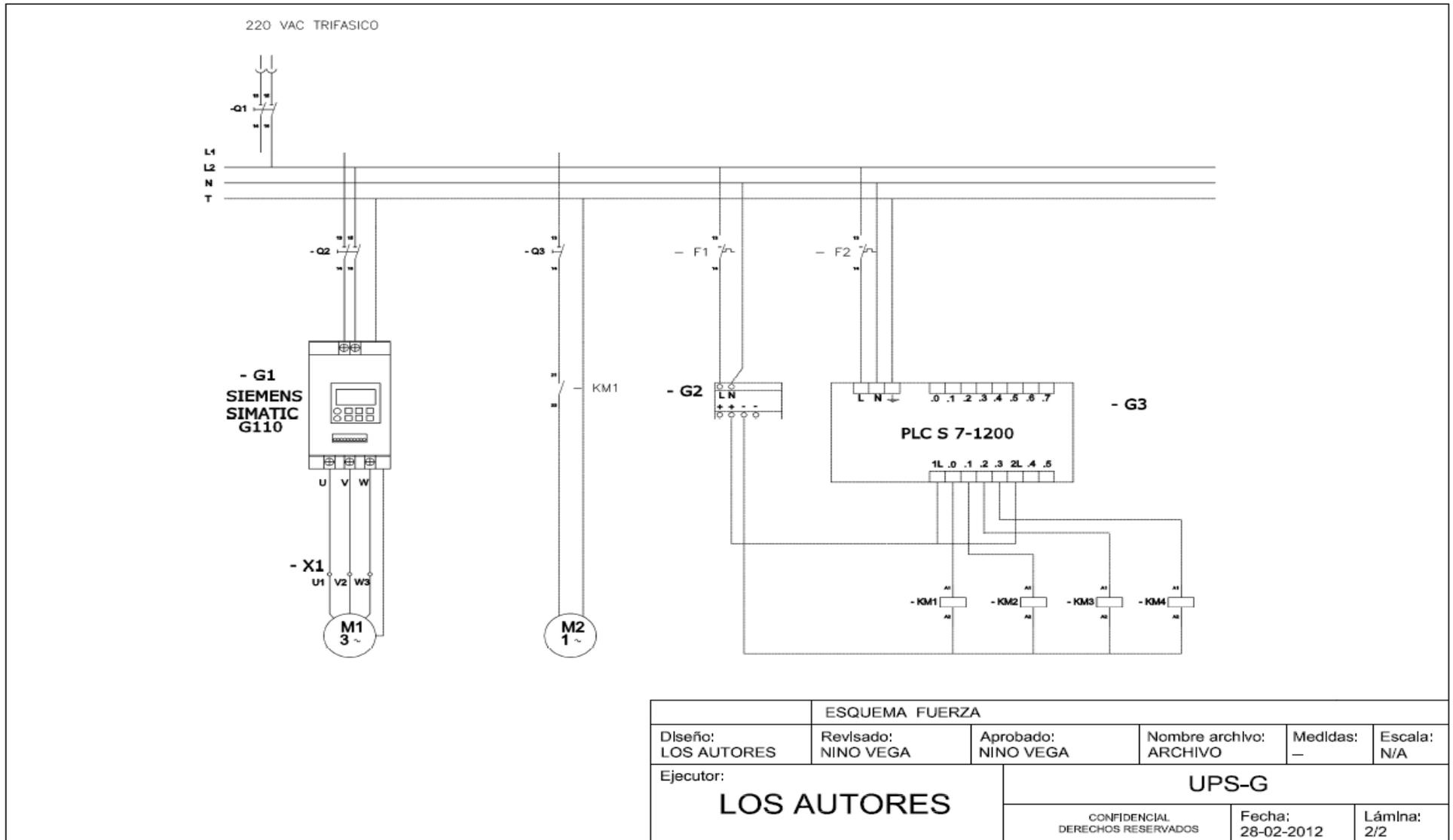


Figura 4.4 Diagrama Unifilar General

Fuente: Los autores

4.2.3 Diagramas Unifilares

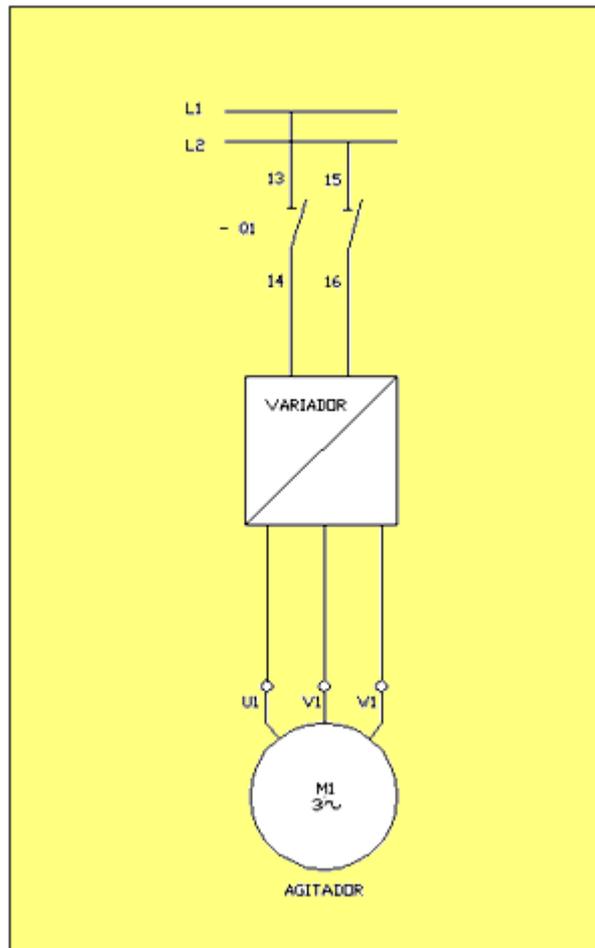


Figura 4.5 Diagrama Unifilar Agitador

Fuente: Los Autores

El Variador de Frecuencia está protegido por un disyuntor de 2 polos 6A. y es controlado por medio de la salida analógica del PLC.

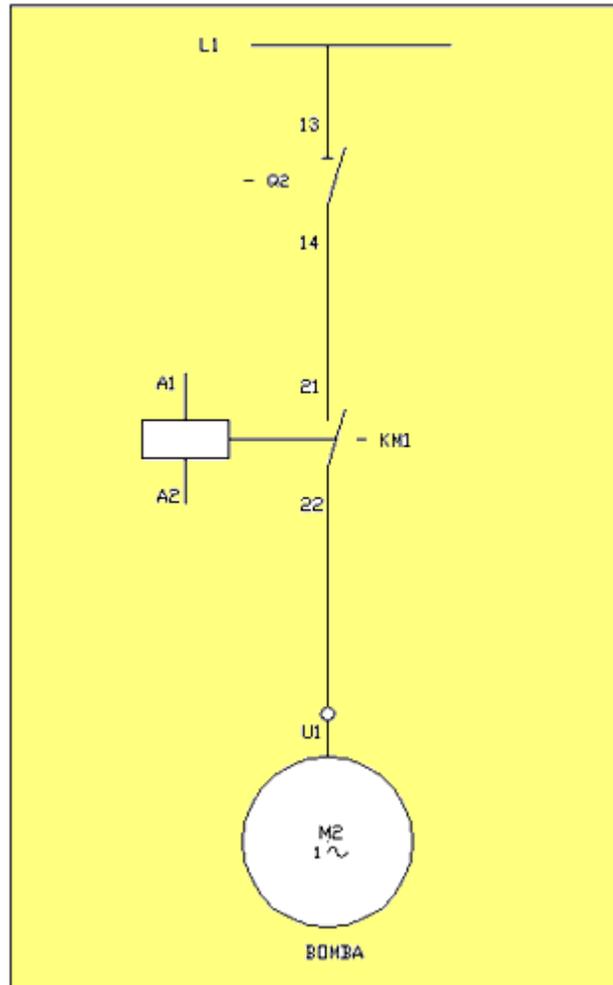


Figura 4.6 Diagrama Unifilar Bomba

Fuente: Los Autores

El motor (Bomba de Agua) tiene como protección un disyuntor de 1 polo 6A. y es comandada a través de un relé es cual recibe la activación por medio de la salida del PLC asignada Q0.0.

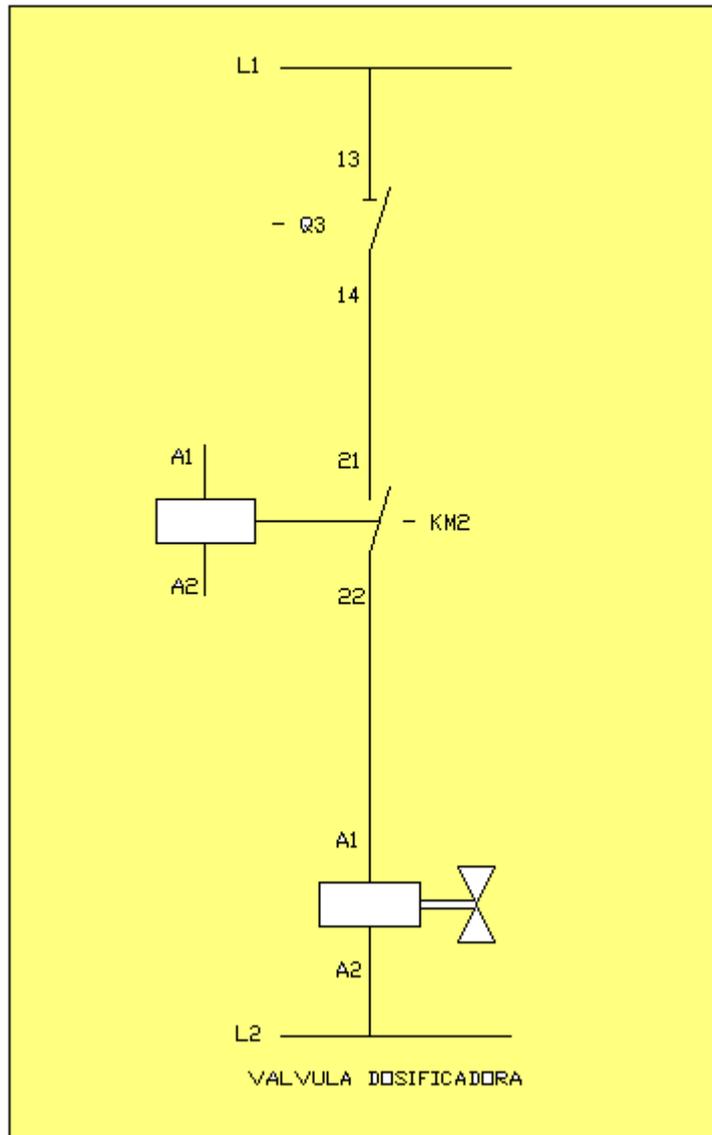


Figura 4.7 Diagrama Unifilar Val. Dosificadora
Fuente: Los Autores

La Válvula Dosificadora tiene como protección un fusible de 1 polo 2A. Y es comandada a través de un relé es cual recibe la activación por medio de la salida del PLC asignada Q0.1.

