



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE MECATRÓNICA

**DESARROLLO DE UN TABLERO DEMOSTRATIVO PARA EL
CONTROL DE SISTEMAS DE AIREADORES Y ALIMENTADORES
SUPERVISADOS Y MONITOREADOS MEDIANTE
RADIOFRECUENCIA POR MEDIO DE SISTEMA SCADA.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero en Mecatrónica

AUTORES: Joselyn Nathaly Lombeida Vásquez
Jorge Joshué Samaniego Reyes
TUTOR: Ing. Michelle De Los Angeles Cárdenas Ibañez

Guayaquil - Ecuador
2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, **Joselyn Nathaly Lombeida Vásconez** con documento de identificación N° **0922667175** y **Jorge Joshué Samaniego Reyes** con documento de identificación N° **0950321273**; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo.

Guayaquil, 03 de marzo del año 2022

Atentamente,



Joselyn Nathaly Lombeida Vásconez
0922667175



Jorge Joshué Samaniego Reyes
0950321273

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, **Joselyn Nathaly Lombeida Vásconez** con documento de identificación N° **0922667175** y **Jorge Joshué Samaniego Reyes** con documento de identificación N° **0950321273**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del **Dispositivo Tecnológico: DESARROLLO DE UN TABLERO DEMOSTRATIVO PARA EL CONTROL DE SISTEMAS DE AIREADORES Y ALIMENTADORES SUPERVISADOS Y MONITOREADOS MEDIANTE RADIOFRECUENCIA POR MEDIO DE SISTEMA SCADA**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo a final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Guayaquil, 03 de marzo del año 2022

Atentamente,



Joselyn Nathaly Lombeida Vásconez
0922667175



Jorge Joshué Samaniego Reyes
0950321273

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Michelle De Los Angeles Cárdenas Ibañez**, docente de la Universidad Politécnica Salesiana , declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DESARROLLO DE UN TABLERO DEMOSTRATIVO PARA EL CONTROL DE SISTEMAS DE AIREADORES Y ALIMENTADORES SUPERVISADOS Y MONITOREADOS MEDIANTE RADIOFRECUENCIA POR MEDIO DE SISTEMA SCADA**, realizado por **Joselyn Nathaly Lombeida Vásquez** con documento de identificación N° **0922667175** y por **Jorge Joshué Samaniego Reyes** con documento de identificación N° **0950321273**, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción **Dispositivo Tecnológico** que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 03 de marzo del año 2022

Atentamente,



Ing. Michelle De Los Angeles Cardenas Ibañez, Msc.
0926417106

ÍNDICE

I.	RESUMEN	1
II.	ABSTRACT	2
III.	INTRODUCCIÓN	3
IV.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
V.	JUSTIFICACIÓN	5
VI.	OBJETIVOS	6
VI-A.	OBJETIVO GENERAL	6
VI-B.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
VII.	HIPÓTESIS	7
VIII.	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	7
IX.	MARCO TEÓRICO	8
IX-A.	SISTEMA DE CONTROL	8
IX-A1.	Sistema de Aireación	8
IX-A2.	Sistema de Alimentación	8
IX-A3.	EcoStruxure Machine Expert	9
IX-A4.	Características y Funciones del Software EcoStruxure Machine	9
IX-A5.	MIKROTIC	9
IX-A6.	Enlace por radiofrecuencia	10
IX-A7.	PLC TM221CE24R Schneider	10
IX-A8.	Funcionamiento de un PLC	10
IX-A9.	Módulo de Entradas y Salidas Analógicas	10
IX-A10.	Sistema de Control de Lazo Cerrado	11
IX-A11.	AVEVA INTOUCH	11
IX-B.	SISTEMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	11
IX-B1.	Interruptor Termomagnético	11
IX-B2.	Supervisor de Voltaje	12
IX-B3.	Supresor de Transiente	12
IX-B4.	Distribuidores de carga	12
IX-B5.	Bornera de Paso Simple	12
IX-B6.	Bornera Puesta a Tierra	12
IX-B7.	Cables Unifilares de Alimentación y Control	12
IX-B8.	Selectores	12
IX-B9.	Contactor	12
IX-B10.	Guardamotor	13
IX-B11.	Fuente de alimentación	13
IX-B12.	Tableros Eléctricos	13
IX-B13.	Interruptor de Posición	13
IX-B14.	Motor trifásico	13
IX-B15.	Variador de Frecuencia	13
X.	MARCO METODOLÓGICO	14
X-A.	Cálculos para la implementación del tablero de control	14
X-B.	Selección de equipos para el montaje del tablero.	15
X-C.	Diseño del tablero en EPLAN	17
X-D.	Selección de cableado para control y fuerza.	18
X-E.	Materiales	19
X-F.	Diagramas de fuerza y Control	20
X-G.	Implementación del tablero.	23
X-H.	Programación	25

XI. RESULTADOS	28
XI-A. Sistema SCADA.	28
XII. CRONOGRAMA	35
XIII. PRESUPUESTO	36
XIV. CONCLUSIONES	37
XV. RECOMENDACIONES	38
XVI. ANEXOS	40

ÍNDICE DE FIGURAS

1.	Representación de un dispositivo de aireación.	8
2.	Representación del dispersor de alimento.	8
3.	Configuración y enlazamiento al PLC.[5]	9
4.	Diagrama de bloque SXTsq 5ac.	9
5.	Diseño del PLC TM221CE24R.[5]	10
6.	Módulo de entradas y salidas analógicas.	11
7.	Sistema de Control de Lazo Cerrado.	11
8.	Partes de un tablero eléctrico.[4]	13
9.	Cálculo de Corriente Nominal del motor.	14
10.	Deducción de la capacidad del Breaker Principal.	14
11.	Selección de equipo a utilizarse.	14
12.	Motor Trifásico.	15
13.	Placa del Motor.	15
14.	PLC TM221.	16
15.	Variador de Frecuencia.	16
16.	Vista frontal interna del tablero, diseñado en EPLAN	17
17.	Vista frontal del tablero, diseñado en EPLAN	17
18.	Diseño en 3D del tablero.	18
19.	Calibres para cableado de control y fuerza.	18
20.	Código de colores de acuerdo a tensiones.	18
21.	Materiales.	19
22.	Tablero de control, equipos de protección y conversión de voltaje.	20
23.	Tablero de control, diagrama de fuerza, arranque directo de motores.	20
24.	Tablero de control, Fuente de alimentación	21
25.	Tablero de control, Conexiones a 24VDC.	21
26.	Tablero de control, PLC alimentación.	22
27.	Tablero de control, Paro de emergencia del sistema.	22
28.	Vista Frontal interna del tablero terminado.	23
29.	Conexión de selectores y luces piloto.	23
30.	Vista frontal del tablero.	24
31.	Vista del sistema de control completo.	24
32.	Programación de entradas y salidas.	25
33.	Programación local/remoto y fallo de motor 1.	25
34.	Programación local/remoto y fallo de motor 2.	26
35.	Programación del sistema SCADA.	26
36.	Programación SET POINT manual y automático.	26
37.	Bloques de función para FEEDBACK y SET POINT.	27
38.	Control de velocidad automático de alimentador.	27
39.	Escala de velocidades de alimentador.	27
40.	Ventana Principal de HMI.	28
41.	Ventana de Visualización de alarmas.	28
42.	Representación de la piscina 1.	29
43.	Ventanas de accionamiento para ambos motores.	29
44.	Motores en funcionamiento modo manual.	30
45.	Luces piloto encendidas por accionamiento en modo manual de SCADA.	30
46.	Motores en funcionamiento modo automático.	31
47.	Luces piloto encendidas por accionamiento en modo automático de SCADA.	31
48.	Variador en funcionamiento modo automático.	32
49.	Motores en fallo por desenclavamiento de guardamotores.	32
50.	Luces Piloto rojas encendidas por fallos en motores.	33
51.	Motores en fallo por accionamiento en paro de emergencia.	33
52.	Visualización de ventana de históricos.	34
53.	Visualización de alarmas por fallos.	34
54.	Cronograma	35
55.	Presupuesto	36

56.	Medición para ubicación de canaletas ranuradas.	40
57.	Posicionamiento de equipos.	40
58.	Instalación de canaletas ranuradas.	41
59.	Fijación del riel din.	41
60.	Instalación de equipos.	42
61.	Cableado.	42
62.	Instalación y fijación del breaker principal.	43
63.	Vista frontal del tablero cableado.	43
64.	Cableado terminado.	44
65.	Marquillado de cables.	44
66.	Instalación de bornera puesta a tierra.	45
67.	Instalación de swicth de puerta.	45
68.	Cableado de alimentación y acometida.	46
69.	Vista frontal interna del tablero terminado.	46
70.	Selectores y luces piloto.	47
71.	Vista frontal del tablero terminado.	47
72.	Conexión de motores.	48
73.	Sistema de control completo.	48

I. RESUMEN

El presente proyecto técnico de titulación está basado en la implementación de un tablero eléctrico demostrativo el cual permite simular un sistema de aireación y alimentación real, sea este supervisado y controlado mediante sistema SCADA con un enlace de comunicación por radiofrecuencia, este proyecto tiene como objetivo crear un sistema eficiente para el ambiente de industrias camaroneras puesto que, al convertir los accionamientos de los motores del sistema de forma manual a forma remota mediante un equipo de comunicación, permite accionar en este caso un motor, el cual simula un alimentador y otro que simula un aireador desde un espacio o cuarto de control principal, sin la necesidad de dirigirse a cada piscina, además de tener un control sobre la velocidad con la cual funciona el motor destinado a la alimentación para controlar así el radio de expansión del alimento. Los elementos principales que componen este proyecto son los siguientes: PLC TM221CE24R Schneider, MIKROTIC SXTsq 5ac, variador de frecuencia Danfoss 134U7945, AVEVA INTOUCH, EcoStruxure Machine Expert. PALABRAS CLAVES: tablero demostrativo/ SCADA/ aireadores/ alimentadores/ sector camaronero.

II. ABSTRACT

This technical project is based on the implementation of a demonstrative electrical panel, which allows to control a simulation of aeration systems and real feeding, whether these are supervised by means of a radio frequency link, this project aims to create an efficient system for the shrimp industries environment since, by converting the drives of the system motors manually to remotely by means of a communication equipment allows to drive in this case a motor, which simulates a feeder and another that simulates an aerator from a space or main control room, without the need to go to each pool, in addition to having control over the speed at which the engine intended for feeding works to control the expansion radius of the food. The main elements that make up this project are the following: PLC TM221CE24R Schneider, MIKROTIC SXTsq 5ac, Reference Danfoss Variable Frequency Drive 134U7945, AVEVA INTOUCH, EcoStruxure Machine Expert. KEY WORDS: edemonstration board/ SCADA/ aerators/ feeders/ shrimp sector.

III. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años el auge de la acuicultura en el Ecuador ha crecido de manera potencial, debido a que la producción de camarón mantiene una gran importancia económica, social y ambiental para nuestro país.

Los productores de camarón ecuatorianos han incorporado avances tecnológicos para mejorar el crecimiento del camarón, con la optimización de recursos como alimentos acuícolas y consumo de energía para la oxigenación.

Es por eso que en este trabajo se plantea desarrollar un tablero demostrativo para el control de un sistema de aireadores y alimentadores para piscinas camaroneras, diseñado para monitorear y supervisar el proceso por medio de sistema SCADA y envío de datos mediante señales de radio en tiempo real, para facilitar y mejorar el proceso.

IV. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Al referirse a un sistema de automatización, se hace énfasis en optimizar recursos en lo mayormente posible, muchos de estos casos encierran factores que no siempre son viables para todas las compañías como lo es la inversión que se debe llevar a cabo, si bien es cierto las herramientas y equipos que se ven implementados suelen ser costosos pero su valor es válido para el impacto que generan. Uno de los factores más importantes al momento de tomar decisiones sobre este tipo de inversiones es el tiempo que se debe esperar para que una acción sea ejecutada en su totalidad y por supuesto su resultado. La principal problemática que se ve reflejada es la carencia de equipos, soportes, sistemas manuales que retrasan cualquier operación y por ende toda la producción, lo cual resulta en pérdidas significativas. Un control manual no siempre es la opción más viable en estos casos, es por eso que en este proyecto se implementan controles automáticos para tener una mejor eficacia en el proceso. Sin embargo todo proceso debe contar con ambos controles en caso de que alguno falle. Esta implementación permite un tiempo de respuesta inmediato a cualquier fallo o cambio que el proceso presente, mejorando la eficiencia y facilitando el trabajo del operador.

V. JUSTIFICACIÓN

Cuando se refiere a productos significativos que conllevan el desarrollo de la industria en la región ecuatoriana, se hace énfasis en el camarón, el cual está generando un crecimiento económico significativo en la actualidad, esto se debe a su reconocimiento a nivel mundial por su consistencia y aceptación en un sinnúmero de países.

Con el creciente desarrollo en la industria acuícola camaronera los costos de mano de obra en sistemas de oxigenación y alimentación del camarón, si son operados manualmente representan un valor agregado bastante alto, ocasionando inversiones aún mayores ya que, la alta demanda del producto final obliga a la industria a realizar una ampliación para albergar un mayor número de piscinas, debido al aumento de su extensión y el tiempo empleado para cumplir con el proceso incrementa, por tal razón, el presente proyecto tiene como objetivo buscar que las industrias ecuatorianas conozcan cuan beneficiosa puede llegar a ser la transición de un sistema manual a automático, la misma que garantiza una disminución en mano de obra y en tiempo empleado puesto que, al hablar de un sistema hombre-máquina capaz de ejecutarse en toda la extensión de la industria o en espacios específicos con solo generar una orden, los costos de la producción se reducen, mejorando la productividad de la empresa.

A su vez, este trabajo tiene como prioridad entender cuan eficiente es un sistema de control automatizado correctamente, el control de la velocidad del motor destinado a la alimentación es de suma importancia cuando el radio de expansión del alimento depende de ello. También este procedimiento permite supervisar el proceso en tiempo real, conociendo las variables manejadas dentro del mismo, mediante la implementación de un equipo de comunicación enlazado vía Ethernet al microcontrolador (PLC) capaz de transferir los datos obtenidos del mismo a una plataforma de visualización. Es importante conocer y saber utilizar cada uno de sus componentes los cuales brindan flexibilidad, funcionalidad y eficacia al proceso, por otra parte el desarrollo de este sistema permite enriquecer el conocimiento en el campo de la automatización de procesos camaroneros.

VI. OBJETIVOS

VI-A. *OBJETIVO GENERAL*

- Desarrollar un tablero demostrativo para el control de sistemas de aireadores y alimentadores de piscinas camaroneras, supervisados y monitoreados mediante un sistema SCADA.

VI-B. *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- Diseñar un tablero demostrativo de control para la alimentación y oxigenación en piscinas camaroneras.
- Implementar un sistema de control y supervisión en tiempo real mediante sistema SCADA de los motores que accionan los aireadores y alimentadores de las piscinas de camarón.
- Realizar pruebas y generar históricos del sistema en tiempo real para facilitar el análisis del proceso.

VII. HIPÓTESIS

Gracias a este tablero demostrativo de un sistema automatizado con control SCADA se comprueba la eficiencia que tiene un proceso de automatización en cuanto al control de velocidades de motores, además de la oportunidad de enriquecer los conocimientos y aplicarlos a sectores y temas necesarios.

VIII. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Desarrollo de un tablero de control para la simulación de un sistema base de alimentación y oxigenación, controlando la variable de velocidad del motor que expulsa el alimento, regulando el radio de expansión del mismo. Por otra parte para el sistema de aireación el motor se mantiene en su velocidad nominal. Este proceso es monitoreado y supervisado en tiempo real mediante sistema SCADA, con la particularidad de que la transmisión de datos del sistema es realizado mediante radiofrecuencia para simular así un ambiente real tomando en cuenta que el tablero de control en un entorno camaronero se encuentra distante al cuarto de control principal, y con esto se logra obtener un proceso mas eficaz en cuanto a la reducción del tiempo empleado en comparación con un sistema de accionamiento manual de motores.

