



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

INGENIERÍA MECATRÓNICA
PROYECTO DE RESIDENCIAS PROFESIONALES

TÍTULO DE PROYECTO:

ANÁLISIS DE PLANOS PARA EL DISEÑO Y ELABORACIÓN DE TABLEROS DE CONTROL PARA EL PROYECTO "HORNO RESURRECCIÓN"

PRESENTA:

ADRIAN JAIR ROLDAN BENÍTEZ.

MATRICULA:

19370812.

EMPRESA:

SAN JUAN FÁBRICA DE VIDRIO S. DE R.L. DE C.V.

ASESOR EXTERNO:

ING. PEDRO DANIEL GONZÁLEZ MENDOZA

ASESOR INTERNO:

ING. LUIS ERVEY SÁNCHEZ SAMPEDRO

1 ÍNDICE

.....	1
2 Agradecimientos.....	6
3 Resumen.....	7
4 Introducción.....	8
5 Descripción de la empresa y área del trabajo	9
5.1 Empresa	9
5.1.1 Historia de la empresa	9
5.1.2 Ubicación.....	9
5.2 Área de trabajo	9
6 Problemas a resolver	10
7 Objetivo	11
7.1 Objetivo general	11
7.2 Objetivos específicos	11
8 Justificación	12
9 Marco teórico.....	13
9.1 Concepto de control en tableros eléctricos.....	13
9.2 Concepto del diseño de un tablero en 3D	14
9.3 Concepto de control.....	15
9.3.1 Lazo de control abierto	15
9.3.2 Lazo cerrado	16
9.3.3 Control On/off	16
9.3.4 Sistema de control de temperatura	18
9.4 Concepto de planos en un proyecto.....	23
9.4.1 Plano de diagramas de tuberías e instrumentación P&ID	24

9.4.2	Normas que aplican a los P&ID	24
9.5	Concepto de sensores y actuadores.....	26
9.5.1	Tipos de sensores.....	27
9.6	Concepto de relevador	31
9.6.1	Relevadores electromecánicos	31
9.6.2	Relevadores de estado sólido	32
9.7	Controlador de Flama	32
9.7.1	Componentes y Funcionamiento de un Controlador de Flama	33
9.7.2	Tipos de Sensores de Flama	33
9.8	elementos para medición de temperatura de temperatura	35
9.8.1	Termopares	36
9.8.2	Termorresistencias.....	36
9.8.3	Termómetros por expansión de fluido	37
10	Procedimiento de las actividades realizadas.....	38
10.1	Etapa 1 Análisis y comprensión de los documentos existentes.....	39
10.1.1	Diagramas de tuberías e instrumentación(P&ID).....	39
10.1.2	Diagrama P&ID del canal de distribución.....	39
10.1.3	Diagrama de conexión del Canal de distribución	34
10.2	Estudio de hoja de fichas técnicas de controladores de flama a utilizar (datasheet).....	34
10.2.1	Controlador de flama HONEYWELL RM7840 L 1018	35
10.3	Controlador de flama KROMSCHRODER IFS 258.....	39
10.4	Estudio de hoja de fichas técnicas de sensores a utilizar (datasheet)	41
10.4.1	Sensor de Luz Ultravioleta (UV)	41
10.5	Etapa 2 diseño de tablero de control del horno de fundición y canal de distribución	43

10.5.1	Diseño de tablero de control en 2D del horno de fundición	43
10.5.2	Diseño de tablero de control en 2D del canal de distribución.....	45
10.6	Tableros de control en 3D	48
10.6.1	Tablero de control del horno de fundición en 3D.....	48
10.6.2	Tablero de control de canal de distribución en 3D.....	55
10.7	Etapa 3 reconocimiento de materiales existentes en la empresa	63
10.7.1	Lista de componentes existentes en almacén para el tablero de control del horno de fundición	64
10.7.2	Lista de componentes existentes en almacén para el tablero de control del canal de distribución.....	67
10.8	Lista de materiales faltantes para la construcción de tableros de control	70
10.8.1	Lista de componentes faltantes para el tablero de control del horno de fundición.....	70
10.8.2	Lista de componentes faltantes para el tablero de control del canal de distribución	72
10.9	Construcción de gabinetes de control.....	74
10.9.1	Construcción del tablero de control del horno de fundición	74
10.9.2	Construcción del tablero de control del Canal de Distribución.....	97
10.10	Pruebas de funcionamiento en los tableros de control	125
10.11	actividades extras	126
10.11.1	Construcción de gabinete	126
10.11.2	Cableado de componentes.....	129
11	Resultados	131
11.1	Resultados en diseño de tableros.....	131
11.2	Resultados en construcción de tableros eléctricos	131
11.3	Resultado en colocación de tubería y cableado en campo	131

11.4	Resultado en pruebas de funcionamiento	132
11.5	Normas aplicadas	132
11.5.1	ANSI/ISA 5.1-2022 Estándar para identificación y símbolos de instrumentación 132	
11.5.2	NORMAS DE SEGURIDAD FUNCIONAL DE PROCESOS: IEC 61508 & IEC 61511 133	
11.5.3	NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012.....	133
11.6	manuales	135
11.6.1	Portada de datasheet de sensor luz ultravioleta	135
11.6.2	Portada de datasheet de HONEYWELL RM7840 L 1018	136
11.6.3	Portada de datasheet de KROMSCHRODER IFS 258	137
11.6.4	Portada de datasheet de relevador RUMC21F7	138
12	Conclusión	139
12.1	Competencias desarrolladas y/o aplicadas	140
13	Referencias	141
13.1.1	Índice de imágenes.....	142
13.1.2	Índice de tablas	146
14	Nexos.....	147
14.1	Carta de aceptación	147

2 AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Instituto Tecnológico de Apizaco (ITA) por brindarme las herramientas y conocimientos necesarios para llevar a cabo una vida profesional como próximo ingeniero mecatrónico

Agradezco a mi familia por ser unos grandes pilares en mi vida y brindarme el apoyo su todo momento, por su amor inquebrantable para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos, este proyecto está dedicado a ellos, ya que han sido la fuerza que me motiva por todo lo que he conseguido hasta ahora en la vida.

3 RESUMEN

El proyecto se realizó en una empresa San Juan Fábrica De Vidrio S. de R.L. de C.V. ubicada en Privada Resurrección Poniente 7ª. Fraccionamiento Industrial Resurrección. CP. 72228, Puebla, Puebla. Cuyo propósito de la empresa es el diseño, fabricación y venta de productos de vidrio, en el cual se dedica a proveer productos de vidrio de alta calidad, fabricados de manera sustentable.

Este proyecto se estará llevando a cabo en un lapso de 4 meses a partir de 29 de enero del 2024 al 29 de mayo del 2024.

Donde se estará implementando un diseño, creación e implementación de gabinetes de control para el proyecto "Horno Resurrección". En el cual se basa en un horno de fundición de vidrio junto con un canal de distribución el mismo.

La razón de implementar un gabinete de control a este horno industrial de fundición es que se están implementando medidas de seguridad para un correcto funcionamiento de este, ya que el combustible principal del horno es una mezcla entre gas natural y oxígeno el cual estará alcanzando una temperatura entre los 1500 y 1600 grados centígrados para poder fundir el vidrio y proceder a moldear el vidrio. Pero a la vez se estará realizando un gabinete de control para una parte secundaria del horno llamado "Canal de Distribución". En el cual se tendrá que mantener una temperatura controlada en todo el canal de distribución donde se desplazará el material fundido.

4 INTRODUCCIÓN

La integración de sistemas de control en la industria desempeña un papel importante en la automatización y optimización para los procesos y siempre tiene como objetivo mantener la supervisión del proceso, un control entre los componentes y poder automatizar el proceso que se requiera. Esto se lleva a fin de garantizar la eficiencia y la calidad de los productos. Y poder garantizar la seguridad tanto de la planta, el proceso y el personal humano. Al mismo tiempo poder reducir los errores humanos al utilizar la lógica cableado entre componentes, que consiste en el diseño de circuitos entre componentes semi automáticos o automáticos que incluyen funciones de comando de control, señalización, protección y potencia.

Este proyecto constara de dos partes, el horno de fundición y el canal de distribución. En el cual el horno de fundición es un sistema de control de nivel básico de componentes de control donde se incluyen dispositivos de entrada y salida que intervienen de manera física y directa. Donde los principales componentes serán los módulos de controlador de gas y sensores que registraran los datos de la temperatura del horno y procederá a comunicarse entre las válvulas de gas y aire, entre otras electroválvulas de seguridad y válvulas que regulan la mezcla entre el gas y el oxígeno.

5 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y ÁREA DEL TRABAJO

La parte fundamental para el desarrollo del proyecto es conocer un poco más del rubro de la empresa, en este punto se mostrarán aspectos generales, así como la ubicación, principios e información de esta.

5.1 EMPRESA

San Juan Fábrica de Vidrio es una empresa que se enfoca en los procesos y productos del ramo vidriero, en el cual se dedica a proveer productos de vidrio de alta calidad, fabricados de manera sustentable.

Inicialmente sus obras eran creadas de forma artesanal, siendo sus primeras piezas de vidrio orientadas a la fabricación de lámparas.

Con el tiempo, la fábrica de vidrio San Juan ha cambiado su modo de trabajo, pasando de la creación de piezas artesanales a la industrialización.

5.1.1 Historia de la empresa

1982 Dio inicio a la construcción de la fábrica de vidrio San Juan.

1992 Hace los trámites necesarios para la adopción de su personalidad jurídica y construye su primer horno.

5.1.2 Ubicación

Privada Resurrección Poniente 7ª. Fraccionamiento Industrial Resurrección. CP. 72228, Puebla, Puebla.

Teléfono de la empresa: 2222221295

5.2 ÁREA DE TRABAJO

El proyecto se está realizando en el área de producción en el cual se divide en tres zonas, casa de mezclas, área de fundición y área de recocido. Pero en el cual el área de ejecución del proyecto es el área de fundición donde se encuentra el Horno de fundición y el canal de distribución.

6 PROBLEMAS A RESOLVER

Los problemas más relevantes para resolver es el reutilizo de materiales que se encuentran en almacenes ya que se han utilizado en anteriores proyectos y presentan desgaste o imperfecciones

Para la identificación de los materiales de tuberías eléctricas de tubo Conduit metálico semipesado tipo IMC es evaluar que no presente perforaciones o dobleces que no sean necesarios, en caso de que los tubos presentaran roscas evaluar que estuvieran en buen estado.

En los complementos de las tuberías como lo son condulets que se utilizan para hacer cambios de trayectorias en las tuberías eléctricas se evaluara que estén en buenas condiciones, no presenten imperfecciones, revisar que las cuerdas interiores estén en buen estado y cuente con todas sus partes.

En los equipos eléctricos e indicadores se realizará una prueba para revisar que el dispositivo cumpla su función y cuente con todas sus partes.

Par el caso del cable THW se va a evaluar que se encuentre en condiciones óptimas, no presente imperfecciones en el forro y no contenga empalmes el cable.

Un problema a resolver con el software especializado en dibujo, en este caso SolidWorks Electrical es el conocimiento a fondo con el software, ya que no se tiene conocimiento en ciertas funciones, como lo es en la asignación de componentes en los planos, puntos de conexión de los componentes y el ruteo de cables.

7 OBJETIVO

7.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar el diseño y construcción de los tableros de control para el proyecto "Horno Resurrección", a fin de crear un sistema semi automatizado para el proceso de fundición de vidrio y distribución de este mismo.

7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Hacer uso de un software especializado en la elaboración de tableros eléctricos.
- Aplicar las normas necesarias para la construcción de los tableros de control.
- Tomar en cuenta los materiales existentes en la empresa para hacer uso de ellos.
- A base del diseño construir el gabinete de control con las tuberías necesarias.
- Hacer cableado y colocación de componentes en campo.

8 JUSTIFICACIÓN

Durante el proceso para la fabricación de productos de vidrio uno de los primeros pasos importantes es la fundición, donde al tener la mezcla de los ingredientes se procede a colocarlos en el horno de fundición y se calienta a altas temperaturas entre los entre los 1450 y 1550°C aproximadamente, a estas temperaturas los ingredientes se funden y se convierten en vidrio líquido [1].

Esto significa que se requieren de hornos especializados para dicho proceso ya que representa un peligro por alcanzar altas temperaturas y a la vez deben de mantener y alcanzar dicha temperatura.

Es por eso por lo que se necesita utilizar equipos especializados para llevar a cabo un sistema de control de dicho proceso, tanto para mantener la seguridad del proceso, la seguridad de la fábrica y principalmente la seguridad del capital humano.

Al utilizar dichos equipos como lo son los sensores, nos ayudarán a medir parámetros para garantizar el correcto funcionamiento ya que nos permitirán medir la temperatura, presión y la humedad para garantizar la calidad del vidrio a la hora de fundirlo. Al igual que utilizar elementos programados que nos ayudaran a detectar anomalías, lo cual facilitara a la detección temprana de problemas.

Por lo cual se busca semi automatizar el proceso para poder controlar de manera precisa y eficiente el proceso de fundición y distribución. No solo para aumentar la productividad sino también para reducir los errores humanos, así como mejorar la seguridad monitoreando y supervisando que los parámetros de temperatura al igual que la acumulación de gases dentro del horno.

9 MARCO TEÓRICO

9.1 CONCEPTO DE CONTROL EN TABLEROS ELÉCTRICOS

Tiene como objetivo regularizar y supervisar el proceso y los componentes vinculados con el tablero de control para poder ofrecer el funcionamiento del proceso de una manera eficiente y seguro. Lo cual conlleva a utilizar dispositivos como sensores, softwares, relevadores que nos permitirán analizar las variables importantes del sistema y ajustar las operaciones necesarias para que la operación se lleve a cabo de la manera más eficiente.

Para la automatización de tableros se puede clasificar en diferentes niveles de operación y tipos de control, los cuales van desde un control manual, un control semiautomático hasta un control totalmente automatizado. Las características más comunes del tablero de control incluyen:

- **Monitoreo en tiempo real:** los componentes del tablero de control deben de ser capaces de monitorear en todo momento las variables del todo del sistema tales como la temperatura, la presión, flujo entre otros para poder detectar cualquier anomalía del sistema.
- **Retroalimentación y ajuste:** a través de la información que se recopila de las variables que proporcionan los componentes que se monitorean en tiempo real son capaces de poder ajustar automáticamente los parámetros necesarios del proceso para poder mantenerlo entre los parámetros establecidos para poder optimizar el proceso.
- **Automatización:** en la construcción de tableros eléctricos implica la automatización en los procesos, por lo cual se pueden implementar equipos o componentes tales como los controladores lógicos programables (PLC) o sistemas de control distribuido (DCS), los cuales son los más utilizados en la automatización industrial.

- **Interfaz de usuario:** los tableros de control suelen contener interfases que permiten al usuario interactuar y supervisar el sistema, para poder realizar ajustes cuando sea necesario.

9.2 CONCEPTO DEL DISEÑO DE UN TABLERO EN 3D

El diseño en 3D de un tablero de control implica la creación de una representación tridimensional detallada y precisa del tablero y sus componentes mediante software de modelado 3D. Este tipo de diseño es fundamental en ingeniería y manufactura para visualizar, planificar y optimizar la disposición de los componentes eléctricos y electrónicos en el tablero antes de su fabricación.

Al tener en diseño de un tablero de control nos proporcionara:

- **Modelado de Componentes:** Cada componente del tablero de control (interruptores, relés, contactores, PLCs, fuentes de alimentación, terminales, cables, etc.) se modela en 3D, teniendo en cuenta sus dimensiones físicas y características técnicas.
- **Disposición y Montaje:** Los componentes se organizan dentro del modelo del gabinete o caja del tablero de control. Se asegura que los componentes estén correctamente posicionados para optimizar el espacio, facilitar el acceso y cumplir con las normativas de seguridad.
- **Conexiones y Cableado:** Se modelan las rutas del cableado y las conexiones entre componentes, asegurando que no haya interferencias y que el cableado sea accesible para instalación y mantenimiento.
- **Simulación y Análisis:** Se realizan simulaciones para verificar aspectos como la gestión térmica (disipación de calor), accesibilidad para mantenimiento, resistencia mecánica y cumplimiento de normativas.
- **Generación de Planos y Documentación:** A partir del modelo 3D, se generan planos detallados y documentación técnica que guiarán la fabricación y ensamblaje del tablero de control.

9.3 CONCEPTO DE CONTROL

El control de un sistema que se utiliza para mantener una variable de proceso (como temperatura, presión, nivel, flujo, etc.) en un valor deseado o punto de consigna (setpoint) a través de la retroalimentación y la regulación continua. Los lazos de control son fundamentales en la automatización industrial y se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones para mejorar la eficiencia, la calidad y la seguridad de los procesos.

9.3.1 Lazo de control abierto

Los sistemas en los cuales la salida no tiene efecto sobre la acción de control se denominan sistemas de control en lazo abierto. En otras palabras, en un sistema de control en lazo abierto no se mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada. En la cual se representa en la (imagen 1)

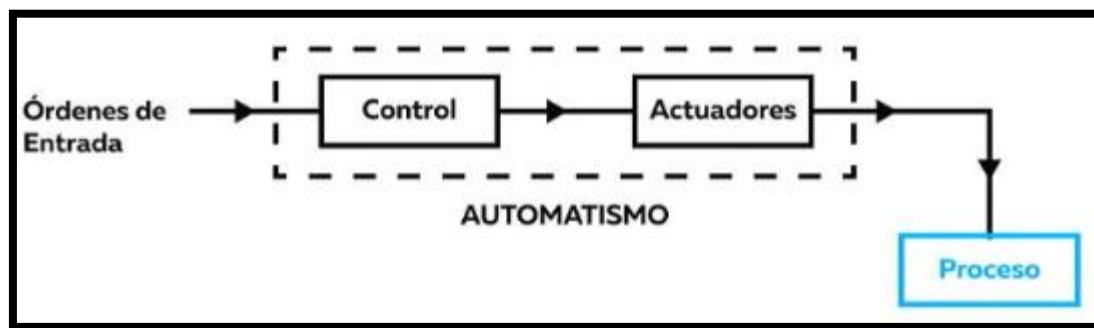


Imagen 1 Lazo de control abierto

En cualquier sistema de control en lazo abierto, la salida no se compara con la entrada de referencia. Así, a cada entrada de referencia le corresponde una condición de operación fija, como resultado de ello, la precisión del sistema depende de la calibración. Ante la presencia de perturbaciones, un sistema de control en lazo abierto no realiza la tarea deseada. En la práctica, el control en lazo abierto sólo se usa si se conoce la relación entre la entrada y la salida y si no hay perturbaciones internas ni externas. [5]

9.3.2 Lazo cerrado

El sistema de lazo cerrado tiene una realimentación que vuelve la respuesta del sistema relativamente insensible a las perturbaciones externas y a las variaciones internas en los parámetros del sistema. Es así posible usar componentes relativamente poco precisos y baratos para obtener el control adecuado de una planta determinada, mientras que hacer eso es imposible en el caso de un sistema en lazo abierto. Tal como se representa en la (imagen 2)

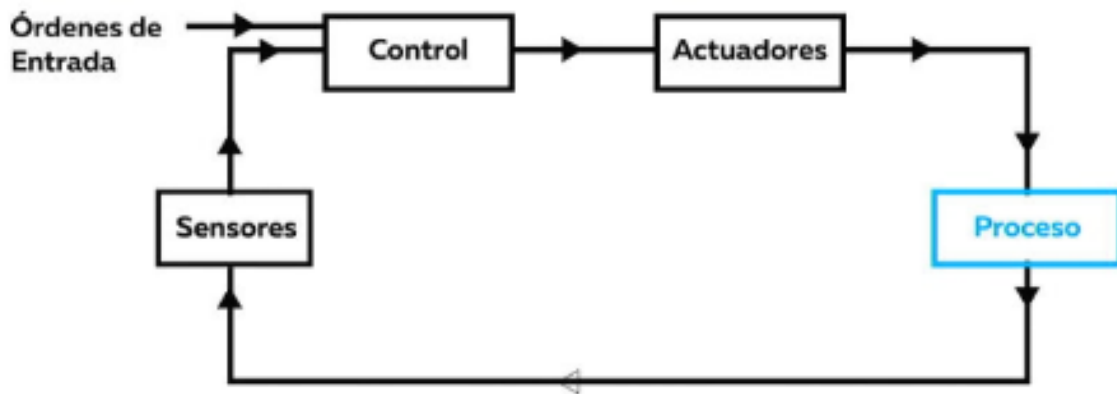


Imagen 2 Lazo de control cerrado

Desde el punto de vista de estabilidad, el sistema de control en lazo abierto es más fácil de desarrollar, porque la estabilidad del sistema no es un problema importante. Por otra parte, la estabilidad es un gran problema en el sistema de control en lazo cerrado, que puede conducir a corregir en exceso errores que producen oscilaciones de amplitud constante o cambiante [5].

9.3.3 Control On/off

El control On/Off es un método de regulación en el cual el actuador se activa o desactiva completamente dependiendo de si la variable de proceso ha superado un valor de referencia establecido (setpoint). Este tipo de control no modula gradualmente la salida, sino que opera de forma binaria:

- Encendido (On): Cuando la variable de proceso cae por debajo del setpoint, el actuador se enciende completamente.

- Apagado (Off): Cuando la variable de proceso supera el setpoint, el actuador se apaga completamente.

Funcionamiento del Control On/Off:

De acuerdo con la (imagen 3) se describirá el funcionamiento del control On/Off

Medición de la Variable de Proceso: Un sensor mide la variable de proceso (por ejemplo, temperatura) y envía esta información al controlador.

Comparación con el Setpoint: El controlador compara la medida de la variable de proceso con el setpoint deseado.

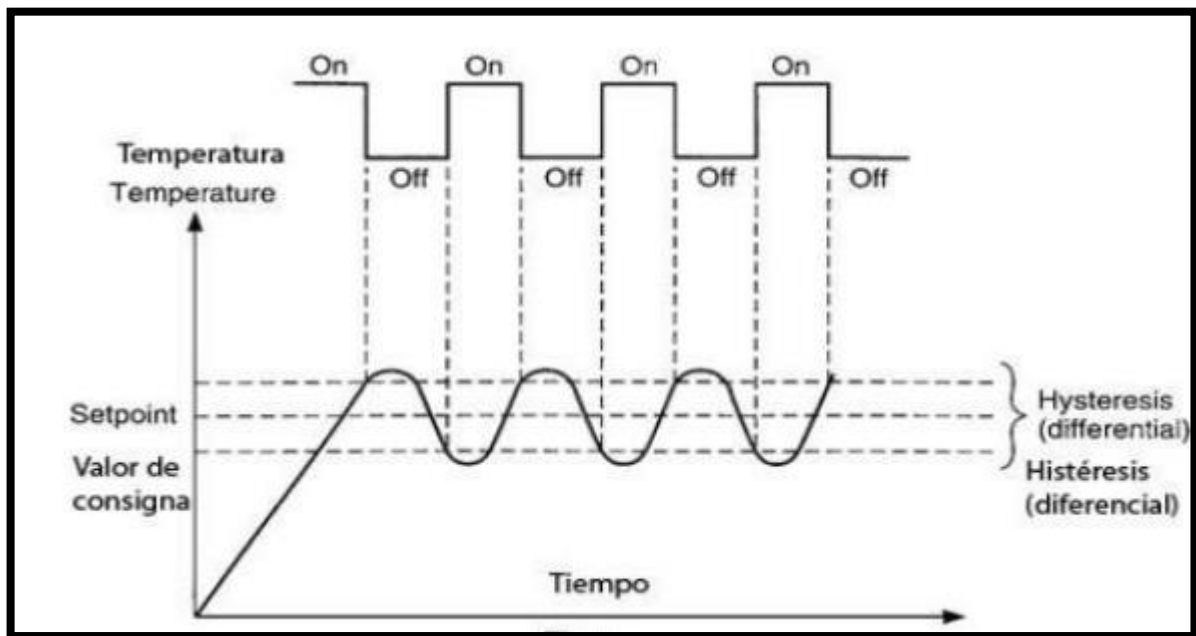


Imagen 3 Modo de control On/Off

Decisión de Estado:

Si la variable de proceso está por debajo del setpoint, el controlador activa el actuador (estado "On").

Si la variable de proceso está por encima del setpoint, el controlador desactiva el actuador (estado "Off").

Acción Correctiva: El actuador realiza la acción correctiva (por ejemplo, encender un calentador si la temperatura es baja o apagarlo si la temperatura es alta).

9.3.4 Sistema de control de temperatura

Sistema de control de temperatura es un conjunto de dispositivos donde se utilizan técnicas para regular y mantener la temperatura de un espacio, objeto o proceso dentro de un rango deseado. Estos sistemas se encuentran en una amplia variedad de aplicaciones, en este caso lo aplicaremos en el control de temperatura del horno de fundición y el canal de fundición.

La funcionabilidad de un controlador de temperatura se representa en la (imagen 4) en la cual se representa un lazo de control cerrado en la cual el sensor de temperatura manda una señal de retroalimentación al controlador de temperatura digital y este a la vez manda una señal de control al sistema que regula la temperatura como lo puede ser una electroválvula para controlar la temperatura dentro del objeto a controlar en este caso es un horno

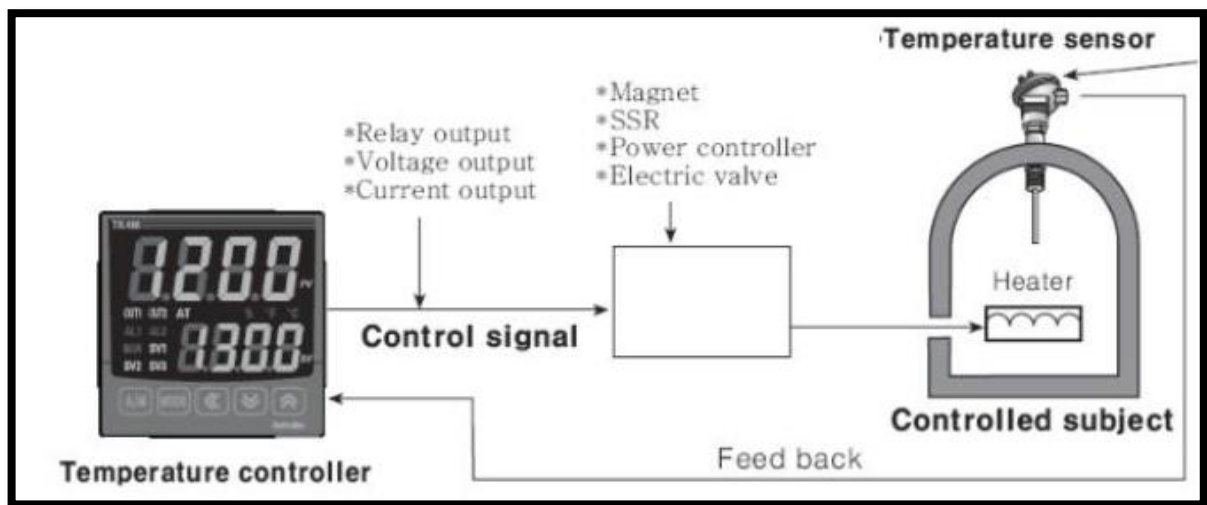


Imagen 4 Funcionabilidad de un controlador de temperatura

Para la siguiente imagen tomaremos de ejemplo un diagrama esquemático equivalente del horno de fundición debido a políticas de confidencialidad no se puede mostrar documentación de la misma.

El sistema de control de temperatura del horno de fundición es equivalente al control de temperatura de un horno eléctrico. La temperatura del horno eléctrico se mide mediante un termómetro, que es un dispositivo analógico. La

temperatura analógica se convierte a una temperatura digital mediante un convertidor A/D. La temperatura digital se introduce en un controlador mediante una interfaz. Esta temperatura digital se compara con la temperatura de entrada programada, y si hay una discrepancia (error) el controlador envía una señal al calefactor, a través de una interfaz, amplificador y relé, para hacer que la temperatura del horno adquiera el valor deseado (imagen 5) [5].

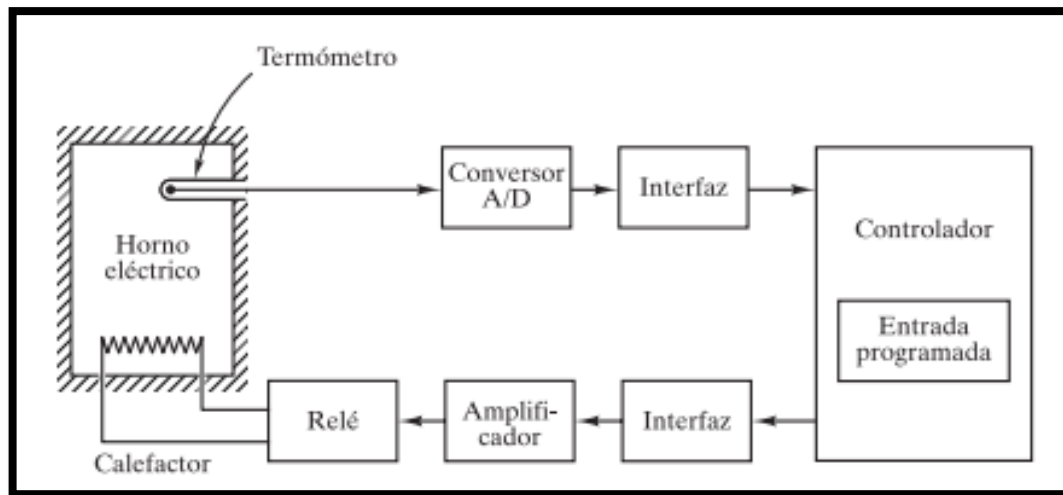


Imagen 5 control de temperatura de horno eléctrico

9.3.4.1 Sistema de enclavamientos (INTERLOCK)

El sistema de enclavamientos se encarga de llevar a las Unidades de Proceso a posición segura, o pararlas, cuando determinadas variables sobrepasen los valores fijados como límites de seguridad. De acuerdo con los nuevos estándares, el conjunto de sistemas de enclavamientos equivale al sistema instrumentado de seguridad (SIS). Los contactos iniciadores (presostatos, etc.) y los elementos finales (electroválvulas, etc.) se suelen agrupar funcionalmente en enclavamientos relacionados con equipos de proceso, o sistemas tales como: compresores, hornos, etc. Estos sistemas deben estar identificados en los Diagramas de Tuberías e Instrumentos (P& ID). Cada enclavamiento individual equivale a una función instrumentada de seguridad (SIF).

