

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

DISEÑO DE SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE VARIABLES
DE HORNO PARA SECADO DE PASAS.

Trabajo de Titulación para optar al Título
Profesional de Ingeniero de Ejecución en
CONTROL E INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

Alumno: Guilianno Osvaldo González Lepe

Profesor Guía: Mag. Franz Max Yurjevic Perín

2023

RESUMEN

KEYWORDS: PROGRAMACIÓN, HMI, BLOQUES, PLC, VDF, COMUNICACIÓN.

En el presente trabajo se abordará la integración de un control automatizado, el cual contempla en el primer capítulo revisar las distintas alternativas de solución al problema a través de la utilización de distintos sistemas de control y monitoreo, además de revisar el estado actual del sistema de control, lo que permitirá elegir la mejor opción, que luego podrá ser aplicada en el proceso de monitoreo del horno de secado de pasas, sean estos en la misma empresa como dentro de las distintas empresas que utilicen este tipo de hornos de secado de pasas.

Dentro del segundo capítulo se abordará el desarrollo de la solución, el cual consiste en conocer los equipos a utilizar en este diseño de sistema de control, para proceder con la posible programación de los equipos a seleccionados e integrar al sistema actual de accionamiento y monitoreo del horno de secado de pasas.

Lo abordado en el capítulo 3, mostrará de qué forma se puede usar este potente sistema a implementar, el cual traerá mejoras de seguridad y monitoreo de las distintas variables que se podrán usar para la obtención de datos. Además de que se observara el costo de la implementación del diseño del sistema de control elegido como solución.

ÍNDICE

RESUMEN

ÍNDICE

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES	2
1. ANTECEDENTES GENERALES	3
1.1. Antecedentes del proceso de secado	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.2.1. Importancia de resolver el problema	8
1.3. SITUACIÓN DEL PROYECTO ACTUALMENTE	8
1.3.1. Tablero de control del motor	8
1.3.2. Motor de inyección de vapor	11
1.4. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	13
1.4.1. Requerimientos	14
1.4.2. Alternativas de solución	14
1.3.3. Alternativa seleccionada	15
1.5. OBJETIVOS DEL PROYECTO	17
1.5.1. Objetivo General	17
1.5.2. Objetivos específicos	17

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y DESARROLLO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN

ELEGIDO 18

2. ANÁLISIS Y DESARROLLO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN ELEGIDO

19

2.1 ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN SELECCIONADA

19

2.1.1 Establecimiento de temperatura en VDF

24

2.1.2 Sensado de temperatura y envío de datos a VDF

24

2.1.3 Inyección de vapor al horno para el secado de pasas

24

2.1.4 Conservación de temperatura a través de PID en VDF

25

2.2. EQUIPOS POR UTILIZAR

25

2.2.1 Variador de frecuencia

25

2.2.1.1. Variador de frecuencia ACS480-04-039A-4

26

2.2.2. Sensor para medición de temperatura

27

2.2.3. Transmisor de temperatura

28

2.2.4. Fuente de alimentación

29

2.2.5. Luces piloto

30

2.2.6. Protecciones

32

2.2.7. Interruptores y potenciómetro

34

2.2.8. Gabinete

35

2.2.9 Drive composer de ABB

36

2.3. DIAGRAMA DE CONEXIONES Y DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS

37

2.3.1. Diagrama de conexión de fuerza

37

2.3.2. Diagrama de conexión de control

38

2.3.3. Distribución de gabinete para motor de horno para el secado de pasas	40
2.4. CONFIGURACIÓN VDF ACS480	41
2.4.1. Aspectos configurables del VDF ACS480	41
2.4.2. Configuraciones para puesta en marcha	43
CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO	46
3. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO	47
3.1 CARTA GANTT	47
3.2 Costos del proyecto	48
3.3 Costos directos	48
3.4 Costos de materiales	49
3.5 Costos de mano de obra	52
3.6 Resumen de costos del proyecto	54
3.7 Flujo de caja	54
3.7.1 Van y Tir	57
3.7.2 Análisis de sensibilidad	59
3.7.3 Análisis de beneficios en ganancias netas del proyecto	60
CONCLUSIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	64
ANEXOS	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1	Maquinaria utilizada posterior al secado de las pasas	5
Figura 1-2	Mallas para llenado de pasas	6
Figura 1-3	Carrito para llenado de mallas	6
Figura 1-4	Puerta frontal horno secado de pasas	7
Figura 1-5	Puerta trasera horno secado de pasas	7
Figura 1-6	Parte interna del tablero de control de motor horno secado de pasas	9
Figura 1-7	Diagrama de conexión del tablero de control de motor horno secado de pasas	10
Figura 1-8	Tapa tablero de control de motor de horno secado de pasas	11
Figura 1-9	Explicación índice de protección de los motores eléctricos	12
Figura 1-10	Placa característica de motor de succión de aire	13
Figura 2-1	Proceso genérico de la solución	19
Figura 2-2	Diagrama de flujo del proceso para el secado de pasas	21
Figura 2-3	Diagrama proceso detallado para el secado de pasas	22
Figura 2-4	Diagrama P&ID para el secado de pasas.	23
Figura 2-5	VDF ACS480	27
Figura 2-6	Sensor para medición de temperatura Platinum RTD PT100	28
Figura 2-7	Transmisor de temperatura RTD PT100	29

Figura 2-8	Fuente de alimentación 24VCC	30
Figura 2-9	Luz piloto 24VCC	31
Figura 2-10	Luz piloto 380VAC	31
Figura 2-11	Disyuntor termomagnético 3x40A	32
Figura 2-12	Disyuntor termomagnético 10A	33
Figura 2-13	Interruptor diferencial 2x25A 30mA	33
Figura 2-14	Interruptor tipo palanca	34
Figura 2-15	Potenciómetro 10KΩ	35
Figura 2-16	Gabinete metálico	36
Figura 2-17	Ilustración conexión drive composer	37
Figura 2-18	Diagrama unifilar de fuerza para motor de horno para el secado de pasas	38
Figura 2-19	Diagrama de control para motor de horno de secado de pasas	39
Figura 2-20	Distribución de gabinete para motor de horno para el secado de pasas	41
Figura 2-21	Aspectos configurables del VDF ACS480	42
Figura 2-22	Configuraciones I/O VDF ACS480	43
Figura 2-23	Configuraciones básicas o primary settings del VDF ACS480	44
Figura 2-24	Configuraciones PID en VDF ACS480	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1	Clasificación según calibre de pasas	4
Tabla 1-2	Resumen de la evaluación de las distintas alternativas	15
Tabla 1-3	Comparativa de alternativas	16

Tabla 3-1	Carta Gantt	47
Tabla 3-2	Costos de materiales	49
Tabla 3-3	Desglose de horas hombre	53
Tabla 3-4	Costos de mano de obra	53
Tabla 3-5	Resumen de costos del proyecto	54
Tabla 3-6	Flujo de caja con ventas actuales	55
Tabla 3-7	Flujo de caja con aumento de 5% de ventas	56
Tabla 3-8	Flujo de caja con aumento de 10% de ventas	56
Tabla 3-9	Flujo de caja con aumento de 15% de ventas	57
Tabla 3-10	Resultados extraídos desde el flujo de caja con ventas actuales	58
Tabla 3-11	Resultados extraídos desde el flujo de caja con aumento 5% de ventas	58
Tabla 3-12	Resultados extraídos desde el flujo de caja con aumento 10% de ventas	58
Tabla 3-13	Resultados extraídos desde el flujo de caja con aumento 15 % de ventas	58
Tabla 3-14	Análisis de sensibilidad del proyecto	60
Tabla 3-15	Beneficios en ganancias netas del proyecto	61

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS

UTFSM	:	Universidad Técnica Federico Santa María
PLC	:	Controlador Lógico Programable

HMI	:	Interfaz hombre máquina
DI	:	Entrada digital (Digital Input)
DO	:	Salida digital (Digital Output)
IA	:	Entrada análoga (Analog Input)
AO	:	Salida análoga (Analog Output)
NC	:	Normalmente cerrado
NA	:	Normalmente Abierto
SP	:	Punto de ajuste (Setpoint)
E/S	:	Entradas y Salidas
AC	:	Corriente alterna
VDF	:	Variador de frecuencia o Convertidor de frecuencia
VCC	:	Voltaje de corriente continua
VAC	:	Voltaje de corriente alterna
I/O	:	Entradas y salidas
Datasheet	:	Hoja de datos del proveedor
UF	:	Unidad de fomento chilena

B. SIMBOLOGÍA

Hr.	:	Horas.
mA	:	Miliamperios.
V	:	Volts.
A	:	Amper.

m	:	Metros
°C	:	Grados Celsius
Hz	:	Hertz
kW	:	Kilo Watts
W	:	Watts

INTRODUCCIÓN

Hoy en día se vive una expansión tecnológica drástica, la cual está afectando directamente a los seres humanos, desde los avances en sistemas de control y monitoreo, donde hoy tener el sistema eléctrico de las variables de un proceso no es problema, sino algo que debe implementarse para tener una mayor seguridad para el trabajo de las personas en su vida laboral.

Por lo anterior es que se abordará el diseño de un sistema de control y monitoreo de variables de un proceso, para luego visualizar información que permitirá tomar acciones, como por ejemplo saber la temperatura promedio durante el secado de pasas, horas de uso de maquinarias para el mantenimiento preventivo o para saber el rendimiento que puede tener una línea de productividad, como también otros datos para mantener la seguridad de las personas que desarrollan su vida laboral en este proceso de producción.

En el siguiente desarrollo de diseño del proyecto se abordarán las distintas variables y artefactos a modificar, para así lograr obtener un monitoreo y control del proyecto de una forma más exacta, con una disminución en gastos y aumento en la producción si así se desea realizar la implementación de este diseño. Además de la obtención de una mayor seguridad para los trabajadores y para los equipos de trabajo.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

1. ANTECEDENTES GENERALES

Debido a la necesidad de tener monitoreo de variables de procesos industriales y la virtualización de procesos, es momento de pensar en la integración de equipos para el control automático como son los PLCs, VDF y monitoreo a distancia para la visualización de los procesos y sus distintas variables, de esta forma se puede implementar un sistema que permita tener el total control del proceso de trabajo de los hornos de secado de pasas u otro tipo de sistemas de secado, se puede pensar que este sistema de integración permitirá a trabajadores, empresarios y compradores saber el comportamiento por el cual paso el producto que están fabricando o comprando.

1.1. Antecedentes del proceso de secado

El proceso de secado de pasas parte mucho antes de entrar al horno por razones que se deben realizar algunos procesos antes de ingresarlas al horno, posteriormente al secado se deben realizar los siguientes procesos para llevarse a la venta. Estos procesos los realiza la empresa Sweet Dried Fruit desde el año 1998, pudiendo así distribuir un producto de calidad a sus compradores.

Lavado y desinfección: Previo al proceso de deshidratación la uva es sometida a un proceso de lavado mediante sistema de Inmersión en estanques de acero inoxidable.

Deshidratación: Consiste en eliminar a través del uso de calor una buena parte de la humedad de la uva, para extender su vida útil, impedir el crecimiento de hongos y bacterias, y así poder optar a mercados más lejanos y contar con uva pasas en épocas que estas no se producen.

El proceso debe ser parejo, de manera de lograr un color y humedad uniforme. Se busca que el rendimiento del proceso de deshidratación sea no menor a cuatro, esto es un kilo de fruta seca por cada cuatro kilos de fruta fresca, y con una buena apariencia.

Este proceso se realiza con hornos a leña en donde la uva es colocada en túneles con aire caliente por un tiempo de 48 horas y a una temperatura constante de 50°C

Calibrado: Luego del deshidratado de la uva, esta debe permanecer al menos 10 días en reposo antes de ser calibrada, en la figura 1-1 se aprecia la maquinaria utilizada para este proceso.

Para la labor de calibrado se utilizan arneros de calibración de acero inoxidable por donde va pasando la fruta y clasificándose como se muestra en tabla 1-1

Tabla 1-1 Clasificación según calibre de pasas.

Calibre	Tipo de pasa
4mm	Corinto
+ 4 mm a 8,5 mm	Small
+ 8,5 mm a 10,5 mm	Mediana
+ 10,5 mm a 11.9 mm	Large
+ 11,9 mm y más	Jumbo

Fuente: Creación de tabla con datos proporcionados por la empresa.

Selección: A la uva pasa se le realizan distintos procesos de selección y detallados controles de calidad, esto para eliminar puntos negros, pedicelos, además de verificar la existencia de frutos heridos, manchados, etc. Reduciendo con esto al mínimo el porcentaje de defectos presentes en cada pedido.

Empaque: El empaque de la uva pasa se realiza en bolsas de polietileno de color o transparente y luego colocadas en cajas de cartón de 10 kg propias; o en otros envases a petición del cliente.



Fuente: <https://lh3.googleusercontent.com/proxy/VoiT-WzNwJ9RR8xN5IHmpBQDdze-u1eYzQXGNO6d-68IbZCLZ9qkfwN7JavZ9KZaQZVAbfKS8h-nf-XjK1hSWxblsHbYp4il44Zv43Qe>.

Figura 1-1 Maquinaria utilizada posterior al secado de las pasas.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a la problemática que se está presentado en la empresa de distribución de frutos secos como lo son las pasas, siendo la falta de seguridad y monitoreo de las variables del proceso que se encuentran en el funcionamiento del horno de secado de pasas. Se desea llevar un registro de las temperaturas durante su funcionamiento y la cantidad de horas que lleva este proceso de secado de pasas al interior del horno.