IX. MARCO TEÓRICO

Un sistema automatizado redirecciona las labores de producción realizadas anteriormente por los operadores humanos, mediante un sistema de software capaz de generar instrucciones y procesos, reduciendo errores y mejorando la producción.

En este caso se realiza un sistema automático de alimentación y oxigenación para la crianza de camarón, para lo cual se necesita tomar en cuenta ciertos conceptos.

IX-A. SISTEMA DE CONTROL

IX-A1. Sistema de Aireación:

Uno de los métodos existentes para purificar el agua se conoce como aireación, el cual consiste en oxigenarla, proceso el cual maneja un factor crítico en los criaderos de camarón.

Este proceso brinda al camarón oxígeno en momentos determinados, evitando así que estos sufran factores que conlleven a su muerte.

La aireación suplementaria provee oxígeno de forma continua para incrementar más los niveles de producción y permitir niveles de alimentación continuos. [3]



Figura 1. Representación de un dispositivo de aireación.

IX-A2. Sistema de Alimentación:

El balanceado para camarón se acopla perfectamente con equipos automáticos de alimentación, en este caso las extrusoras de los motores dispensadores, que se encuentran bajo las tolvas donde se almacena el alimento son capaces de hacer fluir con facilidad el mismo, brindando una distribución continua.

Sin embargo un aspecto a tomar en consideración es la resistencia del balanceado, ya que al pasar por los motores dosificadores se generan esfuerzo mecánicos en el mismo que pueden llegar a afectar su durabilidad.

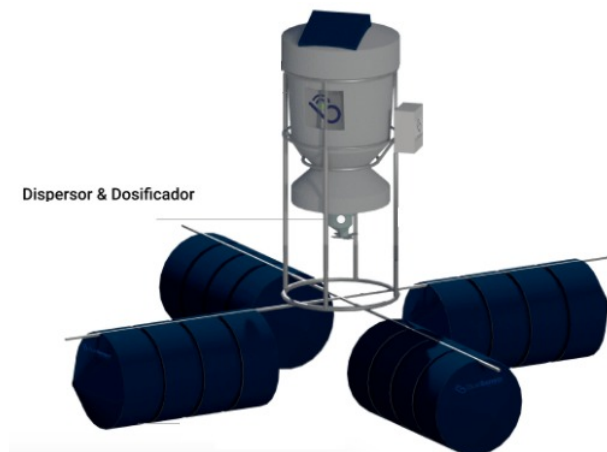


Figura 2. Representación del dispensador de alimento.

IX-A3. EcoStruxure Machine Expert:

EcoStruxure Machine Expert es un software cuyas herramientas permiten al programador desarrollar e implementar funciones con una secuencia lógica de programación para puesta en marcha de máquinas dentro de un proceso automatizado.

EcoStruxure Machine Expert contiene diversas funciones de control, las cuales tienen como objetivo facilitar el control del proceso deseado.[5]

IX-A4. Características y Funciones del Software EcoStruxure Machine:

En la Figura 3, se puede visualizar la ventana del programa donde se muestra la configuración y enlazamiento desde el software Schneider al PLC.

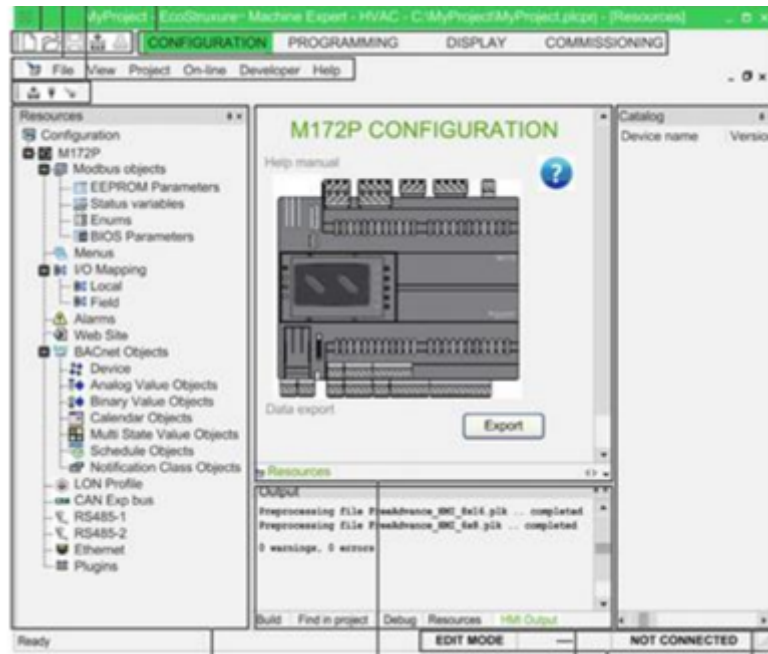


Figura 3. Configuración y enlazamiento al PLC.[5]

IX-A5. **MIKROTIC**: SXTsq 5 ac es un equipo de conexión inalámbrica de 5GHz para enlaces de punto a punto ideal para áreas abiertas, la misma contiene una antena incorporada de 16dbi con un alcance máximo de 12 Km de antena a antena y un protocolo 802.11ac para proporcionar una transferencia de datos por ondas de radio mucho más velozes.

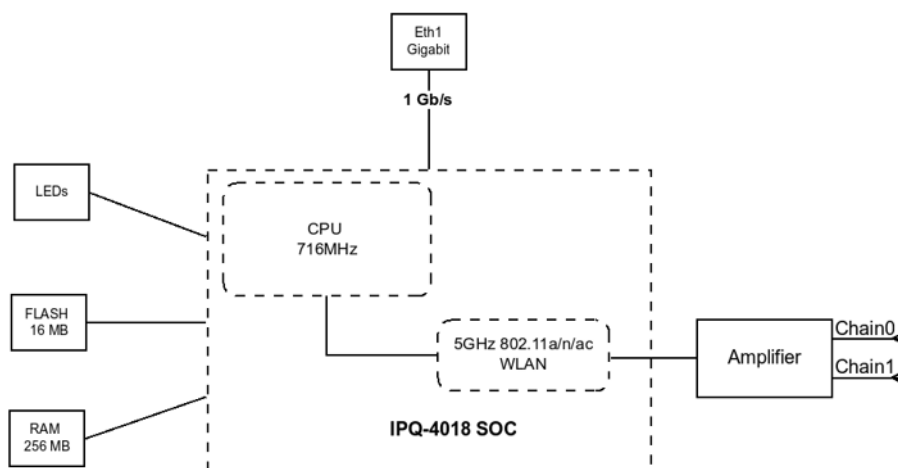


Diagrama de bloque SXTsq 5 ac.

Figura 4. Diagrama de bloque SXTsq 5ac.

IX-A6. Enlace por radiofrecuencia:

Actualmente en todo el entorno industrial los telecontroles que se dan vía radio forman parte de una herramienta esencial para el desarrollo de este ya que, su aplicación presenta una instalación versátil y eficaz por la ausencia del cableado. Lo que se conoce como los radiomodem SATELLINE son dispositivos que brindan un enlace detallado por radiofrecuencia lo que asegura si monitorización y telecontrol de una gran cantidad de maquinaria, sensores, entre otros sistemas. Este sistema en general es de gran aporte industrial por lo que ofrece numerosas ventajas como lo son el ahorro económico por lo que es una herramienta totalmente viable y fiable.

IX-A7. PLC TM221CE24R Schneider: Se conoce como PLC a un controlador capaz de ser programado, se puede decir que basicamente es una computadora aplicada a varios ambientes industriales, la cual ayuda a procesar y comprender todos los datos o cualquier tipo de señal de entrada. Para luego controlarlos de manera automática.

IX-A8. Funcionamiento de un PLC: Para que el PLC pueda ejecutar cualquier tipo de acción, debe ser programado con la tarea asignada.

Para poder programarlo se necesita un software que es específico dependiendo la marca y cada programa cuenta con diversos lenguajes de programación en los cuales se redacta instrucción por instrucción lo que se va a procesar y controlar.

A continuación, en la siguiente figura se presenta un diseño del PLC TM221CE24R [4]



Figura 5. Diseño del PLC TM221CE24R.[5]

IX-A9. Módulo de Entradas y Salidas Analógicas:

Un módulo de entradas y salidas analógicas es una tarjeta electrónica de expansión vinculada al microcontrolador PLC, cuya función es realizar la intercomunicación entre los actuadores que conforman el circuito.



Figura 6. Módulo de entradas y salidas analógicas.

IX-A10. Sistema de Control de Lazo Cerrado: Un sistema de control de lazo cerrado es un sistema de retroalimentación, capaz de variar su señal de entrada en función de la señal de salida deseada, esto mediante el análisis de su señal de salida para regular a medida su señal de entrada.

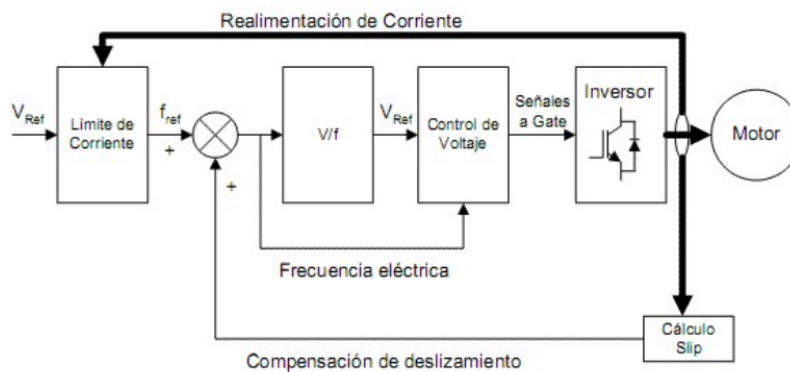


Figura 7. Sistema de Control de Lazo Cerrado.

IX-A11. AVEVA INTOUCH: AVEVA InTouch HMI es un software HMI de visualización de acceso remoto, una herramienta de desarrollo que permite monitorear y controlar los procesos en tiempo real mediante animaciones y funciones de programación, capaz de brindar la flexibilidad requerida por sus desarrolladores.

IX-B. SISTEMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO

IX-B1. Interruptor Termomagnético:

Un interruptor o disyuntor termomagnéticos es un equipo de protección utilizado en circuitos eléctricos, cuya función está compuesta de 2 aspectos, siendo la primera la parte térmica, en la cual el dispositivo la activa frente a una sobrecarga y la segunda parte magnética, la cual se activa frente a un cortocircuito.

Ante todo, se debe conocer que un circuito está formado por una serie de conductores y elementos de consumo, estos elementos de consumo son en número limitado y dependiendo del consumo del elemento será el conductor que se coloca y también el interruptor magnético.[2]

IX-B2. Supervisor de Voltaje:

Un supervisor de voltaje es un equipo electrónico fabricado para detectar parámetros como:

- Sobre tensión y sub-tensión
- Fallo de fase
- Condiciones anormales de relacionadas con fase, corriente, voltaje, frecuencia y temperatura

Permitiendo tomar acciones correctivas para evitar averías en los equipos que conforman el circuito eléctrico

Dicha protección es lograda por medio de la medición continua de voltaje en el circuito eléctrico, la cual al detectar una variación de voltaje desconecta la carga. Dicho rango de aceptación de voltaje es ajustado según las necesidades del circuito impuestas por el operario.

Un supervisor de voltaje Schneider consta de temporizado de conexión ajustable e indicadores luminosos de sobre voltaje, bajo voltaje, control/espera y fase invertida.

IX-B3. Supresor de Transiente:

Los supresores de picos o transientes son equipos asignados a brindar protección contra transientes de voltaje (sobretensión de alimentación instantáneos) a las instalaciones eléctricas, dichas sobretensiones pueden ser originadas por factores atmosféricos, aperturas o cierres de interruptores bajo carga, cierre y aperturas de fusibles en subestaciones, arranque y paro de motores de gran potencia.

En conclusión, un supresor de Transiente se encarga de mandar a tierra estos picos de voltaje para proteger los equipos y en casos extremos se avería el supresor transiente y no los equipos que conforman el circuito.

IX-B4. Distribuidores de carga:

Los distribuidores de carga permiten distribuir electricidad de las líneas del circuito eléctrico, de forma eficiente y segura.

IX-B5. Bornera de Paso Simple:

Las Borneras son dispositivos utilizados como conectores de cable, los cuales evitan la necesidad de enmienda de hilos eléctricos, también tienen la labor de distribuir energía dentro del grupo instalado. No obstante, se necesita brindarles una revisión constante Ventajas:

- Mientras mayor sea el diámetro del receptáculo este permitirá la conexión del cableado rígido sin necesidad de utilizar terminales punteras
- Su construcción brinda un ahorro de espacio, mientras más compacta sea mayor espacio reducirá, permitiendo un mayor espacio para su cableado en espacios reducidos.

IX-B6. Bornera Puesta a Tierra:

Como en todo circuito eléctrico, el aterrizaje a tierra de los equipos debe estar compuesto por una o varias borneras, que servirán para mandar el conductor a tierra.

Ventajas:

- Debido a su construcción compacta el ahorro de espacio brinda mayor comodidad de cableado.
- Facilidad de fijación en riel din.

IX-B7. Cables Unifilares de Alimentación y Control:

Un cable multihilos o unifilar es requerido para algunos tipos de instalaciones eléctricas en los tableros de control, utilizado para conducir la corriente entre sus equipos, dependiendo de su calibre, el amperaje de la corriente conducida varía.

El cable unifilar cuenta con aislamiento de goma y multitud de filamentos en su interior que permiten la comunicación entre los dispositivos conectados.[1]

IX-B8. Selectores: Los selectores son dispositivos de conmutación, de 2 o más posiciones estables en su posición, se mantienen tras su accionamiento manual.

Son comutadores manuales accionados mediante manijas, pulsantes o llaves. [6]

IX-B9. Contactor:

Un contactor es un dispositivo diseñado para accionar o a su vez desconectar sus contactos, quienes ceden o rechazan el paso de la corriente.

Esto normalmente sucede al momento de energizar su bobina, la cual acciona un electroimán y este abre o cierra sus contactos.[8]

IX-B10. Guardamotor:

Es un dispositivo electromecánico destinado a proteger un circuito, el cual permite accionar y detener los motores de forma manual, además de brindar cierta protección contra sobrecargas, falla de fase y cortocircuitos.

Su aplicación permite tener una respuesta casi que inmediata al momento de presentar fallas que puedan averiar nuestro circuito, apagando los motores.[7]

IX-B11. Fuente de alimentación:

Es un sistema que transforma corriente alterna a corriente directa para la alimentación de equipos dentro de un circuito eléctrico que funcionen con esta.[**Profesional**]

IX-B12. Tableros Eléctricos:

Un tablero eléctrico se encarga de salvaguardar cada uno de los componentes de un circuito eléctrico de factores internos como externos para garantizar un correcto funcionamiento del mismo.[4].

En la siguiente imagen se puede visualizar las partes de un tablero eléctrico y la posición de sus equipos.



Figura 8. Partes de un tablero eléctrico.[4]

IX-B13. Interruptor de Posición:

Un interruptor de posición es un dispositivo que permite la detección al contacto, normalmente esta constituido por un cuerpo que internamente tiene uno o varios contactos eléctricos, sean estos normalmente abiertos o normalmente cerrados y su cabeza de contacto.