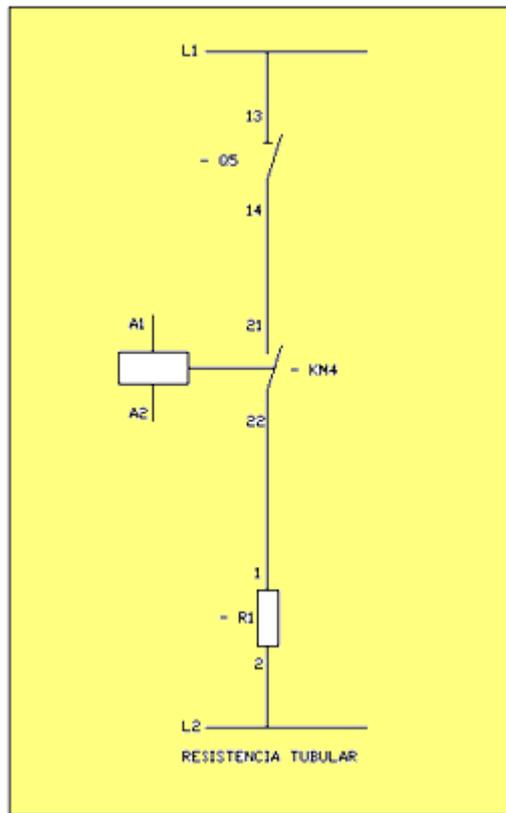


Figura 4.9 Diagrama Unifilar Resistencia

Fuente: Los Autores

La Resistencia Tubular tiene como protección un disyuntor de 2 polo 20^a y es comandada a través de un relé es cual recibe la activación por medio de la salida del PLC asignada Q0.3.

4.3 CÁLCULO DE PROTECCIONES

Cálculo de Protección del Variador de Velocidad

Los motores a emplearse en la máquina tienen una potencia de 0.75 Hp, la cual demandará una corriente (consumo energético), la cual se detalla a continuación: consumo energético del mismo:

$$0.75HP = 560w$$

$$P = \sqrt{3} * V * I * \cos\phi$$

$$I = \frac{P}{V * \sqrt{3} * \cos\Phi} = \frac{560}{(220) * (1.73) * \cos(0.8)} = \frac{560}{(220) * (1.73) * (0.99)}$$

$$I = \frac{560}{376.79} = 1.48Amp$$

Los fabricantes recomiendan un ajuste de 125% de corriente nominal del motor

$$\text{Breaker: } In(1.25) = 1.48(1.25) = 1.85Amp$$

Para la protección del variador de frecuencia hemos empleado un Breaker de 6A el cual nos permite regular la corriente nominal de trabajo.

Cálculo de Protección de la Bomba:

$$0.5HP = 373w$$

$$P = V * I * \cos\phi$$

$$I = \frac{P}{V * \cos\Phi} = \frac{373}{(220) * \cos(0.85)} = \frac{373}{(220) * (0.99)}$$

$$I = \frac{373}{376.79} = 0.98Amp$$

$$\text{Breaker: } In(1.25) = 0.98(1.25) = 1.25Amp$$

Para la protección de la bomba hemos empleado un Breaker de 2A la cual nos permite regular la corriente nominal de trabajo.

Cálculo de Protección de la Resistencia Tubular

$$4000w$$

$$P = V * I$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{4000}{(220)} =$$

$$I = 18.18Amp$$

$$\text{Breaker: } In(1.25) = 18.18(1.25) = 22.72Amp$$

Para la protección de la resistencia hemos empleado un Breaker de 30A la cual nos permite regular la corriente nominal de trabajo

Selección del motor

En cortas palabras, un motor eléctrico es una máquina que transforma potencia eléctrica tomada de la red en potencia energía mecánica en el eje.

La potencia eléctrica obedece a la siguiente relación:

$$P = \sqrt{3} * V * I * \text{Cos}\phi$$

Donde:

P: Potencia en kW

V: Voltaje o tensión en voltios

I: corriente en amperios

Cos ϕ : Factor de potencia)

La potencia mecánica obedece a la siguiente relación:

$$P = T * n / 9550$$

Donde:

P: Potencia en Kw

T: torque en Nm. El torque es la capacidad del motor de hacer girar cargas.

n: velocidad en rpm

Al seleccionar un motor, lo primero que se debe considerar es la velocidad de rotación y cuál será el torque requerido del motor. Estos datos normalmente deben ser suministrados por el proyectista mecánico. La potencia del motor será entonces una consecuencia de los dos factores anteriores.

La capacidad de sobrecarga del motor será un factor a considerar, pues el ciclo de carga puede exigir al motor que en ciertos momentos suministre mayor potencia de su potencia nominal (o normal). Esta capacidad es conocida como Factor de Servicio (FS).

Toda máquina consume más potencia de la que entrega, por lo que es importante que consideremos el término de eficiencia. La potencia que el motor consume y no convierte en potencia de salida son pérdidas. La eficiencia o rendimiento es una medida de qué tanto desperdicia una máquina.

La eficiencia se calcula según la siguiente relación

$$\eta = P_s / P_e$$

Donde:

P_s: es la potencia de salida, en este caso potencia en el eje

P_e: es la potencia de entrada, en este caso potencia eléctrica

4.4 Selección del Motor

Se tiene como resultado que la carga a ser movida por el agitador va a demandar un torque de **9.76 N/m**, valor obtenido por el proyectista mecánico, de acuerdo al funcionamiento.

Utilizando el software de ingeniería que pertenece a la compañía Siemens, como herramienta para el dimensionamiento del motor adecuado.

Type of motor : 1LA7073-4AB90 L2Q

Basic Data Options 1 Options 2 conditions CAD

The configuration is complete. You can order this product. 48.5

Information: IE1-motors (power output 0,75 - 375kW; 2-, 4-, 6-pole) will only delivered since the 16.06.2011 outside the EEA, regarding the EU-regulation 640/2009. Please verify as well the local regulations from the countries in which the motors should be delivered. You'll find more details under: www.siemens.com/international-efficiency

performance data		basic parameters	
Enclosure	Standard Efficiency (IE1)	Frame size	071 M
Rated output in kW - 50Hz	0,37 kW	Frame Material	<input checked="" type="radio"/> Aluminum
Rated output 60Hz (hp)	no value	Type of construction	(0) IM B3 / B6 B7 / B8 / V5 w/o canopy
Synchronous speed 50Hz	1500 min-1	Position of Terminal Box	Top (standard)
Synchronous speed 60Hz	1800 min-1	Motor protection	Without (standard)
Pole number	4-pole	efficiency according to:	<input type="radio"/> 60034-2 :1996 (EFF) <input checked="" type="radio"/> 60034-2-1:2007 (IE)
Voltage selection	(L2Q) 440 VY, 60 Hz // 50 Hz - output		
Frequency 50Hz	<input type="radio"/> No		
Frequency 60Hz	<input checked="" type="radio"/> Yes		

Figura 4.10 Programa

Fuente:<https://eb.automation.siemens.com/goos/catalog/Pages/ProductData.aspx?catalogRegion=GB>, 2012.

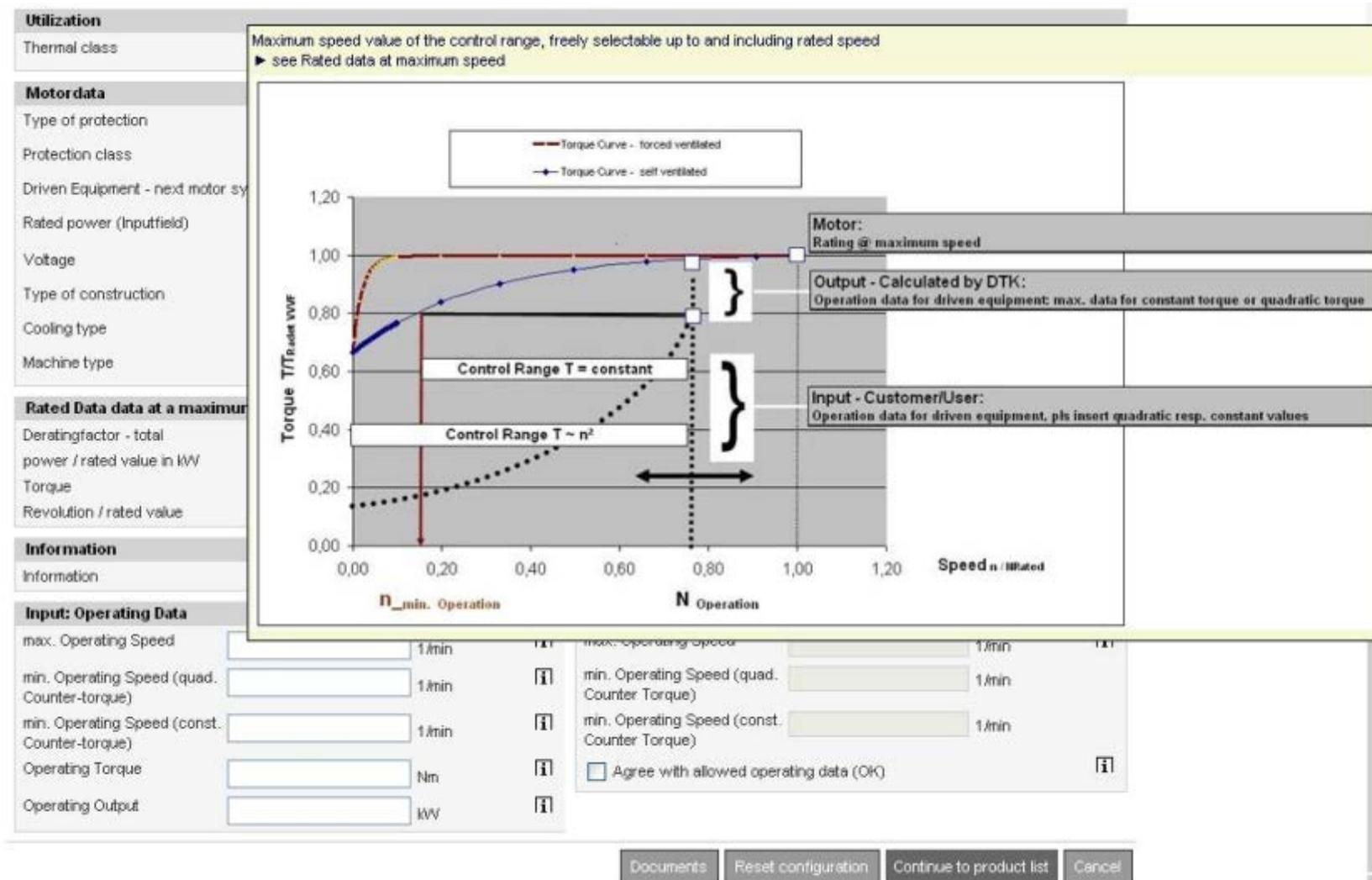


Figura 4.11 Programa

Fuente: <https://eb.automation.siemens.com/goos/catalog/Pages/ProductData.aspx?catalogRegion=GB>, 2012.