Por lo anterior y debido a que los trabajadores deben ingresar al horno con los carritos para realizar el secado de los frutos, los cuales van en unas mallas como las de la figura 1-2 y estas sobre un carrito para poder realizar el movimiento de manera más fácil, ya que el carrito tiene ruedas como el de la figura 1-3, pero el problema sería que los hornos comienzan a funcionar antes de que se cierren tanto la puerta frontal como las puertas traseras como se ve en las figuras 1-4 y 1-5, se necesita diseñar un sistema para obtener una mejora del sistema de secado para la obtención de datos en cualquier instante del proceso por esta razón el

sistema a diseñar incluirá una pantalla HMI para verificar la temperatura que hay dentro del horno, además de saber si esta todo completo y en correcto orden para comenzar el proceso.



Fuente: Foto tomada en dependencias de la empresa.

Figura 1-2 Mallas para llenado de pasas.



Fuente: Foto tomada en dependencias de la empresa.

Figura 1-3 Carrito para llenado de mallas.



Fuente: Foto tomada en dependencias de la empresa.

Figura 1-4 Puerta frontal horno secado de pasas.



Fuente: Foto tomada en dependencias de la empresa.

Figura 1-5 Puerta trasera horno secado de pasas.

1.2.1. Importancia de resolver el problema

Al no tener un registro de la cantidad de veces que ha funcionado el motor de inducción que se utiliza en estos momentos para el secado de pasas, el cual es el encargado de la inyección de vapor al interior del horno para el secado de pasas, no se puede mantener una temperatura de trabajo durante el proceso de secado de pasas al no contar con un correcto controlador para esto, además de no poder llevar un monitoreo de las temperaturas o tener un sistema de seguridad para los trabajadores cuando se encuentra en funcionamiento el horno de secado de pasas, además de no poder lograr tener un sistema de mantenimiento correcto para este mismo.

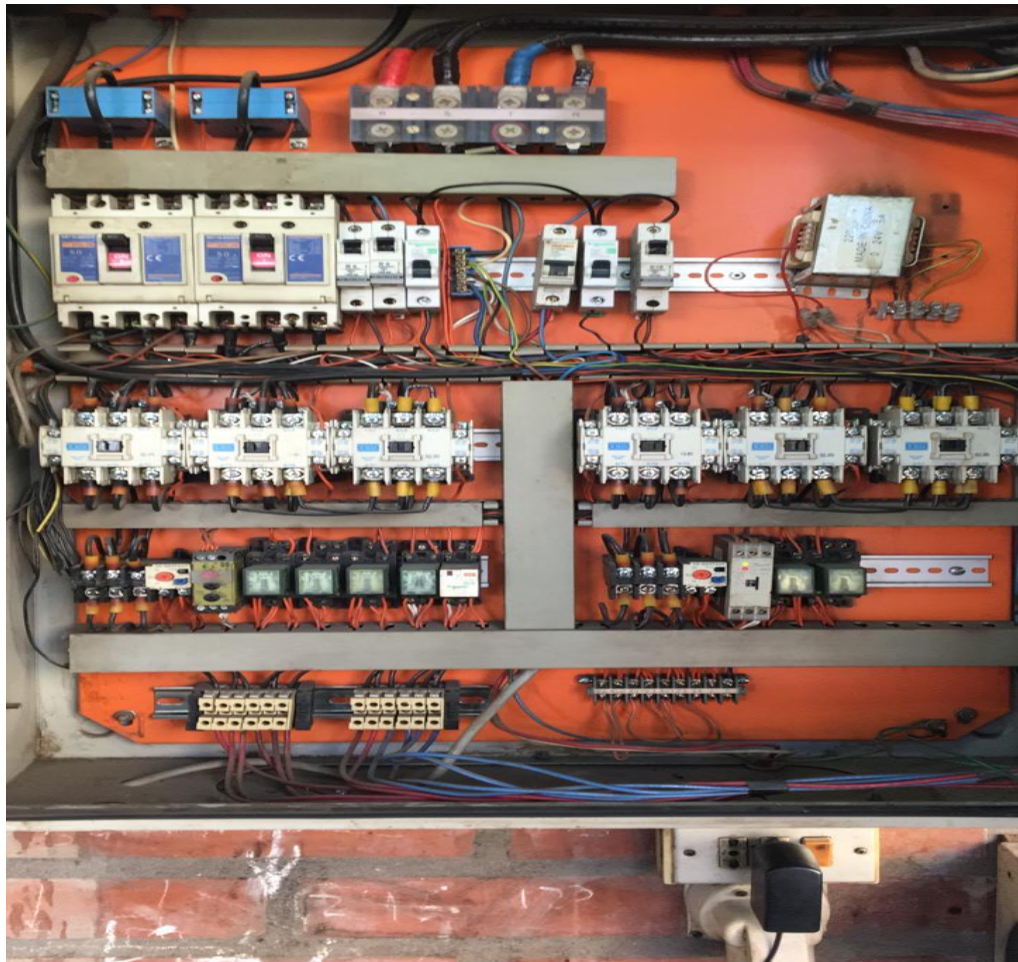
1.3. SITUACIÓN DEL PROYECTO ACTUALMENTE

La situación actual del proyecto la cual es trabajar a través de partida estrella triángulo para el arranque del motor encargado de mover el vapor y el no tener ningún sistema de monitoreo está en correcto funcionamiento, pero sin tener un buen desarrollo del sistema de control y monitoreo de las variables del proceso, a esto se le agrega el consumo de energía que tienen los motores de inducción en sus arranques y el funcionamiento constante de este al no tener un correcto controlador para el uso del sistema del horno de secado de pasas.

1.3.1. Tablero de control del motor

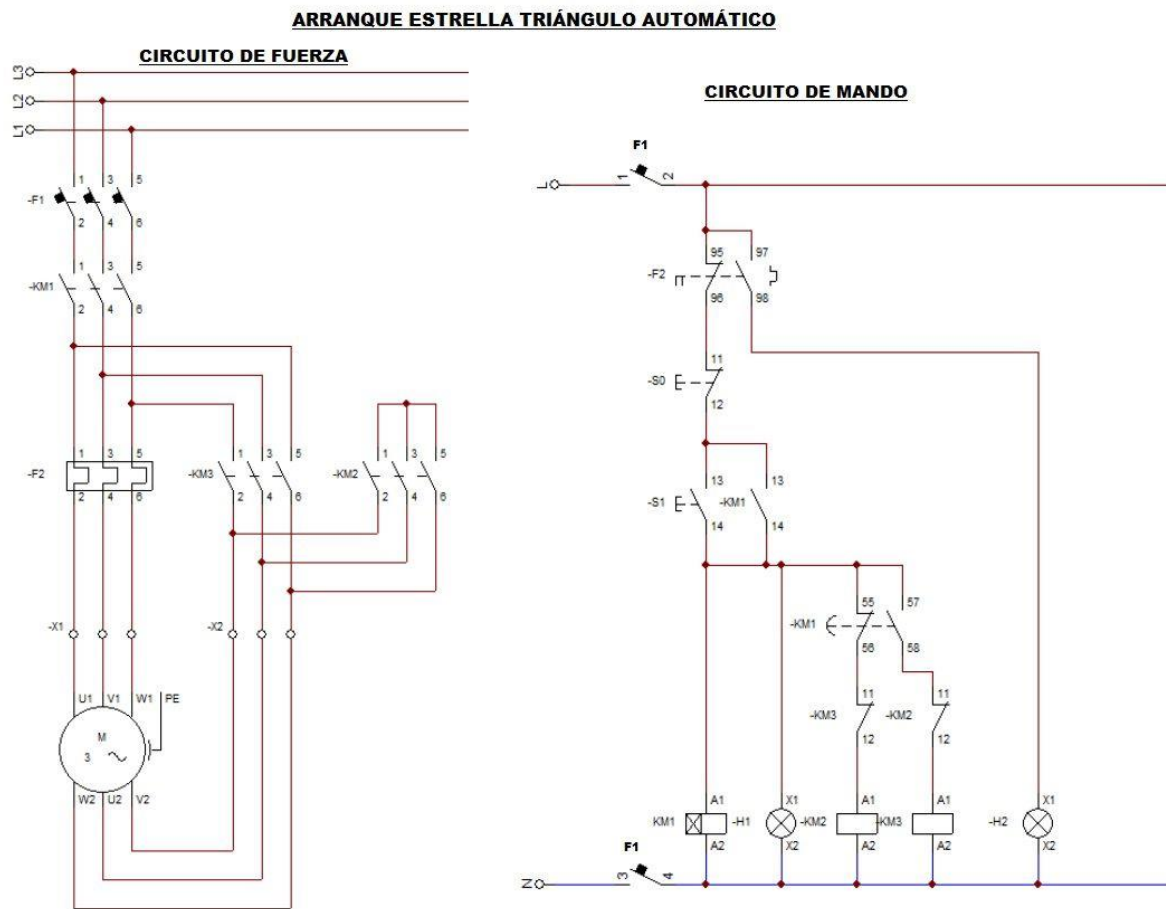
En la actualidad se encuentra un tablero de fuerza y control para el motor encargado de la succión de los vapores provenientes de la caldera. Este tablero de control consta de un disyuntor termomagnético trifásico general para la alimentación de los contactos del motor y así generar el giro de este a través de lo que sería un control estrella-triángulo. Por lo que el control se compone de 3 contactores para poder desarrollar lo que sería el cambio de estrella a triángulo en la alimentación de las bobinas del motor, además de lo que sería un temporizador para poder ajustar el tiempo de partida en el cual este motor trabajaría en

estrella para luego proceder a hacer la conmutación a triángulo y realizar su trabajo en triángulo. Este método es usado para la partida de los motores, para poder reducir el pick de corriente en la partida de estos. El control está alimentado por un disyuntor termomagnético unipolar el cual alimenta monofásicamente lo que sería el transformador de relación 220V/24V AC, para así luego alimentar las bobinas de los contactores y el temporizador. Lo mencionado anteriormente se puede apreciar en la figura 1-6, 1-7 y 1-8. En esta figura se aprecia el sistema de control de dos hornos de secado de pasas, además de lo que sería el monitoreo de voltaje y corriente el cual se hace a través de toroides para lo que sería la corriente y a través de un voltímetro análogo para lo que sería el voltaje.



Fuente: Foto tomada en dependencias de la empresa.

Figura 1-6 Parte interna del tablero de control de motor horno secado de pasas.



Fuente: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.areatecnologia.com%2Felectricidad%2Farranque-estrella-triangulo.html&psig=AOvVaw2hd6kxqJFUbpKegA8pKTZs&ust=1641320239471000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQIRxqFwoTCPCU-cKYivUCFQAAAAAdAAAAABAF>.

Figura 1-7 Diagrama de conexión del tablero de control de motor horno secado de pasas.

En la tapa de este tablero de control se encuentran algunos instrumentos de medida, además de lo que serían luces indicadoras de presencia de fase, botoneras de marcha y paro, luces indicadoras de funcionamiento y sobrecarga, también se aprecia un selector de manual y automático el cual no se encuentra funcionando, y lo que sería la captación a través de un sensor que se encuentra en el horno para mostrar en una pequeña pantalla lo que sería la temperatura de trabajo, mostrado en la figura 1-8.



Fuente: Foto tomada en dependencias de la empresa.

Figura 1-8 Tapa del tablero de control de motor horno secado de pasas.

1.3.2. Motor de inyección de vapor

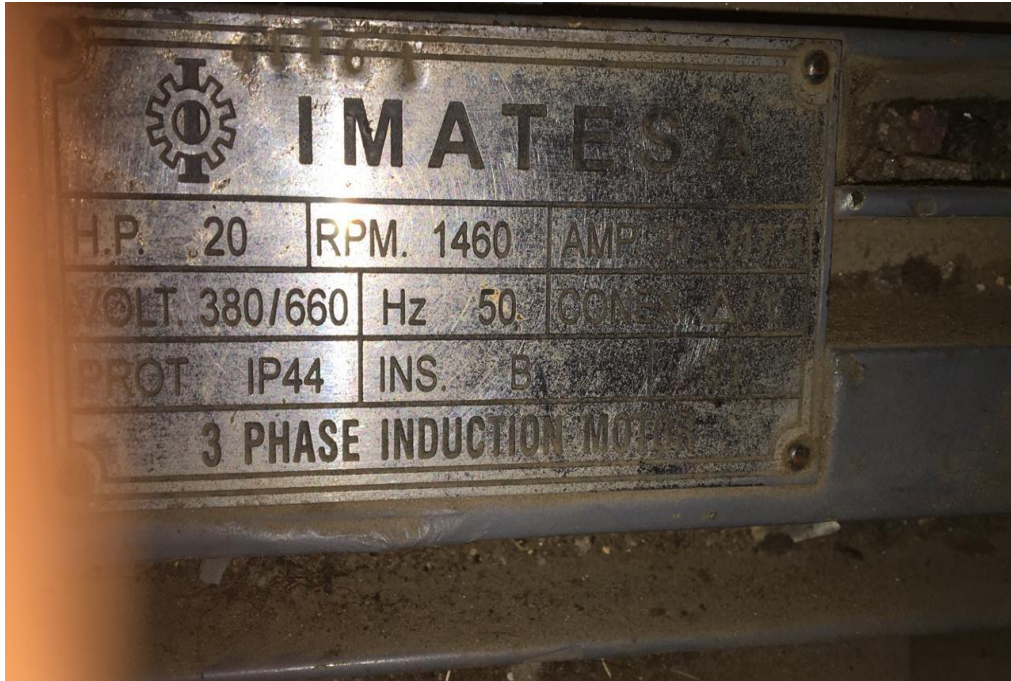
El motor que se utiliza en estos momentos es un motor de inducción trifásico marca Imatesa, el cual es alimentado y controlado por el tablero de fuerza y control que se muestra en la figura 1-6, este motor se encuentra dentro de lo que sería el horno de secado de pasas el cual se encarga de succionar vapor a altas temperaturas desde la caldera y inyectarlo al horno para el secado de pasas. Este motor es controlado a través de un sistema de control llamado partida estrella triángulo y funciona durante 48hrs seguidas inyectando vapor al horno para poder realizar el secado de las pasas y poder mantener su temperatura. Es un motor asincrónico con un índice de protección de IP44 el cual la primera sigla se asocia a la protección contra las partículas de polvos y la segunda sigla se asocia a lo que sería protección contra los líquidos y su categoría se explica en la figura 1-9.