IX-B14. Motor trifásico:

Se le llama motor trifásico a máquinas eléctricas las cuales son capaces de transformar la energía eléctrica en energía mecánica por medio de diferentes acciones electromagnéticas, estas herramientas también están diseñados para funcionar bajo altas potencias y se pueden manejar por corrientes alternas.

IX-B15. Variador de Frecuencia: Un variador de frecuencia regula la velocidad de los motores, en este caso de la corriente alterna, regulando la frecuencia eléctrica que alimenta el motor, por consiguiente un variador de frecuencia suministra la electricidad requerida por el motor, optimizando su consumo con un par y velocidad predeterminada.

X. MARCO METODOLÓGICO

Considerando el objetivo de estudio aplicado en este trabajo, el tipo de investigación implementada es el diseño experimental, el cual se ejecuta de manera descriptiva, tomando en cuenta que el tema de investigación sugiere desarrollar un tablero demostrativo de un sistema capaz de ser controlado, monitoreado y supervisado mientras dure el proceso, generando históricos gracias al enlace de radiofrecuencia y así analizar el funcionamiento del sistema.

X-A. Cálculos para la implementación del tablero de control

Inicialmente se procede a calcular la corriente nominal del motor.

$$I_{n_{motor}} = \frac{(1.5hp)(746w)}{(\sqrt{3})(220v)(0.83)(0.825)} = 4.3 \text{ Amperios}$$

Figura 9. Cálculo de Corriente Nominal del motor.

Una vez calculada la corriente del motor se procede a realizar la sumatoria de potencias de los motores que se vayan a emplear conjuntamente con la potencia del transformador de control. Luego de haber calculado la potencia total, el siguiente paso es deducir la corriente nominal multiplicada por un factor de 1.25 para compensar la acumulación de calor en los terminales por sobreintensidad y así poder seleccionar el breaker principal.

$$P_{motor1} = (1.5HP)(746W) = 1.119 \text{ W}$$

$$P_{motor2} = (1.5HP)(746W) = 1.119 \text{ W}$$

$$P_{transformador} = 63VA = 63W = 0.08HP$$

$$(63w) \frac{(1HP)}{(746W)} = 0.08HP$$

$$P_{total} = 1.5HP + 1.5HP + 0.08HP = 3.08HP$$

$$I_{n_{BreakerPrincipal}} = \frac{(3.08HP)(746W)}{(\sqrt{3})(220V)(0.9FP)} = 6.7 \text{ Amperios}$$

$$I_{n_{BreakerPrincipal}} = (6.7)(1.25) = 8.37$$

Figura 10. Deducción de la capacidad del Breaker Principal.

Posteriormente con la corriente nominal del motor se selecciona el guardamotor, el cual en su rango de protección incluye la corriente nominal. Se adiciona un bloque de contactos auxiliares 1NO+1NC por cada guardamotor para el control.

$$I_{n_{motor}} = 4.3 \text{ Amperios}$$

$$\text{Schneider GV2ME10} = 4 \text{ A} - 6.3 \text{ A}$$

Figura 11. Selección de equipo a utilizarse.

El siguiente paso es seleccionar un contactor en base a la corriente nominal del motor, en este caso en el mercado se comercializan a partir de 9A, la bobina del contactor a utilizar debe ser de 24 VDC, ya que en el PLC utilizado las salidas se alimentan a ese voltaje.

A photograph of a Siemens motor with a terminal box. The motor is light grey with a ribbed cooling fan. A yellow and blue safety label is visible on the shaft. The terminal box is mounted on top and has two circular covers. A brown nameplate is attached to the front of the motor. The motor is sitting on a concrete floor next to a cardboard box.

[illegible]

X-B. Selección de equipos para el montaje del tablero.

- 15



Figura 14. PLC TM221.

- Para la lógica de control se utiliza un relé de 24VDC con 2 contactos abiertos y 2 cerrados.
- Respecto al enlace de radiofrecuencia se emplean 2 radios para cumplir la función de Emisor-Receptor.
- Refiriéndose al control de velocidad se usa un variador de frecuencia con un sistema de control interno de lazo cerrado, el cual se parametriza de acuerdo con la placa del motor instalado.

En el presente proyecto se emplea un variador de frecuencia Danfoss de referencia 134U7945, de las siguientes características:

- Trifásico 200 – 240 VAC
- 1,1KW / 1.5 HP
- E/S analógicas



Figura 15. Variador de Frecuencia.

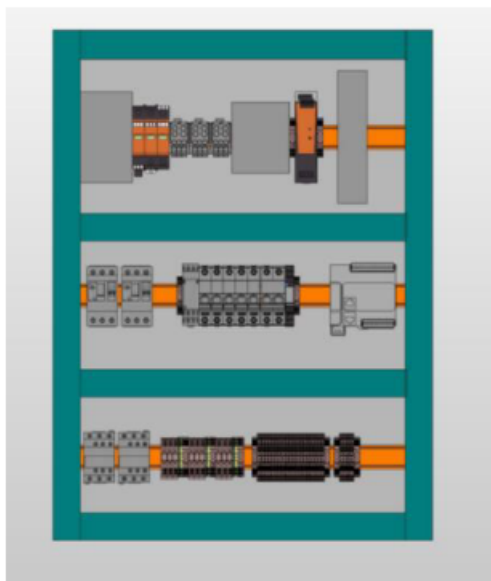


Figura 16. Vista frontal interna del tablero, diseñado en EPLAN

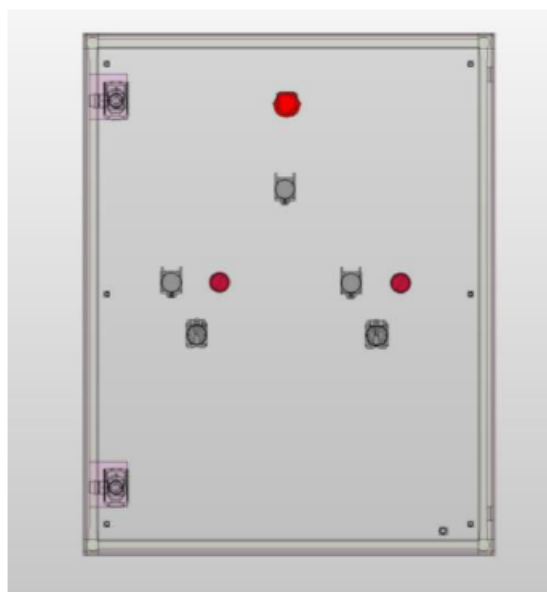


Figura 17. Vista frontal del tablero, diseñado en EPLAN

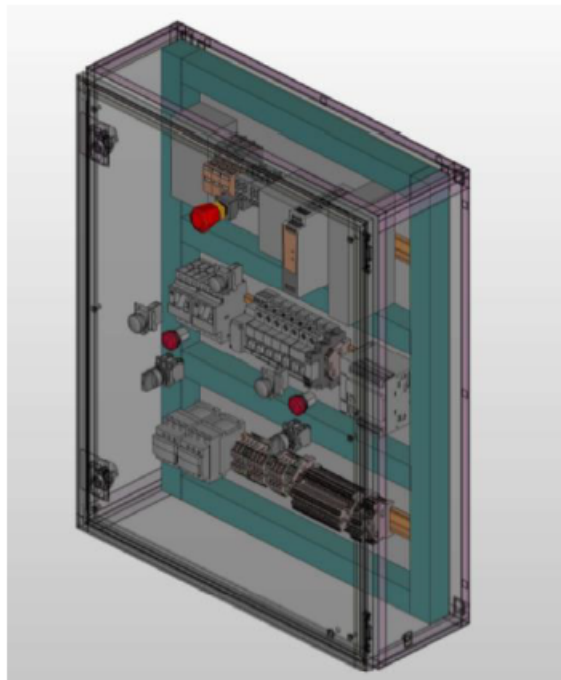


Figura 18. Diseño en 3D del tablero.

X-D. Selección de cableado para control y fuerza.

10 AWG	Cableado para acometida, entrada y salida de breaker principal, supresor de transiente, entrada a repartidores de carga
14 AWG	Cableado para salida de repartidor de carga hacia arranque directo de motores (guardamotor, contactores, borneras)
18 AWG	Cableado para control

Figura 19. Calibres para cableado de control y fuerza.

120VAC 120VAC NEUTRO	18 AWG NEGRO 18 AWG BLANCO
24VDC 0VDC	18 AWG ROJO 18 AWG AZUL
24VDC INPUT PLC 24VDC OUTPUT PLC	18 AWG NARANJA 18 AWG AMARILLO

Figura 20. Código de colores de acuerdo a tensiones.

X-E. Materiales

DESCRIPCIÓN DEL ARTICULO	Cantidad
ARMARIO VACÍO 600X500X230 mm CON PUERTA TRANSPARENTE	1
PLACA POLIESTER PBP-65	1
DISYUNTOR EZC100 N 15KA 3P/3T 15A	1
TRANSFORMADOR DE CONTROL MONOFASICO DE 0.063 KV, IN:230/400 V OUT: 110V	1
SUPRESOR DE TRANSIENTE VPU AC II 3 R 300V/50KA	1
RELÉ CONTROL SECUENCIA Y PRESENCIA DE FASE	1
FUENTE DE ALIMENTACIÓN PRO MAX 72W 24V 3A	1
DISYUNTOR IC60N 1P 2A C	5
DISYUNTOR IC60N 2P 4A C	1
SELECTOR 3 POSITION,2NO	2
CONTACTBLOCK,1NO	2
CONTACTOR 9A 1NA/1NC 24VCC-AR-ANTIP	2
GUARDAMOTOR 4-6,3A GZ1E	2
BLOQUE CONT.AUX.LAT.NA+NC GZ1E	7
PARO DE EMERGENCIA RED,1NC	1
REPARTIDOR DE CARGA WPD 104 1X25+1X16/2X16+3X10 GY	3
WEW 35/2 TOPES FINAL PARA BORNERA	15
ZQV 2.5N/4 PUENTES DE 4 POLOS PARA BORNERA DE 2 PISOS	4
ZQV 2.5N/20 GE PUENTE 20 POLO PARA BORNERA DE 2 PISOS	2
WAP WDK2.5 TAPAS PARA BORNERA DE 2 PISOS	4
WDU 4	6
WPE 4	4
INTERRUPTOR DE POSICION MET NC/NA RECT PULSADOR MET CAB 1M	1
RELE DE CONTROL TRS 24VDC 2CO	1
CPU COMPACTA AC 9E/7S RELE ETHERNET	1
H2,5/14D BL BD) TERMINAL PUNTERA AZUL 14 AWG	200
LAMPARA FLUORES. ENCHUFE UL-CSA	1
TS 35X7.5/LI 1M/ST/ZN) RIEL DIN	2
KABELBINDER BASIC TIE 98X2,5 BK) AMARRAS PLASTICAS	100
KABELBINDER BASIC TIE 160X2,6 BK) AMARRAS PLASTICAS	200
CANAleta RANURADA DE PVC 30 X 45 MM, 2 M	2
PILOTO LUM. LED 24V VERDE	3
PILOTO LUM. LED 24V ROJO	2
H0,75/14 W BD) TERMINAL PUNTERA BLANCO 18 AWG	350
(H6/25D ZH GE SV) TERMINAL PUNTERA DOBLE AMARILLO 10 AWG	20
H6,0,0/20T GN TERMINAL PUNTERA VERDE 10 AWG	100
CABLE DE CU TFF # 14AWG NEGRO FLEXIBLE 600V	100
H05V-K 1X1 WH CABLE 18 AWG BLANCO	100
H05V-K 1X1 YE CABLE 18 AWG AMARILLO	100
CINTA DYMO TERMOCONTRAIBLE BLANCO 1/2 X 1,5M 18055	4
CINTA DYMO 9MM x 1.5MM 3/8 BLACK-WHITE	2
CINTA ESPIRAL CS-12 12MM 10MTS	1
OLFLEX CLASSIC 100 4G4) CABLE 4 HILOS 18 AWG	12
SKINTOP GMP-GL PG 16 RAL 7001 SGY CONTRATUERCA	7
SKINTOP STR PG 16 RAL 7001 SGY PRENSAESTOPA	5
3 BORNES 50A POUR CABLE 2.5 À 16MM2	1
TERMINAL PUNTERA SIMPLE # 10-12 (PQ 100 U)	10
TERMINAL TIPO U 10AWG	10
MOTOR 3F SIMOTICS 1.5HP 3600RPPM 220/380/440V SIEMENS	2
ZUMLINK Z9-PE, 4 PUERTOS	1
ZUMLINK 900 IO ENCLOSED ETHERNET SNAP TO STACK	2
VAR.VELOCIDAD VLT MIDI DRIVE 1.1KW/1.5HP THREE PHASE 200-240 VAC	1
VLT CONTROL PANEL LCP 102 PARA FC-202	1

Figura 21. Materiales.

X-F. Diagramas de fuerza y Control

Representación del diagrama de conexión de los equipos destinados a la protección, supervisión y transformación de voltaje, suministrado directamente de las líneas de 440VAC, entre los cuales contamos con: supresor de transiente, relé supervisor de voltaje y transformador monofásico de control. Como se muestra a continuación.

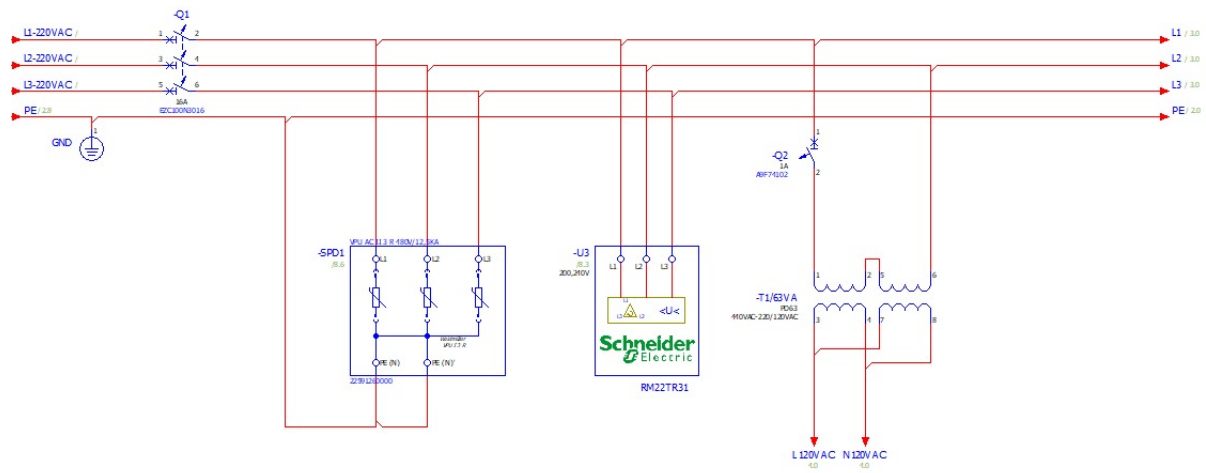


Figura 22. Tablero de control, equipos de protección y conversión de voltaje.

Representación del diagrama de fuerza para el arranque directo de 2 motores de 1.5HP, del cual un motor está controlado por un variador de frecuencia, adicionalmente cada arranque cuenta con su guardamotor y contactor para el accionamiento de cada motor.