Cada SIF puede considerarse como un subsistema del SIS que necesita su propia definición con respecto a la interfase entre los elementos iniciadores y el logic solver. así como entre este y los elementos finales. Las definiciones dadas en la **IEC 61508** dan lugar a diferentes interpretaciones, pues su aplicación puede diferir en función del tipo de equipo. Desde un punto de vista estricto no se debería manipular ningún elemento con el EUC en marcha, puesto que se anula la seguridad. [6]

9.3.4.2 Elementos de campo

Los elementos iniciadores, o sensores, para un SIS que ha de cumplir con el SIL correspondiente deben estar de acuerdo con la IEC 61511, en la que se define que cualquier componente se puede utilizar, aunque no esté certificado, siempre que satisfaga los requerimientos de fiabilidad de forma documentada. De la misma forma, dependiendo de la fiabilidad y del tipo de proceso o equipo que se desea proteger, pueden utilizarse elementos primarios simples o redundantes. Estos elementos deben ser independientes de los utilizados por otros sistemas y dedicarse exclusivamente al SIS. Debe prestarse atención al montaje para evitar fallos debidos a taponamientos en las líneas, congelación, etc. Asimismo, deben estar situados en lugares donde siempre se visualice la medida, por lo que habrá que ubicarlos correctamente respecto a las válvulas de corte.[6]

9.3.4.3 Elementos indicadores

Algunos componentes indicadores para el horno que debemos tener siempre presentes (imagen 6) para la seguridad del control, personal y empresa serán:

- FSL Bajo caudal de alimentación al horno.
- PSH Alta presión de fuel-gas a quemadores.

- PSL Baja presión de fuel-gas a quemadores.



Imagen 6 indicadores de luz

Con objeto de eliminar los posibles fallos instantáneos que puedan producirse por falsos contactos, vibraciones, etc., cada elemento iniciador dispone de un temporizador para que el fallo permanezca como mínimo este tiempo antes de ser considerado por el controlador Honeywell que lleva a cabo el enclavamiento y el control de los componentes.

Cuando se abre el contacto del PSL por existir baja presión de gas al horno, se produce la acción siguiente:

- Desenergiza la electroválvula Shut off haciendo que se cierre la válvula automática de gas al horno. Pero no se lleva a cabo la parada del horno sino la del combustible solamente. En caso de no cerrarse puede entrar fuel-gas al horno formando bolsas con el correspondiente peligro de explosión.

9.3.4.4 Elementos finales de control

Para controlar los procesos industriales se dispone de sistemas de control distribuido, ordenadores para control, o una combinación de ambos conectados a través de interfases apropiadas. Aunque los sistemas se diseñen para obtener los mejores resultados, bien en estabilidad del proceso o bien para optimizarlo, el elemento final de control sigue siendo una válvula automática o cualquier equipo

que accione el mecanismo necesario para controlar el flujo de un fluido (imagen7).[6]



Imagen 7 Elementos finales de control

En los sistemas de control es importante que el elemento final de control funcione de forma estable y tenga un buen comportamiento, lo cual significa que:

- Tenga estabilidad a lo largo de todo el recorrido.
- No opere cerca de ninguno de los extremos.
- Sea suficientemente rápido para corregir las perturbaciones.

Un elemento final que se está utilizando para la protección y seguridad de los usuarios es una electroválvula para cerrar la válvula principal de gas que estará alimentando los quemadores del horno de fundición y el canal de distribución. Por cuestiones de privacidad se describirá una imagen equivalente un diagrama esquemático para la válvula Shut off (imagen 8).

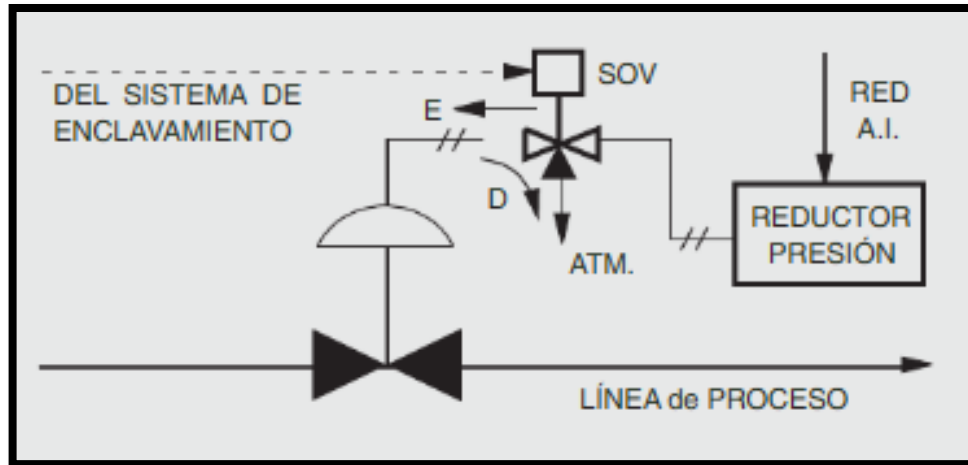


Imagen 8 diagrama de electroválvula automática

En la (imagen 8) aparece la conexión entre válvula automática y electroválvula. La electroválvula está intercalada entre el posicionador y el servomotor de la válvula, y tiene la actuación siguiente:

- Electroválvula energizada (E). Permite el paso del gas por la línea de aire demandando al servomotor de la válvula. En esta posición, al estar bloqueada impide la liberación del gas a la atmósfera.
- Electroválvula desenergizada (D). Bloquea la entrada de gas y descarga a la atmósfera el que se encuentra en el servomotor de la válvula. La válvula se irá a la posición de seguridad ante el fallo.

9.4 CONCEPTO DE PLANOS EN UN PROYECTO.

En un proyecto los planos son una forma de representar gráficamente la distribución y especificaciones de las partes y elementos importantes que componen de una construcción o diseño del proyecto

Los planos en un proyecto nos proporcionen una información detallada sobre:

- **Representación gráfica:** nos proporciona información técnica sobre el proyecto, en el cual se hace uso de símbolos, escalas y anotaciones que estarán dando detalles de las dimensiones del proyecto, materiales y componentes a utilizar y ubicaciones.

- **Detalles técnicos:** en esta parte se especifican o se establecen detalles específicos sobre la construcción del proyecto tales como los materiales o dimensiones.
- **Variedad y tipos de planos:** dependiendo del proyecto se hará uso de diferentes planos

9.4.1 Plano de diagramas de tuberías e instrumentación P&ID

Es una herramienta muy importante tanto para las industrias y para los ingenieros ya que estas nos proporcionan algunos puntos importantes como lo son:

- **El diseño y planeación:** en esta etapa nos permite visualizar y analizar los sistemas antes de su construcción ya que nos estará proporcionando información acerca de un emitente riego o problemas a la hora de la construcción. Al mismo tiempo nos ofrecen una base más concreta para la construcción de esquemas de sistemas de control con el análisis de riesgos y operabilidad (HAZOP)
- **Operación y mantenimiento:** cuando el sistema de producción ya se encuentre en operación los planos P&ID se convierten en una herramienta para los operadores y jefes de mantenimiento ya que nos estará proporcionando una presentación grafica del proceso y los componentes de campo.
- **Cumplimiento normativo:** nos ayuda a garantizar que el sistema cumpla con las regulaciones y los estándares.
- **Seguridad:** esta etapa se encarga de mantener la seguridad tanto del sistema como del proceso ya que se pueden mantener medidas preventivas para evitar accidentes o fallas en los componentes, tuberías o instrumentos del proceso.

9.4.2 Normas que aplican a los P&ID

La norma **ISA S5.1** Esta norma establece de manera uniforme y estándar los medios de representación, la identificación y funciones propias de los instrumentos o

dispositivos, sistemas de instrumentación utilizados para la medición, seguimiento y control, presentando un sistema de designación que incluye sistemas de identificación y símbolos gráficos. Esta norma tiene por objeto satisfacer los distintos procedimientos de los diversos usuarios que necesitan para identificar y representar gráficamente equipos de medición y control y sistemas. Estas diferencias se reconocen cuando son coherentes con los objetivos de esta norma, proporcionando símbolos de alternativas y métodos de identificación. Esta norma es conveniente para el uso en diferentes sectores de la industria, ya que esta requiere el uso de esquemas de sistemas de control, diagramas funcionales y esquemas eléctricos para describir la relación con el equipo de procesamiento y la funcionalidad de equipos de medida y control.

9.4.2.1 Variables de identificación de instrumentos

Cada instrumento o identificación o función para identificar es designado por un código alfanumérico o un número de etiqueta. En un lazo las partes se identifican con una etiqueta generalmente común a todos los instrumentos o funciones pertenecientes al lazo. Se puede agregar un sufijo o un prefijo para completar la identificación. La identificación funcional de un instrumento o su equivalente funcional consiste en letras tomadas de la (imagen 9), que incluye una primera letra la cual es para designar la edición o variable inicial, y una o más letras sucesivas las cuales designan las funciones ejecutadas, ejemplo:

- FCV: válvula control de flujo
- PI: indicador de presión
- LI: indicador de nivel
- LIC: controlador indicador de nivel

Letras de identificación					
	Primera Letra		Letras Sucesivas		
	Variable medida	Modificador	Función de lectura	Función de salida	Modificador
A	Análisis		Alarma		
B	Quemador, combustión		Selección del usuario	usuario	usuario
C	Selección del usuario			Controlador	
D	Selección del usuario	Diferencial			
E	Tensión		Sensor (elemento		
F	Rata de flujo	Relación	primario)		
G	Selección del usuario		Dispositivo de vidrio,		
H	Manual		mirilla		Alto
I	Corriente (eléctrica)		Indicación		
J	Potencia	Muestreo			
K	Tiempo	Rata de tiempo		Estación de control	
L	Nivel		Luz		Bajo
M	Humedad	Momentáneo			Medio,
N	Selección del usuario		Selección del usuario	Selección del	intermedio
O	Selección del usuario		Orificio, restricción	usuario	
P	Presión, vacío		Punto de prueba		
Q	Cantidad	Integrador, total.			
R	Radiación		Registrador		
S	Velocidad, frecuencia	Safety		Interruptor	
T	Temperatura			Transmisor	
U	Multivariable		Multifunción	Multifunción	Multifunción
V	Vibración, análisis			Válvula, damper	
W	Peso, fuerza		Vaina o pozo térmico		
X	Sin clasificar	Eje X	Sin clasificar	Sin clasificar	Sin clasificar
Y	Evento o estado	Eje Y		Relé, convertidor	
Z	Posición, dimensión	Eje Z		Elemento final.	

Imagen 9 Variables de identificación

9.5 CONCEPTO DE SENSORES Y ACTUADORES

Los sensores y actuadores son una parte imprescindible de cualquier sistema industrial de control automatizado. De hecho, representan el nivel de campo de la pirámide de la automatización. Los sensores son los sentidos del sistema de control: le proporcionan información sobre lo que está ocurriendo. Los actuadores

son las manos del sistema de control: le permiten modificar lo que ocurre en la planta.

Los sensores nos permiten conocer el valor de las variables físicas adecuadas que participan en el proceso y convertirlas en señales eléctricas. En base a estas señales, el programa de control debe marcar las directrices de actuación sobre las máquinas y elementos que intervienen en el proceso. Para llevar a cabo las acciones oportunas, los actuadores se encargan de convertir las señales eléctricas de control en otro tipo de señales o en señales eléctricas de mayor potencia.

Los actuadores (también llamados accionadores) constituyen la interfaz entre las señales de control del dispositivo de control (por ejemplo, del autómatas) y el mismo proceso industrial. Podemos distinguir tres tipos de actuadores según la fuente de energía con la que trabajan: eléctricos, neumáticos (aire) e hidráulicos (aceite).

9.5.1 Tipos de sensores

1. Sensor de temperatura

El sensor de temperatura nos proporciona información de la temperatura del exterior (es decir, del medio), mediante impulsos eléctricos. Estos sensores permiten controlar la temperatura de ambiente.

Los sensores de temperatura son en realidad resistencias, cuyo valor asciende con la temperatura, o disminuye con ella. En el primer caso, lo denominamos termistor PTC, y en el segundo, termistor NTC.

A su vez, los sensores de temperatura pueden ser de diferentes tipos: de contacto, de no-contacto, mecánicos y eléctricos (imagen 10).



Imagen 10 Sensores de temperatura

2. Sensores de luz

Otros tipos de sensores son los de la luz; en este caso, se trata de dispositivos electrónicos que responden al cambio en la intensidad de la luz (imagen 11).

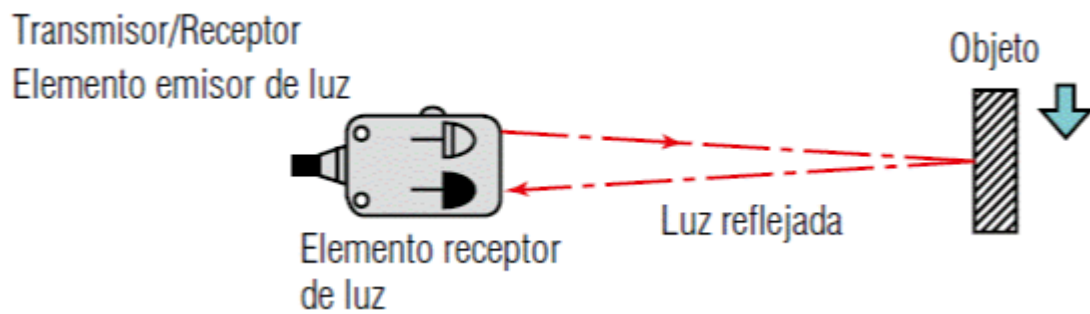


Imagen 11 Sensor de luz

3. Sensores de proximidad

Los siguientes tipos de sensores, los de proximidad, consisten en transductores que detectan la presencia de objetos (obstáculos, personas...) sin necesidad de un contacto. En algunos casos también se pueden configurar para que midan la distancia (imagen 12).



Imagen 12 Sensores de proximidad

4. Sensores de posición

Los sensores de posición nos permiten determinar qué ubicación tiene un determinado objeto. Como característica de estos, encontramos que generalmente disponen de un sistema electrónico particular, a fin de que puedan determinar la ubicación con la máxima precisión (imagen 13).



Imagen 13 Sensores de posición

5. Sensores de la humedad

Estos tipos de sensores lo que hacen es medir la humedad relativa, así como la temperatura del ambiente. Concretamente, actúan emitiendo una señal acondicionada, gracias a una serie de circuitos integrados de que disponen.

Los sensores de humedad captan las señales del ambiente para detectar estos parámetros (humedad y temperatura). Además, el margen de error que tienen suele ser muy pequeño (imagen 14).



Imagen 14 Sensores de la humedad

6. Sensores de contacto

Los sensores de contacto tienen la finalidad de detectar el final del recorrido de componentes mecánicos o, en otras palabras, su posición límite (imagen 15).



Imagen 15 Sensores de contacto

7. Sensores magnéticos

Los sensores magnéticos actúan detectando los campos magnéticos que provocan las corrientes eléctricas o los imanes (imagen 16).



Imagen 16 Sensores magnéticos

9.6 CONCEPTO DE RELEVADOR

Los relevadores tienen una bobina conectada a una corriente, cuando esta se activa produce un campo electromagnético, el cual provoca que el contacto del relé que se encuentra normalmente abierto se cierre y de esta forma, permite el paso de la corriente por un circuito para ejercer cierta acción, como arrancar un motor.

Cuando se deja de proveer corriente a la bobina, el campo electromagnético se retira y el contacto del relé se vuelve a abrir, dejando sin corriente al circuito eléctrico que iba al motor o al objeto en cuestión.

Como vemos, los relevadores son útiles para activar un circuito que tiene un consumo considerable de electricidad mediante un circuito de pequeña potencia de voltios que imanta la bobina

9.6.1 Relevadores electromecánicos

Son los más tradicionales y comunes (imagen 17). Utilizan un electroimán para mover uno o más contactos y abrir o cerrar el circuito de salida. Normalmente se dividen en dos tipos:

Relevadores de armadura: Son aquellos en los que el electroimán mueve una armadura para hacer el cambio de estado en los contactos.

Relevadores de solenoide: En estos, el electroimán actúa sobre un solenoide y el movimiento del mismo provoca la apertura o cierre de los contactos.

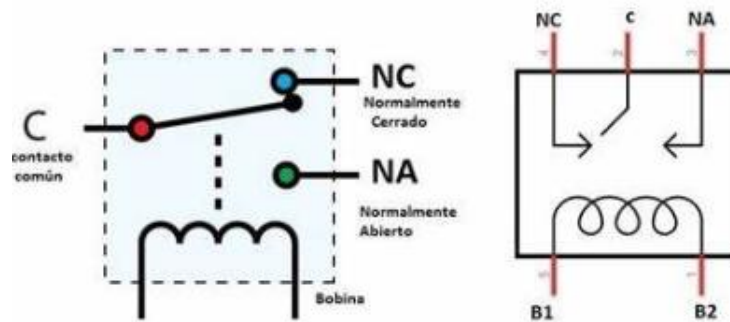


Imagen 17 Relevadore electromecánico

9.6.2 Relevadores de estado sólido

Los relevadores de estado sólido (SSR, por sus siglas en inglés) no tienen partes móviles y utilizan semiconductores para abrir o cerrar el circuito. Tienen la ventaja de ser más rápidos y duraderos que los electromecánicos, pero suelen ser más caros(imagen 18).

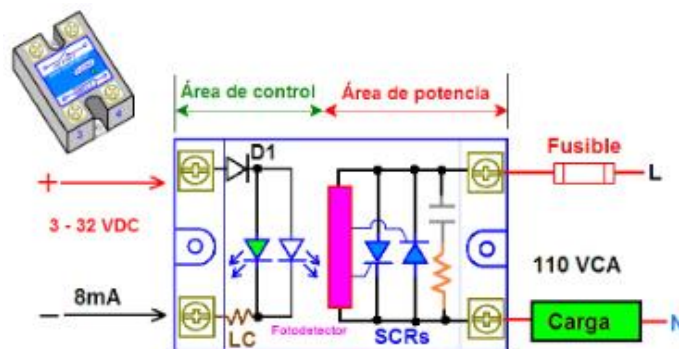


Imagen 18 Relevadore de estado sólido

9.7 CONTROLADOR DE FLAMA

Un controlador de flama es un dispositivo utilizado para supervisar y controlar la presencia y calidad de la flama en sistemas de combustión, como calderas, hornos y calentadores. Su principal función es detectar si la flama está presente y es adecuada para el proceso de combustión, y en caso contrario, tomar medidas

correctivas, como cerrar las válvulas de combustible para evitar situaciones peligrosas.

9.7.1 Componentes y Funcionamiento de un Controlador de Flama

- **Sensores de Flama:** Detectan la presencia de la llama y envían una señal al controlador.
- **Controlador:** Procesa las señales de los sensores y determina si la llama es adecuada. Si detecta una falla, el controlador puede apagar el suministro de combustible y activar alarmas.
- **Actuadores:** Dispositivos que actúan en respuesta a las señales del controlador, como válvulas de cierre de combustible y alarmas.

9.7.2 Tipos de Sensores de Flama

Los sensores de flama son componentes críticos en los sistemas de control de flama. Hay varios tipos de sensores que se utilizan comúnmente, cada uno con sus propias características y aplicaciones específicas:

Fotoceldas (Sensores de Luz Visible)

Funcionamiento: Detectan la luz visible emitida por la llama.

Aplicaciones: Utilizados en sistemas donde la llama emite luz visible significativa, como quemadores de gas natural y aceites ligeros.

Ventajas: Simples y económicos.

Desventajas: Pueden ser menos precisos en ambientes con luz ambiental alta.

Sensores de Luz Ultravioleta (UV)

Funcionamiento: Detectan la radiación ultravioleta emitida por la llama.

Aplicaciones: Comúnmente usados en sistemas de combustión industriales, como calderas y hornos, donde la llama produce radiación UV.

Ventajas: Muy sensibles y rápidos en la detección de la llama.

Desventajas: Pueden necesitar filtros UV para evitar interferencias de otras fuentes de UV, y son menos efectivos en la detección de llamas de combustibles sólidos que no emiten UV de manera significativa.

Sensores de Infrarrojo (IR)

Funcionamiento: Detectan la radiación infrarroja emitida por la llama.

Aplicaciones: Utilizados en una variedad de sistemas de combustión, incluyendo aquellos con combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.

Ventajas: Pueden detectar llamas en un rango más amplio de combustibles.

Desventajas: Pueden ser susceptibles a interferencias de fuentes de calor no relacionadas con la llama.

Termopares

Funcionamiento: Miden la temperatura generada por la llama a través de la generación de una corriente eléctrica.

Aplicaciones: Usados en sistemas de combustión donde se requiere una medida directa de la temperatura de la llama.

Ventajas: Muy precisos en la medición de temperatura.

Desventajas: Respuesta más lenta comparada con sensores UV e IR, y pueden degradarse con el tiempo debido a la exposición a altas temperaturas.

Sensores de Ionización

Funcionamiento: Detectan la corriente de ionización que se produce cuando la llama está presente entre dos electrodos.

Aplicaciones: Utilizados en sistemas de combustión domésticos e industriales, como calderas de gas y hornos.

Ventajas: Muy confiables y duraderos.

Desventajas: Requieren un contacto directo con la llama, lo que puede llevar a desgaste de los electrodos.

9.8 ELEMENTOS PARA MEDICIÓN DE TEMPERATURA DE TEMPERATURA

La medida de temperatura es una medida indirecta; existen diferentes métodos para llevarla a cabo, como son:

- Expansión volumétrica.
- Variación en la fuerza electromotriz.
- Variación de resistencia.
- Radiación

Los métodos utilizados en la industria de forma más habitual son los termopares, termómetros de resistencia y termómetros bimetálicos; con menos frecuencia se utilizan los sistemas de bulbo y los pirómetros de radiación (imagen 19).

Sensor o medidor	Tipo o método de medida
Termómetro local	Bimetálico. De vidrio. Bulbos rellenos de gas, etc.
Termopar	Par termoeléctrico que genera fuerza electromotriz.
Termorresistencia	La resistencia de un hilo metálico se modifica al cambiar la temperatura a la que está sometido.
Termistor	Sensor formado por material compuesto de óxidos metálicos comprimidos. Su resistencia se modifica al cambiar la temperatura a la que está sometido.

Imagen 19 Medidores de temperatura

9.8.1 Termopares

De forma simple, un termopar es un conjunto de dos hilos de diferente material unidos en un extremo denominado junta o unión caliente. En el otro extremo se encuentra la junta o unión fría, la cual está conectada al instrumento de medida. El termopar produce una fuerza electromotriz que depende del tipo de material de los hilos del termopar y de la diferencia de temperatura entre las uniones fría y caliente, así como del coeficiente Seebeck de los materiales.

La (imagen) muestra las partes más importantes asociadas a un sistema de medida de temperatura con termopar, como son el propio termopar, conectado a las bornas situadas en la cabeza, y el cable de extensión o prolongación hasta el instrumento de medida, donde se encuentra la unión fría, la cual suele estar a temperatura ambiente. En este caso el termopar se encuentra introducido en una camisa o tubo metálico para protección mecánica, con los hilos aislados por medio de polvo cerámico (imagen 20).

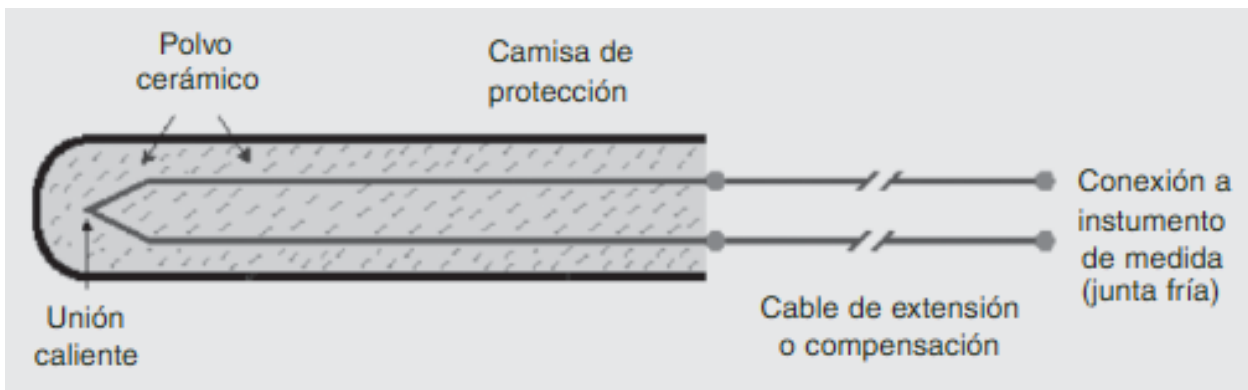


Imagen 20 Termopar

9.8.2 Termorresistencias

Las termorresistencias, o termómetros de resistencia, se basan en el aumento de resistencia de un material conductor cuando aumenta la temperatura. Cada tipo de material tiene una composición diferente que hace variar su resistencia cuando pasa una corriente eléctrica a su través. Generalmente el cambio de resistencia es directamente proporcional al cambio de temperatura; además

tiene un comportamiento prácticamente lineal en un cierto rango de temperatura. El factor que relaciona resistencia con temperatura es constante para cada metal, siendo el más utilizado el platino, cuyo coeficiente según la norma DIN es de 0,00385 ohmios por grado centígrado.

Aunque el comportamiento no es totalmente lineal, a continuación, se muestra la expresión lineal aproximada que relaciona resistencia final y temperatura en una termorresistencia de platino (imagen 21).

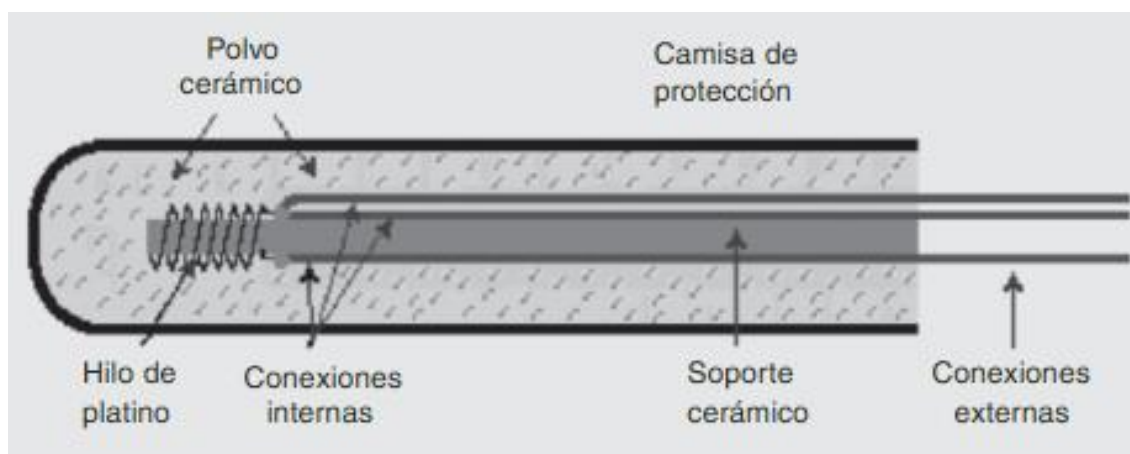


Imagen 21 Termorresistencias

9.8.3 Termómetros por expansión de fluido

Cuando cambia la energía térmica de un objeto también lo hace su temperatura. A su vez, cuando cambia la temperatura también cambia su volumen, y, si se trata de un líquido o gas encerrado en un recipiente, cambia la presión ejercida sobre las paredes del mismo. Precisamente estos cambios en las propiedades de los materiales son el principio de operación de termómetros y termostatos. Los materiales se expanden o contraen de forma diferente dependiendo de su composición cuando cambia la temperatura.

Un elemento para medir la temperatura basado en la expansión de un fluido constata tres partes fundamentales, como son: el bulbo con un fluido sensible a

los cambios de temperatura, un elemento receptor sensible a los cambios de presión o volumen del fluido y un tubo capilar para unir los dos elementos anteriores. Este concepto es utilizado también por algunos tipos de transmisores de temperatura (imagen 22).

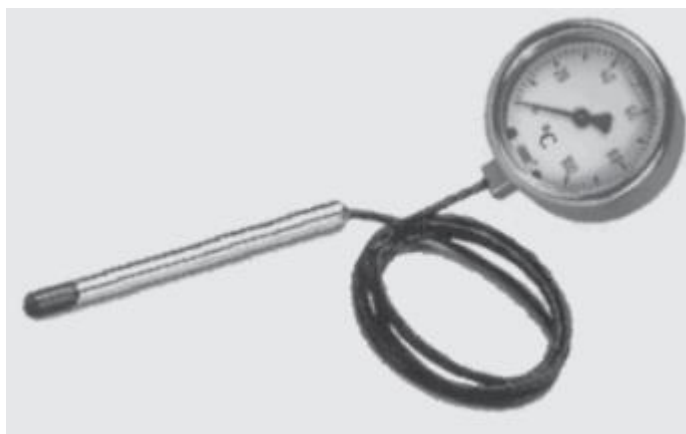


Imagen 22 Termómetros por expansión de fluido

10PROCEDIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Las actividades para realizar se harán de acuerdo con el cronograma de actividades del ante proyecto de residencias profesionales (imagen 23).

ACTIVIDAD		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ANÁLISIS Y COMPRENSIÓN DE LOS DOCUMENTOS EXISTENTES	P																	
	R																	
DISEÑO DE TABLERO DE CONTROL DE HORNO DE FUNDICIÓN Y CANAL DE DISTRIBUCIÓN	P																	
	R																	
RECONOCIMIENTO DE MATERIALES EXISTENTES	P																	
	R																	
RECONOCIMIENTO DE MATERIALES FALTANTES	P																	
	R																	
INSTALACIÓN Y CONEXIÓN DE TABLERO DE CONTROL DEL HORNO DE FUNDICIÓN	P																	
	R																	
INSTALACIÓN Y CONEXIÓN DE TABLERO DE CONTROL DEL CANAL DE DISTRIBUCIÓN	P																	
	R																	
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	P																	
	R																	
ENTREGA DE PROYECTO	P																	
	R																	
OBSERVACIONES																		

Imagen 23 Cronograma de actividades

10.1 ETAPA 1 ANÁLISIS Y COMPRENSIÓN DE LOS DOCUMENTOS EXISTENTES

La primera actividad que se realiza en el proyecto es poder estudiar los documentos del proyecto existente ya que se están incluyendo todas las partes y componentes importantes del proyecto, tales como las tuberías, instrumentos, válvulas y equipos, cableado eléctrico entre otros, que forman parte del sistema del proyecto, ya que nos estarán proporcionando una visión clara del proceso y conexiones de la instrumentación. Todo esto es necesario para el éxito del proyecto, ya que nos estarán brindando una orientación sobre la información y los pasos a seguir.

