TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO E INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN EN PROCESOS INDUSTRIALES

OPCIÓN QUE CORRESPONDA

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PRESENTA:

DIEGO GAEL ANAYA AGUILAR

NOMBRE DEL ASESOR:

MTRO. EUSTAQUIO JULIO HERNANDEZ NAVA

APIZACO, TLAX., ABRIL 2026

Educación
Secretaría de Educación Pública

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
Departamento Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Tzompantepec, Tlaxcala, 19/marzo/2026
Departamento: Ingeniería Eléctrica y Electrónica
No. De oficio: I.E.E. /155/2026

Asunto: Liberación de Proyecto
para la Titulación Integral

LIC. CECILIA YARELLY ARREGUÍN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral:

Nombre del egresado:	DIEGO GAEL ANAYA AGUILAR
Carrera:	INGENIERÍA ELECTRÓNICA
No. De Control:	19370491
Nombre del proyecto:	"DISEÑO E INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN EN PROCESOS INDUSTRIALES".
Producto	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

M.I.E. MARIO EDUARDO LEAL LÓPEZ
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

MTRO. EUSTAQUIO JULIO HERNÁNDEZ NAVA
Nombre y Firma del Asesor

MELL/isa*
C.p. Archivo



2026 año de Margarita Maza

Educación
Secretaría de Educación Pública

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, 14/abril/2026

DIEGO GAEL ANAYA AGUILAR
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL 19370491.
P R E S E N T E.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **"DISEÑO E INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN EN PROCESOS INDUSTRIALES",** conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **1 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

A T E N T A M E N T E
Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

CECILIA YARELLY ARREGUÍN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo
CYAL/gvm*



2026 año de Margarita Maza

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por su apoyo incondicional:

Mónica Anaya Aguilar y **Alfredo Morales Ramírez**, quienes me han apoyado en todo momento para alcanzar todas las metas que me he llegado a proponer. Su respaldo y orientación me impulsan a mejorar constantemente tanto personal y profesionalmente.

Agradezco a mi familia:

Mis abuelas, hermana, primos y tíos, que siempre me apoyaron y alentaron a continuar, los cuales siempre sus consejos y bromas me ayudaron a siempre tener una sonrisa en el rostro.

Agradezco a mis asesores:

Al **Ing. Eustaquio Julio Hernández Nava** y al **Téc. Misael Anaya Aguilar,** quienes son mi guía para realizar el proyecto, su asesoría y experiencia resultan fundamentales para obtener conocimientos que no solo se ven reflejados en estas páginas, también en muchos ámbitos de la vida.