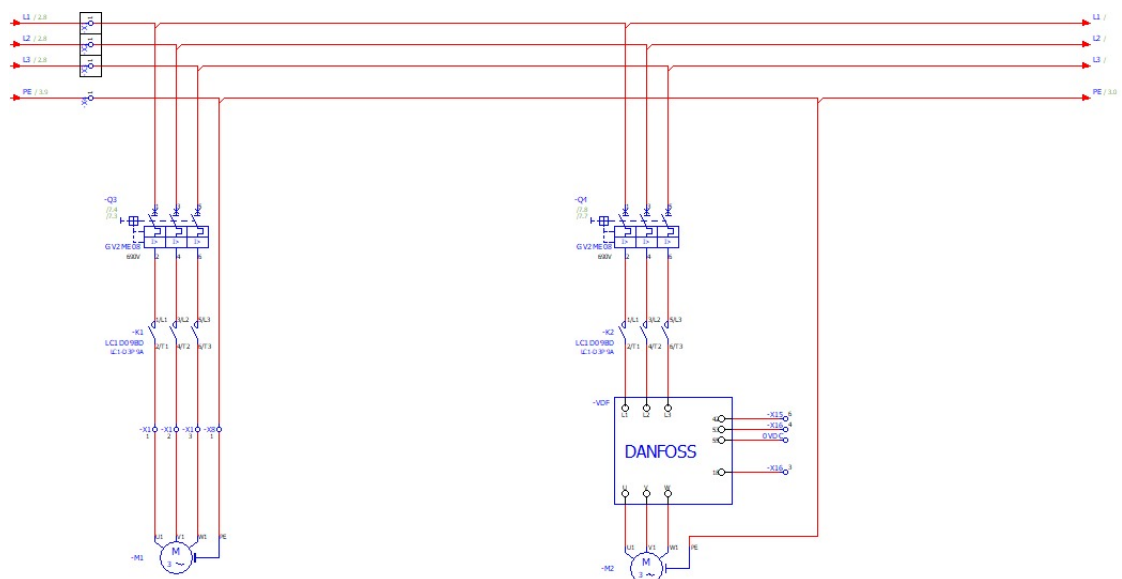


Figura 23. Tablero de control, diagrama de fuerza, arranque directo de motores.

Representación del diagrama de conexión de la fuente alimentación 24VDC, PLC y switch de puerta a la línea de 120VAC, con sus respectivos breakers de protección.

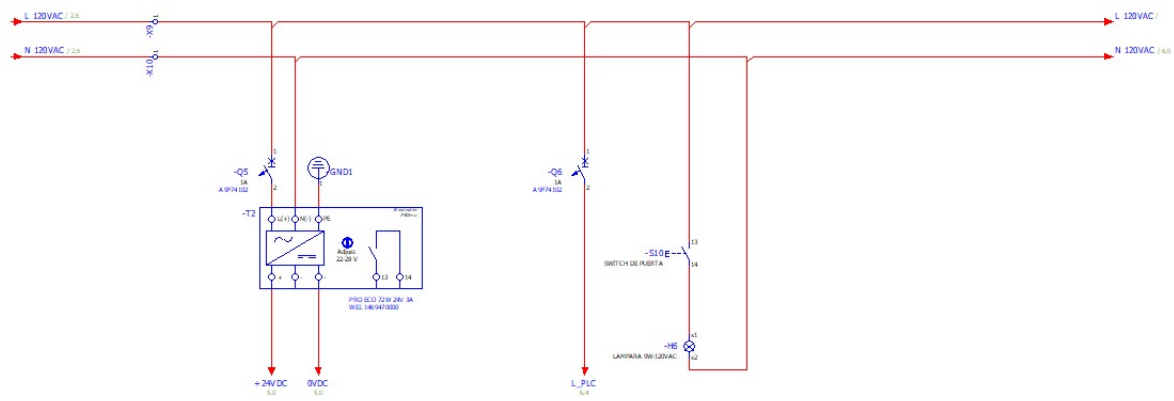


Figura 24. Tablero de control, Fuente de alimentación

Representación del diagrama de conexión de las líneas de 24VDC salientes de la fuente de alimentación hacia el breaker de protección del equipo de comunicación, alimentación a bornes de distribución para entradas del PLC y relé con su respectiva luz piloto.

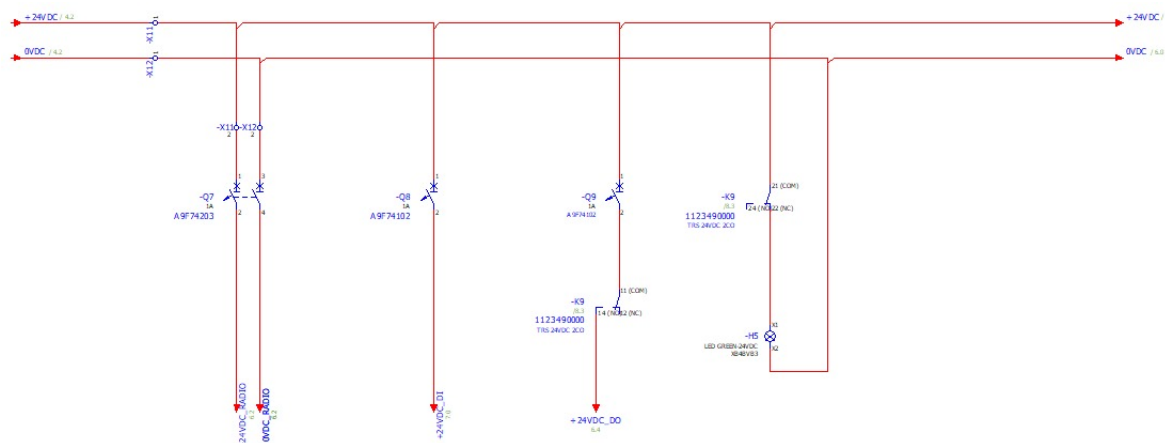


Figura 25. Tablero de control, Conexiones a 24VDC.

Representación del diagrama de conexión para la alimentación del PLC a 120VAC, modulo de entradas analógicas a 24 VDC, conexión vía Ethernet al equipo de comunicación por radiofrecuencia y a su vez la distribución de entradas y salidas de los mismos.

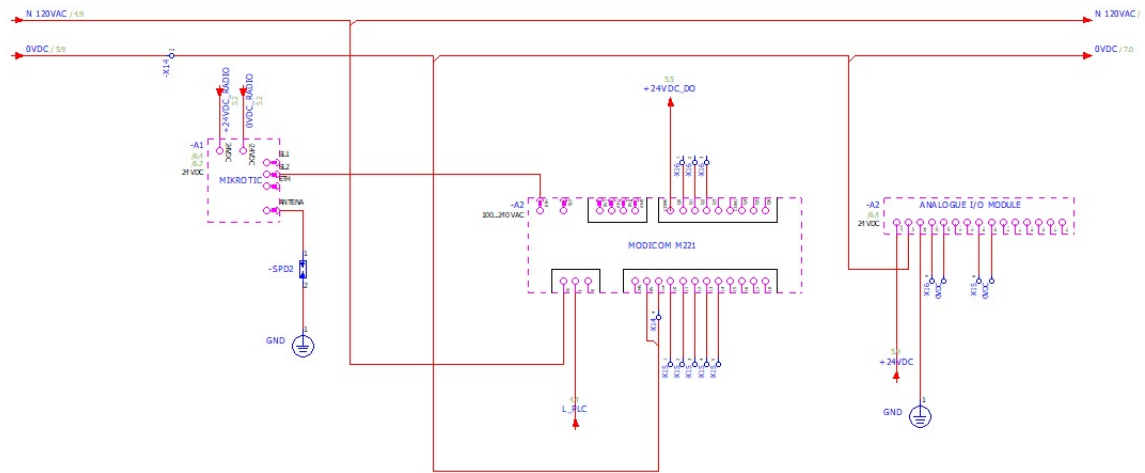


Figura 26. Tablero de control, PLC alimentación.

Representación del diagrama de control para el paro de emergencia del sistema, con su respectivo botón de paro, supervisor de voltaje y supresor de transiente, conectados a su entrada asignada del PLC.

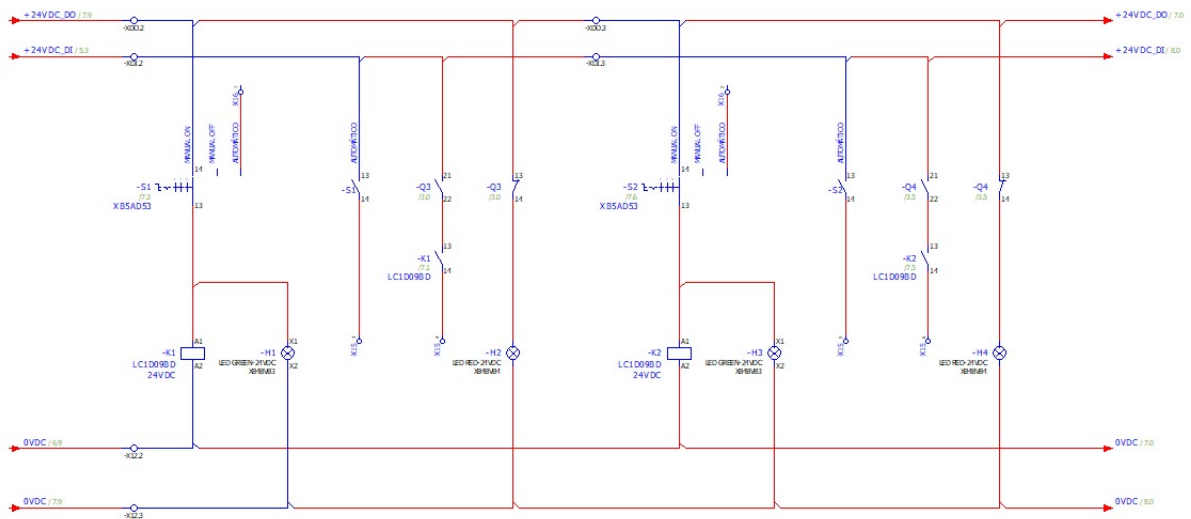


Figura 27. Tablero de control, Paro de emergencia del sistema.

X-G. Implementación del tablero.

Se puede visualizar el tablero terminado con sus respectivos equipos, lámpara y acometidas, listo para su funcionamiento.

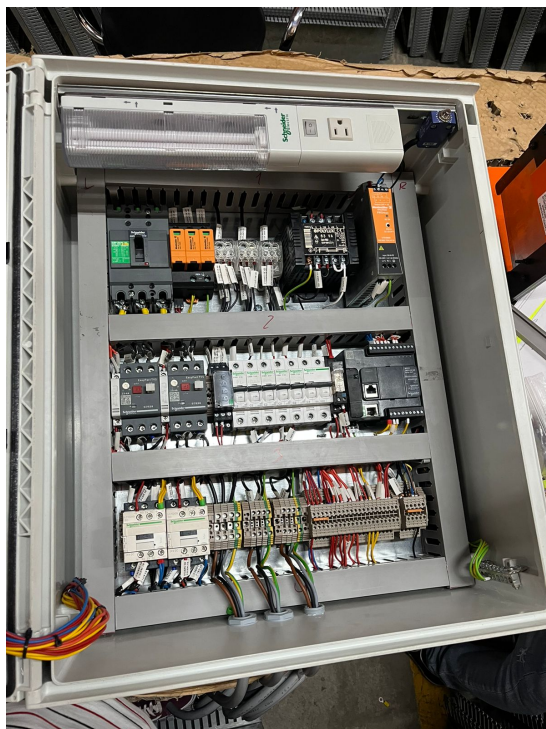


Figura 28. Vista Frontal interna del tablero terminado.

Vista posterior de la tapa del tablero, donde se observan las conexiones de los selectores, luces piloto y paro de emergencia.



Figura 29. Conexión de selectores y luces piloto.

Vista frontal del tablero terminado.



Figura 30. Vista frontal del tablero.

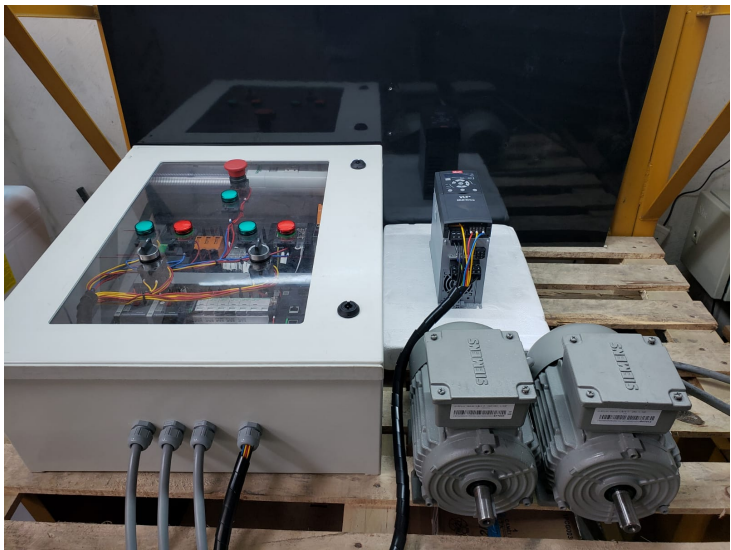


Figura 31. Vista del sistema de control completo.

X-H. Programación

Programación y designación de entradas, marcas y salidas del sistema. De las cuales se procede a seleccionar como entradas físicas a paro de emergencia, supresor de transiente y selector en modo automático, seguido de la lógica de control para cada arranque, finalizando con la salidas al motor 1 el cual simula la función de un aireador y al motor 2 que simula la función de un alimentador.

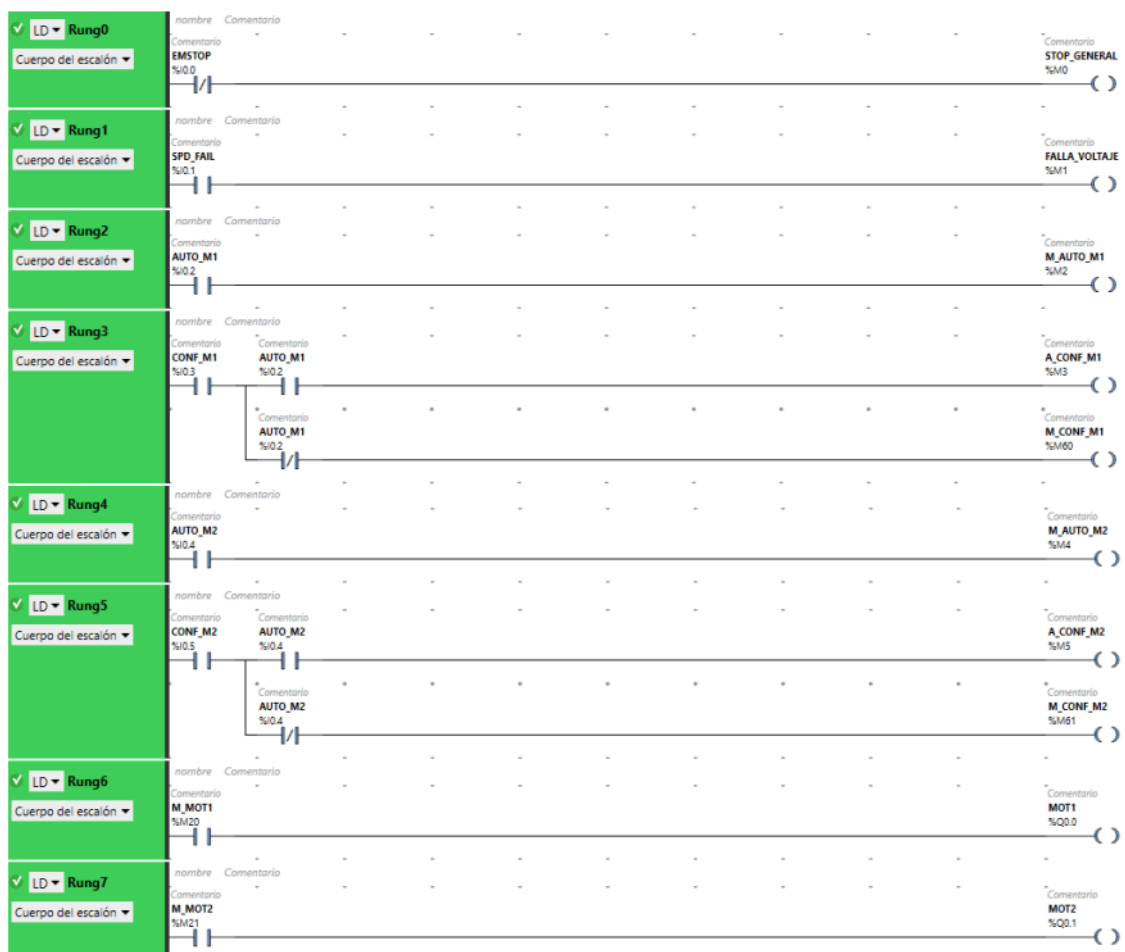


Figura 32. Programación de entradas y salidas.