PROTECCIÓN ANTE CUERPOS SÓLIDOS			PROTECCIÓN CONTRA EL AGUA	
	Sin protección	0	Sin protección	
	Protección contra objetos con diámetro superior a 50mm	1	Protección ante un goteo vertical	
	Protección contra objetos con diámetro superior a 12mm	2	Protección contra goteo con inclinación de 15°	
	Protección contra objetos con diámetro superior a 2.5mm	3	Protección ante pulverización	
	Protección contra objetos con diámetro superior a 1mm	4	Protección ante salpicaduras	
	Protección ante el polvo	5	Protección ante chorros de agua	
	Protección totalmente estanco ante el polvo	6	Protección ante chorros continuos de agua	
		7	Protección contra inmersiones temporales	
		8	Protección contra inmersiones permanentes	

Fuente: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.teslak.cl%2Farticle%2Findices-de-proteccion-de-los-productos-electricos&psig=AOvVaw1HX-bJLPXh66YcDylXsDGv&ust=1641312676234000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjRxqFwoTCIjW6bL8lfUCFQAAAAAdAAAAABAD>

Figura 1-9 Explicación índice de protección.

Su voltaje de trabajo es en conexión estrella es de 660V y en triángulo de 380V, el consumo de corriente que genera es de 17,5A en su desarrollo de trabajo en conexión estrella y un consumo de 30,3 en su trabajo conectado como triángulo, además de que es un motor de 20HP (aproximadamente 14.960 Watts) y la velocidad de trabajo es de 1460rpm. En la figura 1-10 se aprecia la placa característica de este motor.



Fuente: Foto tomada en dependencias de la empresa.

Figura 1-10 Placa característica de motor de succión de aire.

1.4. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

La solución del problema está enfocada en la integración de distintos componentes eléctricos y electrónicos, los cuales son equipos para poder realizar la automatización del sistema y tener una mejor seguridad para los trabajadores del área. El diseño que se quiere llevar a cabo en este proyecto consta de un micro PLC el cual viene junto a un VDF, para tener el control, monitoreo y registro de variables del proceso como lo son la temperatura, además de lo que son variables de consumo de energético y registro del proceso de trabajo del horno de secado de pasas. Al realizar estas mejoras en el sistema de control del motor eléctrico encargado de abastecer de aire caliente el horno se podrán ver mejoras en la seguridad de las personas que van a manejar este sistema de control, como para las máquinas que son parte de este sistema de control eléctrico.

1.4.1 Requerimientos

Para el buen desarrollo de este proyecto es necesario disponer del horno y su sistema de control eléctrico para el secado de pasas, por tal motivo es que deben de manejar distintas herramientas como por ejemplo, tener el conocimiento sobre configuración y programación de los equipos como los PLCs y saber el uso de los distintos códigos de programación, además entre otras cosas saber cómo conectar y configurar los distintos parámetros a ingresar a través de las IA y DI las cuales se encuentran en otro de los componentes como el VDF, para poder lograr una buena configuración y conexión de estos equipos. Además de conocer los funcionamientos de cada uno de estos artefactos con la finalidad de concretar el diseño de este proyecto en forma exitosa.

1.4.2. Alternativas de solución

Dentro del plan para solucionar este problema de monitoreo y seguridad del horno de secado de pasas se consideran 3 alternativas, estas son:

Alternativa 1: Mantener el diseño del sistema de control que actualmente se encuentra instalado para el funcionamiento del horno de secado de pasas y crear un plan de mantenimiento para el proceso de secado al interior del horno.

Alternativa 2: Crear un diseño de control del sistema en base a lo ya instalado en el horno de secado de pasas, haciendo mejoras en la seguridad a través de luces indicadoras y conservar la lógica cableada a través de contactores electromagnéticos del proceso.

Alternativa 3: Crear un diseño de control del sistema totalmente nuevo para así poder monitorear y controlar algunas de las variables que aplican directamente al proceso de secado de pasas en el horno. Todo esto se realizaría a través de un micro PLC junto a un VDF y con su

visualización en un monitor conectado externamente, el cual tendría señales de entradas digitales DI como entradas analógicas AI además de algunas señales de salida digitales.

1.4.3. Alternativa seleccionada

Para elegir la mejor alternativa se realiza una tabla comparativa entre cada una de ellas, donde se evalúan con puntuaciones que van de 1 hasta 5, donde el criterio de evaluación es 1 que significa “muy malo” y 5 significa “muy bueno”, como se indica en la tabla 1-2.

Tabla 1-2 Resumen de la evaluación de las distintas alternativas

Puntuación				
Muy Malo	Malo	Aceptable	Bueno	Muy Bueno
1	2	3	4	5

Fuente: Pauta de evaluación

Los criterios de evaluación son los siguientes:

Tecnológica: modificar o transformar ligeramente un producto o servicio ya existente con la finalidad de darle una nueva función o mejorarlo.

Beneficio: se refiere a un bien que es dado o que es recibido. En este caso, lo que aporta para la seguridad de los trabajadores y los registros.

Factibilidad técnica: se refiere a la disposición de la empresa de implementar la solución diseñada en este proyecto y la disponibilidad de su instalación.

Continuidad: Se refiere a duración en el tiempo de la alternativa a largo plazo.

Implementación: es la ejecución o puesta en marcha de una idea programada, ya sea, de una aplicación informática, un plan, modelo científico, diseño específico, estándar, algoritmo o política.

En la tabla 1-2 se puede apreciar la comparativa de las alternativas de acuerdo con los distintos criterios de selección.

Tabla 1-3 Comparativa de alternativas

Criterio/Alternativa	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Tecnológica	2	4	5
Beneficio	3	4	5
Factibilidad técnica	5	3	4
Continuidad	2	3	5
Implementación	5	4	3
Puntuación Total	17	18	22

Fuente: Pauta de evaluación.

Una vez realizada la evaluación de cada una de las alternativas se selecciona la más viable a la solución que se requiere, por este motivo es que se elige la alternativa número 3 y se explicará de qué forma se implementará para tener el mayor provecho de este diseño de sistema de control y monitoreo del horno de pasas.

1.5. OBJETIVOS DEL PROYECTO

A continuación, se presenta los objetivos General y específicos que buscan dar cumplimiento en el presente trabajo de título.

1.5.1. Objetivo General

Diseño del sistema de automatización para el control y monitoreo de variables de un horno para el secado de pasas.

1.5.2. Objetivos específicos

- Describir la situación actual.
- Diseño de la solución de ingeniería para la automatización.
- Realizar evaluación económica.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y DESARROLLO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN

ELEGIDO

2. ANÁLISIS Y DESARROLLO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN ELEGIDO

En este capítulo se detallarán los materiales a utilizar para la solución elegida, además de los diagramas de conexión que darán el conexionado y configuración de los equipos para poder realizar su proceso de forma correcta. En este caso se habla principalmente de las configuraciones y conexiones que se harán entre el VDF y el resto de los componentes a utilizar. El sistema elegido se va a ser seleccionado para lograr el correcto secado de lo que serían las pasas en el horno, para esto se realiza un proceso el cual sería ingresar el carrito con la materia prima al interior del horno, una vez ya se encuentre allí se procede a comenzar con el proceso, lo cual sería a través del sensor de temperatura saber la intensidad de calor en dicho momento para poder realizar la inyección de vapor a través de la impulsión del motor el cual sería comandado por el VDF tanto en sus partidas como para mantener la temperatura deseada, luego comenzar con el proceso del secado de pasas.

2.1. ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN SELECCIONADA

La solución que se propone busca que, a través de la forma más eficaz y eficiente, se aprovechen los recursos que se usan actualmente para secar las pasas sea teniendo una temperatura constante en el proceso para lograr el secado de pasas, para ello se implementara la adhesión de algunos artefactos para el mejoramiento del sistema de secado de pasas.

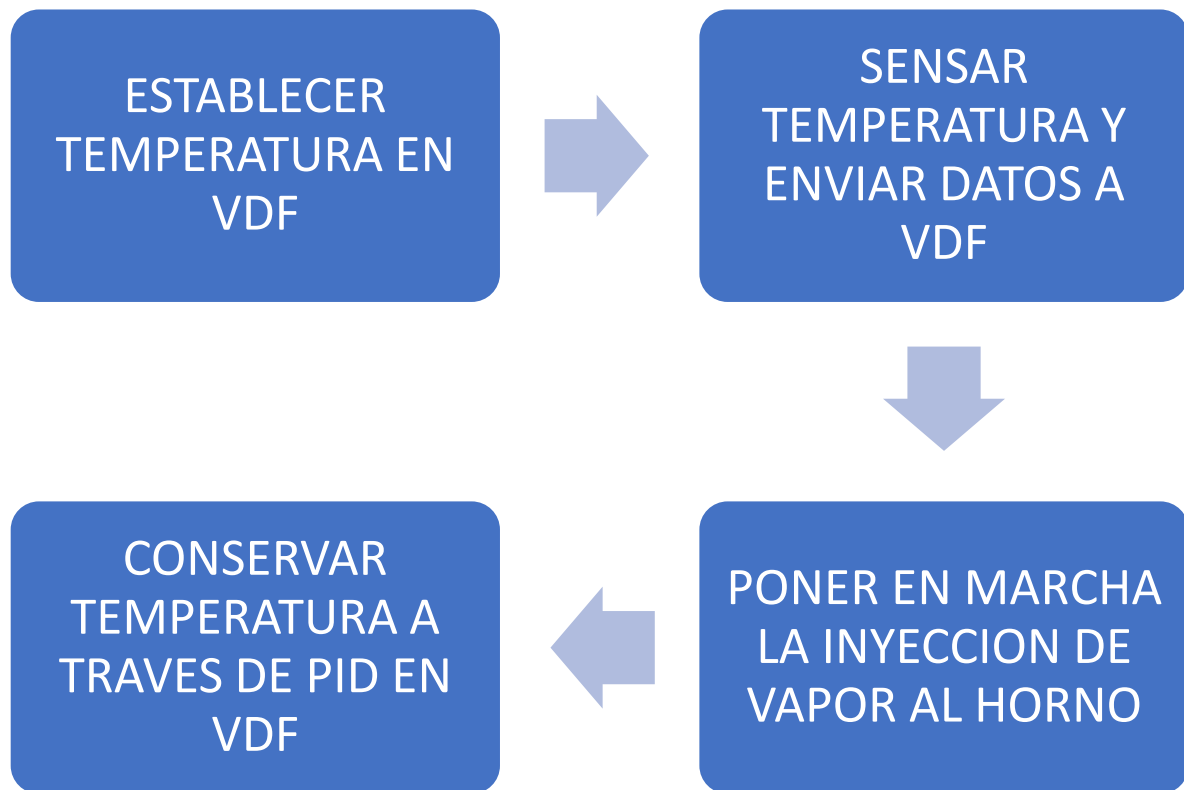


Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-1 Proceso genérico de la solución.

En la figura 2-1 se indica que entre el momento en el que ingresa el carrito con pasas al horno y las pasas completamente secas se encuentra un proceso. En este punto es donde se realiza la intervención del sistema de control seleccionado para poder monitorear y controlar la temperatura que estará dentro del horno, para así poder lograr un secado correcto y eficiente a las pasas. En el caso del sistema actual lo que hacen es ponerlas al interior del horno a una temperatura no controlada, tampoco controla las diferentes variables para lograr un buen secado del producto y mucho menos teniendo un monitoreo de este mismo, en la solución seleccionada se podrá monitorear y realizar el seguimiento de cada una de estas variables.