Datos de placa del motor respecto a condiciones de operación con variador:

Voltaje: 220/380 VAC

Corriente: 1.94/1.12 A

Potencia: 1 HP

Factor de Potencia: 0.76

Eficiencia: 1

Velocidad: 1800 RPM

Frecuencia: 60 HZ

Número de Polos: 4

Clase Aislamiento: F

Grado de Protección: IP54

Peso: 6 Kg

4.5 Diseño de Arrancadores

CONVERTIDOR DE FRECUENCIA VARIABLE

El convertidor de frecuencia variable (CFV) es un control para el motor de inducción tipo jaula de ardilla; que es el motor más económico, sencillo y robusto, además es el más utilizado en la industria e instalaciones en general.

Es el único control que suministra la potencia, permite la variación de velocidad en el motor sin ningún accesorio extra entre el motor y la carga, siendo además una excelente protección al mismo, por lo que ha llegado a ser uno de los controles más usados en los últimos años.

Una de las limitaciones del motor de inducción es la de tener velocidades fijas sin posibilidades de variación; siendo que los procesos y aplicaciones requieren diferentes velocidades y torques, sin embargo, se han desarrollado una infinidad de métodos para cambiar y variar las velocidades nominales, pero o bien la eficiencia es baja o el costo del equipo y mantenimiento es alto.

Uno de los métodos es el convertidor de frecuencia variable (CFV), la principal ventaja de este es la posibilidad de disminuir los consumos de energía eléctrica en

algunos de los procesos que controla, dando como resultado considerables disminuciones en los costos de operación.

La alta confianza que ofrecen los CFV y la disminución de los precios en los mismos ha permitido que cada día se instalen más equipos en todo el mundo; debido a esto y a otras ventajas, es necesario conocer y entender los principios básicos del funcionamiento y aplicaciones de los CFV.

El convertidor de frecuencia variable es conocido con diferentes nombres: variadores de velocidad, drivers, inversores, etc., pero el nombre correcto es el de convertidor de frecuencia variable pues incorpora el término de frecuencia que es lo correcto en este caso, debido a que los variadores de velocidad pueden ser equipos mecánicos por ejemplo, turbina de vapor, e inversores solo se refiere a una de las etapas del CFV.

La manera como un CFV convierte voltaje y frecuencia constante en voltaje y frecuencia variable se basa en un proceso de 2 pasos principales. Primero la corriente alterna es rectificadora y convertida a corriente continua, después se invierte y vuelve a entregarse corriente alterna pero con valores de frecuencia y voltaje variables.

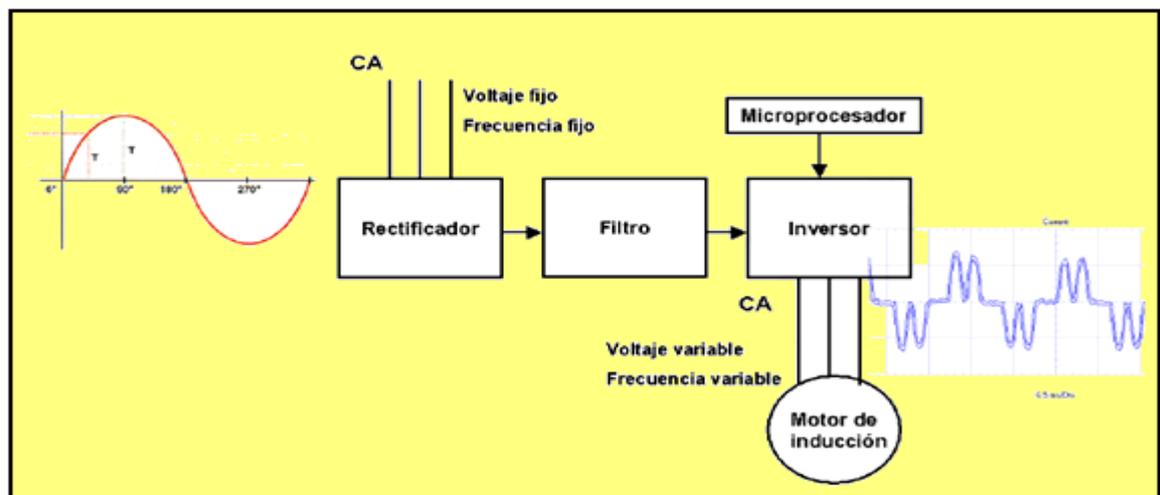


Figura 4.12 Componentes Principales de un Convertidor de Frecuencia Variable

Fuente: <http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion>,

2011

El suministro de voltaje de un CFV puede realizarse a frecuencias que van desde 0 Hz hasta 120 o más Hz, por tanto la velocidad del motor es variable en la misma proporción que la variación de la frecuencia, así el motor puede girar lento o muy rápido de acuerdo a la frecuencia que le suministre el CFV.

Al mismo tiempo el voltaje es variable en igual proporción que la variación de la frecuencia, para asegurar que la relación voltaje/frecuencia se mantenga con el mismo valor en todo el rango de velocidades mientras no pase de 60 Hz. Esto es debido a que el par que entrega el motor según diseño es determinado por esta relación y un motor de 460 Volts tendrá una relación Voltaje/Frecuencia de 7.6, si este mismo motor lo manejamos a una frecuencia de 30 Hz, se tiene que suministrar un voltaje de 230 Volts para mantener la misma relación y el mismo par. Cualquier cambio en esta relación puede afectar el par, temperatura, velocidad o el ruido del mismo.

En resumen, para producir el par nominal en un motor a diferentes velocidades, es necesario modificar el voltaje suministrado conforme se modifica la frecuencia. El CFV mantiene esa relación de Volts/Hertz suministrada al motor automáticamente.

Rectificador de Corriente Directa. La parte rectificadora en el CFV convierte el voltaje C.A. en voltaje en C.D. para generar la frecuencia variable de salida necesaria de una fuente no alterna, dependiendo del tipo de convertidor este voltaje de C.D. puede ser variable o suavizado.

La mayoría de los convertidores usados hoy son del tipo de modulación del ancho del pulso (PWM por sus siglas en inglés) que operan con un voltaje en C.D. suavizado. Los diodos de potencia son usados para producir el voltaje de C.D. suavizado y los rectificadores controladores de silicio (SCR's por sus siglas en inglés) son usados para el diseño de voltaje de C.D. variable. Es importante hacer notar que el voltaje del bus de C.D. es 1.41 veces mayor al voltaje de C.A., ya que toma el valor del pico de voltaje y no el voltaje R.M.S.

Inversor. En esta sección el voltaje en C.D. se invierte y vuelve a tomar la forma alterna por medio de rectificadores de silicio o transistores de potencia conectados

directamente al bus de C.D. y controlados por microprocesadores, pero esta vez con una frecuencia y voltaje variable. Esta generación trifásica de C.A. se realiza a través de aperturas instantáneas de los transistores, aunque tiene ciclos positivos y negativos toma una forma cuadrática e interrumpida similar a la alimentación de entrada simulando la onda senoidal, según las necesidades de frecuencia pero manteniendo la misma relación Volts/Hertz del motor.

A esta tecnología se le denomina modulación del ancho de pulsos (Pulse Width Modulation PWM por sus siglas en inglés). Una tarjeta lógica de microprocesadores determina la frecuencia de conmutación de la sección de inversión, permitiendo un rango amplio de frecuencias que van desde 0 hasta 400 Hz típicamente.

Sin embargo, para esto es importante conocer los procesos y las necesidades de los mismos, esto implica conocer los tipos y clases de cargas que existen. Se debe recordar que la potencia requerida por la carga es variable y se incrementa conforme aumentamos la velocidad R.P.M.

4.6 Instalación

Distancias para el montaje

Los convertidores se pueden montar adosándolos unos a otros. Sin embargo, si se montan uno sobre otro deberá dejarse un huelgo de 100 mm por encima y por debajo de cada convertidor.

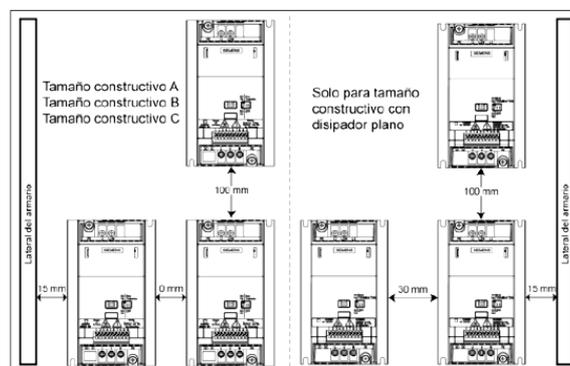


Figura 4.13 Distancias para el montaje

Fuente: <http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry>, 2010.

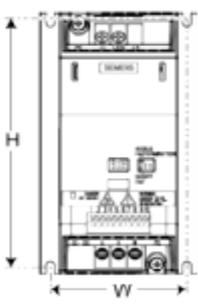
	Tamaño constructivo	Medidas perforaciones		Par de apriete	
		H mm (Inch)	W mm (Inch)	Tornillos	Nm (ibf.in)
	A	140 (5.51)	79 (3.11)	2xM4	2,5 (22.12)
	B	135 (5.31)	127 (5.00)	4xM4	
	C	140 (5.51)	170 (6.70)	4xM5	4,0 (35.40)

Figura 4.14 Medidas para el montaje

Fuente: <http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry>, 2010.

Instalación eléctrica

Datos técnicos

1 AC 200 - 240 V □ } 10 %, 47 - 63 Hz

Referencia 6SL3211-	0AB	11-2xy0*	12-5xy0*	13xy0*	15xy0*	17xy0*	21-1xy0*	21-5xy0*	22-2xy0*	23-0xy0*
	OKB	11-2xy0*	12-5xy0*	13xy0*	15xy0*	17xy0*	-	-	-	-
Tamaño constructivo		A					B		C	
Potencia nominal	kW	0,12	0,25	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3,0
	hp	0,16	0,33	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
Corriente de salida (temp. ambiente ad.)	A	0,9 (50 °C)	1,7 (50 °C)	2,3 (50 °C)	3,2 (50 °C)	3,9 (40 °C)	6,0 (50 °C)	7,8 (40 °C)	11,0 (50 °C)	13,6 (40 °C)
Corriente de entrada (230 V)	A	2,3	4,5	6,2	7,7	10,0	14,7	19,7	27,2	32,0
Fusible recomendado	A	10	10	10	10	16	20	25	35	50
	3NA	3803	3803	3803	3803	3805	3807	3810	3814	3820
Cable de entrada	mm ²	1,0 - 2,5	1,0 - 2,5	1,0 - 2,5	1,0 - 2,5	1,5 - 2,5	2,5 - 6,0	2,5 - 6,0	4,0 - 10	6,0 - 10
	AWG	16 - 12	16 - 12	16 - 12	16 - 12	14 - 12	12 - 10	12 - 10	11 - 8	10 - 8
Cable de salida	mm ²	1,0 - 2,5	1,0 - 2,5	1,0 - 2,5	1,0 - 2,5	1,0 - 2,5	1,5 - 6,0	1,5 - 6,0	2,5 - 10	2,5 - 10
	AWG	16 - 12	16 - 12	16 - 12	16 - 12	16 - 12	14 - 10	14 - 10	12 - 8	12 - 8
Par de apriete	Nm	0,96 (8.50)					1,50 (13.30)		2,25 (19.91)	
	(lbf.in)									

*→La última cifra de la referencia depende de cambios en el software y hardware

x = B → Con filtro integrado
x = U → Sin filtro

y = A → Variante analógica
y = B → Variante USS

Figura 4.15 Datos Técnicos

Fuente: <http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry>, 2010.