10.1.1 Diagramas de tuberías e instrumentación(P&ID)

Los diagramas de tuberías e instrumentación (P&ID) son herramientas para la ingeniería y para las industrias ya que proporcionan un diseño y planificación, operación y mantenimiento, cumplimiento de normas y seguridad de operación. Por lo cual es el primer plano que se estará estudiando, ya que se están incluyendo todas las partes y componentes importantes del proyecto, tales como las tuberías, instrumentos, válvulas y equipos que forman parte del sistema del proyecto, y nos estarán proporcionando una visión clara del proceso y las conexiones entre los instrumentos. Todo esto es necesario para el éxito del proyecto.

10.1.2 Diagrama P&ID del canal de distribución

A continuación, se mostrará uno de los dos diagramas P&ID (imagen 24) ya que por temas de confidencialidad de la empresa no se podrá mostrar y describir de una forma detallada para no revelar información importante.

Este plano nos ayudará a saber dónde se colocará o se va a instalar cada uno de los componentes de campo.

Diagramas de conexión para los tableros eléctricos

Para la conexión de los equipos y los componentes de los tableros de control nos basaremos en los diagramas de conexión que se realizó para el control de los tableros de control del horno de fundición y el canal de distribución.

10.1.3 Diagrama de conexión del Canal de distribución

El diagrama de a continuación (imagen 26) es uno de todos los planos para la conexión de los componentes que se utilizaran para el cableado del canal de distribución, en el cual se contiene la asignación de etiquetas de todos los componentes y cables de todo el tablero de control.

10.2 ESTUDIO DE HOJA DE FICHAS TÉCNICAS DE CONTROLADORES DE FLAMA A UTILIZAR (DATASHEET)

Al estudiar las fichas técnicas de los componentes a utilizar nos estará proporcionando

Conocimiento o información relevante del componente a utilizar, tales como el voltaje de operación el equipo, temperaturas de operación, ciclo de trabajo entre otras.

Características eléctricas al tener la hoja detalla las características eléctricas como los tiempos de respuesta, curvas de transferencia, todo esto para garantizar la comprensión del dispositivo de una manera más detallada

Requisitos de conexión y uso correcto donde datasheet incluye información sobre los pines de conexión, cómo deben conectarse, y qué conexiones deben evitarse para prevenir daños. Esto es crucial para evitar errores de conexión que podrían resultar en fallos del componente o del sistema completo.

Condiciones de operación segura en el cual hojas de datos especifican las condiciones máximas y mínimas de operación segura del componente (como máximos voltajes y corrientes). Para así operar fuera de estos límites puede dañar el componente y afectar la fiabilidad del sistema.

Datos de rendimiento en el cual incluye curvas de rendimiento y eficiencia, información sobre tolerancias y variaciones, y cómo el componente se comporta bajo diferentes condiciones. Esto es vital para prever cómo el componente actuará en distintas situaciones del mundo real.

10.2.1 Controlador de flama HONEYWELL RM7840 L 1018

La SERIE 7800 es una plataforma de control de quemadores integrada basada en microprocesador para aplicaciones de un solo quemador. Esta plataforma incluye una familia de módulos de relé que proporcionan secuenciación de quemadores para una amplia variedad de quemadores [4].

De acuerdo con la secuencia de encendido del Honeywell RM7840 L 1018 (imagen 27), nos describe que su primer tiempo de operación en los quemadores, el primer paso es encender quemador o motor de ventilación del borne (5), el segundo paso es la ignición con el transformador del piloto durante 5 segundos, el tercer paso de operación se mantendrá la ignición/piloto (8) y se mantendrá intermitente la válvula piloto (20) junto con la válvula principal (9).

El segundo tiempo de operación hará el control de funcionamiento y enclavamientos del sistema en el cual el primer paso es controlar el quemador cerrado del borne de la línea al borne (6) en el cual el segundo paso del controlador es verificar los enclavamientos de funcionamientos cerrados de los bornes (6) y (7) y cerrar el bloqueo de preignición del borne (4) a (20) para activar el switch de fuego bajo del borne (5) a (18).

Para el segundo tiempo de operación monitorear la señal de flama y verificar el arranque seguro de los switches del borne (13) al (15).

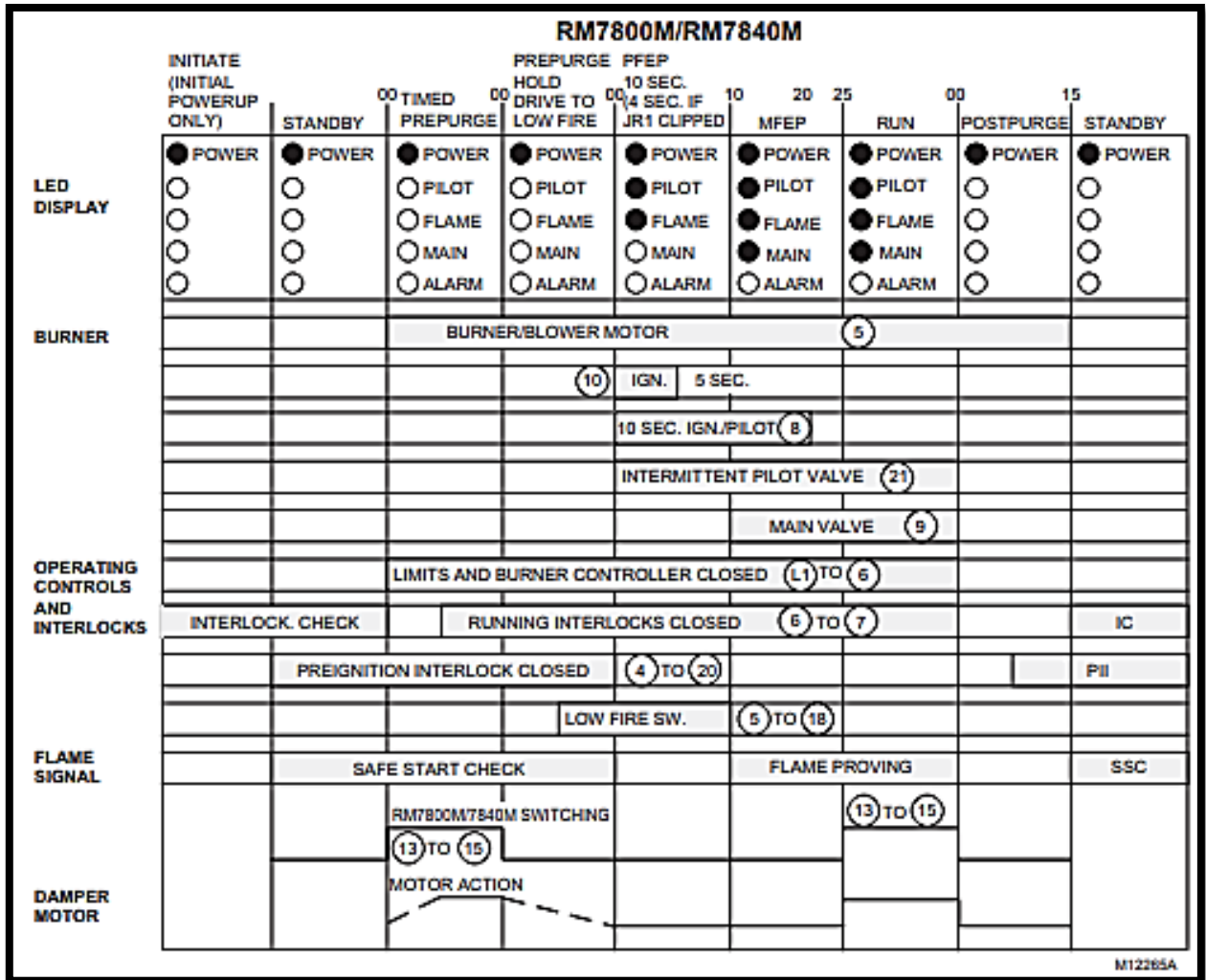


Imagen 24 Tiempos de operación de Honeywell

Espacio en blanco con intención

10.2.1.1 Diagramas de conexión

Se mostrarán el diagrama de conexión en SolidWorks Electrical (imagen 28), el diagrama de conexión de controlador de flama Honeywell (imagen 99) con la (tabla 1) de conexiones correspondientes de cada borne de conexión.

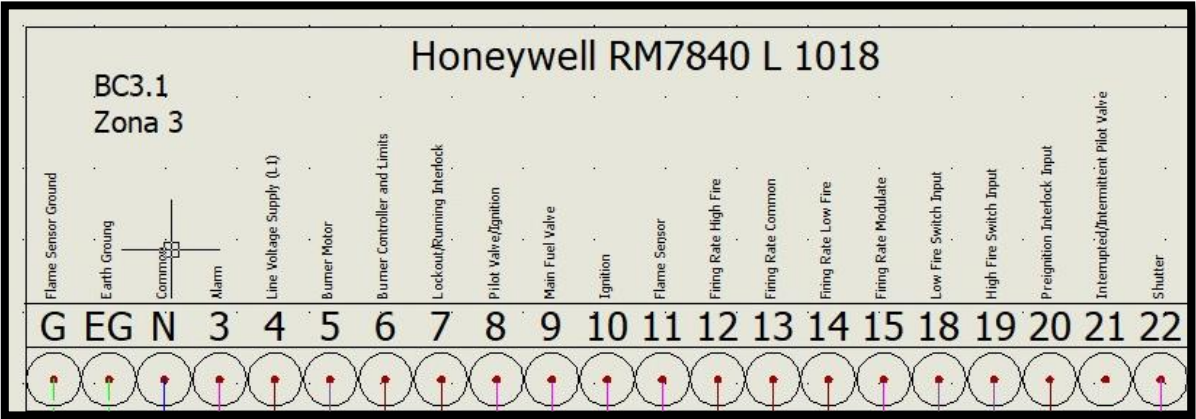


Imagen 25 Diagrama de conexión en SolidWorks Electrical

Numero de pin de conexión	
1 (G)	Tierra del sensor de flama
2(EG)	Tierra física
3(N)	Línea de voltaje común
4	Alarma
5	Suministro de voltaje de línea (L1)
6	Motor de quemador
7	Bloqueo/interbloqueo de funcionamiento

8	Válvula piloto/ encendido
9	Válvula de combustible principal
10	Encendido / ignición
11	Sensor de flama
12	Velocidad de disparo de fuego alto
13	Modular de velocidad común
14	Velocidad de disparo de fuego bajo
15	Modular de velocidad de disparo
16	No usado
17	No usado
18	Entrada de interruptor de fuego bajo
19	Entrada de interruptor de fuego alto
20	Entrada de bloqueo de preignición
21	Válvula piloto interrumpida

Tabla 1 Bornes de conexión de controlador de flama Honeywell

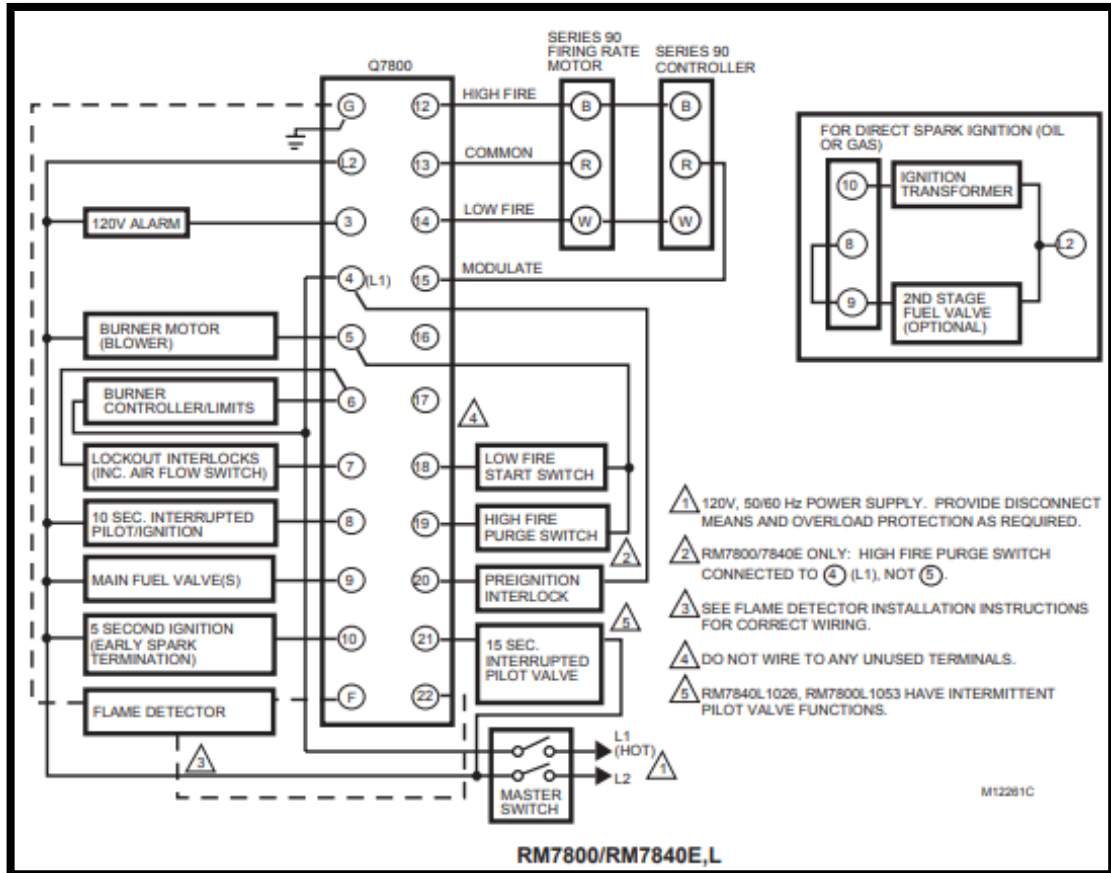


Imagen 26 Diagrama de conexión de controlador de flama Honeywell

10.3 CONTROLADOR DE FLAMA KROMSCHRODER IFS 258

Para el controlador de flama tiene diferentes configuraciones, para este caso se utilizará la configuración de quemadores de tiro forzado la cual es un control On/off. En la cual la válvula de gas y la válvula de aire se activan simultáneamente. El quemador se enciende y controla mediante un único

electrodo. En caso de un fallo de llama, se produce un bloqueo inmediato por fallo (imagen 30).

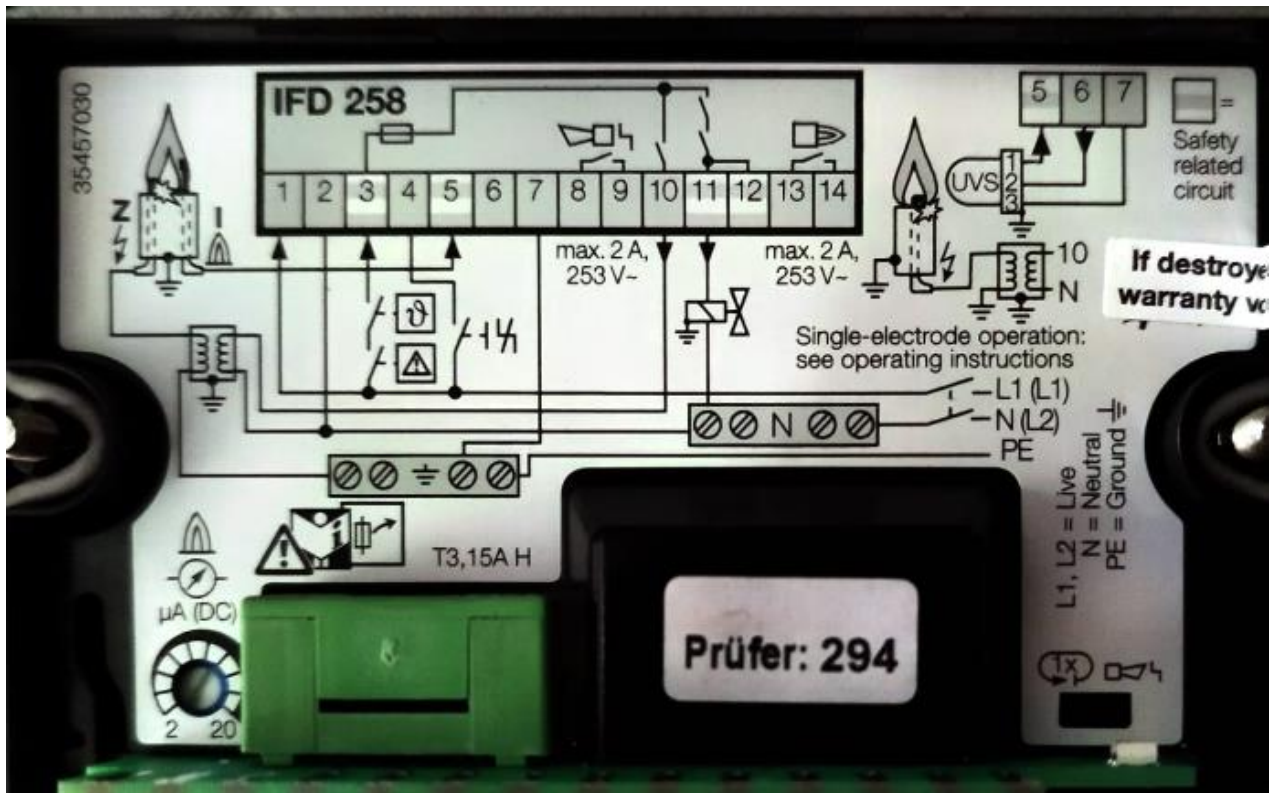


Imagen 27 Diagrama de conexión de controlador de flama KROMSCHRODER IFS258

De acuerdo con el diagrama de conexión (imagen 31) el borne(1) tiene que ir a la línea el borne (2) va conectado a neutro de la fuente de alimentación, el borne (3) está ligado a dos switches de presión y a la línea de la fuente de alimentación, el borne (4) se conectara un botón con la función de resetear el equipo, el borne estará conectado a la tierra física, los bornes (8 y 9) es un switch interno del equipo y estará conectado un indicador de falla, el borne (10) estará conectado el transformador de ignición del piloto. El borne (11) estará conectada la electroválvula del suministro de gas, los bornes (13 y 14) estará conectado el indicador de operación del control de flama.

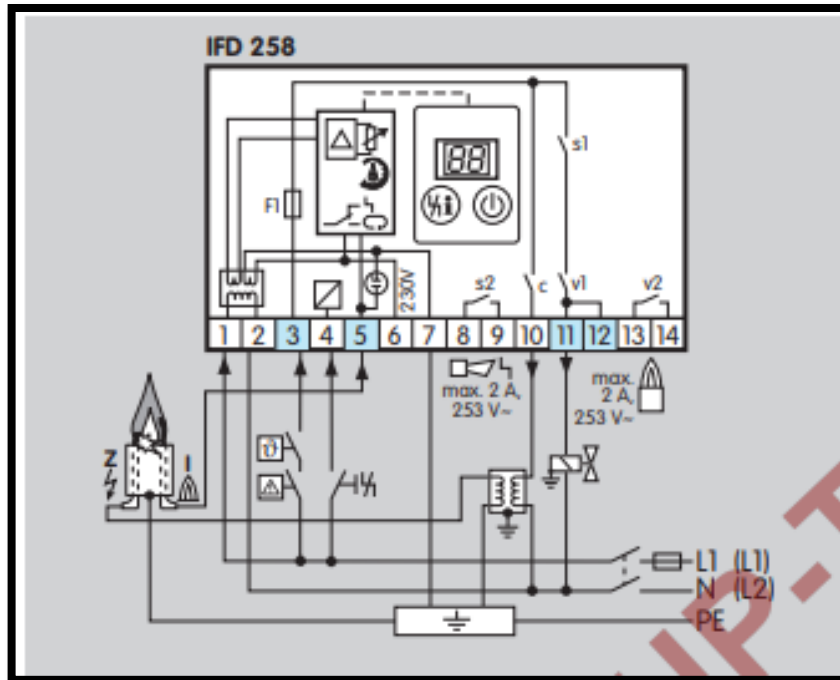


Imagen 28 Diagrama de conexión de controlador de flama KROMSCHRODER IFD258

10.4 ESTUDIO DE HOJA DE FICHAS TÉCNICAS DE SENSORES A UTILIZAR (DATASHEET)

10.4.1 Sensor de Luz Ultravioleta (UV)

El C7061A de Honeywell es un sensor de llama ultravioleta con auto chequeo dinámico fabricado por Honeywell. Este dispositivo detecta la radiación ultravioleta generada por la combustión de gas, aceite u otros combustibles. Aquí están algunas de sus características clave:

- Obturador oscilante: Interrumpe la radiación ultravioleta que alcanza al sensor U.V. 12 veces por minuto para proporcionar una función de chequeo al tubo del sensor U.V.
- Revisión de componentes: El circuito del amplificador se verifica desde el microprocesador del Control Serie 7800.

- Instalación flexible: Los detectores pueden ser instalados horizontalmente o en cualquier otro ángulo.
- Rango de temperatura: El bulbo del sensor ultravioleta tiene un rango de -40°F (-40°C).
- Mirilla de cuarzo resistente: Soporta hasta 50 psi (345 kPa) y las lentes de cuarzo son reemplazables en campo.
- Cumple con estándares NEMA 4: La carcasa del sensor es resistente a condiciones ambientales adversas¹.

La (imagen 32) describe la conexión para el sensor de luz ultravioleta

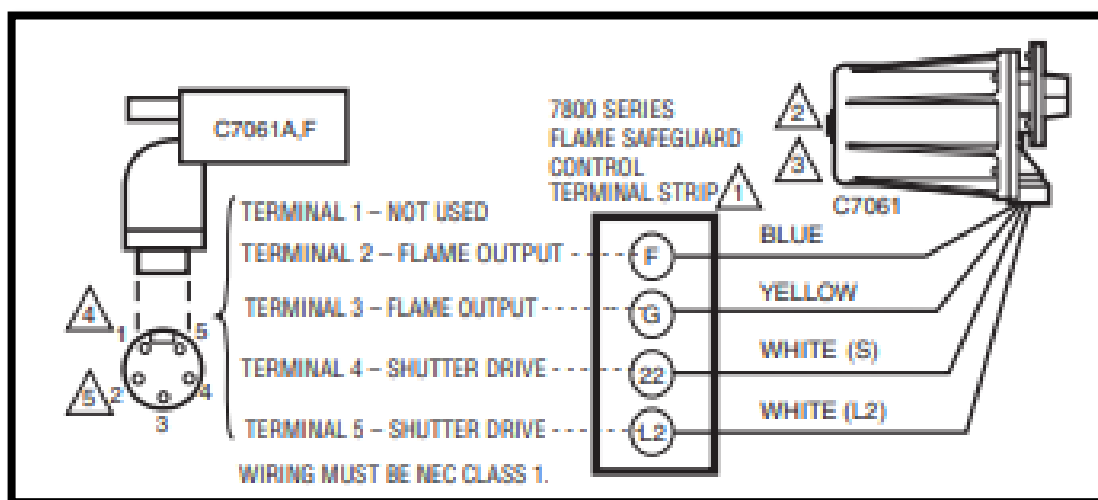


Imagen 29 Diagrama de conexión de sensor ultravioleta

Espacio en blanco con intención

10.5 ETAPA 2 DISEÑO DE TABLERO DE CONTROL DEL HORNO DE FUNDICIÓN Y CANAL DE DISTRIBUCIÓN

Se procederá al diseño de los tableros de control a través del software especializado de **SolidWorks** versión 2022 Tablero de control del Horno de fundición y el canal de distribución.

Al tener el diseño del tablero en 2D nos brindara cientos beneficios como lo son:

- **Visualización y planificación:** ya que nos estar proporcionando una visualización más clara al tener los componentes organizados y colocados en su posición asignada y el gabinete de metal con las dimensiones establecidas.
- **Identificación de problemas:** Al diseñar el tablero en 2D, se puede identificar posibles problemas de diseño antes de la fabricación, como la falta de espacio para componentes adicionales o problemas de accesibilidad para el mantenimiento.
- **Eficiencia en la fabricación:** al tener un diseño 2D detallado facilita el proceso de fabricación al proporcionar planos claros y precisos que nos facilitara la construcción el tablero eléctrico según las especificaciones.
- **Cumplimiento normativo y de seguridad:** Al diseñar el tablero en 2D nos aseguramos de que cumpla con todas las normativas y estándares de seguridad aplicables. Esto para garantizar la seguridad de las instalaciones eléctricas.

10.5.1 Diseño de tablero de control en 2D del horno de fundición

Se mostrará el diseño que se llevó a cabo en el software especializado de SolidWorks Electrical.

10.5.1.1 Puertas del gabinete

En la ilustración de a continuación (imagen 33) se muestra el diseño de la puerta del gabinete de control donde los componentes principales son los controladores

de temperatura, indicador Buzzer, indicadores de luz, botón de emergencia y switch de dos posiciones.

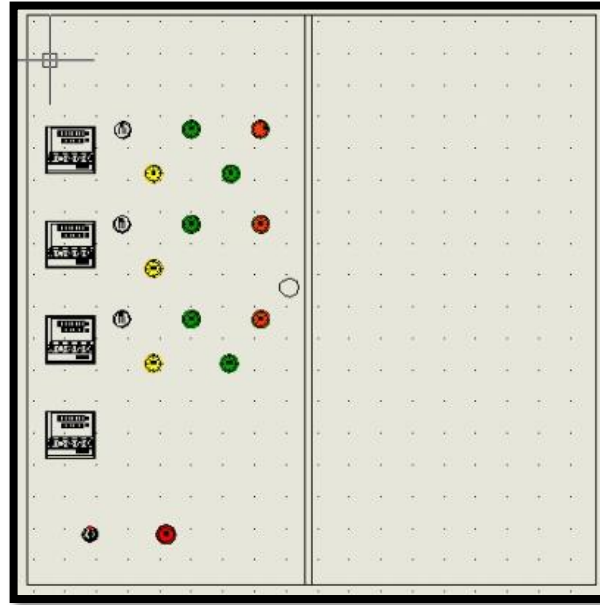


Imagen 30 Puertas de gabinete de horno de fundición

10.5.1.2 Placa de montaje

La placa de montaje es un componente principal para el tablero, ya que este concentra la mayoría de los componentes y serán los encargados de realizar las operaciones necesarias del lazo de control y tendrá la facilidad de montar y desmontar la placa del gabinete.

A continuación, se mostrará en la (imagen 34) el diseño que se realizó y se diseñó para almacenar los componentes de control, tales como lo son los controladores de flama, canaletas dentadas, termomagnéticos, relevadores, rieles Din y borneras de conexión.

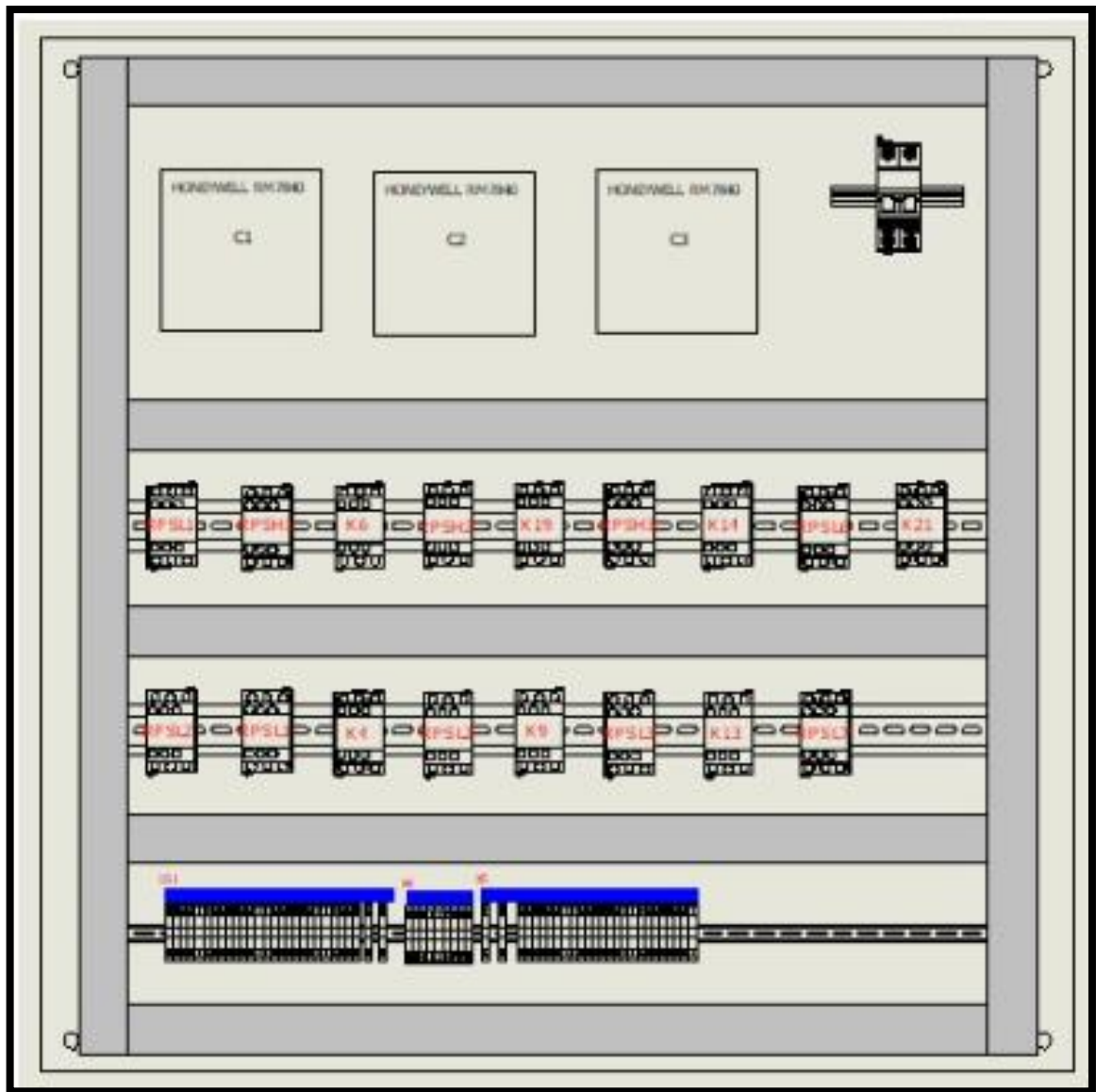


Imagen 31 placa de montaje de horno de fundición

10.5.2 Diseño de tablero de control en 2D del canal de distribución

10.5.2.1 Puerta del gabinete izquierda

En la (imagen 35) de a continuación se mostrará el diseño planteado a los ingenieros de para la colocación de los componentes de las puertas del gabinete del canal de distribución. La cual la mayoría de los componentes del tablero son

indicadores de luz de color verde, botones normalmente abiertos los cuales harán la función de reiniciar el controlador de flama IFS 258.