ÍNDICE Página

AGRADECIMIENTOS 2

RESUMEN 3

CAPITULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO 8

1.1 INTRODUCCIÓN 8

1.2. PROBLEMAS POR RESOLVER 9

1.2.1. Planteamiento del Problema 9

1.3. OBJETIVOS 9

1.3.1. Objetivo General 9

1.3.2. Objetivos Específicos 9

1.4. JUSTIFICACIÓN 10

CAPITULO II. DATOS DE LA EMPRESA 11

2.1. VISIÓN 11

2.2. MISIÓN 11

2.3. UBICACIÓN 11

2.4. DESCRIPCIÓN DEL PUESTO 12

CAPITULO III. MARCO TEÓRICO 13

2.1. Historia de la Instrumentación Industrial 13

2.2. Introducción a la Instrumentación 13

2.3. Definiciones y Conceptos 14

2.4. Tipos de Sensores 15

2.4.1. Sensores de Presión 15

2.4.2. Sensores de Flujo 16

2.4.3. Sensores de Caudal Masico 17

2.5. Tipos de Actuadores 18

2.5.1. Válvula Mariposa Rasante DPX/DPAX GEN2 19

2.5.2. Bomba Centrifuga FPR 21

2.6. Redes Industriales y Conectividad 22

2.6.1. Redes Sensor-Actuador AS-i 22

2.6.2. Redes Ethernet 25

2.6.3 Conectores E70455 26

2.6.4. Conector RJ45 27

2.7. Tableros Eléctricos de Fuerza y Control 28

2.7.1. Tableros de Fuerza 28

2.7.2. Tableros de Control 29
2.8. CIP (Cleaning In Place) 29
2.9. Sala de Jarabes 31
CAPITULO III. DESARROLLO DEL PROYECTO 34
3.1. Inicio del Proyecto 34
3.2. Presentación del Proyecto 34
3.3. Diseño. Diagrama de Fuerza Tablero de Extractores de Techo Vinagre, Calderas y CCM 35
CAPITULO IV. RESULTADOS 49
4.1. Integración en Planta 49
4.1.1. Instrumentación en Sala de jarabes 49
4.1.3. Instrumentación en Línea 5 y Proceso CIP 56
4.1.4. Intervención de Tablero Eléctrico de Control 58
4.2. Fabricación y Montaje de Tablero de Extractores de Techo Vinagre, Calderas y CCM 59
CAPITULO V. COMPETENCIAS DESARROLLADAS 67
5.1. Manejo de AutoCAD 67
5.2. Diseño de Tableros Eléctricos de Fuerza y Control 67
5.3. Ensamble de Tableros Eléctricos de Fuerza y Control 67
5.4. Trabajo en equipo 67
5.5. Técnicas de diseño isométrico para cálculo de distancias 67
5.6. Comunicación proactiva y productiva 67
CAPITULO VI. CONCLUSIONES 68
6.1. Impacto del Proyecto. 68
6.2. Recomendaciones. 68
6.3. Experiencia Adquirida Personal y Profesional. 69
FUENTES DE INFORMACIÓN 71

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 - Fotografías Mostrando Ubicación de la Oficina de la Empresa 12
Imagen 2 - Sensor de Presión con Membrana Aflorante y con Pantalla (PI2204) 16
Imagen 3 - Sensor Inteligente de Flujo de Líquido de Alta Precisión 17
Imagen 4 - Transmisor 5700 para Medidores de Caudal Coriolis 18
Imagen 5 - Válvula Mariposa Rasante DPAX Complementada con Cabezal de Control SORIO 20
Imagen 6 - Bomba Centrifugadora FPR 22
Imagen 7 - Esquema de Distribución de una Red AS-i 23
Imagen 8 - Cable AS-i y Método de Conexión 23

Imagen 9 - Conector E70455 Para cable AS-i 26
Imagen 10 - conexión Tipo A y B 27
Imagen 11 - Tablero de Fuerza y Control 28
Imagen 12 - Diagrama de Funcionamiento de Proceso CIP 31
Imagen 13 - Sala de Jarabes 33
Imagen 14 - Canalización de Redes a Través de Charolas 49
Imagen 15 - Localización de Válvulas con Cabezal de Control 50
Imagen 16 - a) Instalación de Sensor de Presión con Membrana Aflorante y con Pantalla (PI2204), b) visualización de Parte Superior del Instrumento 50
Imagen 17 - Canalización de Redes industriales AS-i 51
Imagen 18 - Canalización de conductores de fuerza 51
Imagen 19 - Conexión de Alimentación Neumática y Protocolo M12 52
Imagen 20 - Conexión de instrumento y Visualización de Lectura 52
Imagen 21 - Conexión de Bomba Centrifugadora 53
Imagen 22 - Bomba Centrifuga y Conductores Listos Para Conexión 53
Imagen 23 - Conexión de Protocolo Ethernet Para Sensor de Flujo 54
Imagen 24 - Instrumento de Medición de Caudal Masico 54
Imagen 25 - Funcionamiento del Sensor de Caudal Masico 55
Imagen 26 - Conexión de Bombas Centrifugas e Interruptores en Sala de Jarabe 55
Imagen 27 - Válvulas con Cabezal de Control en Línea 5 56
Imagen 28 - Cubierta de Cabezal de Control Retirada para Instalación y Conexión de Protocolos 56
Imagen 29 - Conexión de Válvula y Cabezal de Control Coriolis, Mediante Conectores E70455, M12 de 4 Pines y Red AS-i 57
Imagen 30 - Instrumentación de Proceso CIP 58
Imagen 31 - Disposición de Conductores Eléctricos 59
Imagen 32 - Alimentación de 24 VCD Para Relevadores 59
Imagen 33 - Montaje de Canaletas y Rieles Din en Platina de Tablero Eléctrico 60
Imagen 34 - Dispositivos Eléctricos y Protecciones Montadas en Platina de Tablero Eléctrico 61
Imagen 35 - Presentación de Platina Dentro de Gabinete 61
Imagen 36 – Conexión de Interruptor Termomagnético Principal 62
Imagen 37 - Conexión de Cuadro de Potencia 62
Imagen 38 - Conexión de Transformador 63
Imagen 39 - Disposición de Portafusibles, Clemas, Separadores y Tierras 63
Imagen 40 - Conexión de Guardamotores y Contactores 64
Imagen 42 - Cableado y Conexión de Botones de Arranque y Paro 65
Imagen 41 - Cableado y Conexión de Dispositivos Eléctricos 65
Imagen 43 - Culminación de Montaje en oficinas de la Empresa 66