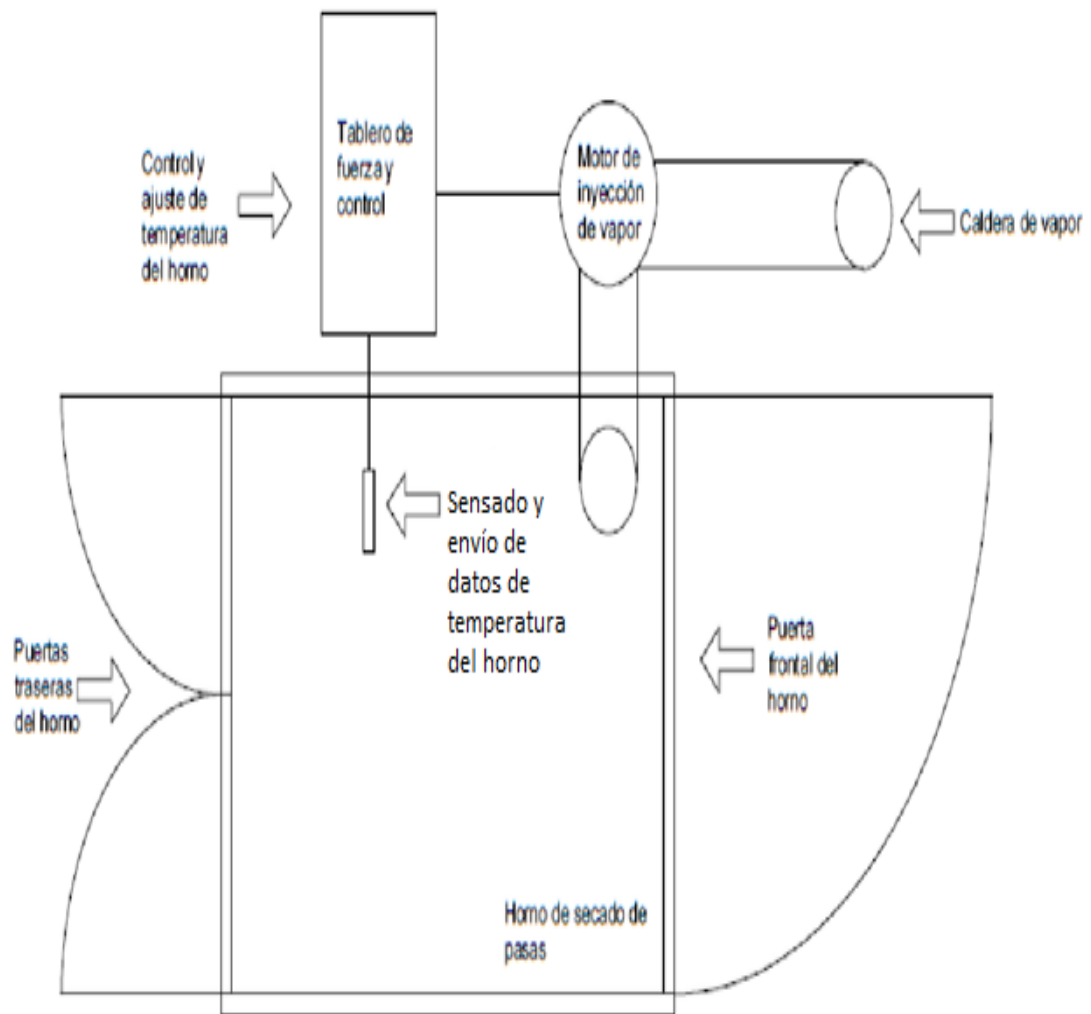
Finalmente, luego del proceso de secado las pasas están listas para proceder a la siguiente fase de trabajo la cual sería selección y empaque.



Fuente: Elaboración propia.

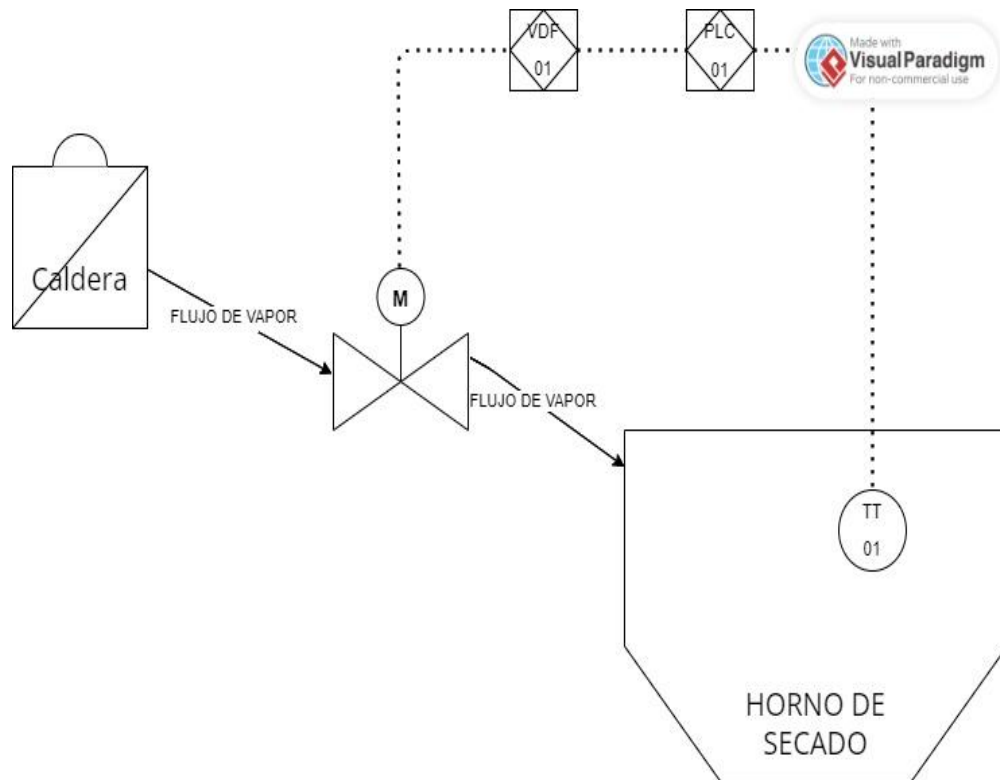
Figura 2-2 Diagrama de flujo del proceso para el secado de pasas.

En la figura 2-2 se aprecia lo que sería el diagrama de flujo para el nuevo control del sistema para el horno de secado de pasas, el cual se encuentra dentro del proceso de secado.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-3 Diagrama proceso detallado para el secado de pasas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-4 Diagrama P&D para el secado de pasas.

En la figura 2-3 se visualiza la forma en la cual trabaja el proceso luego de que son ingresadas las pasas al interior del horno y en la figura 2-4 su diagrama P&ID, al momento de ingresar las pasas en los carritos al interior del horno, se procede a cerrar las puertas correctamente y seleccionar la temperatura deseada para el secado de pasas, una vez seleccionada la temperatura se procede a inyectar el vapor a través del motor de inducción el cual es controlado por el VDF y su configuración correcta, a través de la configuración y temperatura seleccionada se mantiene estable la temperatura para lograr un correcto secado a una temperatura constante. Luego de completarse el secado el cual estaría controlado por un temporizador programado en el VDF este proceso se daría por finalizado y estaríamos en la etapa de las pasas completamente secas.

2.1.1. Establecimiento de temperatura en VDF

Para poder establecer la temperatura deseada en el VDF esta es controlada por el PID que se encuentra programado dentro de este, se necesita hacerlo desde un potenciómetro el cual ira conectado a este VDF a través de una IA y será puesto a disposición del personal en la tapa del tablero de control, dicho valor deseado de temperatura se verá reflejado tanto en el VDF como en el monitor que será instalado a un lado del tablero de control del horno para el secado de pasas.

2.1.2. Sensado de temperatura y envío de datos a VDF

Al momento de tener una temperatura deseada ingresada en el VDF este procederá a medir cuál es la temperatura que tiene el horno en ese momento, esto lo hará a través de un sensor de temperatura el cual estará conectado a un transmisor de temperatura para así poder obtener dichos datos en el VDF. Este procedimiento lo hará constantemente para poder saber si alcanzo la temperatura establecida por el operador y así lograr mantenerla constante.

2.1.3. Inyección de vapor al horno para el secado de pasas

En esta parte del proceso lo que se hace es inyectar vapor al horno de secado de pasas desde la caldera, este vapor se impulsa al seleccionar una temperatura en el VDF. La cantidad de vapor que se inyectara dependerá de la velocidad que tenga el motor encargado de impulsar dicho vapor, el cual esta comandado por lo que sería el VDF. Este VDF es el responsable de regular las velocidades del motor a través de lo que sería la variación de frecuencia para así poder mantener la temperatura deseada lo más constante posible.

2.1.4. Conservación de temperatura a través de PID en VDF

Para lograr mantener la temperatura en el horno de secado de pasas se debe configurar el PID integrado en el VDF con los datos del motor, el cual se encargará de inyectar el vapor al horno y así lograr conservar la temperatura. Para lograr la conservación de calor se debe retroalimentar con el sensado para así poder mantener la temperatura en una línea constante y al pasar el tiempo esta seguiría siendo la misma. Además de tener configurado en este PID la temperatura deseada y lo que serían sus entradas y salidas a controlar.

2.2. EQUIPOS POR UTILIZAR

Se revisará cada uno de los equipos que se ocuparan para este diseño del proyecto, para considerar las distintas variables, por si llega el momento de implementar este diseño no se tengan problemas al momento de la configuración de los equipos y así poder dar una rápida y correcta puesta en marcha del proyecto.

2.2.1. Variador de frecuencia

El VDF fue elegido a partir de las distintas características del motor de inducción el cual se encarga del flujo de vapor desde la caldera hasta el horno de secado de pasas. Este motor tiene dichas características por la cuales el variador a elegir debe ser de una potencia superior a la de este motor, en este caso se habla de un variador de la marca ABB, para ser más exactos del modelo ACS480-04-039A-4. Se eligió la marca ABB para el variador de frecuencia por el sistema y tecnología que la marca implementa dentro de un VDF, el cual permite hacer diferentes funciones a través de este mismo, además de poder lograr la programación de algunas variables como lo es un PID, las rampas de ascenso y descenso para el control del

motor, siendo así algunas de las razones además de lo que sería la calidad de trabajo y materiales usados para la construcción de sus equipos.

2.2.1.1. Variador de frecuencia ACS480-04-039A-4

Las dimensiones de este equipo son 220mm de alto, 260mm de ancho, 212,1 mm de profundidad y un peso de 6,02kg, la figura 2-1 hace referencia a lo mencionado. La principal virtud de este equipo es poder variar la frecuencia de trabajo de una carga conectada a este mismo, en este caso se refiere al motor de inducción que cumple la función de mover aire desde la caldera hasta el horno de secado de pasas, y al variar la frecuencia de dicho motor es directamente proporcional a la velocidad de inyección de vapor de dicho motor, por lo cual en este caso se disminuiría el flujo de vapor para poder lograr mantener una temperatura constante en el horno de secado de pasas. Este variador de frecuencia además de traer esa virtud integra un micro PLC en él, por lo cual trae otras funciones como lo es poder conectarle tanto E/S digitales como analógicas. El funcionamiento de este variador es a una tensión trifásica de 400V, trabaja con una frecuencia en la red la cual puede estar en el rango entre 48-63Hz, es de una potencia de 18,5kW, puede suministrar una corriente de 38A y en la partida hasta de 57,6A, cuenta con control vectorial y escalar de motores, puede controlar la frecuencia de motores entre los 0-599Hz, su temperatura de trabajo es de -10°C a los 50°C, su control de velocidad tiene precisión estática y dinámica, su índice de protección es IP20. Todas estas características ya mencionadas son para su trabajo entre 0-1000m sobre el nivel del mar, a una mayor altura se ven afectadas las características que tiene para manejar las cargas. Este equipo trae integrado un pequeño panel el cual sirve para visualizar tanto las configuraciones como las mediciones que hace el dispositivo en su momento de trabajo.

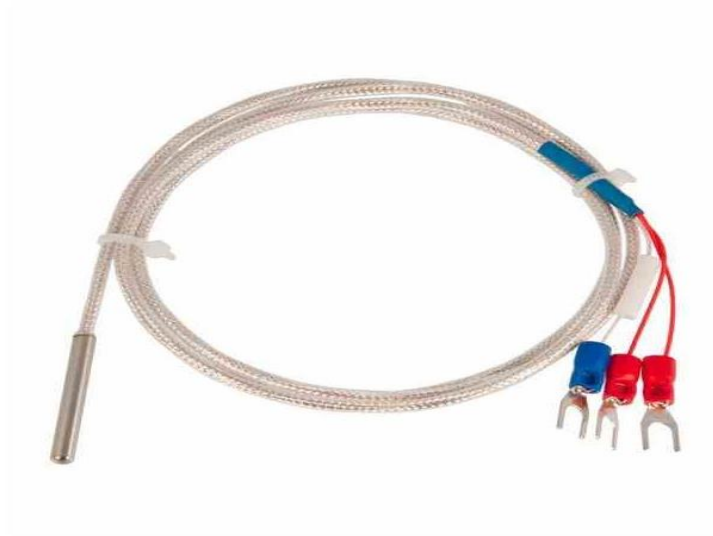


Fuente: datasheet del producto ACS480.

Figura 2-5 VDF ACS480.

2.2.2. Sensor para medición de temperatura

Para ser utilizado como sensor de temperatura se eligió del tipo platinum RTD el cual es uno de los mejores y en este diseño se usará solo uno, por su gran estabilidad y precisión. Su funcionamiento es a partir de una resistencia de 100 Ohm a la temperatura de 0°C es por eso su nombre PT100, este sensor está equipado con una cobertura de acero inoxidable para protegerlo de las distintas condiciones de trabajo, se puede apreciar su construcción en la figura 2-6. Es un sensor de 3 hilos (3 cables de señal), lo que significa que puede hacer una medición más precisa por la razón de que trae dos de esos 3 hilos conectados a un mismo lado de la resistencia y hace el cálculo a través de la diferencia que existe entre ellas, su rango de medida está comprendido entre los 0°C a los 100°C.



Fuente: <https://www.amazon.com/-/es/100-%C2%B0C-PT100-termopar-sensor-transmisor-temperatura/dp/B01FVWQS34>

Figura 2-6 Sensor para medición de temperatura Platinum RTD PT100.

2.2.3. Transmisor de temperatura

El transmisor elegido para el diseño de este proyecto fue del tipo RTD PT100 el cual se alimenta de una tensión de 24VCC, su rango de medición es de 0-100°C y su señal es enviada por medio de una corriente de 4-20mA, el trabajo de este artefacto es alimentar y recibir la señal del sensor y enviar el resultado obtenido en una magnitud de 4-20mA dependiendo del valor censado por el sensor utilizado. Si el equipo señala 100°C el transmisor enviara una señal de 20mA y si el artefacto está marcando 0°C el transmisor enviara 4mA. Este transmisor fue elegido por las entradas analógicas que trae disponible el VDF. En la figura 2-7 se muestra la forma de este transmisor.