Se inicia la programación del sistema automático para ambos motores con modo local (manual) o remoto (automático) y control para aviso de fallo de los mismos.

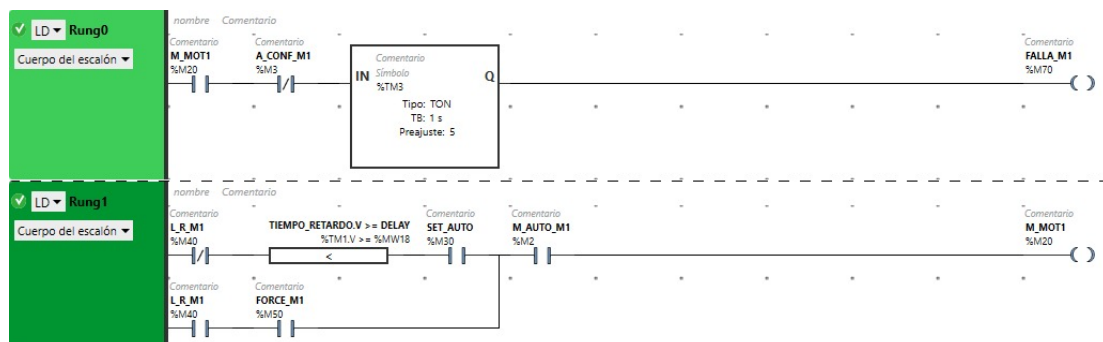


Figura 33. Programación local/remoto y fallo de motor 1.

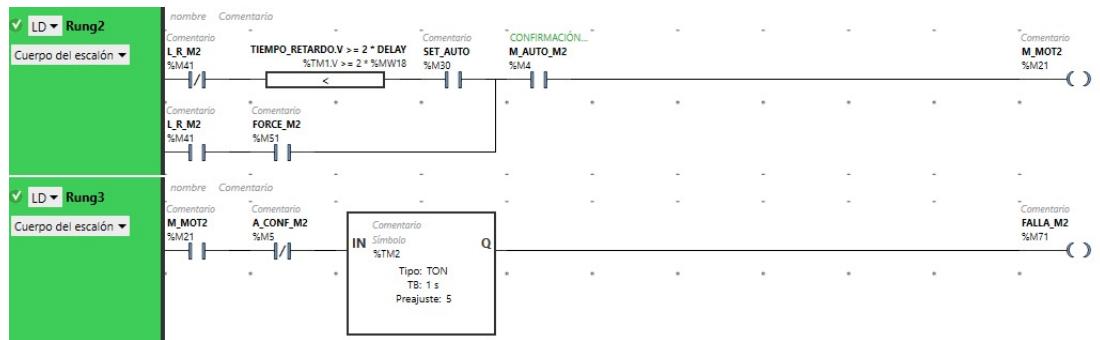


Figura 34. Programación local/remoto y fallo de motor 2.

Programación del sistema SCADA , accionamiento de motores por tiempo designado, marcha y paro, por hora de inicio y hora de fin. Además de tiempos de retardo para el accionamiento de los motores de forma secuencial.

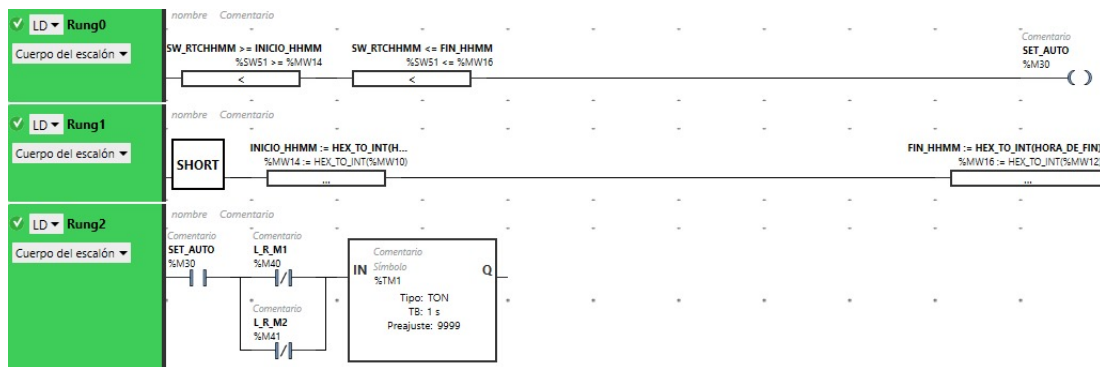


Figura 35. Programación del sistema SCADA.

Programación para direccionamiento de SET POINT manual o automático del sistema SCADA y acondicionamiento para marcha y paro en modo manual.

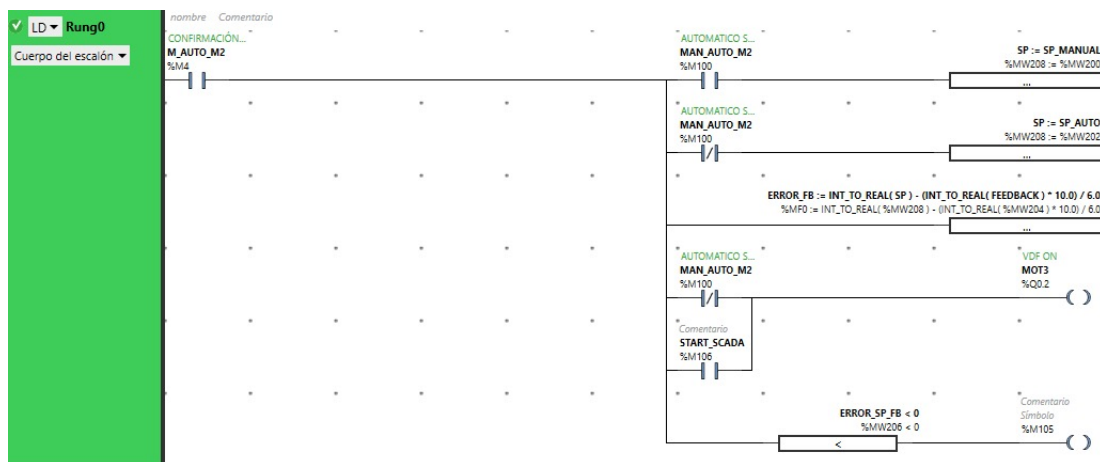


Figura 36. Programación SET POINT manual y automático.

Programación de bloques de funciones para escala de FEEDBACK, asignación de constante kp para calculo de SET POINT de salida, en función de error de estado en la retroalimentación para estabilizar el sistema de control.

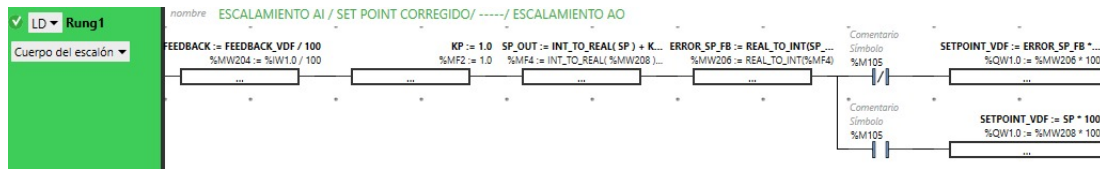


Figura 37. Bloques de función para FEEDBACK y SET POINT.

Programación para control de velocidades en cuatro escalas, 20 %, 40 %, 60 % y 80 % de la velocidad nominal con tiempo de accionamiento de 10 segundos entre cada valor, en condición de bucle para variar el rango de expansión del alimento.

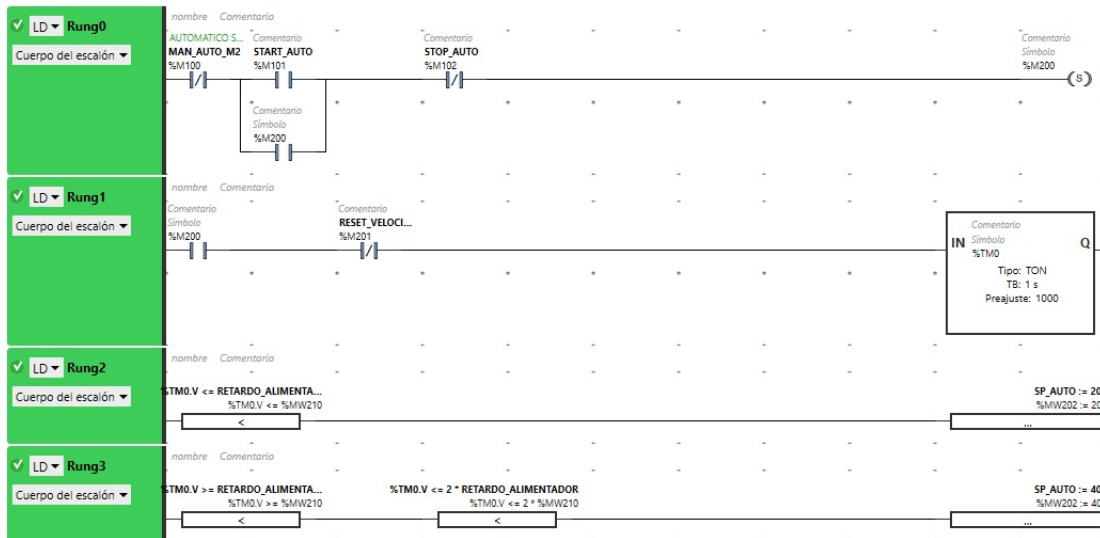


Figura 38. Control de velocidad automático de alimentador.

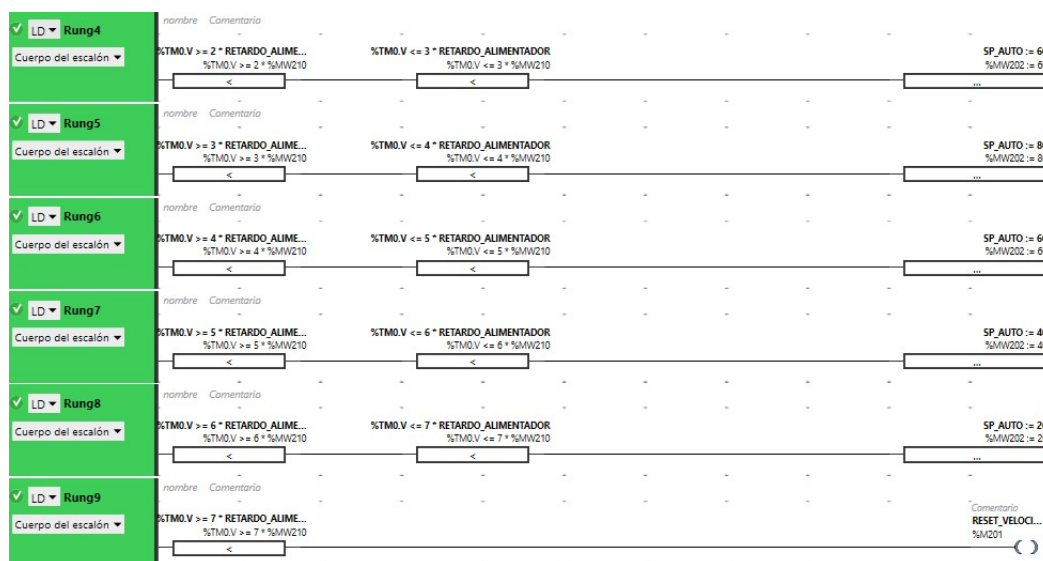


Figura 39. Escala de velocidades de alimentador.

XI. RESULTADOS

Entre los resultados se obtiene el correcto funcionamiento del sistema manual y automático, logrando así controlar y supervisar la velocidad en el accionamiento del motor destinado al alimentador, mientras que para el motor destinado al aireador se opta por un sistema simple de marcha y paro, a su vez, el sistema SCADA implementado se programa para un retardo en el accionamiento de los motores para una operación de manera secuencial, lo que resulta beneficioso puesto que, si se desea implementar mayor cantidad de motores, la probabilidad de sufrir sobrecargas en la red es menor, también se cuenta con iniciación y finalización definido por hora de inicio y hora de fin, todo esto ejecutado con el accionamiento automático.

XI-A. Sistema SCADA.

HMI diseñado, constituido por un mapeo general de la camaronera simulada, parámetros de fecha, hora, botones para acercamiento individual por piscina y banner de alarmas.

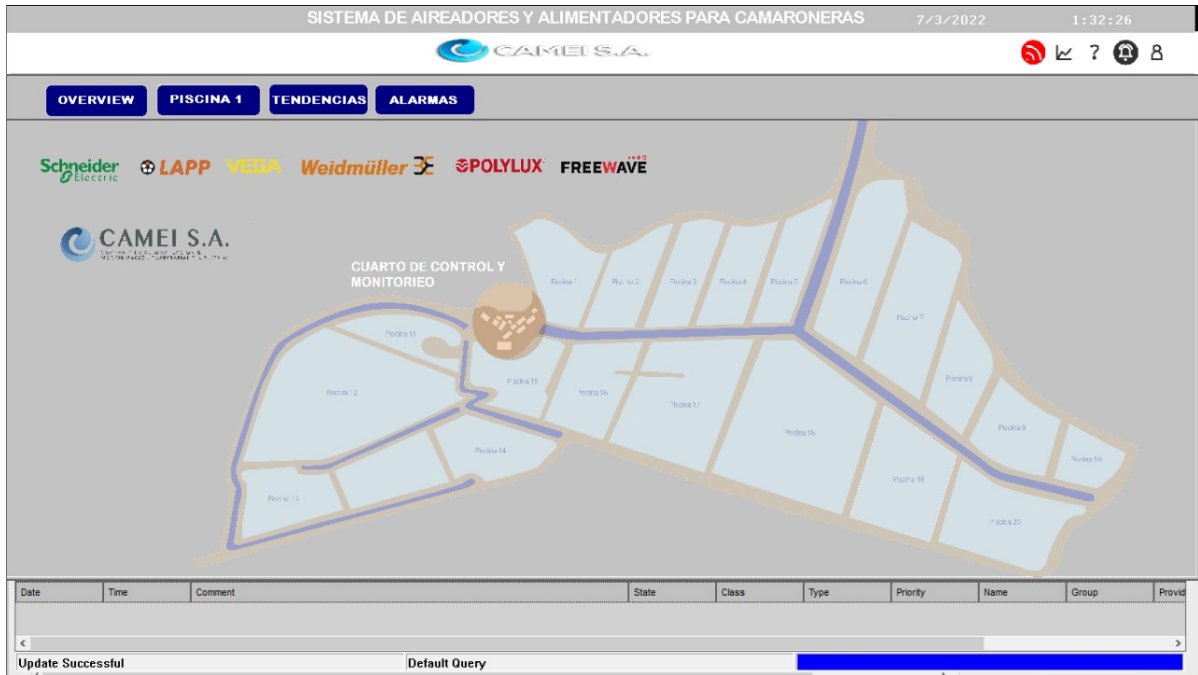


Figura 40. Ventana Principal de HMI.