Conexiones de red y del motor

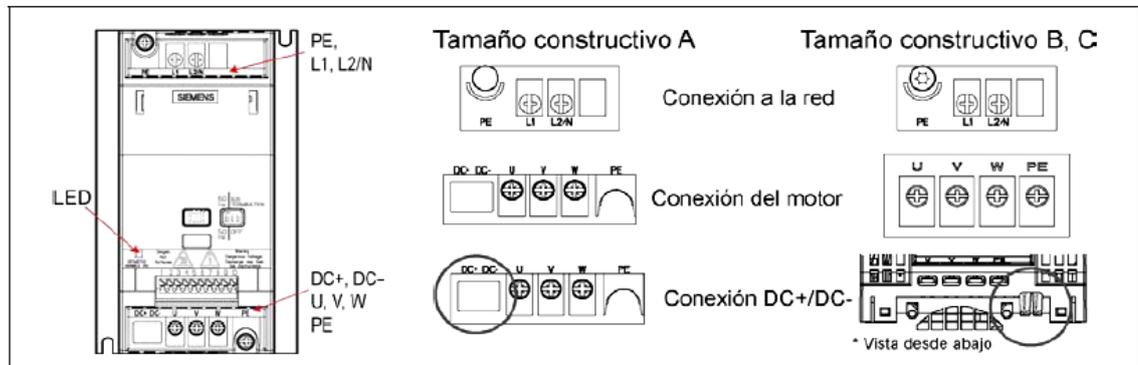


Figura 4.16 Conexiones

Fuente: <http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry>, 2010.

Bornes de red y del motor

Borne	Significado	Funciones	
1	DOUT-	Salida digital (-)	
2	DOUT+	Salida digital (+)	
3	DIN0	Entrada digital 0	
4	DIN1	Entrada digital 1	
5	DIN2	Entrada digital 2	
6	-	Salida +24 V / máx. 50 mA	
7	-	Salida 0 V	
	Variante	Analógica	USS
8	-	Salida +10 V	RS485 P+
9	ADC1	Entrada analógica	RS485 N-
10	-	Salida 0 V	

Figura 4.17 Bornes

Fuente: <http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry>, 2010.

Esquema de bloques

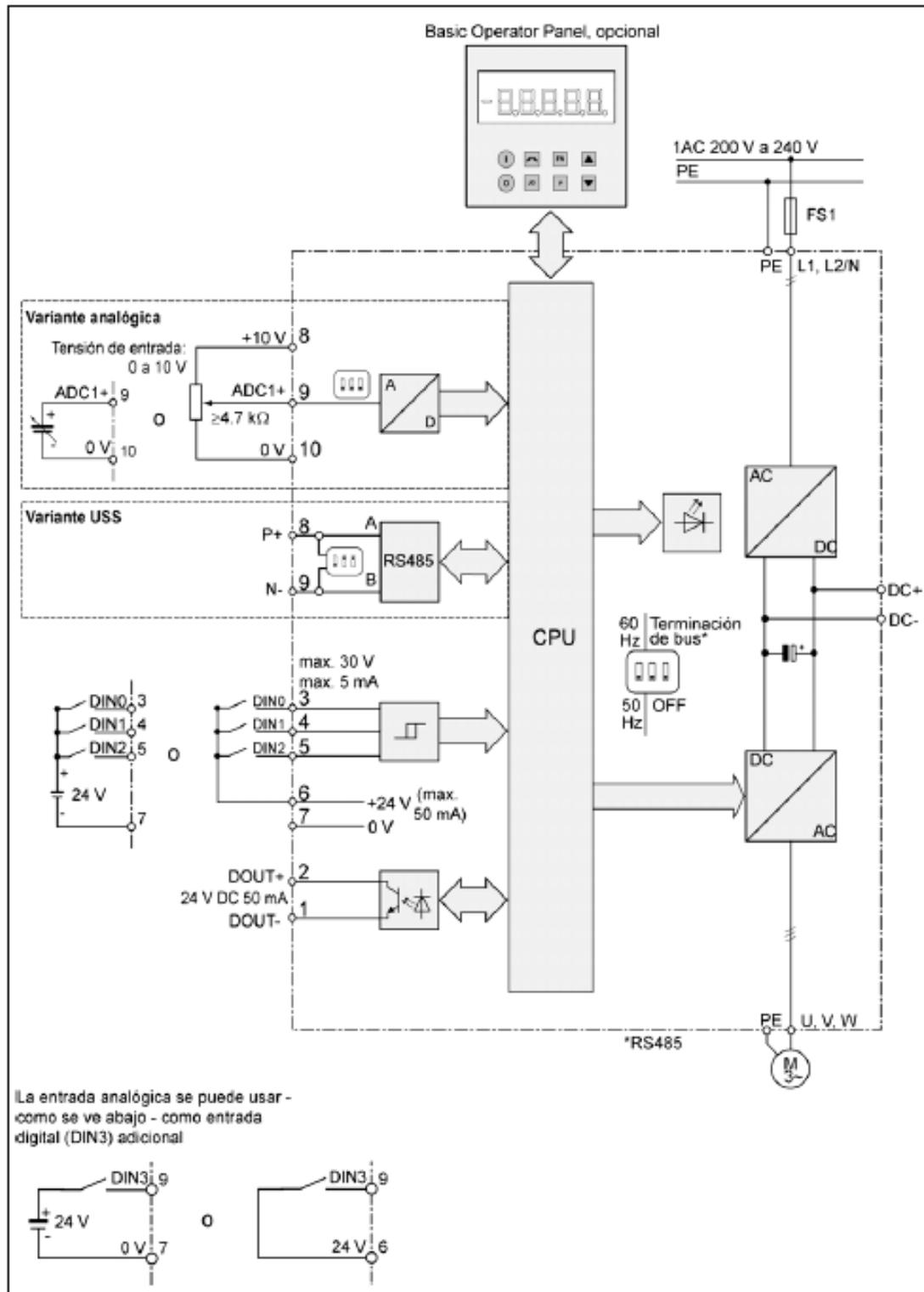


Figura 4.18 Esquema de bloques del convertidor

Fuente: <http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry>, 2010.

Ajuste de fábrica

El convertidor SINAMICS G110 sale de fábrica ajustado para poder funcionar sin necesidad de parametrización adicionales. Los parámetros (P0304, P0305, P0307, P0310) se han ajustado para un motor de Siemens de 4 polos 1LA7 y hay que cotejarlos con los datos asignados del motor a conectar (véase la placa de características).

Otros ajuste de fábrica

Fuente de órdenes	P0700 véase sección 3.1/3.2
Fuente de consignas	P1000 véase sección 3.1/3.2
Refrigeración del motor	P0335 = 0 (Autoventilado)
Factor sobrecarga motor	P0640 = 150%
Frecuencia mínima	P1080 = 0 Hz
Frecuencia máx.	P1082 = 50 Hz
Tiempo de aceleración	P1120 = 10 s
Tiempo de deceleración	P1121 = 10 s
Modo de control	P1300 = 0 (V/f con característ. Lineal)

Ajustes de fábrica específicos para la variante analógica

Entrada / Salida	Bornes	Parámetro	Ajuste por defecto	Activo
Fuente de órdenes	3, 4, 5	P0700 = 2	Entrada digital	Sí
Fuente de consignas	9	P1000 = 2	Entrada analógica	Sí
Entrada digital 0	3	P0701 = 1	ON / OFF 1 (I/O)	Sí
Entrada digital 1	4	P0702 = 12	Inversión (↕)	Sí
Entrada digital 2	5	P0703 = 9	Acuse de fallo (Ack)	Sí

Ajustes de fábrica específicos para la variante USS

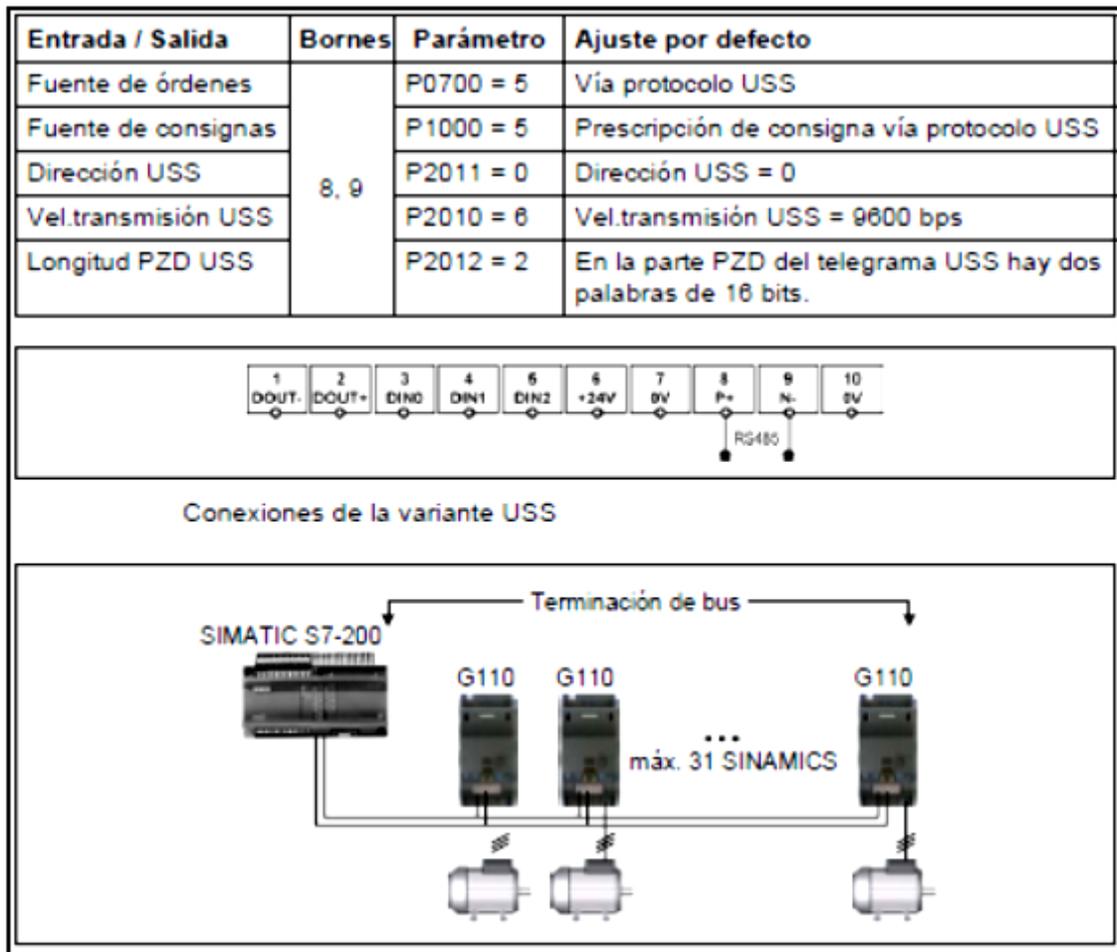


Figura 4.19 Ejemplo de bus USS

Fuente: <http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry>, 2010

Interruptores DIP

Los SINAMICS G110 están pre-ajustados para motores con una frecuencia nominal de 50 Hz., se pueden adaptar por medio el interruptor DIP que se encuentra en la parte frontal para el funcionamiento con motores de 60 Hz.