Fuente: <https://www.amazon.com/-/es/100-%C2%B0C-PT100-termopar-sensor-transmisor-temperatura/dp/B01FVWQS34>

Figura 2-7 Transmisor de temperatura RTD PT100.

2.2.4. Fuente de alimentación

En este caso se debe utilizar una fuente de alimentación de 24VCC como la que se aprecia en la figura 2-8, para poder energizar tanto el transmisor como el sensor de temperatura que es necesario para el diseño del proyecto. Esta fuente se encargará de poder suministrar dicha tensión de 24VCC ya que en la red solo tenemos disponible una tensión de 220VAC O 380VAC. Esta fuente se alimenta entre los 100-240VAC y teniendo una salida máxima de corriente de 10A.



Fuente: https://cl.wiautomation.com/mean-well/fuente-de-alimentacion/NDR24024?utm_source=shopping_free&utm_medium=organic&utm_content=CL204858&gclid=Cj0KCQiA_c-OBhDFARIsAIFg3exRgpg69hoHicYhTDMSj33DcVXg-cKwcmgiBVOzGJ0kZQgsq62H3OgaArXEEALw_wcB

Figura 2-8 fuente de alimentación 24VCC.

2.2.5. Luces piloto

En este diseño del proyecto se usarán algunas luces para poder indicar el funcionamiento del horno y sus diferentes fallas, para eso se han elegido luces led de 24VCC como las de la figura 2-9 y luces led de 400VAC para poder indicar la presencia de fase, la tensión entre fase y fase, además de la corriente de una línea de energía en la tapa del tablero como se muestra en la figura 2-10.



Fuente: https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-622532668-luz-piloto-led-22mm-ip67-_JM?matt_tool=32030062&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14571116283&matt_ad_group_id=127448627752&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=544459510205&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=508960123&matt_product_id=MLC622532668&matt_product_partition_id=1404886571178&matt_target_id=pla-1404886571178&gclid=Cj0KCQiA_cOBhDFARIsAIFg3ewvo0aq_sh_5-bfOH0xZSZbNjpu0paOLy2wgyMEMka9CjOAFHFcfxsaAoRfEALw_wcB

Figura 2-9 Luz piloto 24VCC.



Fuente: https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-622532668-luz-piloto-led-22mm-ip67-_JM?matt_tool=32030062&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14571116283&matt_ad_group_id=127448627752&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=544459510205&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=508960123&matt_product_id=MLC622532668&matt_product_partition_id=1404886571178&matt_target_id=pla-1404886571178&gclid=Cj0KCQiA_cOBhDFARIsAIFg3ewvo0aq_sh_5-bfOH0xZSZbNjpu0paOLy2wgyMEMka9CjOAFHFcfxsaAoRfEALw_wcB

Figura 2-10 Luz piloto 400VAC.

2.2.6. Protecciones

En este diseño de proyecto las protecciones seleccionadas para ser utilizadas serian dos diferentes, en este caso se habla de un protector diferencial y disyuntores termomagnéticos para distintas partes del diseño. En este caso hablamos tanto del sistema control como del sistema de fuerza de la parte eléctrica. Se diseñará con una protección general del tablero un disyuntor tripolar de 3x40A, para la parte de control se usarán 3 disyuntores termomagnéticos adicionales, siendo estos de 10A y un interruptor diferencial 2x25A y 30mA de sensibilidad en las figuras 2-11, 2-12 y 2-13 se mostrar una imagen referencial de estas protecciones.



Fuente: <https://www.otece.com.ec/wp-content/uploads/2015/03/2007-01-02-02.03.52.jpg>

Figura 2-11 Disyuntor termomagnético 3x40A.



Fuente: <https://alitoools.io/es/showcase/image?url=https%3A%2F%2Fae01.alicdn.com%2Fkf%2FHTB1CD9rjIDH8KJjSspnq6zNAVXaU%2F1P-10A-DC-125V-Circuit-breaker-MCB-C-curve.jpg> 480x480.jpg

Figura 2-12 Disyuntor termomagnético 10A.



Fuente: <https://ripleycl.imgix.net/https%3A%2F%2Fwww.construmart.cl%2Ftiendaonline%2Fimagenes%2Fproduct%2F1300x1300-17654-F1.jpg?w=750&h=555&ch=Width&auto=format&cs=strip&bg=FFFFFF&q=60&trimcolor=FFFFFF&trim=color&fit=fillmax&iplib=js-1.1.0&s=f6ebbfec19708836ca2e0926fbfb0b2>

Figura 2-13 Interruptor diferencial 4x40A 30mA.

2.2.7. Interruptores y potenciómetro

En el diseño de proyecto los interruptores a utilizar van a ser del tipo palanca como los de la figura 2-14, los cuales serán usados como D.I para poder controlar el variador de un comando secundario o a distancia, al igual que un potenciómetro 10k Ω el cual es el recomendado en el catálogo del VDF como el de la figura 2-15 que será usado para poder variar la frecuencia cuando el control de lo horno de secado de pasas esté en manual, y usando el potenciómetro para poder dar un SP de temperatura cuando el control del horno de secado de pasas este en automático. Tanto los interruptores como el potenciómetro serán instalados en la puerta del gabinete de control.



Fuente: <https://i0.rightinthebox.com/images/640x640/201511/uyazlk1446464873052.jpg>

Figura 2-14 Interruptor tipo palanca.



Fuente https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-925895576-2x-potenciometro-10k-22mm-gobernador-vsd-vfd-para-inversor-JM?matt_tool=64828722&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14572417336&matt_ad_group_id=127810989518&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=544459234043&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=126591871&matt_product_id=MLC925895576&matt_product_partition_id=1415605770468&matt_target_id=aud-488841915747:pla-1415605770468&gclid=Cj0KCQiA_cOBhDFARIsAIFg3ewQo3vfCggs7eep9pTrb-yCzFACgWwkV9IjyGHE2IIYt-6FyRblhQlaAt-BEALw_wcB#&gid=1&pid=6

Figura 2-15 Potenciómetro 10KΩ.

2.2.8. Gabinete

Para el diseño de este proyecto se usará un gabinete puesto a la pared como el de la figura 2-16, este gabinete es metálico con tapa y puerta para poder proteger los componentes, las medidas del gabinete a utilizar para el diseño son de 1000mm de altura por 800mm de ancho por 300mm de profundidad.

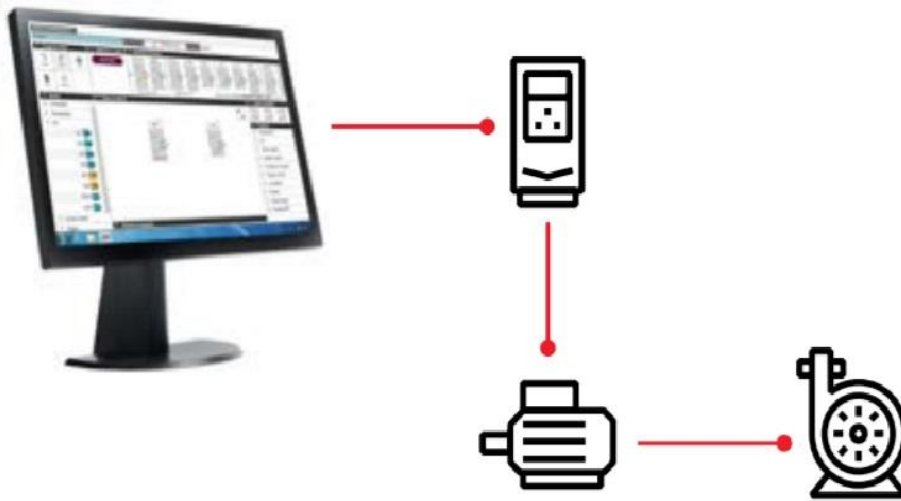


Fuente <https://www.ceyesa.com.pe/uploads/imagenes-productos/rittal/1016600-6501016600.jpg>

Figura 2-16 Gabinete metálico.

2.2.9. Driver composer de ABB

Se utilizará la aplicación driver composer de ABB la cual sirve para tener un monitoreo completo de todas las mediciones y o configuraciones que tiene el VDF, para esto se necesita un computador conectado cercano a la instalación del gabinete con todos los equipos, por la razón de que para usar esta herramienta el computador debe estar conectado por un USB como se ve en la figura 2-17.



Fuente: Datasheet del producto ACS480

Figura 2-17 Ilustración conexión drive composer.

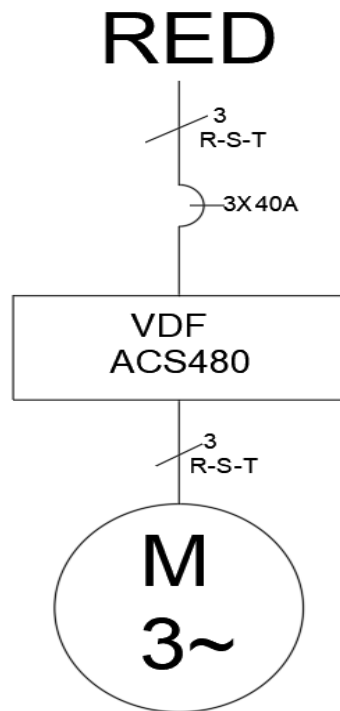
2.3. DIAGRAMAS DE CONEXIONES Y DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS

Se revisará cada uno de los diagramas de conexión del diseño del proyecto, la distribución y conexión de cada uno de los equipos y artefactos a realizarse en el gabinete, para así dejar completamente conectado y realizado las correspondientes pruebas, una vez logrado eso poder proceder a la configuración del VDF ACS480 y lograr la primera marcha del motor para el horno de secado de pasas.

2.3.1. Diagrama de conexión de fuerza

El diseño que se muestra en la figura 2-18 es la conexión de fuerza desde la red de 380V hasta el disyuntor termomagnético de 3x40A para luego pasar al VDF y al final llegar a la

carga del diseño lo cual sería el motor de inducción actual del horno de secado de pasas, el cual sus características fueron mencionadas en el capítulo anterior. Además, cabe mencionar que no se instalara un protector diferencial tetrapolar por la razón que lo trae integrado el VDF.

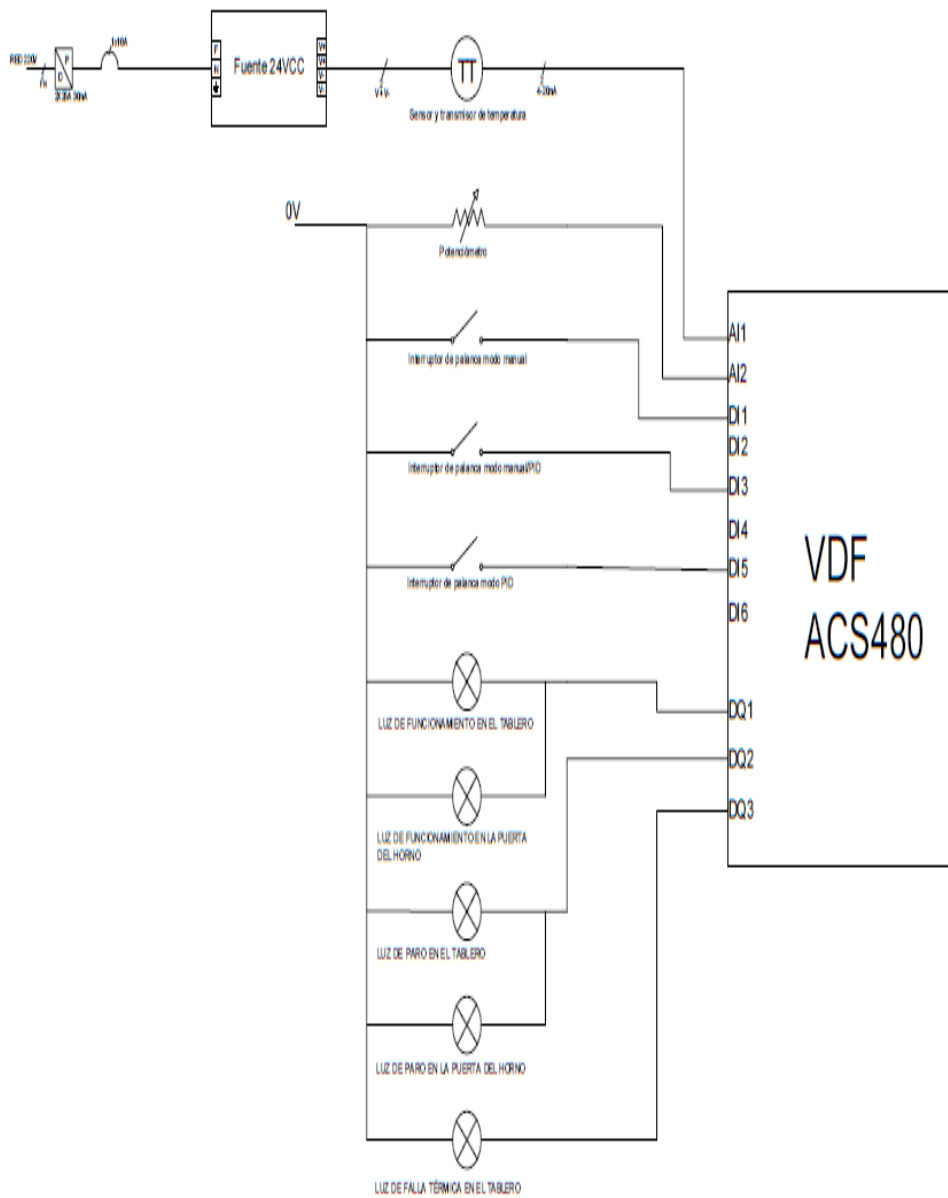


Fuente: Creado en composición al diseño eléctrico.