Ventana de visualización de datos/alarmas generados por el proceso en tiempo real.

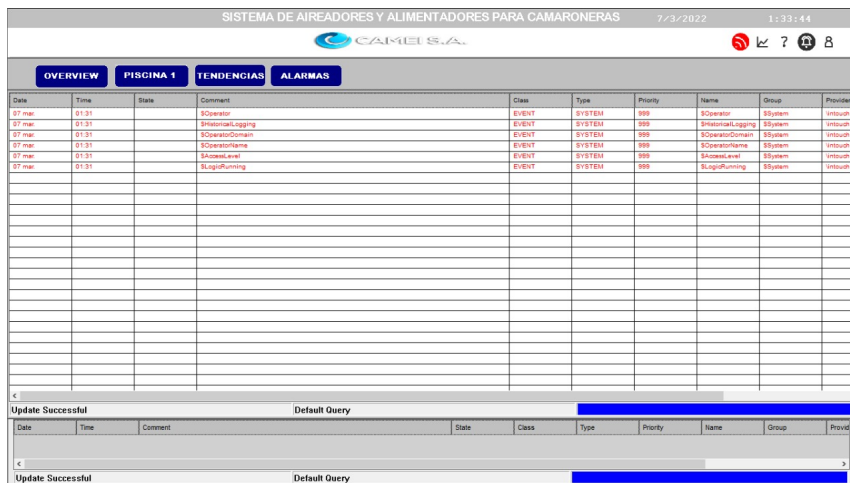


Figura 41. Ventana de Visualización de alarmas.

Representación de la piscina 1, en la cual se visualiza el alimentador y aireador a controlar, panel de ingreso de parámetros para el retardo de encendido y secuencia de ambos motores, hora de inicio y fin del proceso .

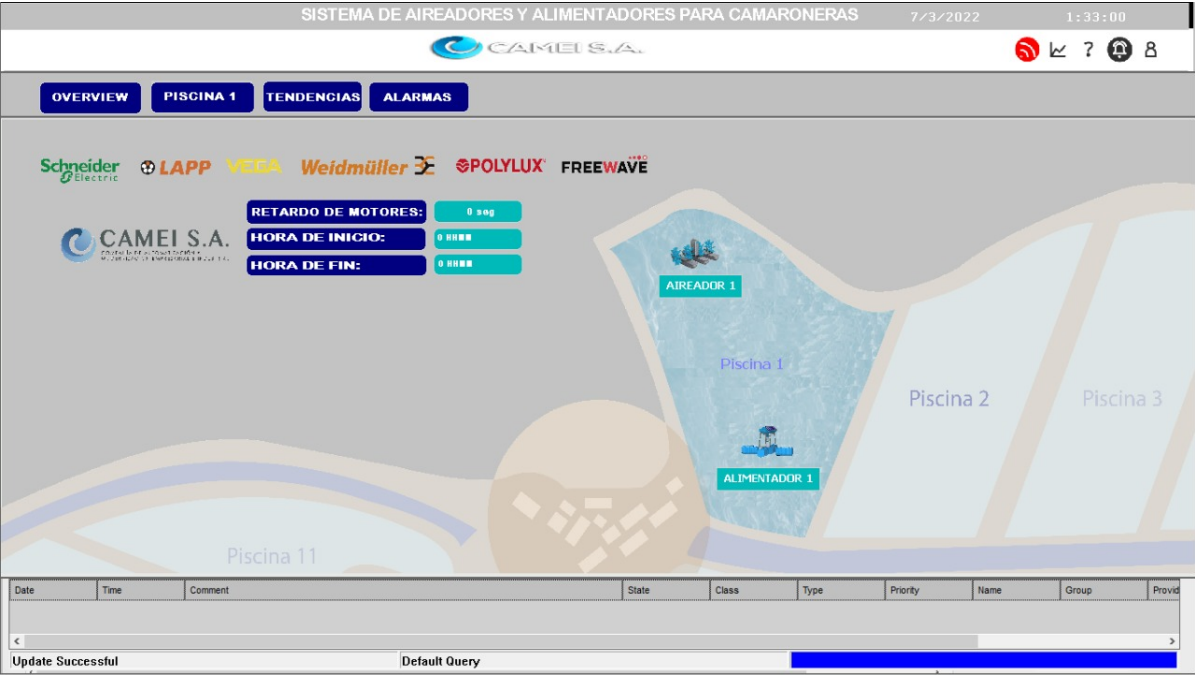


Figura 42. Representación de la piscina 1.

Ventanas de accionamiento para ambos motores, con arranque automático o manual.

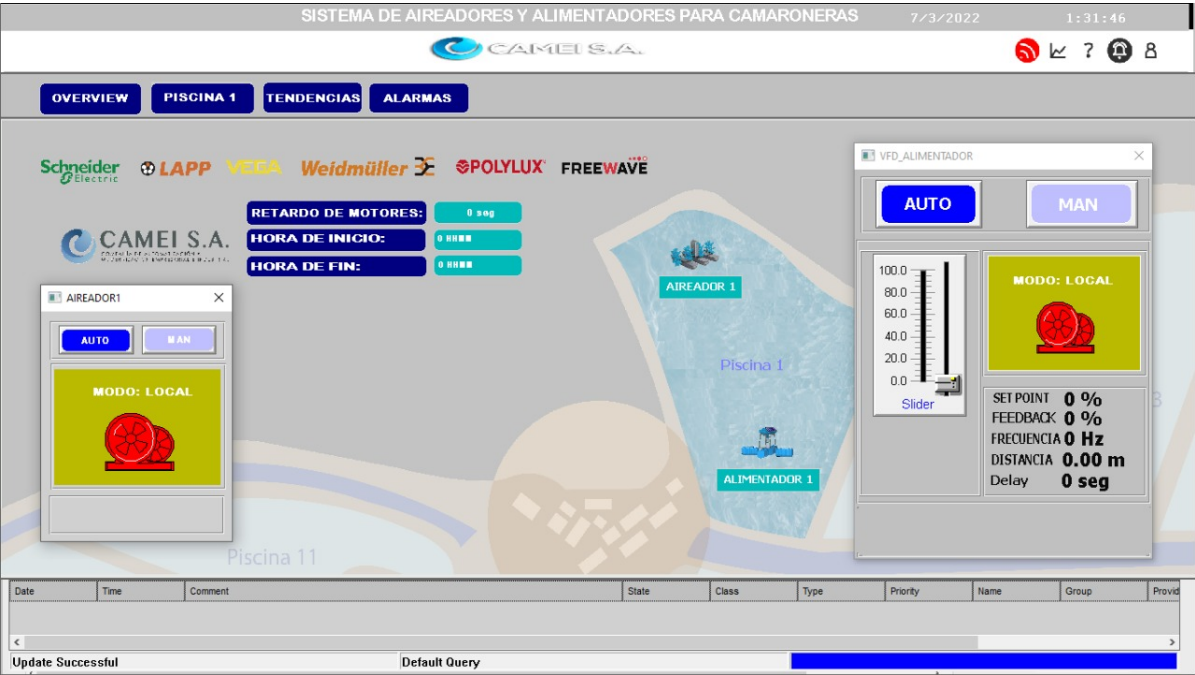


Figura 43. Ventanas de accionamiento para ambos motores.

Se pueden visualizar ambos motores en marcha en modo manual, en el caso del motor 2 el cual, simula un alimentador se observan los parámetros de SET POINT, el mismo que puede ser seteado en cualquier momento del proceso, FEEDBACK, hercios y radio de expansión del alimento.

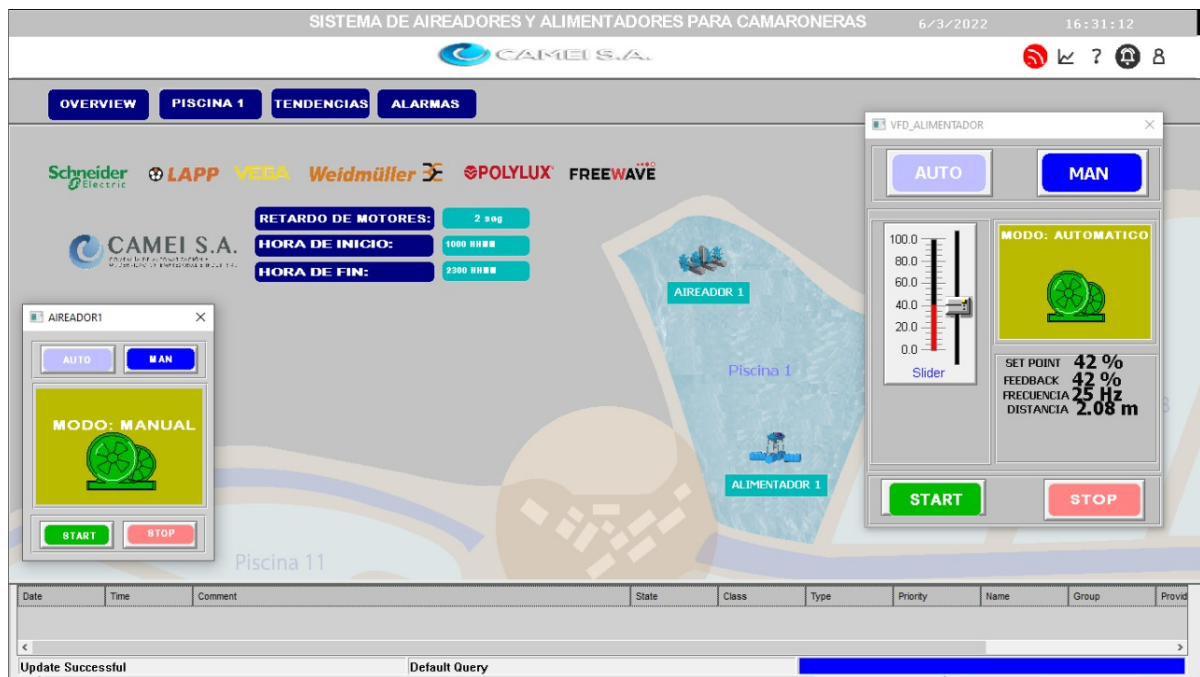


Figura 44. Motores en funcionamiento modo manual.



Figura 45. Luces piloto encendidas por accionamiento en modo manual de SCADA.

Se pueden visualizar ambos motores en marcha en modo automático, en el caso del motor 2 el cual, simula un alimentador se observan los parámetros de SET POINT, el mismo que es seteado automáticamente por el control realizado según el tiempo de retardo requerido durante el proceso, FEEDBACK, hercios y radio de expansión del alimento.

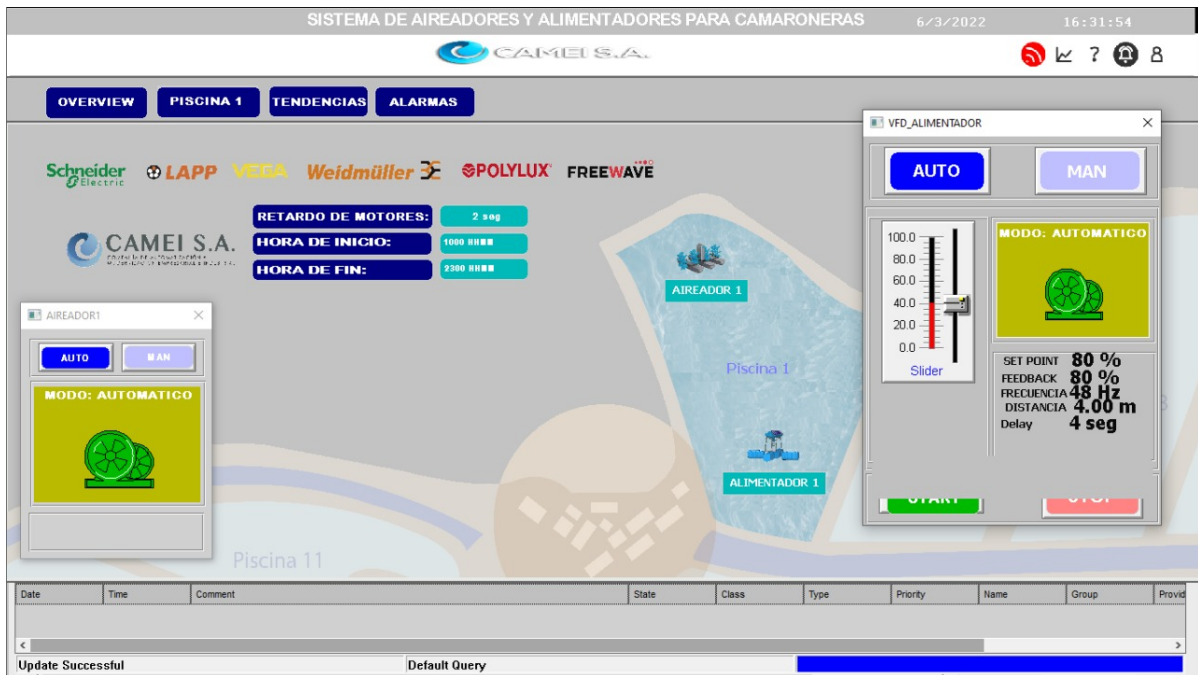


Figura 46. Motores en funcionamiento modo automático.



Figura 47. Luces piloto encendidas por accionamiento en modo automático de SCADA.



Figura 48. Variador en funcionamiento modo automático.

Se muestran lecturas de fallo en ambos motores debido al desenclavamiento de los guardamotores y a su vez, en el banner inferior de alarmas se visualizan históricos del fallo.

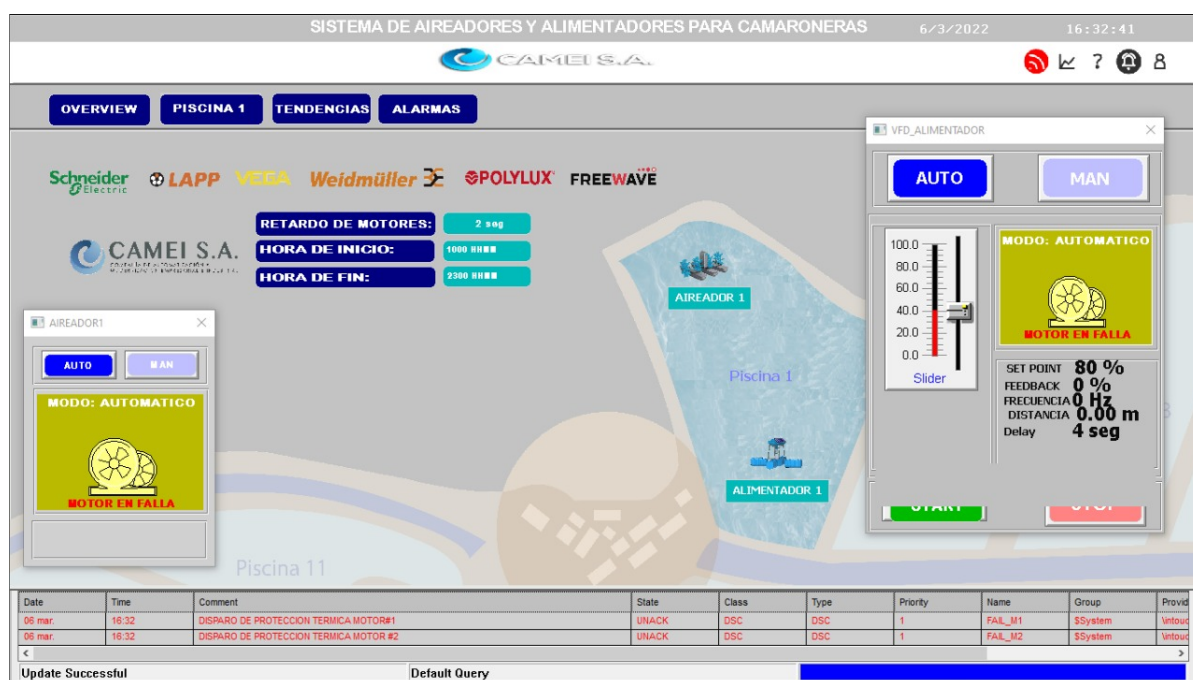


Figura 49. Motores en fallo por desenclavamiento de guardamotores.