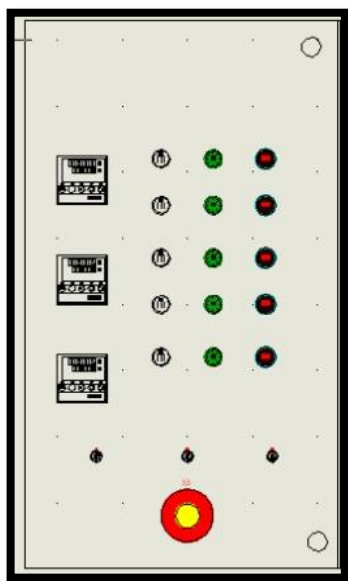


Imagen 32 Puerta izquierda de gabinete de horno de fundición

10.5.2.2 Puerta del gabinete derecha

Para la puerta derecha será exclusivamente para el control de arranque y paro de motores por lo cual se colocará indicadores de sobrecarga y botones de arranque y paro para el arranque de motores que se encuentran a lo largo de todo el campo con su respectivo botón de paro de emergencia (imagen 36).

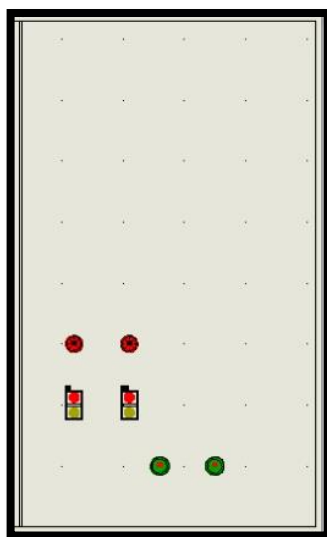


Imagen 33 Puerta derecha de gabinete de horno de fundición

10.5.2.3 Placa de montaje de canal de distribución

En la placa de controles encuentran los componentes de control para automatizar el proceso en el canal de distribución, en el cual los componentes principales de la placa son los controladores de flama IFS 258, los relevadore que se encargaran de establecer límites de temperatura con la ayuda de sensores y electroválvulas, contactores y relevadores térmicos para la activación de motores y borneras de paso para facilitar la conexión de los componentes en campo.

En la siguiente (imagen 37) se muestra la estructura que se decidió para el diseño de la placa de montaje de los componentes.

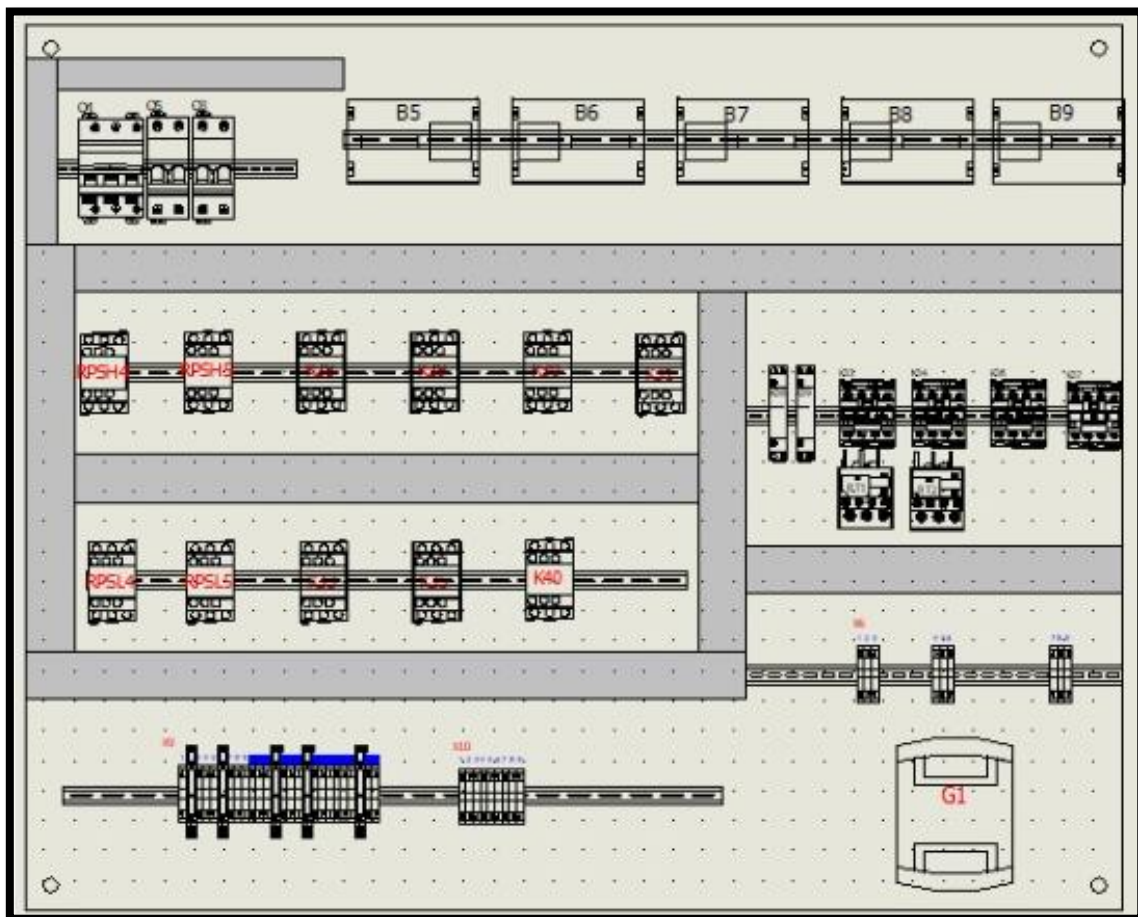


Imagen 34 Placa de montaje de gabinete de horno de fundición

10.6 TABLEROS DE CONTROL EN 3D

El modelado 3D proporciona una representación visual mucho más realista del tablero de control, permitiendo visualizar el producto final desde diferentes ángulos y perspectivas.

Al diseñar el tablero de control con las especificaciones y requisitos del proyecto, asegurándose de que todos los componentes encajen correctamente y cumplan con las normativas de seguridad y funcionalidad.

10.6.1 Tablero de control del horno de fundición en 3D

Al tener previamente los diseños en 2D se procede descargar o a diseñar cada componente del tablero de control, con el fin de que el tablero se pueda visualizar de una manera más real al momento de realizar la construcción del tablero de control.

10.6.1.1 *Gabinete de metal*

Para el gabinete de metal se procede a tomar las medidas establecidas del gabinete existente para diseñarlo y plasmarlo en 3D, tomando en cuenta la altura, ancho y fondo del gabinete

Para la siguiente (imagen 38) se muestra el diseño del gabinete de metal para el horno de fundición, en el cual es la parte más importante del tablero de control ya que es el que almacenara y se colocaran los componentes indicadores y los elementos de control.

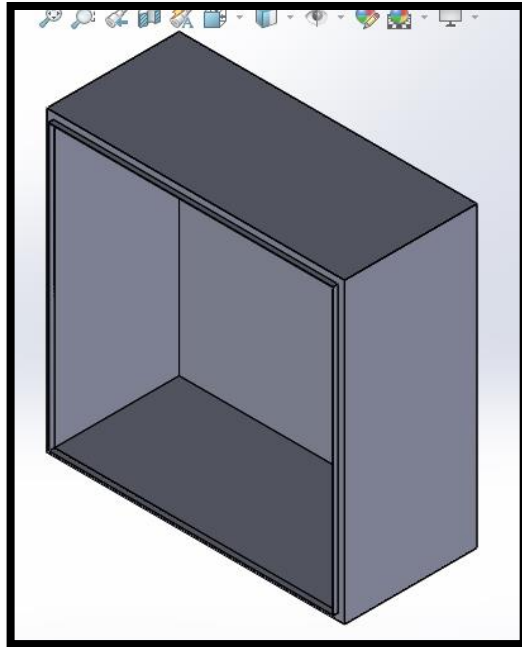


Imagen 35 Gabinete 3D de horno de fundición

10.6.1.2 Placa de montaje

El diseño de la placa se establecerá de acuerdo con las dimensiones interiores del gabinete y a la vez debe de tener las dimensiones necesarias para colocar y almacenar todos los componentes que se colocaran en dicha placa (imagen 39).

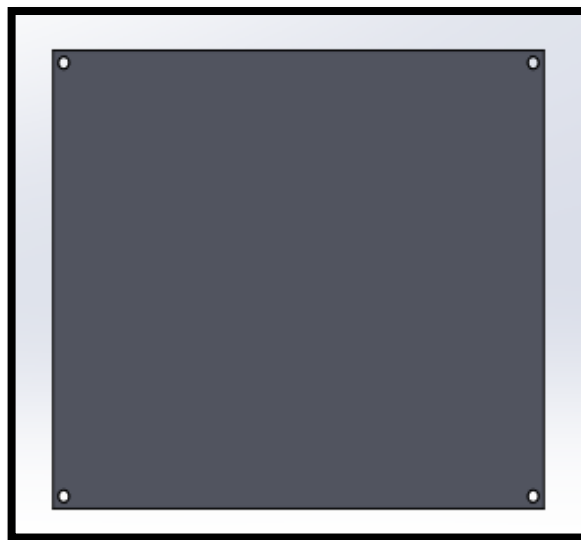


Imagen 36 Placa de montaje 3D de horno de fundición

10.6.1.3 Puerta de gabinete izquierda

Para este caso esta única puerta contendrá todos los componentes indicadores de todo el tablero ya que las puertas tienen las dimensiones necesarias para el trabajo a realizar.

Para el diseño de las puertas se tomará medidas para realizar y hacer que la puerta sea de las mismas dimensiones tanto en el diseño 3D y la puerta existente. En la siguiente (imagen 20) se muestra el terminado final de la puerta en el diseño en SolidWorks.

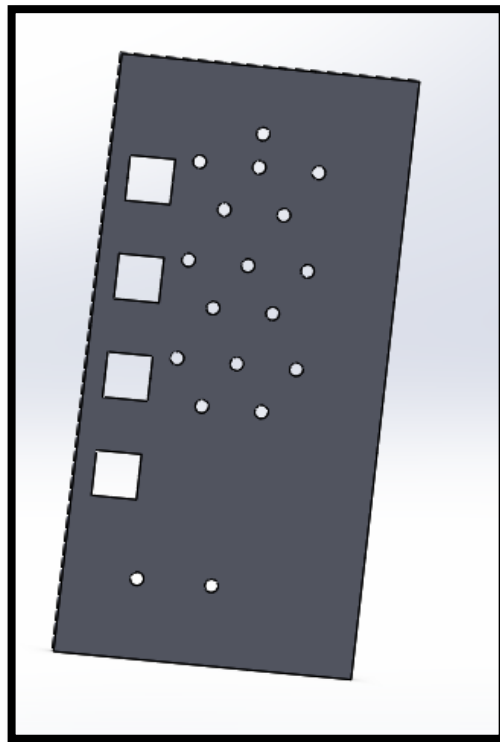


Imagen 37 Puerta izquierda 3D de horno de fundición

10.6.1.4 Puerta de gabinete derecha

Para la puerta del gabinete de lado derecho solo se tomará medidas y no tendrá ninguna perforación ya que no se colocará ningún componente (imagen 41).

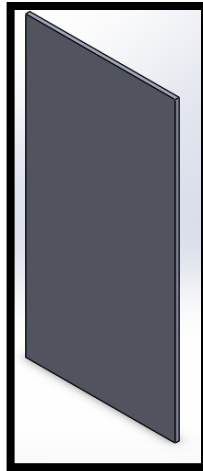


Imagen 38 Puerta derecha 3D de horno de fundición

10.6.1.5 Ensamble de gabinete de metal

Al tener todos los componentes que conforman del tablero de control se procederá a ensamblar cada componente ya que se encuentra separado por partes y así formar un solo componente como se muestra en la (imagen 42).

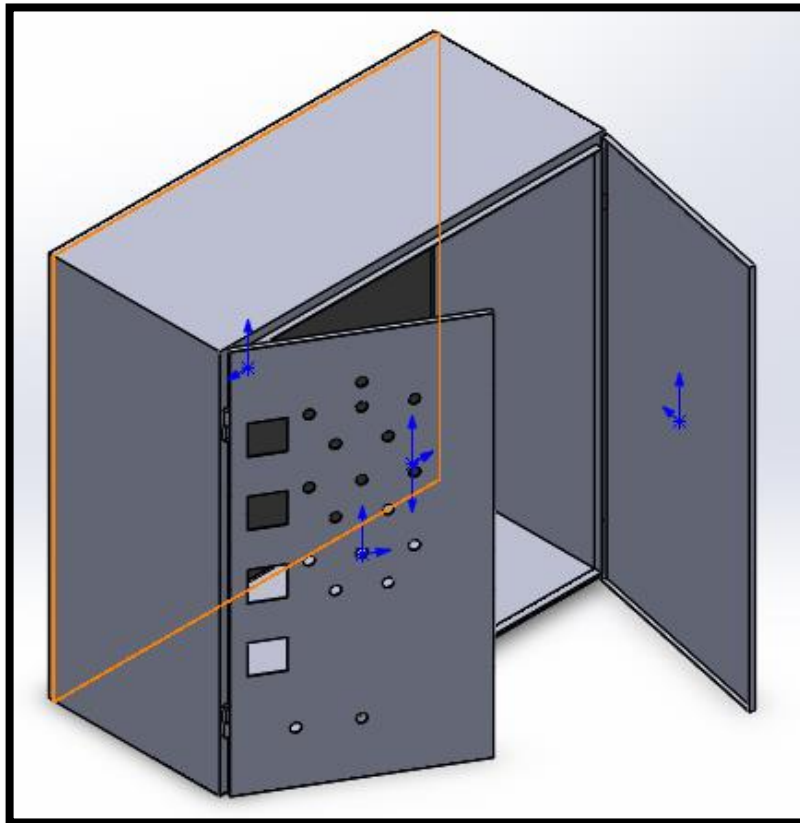


Imagen 39 Ensamble 3D de gabinete del horno de fundición

10.6.1.6 Colocación de componentes

Al tener el tablero de control con sus respectivas puertas y placa de montaje en un solo componente se procede a colocar todos los elementos que conforman el tablero de control como lo son los interruptores termomagnéticos, canaletas, rieles DIN, controladore, indicadores, etc.

La puerta de lado izquierdo será el primer componente donde se colocarán todos los componentes, con el orden respectivo acuerdo al diseño 2D del tablero de control del horno de fundición (imagen 43).

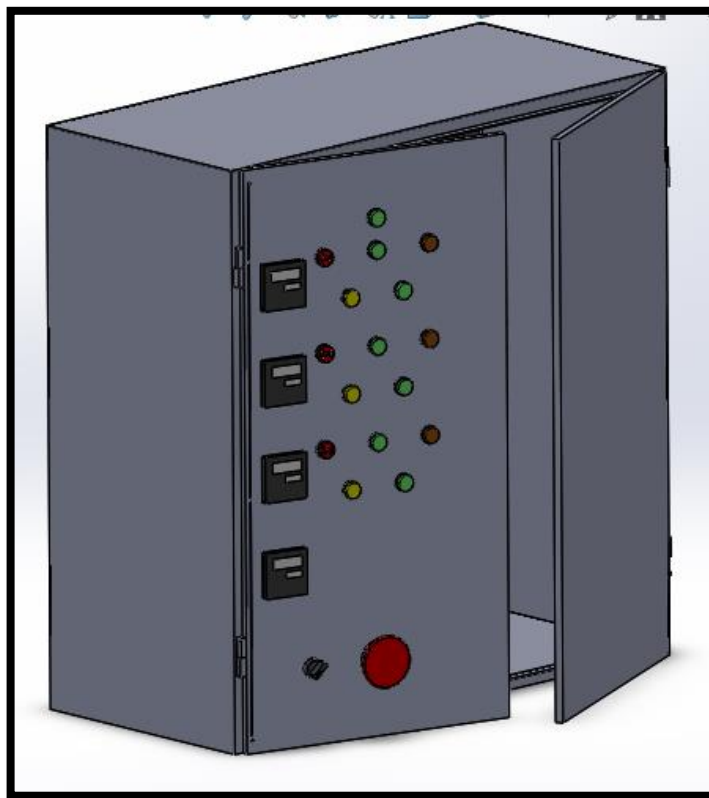


Imagen 40 Puerta izquierda con componentes 3D

La placa de montaje será el segundo elemento al que se le agregaran los componentes que conforman dicha placa, tomando en cuenta el orden en el diseño 2D de la placa de montaje (imagen 44).

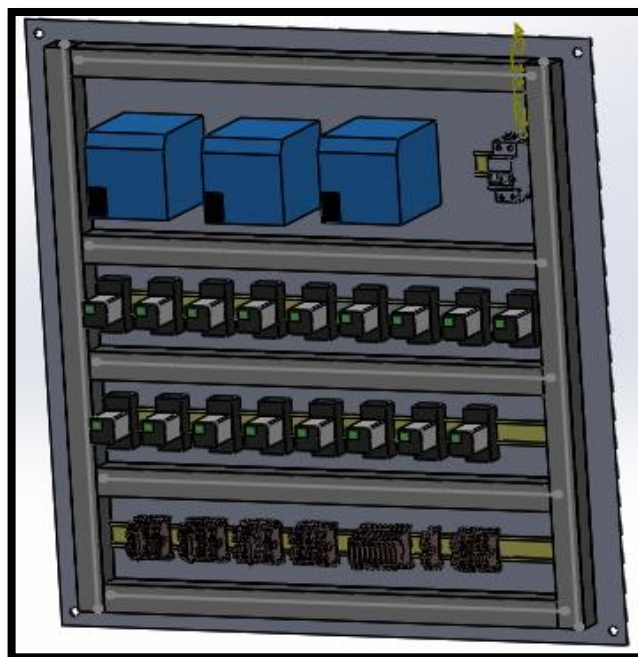


Imagen 41 Placa de montaje con componentes 3D

10.6.1.7 Ruta de cableado

Al tener los componentes de control ya en sus posiciones correspondientes en el tablero de control se procederá a simular la ruta de cableado entre los componentes de control, indicadores y relevadores. Esto nos ayudara a tener un estimado de metros de cable que se ocupara al momento de armar el tablero en físico.

Al hacer los preparativos correspondientes tanto en SolidWorks Electrical y SolidWorks se trazará una ruta por la cual debe de pasar el cable.

A continuación, se muestra la (imagen 45) de la puerta derecha del horno de fundición, en la cual se muestra la ruta que sigue el cable a través del gabinete y las puertas para la conexión de los componentes.

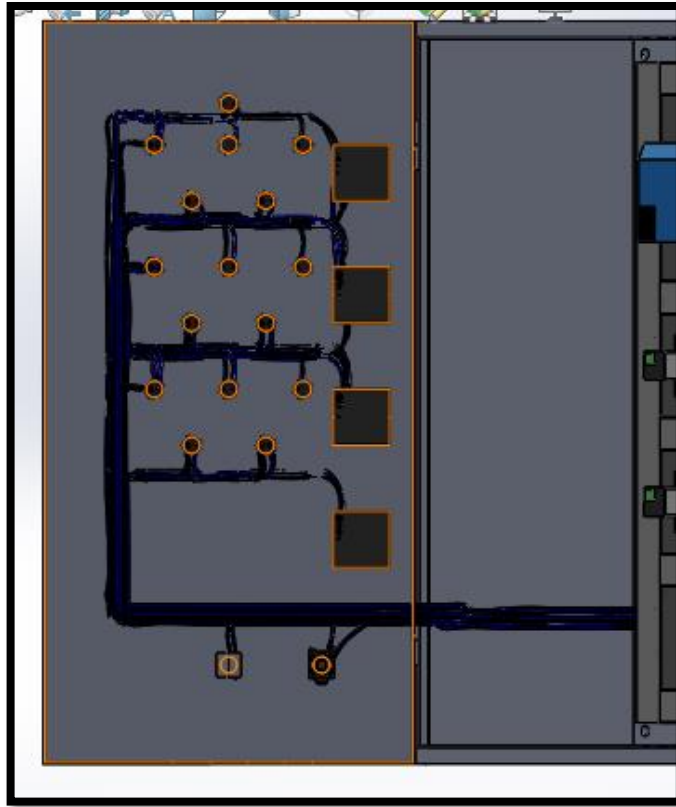


Imagen 42 Ruta de cableado de la puerta del horno de fundición

La simulación de la ruta de cableado que seguirá dentro de la placa de montaje se muestra en la (imagen 46) donde se aprecia que los cables se desplazan a lo largo de las canaletas dentadas, llegando a su punto de conexión establecido.

Espacio en blanco con intención

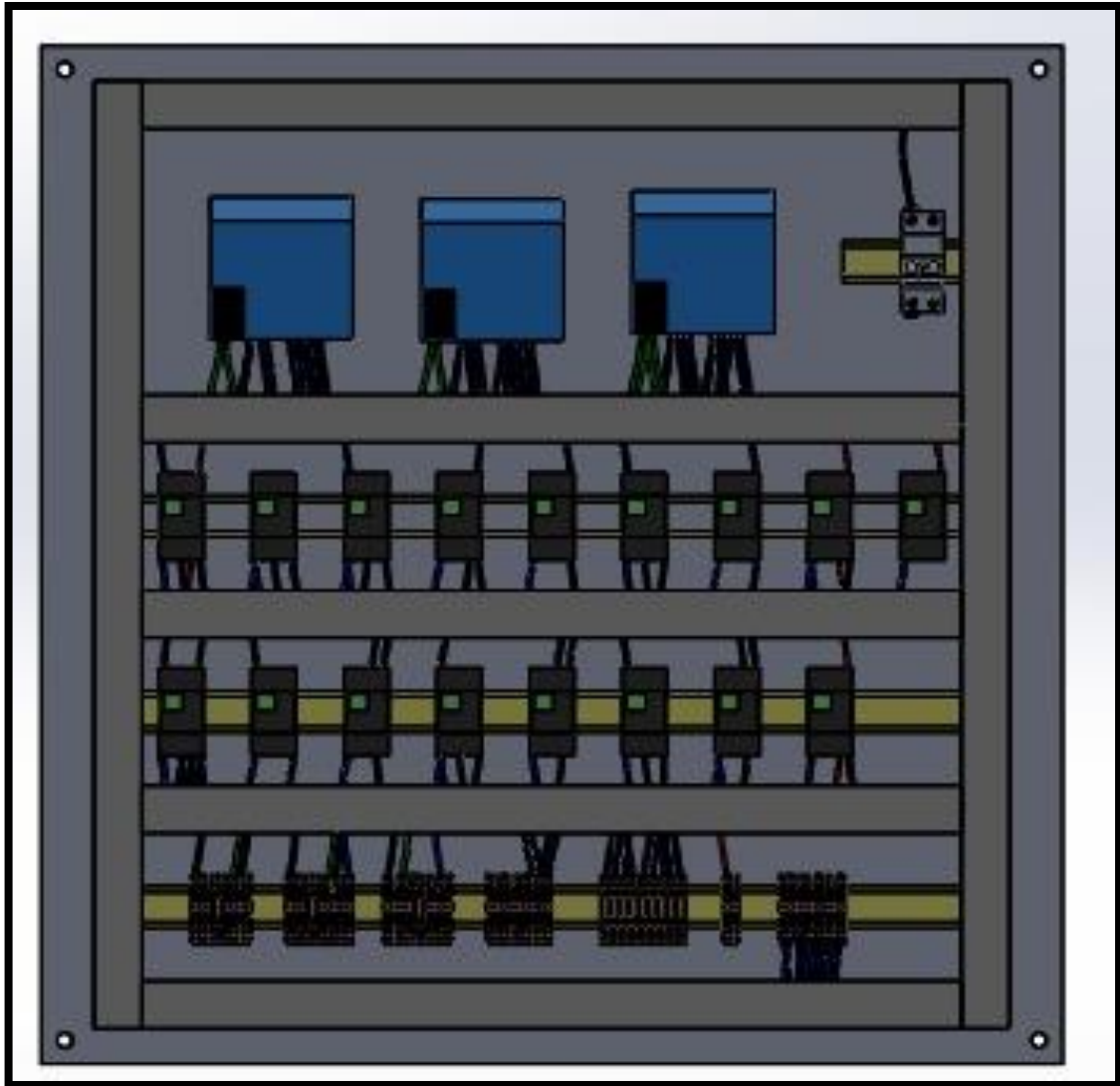


Imagen 43 Ruta de cableado de placa de montaje del horno de fundición

10.6.2 Tablero de control de canal de distribución en 3D

A base del diseño en 2D que se realizó se tomaran referencias para el diseño en 3D en la colocación y distribución de los componentes a lo largo del tablero de control.

10.6.2.1 Gabinete de metal

El primer paso es tomar medidas de las dimensiones del gabinete de metal para así simularlo en SolidWorks con las dimensiones exactas como se muestra en la siguiente (imagen 47).

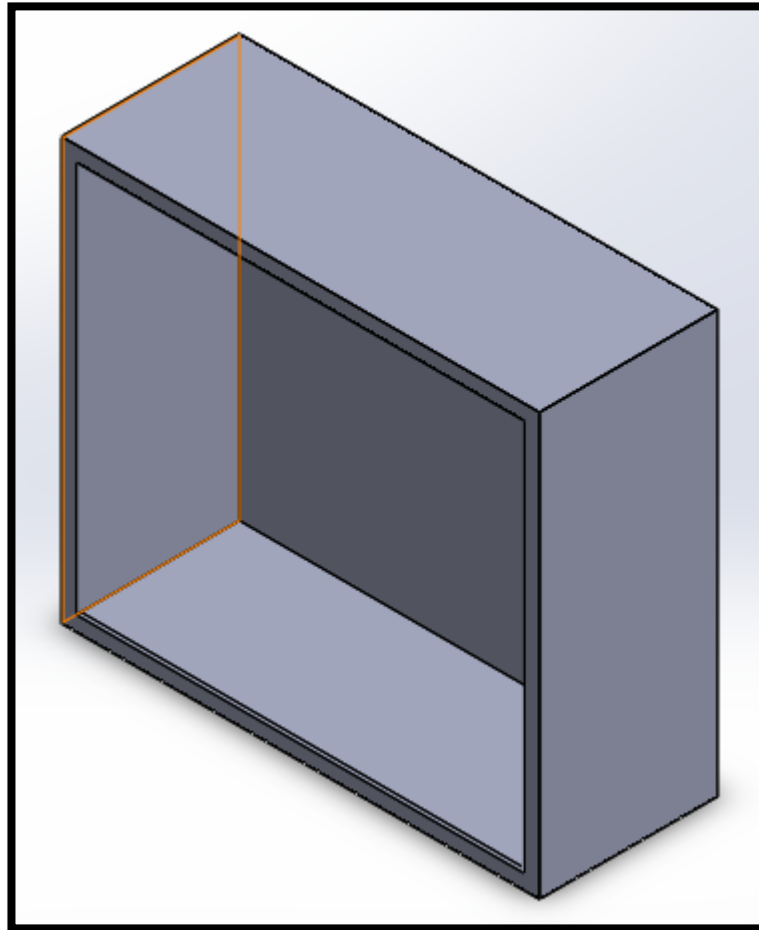


Imagen 44 Gabinete de metal 3D del canal de distribución

10.6.2.2 Puerta de gabinete izquierda

El segundo paso es similar al primer paso con el gabinete, pero en este caso se aplicará en las puertas del gabinete, tomando sus medidas correspondientes y haciendo las perforaciones para los componentes según el diseño de la puerta izquierda y puerta derecha ya que cada puerta es un componente separado del gabinete

Para la puerta de lado izquierdo se mostrará en la (imagen 48) en la cual que se aprecia los barrenados con las dimensiones de los componentes a utilizar.

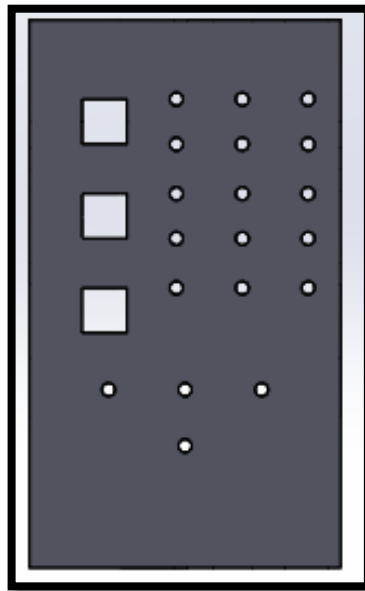


Imagen 45 Puerta izquierda en 3D del canal de distribución

10.6.2.3 Puerta de gabinete derecha

El tercer paso es igual la puerta del gabinete izquierda. Por lo tanto, se tomará medidas de la puerta y se trazaran las perforaciones para los componentes indicadores como se muestra en la siguiente (imagen 49).

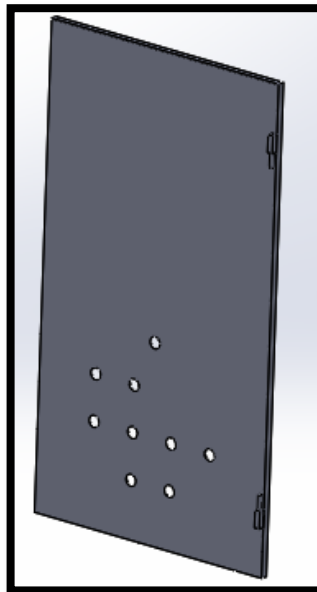


Imagen 46 Puerta derecha en 3D del canal de distribución

10.6.2.4 Placa de montaje

La placa del gabinete se diseñará acorde de las medidas interiores del gabinete de metal ya que tendrá que satisfacer las necesidades para colocar todos los componentes que se establecieron en el diseño en 2D. la placa de montaje debe de contar con cuatro perforaciones para sujetar la placa al gabinete de metal como se muestra en la (imagen 50).