Figura 2-18 Diagrama unifilar de fuerza para motor de horno para el secado de pasas

2.3.2. Diagrama de conexión de control

En este diagrama de conexión se darán a conocer las entradas y salidas disponibles en el VDF ACS480, además se designarán los puntos de conexión para proceder con la programación del VDF como se ven en la figura 2-19.



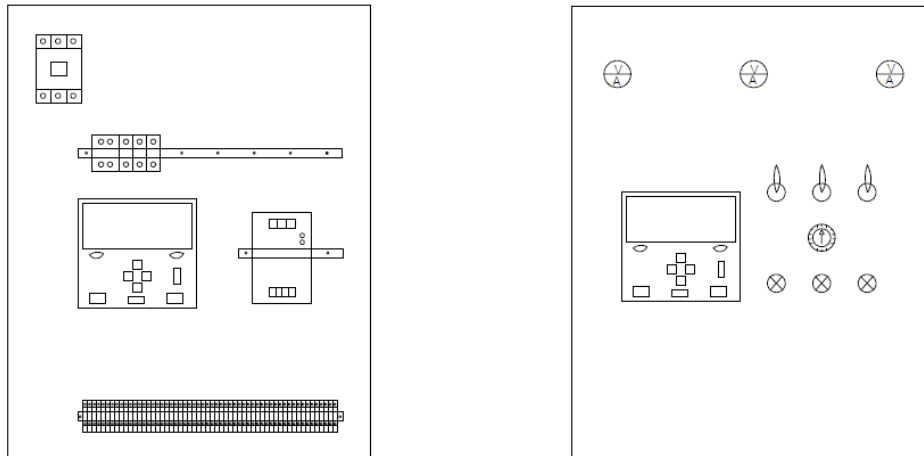
Fuente: Creado en composición al diseño eléctrico.

Figura 2-19 Diagrama de control para motor de horno para el secado de pasas

2.3.3. Distribución de equipos dentro del gabinete

En este diseño se trató de dejar de la mejor manera posible la distribución de los distintos equipos a utilizar, para así tener una buena refrigeración dentro del gabinete y una buena función de los componentes.

En la parte derecha de la figura 2-20 se ve la distribución de los equipos y artefactos en la puerta del gabinete, y en la parte izquierda se aprecia lo que sería la distribución interna del gabinete. En el interior se encuentra a la vista el disyuntor termomagnético de 3x40A, más abajo se encuentra el interruptor diferencial de 2x25A 30ma y a su lado los 3 disyuntores termomagnéticos de 10A los cuales son alimentados desde un repartidor tetrapolar, al seguir mirando la figura más abajo se logra apreciar el VDF ACS480 y a su lado derecho la fuente de 24VCC, ya en la parte inferior del gabinete se encuentran instaladas las regletas de conexión. En la puerta del gabinete se logran apreciar lo que serían las luces piloto de presencia de fase, las cuales a su vez hacen la medición de corriente y voltaje de las líneas, por la parte baja tenemos el panel de control del VDF ACS480 y a su lado se ve el potenciómetro para hacer el SP de la variable, se logran visualizar los interruptores tipo palanca para poder elegir el método de funcionamiento del motor ya sea de forma manual o por medio del PID, por debajo del potenciómetro se visualizan lo que serían las luces indicadoras de funcionamiento, stop y la de falla térmica. Lo que no se logra apreciar en el gabinete serían las luces de funcionamiento y stop que van instaladas en la puerta del horno de secado de pasas, además de el transmisor de temperatura y el sensor que van instalados dentro del horno.



Fuente: Creado en composición al diseño eléctrico.

Figura 2-20 Distribución de gabinete del motor de horno para el secado de pasas

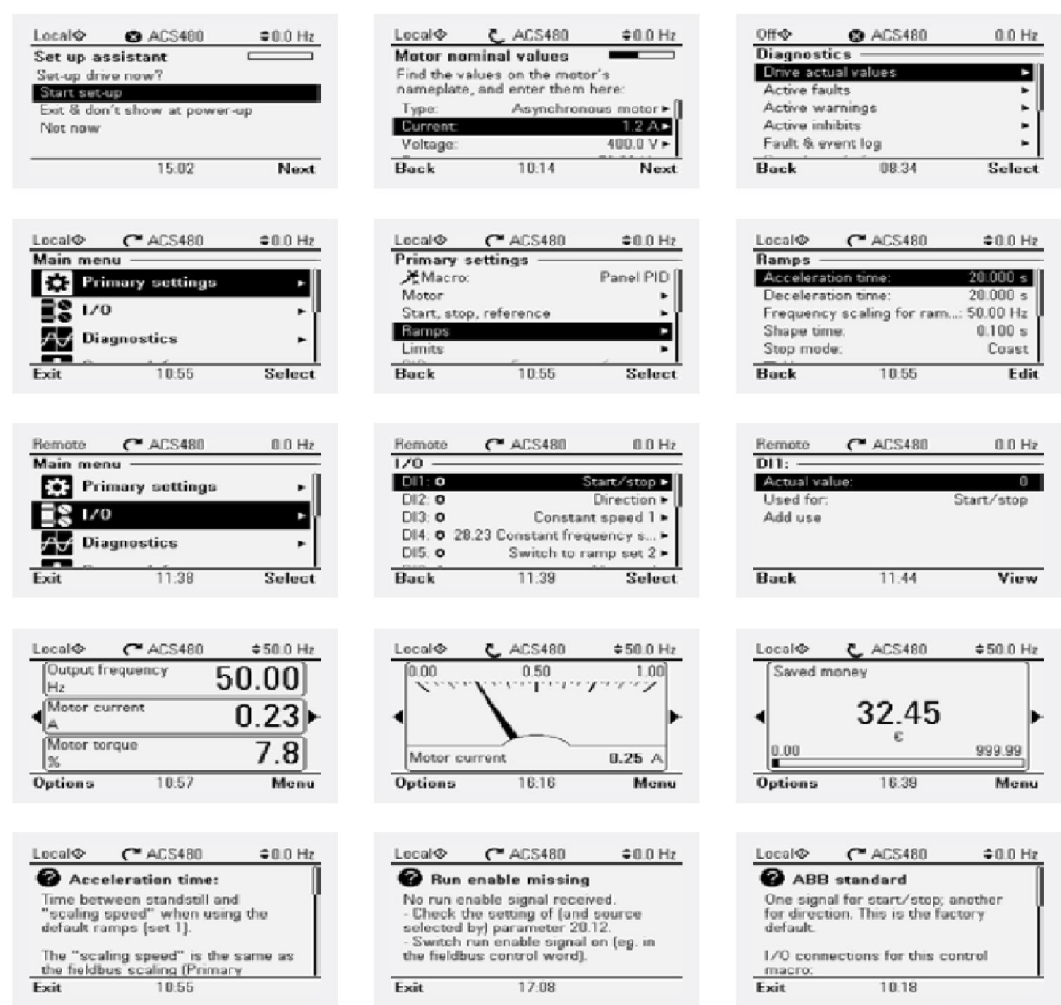
2.4 CONFIGURACIÓN DE VDF ASC480

En esta parte del diseño se mostrarán las distintas configuraciones que se le pueden realizar al VDF ASC480 para poder lograr las distintas velocidades del motor y lograr las temperaturas deseadas dentro del horno de secado de pasas.

2.4.1 Aspectos configurables del VDF ASC480

En esta parte del diseño del proyecto se dan a conocer las distintas configuraciones a las cuales se puede acceder a través del panel del VDF ACS480, las cuales son configurar las

entradas y salidas conectadas a este dispositivo, además de poder configurar el mando a distancia del equipo, configurar el tiempo de las rampas de aceleración y desaceleración para la carga, poder ver y realizar diagnósticos de acuerdo al artefacto conectado, visualizar las mediciones de las distintas variables (voltaje, corriente, potencia consumida, frecuencia ,torque del motor, etc.). También se pueden realizar configuraciones de PID para poder llevar un control correcto de la variable a controlar, todo esto se puede apreciar en la figura 2-21.

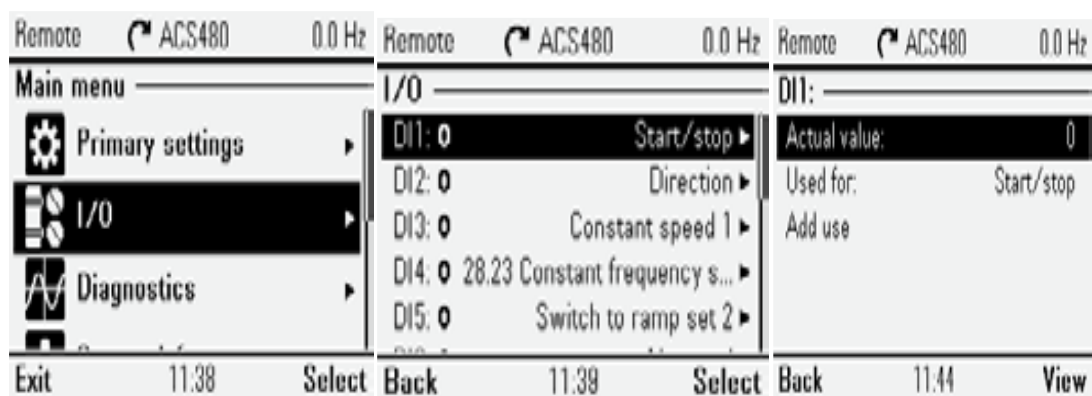


Fuente: Datasheet VDF ACS480.

Figura 2-21 Aspectos configurables del VDF ACS480

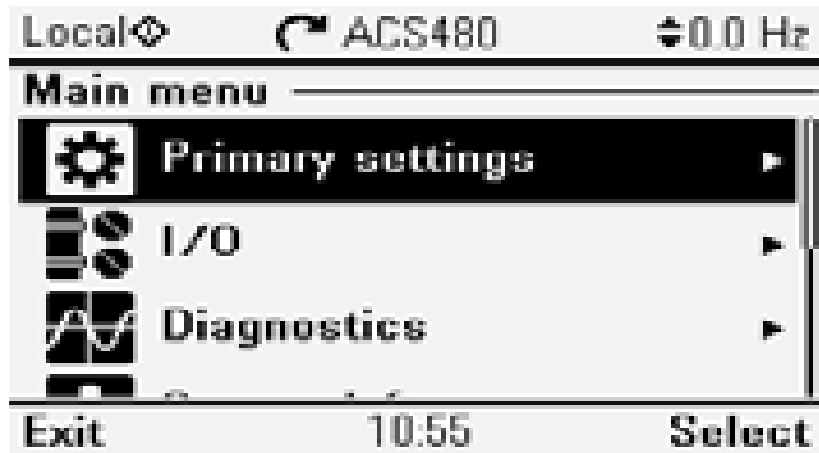
2.4.2 Configuraciones para puesta en marcha

Lo que se debe realizar para que el diseño se ponga en marcha es comenzar configurando el idioma deseado (Dentro de los idiomas que podemos seleccionar según catalogo) y el cual acomode al ingeniero para así proceder con la configuración de las entradas y salidas en el menú I/O, ya entrando en este menú de configuraciones como el de la figura 2-22 hay que asignar las direcciones a los distintos artefactos conectados en las entradas y salidas dadas en la figura 2-23, una vez realizado este proceso habría que entrar al menú de configuraciones básicas como el de la figura 2-24 y configurar el sentido de giro del motor solo hacia un lado para que este no trabaje a tan bajas frecuencias para lograr el punto de SP, dentro del mismo menú se debe realizar la activación para que se pueda comandar a distancia nuestro VDF ACS480.



Fuente: Datasheet VDF ACS480.

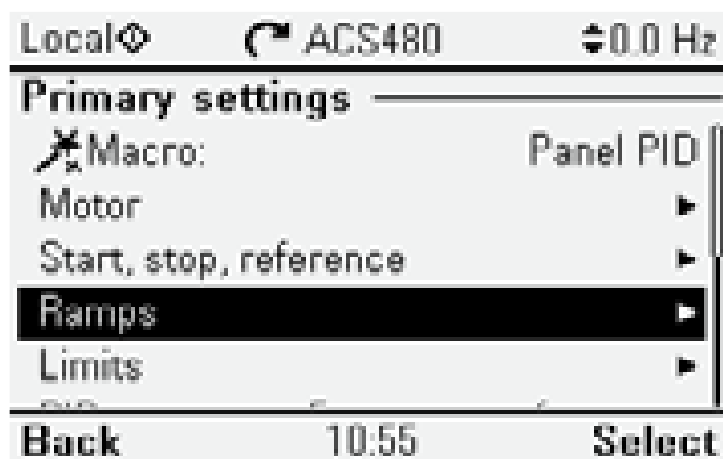
Figura 2-22 Configuración I/O VDF ACS480



Fuente: Datasheet VDF ACS480.

Figura 2-23 Configuraciones básicas o primary settings del VDF ACS480

Al tener las configuraciones mencionadas anteriormente se procede a realizar la configuración del PID como se muestra en la figura 2-23, para entrar a dicha configuración se debe entrar a la configuración básica o primary settings como la que se muestra en la figura 2-24 y buscar la opción que dice PID. Una vez en la opción PID se procede a configurar lo que serían los datos nominales de la carga a usar, los cuales se encuentran en la placa del motor (voltaje, rpm, corriente nominal y la frecuencia de trabajo), una vez realizado esto se procede a configurar los tiempos de la rampas de ascenso y descenso, posteriormente a la configuración de las rampas habría que configurar los datos del PID (dato integrativo, suma, derivativo), al haber ingresado estos datos se preguntara cuáles son los rangos en los cuales se necesita que el motor vuelva a encenderse luego de llegar al SP, en ese momento se debe poner el variador en estado de reposo o sleep para que así vuelva a funcionar siempre y cuando se llegue a los límites, el variador se detendrá cuando la temperatura en este caso llegue al SP deseado y volverá a encender cuando este en el límite configurado.