El último convertidor necesita una terminación de bus. Ponga los interruptores DIP, en la parte frontal (interruptores DIP 2 y 3), en la posición "terminación de Bus" (ON). El potencial 0 V (borne 10) hay que conectarlo a todos usuarios del bus USS.



Figura 4.20 Interruptor DIP para frecuencia nominal del motor y terminación de bus Fuente <http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry>, 2010.

Comunicación

Estructura de la comunicación SNAMICS G110 STARTER

La comunicación entre el STARTER y el SINAMICS G110 requiere de los siguientes componentes opcionales:

- Kit de conexión PC-convertidor
- BOP, hay que modificar los valores estándar USS en los convertidores SINAMICS G110.

Kit de conexión PC-convertidor	SINAMICS G110
	<p>Ajustes USS véase sección 6.2.1 "Interface en serie (USS)"</p>
	<p>STARTER</p> <p>Menú Extras --> Ajustar interface PG/PC --> Seleccionar "Puerta COM del PC (USS)" --> Propiedades --> Interface "COM1", seleccionar velocidad de transmisión</p>
	<p>NOTA</p> <p>Los ajustes de parámetros USS en los convertidores SINAMICS G110 tienen que concordar con los del STARTER!</p>

Figura 4.21 Kit de Conexión

Fuente: <http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry>, 2010.

4.8 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

Un controlador lógico programable PLC (Programmable Logic Controller) es un dispositivo electrónico de propósito especial utilizado en la industria como elemento de control y monitoreo de máquinas, motores, válvulas, sensores, medidores, etc.

Este dispositivo tiene características de elemento programable y la capacidad de poder conectarse en red.

Las ventajas de los PLC's sobre los circuitos basados en elementos de control electromecánico son:

- Bajo costo
- Tamaño compacto
- Funciones avanzadas
- Flexibilidad

También se podría utilizar un sistema de cómputo para controlar el proceso, pero un controlador programable es más adecuado que un ordenador para una aplicación industrial debido a que ofrece las siguientes ventajas:

- Construcción Robustas (ambiente industrial generalmente agresivo)
- Facilidad de la interfaz (manejo directo de actuadores, válvulas)
- Sencillo lenguaje de programación
- Versatilidad (agregar módulos adicionales e interfaces HMI)

SELECCIÓN DEL PLC ADECUADO

Por facilidad para conseguir el software de programación y simulación, además debido a que en el mercado local los PLC más conocidos y utilizados son los de la marca SIEMENS, se ha decidido realizar la elección de un PLC de dicha marca, cabe recalcar que la programación está estandarizada bajo la Norma IEC 1131-3.

Para poder elegir adecuadamente un PLC, debemos seguir los siguientes pasos denominados de Ingeniería de Automatización:

- Recopilación de información
- Cuantificación y clasificación de las señales
- Diagramación del sistema
- Instrumentación
- Configuración del sistema de control
- Elección de equipos

RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Este paso sirve para saber el proceso que realizará la máquina. Para de esta manera definir el tipo de equipos a utilizar y que tipo de control diseñar.

La recopilación de información de este proyecto está dada en los capítulos III de esta tesis.

CUANTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS SEÑALES

En este paso ya se tiene una mejor idea de hacia qué sistema de control nos dirigimos, pues la cuantificación nos indica cuántas señales van a ingresar y a salir del PLC, además en la clasificación nos damos cuenta de qué tipo de señales se deben utilizar para poder elegir la instrumentación. La cuantificación y clasificación de las señales está descrita en el capítulo III.

PLC SIEMENS S7-1200

La gama S7-1200 abarca distintos controladores lógicos programables (PLCs) que pueden utilizarse para numerosas tareas. Gracias a su diseño compacto, bajo costo y amplio juego de instrucciones, los PLCs S7-1200 son idóneos para controlar una gran variedad de aplicaciones.

Los modelos S7-1200 y el software de programación basado en Windows ofrecen la

flexibilidad necesaria para solucionar las tareas de automatización.

Se adjunta información sobre cómo montar y programar los PLCs S7-1200.

Introducción al PLC S7-1200

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización.

Posee un diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC.

Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa, que puede incluir lógica booleanas, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

Numerosas funciones de seguridad protegen el acceso tanto a la CPU como al programa de control:

- Toda CPU ofrece protección por contraseña que permite configurar el acceso a sus funciones.
- Es posible utilizar la "protección del know-how" para ocultar el código de un bloque específico.

La CPU incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET. Los módulos de comunicación están disponibles para la comunicación en redes RS485 o RS232.

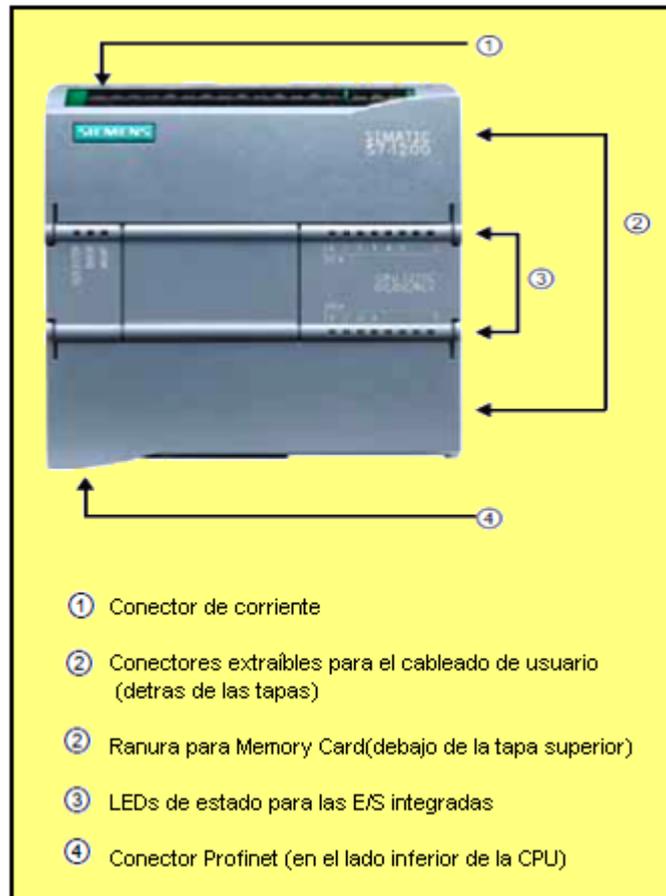


Figura 4.22 PLC S71200

Fuente:

http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/S7-1200_Paso_a_Paso_v1.0.pdf

Los diferentes modelos de CPUs ofrecen una gran variedad de funciones y prestaciones que permiten crear soluciones efectivas destinadas a numerosas aplicaciones.

Función	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75		110 x 100 x 75
Memoria de usuario			
• Memoria de trabajo	• 25 KB		• 50 KB
• Memoria de carga	• 1 MB		• 2 MB
• Memoria remanente	• 2 KB		• 2 KB
E/S integradas locales			
• Digitales	• 6 entradas/4 salidas	• 8 entradas/6 salidas	• 14 entradas/10 salidas
• Analógicas	• 2 entradas	• 2 entradas	• 2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)		
Área de marcas (M)	4096 bytes		8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	Ninguna	2	8
Signal Board	1		
Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)		
Contadores rápidos	3	4	6
• Fase simple	• 3 a 100 kHz	• 3 a 100 kHz 1 a 30 kHz	• 3 a 100 kHz 3 a 30 kHz
• Fase en cuadratura	• 3 a 80 kHz	• 3 a 80 kHz 1 a 20 kHz	• 3 a 80 kHz 3 a 20 kHz
Salidas de impulsos	2		
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)		
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C		
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		

La gama S7-1200 ofrece una gran variedad de módulos de señales y Signal Boards que permiten ampliar las prestaciones de la CPU. También es posible instalar módulos de comunicación adicionales para soportar otros protocolos de comunicación.

Módulo		Sólo entradas	Sólo salidas	Entradas y salidas
Módulo de señales (SM)	Digital	8 entradas DC	8 salidas DC 8 salidas de relé	8 entradas DC/8 salidas DC 8 entradas DC/8 salidas de relé
		16 entradas DC	16 salidas DC 16 salidas de relé	16 entradas DC/16 salidas DC 16 entradas DC/16 salidas de relé
	Analógico	4 entradas analógicas 8 entradas analógicas	2 salidas analógicas 4 salidas analógicas	4 entradas analógicas/2 salidas analógicas
Signal Board (SB)	Digital	-	-	2 entradas DC/2 salidas DC
	Analógico	-	1 salida analógica	-
Módulo de comunicación (CM)				
<ul style="list-style-type: none"> • RS485 • RS232 				

Signal Boards

Una Signal Board (SB) permite agregar E/S a la CPU. Es posible agregar una SB con E/S digitales o analógicas. Una SB se conecta en el frente de la CPU.

- SB con 4 E/S digitales (2 entradas DC y 2 salidas DC)
- SB con 1 entrada analógica

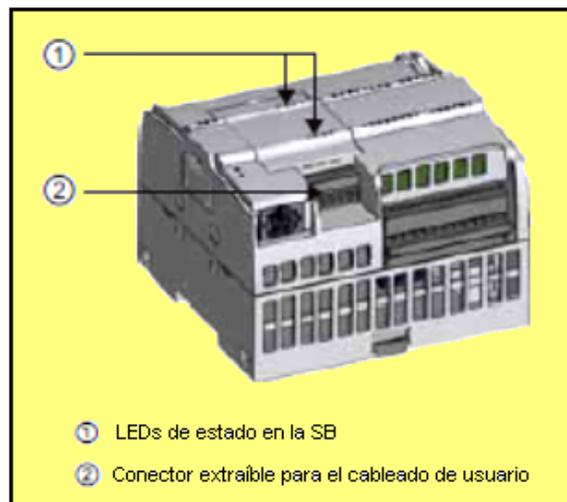


Figura 4.23 Signal Boards

Fuente:

http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/S7-1200_Paso_a_Paso_v1.0.pdf

Módulos de señales

Los módulos de señales se pueden utilizar para agregar funciones a la CPU. Los módulos de señales se conectan a la derecha de la CPU.