Imagen 47 Placa de montaje en 3D del canal de distribución

10.6.2.5 Ensamble del tablero de metal

Al tener todos los componentes individuales del gabinete de metal se ensamblará en todos los componentes para formar un solo componente, así para poder visualizar de mejor manera el gabinete de control del canal de distribución tal como se mostrará a continuación en la siguiente (imagen 51).

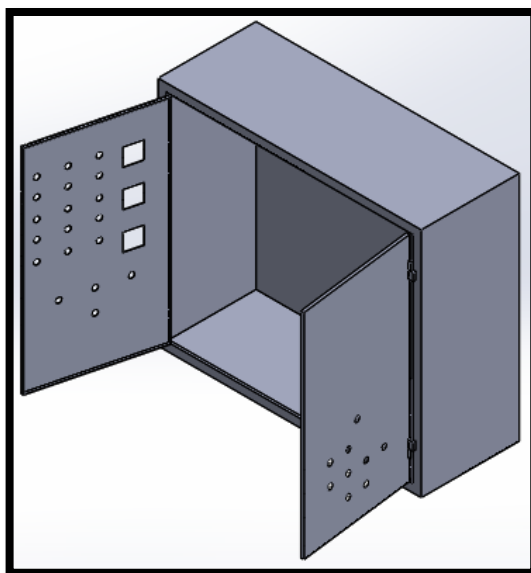


Imagen 48 Ensamble de gabinete de canal de distribución.

10.6.2.6 Colocación de componentes

Al tener el gabinete de metal armado con la placa y las puertas del gabinete se le colocarán todos los componentes establecidos en las puertas del tablero de control, en el cual se estarán colocando los indicadores, los botones y controladores de temperatura. Tal como se mostrará en la siguiente (imagen 52).

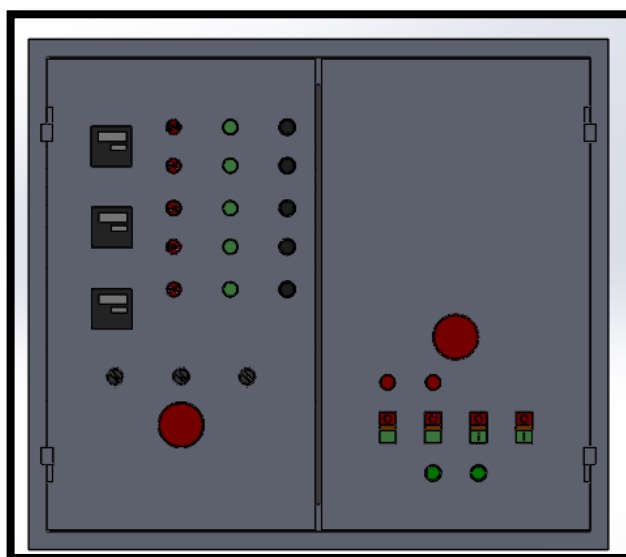


Imagen 49 puertas de tablero de canal de control

El segundo componente al que se le agregarán los componentes es la placa de montaje donde se agregaron los relevadores, controladores de flama, borneras, canaletas, etc. Como se muestra en la (imagen 53)

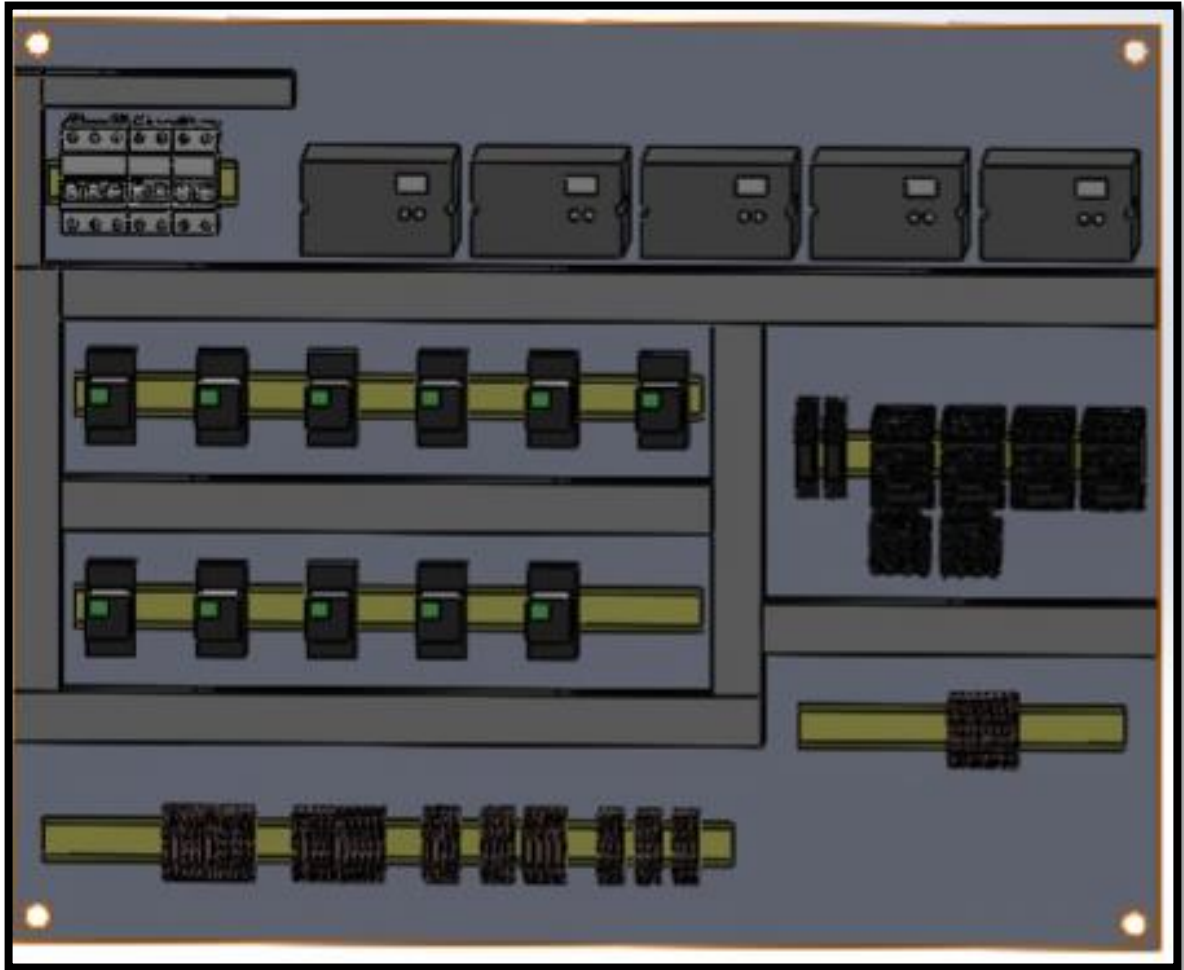


Imagen 50 Placa con componentes del canal de distribución

10.6.2.7 Ruta de cableado

El software de SolidWorks cuenta con una herramienta que nos ayuda a trazar una ruta de cableado para simular de una manera más realista el tablero de control, en el cual se deben de seguir algunos pasos para utilizar dicha herramienta.

El uso de la herramienta de ruteo de cables en el tablero del canal de distribución se mostrará en la (imagen 54) donde se visualiza como se distribuyen los cables a

través de las canaletas y las puertas del gabinete hasta llegar a su punto de conexión de cada componente.

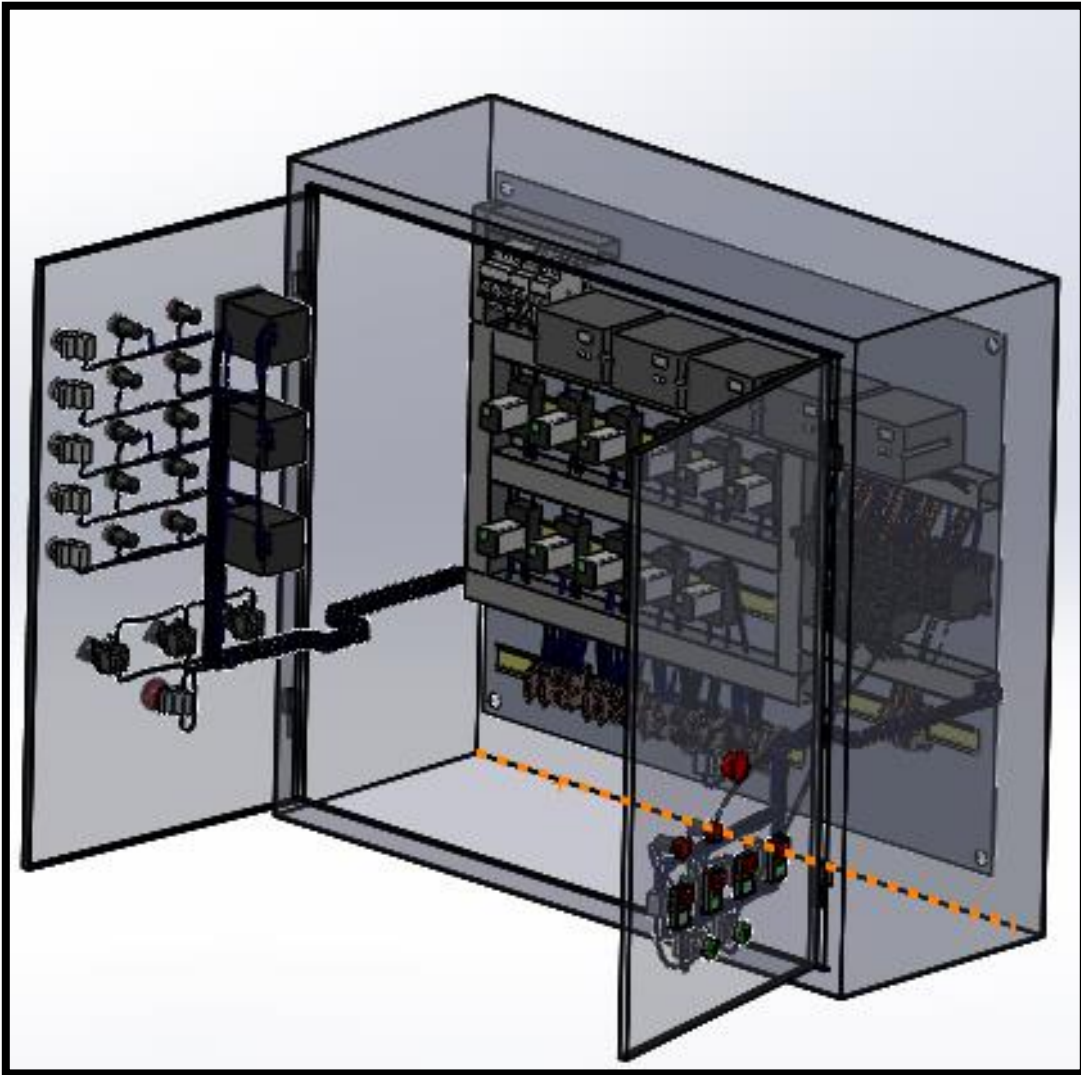


Imagen 51 Ruta de cableado del canal de distribución

Por razones desconocidas de la herramienta de ruteo de cables no logro seguir la trayectoria de cables establecida en un par de cables que se utilizan para la conexión de dos botones de arranque y paro que están ligados a los contactores de los motores (imagen 55).

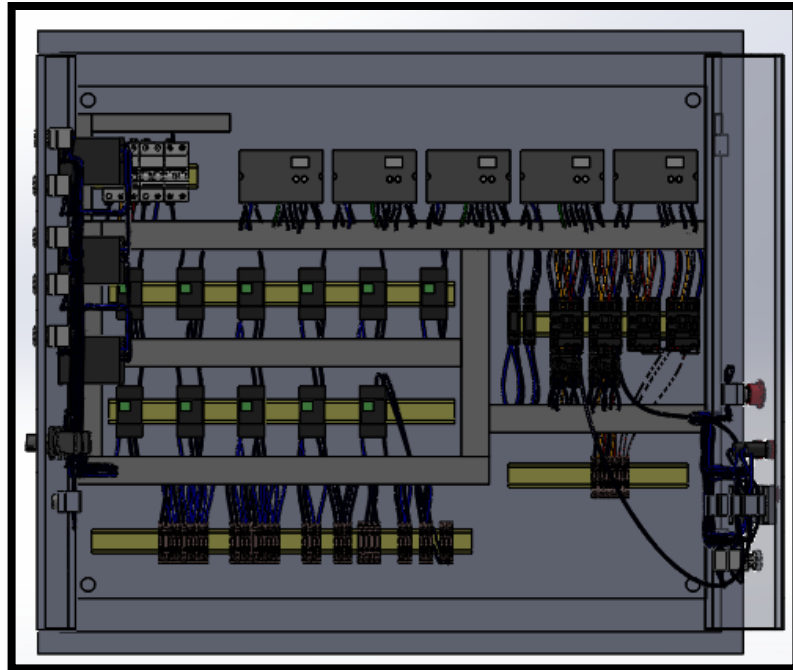


Imagen 52 Ruta de cableado de la placa del canal de distribución

El diseño final para el tablero de control del horno de fundición queda representado en la siguiente imagen. En la cual se puede visualizar un tablero con las dimensiones reales de todos los componentes para así tener una guía más clara a la hora de realizar el tablero de control en físico (imagen 56).

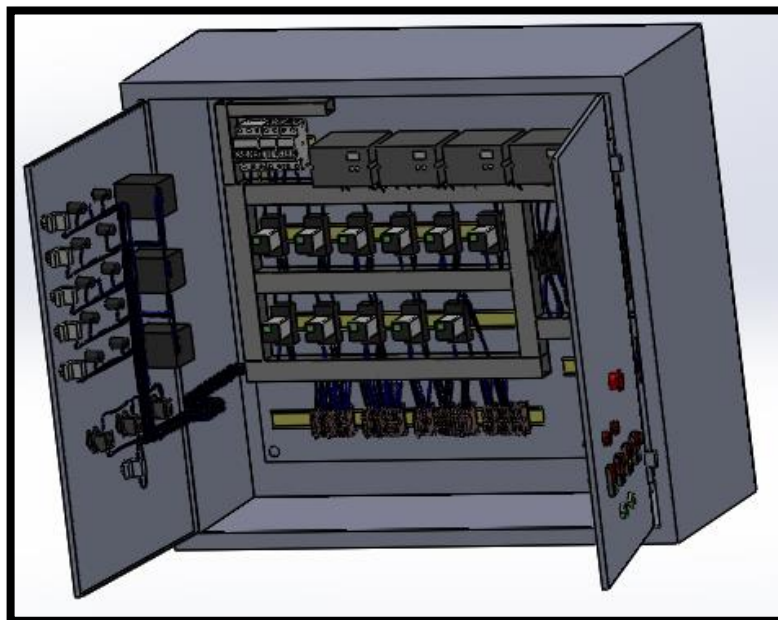


Imagen 53 Cableado de canal de distribución

10.7 ETAPA 3 RECONOCIMIENTO DE MATERIALES EXISTENTES EN LA EMPRESA

En esta etapa se tomará en cuenta los materiales que se encuentran en almacenes de la empresa, ya que puede ser una práctica beneficiosa tales como:

- **Reducir costos:** al poder reutilizar componentes que se encuentran en buen estado puede ser una práctica económica para reducir gastos por lo que no se necesita comprar componentes nuevos.
- **Disponibilidad inmediata:** ya que los componentes se encuentran en la bodega o almacén de la empresa van a estar disponibles de manera inmediata por lo cual estará minimizando el tiempo de inactividad en las actividades a realizar.
- **Sostenibilidad:** al reutilizar componentes estamos contribuyendo a con el medio ambiente porque estamos reduciendo el desperdicio electrónico y alargando la vida útil de los componentes o materiales a reutilizar.
- **Confiabilidad:** al haber utilizado previamente dichos componentes se concluyó de un funcionamiento correcto de los estándares establecidos por los ingenieros y seguirán siendo confiables de dicho proceso.

Espacio en blanco con intención

10.7.1 Lista de componentes existentes en almacén para el tablero de control del horno de fundición

Numero	Nombre	Imagen	Descripción
1	Gabinete de metal		Estructura que protege los equipos eléctricos de los factores ambientales
2	Tubería Conduit de pared gruesa de distintos diámetros		Tubería para protección física y el direccionamiento de los conductores y cables
3	Riel din		Dispositivo para el montaje de componentes de protección y mando
4	Honeywell		Es un componente utilizado en sistemas de control de llama.

5	Placa de montaje de componentes		Brinda soporte y fijación de los componentes eléctricos dentro del gabinete
6	Interruptor termomagnético 2x20		Dispositivo que protege contra sobrecargas y cortocircuito
7	Indicador de luz piloto		Indicador led de color verde que indicara el funcionamiento de algún componente en específico.
8	Indicador buzzer led rojo		Indicador de sonido que indicara alguna falla en el sistema.
9	Borneras de conexión modelo 1023700000 WEIDMULLER CLEMA DE PASO		Es utilizado para conectar o desconectar un circuito o componente eléctrico de manera segura y controlada.

10	Controlador de temperatura XMTD-7000		Es un componente de control de temperatura de ajuste y controlador SSR.
11	Botón de paro de emergencia		Botón que se utiliza de manera inmediata ante situaciones de peligro o emergencia.
12	Cable THW de distintos calibres		Cable destinado para las conexiones eléctricas de los dispositivos

Tabla 2 Lista de componentes existentes de horno de fundición

Espacio en blanco con intención

10.7.2 Lista de componentes existentes en almacén para el tablero de control del canal de distribución

Numero	Nombre	Imagen	Descripción
1	Gabinete de metal		Estructura que protege los equipos eléctricos de los factores ambientales
2	Riel din		Dispositivo para el montaje de componentes de protección y mando
3	Tubería Conduit de pared gruesa de distintos diámetros		Tubería para protección física y el direccionamiento de los conductores y cables
4	Placa de montaje de componentes		Brinda soporte y fijación de los componentes eléctricos dentro del gabinete

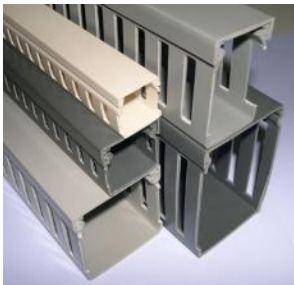
5	Interruptores termomagnéticos		Dispositivo que protege contra sobrecargas y cortocircuito
6	Indicador de luz piloto distintos colores		Indicador led de distintos colores que indicara alguna operación o funcionamiento de algún componente en específico.
10	Contactores		Es un dispositivo electrónico que puede establecer o interrumpir la corriente eléctrica
11	Relevadores térmicos		Son dispositivos electromecánicos de protección en caso de que ocurra una sobretensión o un fallo de fase

12	Botones de arranque y paro. Marca segetek modelo XB2-BW8465		Es un dispositivo utilizado para controlar el arranque y paro de maquinarias y motores
13	Borneras de conexión modelo 1023700000 WEIDMULLER CLEMA DE PASO		dispositivo para conectar o desconectar un circuito eléctrico de manera segura y controlada.
14	Controlador de temperatura XMTD-7000		Es un componente de control de temperatura de ajuste y controlador SSR.
15	Botón de paro de emergencia		Botón que se utiliza de manera inmediata ante situaciones de peligro o emergencia
16	Cable THW de distintos calibres		Cable destinado para las conexiones eléctricas de los dispositivos

Tabla 3 Lista de componentes existentes del canal de fundición

10.8 LISTA DE MATERIALES FALTANTES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE TABLEROS DE CONTROL

10.8.1 Lista de componentes faltantes para el tablero de control del horno de fundición

Numero	Nombre	Imagen	Descripción
1	Canaleta ranurada de 40mm x 40mm		Destinada a la conducción de cables de tableros eléctricos.
2	Relevadores Schneider electric RUMC21F7		Dispositivo electromagnético que funciona como un interruptor controlado.
3	Clemas porta fusible 1011300000 Weidmuller		Clema que cuenta con un fusible para la protección de una sobre carga.
4	Selector de dos posiciones Schneider electric		Interruptor que tiene dos opciones o posiciones distintas que puede funcionar como encendido y apagado

5	Cinta de tela de fibra de vidrio 3M		Hará la función para etiquetar las puntas de cable y componentes.
6	Terminales tipo punta aislado calibre 12 y 14. Argos		Elementos que se colocan al extremo del cable para realizar una correcta instalación en los componentes
7	Borneras de conexión de 6, 5 y 4 bornes		Elemento para realizar conexiones de cables en común

Tabla 4 Lista de material Faltante del horno de fundición

10.8.2 Lista de componentes faltantes para el tablero de control del canal de distribución

Numero	Nombre	Imagen	Descripción
1	Canaleta ranurada de 40mm x 40mm		Destinada a la conducción de cables de tableros eléctricos.
2	Clemas porta fusible 1011300000 Weidmuller		Dispositivo electromagnético que funciona como un interruptor controlado.
3	Clemas porta fusible 1011300000 Weidmuller		Clema que cuenta con un fusible para la protección de una sobre carga.
4	Selector de dos posiciones Schneider electric		Interruptor que tiene dos opciones o posiciones distintas que puede funcionar como encendido y apagado.

5	Cinta de tela de fibra de vidrio 3M		Hará la función para etiquetar las puntas de cable y componentes.
6	Terminales tipo punta aislado calibre 12 y 14. Argos		Elementos que se colocan al extremo del cable para realizar una correcta instalación en los componentes
7	Soporte para riel DIN 45° IBT02190 ARGOS °		Soporte de 45 grados para riel DIN para facilitar la colocación y conexión de las clemas de conexión.
8	Botón pulsador reset. Marca Schneider electric modelo XB4BA21		Botón que hará la función de resetear el dispositivo de control de flama.
	Borneras de conexión de 6, 5 y 4 bornes		Elemento para realizar conexiones de cables en común

Tabla 5 Lista de material Faltante del canal de distribución

10.9 CONSTRUCCIÓN DE GABINETES DE CONTROL

En esta etapa se estará hablando de los pasos que se están llevando a cabo para la construcción de los gabinetes de control. A base del diseño que se realizó en SolidWorks

10.9.1 Construcción del tablero de control del horno de fundición

En este paso se describirá los pasos que se utilizó para la construcción del tablero de control del horno de fundición según el diseño establecido, procediendo al montaje de los componentes eléctricos en su interior. Esto implica fijar los dispositivos de control, los equipos de protección, los tableros de distribución eléctrica, los sistemas de cableado y conexión, y cualquier otro elemento necesario para el funcionamiento del sistema de control.

10.9.1.1 Paso 1 ajustes y reconstrucción del tablero de control

El primer paso que se realizo fue la reconstrucción del gabinete ya que este presentaba perforaciones en las caras laterales, caras superiores e inferiores y en una de las puertas (imagen 57).



Imagen 54 reconstrucción de gabinete

Por lo tanto, se tomó la decisión de desmontar las puertas para colocar pequeñas placas en los huecos existentes de las caras laterales, superiores e inferiores del gabinete (imagen 58).



Imagen 55 colocación de láminas a Gabinete

Al haber demostrado las puertas también se aprovechó para poder colocar pequeñas en las perforaciones de otros componentes existentes. Y se procedió a colocarlas nuevamente en su posición original (imagen 59).

Espacio en blanco con intención



Imagen 56 reconstrucción de puertas de gabinete

10.9.1.2 Paso 2 perforación en puertas de gabinete para componentes indicadores

Al haber tapado las perforaciones existentes con placas de metal se procedió a tomar medidas para la distribución de los componentes previamente establecidos en el diseño del tablero del horno de función.

En el cual se utilizó un taladro magnético con una broca guía de $\frac{1}{4}$ para proceder con un sacabocados de $\frac{1}{2}$ para hacer dicha perforación de los indicadores de luz (imagen 60).



Imagen 57 perforación de componentes

Al tener todas las perforaciones de los indicadores de luz se procede a marcar las dimensiones del Controlador de temperatura XMTD-7000 para realizar los cortes (imagen 61)

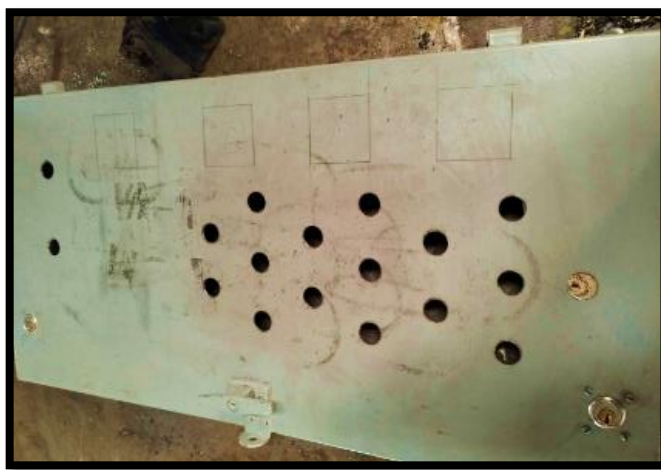


Imagen 58 Corte para controladores de temperatura

10.9.1.3 Paso 3 placa de montaje

Al tener el gabinete nuevamente reconstruido se procede a cortar una lámina de acero de calibre 12 con las dimensiones interiores del gabinete con holguras de 2 centímetros por cada lado para un montaje de esta sin tanto esfuerzo. En esta placa de montaje es donde se estarán colocando la mayoría de los componentes establecidos en los planos de control.

Al tener la placa el siguiente paso es cortar el riel DIN (tabla 6) y la canaleta ranurada (tabla 7) con las medidas correspondientes al diseño de SolidWorks

Dimensiones de riel DIN	
Nivel 1	10 cm
Nivel 2	72 cm
Nivel 3	72 cm
Nivel 4	72 cm

Tabla 6 Dimensiones de riel DIN del horno de fundición

Dimensiones de canaleta dentada	
A	75 cm
B	75 cm
C	75 cm
D	75 cm
E	75 cm
F	80 cm
G	80 cm

Tabla 7 Dimensiones de canaleta ranurada del horno de fundición

Al tener todas las canaletas dentadas y el riel DIN cortados se procederá a su colocación en el lugar establecido para la sujeción de estas a la placa de montaje con tornillos galvanizados de $\frac{1}{4}$ x $\frac{1}{2}$ pulgada (imagen).

Las canaletas dentadas serán las primeras en colocarse en la placa de montaje (imagen 62) y después se procederá a colocarse el riel DIN (imagen 63).

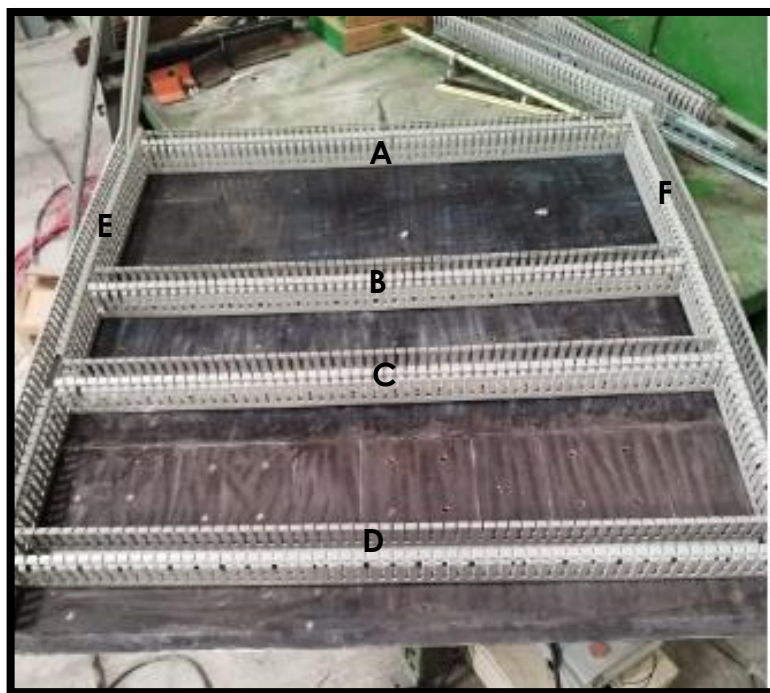


Imagen 59 Niveles de las canaletas ranuradas

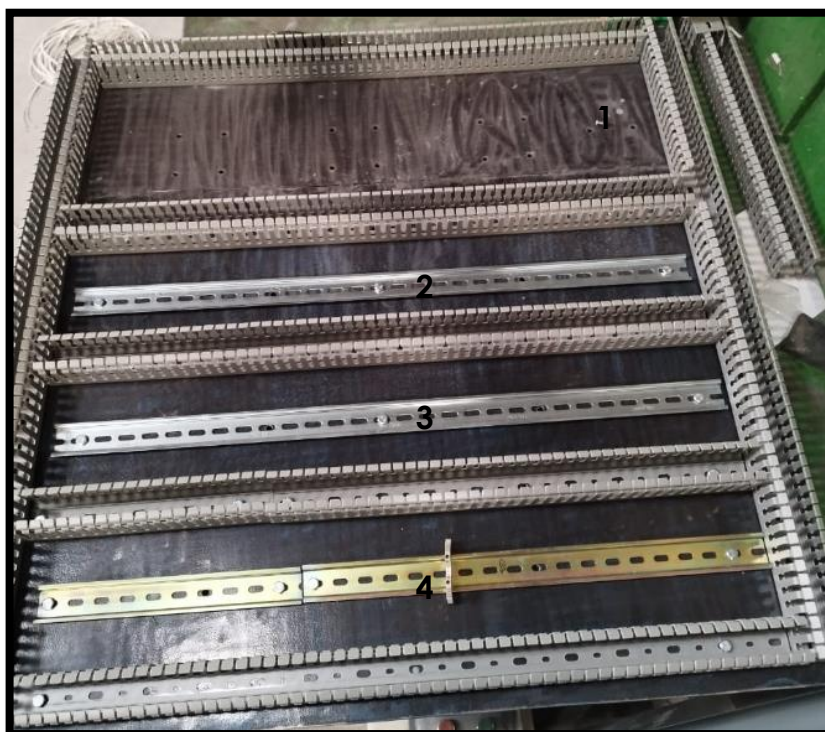


Imagen 60 Niveles de los rieles DIN

Al tener las canaletas dentadas y el riel DIN se procederá a colocar los relevadores, bases del Honeywell, interruptores termomagnéticos y las borneras en el lugar establecido (imagen 64).