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1 – Carátula Utilizada Para Presentación del Proyecto y Visualización de Datos Técnicos 36
Diagrama 2 – Índice utilizado Para Identificar de manera Rápida Paginas de los Diagramas..... 36
Diagrama 3 – Simbología Eléctrica a Utilizar en el Desarrollo de los Diagramas Para su Rápida Visualización..... 37
Diagrama 4 - Ensamble de Gabinete, Vista Frontal y Exterior del Gabinete..... 38
Diagrama 5 - Ensamble de Platina, vista Interior y Ubicación de Componentes Eléctricos 40
Diagrama 6 - Diagrama de Fuerza 440 VAC..... 43
Diagrama 7 - Diagrama de Fuerza 440 VAC..... 44
Diagrama 8 - Alimentación 120 VAC 45
Diagrama 9 - Diagrama de Control..... 46
Diagrama 10 - Diagrama de Control..... 47
Diagrama 11 - Lista de Materiales a Utilizar Durante el Desarrollo del Tablero Eléctrico de Control 48

RESUMEN

Este proyecto tuvo como objetivo diseñar, calibrar e integrar diversos sistemas de instrumentación aplicados a procesos industriales, con el propósito de optimizar la eficiencia y aumentar la capacidad de producción en entornos industriales.

Durante su desarrollo, se realizó la canalización de redes industriales, la intervención de tableros de control, así como la conexión y calibración de instrumentos de medición, tales como sensores de flujo, presión y temperatura. Asimismo, se integraron actuadores, entre ellos válvulas y motores.

El proceso de instrumentación abarcó desde el diseño hasta la implementación y puesta en marcha de los sistemas, garantizando que los instrumentos proporcionaran lecturas precisas, que los actuadores operaran correctamente y que los dispositivos facilitaran el control eficiente de los procesos industriales.

CAPITULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN

Los instrumentos de control están universalmente aceptados. Hoy en día, es inimaginable la existencia de una industria moderna sin instrumentos. Y, aunque existiera, las necesidades, que crea el mercado, de obtener productos terminados con las garantías de calidad exigidas y en la cantidad suficiente para que el precio obtenido sea competitivo, forzarían a modificar esta hipotética industria, incluyendo en la transformación subsiguiente la automatización del proceso mediante los instrumentos de medición y control [1].

En la industria se presenta pues, repetidamente, la necesidad de conocer y entender el funcionamiento de los instrumentos y el papel que juegan dentro del control del proceso. Así le ocurre al jefe o al operador del proceso, al proyectista y a su ingeniería, al estudiante y a cualquier persona que esté relacionada o vaya a relacionarse con el proceso, sin mencionar, como es lógico, al instrumentista o al técnico en instrumentos para quienes el tema es la esencia de su profesión [1].

En todos estos procesos, es absolutamente necesario controlar y mantener constantes algunas magnitudes, tales como la presión, el caudal, el nivel, la temperatura, el pH, la conductividad, la velocidad, la humedad, el punto de rocío, etc. Los instrumentos de medición y control permiten el mantenimiento y la regulación de estas constantes en condiciones más idóneas que las que el propio operador podría realizar [1].

La creciente demanda de expansión en las industrias es una de las razones clave para el desarrollo de este proyecto, ya que se necesita del diseño y la integración de los instrumentos necesarios para cada proceso.

La finalidad del proyecto es instrumentar y que los procesos cumplan con sus funciones, ya sea procesos completamente nuevos e independientes o la ampliación de líneas de producción existentes, todo esto para optimizar la capacidad operativa y mejorar el rendimiento general.