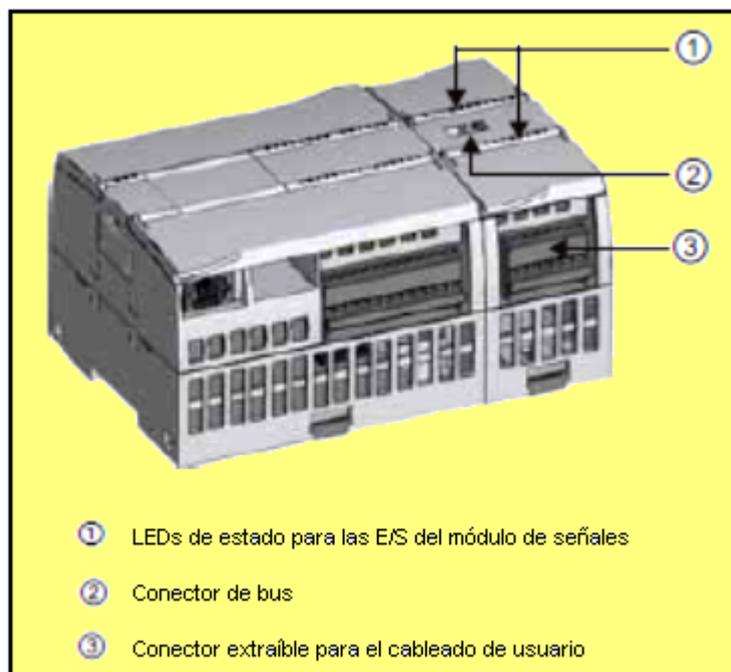


Figura 4.24 Módulo de Señales

Fuente:http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/S7-1200_Paso_a_Paso_v1.0.pdf

Módulos de comunicación

La gama S7-1200 provee módulos de comunicación (CMs) que ofrecen funciones adicionales para el sistema. Hay dos módulos de comunicación, a saber: RS232 y RS485.

- La CPU soporta como máximo 3 módulos de comunicación
- Todo CM se conecta en lado izquierdo de la CPU (o en lado izquierdo de otro CM)

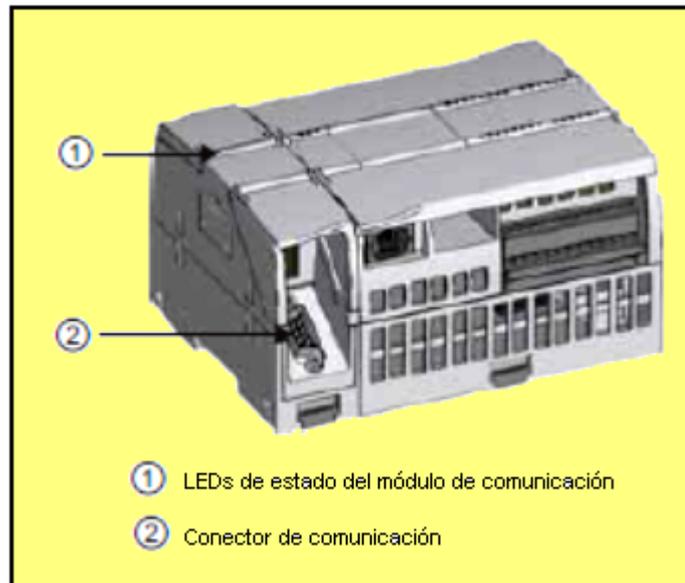


Figura 4.25 Módulo Comunicación

Fuente:http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/S7-1200_Paso_a_Paso_v1.0.pdf

4.9 Selección HMI

En la función de diálogo hombre-máquina, el operador desempeña un papel importante. En base a los datos de los que dispone, debe realizar acciones que condicionan el buen funcionamiento de las máquinas y las instalaciones sin comprometer la seguridad ni la disponibilidad.

Por lo tanto, es indispensable que la calidad del diseño de los interfaces y de la función de diálogo garantice al operador la posibilidad de actuar con seguridad en todo momento.

Una interfaz Hombre-Máquina o HMI, Human Machine Interface, por sus siglas en inglés, es un sistema que presenta datos a un operador y a través del cual éste controla un determinado proceso.

Las HMI podemos definir las como una "ventana de un proceso". Donde esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en una computadora.

Interacción Hombre-Máquina (IHM) o Interacción Hombre-Computadora tiene como objeto de estudio el diseño, la evaluación y la implementación de sistemas interactivos de computación para el uso humano, así como los principales fenómenos que los rodean.

Dado que este es un campo muy amplio, han surgido áreas más especializadas, entre las cuales se encuentran Diseño de Interacción o de Interfaces de Usuario, Arquitectura de Información y Usabilidad.

El Diseño de Interacción se refiere a la creación de la interfaz de usuario y de los procesos de interacción. La Arquitectura de Información apunta a la organización y estructura de la información brindada mediante el software.

CLASIFICACIÓN.

Clasificación de la gama Simatic HMI Basic Paneles.

- KP300 básica mono
- KTP400 básica mono
- KTP600 básica mono
- KTP600 color básico
- KTP1000 color básico
- KTP1500 color básico

CARACTERÍSTICAS HMI.

Hardware estándar para distintas aplicaciones:

Permite controlar varias aplicaciones según el requerimiento del operador.

Posibilidad de modificaciones futuras sin parar el proceso; mediante el software se puede modificar las condiciones de trabajo para la obtención del proceso deseado.

- Posibilidades de ampliación: se puede reemplazar y añadir dispositivos de acuerdo al crecimiento del proceso en la industria.
- Interconexión y cableado exterior: Es muy baja ya que sustituyen sistemas cableados (elementos físicos como botones, interruptores, equipos de relés, lámparas, leds) por sistemas programables compactos.

Tiempo de implantación: es muy corto.

Mantenimiento: es más fácil ya que se lo realiza mediante el programa que fue previamente cargado en el proceso que está siendo objeto de control.

Configuración: permite definir el entorno de trabajo del SCADA, adaptándolo a la aplicación particular que se desea desarrollar.

- Interfaz gráfica del operador: proporciona al operador las funciones de control y supervisión de la planta.
- Módulo de proceso: ejecuta las acciones de mando pre programado a partir de los valores actuales de variables leídas. Gestión y archivo de datos: almacenamiento y procesado ordenado de datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.

ASPECTO DESTACABLE

Los paneles SIMATIC HMI Basic Panels han sido diseñados para operar a la perfección con el nuevo controlador SIMATIC S7-1200. La gama SIMATIC HMI Basic Panels para aplicaciones compactas ofrecen una solución que puede adaptarse a la perfección a las necesidades específicas de visualización.



Figura 4.26 Panels Basic HMI

Fuente:http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/S7-1200_Paso_a_Paso_v1.0.pdf

INTERFAZ PROFINET

Todas las variantes de modelos nuevos SIMATIC HMI Basic Panels llevan integrada de serie una interfaz profinet.

Permiten una visualización de la máquina y sus procesos de una manera sencilla e intuitiva, además de la comunicación con el Controlador conectado y la transferencia de datos de parametrización y configuración.

FUNCIONALIDADES

Todos los modelos de SIMATIC HMI Basic Panels están equipados con todas las funciones básicas necesarias, como sistema de alarmas, administración de recetas, diagramas de curvas y gráficos vectoriales. La herramienta de configuración incluye una librería con numerosos gráficos y otros objetos diversos. También es posible administrar los usuarios en función de las necesidades de los diferentes sectores, por ejemplo para la autenticación mediante nombre de usuario y contraseña.

APLICACIÓN UNIVERSAL.

Con sus numerosas certificaciones y cumplimiento de diversas normas, así como con la creación de configuraciones en hasta 32 idiomas, incluidos los sistemas de escritura asiáticos y cirílicos, los paneles SIMATIC HMI Basic Panels pueden utilizarse literalmente en todo el mundo.

Durante el funcionamiento puede alternarse en línea hasta 5 idiomas. Además, el manejo intuitivo se refuerza por medio de los gráficos específicos del idioma

FICHA TECNICA

DIMENSIONES KPT400 BASIC

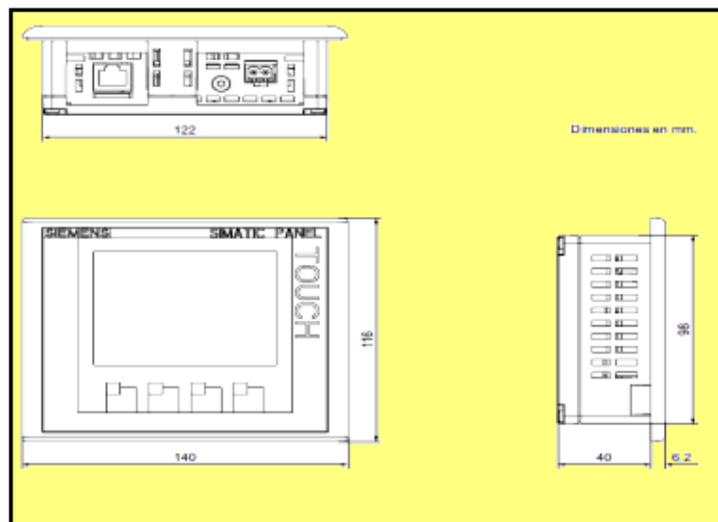


Figura 4.27 Dimensiones

Fuente:http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/S7-1200_Paso_a_Paso_v1.0.pdf

COMPONENTES DEL KPT400 BASIC

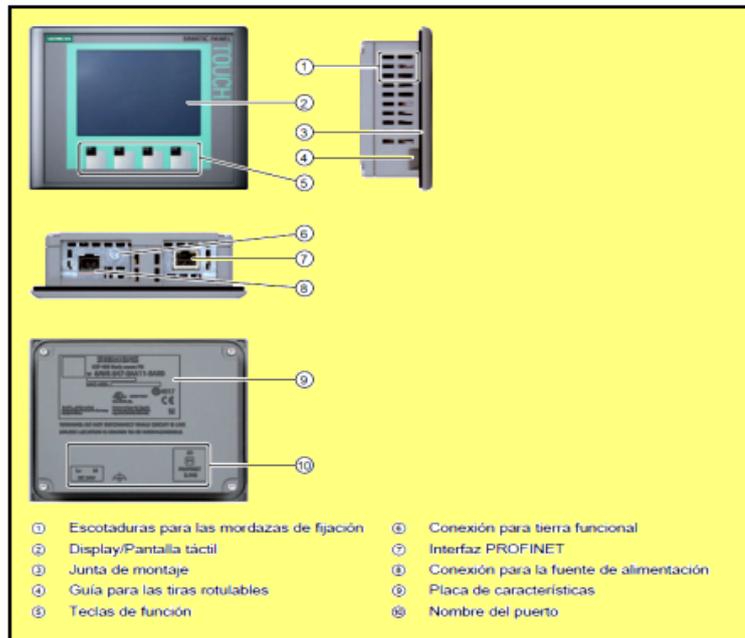


Figura 4.28 Componentes

Fuente:http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/S7-1200_Paso_a_Paso_v1.0.pdf

4.10 Diseño de Tablero Eléctrico

En la instalación se colocarán canaletas para ordenar los cables, rieles DIN para la ubicación de equipos y dispositivos de control y protección, borneras para ordenar las entradas y salidas.