Imagen 61 colocación de componentes de la placa del horno de fundición

En el primer nivel de la placa de montaje de color amarillo (imagen 65) tendremos las bases del dispositivo de control de la marca Honeywell junto con un termomagnético de 20x2

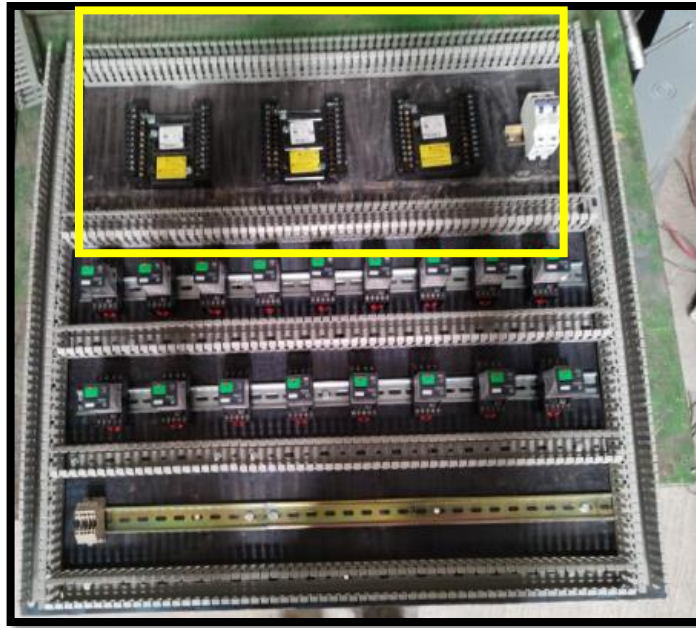


Imagen 62 Nivel 1 de la placa de montaje

Para en segundo y el tercer nivel de color amarillo (imagen 66) de la placa de montaje tendremos un total de 17 relevadores de la marca Schneider electric montados sobre el riel DIN y divididos por una canaleta dentada.



Imagen 63 Nivel 2 y 3 de la placa de montaje

En el cuarto nivel se estará colocando un riel din para colocar 60 borneras para facilitar la conexión entre los componentes internos con los componentes de

campo. Se estará colocando 50 borneras sencillas de paso y 10 borneras con fusible (imagen 67).



Imagen 64 Nivel 4 de la placa de montaje

Al haber colocado todos los componentes en la placa de montaje se procederá a montar la placa en el gabinete de control. Para poder continuar con el siguiente paso.

Espacio en blanco con intención

10.9.1.4 Paso 4 cableado entre componentes de la placa de montaje

En el paso 3 se colocaron todos los componentes internos en la placa de montaje, por lo cual se procedió a poner etiquitas con los nombres establecidos en el plano a los componentes para poder tener una mejor organización e identificación dentro del tablero (imagen 68- 69).



Imagen 65 Etiquetado de los componentes



Imagen 66 Etiquetado de los relevadores

Al tener el etiquetado de los componentes se procede a cablear controlador por controlador para poder tener una mejor organización.

Para el cableado se estará usando cable THW calibre 16 el cual se estará reutilizando de otros proyectos que se desmantelaron. En los planos se estará indicando las conexiones que se estarán realizando entre los relevadores, controladores Honeywell y las borneras

Al momento de realizar el cableado también se procede a etiquetar las puntas del cable (imagen 70) para así llevar una mejor organización y en caso de alguna falla poder identificar más fácil el inicio y el final del cable.

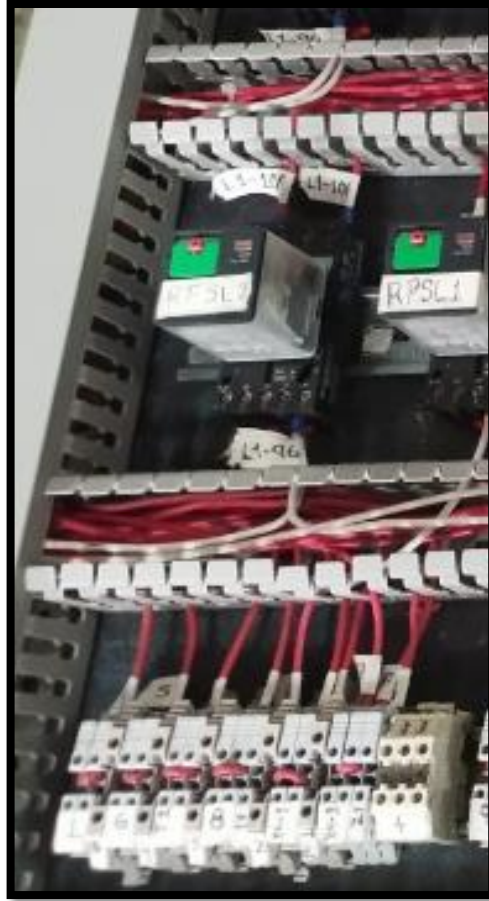


Imagen 67 Etiquetado de cables

El cableado entre todos los componentes se realizó alrededor de 5 días, en el cual se incluyó todo el etiquetado y colocación de terminales de punta en cada extremo de los cables. El proceso de este paso es lento ya que no se cuenta con un equipo especializado para hacer etiquetas por lo tanto se tiene que hacer etiquetas de forma manual con cinta de tela y marcador permanente.

El proceso del cableado de toda la placa de montaje se muestra en la siguiente imagen (imagen 71)



Imagen 68 Cableado de componentes de la placa de montaje

Al tener la mayoría del cableado se procederá a montar la placa de los componentes al gabinete para proceder al siguiente paso.

10.9.1.5 Paso 5 puertas del tablero de control

Cuando la placa de montaje este dentro del gabinete de control se procederá a colocar los componentes indicadores de luz y hacer modificaciones con el controlador de temperatura XMTD-7000 para visualizar el proceso de producción cuando el proyecto este culminado.

En el paso 2 se aprovechó para hacer las perforaciones correspondientes en las puertas del gabinete y como se mencionó anteriormente se desmontaron las puertas para hacer las perforaciones.

Por lo cual se vuelven a montar las puertas para colocar los componentes (imagen 72).



Imagen 69 Montaje de puertas al gabinete

Al tener las puertas montadas se colocan todos los componentes indicadores (imagen 73).



Imagen 70 colocación de componentes del tablero del horno de fundición

Para describir los componentes que se encuentran en la puerta se clasificara en 6 niveles los cuales se mostrara en la (imagen 74), esto nos ayudara a identificar

de una mejor manera cada componente con una breve descripción de acuerdo con la (tabla 8).

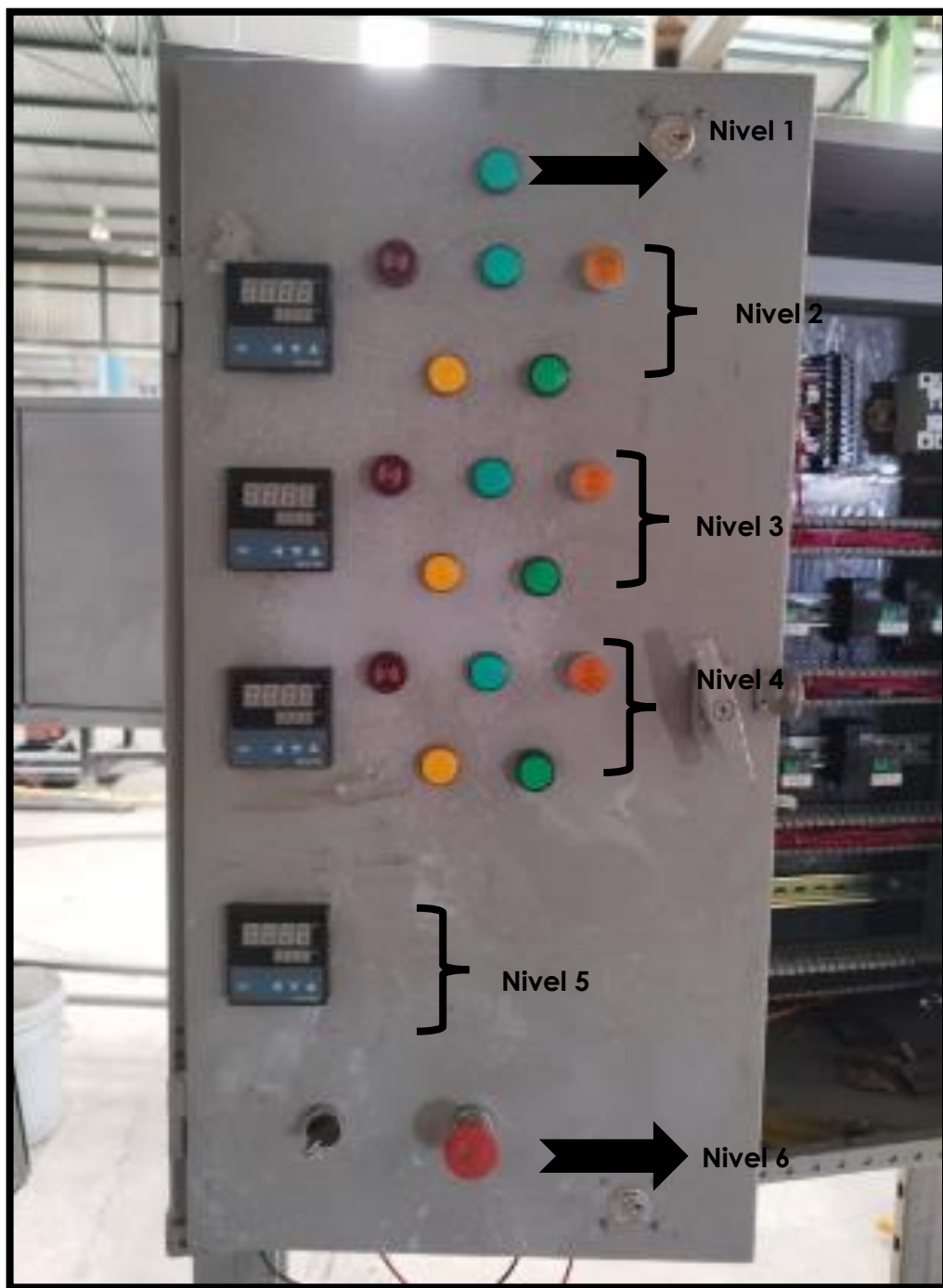


Imagen 71 Niveles de componentes para descripción

	Componentes					
	1	2	3	4	5	6
nivel 1	Indicador de luz verde para indicar que el tablero esta energizado					
nivel 2	Controlador de temperatura	Indicador buzzer led rojo para indicar falla	Indicador verde para indicar el piloto de encendido	Indicador naranja de apertura de válvula	Indicador amarillo para el transformador de ignición	Indicador verde para el sensor ultravioleta
nivel 3	Controlador de temperatura	Indicador buzzer led rojo para indicar falla	Indicador verde para indicar el piloto de encendido	Indicador naranja de apertura de válvula	Indicador amarillo para el transformador de ignición	Indicador amarillo para el transformador de ignición
nivel 4	Controlador de temperatura	Indicador buzzer led rojo para indicar falla	Indicador verde para indicar el piloto de encendido	Indicador naranja de apertura de válvula	Indicador amarillo para el transformador de ignición	Indicador amarillo para el transformador de ignición
nivel 5	Controlador de temperatura					

nivel 6	Botón de emergencia	Switch de dos posiciones para prender o apagar el sistema de control				
------------	------------------------	---	--	--	--	--

Tabla 8 descripción de componentes de la puerta del tablero del Horno de fundición

El orden de los colores se tomó en cuenta por que eran los indicadores que se encontraban en almacén en mayor cantidad para lograr una secuencia más organizada.

Al tener los componentes en el orden establecido se procederá a cablear los componentes con la lógica cableada del plano de control.

Para el cableado de los componentes indicadores se procederá a cablear de la misma manera como se hizo con la placa de montaje, a etiquetar las puntas de los cables y colocar terminales de punta.

Se medirán y se cortarán los cables a una medida considerable para que se puedan acomodar los cables de una forma organizada. En la siguiente imagen (imagen 75) es el comienzo para ir peinando y organizando los cables.

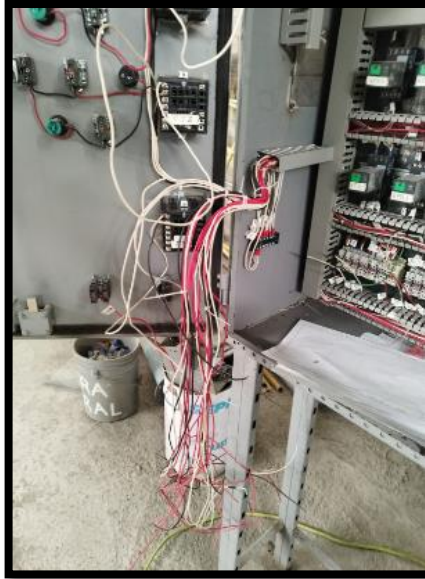


Imagen 72 Peinado del cableado de puertas

Se intenta de ir peinando los cables para organizarlos y para no perder la organización se van sujetando con cinturones de plástico. La imagen de a continuación es una parte intermedia en la organización del cableado a través de la puerta (76 imagen).

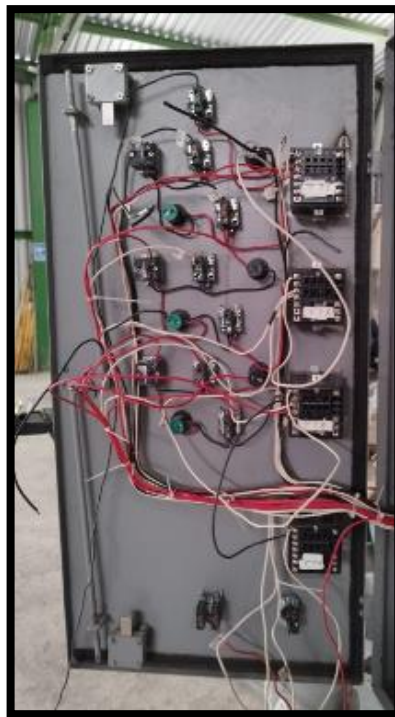


Imagen 73 Conexión de componentes y peinado de cables

La culminación del cableado de los componentes de la puerta se representará en la siguiente imagen (imagen 77). Donde se logró darle acomodar y distribuir de la me mejor manera el cableado de los componentes indicadores.



Imagen 74 Culminación de conexión de puerta izquierda del tablero

10.9.1.6 Paso 6 colocación de clemas de interconexión

Se fijarán clemas eléctricas en el cual nos ayudan a unir varios puntos en común de conexiones entre los cables que se distribuyen a lo largo de todo el tablero de control. Ya que estas nos permitirán o ayudarán a no realizar empalmes entre los cables.

La primera clema se utilizará para hacer interconexiones entre los cables positivos o fases de color blanco (imagen 78) de todo el sistema de control de tablero del horno de fundición.

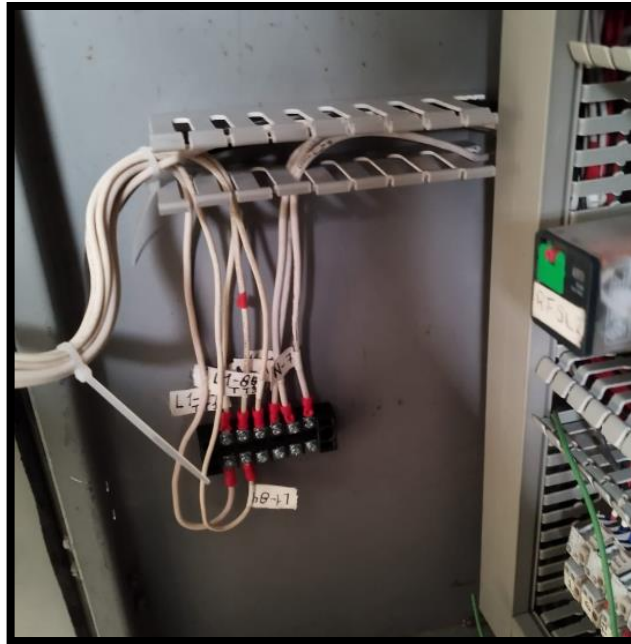


Imagen 75 Clema de interconexión de fases

En la segunda y tercera clema serán las interconexiones entre los puntos en común con los neutros de color negro y las tierras físicas de color verde de los componentes de control (imagen 79).



Imagen 76 Clema de interconexión de neutros y tierras

10.9.1.7 Paso 7 colocación de tuberías y cableado de componentes de campo

De acuerdo con la **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012, INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION)**. El **ARTICULO 342 TUBO CONDUIT METALICO SEMIPESADO TIPO IMC**, apartado **B. INSTALACION**, sección **342-20**.

Tamaño [3] nos dice que el mínimo a utilizar de tubo Conduit (IMC) con designación métrica menor al 16 (tamaño comercial de ½). b) y un máximo a usar tubo Conduit (IMC) con designación métrica superior al 103 (tamaño comercial de 4).

Por lo tanto, para la alimentación del tablero de control se estará usando tubo metálico semipesado de ½ pulgada con la capacidad de 6 cables con calibre 12 (imagen 80). En dicha tubería de ½ pulgada (imagen 81) estarán pasando 3 cables de calibre 12, 1 fase, 1 neutro, 1 tierra física.

**CANTIDAD DE CONDUCTORES ADMISIBLE EN TUBERIAS CONDUIT METALICA
CABLES TW Y THW**

CALIBRE	DIAMETRO NOMINAL DE L TUBO										pulg mm
	1/2 13	3/4 19	1 25	1 1/4 32	1 1/2 38	2 51	2 1/2 64	3 76	3 1/2 89	4 102	
14	8	15	25	43	58	96	168	254	332	424	
12	6	11	19	33	45	74	129	195	255	326	
10	5	8	14	24	33	55	96	145	190	243	
8	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135	
6	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81	
4	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60	
2	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44	
1	1	1	1	3	4	7	12	18	24	31	
1/0		1	1	2	3	6	10	16	20	26	
2/0		1	1	1	3	5	9	13	17	22	
3/0		1	1	1	2	4	7	11	15	19	
4/0			1	1	1	3	6	9	12	16	
250			1	1	1	3	5	7	10	13	
300			1	1	1	2	4	6	8	11	
350				1	1	1	4	6	7	10	
400				1	1	1	3	5	7	9	
500				1	1	1	3	4	6	7	
600				1	1	1	2	3	4	6	
750					1	1	1	3	4	5	
800					1	1	1	3	3	5	
900						1	1	2	3	4	
1000						1	1	2	3	4	

Imagen 77 Cantidad de cables permisibles en tubería Conduit

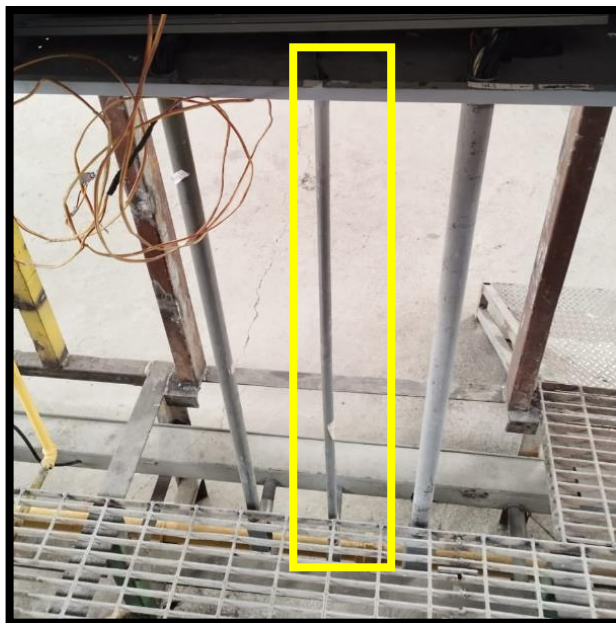


Imagen 78 Tubería de alimentación

A través de las dos tuberías de 1 pulgada (imagen 82) se estará pasando la cantidad de 42 cables, las cuales abarcan desde electroválvulas, switch de presión, transformadores de ignición, sensores y pilotos de encendido.

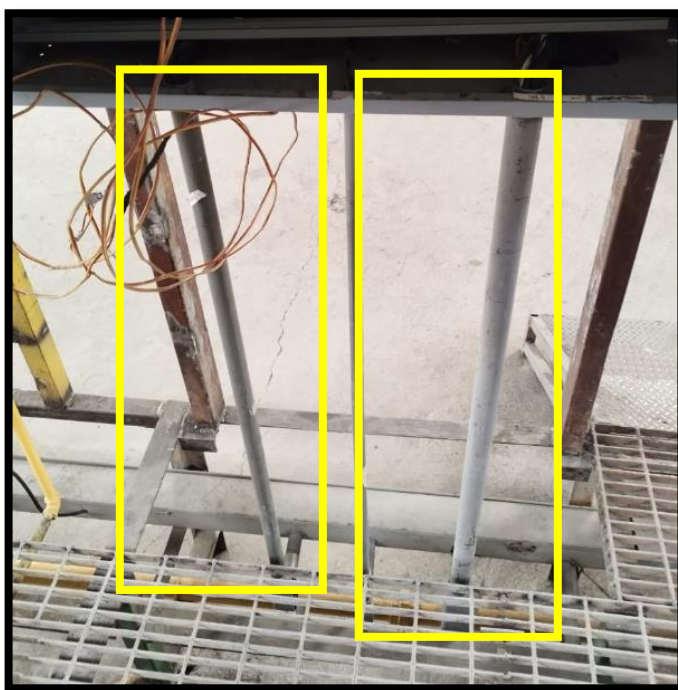


Imagen 79 Cableado de componentes de campo

Se colocaron los dos tubos de 1 pulgada ya que son los tubos que tienen mayor presencia en el almacén. En el cual por cada tubo de una pulgada se pueden introducir 25 cables de calibre 14 (imagen 82).

Esta tubería de una pulgada se estará desplazando a través de todo el horno de fundición para poder hacer las conexiones de todos los componentes de campo. Un tramo de tubería que se puede mostrar es para hacer las conexiones correspondientes de las electroválvulas de presión (imagen 84).



Imagen 80 conexión de electroválvulas de horno de fundición

Donde también se pudo apreciar un tramo de tubería a través del horno de fundición para la conexión de los transformadores de ignición (imagen 85).



Imagen 81 conexión de transformadores de ignición

Esta fue la última etapa para la construcción y cableado del tablero de control del horno de fundición. En el cual no se pudo mostrar toda la tubería a través de todos los componentes por políticas de privacidad de la empresa. Las pruebas de funcionamiento se harán al final de junto a al tablero de control del canal de distribución.

10.9.2 Construcción del tablero de control del Canal de Distribución

La mayoría de los pasos en esta etapa serán los mismos que se utilizaron en la construcción del tablero del horno de distribución. En el cual abarcara la construcción o reconstrucción del gabinete de metal y la instalación de los componentes de protección y los componentes de control.

10.9.2.1 Paso 1 ajustes y reconstrucción del tablero de control del canal de distribución.

En este paso se reconstruirá el gabinete de metal del tablero de control del canal de distribución en el cual el gabinete presenta perforaciones de otros componentes ya que se utilizó en otros proyectos. Por lo tanto, lo primero que se tiene que hacer es cubrir todas las perforaciones.

Al igual se colocarán cuatro bases elevadoras dentro del gabinete para colocar la placa de montaje. La cual nos ayudara a despegar la lámina trasera del gabinete con la placa de montaje de los componentes con el fin de montar y desmontar de manera fácil y sencilla la placa en caso de colocar o quitar más componentes (imagen 86).



Imagen 82 Bases para placa de montaje de canal de distribución

Por lo cual desmontaron las puertas y se soldó una lámina calibre 18 de acero sobre la misma puerta para cubrir las imperfecciones. Al tener las puertas en mejores condiciones se procede hacer las perforaciones (imagen 87) de los componentes indicadores y botones según establecido en el diseño. El resultado final se visualizará en la (imagen 88).



Imagen 83 Perforación de puertas para componentes indicadores



Imagen 84 Perforaciones de puertas del tablero del canal de fundición

Al tener todos los tener las perforaciones de todos los componentes se procede añadir un par de cerrojos con llave en la puerta izquierda para la seguridad de los componentes internos del gabinete (imagen 89) e (imagen 90).



Imagen 85 Colocación de cerraduras 1 de 2



Imagen 86 Colocación de cerraduras 2 de 2

Luego se prosigue con colocar nuevamente las puertas del gabinete de metal soldando en los marcos bisagras nuevas para una mejor apertura del gabinete (imagen 91).



Imagen 87 Colocación de bisagras

10.9.2.2 Paso 2 placa de montaje

Al tener el gabinete de metal nuevamente armado y con las reconstrucciones requeridas se procede a tomar medidas para la placa de montaje y se procede a cortarla. Al tener la placa con el tamaño establecido se procederá a tomar medidas de acuerdo con el plano para empezar la distribución y montaje de los componentes de control y potencia (imagen 92).

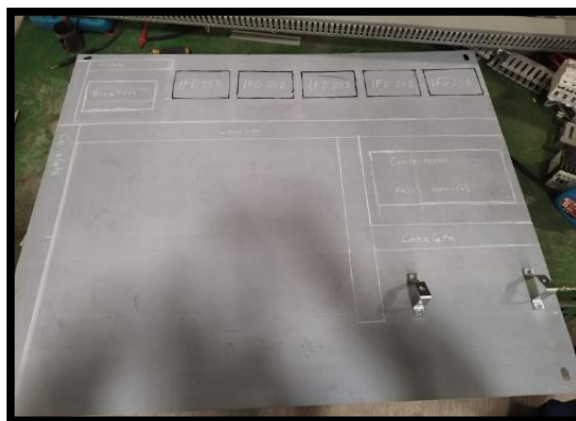


Imagen 88 Preparación para colocación de componentes

Las canaletas ranuradas tendrán las siguientes características de acuerdo con (tabla 9) y de acuerdo con el diseño de SolidWorks y fu colocación de las canaletas se mostrará en la (imagen 93).

Dimensiones de canaleta dentada	
A	24 cm
B	87.5 cm
C	52 cm
D	30 cm
E	60 cm
F	15.5 cm
G	34 cm
H	30 cm

Tabla 9 Dimensiones de canaleta ranurada por niveles

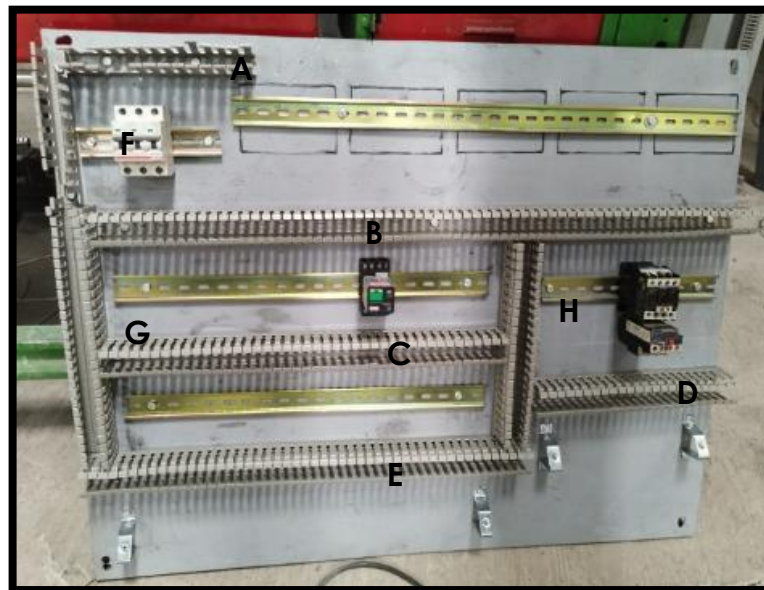


Imagen 89 Niveles de canaleta ranurada

Para las dimensiones del riel DIN establecidas en el diseño estarán establecidas en la (tabla) pudiendo identificarlas en la (imagen 94)

Dimensiones del riel DIN	
1	15 cm
2	75 cm
3	50 cm
4	26 cm
5	50 cm
6	26 cm
7	55 cm

Tabla 10 dimensiones de rieles Din

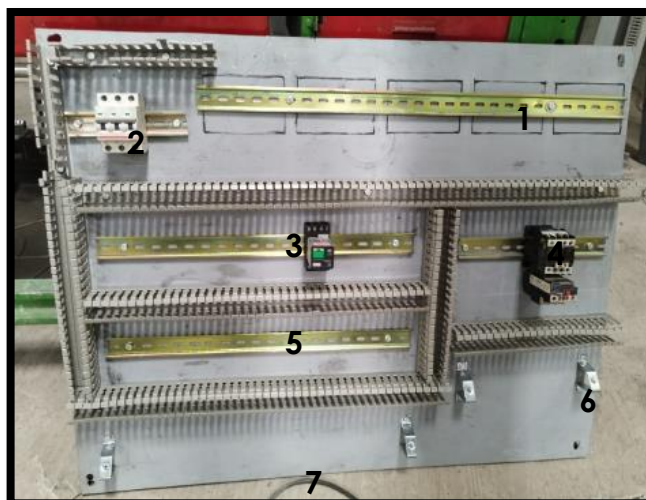


Imagen 90 Colocación de riel Din

Al tener todas las canaletas y los rieles DIN se procede a colocar todos los componentes establecidos tanto en los planos de control como en el diseño 2D de la placa de montaje como se muestra en la (imagen 95).



Imagen 91 colocación de componentes en placa del tablero de canal de distribución

Al tener todos los componentes en su lugar establecido se procederá a cablear los componentes de control, cada componente se le asigna un nombre según en el plano de control que se encuentra señalado con los recuadros de color

amarillo (imagen 96) esto para tener un mejor orden e identificación entre todos los componentes internos del tablero de control.



Imagen 92 Etiquetado de componentes

10.9.2.3 Paso 3 cableado entre componentes de la placa de montaje

El cableado de los componentes se va a dividir en dos secciones, la primera sección será la parte del cableado para el encendido del canal de distribución y para la segunda parte será denominada control y potencia de motores de campo, así que se describirá el proceso para el cableado de los componentes.

10.9.2.3.1 Cableado para el encendido del canal de distribución

El proceso del cableado de esta sección se realizará etiquetando con cinta de tela los extremos de cada cable con el numero asignado de acuerdo con el diagrama de conexión. Al igual se le colocaran terminales de tipo punta para garantizar una buena conexión de los componentes de control como se mostrará en la (imagen 97).



Imagen 93Cableado para el encendido del canal de distribución

Se está realizando un cableado entre los controladores Kromschroder IFS 258 y los relevadores RUMC21F7 de acuerdo con la lógica cableada del diagrama de conexión y colocando borneras de para las conexiones de los componentes de campo.