1.2. PROBLEMAS POR RESOLVER

1.2.1. Planteamiento del Problema

La creciente demanda de productos en diversos sectores industriales ha puesto de manifiesto la necesidad de mejorar la eficiencia y capacidad de producción. Por esta razón las empresas se encuentran con la necesidad de expandir sus líneas de producción, Por lo tanto, es necesario diseñar e integrar sistemas de instrumentación que permitan un monitoreo y control más eficiente de los procesos industriales, con el objetivo de aumentar la producción y reducir los tiempos de inactividad.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Diseñar, armar e instalar tableros eléctricos de fuerza y control, así como integrar e implementar sistemas de instrumentación en procesos industriales, con el objetivo de optimizar y expandir el monitoreo y la gestión de los instrumentos, garantizando eficiencia, seguridad y confiabilidad en el funcionamiento del sistema.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Diseñar, armar e instalar tableros eléctricos de fuerza y control.
- Diseñar sistemas de distribución de fuerza y control.
- Integración e implementación de instrumentos en procesos industriales.
    - Canalización de redes industriales.
    - Conexión de actuadores (Válvulas, Motores).
    - Conexión de instrumentos de medición (Temperatura, Presión, Flujo, Caudal).
    - Intervención a tableros eléctricos de control.
- Diseño de canalizaciones.
- Elaboración de memorias de cálculo para conductores y protecciones para motores.
- Selección de materiales.

1.4. JUSTIFICACIÓN

La implementación de este proyecto permitirá a las empresas alcanzar sus objetivos estratégicos, como la expansión y la optimización de la eficiencia en sus procesos de producción. Al concluir el proyecto, los sistemas de instrumentación integrados facilitarán la intervención en las actividades operativas, de mantenimiento y otras áreas clave, simplificando su gestión y mejorando su desempeño.

CAPITULO II. DATOS DE LA EMPRESA

“PROYECTOS INSTALACIONES & DISEÑO ELÉCTRICO”

MARCO ANTONIO CHÁVEZ ÁLVAREZ

2.1. VISIÓN

Ofrecer nuestros servicios de calidad a precios competitivos para tener la preferencia de nuestros clientes.

2.2. MISIÓN

Nosotros somos una empresa dedicada a la venta de mano de obra y equipo en materia de obra eléctrica. Contamos con la asesoría especializada para ofrecer calidad, seguridad y confianza en el desarrollo de proyectos, complementando materiales de marcas reconocidas y mano de obra certificada que garantiza que nuestras instalaciones serán de la completa satisfacción de usuarios finales.

2.3. UBICACIÓN

Dirección: Monte Alto No. 14, Colonia Jesús Del Monte, Cuajimalpa, CP. 05260, CDMX

RFC: CAAM741031PF1

Ciudad: CDMX

Teléfono y extensiones: 55-8095-6710, 722- 607-2604, 55- 4569-1760

Área: Proyectos

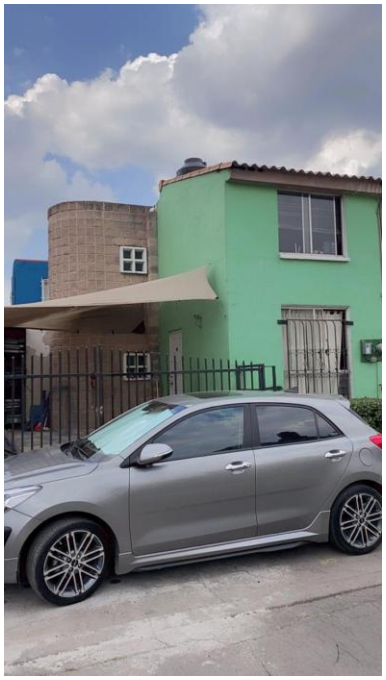




Imagen 1 - Fotografías Mostrando Ubicación de la Oficina de la Empresa

En estas oficinas se realizan todos los documentos e información pertinente para entregar a las empresas a las cuales trabajamos, de hecho, también funciona como almacén de toda herramienta y materiales a utilizar para cada proyecto, así mismo también es donde se reúne todo el equipo para transportarnos.

2.4. DESCRIPCIÓN DEL PUESTO

El estudiante se desempeñó en el área de Proyectos, participando en diversas iniciativas de diseño, integración e implementación, relacionadas con instrumentación y proyectos eléctricos.

CAPITULO III. MARCO TEÓRICO

2.1. Historia de la Instrumentación Industrial

La instrumentación industrial ha sido clave para garantizar la calidad y eficiencia en los procesos de fabricación. Aunque el uso de instrumentos para medir variables como presión, temperatura o caudal se remonta a las primeras actividades humanas, su aplicación formal en la industria comenzó con la Revolución Industrial.