Fuente: Datasheet VDF ACS480.

Figura 2-24 Configuración PID en VDF ACS480

Luego de haber realizado las configuraciones ya mencionadas anteriormente se procede a realizar la puesta en marcha del sistema de control para el horno de secado de pasas.

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

3. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

En el siguiente capítulo se darán a conocer la organización de este proyecto y el tiempo necesario para poder llevarlo a cabo, además se darán a conocer las posibilidades de ganancia o pérdidas al implementarlo, también se darán la explicación de los distintos tipos de costos que se verán afectados. Por otra parte, se dará a conocer el costo monetario de cada una de las herramientas, trabajadores y materiales necesarios para poder llevar a cabo este proyecto.

3.1 CARTA GANTT

La carta Gantt es una herramienta de planificación del trabajo, la cual hace posible llevar un orden respecto a las fechas de comienzo y término de las distintas actividades a realizar en un proyecto. En la tabla 3-1 se aprecia la Carta Gantt realizada para la planificación y desarrollo del proyecto previsto en esta tesis.

Tabla 3-1 Carta Gantt

Actividades /Meses	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
Diseño del proyecto							
Cotización de materiales							
contratación de personal para el proyecto y capacitaciones del personal							

Retiro de instalación existente							
Compra de equipos y materiales necesarios para el proyecto							
Montaje de equipos y sistemas de control del proyecto							
Pruebas del equipos y sistemas de control							
Final del proyecto (Puesta en marcha de nuevo sistema de control)							

Fuente: Elaboración propia en base a planificación del proyecto.

3.2. COSTOS DEL PROYECTO

El costo de un proyecto es importante a la hora de verificar la viabilidad de este debido al dinero dispuesto a invertir en dicho proyecto. Para esto, se dividen los gastos en: materiales existentes; horas hombre; gastos personales, en los cuales se detallan cada una de las actividades o elementos respectivamente a considerar en este trabajo de título.

En esta evaluación económica se evalúan costos directos del proyecto para poder lograr su posible implementación en un futuro.

3.3. COSTOS DIRECTOS

Los costos directos son aquellos que pueden identificarse directamente con un objeto de costos, sin necesidad de ningún tipo de reparto. Los costos directos se derivan de la

existencia de aquello cuyo costo se trata de determinar, sea un producto, un servicio, una actividad, como, por ejemplo, los materiales directos y la mano de obra directa destinados a la fabricación de un producto, o los gastos de publicidad efectuados directamente para promocionar los productos en un territorio particular de ventas, en la tabla 3-5 se muestra el resumen de los costos del proyecto, en el cual se ven reflejados cada uno de los artefactos a utilizar y se ve reflejado el costo de la mantención mensual para el proyecto.

3.4. COSTOS DE MATERIALES

Los materiales constituyen el primer elemento de los costos, los materiales o suministros son los elementos básicos que se transforman en productos terminados, por ellos es necesario ser preciso en la cantidad de elemento y su valor de mercado para el proyecto que se está realizando. En este caso los materiales son los instrumentos y equipos necesarios para el control y monitoreo de las variables del horno para el secado de pasas, también entre los costos de materiales, lo que se refiere a la estructura de comunicación para poder realizar el monitoreo. En la tabla 3-2 se aprecia la cantidad y precios de los materiales necesarios para el desarrollo del proyecto.

Tabla 3-2 Costos de materiales

Materiales	CANTIDAD	Precio unitario en pesos \$	Precio en pesos \$	Precio en UF (\$34.550)
VDF ACS 480-04-039A-4 + Drive composer de ABB	1	1.731.196	1.731.196	50,11
Transmisor de temperatura 4-20mA	1	51.870	51.870	1,50

Sensor de temperatura Pt100	1	51.960	51.960	1,50
Fuente de alimentación 24VCC	1	117.000	117.000	3,39
Luces piloto 24VCC	5	2.560	12.800	0,37
Luces piloto 380VAC	3	3.000	9.000	0,26
Disyuntor 3x40A Mitsubishi	1	53.942	53.942	1,56
Disyuntor 1x10A Mitsubishi	3	6.258	18.774	0,54
Protector diferencial 2x25A 30mA	1	33.848	33.848	0,98
Interruptores tipo palanca 24VCC	10	3.973	39.730	1,15
Potenciómetro 10KΩ	1	31.730	31.730	0,92
Gabinete metálico (1000x800x300) mm	1	363.426	363.426	10,52
Computador todo en uno	1	399.900	399.900	11,57
Riel din perforado	4m	3.500	14.000	0,41
Tubería acero galvanizado $\frac{3}{4}$ pulgadas	30m	5.416	162.480	4,70
Tubería acero galvanizado 1 $\frac{1}{4}$ pulgadas	30m	6.217	186.485	5,40
Abrazaderas tipo Caddy $\frac{3}{4}$ pulgadas	30	450	13.500	0,39

Abrazaderas tipo Caddy 1 ¼ pulgadas	30	400	12.000	0,35
Coplas acero galvanizado ¾ pulgadas	10	165	16.500	0,48
Coplas acero galvanizado 1 ¼ pulgadas	10	115	11.500	0,33
Conector recto acero galvanizado ¾ pulgadas	10	1.865	18.650	0,54
Conector recto acero galvanizado 1 ¼ pulgadas	10	1.245	12.450	0,36
Flexible acero galvanizado ¾ pulgadas	10m	6.189	61.890	1,79
Flexible acero galvanizado 1 ¼ pulgadas	10m	5.190	51.900	1,50
Pernos de anclaje 3/8 x 3 pulgadas	20	704	14.070	0,41
Cable THHN 8AWG (verde, blanco, rojo, azul, negro)	210m	1.740	365.400	10,58
Cable THHN 14AWG (verde, negro, rojo)	50m	446	22.300	0,65
Terminales de conexión tipo ferrul 8AWG	50	70	3.500	0,10

Terminales de conexión tipo ferrul 14AWG	100	30	3.000	0,087
Repartidor de polos tetrapolar	1	22.990	22.990	0,67
Subtotal			3.907.791	113,117

Fuente: Elaboración propia en base a necesidades del proyecto.

3.5. COSTOS DE MANO DE OBRA

Se conoce como mano de obra al esfuerzo tanto físico como mental que se aplica durante el proceso de elaboración de un bien. En el ámbito empresarial, se entiende por mano de obra al coste absoluto vinculado a los trabajadores por realizar dicha acción. En este proyecto están divididas las actividades en los distintos trabajadores tanto del diseño, montaje y puesta en marcha de cada elemento y la combinación de ellos para cumplir con los requisitos deseados.

La evaluación fue hecha con respecto a la cantidad de horas que debe trabajar cada persona para realizar determinada actividad (HH) y se muestra el desglose de estas en la tabla 3-3, para luego ser asignado el valor monetario que cobra cada trabajador necesario para poder desempeñar dicha tarea. El valor monetario que cobra cada trabajador se ve reflejado en la tabla 3-4.

Tabla 3-3 Desglose de horas hombre

Personal	Actividades	Tiempo (Horas hombre)
Ing. en control	Diseñar programa	32
	Implementar proyecto	90
	Pruebas de sistema de control	8
	Subtotal	130
Técnico	Retiro de instalación existente	24
	Montaje de equipos	70
	Apoyo pruebas en sistema de control	8
	Mantenimiento de elementos del proyecto	5
	Subtotal	107

Fuente: Elaboración propia en base a necesidades del proyecto.

Tabla 3-4 Costos de mano de obra

Cantidad	Personal	Descripción	HH por proyecto	Precio unitario por HH en UF	Precio total en UF
1	Ing. en control	Desarrollo y programación	130	1,3	169
1	técnico	Retiro y Montaje	107	0,6	64,2
Total			237	233,2	

Fuente: Elaboración propia en base a necesidades del proyecto.

3.6. RESUMEN DE COSTOS DEL PROYECTO

En el resumen de costos del proyecto se agrega lo que sería el diseño del proyecto, lo cual se calcula su precio al tiempo utilizado para poder llevar a cabo la investigación y poder realizar dicho proyecto, además de indicarse los materiales, mano de obra, los imprevistos y lo que serían los impuestos.

Tabla 3-5 Resumen de costos del proyecto

Tabla de resumen	
Insumos	Precio en UF
Diseño proyecto	40
Materiales	113,11
Mano de obra	233,20
Subtotal 1	386,31
Imprevistos 20%	77,26
Subtotal 2	463,57
Impuestos 19%	92,71
Total	556,28

Fuente: Elaboración propia en base a necesidades del proyecto.

3.7. FLUJO DE CAJA

El Flujo de caja es un informe financiero que presenta un detalle de los flujos de ingresos y egresos de dinero que tiene una empresa en un cierto período dado.

El flujo de caja es un instrumento esencial para poder monitorear la salud de tu empresa en términos de liquidez, por la razón que da a conocer la liquidez de tu empresa, ordena los gastos e ingresos, además te ayuda a comprender mejor cómo se utiliza el efectivo de tu empresa y poder proyectar tus costos e ingresos.

Si bien una empresa pudiera estar presenciando ganancias en el estado de resultados, el flujo de caja refleja el saldo en términos de efectivo que mantendrá la empresa al final del ejercicio fiscal. Es decir, el flujo de caja es el instrumento que expresa el efectivo que ha entrado y salido de la caja para conocer la capacidad de lograr compromisos propuestos o por proponer por parte de tu empresa. En la tabla 3-6 se da a conocer el flujo de caja de este momento si se diera el caso de la implementación del proyecto en la empresa, en la tabla 3-7, 3-8 y 3-9 se dan a conocer los flujos de caja para lo que sería el aumento de producción y ventas anualmente luego de la implementación del proyecto.

Tabla 3-6 Flujo de caja con ventas actuales

Flujo de caja						
Año		1	2	3	4	5
Saldo inicial	0	-556	23.394	47.344	71.294	95.244
Ingresos						
Venta de pasas anualmente	0	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000
Egresos						
Pago trabajadores y recursos	0	96.000	96.000	96.000	96.000	96.000
Costos proyecto inversión inicial	556,28					
Mantenimiento		20	20	20	20	20
Reparaciones		30	30	30	30	30
Costo total	556	96.606	96.050	96.050	96.050	96.050
Flujo efectivo neto	-556	23.394	47.344	71.294	95.244	119.194

Fuente: Elaboración propia en base a necesidades del proyecto.

Tabla 3-7 Flujo de caja con aumento de 5% de ventas

Flujo de caja 5%						
Año		1	2	3	4	5
Saldo inicial	0	-556	29.394	59.344	89.294	119.244
Ingresos						
Venta de pasas anualmente	0	126000	126000	126000	126000	126000
Egresos						
Pago trabajadores y recursos	0	96.000	96.000	96.000	96.000	96.000
Costos proyecto inversión inicial	556,28					
Mantenimiento		20	20	20	20	20
Reparaciones		30	30	30	30	30
Costo total	556	96.606	96.050	96.050	96.050	96.050
Flujo efectivo neto	-556	29.394	59.344	89.294	119.244	149.194

Fuente: Elaboración propia en base a necesidades del proyecto.

Tabla 3-8 Flujo de caja con aumento de 10% de ventas

Flujo de caja 10%						
Año		1	2	3	4	5
Saldo inicial	0	-556	35.394	71.344	107.294	143.244
Ingresos						
Venta de pasas anualmente	0	132000	132000	132000	132000	132000
Egresos						
Pago trabajadores y recursos	0	96.000	96.000	96.000	96.000	96.000
Costos proyecto inversión inicial	556,28					
Mantenimiento		20	20	20	20	20
Reparaciones		30	30	30	30	30
Costo total	556	96.606	96.050	96.050	96.050	96.050
Flujo efectivo neto	-556	35.394	71.344	107.294	143.244	179.194

Fuente: Elaboración propia en base a necesidades del proyecto.

Tabla 3-9 Flujo de caja con aumento de 15% de ventas

Flujo de caja 15%						
Año		1	2	3	4	5
Saldo inicial	0	-556	41.394	83.344	125.294	167.244
Ingresos						
Venta de pasas anualmente	0	138000	138000	138000	138000	138000
Egresos						
Pago trabajadores y recursos	0	96.000	96.000	96.000	96.000	96.000
Costos proyecto inversión inicial	556,28					
Mantenimiento		20	20	20	20	20
Reparaciones		30	30	30	30	30
Costo total	556	96.606	96.050	96.050	96.050	96.050
Flujo efectivo neto	-556	41.394	83.344	125.294	167.244	209.194

Fuente: Elaboración propia en base a necesidades del proyecto.

3.7.1. VAN y TIR

En un proyecto empresarial es muy importante analizar la posible rentabilidad del proyecto y sobre todo si es viable o no. Cuando se forma una empresa se debe invertir un capital y se espera obtener una rentabilidad a lo largo de los años. Esta rentabilidad debe ser mayor al menos que una inversión con poco riesgo (letras del Estado, o depósitos a plazo en entidades financieras solventes o inversiones en entidades bancarias). De lo contrario es más sencillo invertir el dinero en dichos productos con bajo riesgo en lugar de dedicar tiempo y esfuerzo a la creación empresarial.

Dos parámetros muy usados a la hora de calcular la viabilidad de un proyecto son el VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno). Ambos conceptos se basan en lo mismo, y es la estimación de los flujos de caja que tenga la empresa (simplificando, ingresos menos gastos netos proporcionados en el trayecto).