10.9.2.3.2 Cableado de potencia de motores de campo

Para la otra sección de la placa de montaje se muestra en el recuadro amarillo en el cual el componente principal serán los contactores y relevadores térmicos,

estos se encargarán ha de dar arranque a tres motores que se encuentran a través del horno y el canal de distribución (imagen 98).

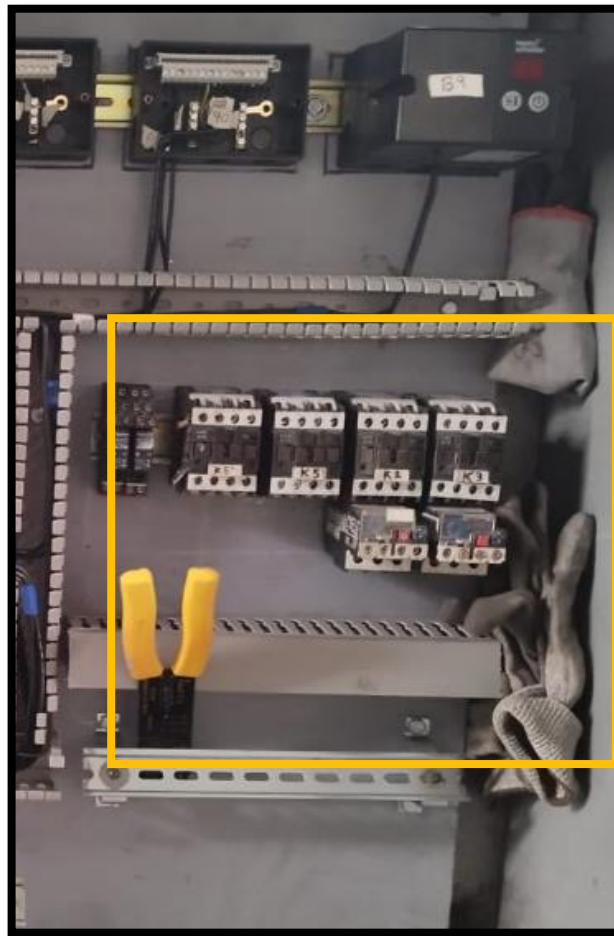


Imagen 94 Cableado de potencia

A continuación, se describirá la función que se le asignará a los contactores y relevadores térmicos y los relevadores de acuerdo con la (imagen 99) para saber el funcionamiento de este:

La función del primer contactor K32 con el primer relevador RT1 se encargará de dar arranque en un solo sentido a un motor de 5HP conectado a un tren de engranes.

Para el segundo contactor K34 con relevador térmico RT2 se encargará de dar arranque en un solo sentido a un motor con una caja de engranajes para reducir la velocidad de motor y hacer girar un piñón con un engrane.

Para el contactor K36 y K37 y los relevadores K38 y K39 serán los encargados de hacer girar un motor con caja de reductor de velocidad para una compuerta dentro del horno y este podrá girar en ambos sentidos, para abrir o cerrar dicha compuerta.



Imagen 95 Cableado y etiquetado del circuito de potencia

10.9.2.4 Paso 4 puertas del tablero de control del canal de distribución

Al tener toda la placa de montaje colocada dentro del gabinete y cableado todos los componentes de control y potencia se procederá a colocar los componentes establecidos en el diseño de las puertas del gabinete para el tablero de control del canal de distribución.

10.9.2.4.1 Puerta 1 lado izquierdo

De acuerdo con la puerta de lado izquierdo estará ligada al apartado 9.6.2.3.1 *Cableado para el encendido del canal de distribución* ya que solo en esa puerta se colocarán los componentes establecidos para esa sección del encendido del canal de distribución (imagen 100).



Imagen 96 Colocación de componentes en puerta izquierda

A continuación, se describirán los componentes que se encuentran establecidos en la puerta, por lo cual se divide en 5 niveles para organizar de mejor manera los componentes indicadores de acuerdo con la (imagen 101). Y se procederá a describir los componentes en la (tabla 11).

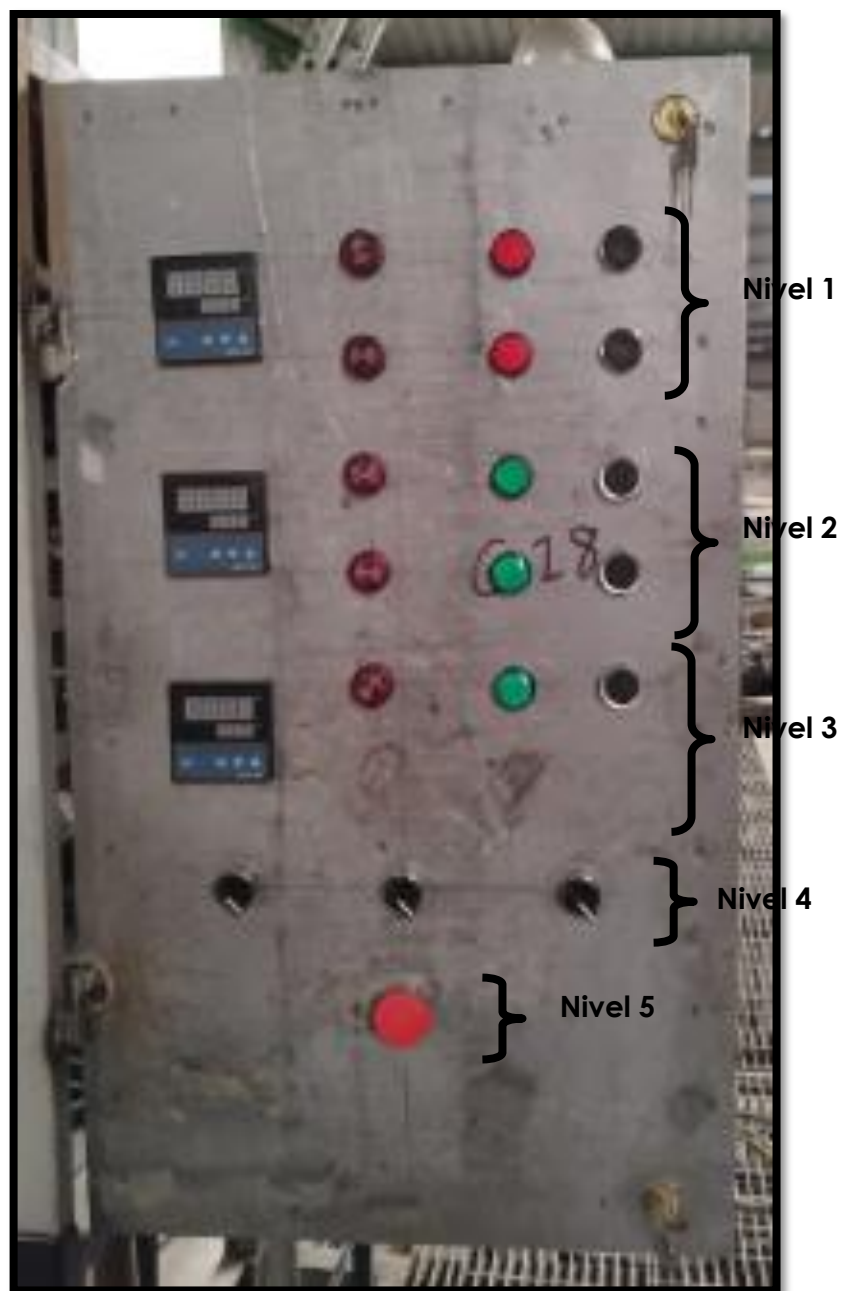


Imagen 97 asignación de niveles para descripción

Componentes				
	1	2	3	4
Nivel 1	Controlador de temperatura XMTD-7000 Para el quemador 1 y 2	Indicador buzzer led rojo para indicar falla para el quemador 1 y quemador 2	Indicador verde para indicar el piloto de encendido del quemador 1 y quemador 2	botón reset para reiniciar el controlador del quemador 1 y quemador 2
Nivel 2	Controlador de temperatura XMTD-7000 para el quemador 3 y 4	Indicador buzzer led rojo para indicar falla para el quemador 3 y quemador 4	Indicador verde para indicar el piloto de encendido del quemador 3 y quemador 4	botón reset para reiniciar el controlador del quemador 3 y quemador 4
Nivel 3	Controlador de temperatura XMTD-7000 para el quemador 5	Indicador buzzer led rojo para indicar falla para el quemador 5	Indicador verde para indicar el piloto de encendido del quemador 5	botón reset para reiniciar el controlador del quemador 5
Nivel 4	switch de dos posiciones para el encendido o apagado del quemador 1 y 2	switch de dos posiciones para el encendido o apagado del quemador 3 y 4	switch de dos posiciones para el encendido o apagado del quemador 5	
Nivel 5	botón de paro de emergencia			

Tabla 11 Descripción de componentes puerta izquierda

10.9.2.5 Puerta 2 lado derecho

De acuerdo con la puerta de lado derecho estará ligada al apartado 9.6.2.3.2 Cableado de potencia de motores de campo ya que en esta sección de esta puerta se colocaron los botones de arranque y paro para dar arranque a los motores que se encuentran en el campo (imagen 102).

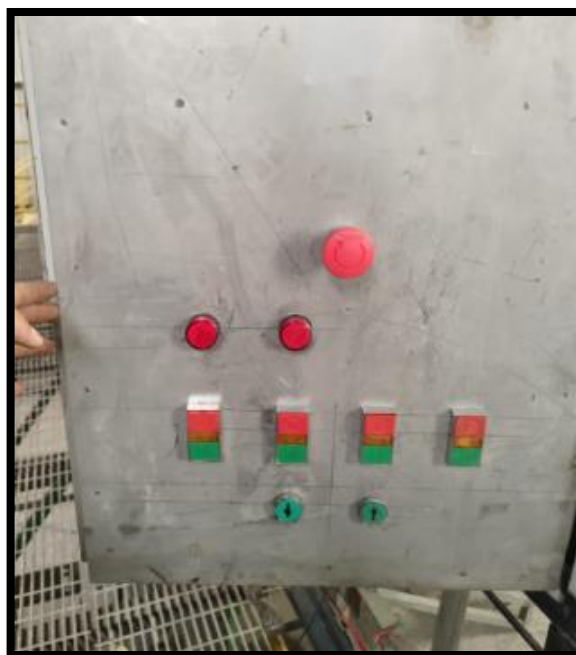


Imagen 98 Colocación de componentes puerta derecha

En este caso se dividirá en 4 niveles para describir las partes que se conforman en la puerta derecha del tablero de control del canal de distribución (imagen 103). Y se procederá a describir los componentes en la (tabla 12).

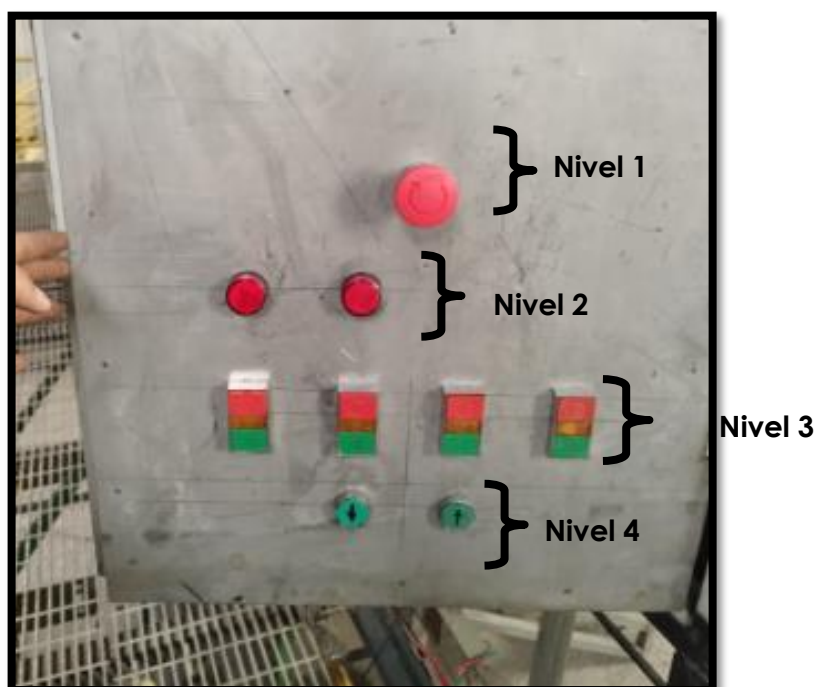


Imagen 99 Asignación de niveles para descripción de componentes

Componentes				
	1	2	3	4
Nivel 1	Botón de emergencia			
Nivel 2	Indicador rojo para indicar sobre carga térmica del relevador RT1	Indicador rojo para indicar sobre carga térmica del relevador RT2		
Nivel 3	botón de paro y arranque para motor de 5HP	botón de paro y arranque para motor con piñón	botón de arranque y paro de turbo ventilador 1	botón de arranque y paro de turbo ventilador 2
Nivel 4	botón pulsador verde para descender compuerta	botón pulsador verde para elevación de compuerta		

Tabla 12 Descripción de componentes de puerta derecha

Al tener todos los componentes colocados en las puertas del gabinete se procederá a cablear todos los componentes a utilizar

10.9.2.6 Paso 5 Cableado de los componentes de las puertas del gabinete

Cuando los componentes indicadores, switch, botones y controladores de temperatura XMTD-7000 están colocados se procede a cablear cada componente.

10.9.2.6.1 Cableado de puerta 1 lado izquierdo

En este paso se conectarán los cables de acuerdo con el diagrama de conexión, se dará forma al cable para dar un mejor aspecto al cableado, sujetándolos con cinturones de plástico, cada punta de cable necesita tener su etiqueta con el numero asignado para identificar de mejor manera cada cable en caso de sustituirlo o por alguna falla en el sistema, al igual cada extremo de cable debe tener una terminal de cable tipo punta, como se muestra en la (imagen 104).



Imagen 100 Conexión y peinado de cables de puerta izquierda del tablero

Al darle forma cable por cable y conectarlos a su terminal correspondiente quedará de la siguiente manera como se muestra en la siguiente (imagen 105). Donde cada cable cuenta con su correspondiente etiqueta y su terminal de punta.



Imagen 101 Conexión de componentes con etiquetado

10.9.2.6.2 Cableado de puerta 2 lado derecho

En esta parte se procederá a cablear de la misma manera como se realizó en la puerta 1 de lado izquierdo. Se dará forma por donde pasaran los cables y se cortara con la medida exacta para su conexión a la terminal del componente se etiquetará en cada extremo con el numero correspondiente en el diagrama de conexión y se le colocara la terminal de punta para una mejor conexión.

Al hacer los pasos correspondientes el cableado para la puerta 2 de lado derecho quedo de la siguiente manera como se muestra en la (imagen 106).



Imagen 102 conexión de componentes y etiquetado de puerta izquierda

10.9.2.7 Paso 6 colocación de clemas de interconexión

El uso de las clemas nos da muchos beneficios, uno de ellos es que nos da un mejor aislamiento con los cables ya que al tener varios puntos en común de interconexión en un solo cable no utilizamos cinta de aislar, otro beneficio de usar clemas es de tener una mejor organización al poder agrupar varios cables de un mismo polo en una sola terminal, así podemos identificarlos y etiquetarlos para un mejor control.

Se hará uso de clemas de tornillo ya que son ideales para hacer conexiones permanentes utilizando terminales tipo espada y fáciles de hacer modificaciones en tal caso.

Para la primera conexión con el uso de clemas se conectará los cables positivos o fases donde se utilizarán dos terminales de cuatro terminales y una clema de seis terminales. A todos los cables que se conectarán en las clemas tendrán que

ser etiquetadas para una mejor organización. Esto se mostrará en la siguiente (imagen 107).

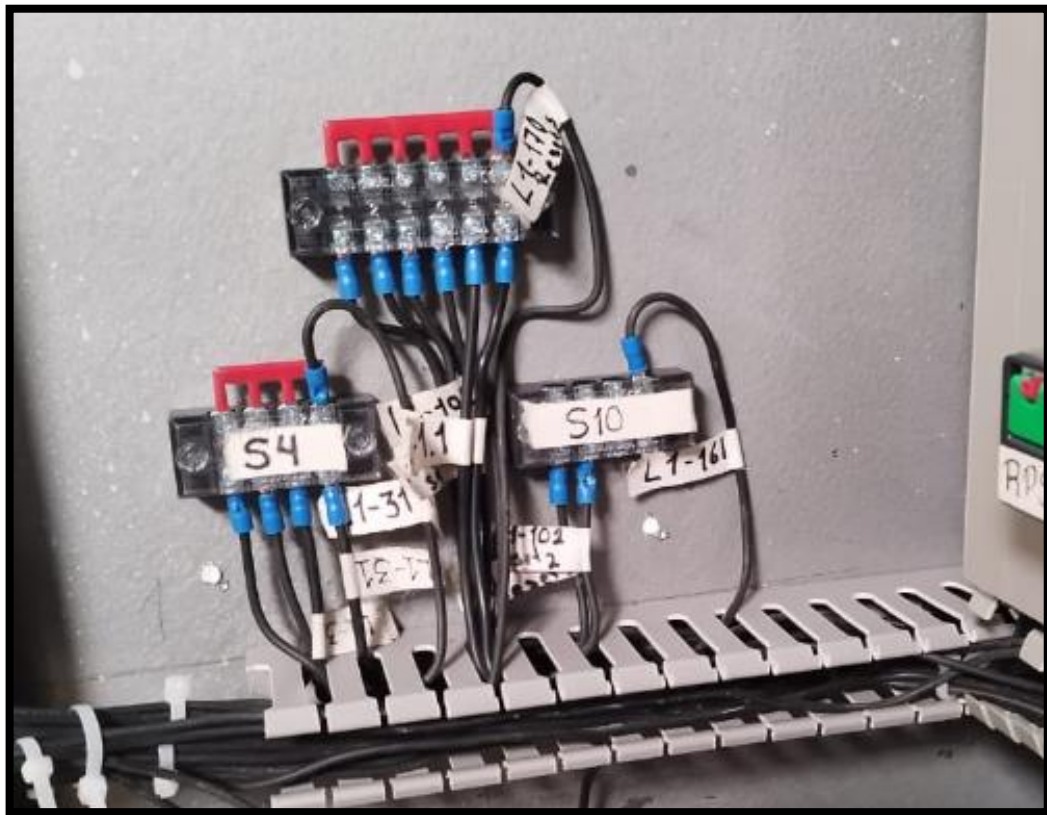


Imagen 103 conexión de fases en clemas

Para las interconexiones entre las tierras se utilizará una clema con cinco terminales ya que es una parte fundamental para la protección de sobre cargas de los componentes del tablero de control de canal de distribución (imagen 108).



Imagen 104 Colocación de clema para tierras físicas

Para la terminal que se utilizara para la interconexión de neutros se utilizara una clema de 6 terminales se mostrara en la (imagen 109) dentro del recuadro amarillo y se colocara a un costado de la clema de tierra física.

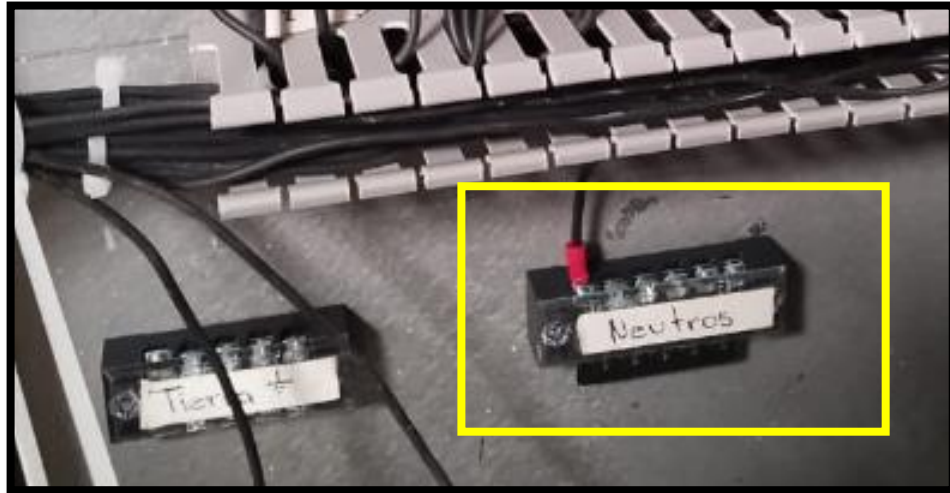


Imagen 105 Colocación de clema para neutros

Al final de colocar las cinco clemas y conectar todos los cables en las clemas correspondientes y sus respectivas etiquetas queda de la siguiente manera, como se muestra en la siguiente (imagen 110).

Espacio en blanco con intención

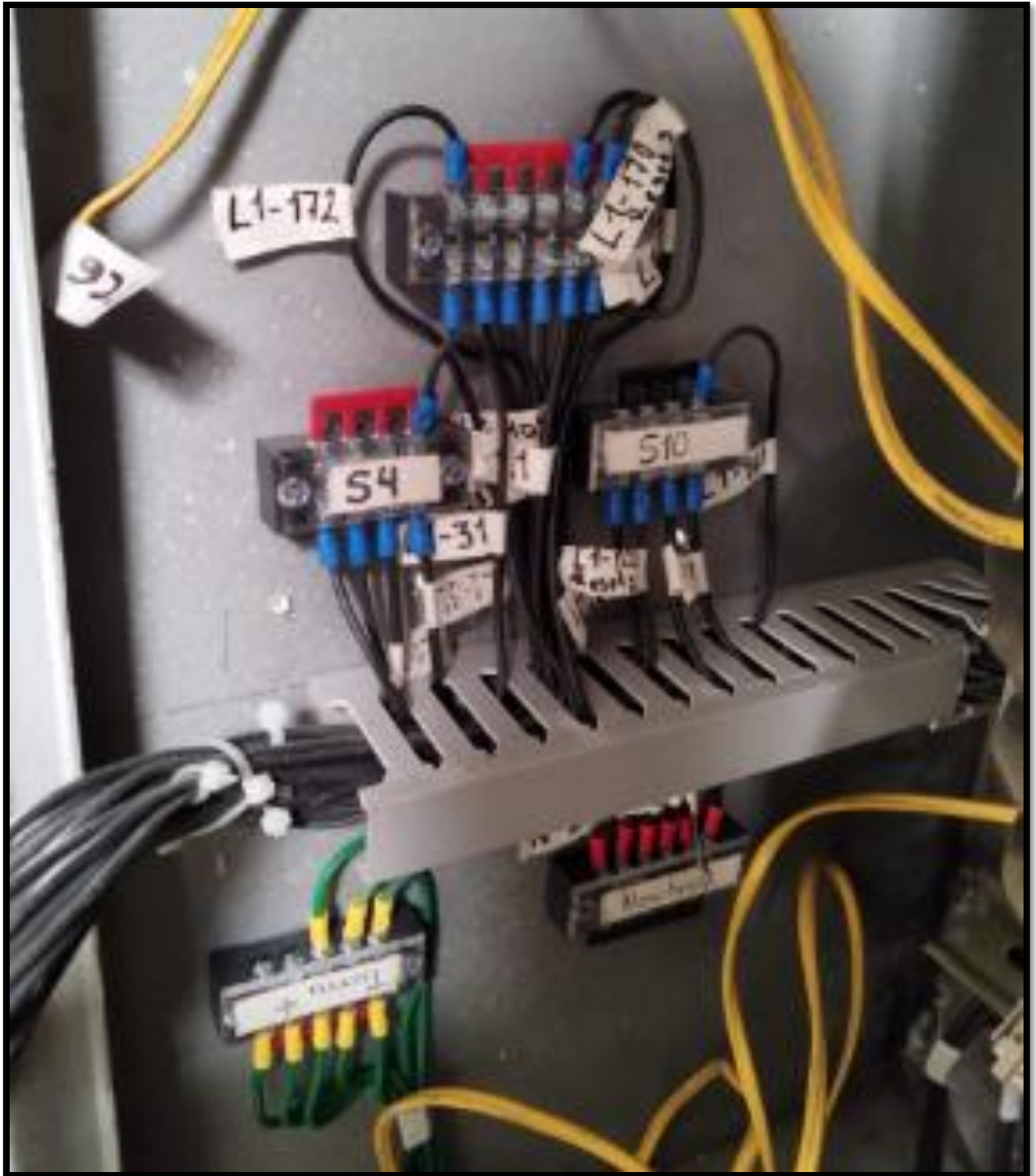


Imagen 106 conexión de cables en clemas

10.9.2.8 Paso 7 colocación de tuberías y cableado de componentes de campo

Para este caso también aplica la norma **la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012, INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION)**. El **ARTICULO 342 TUBO CONDUIT METALICO SEMIPESADO TIPO IMC**, apartado **B. INSTALACION**, sección **342-20. Tamaño [3]** nos dice que el mínimo a utilizar de tubo Conduit (IMC) con designación métrica menor al 16 (tamaño comercial de ½"). b) y un máximo a usar tubo Conduit (IMC) con designación métrica superior al 103 (tamaño comercial de 4").

Por lo tanto, se hará uso de dos tuberías de 1 pulgada, ya que de acuerdo con la con la cantidad de conductores admisibles en tubería Conduit cada tubo tiene la capacidad de 25 cables de calibre 14, pero solo se estará pasando la cantidad de 42 cables que se estarán repartiendo entre las dos tuberías para no saturar ambas tuberías, el cableado hacia campo estará abarcan desde electroválvulas, switch de presión, transformadores de ignición, sensores y pilotos de encendido.

Al saber la cantidad de cables que pasaran a través del tubo Conduit metálico semipesado tipo IMC se procederá a hacer los barrenados en el gabinete de metal para el tubo de una pulgada.

Dicha tubería se conectará a un ducto cuadrado de cuatro por cuatro pulgadas que pasa por debajo del gabinete de control (imagen 111).



Imagen 107 conexión de tubería a ducto cuadrado

Teniendo la tubería en su posición se procederá a tomar medidas desde el tablero de control del canal hasta el componente de campo, siguiendo la ruta por donde pasa la tubería y así sacar un estimado en la distancia para el cable, dejando un tramo de cable considerable para las conexiones correspondientes tanto para la clema dentro del gabinete y para las conexiones del componente de campo, en la siguiente (imagen 112) pondrá de ejemplo en el recuadro de color amarillo para visualizar el cable con la holgura estimada para realizar las conexiones correspondientes a una electroválvula.

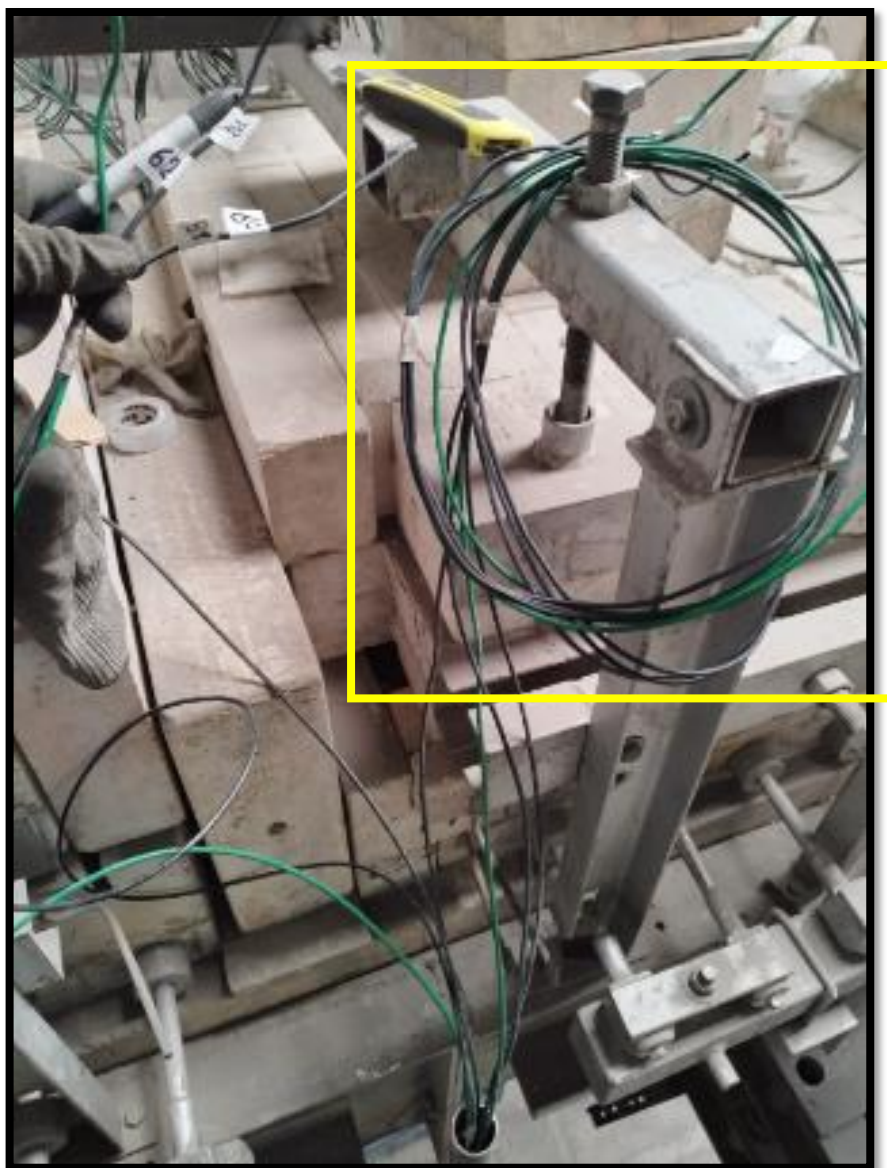


Imagen 108 Holgura de cables para la conexión

Cuando se realiza el cableado se procederá a etiquetar las puntas en ambos extremos del cable para tener identificado que cable corresponde a cada componente y a la terminal de conexión que le corresponde tal como se muestra en la (imagen 113).



Imagen 109 Etiquetado de cables

Al haber distribuido los cables a través de toda la tubería establecida para las conexiones de los componentes de campo pertinentes se procederá a hacer las conexiones a su clema o bornera asignada dentro del tablero de control. Peinando o dando forma al cable para darle una mejor apariencia y organización al cable dentro del tablero (imagen 114) e (imagen 115).



Imagen 110 conexión de borneras de componentes de campo



Imagen 111 conexión de borneras de motores en campo

A continuación, se mostrará una parte importante de los componentes de campo, en el cual se están haciendo los preparativos correspondientes para la conexión de dichos componentes (imagen 116).