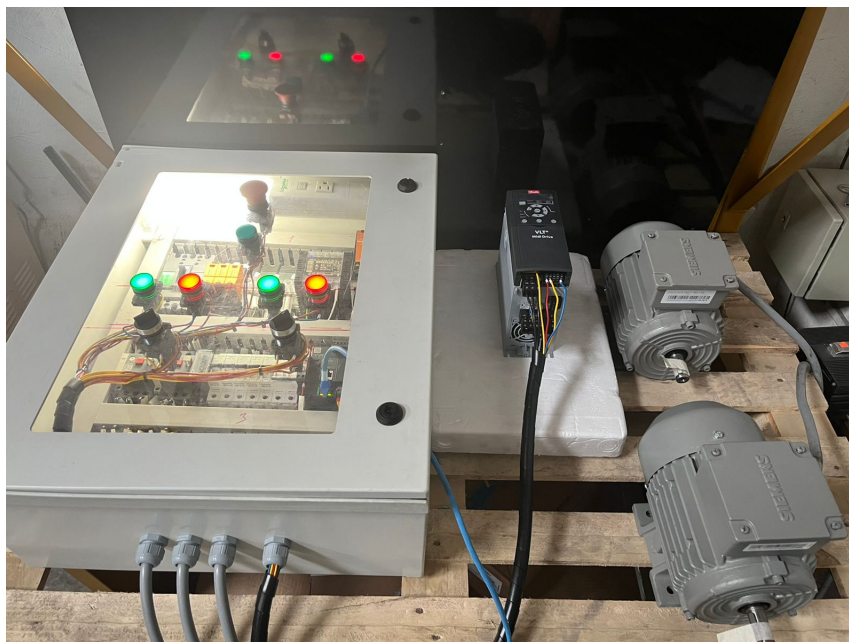


Figura 50. Luces Piloto rojas encendidas por fallos en motores.

Se muestran lecturas de fallo en ambos motores debido al accionamiento del paro de emergencia y a su vez, en el banner inferior de alarmas se visualizan históricos del fallo.



Figura 51. Motores en fallo por accionamiento en paro de emergencia.

Ventana de visualización de tendencias generadas por la variable de SET POINT, velocidad en hercios y velocidad en porcentajes con respecto a la velocidad nominal del motor que simula un alimentador.

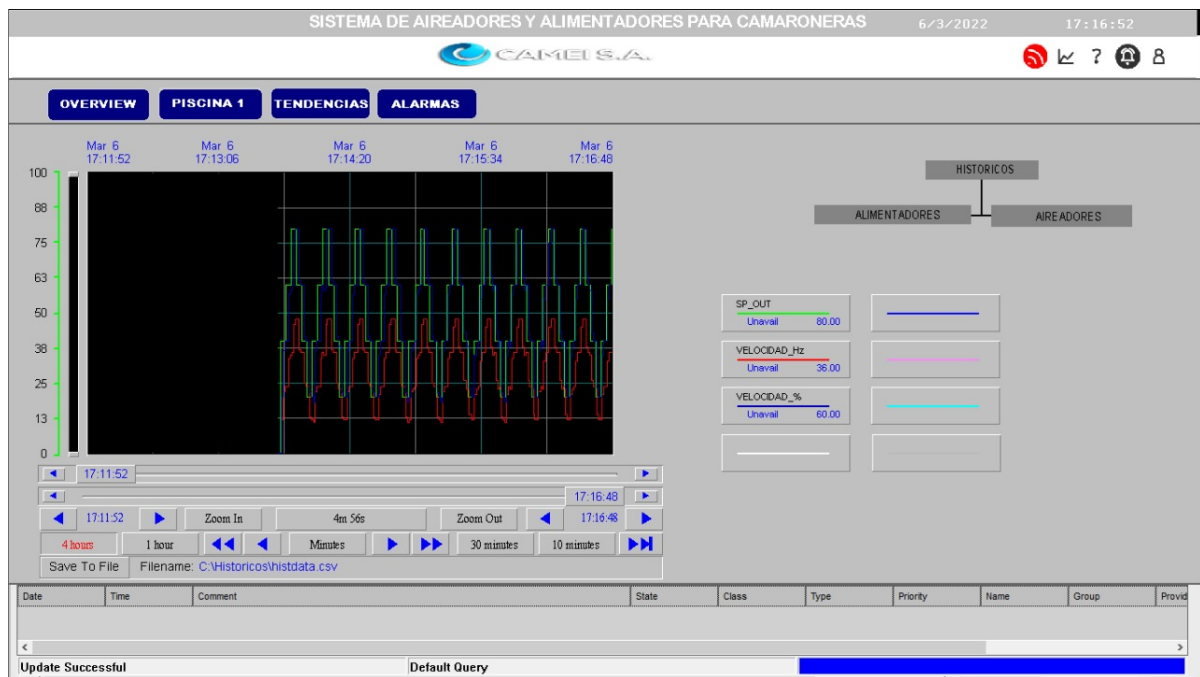
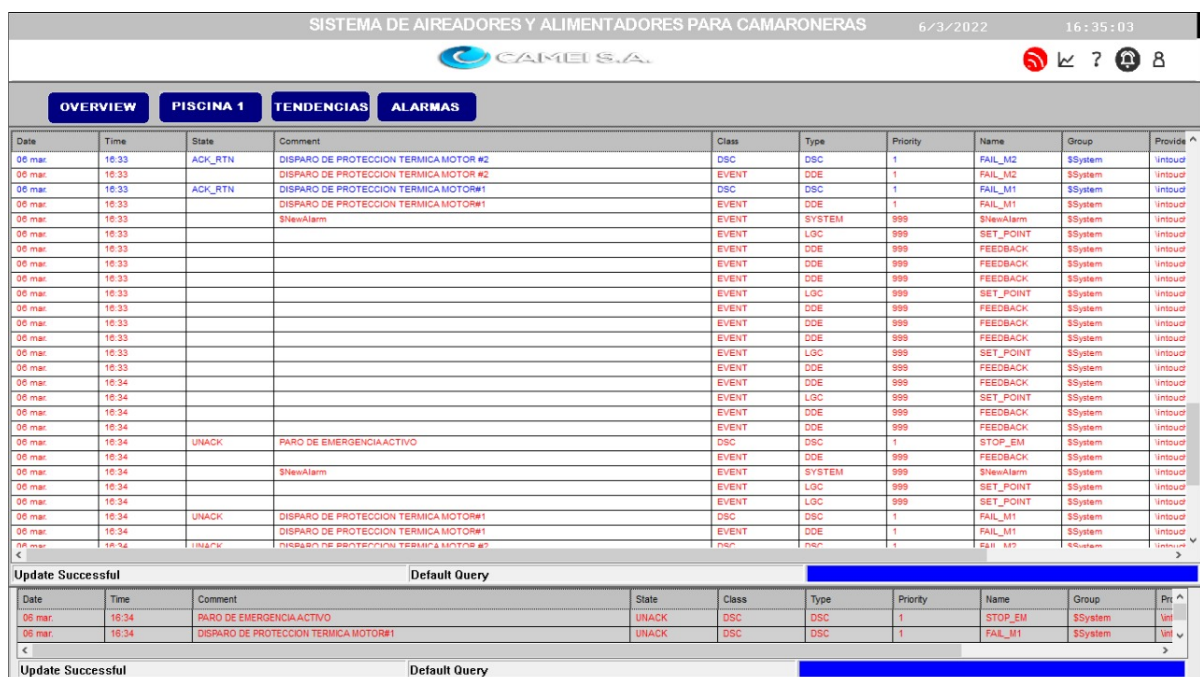


Figura 52. Visualización de ventana de históricos.

Ventana de alarmas generadas por los fallos existentes durante todo el proceso.



XII. CRONOGRAMA

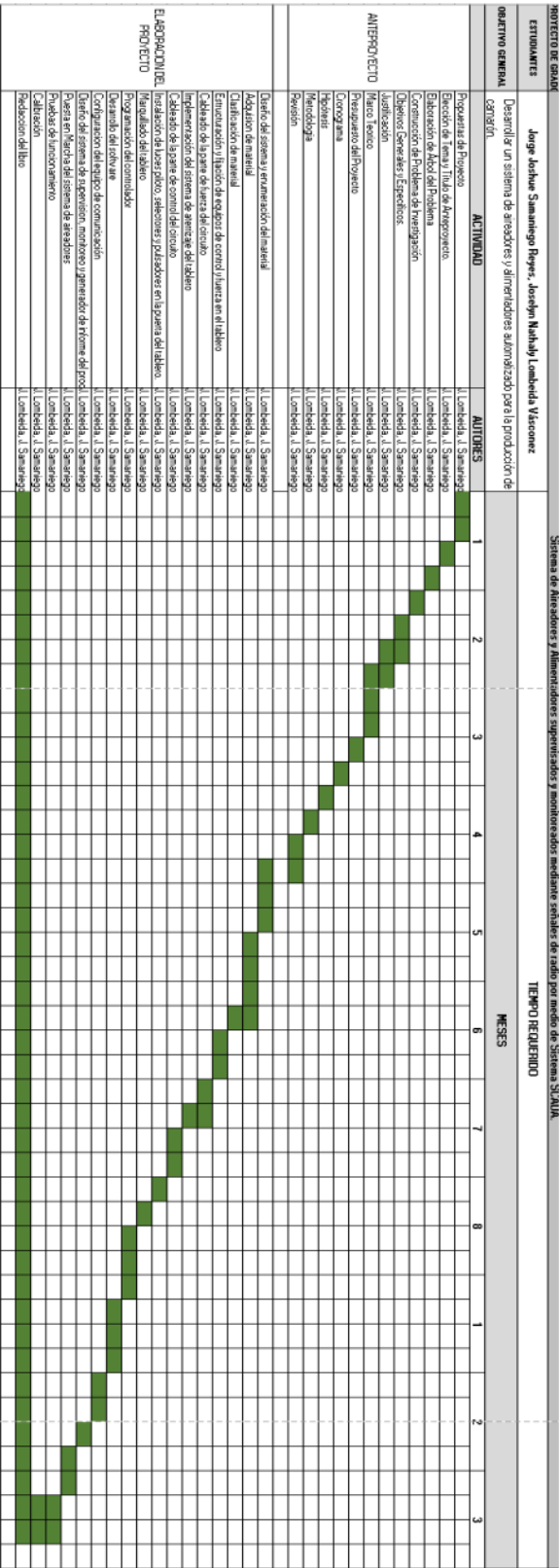


Figura 54. Cronograma

XIII. PRESUPUESTO

LISTA DE MATERIALES PARA PROYECTO				
NÚMERO DE ARTICULO	DESCRIPCIÓN DEL ARTICULO	Cantidad	PRECIO	TOTAL
SA:BRES-65P	ARMARIO VACÍO 600X500X230 mm CON PUERTA TRANSPARENTE	1	\$ 162,894	\$ 162,894
SA:PBP-65	PLACA POLIESTER PBP-65	1	\$ 24,888	\$ 24,888
SE:E2C100N3015	DISYUNTOR EZC100 N 15KA 3P/3T 15A	1	\$ 50,160	\$ 50,160
PO:PD63	TRANSFORMADOR DE CONTROL MONOFASICO DE 0.063 KV, IN:230/400 V OUT: 11	1	\$ 46,602	\$ 46,602
WE:2591170000	SUPRESOR DE TRANSIENTE VPU AC II 3 R 300V/50KA	1	\$ 135,717	\$ 135,717
SE:RM22TR31	RELÉ CONTROL SECUENCIA Y PRESENCIA DE FASE	1	\$ 83,765	\$ 83,765
WE:1478100000	FUENTE DE ALIMENTACIÓN PRO MAX 72W 24V 3A	1	\$ 99,991	\$ 99,991
SE:A9F74102	DISYUNTOR IC60N 1P 2A C	5	\$ 9,240	\$ 46,200
SE:A9F74204	DISYUNTOR IC60N 2P 4A C	1	\$ 23,100	\$ 23,100
SE:XA2ED33	SELECTOR 3 POSITION,2NO	2	\$ 4,510	\$ 9,020
SE:ZA2EE101	CONTACTBLOCK,1NO	2	\$ 1,485	\$ 2,970
SE:LC1D09BD	CONTACTOR 9A 1NA/1NC 24VCC-AR-ANTIP	2	\$ 58,410	\$ 116,820
SE:GZ1E10	GUARDAMOTOR 4-6,3A GZ1E	2	\$ 34,430	\$ 68,860
SE:GZ1AN11	BLOQUE CONT.AUX.LAT.NA+NC GZ1E	7	\$ 6,215	\$ 43,505
SE:XA2ESS42	PARO DE EMERGENCIA RED,1NC	1	\$ 4,510	\$ 4,510
WE:1562000000	REPARTIDOR DE CARGA WPD 104 1X25+1X16/2X16+3X10 GY	3	\$ 27,191	\$ 81,573
WE:1061200000	WEW 35/2 TOPE FINAL PARA BORNERA	15	\$ 0,655	\$ 9,825
WE:1527590000	ZQV 2.5N/4 PUENTES DE 4 POLOS PARA BORNERA DE 2 PISOS	4	\$ 1,056	\$ 4,224
WE:1909000000	ZQV 2.5N/20 GE PUENTE 20 POLO PARA BORNERA DE 2 PISOS	2	\$ 3,385	\$ 6,770
WE:1059100000	WAP WDK2.5 TAPAS PARA BORNERA DE 2 PISOS	4	\$ 0,528	\$ 2,112
WE:1020100000	WDU 4	6	\$ 0,473	\$ 2,838
WE:1010100000	WPE 4	4	\$ 2,439	\$ 9,756
SE:XCMD2110L1	INTERRUPTOR DE POSICION MET NC/NA RECT PULSADOR MET CAB 1M	1	\$ 35,695	\$ 35,695
WE:1123490000	RELE DE CONTROL TRS 24VDC 2CO	1	\$ 12,995	\$ 12,995
SE:TM221CE16R	CPU COMPACTA AC 9E/7S RELE ETHERNET	1	\$ 239,195	\$ 239,195
WE:9004360000	H2,5/14D BL BD) TERMINAL PUNTERA AZUL 14 AWG	200	\$ 0,031	\$ 6,200
SE:NSYLAMCU	LAMPARA FLUORES. ENCHUFE UL-CSA	1	\$ 88,927	\$ 88,927
WE:0514500000	TS 35X7,5/LL 1M/ST/ZN) RIEL DIN	2	\$ 3,058	\$ 6,116
LG:61831041	KABELBINDER BASIC TIE 98X2,5 BK) AMARRAS PLASTICAS	100	\$ 0,006	\$ 0,600
LG:61831043	KABELBINDER BASIC TIE 160X2,6 BK) AMARRAS PLASTICAS	200	\$ 0,017	\$ 3,400
HD:CAN_001	CANAleta RANURADA DE PVC 30 X 45 MM, 2 M	2	\$ 6,078	\$ 12,156
SE:XB5AVB3	PILOTO LUM. LED 24V VERDE	3	\$ 8,085	\$ 24,255
SE:XB5AVB4	PILOTO LUM. LED 24V ROJO	2	\$ 8,085	\$ 16,170
WE:9004290000	H0,75/14 W BD) TERMINAL PUNTERA BLANCO 18 AWG	350	\$ 0,022	\$ 7,700
WE:9004720000	(H6/25D ZH GE SV) TERMINAL PUNTERA DOBLE AMARILLO 10 AWG	20	\$ 0,172	\$ 3,440
WE:9021130000	H6,0,0/20T GN TERMINAL PUNTERA VERDE 10 AWG	100	\$ 0,050	\$ 5,000
HD:CAB_027	CABLE DE CU TFF # 14AWG NEGRO FLEXIBLE 600V	100	\$ 0,455	\$ 45,500
LG:4510053	H05V-K 1X1 WH CABLE 18 AWG BLANCO	100	\$ 0,269	\$ 26,900
LG:4510113	H05V-K 1X1 YE CABLE 18 AWG AMARILLO	100	\$ 0,269	\$ 26,900
HD:CTA_036	CINTA DYMO TERMOCONTRAIBLE BLANCO 1/2 X 1,5M 18055	4	\$ 53,040	\$ 212,160
HD:CTA_035	CINTA DYMO 9MM x 1,5MM 3/8 BLACK-WHITE	2	\$ 18,041	\$ 36,082
HD:CTA_ESP	CINTA ESPIRAL CS-12 12MM 10MTS	1	\$ 5,060	\$ 5,060
LG:00101013	OLIFLEX CLASSIC 100 4G4) CABLE 4 HILOS 18 AWG	12	\$ 4,766	\$ 57,192
LG:53019040	SKINTOP GMP-GL PG 16 RAL 7001 SGY CONTRATUERCA	7	\$ 0,158	\$ 1,106
LG:53015140	SKINTOP STR PG 16 RAL 7001 SGY PRENSAESTOPA	5	\$ 0,605	\$ 3,025
SE:EZALUG0503	3 BORNES 50A POUR CABLE 2.5 A 16MM2	1	\$ 10,340	\$ 10,340
CA:CE040010	TERMINAL PUNTERA SIMPLE # 10-12 (PQ 100 U)	10	\$ 0,028	\$ 0,280
WE:9200420000	TERMINAL TIPO U 10AWG	10	\$ 0,140	\$ 1,400
SM:1LE0141-0DA36-4AA4-Z	MOTOR 3F SIMOTICS 1.5HP 3600RPPM 220/380/440V SIEMENS	2	\$ 139,800	\$ 279,600
FW:Z9-PE2	ZUMLINK Z9-PE, 4 PUERTOS	1	\$ 1.196,120	\$ 1.196,120
FW:Z9-IO-PE-ZE	ZUMLINK 900 IO ENCLOSED ETHERNET SNAP TO STACK	2	\$ 1.024,810	\$ 2.049,620
DA:134U7945	VAR.VELOCIDAD VLT MIDI DRIVE 1.1KW/1.5HP THREE PHASE 200-240 VAC	1	\$ 298,879	\$ 298,879
DA:130B1107	VLT CONTROL PANEL LCP 102 PARA FC-202	1	\$ 96,369	\$ 96,369
			SUBTOTAL	\$ 5.844,482
			IVA	\$ 701,338
			TOTAL	\$ 6.545,820