En la tabla 3-10 se aprecian los valores extraídos desde el flujo de caja que se encuentra en este momento en la empresa, en las tablas 3-11, 3-12 y 3-13 se aprecian los valores de VAN

y TIR obtenidos de los flujos de caja óptimos al aumentar las ventas en un 5%, 10% y 15% respectivamente.

Tabla 3-10 Resultados extraídos desde flujo de caja con ventas actuales

Resultados extraídos desde el flujo de caja	
VAN	156.414
TIR	48%
Tasa de interés	10%

Fuente: Elaboración propia en base a necesidades del proyecto.

Tabla 3-11 Resultados extraídos desde flujo de caja con aumento de 5% de ventas

Resultados extraídos desde el flujo de caja 5%	
VAN	\$220.330
TIR	60%
Tasa de interés	10%

Fuente: Elaboración propia en base a necesidades del proyecto.

Tabla 3-12 Resultados extraídos desde flujo de caja con aumento de 10% de ventas

Resultados extraídos desde el flujo de caja 10%	
VAN	\$284.246
TIR	70%
Tasa de interés	10%

Fuente: Elaboración propia en base a necesidades del proyecto.

Tabla 3-13 Resultados extraídos desde flujo de caja con aumento de 15% de ventas

Resultados extraídos desde el flujo de caja 15%	
VAN	\$348.161
TIR	80%
Tasa de interés	10%

Fuente: Elaboración propia en base a necesidades del proyecto.

3.7.2. Análisis de sensibilidad del proyecto

En el momento en el cual se deben tomar decisiones sobre qué herramienta financiera se debe invertir los ahorros, es primordial conocer los distintos métodos para obtener el valor del grado de riesgo que representa una inversión. Existe un análisis muy frecuente en la administración financiera, llamado análisis de sensibilidad; el cual permite visualizar inmediatamente las ventajas y desventajas económicas que posee algún proyecto.

El análisis de sensibilidad de un proyecto es una herramienta simple de aplicar y puede proporcionarnos información básica para que se tome una decisión acorde al riesgo que se prefiera asumir.

El análisis de sensibilidad es un término usado frecuentemente en las empresas para realizar una toma de decisiones acertadas acerca de la inversión de sus capitales, este análisis consiste en el cálculo de los nuevos flujos de caja y el VAN (valor actual neto, indicador para la viabilidad de un proyecto) en proyectos, negocios y otro. Cuando se hace un cambio en la variable (a la inversión inicial, ingresos, tasas de crecimiento, etc.) y obteniendo gracias a esto nuevos flujos de caja y un valor nuevo del VAN, se podrá hacer el cálculo de la sensibilidad y mejorar las estimaciones del proyecto que vaya a realizarse. En caso de que las variables cambien o haya errores en ellas (cuestión de apreciación de la persona que realice el análisis), se debe repetir el proceso utilizando los valores originales (antes del cambio de variable). Para lograr apreciar lo visto en las tablas de flujo de caja vistas anteriormente se hace un análisis de sensibilidad a través del van al cabo de un año del proyecto puesto en marcha, esto se aprecia en la tabla 3-14. en el cual se hacen las comparaciones de distintas variables al momento de aumentar la producción y disminuir los costos.

3-14 Análisis de sensibilidad del proyecto

INGRESOS

COSTOS

\$156.414	-15%	-10%	-5%	0%	5%	10%	15%
-15%	\$ -20.841	\$ 43.074	\$ 106.990	\$ 170.905	\$ 234.821	\$ 298.736	\$ 362.652
-10%	\$ -25.671	\$ 38.244	\$ 102.160	\$ 166.075	\$ 229.991	\$ 293.906	\$ 357.822
-5%	\$ -30.502	\$ 33.414	\$ 97.329	\$ 161.245	\$ 225.160	\$ 289.076	\$ 352.991
0%	\$ -35.332	\$ 28.583	\$ 92.499	\$ 156.414	\$ 220.330	\$ 284.246	\$ 348.161
5%	\$ -40.162	\$ 23.753	\$ 87.669	\$ 151.584	\$ 215.500	\$ 279.415	\$ 343.331
10%	\$ -44.993	\$ 18.923	\$ 82.838	\$ 146.754	\$ 210.669	\$ 274.585	\$ 338.500
15%	\$ -49.823	\$ 14.092	\$ 78.008	\$ 141.924	\$ 205.839	\$ 269.755	\$ 333.670

Fuente: Elaboración propia en base a necesidades del proyecto.

En la tabla 3-14 se parecía que al disminuir los ingresos en un 15% el servicio de la empresa deja de ser viable al convertirse el VAN en un valor negativo, tanto como si los costos también disminuyeran en un 15%. Además se aprecia que a medida que aumentan los ingresos y los costos se mantienen o aumentan o disminuyen en hasta un 15% el servicio de la empresa sigue siendo factible al generar ganancias, el servicio de la empresa es viable hasta el momento de tener un 10% menores ingresos o ventas y con un incremento de costos de hasta un 15% después de eso el servicio dejaría de convertirse en servicio viable para la empresa al no generar ganancias.

3.7.3. Análisis de beneficios en ganancias netas del proyecto

A continuación se observa las diferencias en los beneficios obtenidos al tener una mayor producción y ventas al implementar el proyecto, en la tabla 3-15 se observa que al aumentar un 5% la producción y ventas de pasas el beneficio aumenta en 6.000 UF anuales, así mismo al aumentar 10% este beneficio aumenta en 12.000 UF anuales, también al aumentar un 15% se observa que el beneficio es mucho mayor al ser 18.000 UF anuales, todo

esto sucede al implementar el proyecto si es que se deseara usar ese tiempo que se tendría de ganancia por la constante temperatura obtenida en el secado y la mejora en las partidas que realiza el motor encargado de la inyeccion de vapor.

3-15 Beneficios en ganancias netas del proyecto

Beneficios obtenidos por la venta de pasas al implementar el proyecto						
Año	0	1	2	3	4	5
Ganancias netas actuales	- 556,28	23,394	47.344	71.294	95.244	119.194
Ganancias netas actuales al aumentar producción y ventas 5% mayor	- 556,28	29.394	59.344	89.294	119.244	149.194
Ganancias netas actuales al aumentar producción y ventas 10% mayor	- 556,28	35.394	71.344	107.294	143.244	179.194
Ganancias netas actuales al aumentar producción y ventas 15% mayor	- 556,28	41.394	83.344	125.294	167.244	209.194

Fuente: Elaboración propia en base a necesidades del proyecto.

CONCLUSIÓN

Este proyecto llamado “Diseño de sistema de automatización para el control y monitoreo de variables de horno para secado de pasas” nace a raíz de una problemática que está ocurriendo en la empresa Sweet dried fruit. En este momento se presentan fallas en el sistema de control actual, las cuales se hacen notar a través de pérdidas en las ganancias para la empresa; por lo cual el implementar el proyecto haría posible que estas fallas no se verían con tanta frecuencia por la razón que se tendrían los repuestos de las posibles fallas, las cuales podrían ser mayoritariamente el verse afectado el motor de inyección de vapor; el sensor de temperatura y el transmisor de este mismo, un plan de mantenimiento mensual el cual consta de una revisión mensual para verificar el correcto funcionamiento de los aparatos y en este momento no está implementado.

Las fallas que ocurren en este momento son del sistema de control como por ejemplo que el secado de pasas no es a una temperatura constante, esto lleva un poco más de tiempo en realizarse y genera mayores gastos para la empresa, los cuales se verían ahorrados al implementar el nuevo sistema de control. En este momento el secado de pasas con el sistema de control actual se demora un tiempo de 48 Hrs y al implementar el nuevo sistema de control se podría lograr realizar este secado en un tiempo de hasta un 15% menor por la razón de que tendría una temperatura constante y un monitoreo constante a través de la automatización del sistema, todo esto se podrá visualizar a través de la herramienta drive composer de ABB; a su vez se puede realizar el secado de forma más, también al realizar un tipo de partida suavizada del motor no se vería tan dañado como con el sistema actual de arranque que posee. Estamos hablando de que tendría una ganancia de tiempo de hasta un 15% y a la vez se vería reflejado en un posible aumento en la producción de hasta un 15% si se deseara por la empresa, y esto lograría generar mayores ganancias para la empresa. La empresa en estos momentos logra la comercialización de 100.000 kilogramos de pasas secas al mes y un total de 1,2 toneladas de pasas anualmente, en este momento el kilogramo de pasas se comercializa a 0,1 UF promedio (fuente: supermercado Walmart), con la venta de esa cantidad de producto se genera una ganancia de 120.000 UF anualmente, de las cuales el 80% son los gastos en recursos de materias primas y también de trabajadores, es por esta razón que la

ganancia neta estaría siendo el 20% el cual equivale a 24.000 UF anualmente. Con la implementación del nuevo proyecto de control y monitoreo de las variables, las ganancias para el secado de pasas podrían aumentar considerablemente si el cliente tiene las opciones de poder aumentar la comprar de materia prima y hacer una venta además de exportación de mayor cantidad de producto.

BIBLIOGRAFÍA

https://cl.wiautomation.com/mean-well/fuente-de-alimentacion/NDR24024?utm_source=shopping_free&utm_medium=organic&utm_content=CL204858&gclid=Cj0KCQiA c-OBhDFARIsAIFg3exRgpg69hoHicYhTDMSj33DcVXq-cKwcmgiBVOzGJ0kZQsq62H3OgaArXEEALw_wcB

<https://new.abb.com/drives/es/convertidores-baja-tension-ca/proposito-general/acs480>

<https://new.abb.com/drives/software-tools/drive-composer>

<https://mcielectronics.cl/shop/product/sensor-de-temperatura-pt100-400c-22645/>

<https://www.tiendatecnored.cl/>

[https://listado.mercadolibre.cl/luces-piloto#D\[A:luces%20piloto](https://listado.mercadolibre.cl/luces-piloto#D[A:luces%20piloto)

<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3AUA0000094606&LanguageCode=en&DocumentPartId=1&Action=Launch>

ANEXOS**ANEXO A: VDF ACS 480**

Conexión a la red	
Rango de tensión y potencia	Trifásica, de 380 a 480 V, +10 %/-15 % de 0,75 hasta 22 kW
Frecuencia	de 48 a 63 Hz
Conexión del motor	
Tensiones	de 0 a U_{N1} trifásica
Frecuencia	de 0 a 599 Hz
Control de motores	Control escalar y vectorial
Control de velocidad	Precisión estática:
	20 % del deslizamiento nominal del motor
	Precisión dinámica:
	1 % segundos con escalón de par del 100 %
Cumplimiento de normativas del producto	
CC	
Directiva de Baja Tensión 2014/34/UE, EN 61800-5-1: 2007	
Directiva de Máquinas 2006/42/CE, EN 61800-5-2: 2007	
Directiva CEM 2014/30/UE, EN 61800-3: 2004 + A1: 2012	
Directiva RoHS 2011/65/UE	
Sistema de control de calidad ISO 9001	
Sistema medioambiental ISO 14001	
Directiva 2002/96/CE relativa a residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)	
Directiva RoHS 2011/65/UE	
Certificado TÜV de seguridad funcional	
Certificación UL, cUL	
CEM según EN 61800-3 2004 + A1: 2012	
Convertidor de frecuencia instalado en armario ACS400 con filtro de categoría C2 integrado de serie	
Límites ambientales	
Temperatura ambiente	
Transporte	de -40 a +70 °C
Almacenamiento	de -40 a +70 °C
Zona de funcionamiento	de -10 a +50 °C.
	No requiere derrateo, no se permite escarcha. +50 °C - +60 °C con derrateo
Método de refrigeración	
Refrigerado por aire	Aire limpio seco
Altitud	0 a 1.000 m
	Sin derrateo
	de 1.000 a 2.000 m
	Con derrateo del 1 %/100 m
Por encima de 2.000 m	Para conocer los valores correctos de derrateo, contacte con su representante habitual de ADD.
Humedad relativa	del 5 % al 95 %, sin condensación
Grado de protección	IP20
Seguridad funcional	Safe Torque Off
	(STO según EN 61000-5-2)
IEC 61508 ed2: SIL 3, IEC 61511: SIL 3, IEC 62061: SIL CL 3, EN ISO 13849-1: PL e	
Niveles de contaminación	No se permite polvo conductor
Almacenamiento	IEC 60721-3-1 Clase 1C2 (gases químicos).
	Clase 1S2 (partículas sólidas) ^{*)}
Transporte	IEC 60721-3-2. Clase 2C2 (gases químicos)
	Clase 2S2 (partículas sólidas) ^{*)}
Funcionamiento	IEC 60721-3-3. Clase 3C2 (gases químicos).
	Clase 3S2 (partículas sólidas) ^{*)}
^{*)} C = sustancias químicamente activas	
S = sustancias mecánicamente activas	

ANEXO B: Drive Composer



System requirements

■ Drive Composer hardware requirements

Cable type	For...
USB type A (PC) type mini B (panel) cable Note: ABB recommends to use ferrite core cables.	connecting Drive Composer entry/pro through the USB port of the control panel to a drive (maximum 3 meters)
Ethernet cable RJ45	connecting through Ethernet adapter module or embedded Ethernet

■ Computer hardware requirements

Hardware	Specification
Computer	IBM compatible PC
Processor	Intel i3 without virtual drive, Intel i5 with virtual drive
Memory	1GB without virtual drive, 8GB with virtual drive
Display	1024 x 600 display resolution with 256 colors
Hard disk	At least 4.5 GB free hard disk space
Storage	CD drive
Communication port	One free USB port or Ethernet port

■ Software requirements

Software	Specification
Operating system	Windows 10 (32- or 64-bit)
Framework	.Net framework 4.8 or higher
Adobe Acrobat Reader	Not applicable