Imagen 112 conexión de electroválvulas

Cada componente cuenta con su respectiva etiqueta para su fácil identificación y sus respectivas puntas de cable con sus etiquetas de señal, neutro y tierra para su conexión correspondiente.

La conexión de los componentes en campo del canal de distribución fue la última etapa del proceso para la construcción y cableado del tablero de control. Por lo

cual se ha terminado la construcción de ambos tableros de control del proyecto asignado.

10.10 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO EN LOS TABLEROS DE CONTROL

Las pruebas de funcionamiento se realizarían al final de haber concluido la construcción de los dos tableros de control y los componentes de campo. Pero al estar trabajando a la par con los integrantes del área de combustión surgió inconvenientes al no presentar un gran avance en la colocación de los componentes que le corresponden a esa área, por lo cual no se logró conectar los dispositivos en el tiempo estimado para realizar las pruebas de funcionamiento tanto de los componentes y la instalación eléctrica para los tableros de control del horno de fundición y el canal de distribución. Ya que al estar en las fechas de culminación de las residencias profesionales están terminando de colocar los componentes de campo. Pero el tiempo no será tiempo suficiente para realizar todas las pruebas suficientes y corregir alguna falla en tal caso que se presenten. Las pruebas se realizarán en los últimos tres días de las residencias profesionales. Por lo cual se tomará evidencias de las pruebas que se logren ejecutar en ese tiempo.

Sin embargo, se realizaron pruebas de funcionamiento del tablero en la cual se basó en la energización del tablero para verificación de no presentar un corto circuito, al tener energizado de los tableros se hizo la comprobación de funcionamiento de los componentes indicadores, activación de relevadores, encendido de los controladores de flama y controladores de temperatura en los circuitos de control. Para el caso de los circuitos de potencia de los motores se verifico el enclavamiento de los contactores con sus botones de arranque y paro con su indicador de operación. Se realizaron pruebas de algunos componentes de campo que ya se encontraban conectados como lo son motores y algunas electroválvulas y algunos switches de presión en las tuberías de aire.

10.11 ACTIVIDADES EXTRAS

Se encomendó la fabricación y construcción de un tercer tablero de control y fuerza en la cual serán los encargados de controlar el encendido y el apagado de bombas para el sistema de enfriamiento en el cual se describirá el proceso de la siguiente actividad

10.11.1 Construcción de gabinete

El gabinete se realizará desde cero, por lo cual se cortará los perfiles cuadrados de media pulgada para el armado de la estructura del gabinete, se soldará los marcos para darle forma a la estructura del gabinete (imagen 117).



Imagen 113 Construcción del marco de gabinete

Al tener el marco del gabinete se procederá a cortar las láminas de calibre 17 para las caras laterales y trasera del gabinete y se procede a sujetar las láminas con remaches (imagen 118).



Imagen 114 Perforación para el remachado de laminas

Al armar los laterales del gabinete se procede hacer el marco de la puerta para colocarle su bisagra y su lamina (imagen 119).



Imagen 115 Colocación de puerta al gabinete

Al tener el gabinete armado con su puerta se procede a pintar el gabinete para darle un mejor aspecto al terminado final del gabinete (imagen 120).



Imagen 116 Aplicación de pintura al tablero de control

Al tener todo el gabinete se procederá a fijar el gabinete a su lugar asignado en el área de compresores y armar la tubería para realizar las conexiones correspondientes (imagen 121).



Imagen 117 Fijación de tablero y armado de tubería correspondiente

10.11.2 Cableado de componentes

Al estar colocado el gabinete en la posición asignada se procede a colocar la placa de montaje con sus componentes respectivos, en este caso canaletas ranuradas, contactores y relevadores térmicos y timers. Luego se procede a hacer el cableado de potencia y control de los contactores con sus respectivas etiquetas asignadas en el diagrama de conexión (imagen122).



Imagen 118 cableado de componentes

El siguiente paso es el cableado de los componentes de control con sus indicadores de luz de sobre carga (imagen 123).



Imagen 119 cableado de indicadores de control

Cuando el gabinete de control se encuentra armado y cableado se procede a la instalación de la tubería para hacer las conexiones correspondientes a las bombas para el sistema de enfriamiento del horno (imagen 124).



Imagen 120 instalación de tuberías para conexión de bombas

11 RESULTADOS

11.1 RESULTADOS EN DISEÑO DE TABLEROS

El resultado del diseño de ambos tableros fue lo esperado, al realizar el diseño en 2D y 3D con éxito, añadiendo un extra a la parte del diseño de 3D la ruta por donde se transportarán los cables a traves de todo el tablero y puertas. Sin embargo, por tiempos programados en la empresa y por no contar con mas equipos don el software especializado de dibujo ya no se pudo realizar planos detallados de ensamble donde se describe la cantidad de componentes, nombre de los componentes, dimensiones, escalas, relaciones de posición, etc.

11.2 RESULTADOS EN CONSTRUCCIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS

La construcción de los tableros de control del horno de fundición y canal de distribución se realizaron en el tiempo establecido al cronograma de actividades, tomando en cuenta el mantenimiento que se dio a los gabinetes de metal y a la colocación de los componentes electrónicos y componentes indicadores ya que se contaba con la mayoría de los componentes de control, por lo cual no se tuvo retrasos de dichas actividades.

11.3 RESULTADO EN COLOCACIÓN DE TUBERÍA Y CABLEADO EN CAMPO

Al momento de realizar la tubería eléctrica se realizó un noventa por ciento de la tubería por presentarse detalles por la falta de materiales pero el factor que influyo más fue la ruta por donde pasaría dicha tubería ya que en campo no se contaba con todos los componentes en su lugar establecido, por lo cual se no se completó la tubería al cien por ciento, sin embargo todo el cableado para conectar dichos componentes se dejó dentro de cajas de registro, para cuando se tenga definido el lugar que le corresponde a los componentes de campo poder realizar el armado de tubería correspondiente y hacer las conexiones de los componentes o equipos eléctricos

11.4 RESULTADO EN PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Las pruebas de funcionamiento del proceso no se pudieron realizar en ambos tableros de control debido a diversas circunstancias, ya que no se ha terminado con todos los preparativos de combustión y falta de colocación de componentes de control para encender el horno y canal de distribución.

Sin embargo, solo se hicieron pruebas en los tableros de control, dichas pruebas fue la energización de los tableros y después se procedió en la revisión de los componentes eléctricos de control estuvieran funcionando junto a los componentes indicadores y los componentes de control, a la revisión de botones y switches de control, revisión de circuitos de control y potencia, revisión de enclavamiento en los contactores de motores. Solo se hicieron algunas pruebas de funcionamiento de componentes de campo como lo son electroválvulas y motores que ya se encontraban conectadas y colocadas en campo.

11.5 NORMAS APLICADAS

11.5.1 ANSI/ISA 5.1-2022 Estándar para identificación y símbolos de instrumentación

ANSI/ISA 5.1-2022 establece medios uniformes para representar e identificar instrumentos o dispositivos. La norma especifica las funciones, sistemas y aplicaciones inherentes de los instrumentos utilizados para medición, monitoreo y control. El objetivo de ANSI/ISA 5.1-2022 es cumplir con los procedimientos de varios usuarios que necesitan identificar y representar gráficamente equipos y sistemas de medición y control. Los símbolos y métodos de identificación establecidos en esta norma están destinados a servir como ayudas para la conceptualización, herramientas de diseño, dispositivos de enseñanza y medios de comunicación concisos y específicos en todo tipo de documentos técnicos, de ingeniería, de adquisiciones, de construcción y de mantenimiento. Esto incluye en gran medida diagramas de tuberías e instrumentación (P&ID).

Diagramas de tuberías e instrumentación

Los diagramas de tuberías e instrumentación (P&ID) utilizan símbolos de instrumentación específicos para mostrar la conectividad de equipos, tuberías, sensores y válvulas dentro de un sistema de control, y se usan más comúnmente en ingeniería. Estos símbolos de instrumentación pueden representar actuadores, sensores y controladores. No todos los elementos de P&ID están estandarizados, pero los símbolos de instrumentación siguen un estándar establecido por ANSI/ISA 5.1-2022.

11.5.2 NORMAS DE SEGURIDAD FUNCIONAL DE PROCESOS: IEC 61508 & IEC 61511

Las normas IEC 61508 e IEC 61511 establecen los requisitos para la seguridad funcional de los sistemas electrónicos, instrumentados y de seguridad utilizados en procesos industriales. La implementación de estas normas ayuda a garantizar la seguridad de los trabajadores, la protección del medio ambiente y aumenta la fiabilidad de los sistemas, reduciendo el riesgo de accidentes y daños materiales.

11.5.3 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, que tienen como finalidad establecer las características que deben cumplir los procesos o servicios que podrían representar un riesgo para la seguridad de las personas o la salud humana; así como aquellas relativas a terminología y las que se refieran a su cumplimiento y aplicación.

En México, existen diferentes tipos de dependencias con la capacidad de expedir o actualizar las Normas Oficiales Mexicanas. Según la organización que

supervise el cumplimiento de la Norma en cuestión, será uno de los atributos que formarán el nombre o nomenclatura correspondiente a cada NOM.

La NOM-001-SEDE desempeña un papel fundamental en la garantía de la seguridad y eficiencia de las instalaciones eléctricas en México. Esta norma establece las condiciones y lineamientos técnicos que deben cumplir dichas instalaciones, con el objetivo de asegurar un aprovechamiento correcto y responsable de la energía eléctrica, al mismo tiempo que salvaguarda la integridad física de las personas y la preservación de las propiedades e infraestructura.

Gracias a la NOM-001-SEDE, se establecen directrices específicas para proteger contra problemas como choques eléctricos, efectos térmicos, sobre corrientes, corrientes de falla y sobretensiones. Su aplicación es crucial en diversos ámbitos, abarcando desde propiedades industriales y comerciales hasta viviendas, y su cumplimiento es obligatorio en todos los niveles de operación.

En resumen, la NOM-001-SEDE desempeña un rol vital en la seguridad y funcionamiento adecuado de las instalaciones eléctricas en México, garantizando la protección de las personas y las propiedades contra riesgos eléctricos potenciales.

11.6 MANUALES

11.6.1 Portada de datasheet de sensor luz ultravioleta

enlace de búsqueda de referencia:

[C7061A_F.indd \(nexinstrument.com\)](#)

C7061 A/F	
DYNAMIC SELF CHECK ULTRAVIOLET FLAME DETECTOR	
PRODUCT HANDBOOK	
 model C7061A	APPLICATION The C7061A is a dynamic self-checking flame detector for sensing the ultraviolet radiation generated by the combustion of gas, oil, or other fuels. This flame detector is available in two versions: model C7061A for use in Standard applications, and model C7061F for use in installations requiring explosion-proof packaging. The flame detector is designed for use with either: • R7061 Dynamic Self-Check Ultraviolet amplifier and R4348 Flame Switch or, • R7861A Dynamic Self-Check Ultraviolet amplifier and 7850 SERIES Burner Programmers These configurations provide a closed-loop, self-checking circuit which insures the integrity of both amplifier and flame detector. Improper response simulated flame loss results in a safety shutdown and/or alarm.
 model C7061F	CONTENTS GENERAL Description 2 Features 2 Ordering information 2 TECHNICAL DATA Specification 3 Standards and approvals 4 Replacement parts and accessories 4 Dimensional drawing 5 INSTALLATION AND OPERATION Planning the installation 6 Installation 6 Wiring 10 Adjustment and checkout 12 VARIOUS Troubleshooting 13 Service 14

11.6.2 Portada de datasheet de HONEYWELL RM7840 L 1018

enlace de búsqueda de referencia:

[RM7800L1012 Data Sheet \(honeywell.energy\)](#)

honeywell.energy

Honeywell

RM7800E,G,L,M; RM7840E,G,L,M 7800 SERIES Relay Modules

INSTALLATION INSTRUCTIONS

APPLICATION

The Honeywell RM7800/RM7840 Relay Modules are microprocessor-based integrated burner controls for automatically fired gas, oil, or combination fuel single burner applications. The RM7800/RM7840 Relay Modules are used for UL/CSA On/Off, UL/CSA Modulating, and FM/IFB Modulating burner applications. The RM7800/RM7840 system consists of a Relay Module, Keyboard Display Modules (standard with RM7800), Dust Cover (standard with RM7840), Subbase, Amplifier, and Purge Card. Options include Personal Computer Interface, DATA CONTROLBUS MODULE™, Remote Display Mounting, First-Out Expanded Annunciator and Combustion System Manager™ Software.

Functions provided by the RM7800/RM7840 include automatic burner sequencing, flame supervision, system status indication, system or self-diagnostics and troubleshooting. The RM7800/RM7840 is a solid state replacement for the electromechanical RA140 Automatic Programming Control.

This document provides installation and static checkout instructions. Other applicable publications are:

65-0084 Q7800A,B 22-Terminal Wiring Subbase Product Data.
65-0089 ST7800A Plug-In Purge Timer Installation Instructions.
65-0090 S7800A Keyboard Display Module Product Data.
65-0091 S7810A Data ControlBus Module™ Product Data.
65-0095 S7820 Remote Reset Module Product Data.
65-0097 221729C Dust Cover Packing Sheet.
65-0101 S7830 Expanded Annunciator Product Data.
65-0109 R7824, R7847, R7848, R7849, R7851, R7861, R7885 Flame Amplifiers for the 7800 SERIES Product Data.
65-0131 221818A Extension Cable Assembly Product Data.
65-0228 7800 SERIES Multi-Drop Switch Module Product Data.
65-0229 7800 SERIES RELAY MODULES Checkout and Troubleshooting Product Data.
65-0249 S7810M ModBus™ Module Product Data.

SPECIFICATIONS

Electrical Ratings, see Table 3:

Voltage and Frequency: 120 Vac (+10/-15%), 50 or 60 Hz (±10%).

Power Dissipation: RM7800/RM7840: 10W maximum.

Maximum Total Connected Load: 2000 VA.

Fusing: 15A maximum, Type SC or equivalent Fast Blow.

Environmental Ratings:

Ambient Temperature:

Operating: -40°F to +140°F (-40°C to +60°C).

Storage: -40°F to +150°F (-40°C to +66°C).

Humidity: 85% relative humidity continuous, noncondensing.

Vibration: 0.5G environment.

Approvals:

Underwriters Laboratories Inc. Listed: File No. MP288, Guide No. MCCZ.

Canadian Standards Association Certified: LR95329-3, Factory Mutual Approved: Report No. J.I.TV8A0.AF.

IRI Acceptable.

Federal Communications Commission, Part 15, Class B—Emissions.

INSTALLATION

When Installing this Product...

1. Read these instructions carefully. Failure to follow them could damage the product or cause a hazardous condition.
2. Check the ratings given in the instructions and marked on the product to make sure the product is suitable for the application.
3. Installer must be a trained, experienced, flame safeguarded service technician.
4. After installation is complete, check out the product operation as provided in these instructions.



11.6.3 Portada de datasheet de KROMSCHRODER IFS 258

enlace de búsqueda de referencia:

[IFD 258 \(add-furnace.com\)](http://add-furnace.com)

Automatic burner control unit IFD 258

Technical Information - GB
6.1.1.5 Edition 11.09



The image shows a black, rectangular automatic burner control unit (IFD 258) with a digital display showing '818' and two buttons (one with a flame icon, one with a power icon). The unit is mounted on a DIN rail.

- For directly ignited burners of unlimited capacity in continuous operation pursuant to EN 746-2
- Continuous self-testing for faults
- Immediate fault lock-out or restart following flame failure available as a switchable function
- Flame control with UV sensor or ionisation sensor
- Diverse installation possibilities via holes or snap mechanism for DIN rail
- Space-saving installation on site with IFD 258..I with integrated ignition
- Display for program status and flame signal intensity

www.kromschroeder.com

 elster
Kromschroeder

11.6.4 Portada de datasheet de relevador RUMC21F7

enlace de búsqueda de referencia:

[Schneider Electric Relevadores-Electromecánicos-Harmony RUMC21F7 \(1\).pdf](#)

Ficha técnica del producto

Especificaciones



universal plug-in relay - Zelio RUM
- 2 C/O - 120 V AC - 10 A ((*))

RUMC21F7

Principal

Gama De Producto	Relés electromecánicos Harmony
Nombre De Serie	Universal
Tipo De Producto O Componente	Reles de conexión
Nombre Corto Del Dispositivo	RUM
Tipo Y Composición De Contactos	2 C/O
[Uc] Tensión Del Circuito De Control	120 V CA 50/60 Hz
Corriente Térmica Nominal	10 A -40...55 °C
Led De Estado	Sin
Tipo De Control	Lockable test button ((*))
Coefficiente De Utilización	20 %

12 CONCLUSIÓN

Los tableros eléctricos actúan como el cerebro de sistemas complejos, permitiendo la gestión, monitoreo y control de diversos procesos y dispositivos por lo cual se tendrán que complementar con un buen diseño y construcción. Por lo cual el diseño de un tablero eléctrico se realiza en un software especializado ya que es un proceso fundamental para la construcción y creación de cualquier tablero, ya que al diseñar el tablero en tres dimensiones nos proporcionara grandes beneficios al poder dimensionar de forma detallada el tablero de control, visualizar los componentes con las escalas reales y así usar al máximo el espacio del gabinete y no cometer errores por saturación. El diseño estará proporcionando una mejor planeación y organización a la hora de colocar los componentes dependiendo de su función y buscar la ruta para el cableado más eficiente para la conexión de los componentes, esto para garantizar la funcionalidad y la accesibilidad del tablero. Ya que al tener una planificación meticulosa reduce la probabilidad de errores durante la construcción y mejorar la confiabilidad y durabilidad del tablero. Al adoptar un enfoque detallado y riguroso en cada etapa del diseño y construcción que nos estará garantizando la funcionalidad y eficiencia del tablero eléctrico, así mismo nos proporcionará un nuevo enfoque hacia la seguridad para tener presente las normativas para la seguridad hacia los operadores y los equipos, así minimizando riesgos de accidentes y fallos. Al tener un diseño bien estructurado y organizado facilita futuras ampliaciones de mejora o modificaciones, adaptándose a nuevas necesidades del proyecto.

Todo para asegurar que el producto final cumpla con las expectativas y requisitos de cualquier empresa o cliente de manera efectiva y confiable.

12.1 COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS

El diseño y construcción de tableros de control no solo requiere habilidades técnicas avanzadas en electricidad, electrónica y diseño asistido por computadora, sino también competencias en gestión de proyectos, resolución de problemas y habilidades blandas como la atención al detalle y la comunicación efectiva. Además, es crucial tener un profundo conocimiento del sector específico y las normativas aplicables para asegurar que el producto final sea seguro, eficiente y cumpla con los estándares requeridos. Desarrollar estas competencias asegura la capacidad de enfrentar los desafíos asociados con la creación de sistemas de control complejos y de alta calidad.

13 REFERENCIAS

Dos Santos, M. (2023, noviembre 13). *El proceso de fundición del vidrio: todo lo que necesitas saber*. Polaridad.es. https://polaridad.es/proceso-de-fundicion-del-vidrio/?expand_article=1 [1]

Interruptores termomagnéticos. (s/f). Wwww.se.com. Recuperado el 17 de abril de 2024, de <https://www.se.com/mx/es/product-category/4200-interruptores-termomagn%C3%A9ticos/>[2]

Nom-, N. O. M., & Eléctricas, I. (s/f). *SECRETARIA DE ENERGIA*. Gob.mx. Recuperado el 17 de abril de 2024, de <http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/2010/001sede2012.pdf> [3]

Brunete, A., & Segundo y Rebeca Herrero, P. S. (s/f). *Sobre los autores*. Bookdown.org. Recuperado el 1 de mayo de 2024, de https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/sobre-los-autores.html [4]

Relay module 7800 series. (s/f). Honeywell.com. Recuperado el 21 de mayo de 2024, de <https://process.honeywell.com/us/en/products/thermal-solutions/burner-management-systems/flame-detectors/rm7800-ec7800> [4]

Ogata, K. (2010). *Ingeniería de control moderna* 5 ed. PRENTICE HALL. [5]

Acedo Sánchez, J. (2013). *Instrumentación y control básico de procesos*. Diaz de Santos. <https://tecnmapizaco.microsite-ebooks724.com/?il=4988> [6]

13.1.1 Índice de imágenes

Imagen 1 Lazo de control abierto	15
Imagen 2 Lazo de control cerrado	16
Imagen 3 Modo de control On/Off.....	17
Imagen 4 Funcionabilidad de un controlador de temperatura.....	18
Imagen 5 control de temperatura de horno eléctrico	19
Imagen 6 indicadores de luz.....	21
Imagen 7 Elementos finales de control	22
Imagen 8 diagrama de electroválvula automática	23
Imagen 9 Variables de identificación.....	26
Imagen 10 Sensores de temperatura.....	28
Imagen 11 Sensor de luz	28
Imagen 12 Sensores de proximidad	29
Imagen 13 Sensores de posición	29
Imagen 14 Sensores de la humedad	30
Imagen 15 Sensores de contacto	30
Imagen 16 Sensores magnéticos.....	31
Imagen 17 Relevadore electromecánico	32
Imagen 18 Relevadore de estado sólido	32
Imagen 19 Medidores de temperatura	35
Imagen 20 Termopar	36
Imagen 21 Termorresistencias	37
Imagen 22 Termómetros por expansión de fluido	38
Imagen 23 Cronograma de actividades	38
Imagen 27 Tiempos de operación de Honeywell	36
Imagen 28 Diagrama de conexión en SolidWorks Electrical	37
Imagen 29 Diagrama de conexión de controlador de flama Honeywell	39
Imagen 30 Diagrama de conexión de controlador de flama KROMSCHRODER IFS258 ..	40
Imagen 31 Diagrama de conexión de controlador de flama KROMSCHRODER IFS258 ..	41
Imagen 32 Diagrama de conexión de sensor ultravioleta	42

Imagen 33 Puertas de gabinete de horno de fundición	44
Imagen 34 placa de montaje de horno de fundición	45
Imagen 35 Puerta izquierda de gabinete de horno de fundición	46
Imagen 36 Puerta derecha de gabinete de horno de fundición	46
Imagen 37 Placa de montaje de gabinete de horno de fundición	47
Imagen 38 Gabinete 3D de horno de fundición	49
Imagen 39 Placa de montaje 3D de horno de fundición	49
Imagen 40 Puerta izquierda 3D de horno de fundición	50
Imagen 41 Puerta derecha 3D de horno de fundición	51
Imagen 42 Ensamble 3D de gabinete del horno de fundición	51
Imagen 43 Puerta izquierda con componentes 3D	52
Imagen 44 Placa de montaje con componentes 3D	53
Imagen 45 Ruta de cableado de la puerta del horno de fundición.....	54
Imagen 46 Ruta de cableado de placa de montaje del horno de fundición	55
Imagen 47 Gabinete de metal 3D del canal de distribución	56
Imagen 48 Puerta izquierda en 3D del canal de distribución	57
Imagen 49 Puerta derecha en 3D del canal de distribución.....	57
Imagen 50 Placa de montaje en 3D del canal de distribución.....	58
Imagen 51 Ensamble de gabinete de canal de distribución.	59
Imagen 52 puertas de tablero de canal de control	59
Imagen 53 Placa con componentes del canal de distribución.....	60
Imagen 54 Ruta de cableado del canal de distribución	61
Imagen 55 Ruta de cableado de la placa del canal de distribución	62
Imagen 56 Cableado de canal de distribución	62
Imagen 57 reconstrucción de gabinete	74
Imagen 58 colocación de láminas a Gabinete	75
Imagen 59 reconstrucción de puertas de gabinete	76
Imagen 60 perforación de componentes	77
Imagen 61 Corte para controladores de temperatura	77
Imagen 62 Niveles de las canaletas ranuradas	79
Imagen 63 Niveles de los rieles DIN	79
Imagen 64 colocación de componentes de la placa del horno de fundición	80

Imagen 65 Nivel 1 de la placa de montaje	81
Imagen 66 Nivel 2 y 3 de la placa de montaje	81
Imagen 67 Nivel 4 de la placa de montaje	82
Imagen 68 Etiquetado de los componentes	83
Imagen 69 Etiquetado de los relevadores	84
Imagen 70 Etiquetado de cables.....	85
Imagen 71 Cableado de componentes de la placa de montaje	86
Imagen 72 Montaje de puertas al gabinete	87
Imagen 73 colocación de componentes del tablero del horno de fundición.....	87
Imagen 74 Niveles de componentes para descripción.....	88
Imagen 75 Peinado del cableado de puertas	91
Imagen 76 Conexión de componentes y peinado de cables	91
Imagen 77 Culminación de conexión de puerta izquierda del tablero.....	92
Imagen 78 Clema de interconexión de fases	93
Imagen 79 Clema de interconexión de neutros y tierras.....	93
Imagen 80 Cantidad de cables permisibles en tubería Conduit	94
Imagen 81 Tubería de alimentación	95
Imagen 82 Cableado de componentes de campo.....	95
Imagen 83 tubería instalada en campo	¡Error! Marcador no definido.
Imagen 84 conexión de electroválvulas de horno de fundición	96
Imagen 85 conexión de transformadores de ignición	97
Imagen 86 Bases para placa de montaje de canal de distribución	98
Imagen 87 Perforación de puertas para componentes indicadores.....	99
Imagen 88 Perforaciones de puertas del tablero del canal de fundición.....	99
Imagen 89 Colocación de cerraduras 1 de 2	100
Imagen 90 Colocación de cerraduras 2 de 2	100
Imagen 91 Colocación de bisagras.....	101
Imagen 92 Preparación para colocación de componentes	101
Imagen 93 Niveles de canaleta ranurada.....	102
Imagen 94 Colocación de riel Din.....	103
Imagen 95 colocación de componentes en placa del tablero de canal de distribución	103

Imagen 96 Etiquetado de componentes.....	104
Imagen 97 Cableado para el encendido del canal de distribución	105
Imagen 98 Cableado de potencia	106
Imagen 99 Cableado y etiquetado del circuito de potencia	107
Imagen 100 Colocación de componentes en puerta izquierda	108
Imagen 101 asignación de niveles para descripción	109
Imagen 102 Colocación de componentes puerta derecha.....	111
Imagen 103 Asignación de niveles para descripción de componentes	111
Imagen 104 Conexión y peinado de cables de puerta izquierda del tablero	113
Imagen 105 Conexión de componentes con etiquetado	114
Imagen 106 conexión de componentes y etiquetado de puerta izquierda	115
Imagen 107 conexión de fases en clemas	116
Imagen 108 Colocación de clema para tierras físicas	116
Imagen 109 Colocación de clema para neutros	117
Imagen 110 conexión de cables en clemas	118
Imagen 111 conexión de tubería a ducto cuadrado.....	120
Imagen 112 Holgura de cables para la conexión	121
Imagen 113 Etiquetado de cables.....	122
Imagen 114 conexión de borneras de componentes de campo	123
Imagen 115 conexión de borneras de motores en campo	123
Imagen 116 conexión de electroválvulas	124
Imagen 117 Construcción del marco de gabinete.....	126
Imagen 118 Perforación para el remachado de laminas.....	127
Imagen 119 Colocación de puerta al gabinete	127
Imagen 120 Aplicación de pintura al tablero de control.....	128
Imagen 121 Fijación de tablero y armado de tubería correspondiente	128
Imagen 122 cableado de componentes	129
Imagen 123 cableado de indicadores de control	130
Imagen 124 instalación de tuberías para conexión de bombas	130

13.1.2 Índice de tablas

Tabla 1 Bornes de conexión de controlador de flama Honeywell.....	39
Tabla 2 Lista de componentes existentes de horno de fundición.....	66
Tabla 3 Lista de componentes existentes del canal de fundición	69
Tabla 4 Lista de material Faltante del horno de fundición	71
Tabla 5 Lista de material Faltante del canal de distribución	73
Tabla 6 Dimensiones de riel DIN del horno de fundición	78
Tabla 7 Dimensiones de canaleta ranurada del horno de fundición.....	78
Tabla 8 descripción de componentes de la puerta del tablero del Horno de fundición	90
Tabla 9 Dimensiones de canaleta ranurada por niveles	102
Tabla 10 dimensiones de rieles Din	102
Tabla 11 Descripción de componentes puerta izquierda	110
Tabla 12 Descripción de componentes de puerta derecha	112

14NEXOS

14.1 CARTA DE ACEPTACIÓN



Fecha: 9 de Febrero de 2024

HAYDEE PATRICIA MARTÍNEZ HERNÁNDEZ
JEFA DEL DEPTO. DE GESTIÓN
TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN

OFICINA DE RESIDENCIA PROFESIONAL
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
PRESENTE

Asunto: Carta de Aceptación de Residencia Profesional

Por medio de la presente hacemos de su conocimiento que el siguiente alumno:

DATOS DEL RESIDENTE	
Nombre del estudiante:	Adrian Jair Roldan Benitez
No. de control del estudiante:	19370812
Carrera:	Mecatrónica
Semestre:	Decimo
Correo del estudiante:	l19370812@apizaco.tecnm.mx adrian.07ing@hotmail.com

Ha sido aceptado para realizar su Residencia Profesional en la empresa, teniendo en cuenta los siguientes datos:

DATOS DE LA EMPRESA	
Nombre de la empresa:	SAN JUAN FÁBRICA DE VIDRIO S. DE R.L. DE C.V.
Dirección	Priv. Resurrección Pte. No. 7-A Fracc. Industrial Resurrección Puebla, Pue. 72228
Proyecto que se asignará:	Análisis de planos para el diseño y elaboración de tableros de control para el proyecto "Horno Resurrección"
Área:	Automatización
Nombre del asesor	Ing. Pedro Daniel González Mendoza
Correo del asesor:	p.gonzalez@vidriosanjuan.com.mx
Horario del estudiante:	8:00 – 16:00 hrs
Fecha de inicio:	29 de Enero de 2024
Fecha de término:	29 de Mayo de 2024

De igual forma, me comprometo a realizar la evaluación de forma objetiva al estudiante en tiempo y forma. A acompañar al estudiante en su periodo de Residencia Profesional, y a velar que la implementación de su conocimiento adquirido previamente en la Universidad se esté llevando a cabo de forma idónea.

Atentamente,

AUREA SALAZAR HERNÁNDEZ
Responsable de Proyectos

San Juan Fábrica de Vidrio
S. de R.L. de C.V.
MAI-920410-528
Priv. Resurrección Pte. No. 7-A Frac
Resurrección, Puebla, Pue.
Tels: 222-12-90