Figura 55. Presupuesto

XIV. CONCLUSIONES

- Para el diseño de este tablero demostrativo de control se toma en cuenta las condiciones atmosféricas a las que normalmente están expuestos en un ambiente camaronero, para utilizar implementos y equipos capaces de tolerar factores climáticos y sobrecargas eléctricas.
- El sistema SCADA desarrollado es de fácil comprensión, lo que facilita la operación por parte del usuario, lo que es favorable para la correcta aplicación del sistema en condiciones reales.
- Gracias al equipo de comunicación por radio frecuencia se obtiene el accionamiento remoto del sistema de manera satisfactoria, lo cual promete ser un gran paso para la industria camaronera ya que, permite vigilar las condiciones o alteraciones en el proceso, abarcando un amplio territorio.
- Se desarrolla de manera rentable el control de velocidad implementado para monitorear y controlar el radio de expansión del alimento.
- Para el presente proyecto se realizó un control de velocidad, cuya aplicación queda a criterio del cliente en caso de su implementación real.

XV. RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar sensores de nivel y oxígeno para tener un mayor control y supervisión del proceso en general dado en condiciones reales.
- La instalación de paneles solares ayudarían a reducir el consumo de energía, mejorando su eficiencia y brindándonos un sistema mucho más amigable con el medio ambiente.
- Conservar a primera mano los manuales técnicos de los equipos y diagramas de conexiones, en caso de daño o mantenimiento.
- Verificar el estado del cableado y equipos, en caso de reemplazarse utilizar herramientas apropiadas para el terreno.

REFERENCIAS

- [1] AutoSolar, «Cable Unifilar,» AutoSolar, Valencia, inf. téc., 2020.
- [2] S. Mancedo, «Interruptor termomagnetico,» 2019.
- [3] F. Marcillo, «Uso de Aireación en Camaroneras,» Escuela Superior Politecnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador, inf. téc., 2020.
- [4] I. Mecafenix, «Tipos de tableros electricos,» Ingeniería Mecafenix, inf. téc., mar. de 2019.
- [5] s. schneider electric s.f., «EcoStruxure Machine Expert,» schneider electric, s.f., inf. téc., 2019.
- [6] M. Sarmiento, «APARATOS DE MANIOBRA MANUAL,» en *AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS INDUSTRIALES*. 2018, págs. 9-12.
- [7] Transelec, «Guardamotor,» Transelec, s.f., inf. téc., ene. de 2021.
- [8] E. Vilches, «Contactor,» Automatismo, inf. téc., sep. de 2013.

XVI. ANEXOS



Figura 56. Medición para ubicación de canaletas ranuradas.



Figura 57. Posicionamiento de equipos.



Figura 58. Instalación de canaletas ranuradas.



Figura 59. Fijación del riel din.

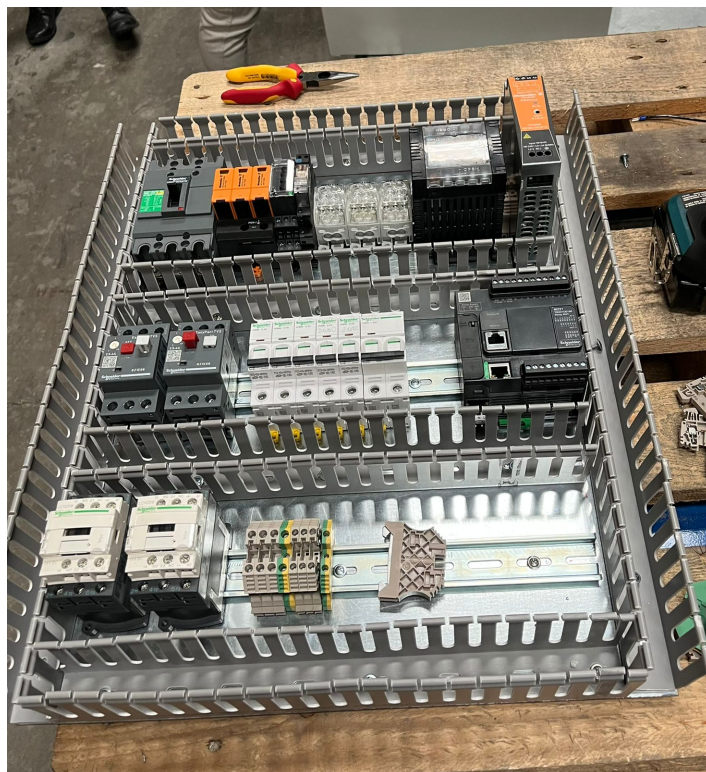


Figura 60. Instalación de equipos.



Figura 61. Cableado.



Figura 62. Instalación y fijación del breaker principal.

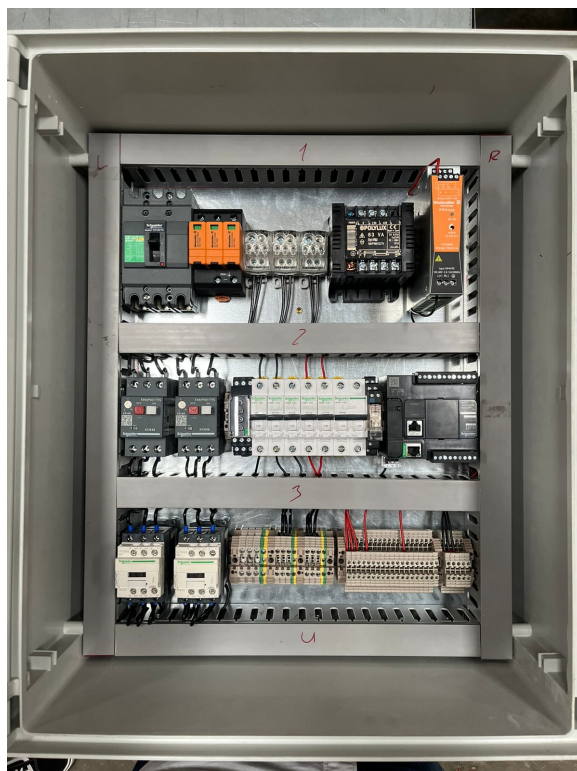


Figura 63. Vista frontal del tablero cableado.

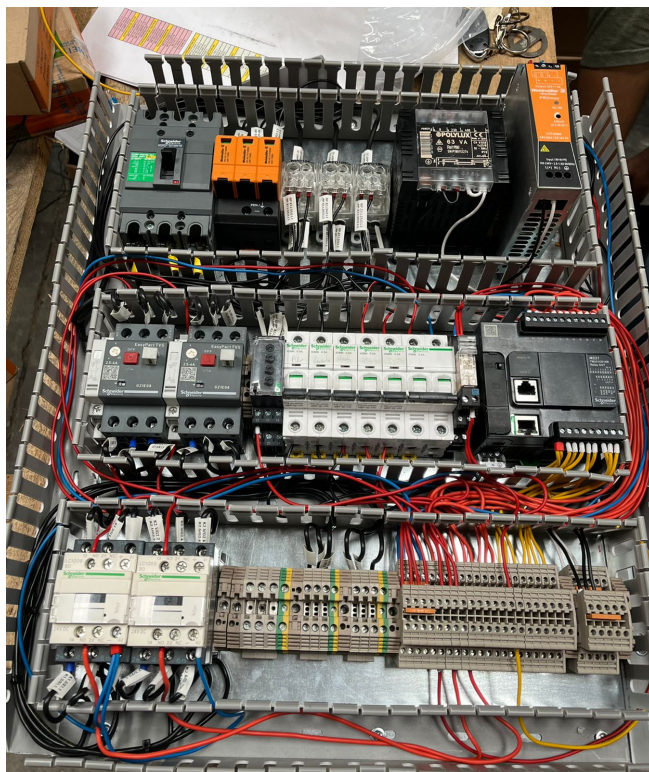


Figura 64. Cableado terminado.



Figura 65. Marquillado de cables.

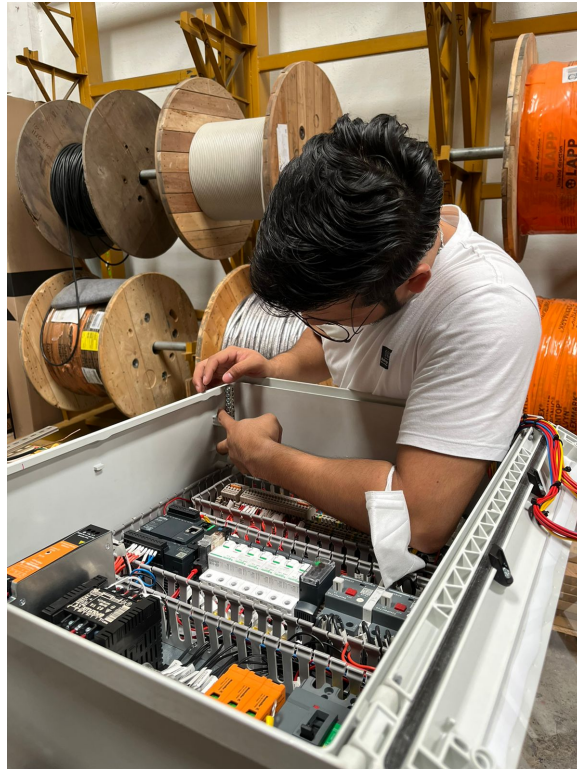


Figura 66. Instalación de bornera puesta a tierra.



Figura 67. Instalación de swicth de puerta.



Figura 68. Cableado de alimentación y acometida.

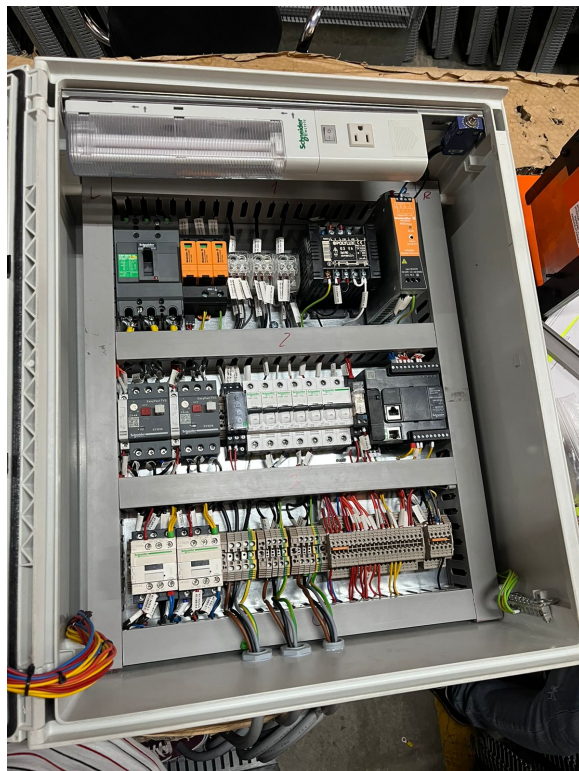


Figura 69. Vista frontal interna del tablero terminado.



Figura 70. Selectores y luces piloto.



Figura 71. Vista frontal del tablero terminado.

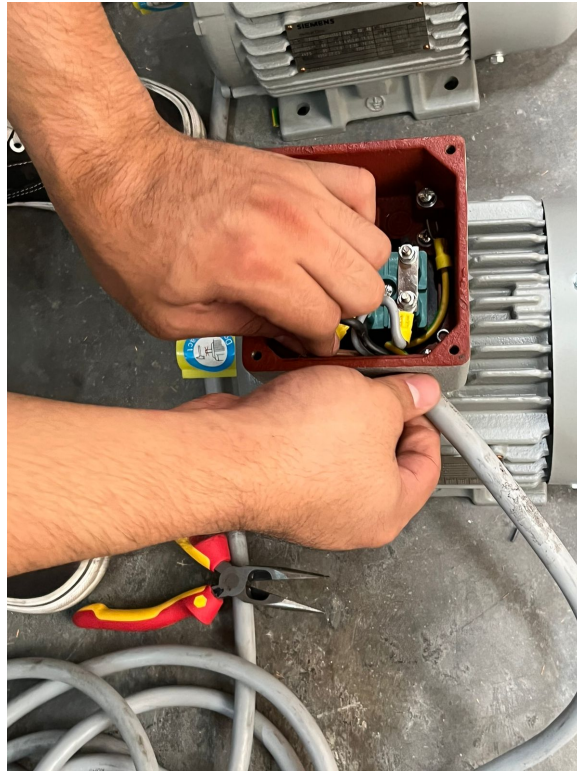


Figura 72. Conexión de motores.



Figura 73. Sistema de control completo.