De acuerdo a las especificaciones técnicas dadas por el fabricante se provee de interruptores electromagnéticos para la protección a cada grupo de circuitos.

Para la instalación del PLC se ha considerado las guías de instalación del S7-1200 el cual se puede instalar en un armario provisto de ventilación natural sobre un perfil riel.

Para proteger de la intemperie y para que resista las condiciones de uso más extremas de la industria, los equipos deben ir montados en cofres o armarios. Además, dichas

envolventes deben reunir todas las características necesarias para acortar el tiempo de montaje y de intervención.



Figura 4.29 Tablero Eléctrico

Fuente: Los Autores

Se fabrican en chapa de acero plegada y soldada, y cumplen con estándares europeos. Las puertas llevan refuerzos verticales con taladros separados por espacios de 25 mm., se articulan en unas bisagras de acero inoxidable, invisible y reversible. Tanto una junta de caucho aplicada en todo el contorno de la puerta como la forma triangular del borde del cofre, que al mismo tiempo sirve como canalón, garantizan una estanqueidad IP55.

Existe una gran variedad de accesorios para el montaje.

Los cofres metálicos ofrecen las siguientes ventajas:

Resistencia

- Grosor de la chapa: de 12 a 20/10 de mm,
- Puertas reforzadas con bisagras de acero inoxidable,

- Resistencia a los choques 20 julios (grado 9),
- Pintura texturizada.

Seguridad

- Cierre automático de la puerta con sólo empujar
- Un sólo punto de maniobra con 1 o 2 puntos de enganche
(Cumpliendo la recomendación CNOMO).



Figura 4.30 Equipos del Tablero Eléctrico

Fuente: Los Autores

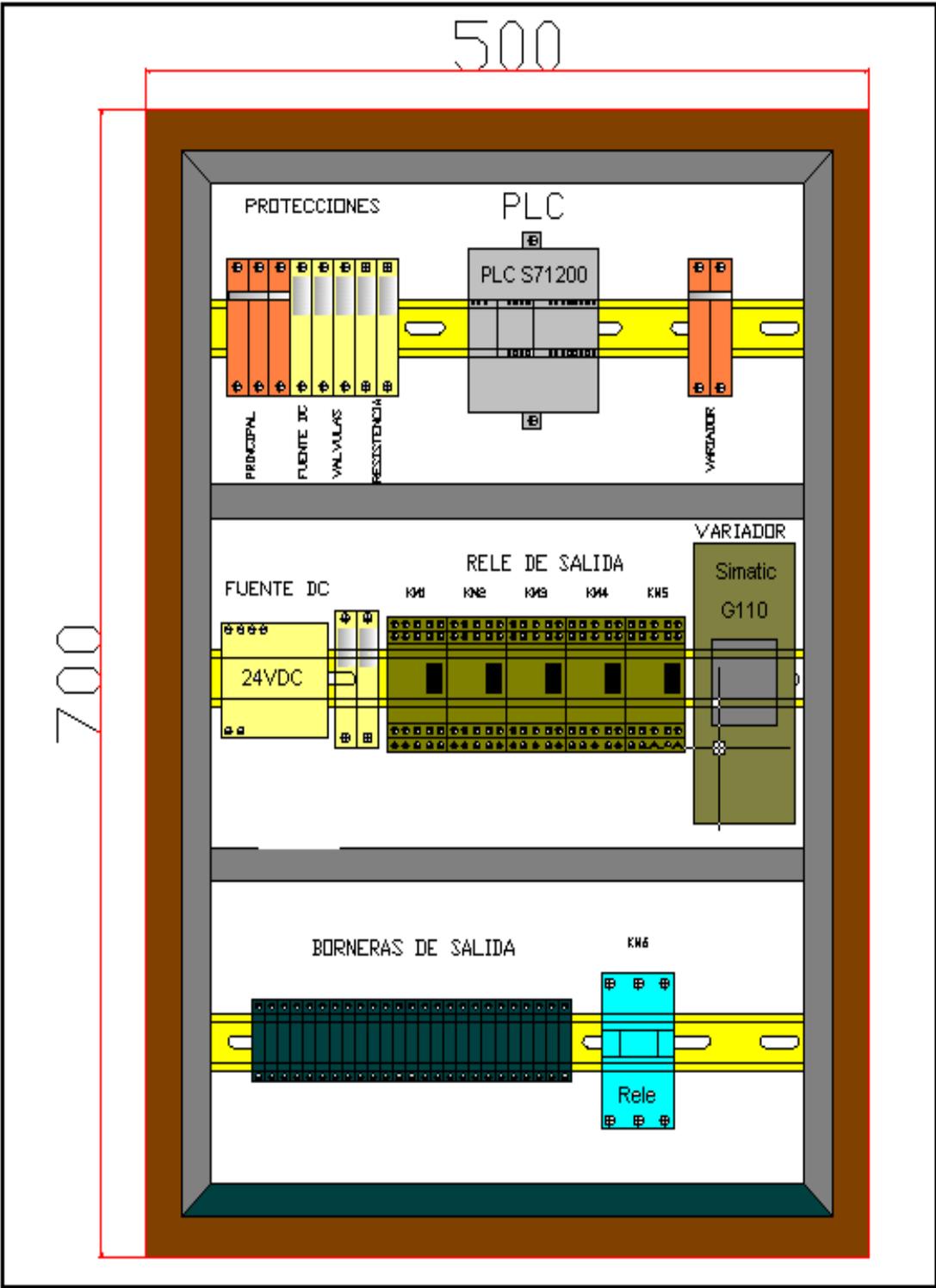


Figura 4.31 Diseño del Tablero Eléctrico
Fuente: Los Autores

Se colocó canaletas ranuradas de 22x22 milímetros para colocar el cableado. Para el montaje de los equipos se utilizó como soporte Riel Dim. En la alimentación se utilizó cable concéntrico 4 x10 THHN, se construyó una base metálica con ángulo de media y pintada con una protección anticorrosivas color gris.



Figura 4.32 Tablero Eléctrico y Electrónico

Fuente: Los autores

En la parte de protección se utilizó 2 Breaker de 2polos, Breaker de 1polo y 7 portafusibles marca Camco.



Figura 4.33 Protecciones

Fuente: Los autores

Este es el Plc S71200 donde se conectaron las entradas y las salidas. **Más detalle de las conexiones en el capítulo 4.*



Figura 4.34 PLC S71200

Fuente: Los autores

La fuente de 24VDC se lo utilizó para alimentar la parte de control.



Figura 4.35 Fuente de 24VDC

Fuente: Los autores

Se utilizan 5 relés de 24VDC, que manejan la parte de control. Están conectados a la salida del PLC S71200



Figura 4.36 Relés de 24VDC

Fuente: Los autores

Para controlar la velocidad de agitación del producto se utiliza un variador Simatic G110.



Figura 4.37 Variador Simatic G110

Fuente: Los autores

Se utilizaron 25 borneras plásticas de distribución que soportan hasta 25 amperios

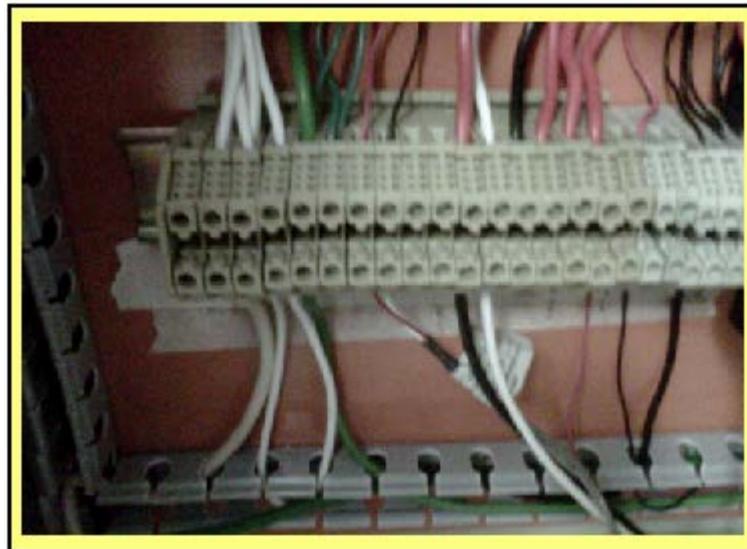


Figura 4.38 Borneras de Distribución

Fuente: Los autores

Se utilizó un relé de estado sólido que sirve para darle la resistencia tubular. El cual no sufre desgastes en los contactos porque es electrónico a diferencia de los contactores electromecánicos que sufren un desgaste.



Figura 4.39 Relé de estado solido

Fuente: Los autores

Para colocar la pantalla táctil HMI se perforó en el centro superior de la puerta del tablero.



Figura 4.40 Pantalla Táctil

Fuente: Los autores

Se colocó un pulsante de paro de emergencia tipo hongo en el centro de la puerta del tablero.



Figura 4.41 Pulsante de Emergencia

Fuente: Los autores

CAPÍTULO 5.

COSTOS

5. Generalidades.

Para el diseño e implementación de la “*Máquina Automática Multifunciones para obtener mermelada, jugo y pulpa de frutas*”, ha sido necesario incurrir en costos directos e indirectos, ya que, además de la inversión hecha en la máquina, objetivo principal de la tesis, también ha sido necesario incurrir en costos de producción al procesar la fruta para realizar las pruebas pertinentes que garanticen el perfecto funcionamiento de la misma, y que el producto que se obtenga sea de calidad, ya sea este, mermelada, jugo o pulpa de fruta.

5.1 Costos del diseño.

El costo total de elaboración de la Máquina Automática Multifunciones, fue de \$3,536.15; la **Tabla No.1** muestra cómo este valor está compuesto por los costos en los que se incurrieron para el diseño de la máquina (costos directos), y los costos adicionales que fueron necesarios tales como movilización y alimentación (costos indirectos).

Para el diseño de esta máquina fue necesario contratar a un experto en elaboración de marmitas o calderos, *Ing. Electromecánico José Tómalá (el mismo que reside en la ciudad de Milagro)*, al cual le dimos todas la especificaciones y características necesarias para que elabore la marmita según los parámetros ya planeados en nuestro proyecto; la elaboración de la marmita tomó seis meses.

Como se puede observar en la **Tabla No.1**, el costo de la elaboración de la marmita fue de \$1,008.00, esto debido a que los materiales utilizados en la elaboración de la misma debían ser estrictamente de acero inoxidable, debido a que manejan productos de consumo humano los que se elaborarán dentro de la marmita; este valor representó el 29%, del costo total de la Máquina Automática Multifunciones.

Adicional a la elaboración de la marmita, era necesaria la adaptación de un sistema el cual permita la automatización de los procesos de cocción, pasteurización y enfriamiento que va a realizar nuestra máquina. Debido a esto también se incurrió en costos para la compra de equipos electrónicos por un monto total de \$2,248.40, correspondiente a la compra de:

- **PLC**
- **PANEL TÁCTIL**
- **VARIADOR DE FRECUENCIA**
- **CONTACTOR**
- **TABLERO ELÉCTRICO**
- **RESISTENCIA**
- **SENSOR**
- **VALVULAS ELÉCTRICAS**
- **MOTOR Y REDUCTOR**

La compra de los equipos electrónicos representó el **63%** del costo total de la elaboración de la máquina. Estos equipos harán posible la programación previa de la máquina, lo cual le da un sentido innovador a este proyecto ya que en el mercado las marmitas existentes necesitan de la operación manual por parte del usuario según el proceso que desee realizar. También fue necesaria la adaptación de un motor y una bomba de agua, los que representaron el 3% del costo total de la máquina con un valor de \$ 106,40.

Para la implementación de los equipos electrónicos a la marmita se compraron tubos, mangueras, válvulas y demás implementos detallados en la **Tabla No.1** por un valor total de \$124.35, representando el 4 % del costo total. Estos implementos están adicionados en la parte externa de la máquina, ya que, algunos de estos, serán los encargados de conducir los líquidos y demás ingredientes necesarios para la elaboración de los productos (mermelada, jugos, pulpa de fruta), previa programación de la máquina.

TABLA No.1**COSTOS DE DISEÑO DE LA MÁQUINA AUTOMÁTICA MULTIFUNCIONES.****COSTOS DIRECTOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO		COSTO
		UNIT.	12%	TOTAL
MANO DE OBRA MARMITA	1	900	\$108,00	\$1.008,00
PLC	1	450	\$54,00	\$504,00
PANEL TÁCTIL	1	700	\$84,00	\$784,00
VARIADOR DE FRECUENCIA	1	600	\$72,00	\$672,00
CONTACTOR	1	30	\$3,60	\$33,60
TABLERO ELÉCTRICO	1	90	\$10,80	\$100,80
RESISTENCIA TUBULAR	1	\$70,00	\$0,00	\$70,00
SENSOR PT-100	1	\$75,00	\$9,00	\$84,00
VÁLVULAS ELÉCTRICAS	2	\$21,00	\$2,52	\$44,52
MOTOR Y REDUCTOR	1	\$60,00	\$7,20	\$67,20
BOMBA DE AGUA	1	\$35,00	\$4,20	\$39,20
TUBO INOXIDABLE 3/4 (15cm)	1	7	\$0,84	\$7,84
MANGUERA 3/4	4	\$0,80	\$0,00	\$3,20
VÁLVULA INOXIDABLE DE 1/2 MANUAL	1	\$12,21	\$1,47	\$13,68
TANQUE PLÁSTICO	1	\$10,00	\$1,20	\$11,20
VENTILADOR B8X146	1	\$5,97	\$0,72	\$6,69
VENTILADOR FIJO	1	\$4,50	\$0,54	\$5,04
BORNERO KM3-FE 40X25	1	\$3,19	\$0,38	\$3,57
TERMÓMETRO	1	\$5,69	\$0,68	\$6,37
ADAPTADORES 3/4	5	\$0,60	\$0,00	\$3,00
REDUCTORES 3/4	3	\$1,20	\$0,00	\$3,60
BUSHIN 1 3/4	2	\$1,30	\$0,00	\$2,60
CHEK 1/2	1	\$4,50	\$0,00	\$4,50
ABRASADERAS	5	\$0,20	\$0,00	\$1,00
TEFLONES	6	\$0,35	\$0,00	\$2,10
NEPLO PERDIDO	1	\$0,40	\$0,00	\$0,40
SPRAY NIQUELADO	1	\$4,50	\$0,54	\$5,04
		\$3.093,41	\$361,69	\$3.487,15

Fuente: Los Autores

Hemos estimado que es necesario incluir dentro de los costos del diseño de la máquina, los gastos generados por concepto de alimentación y transporte, a los que hemos denominado como costos indirectos en la **Tabla No.2**, ya que para realizar el análisis económico de la eficiencia de una inversión, como la que se está realizando con este proyecto, se deben incluir todos aquellos desembolsos que son originados por el objeto del proyecto en cuestión, en este caso, la Máquina Automática Multifunciones.

TABLA No.2

COSTOS INDIRECTOS DE DISEÑO DE LA MÁQUINA AUTOMÁTICA MULTIFUNCIONES

COSTOS

INDIRECTOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO		COSTO TOTAL
		UNIT.	12%	
TRANSPORTE	1	\$36,00	\$0,00	\$36,00
ALIMENTACIÓN	1	\$13,00		\$13,00
TOTAL		\$49,00	\$0,00	\$49,00

Fuente: Los Autores

El total de los gastos, denominados costos indirectos representan tan solo el 1 % del costo total de la elaboración de la máquina; estos costos fueron generados al viajar al cantón Milagro, donde el Ing. Electromecánico José Tómalá tiene el taller donde elaboró la marmita.

5.2 Costos de producción transformación de la fruta.

Para estimar los costos originados por las pruebas realizadas, es necesario, establecer las cantidades específicas de cada uno de los componentes utilizados en la preparación, ya sea el producto final mermelada, jugo o pulpa.

Adicional a esto también se consideró los costos incurridos para la presentación de los productos, ya sean éstos: envases de vidrio, fundas plásticas; sin embargo es necesario considerar la inversión total que se hizo al inicio, ya que se adquirió una serie de insumos para realizar las pruebas correspondientes, éstos tuvieron un valor total de \$93.63.

TABLA No.3
COSTOS DE TRANSFORMACIÓN DE LA FRUTA.

COSTOS DE PRODUCCIÓN

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD kl/ ml	COSTO		COSTO TOTAL
		UNIT.	12%	
ÁCIDO CÍTRICO	1	\$2,46	\$0,30	\$2,76
BENZOATO DE SODIO	1	\$2,60	\$0,31	\$2,91
GLUCOSA LIQ	1	\$1,70	\$0,20	\$1,90
PECTINA	1	\$25,20	\$3,02	\$28,22
SORBATO POTASIO	1	\$6,40	\$0,77	\$7,17
FRUTA (kl. VARIABLE)	1	\$10,00	\$0,00	\$10,00
REPOSTERO PEQUEÑO	1	\$1,15	\$0,14	\$1,29
REPOSTERO MEDIANO	1	\$2,22	\$0,27	\$2,49
POMO REDONDO	2	\$2,04	\$0,24	\$4,32
POMO CUADRADO	1	\$4,08	\$0,49	\$4,57
TOTAL		\$47,85	\$5,74	\$65,63

Fuente: Los Autores

TABLA No.4**COSTOS DE PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO.****INSUMOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO		COSTO
		UNIT.	12%	TOTAL
SELLADOR DE FUNDAS	1	\$25,00	\$3,00	\$28,00
ENVASE VIDRIO	1	\$0,00	\$0,00	\$0,00
TOTAL		\$25,00	\$3,00	\$28,00

Fuente: Los Autores

5.3 Ventajas socio-económicas del proyecto.

Este proyecto busca el mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores que se dedican a la producción frutícola, a través de la generación de mejores ingresos y de la eficiencia en la cadena de valores de su producción con la utilización de la Máquina Automática Multifunciones, ya que el agricultor puede programar la máquina según sus necesidades y realizar otras actividades al mismo tiempo.

Esta marmita con agitador tiene una capacidad de 30 litros y como se ha mencionado al inicio, el objetivo de este proyecto es proporcionar a los agricultores que comercializan sus productos agrícolas, en el caso de las frutas, un instrumento que de un valor agregado a su producción, sin que éste represente costos muy elevados, es así, que hemos optado por disminuir la capacidad de la marmita en relación a las que se comercializan actualmente en el mercado, las cuales como mínimo tiene una capacidad de 150 litros y sus precios oscilan entre \$46,000 y \$55,000.

Otra de las ventajas que se podrían mencionar al estar estas máquinas destinadas a la utilización de pequeños productores, es que, debido a la capacidad de éstas, podrían fácilmente diversificar su producción que en promedio son de 1 a 3 hectáreas de cultivos, ya sea de manera individual o a través de las organizaciones campesinas.

Conclusiones:

Se realizó el diseño y la implementación de una máquina automática que produce mermelada, jugo y pulpa pasteurizada, que será utilizada por los agricultores en su producción de frutas. En referencia con máquinas que hay en el mercado, esta máquina multifunciones fue construida a bajo costo por contar con mano de obra nacional y materiales de fácil adquisición en el mercado local.

El trabajo de diseñar y construir una máquina fue por demás interesante y sacrificado donde se involucraron conocimientos en diferentes áreas:

- Diseño Mecánico
- Diseño Eléctrico
- Diseño Electrónico
- Automatización Industrial

En el desarrollo del proyecto presentado en esta tesis, detallamos recomendaciones en base a nuestra experiencia personal.

Se consideró un tamaño de tablero de control que nos permitiera reemplazar algún elemento defectuoso sin tener que afectar las demás conexiones.

Por tanto las dimensiones fueron generosas sin exagerar, considerando el posible cambio de algún elemento que no tuviere las mismas dimensiones.

Para el manejo de temperatura (control de resistencia tubular) se utilizó un sistema de swicheo (ON/OFF), donde el PLC activa el contactor que energiza la resistencia. Al ser el contactor un dispositivo electromecánico, con cada accionamiento sufre un desgaste interno en sus contactos y si se realiza activaciones a una alta frecuencia provoca que el dispositivo se averíe. Por esto fue necesario reemplazar el contactor electromecánico por un Relé de estado sólido.

Para poder realizar la pasteurización es necesario realizar cambios de temperatura, inicialmente se hizo circular por el serpentín agua a temperatura ambiente, sin conseguir el resultado esperado, por lo que se procedió a probar circulando agua helada por el serpentín, obteniendo así la variación de temperatura desea.

BIBLIOGRAFÍA

Libro:

DUNN, William, *Fundamentos industriales de instrumentación y control de procesos*.

Páginas de Internet:

- http://207.5.43.60/intertecnica/pantallas/productos_detalle.asp?IdProductos=13
- <http://iihmsa.net/ads/index.php?a=5&b=520>
- http://cbi.izt.uam.mx/iq/lab_mec_de_fluidos/Practicas%20Laboratorios/PRACTICA4.pdf
- <http://es.scribd.com/antologiag/d/51350771/11-Metodos-de-Control-Clasico>
- <http://es.scribd.com/doc/22348001/MEDIDOR-ELECTRICO-DE-TEMPERATURA-CON-TERMORESISTENCIA-CON-CIRCUITO-PUENTE-DE-WHEATSTONE>
- <https://eb.automation.siemens.com/goos/catalog/Pages/ProductData.aspx?catalogo b> gRegion=GB>

Anexos:

Anexo I	Manual de Usuario
Anexo II	Programa Pantalla Táctil
Anexo I	Programa PLC
Anexo I	Ficha Técnica