Inicialmente, el control era manual y local, lo que generaba imprecisiones y dificultades en la recolección de datos. Esto llevó al desarrollo de la instrumentación neumática, que utilizaba señales de aire comprimido para traducir variables del proceso. Sin embargo, presentaba desventajas como alto consumo energético, pérdidas por distancia y limitaciones en la ubicación de los equipos.

Posteriormente, surgieron los controladores neumáticos automáticos, que mejoraron la regulación de procesos, pero no resolvieron completamente los problemas del sistema neumático. Fue en la década de 1960 cuando se dio un gran avance con la llegada de la instrumentación electrónica, que reemplazó el aire comprimido por señales eléctricas, permitiendo mayor precisión, eficiencia energética y automatización.

2.2. Introducción a la Instrumentación

La instrumentación se define como el conjunto de herramientas utilizadas para medir, convertir o transmitir variables físicas o químicas, necesarias para iniciar, desarrollar y controlar las distintas etapas de un proceso industrial. Estas herramientas permiten conocer en tiempo real lo que ocurre en un sistema, liberando al operador de tareas manuales y mejorando la precisión y seguridad de las operaciones [2].

El ingeniero en esta área participa en tareas como la elaboración de hojas de especificaciones técnicas, revisión de planos de tuberías e instrumentación, y el diseño de la lógica de control, ya sea electrónica, neumática o hidráulica [2].

La instrumentación y el control de procesos forman parte de una rama de la ingeniería que combina conocimientos de distintas áreas como la automatización, los sistemas de control y la informática. Esta especialidad es clave en muchas industrias, ya que permite supervisar, regular y optimizar procesos de manera eficiente y segura.

2.3. Definiciones y Conceptos

La instrumentación ha permitido el avance tecnológico de la ciencia actual como la automatización de los procesos industriales; ya que la automatización es solo posible a través de elementos que puedan captar o transmitir lo que sucede en el ambiente, para luego tomar una acción de control preprogramada que actué sobre el sistema para obtener el resultado previsto [2].

Los instrumentos pueden ser simples como transmisores, válvulas, sensores y pueden ser muy complejos como controladores, analizadores y amortiguadores [2].

- **INSTRUMENTACIÓN:** La instrumentación es una colección de instrumentos y su aplicación con el propósito de observación, medición y control. Se encarga de mantener funcionando el proceso de manera óptima a través de elementos que sirven para medir, convertir, transmitir, controlar o registrar las variables [4].
- **SISTEMA DE MEDICIÓN:** Un sistema de medición es la colección de operaciones, procedimientos, instrumentos de medición y otro equipo, software y personal definido para asignar un número a la característica que está siendo medida [5].
- **SEÑAL:** Es aquella muestra física que puede ser medida ya sea variable o constante en el tiempo [2].
- **INDICADORES:** Poseen una escala para expresar la equivalencia de los datos al operario, pueden ser manómetros, tensiómetros, entre otros [2].
- **TRANSMISOR:** En el campo de la instrumentación y control es un equipo que emite una señal, código o mensaje a través de un medio que está conectado al sensor mediante conductores eléctricos [2].
- **CONTROLADORES:** Es aquel instrumento que compara el valor medido con el valor deseado, en base a esta operación calcula un error, para luego actuar con el fin de corregir el error [2].
- **TRANSDUCTORES:** Reciben una señal de entrada en función de una o más cantidades físicas y la convierten modificada a una señal de salida [2].
- **RANGO:** Se define como el intervalo comprendido entre el valor mínimo y máximo que el instrumento puede medir, transmitir o indicar [2].

- **LINEALIDAD:** Es la característica que define qué tanto se acerca la curva de calibración del instrumento a una línea recta [2].
- **PRECISIÓN:** Capacidad de un instrumento de entregar el mismo valor para la magnitud medida al realizar varias mediciones y en unas mismas condiciones [2].
- **AMORTIGUADORES:** Un amortiguador es aquel dispositivo que ha sido diseñado para la absorción de energías producidas a partir de impactos o golpes o bien, para que aquellas oscilaciones provocadas por algún movimiento periódico disminuyan [2].
- **ERROR:** Es la diferencia entre la salida real y la salida ideal. El error se puede expresar como un porcentaje de la lectura [2].
- **SENSOR:** Es un dispositivo que, al partir de la energía del medio en el que se mide, proporciona una señal de salida transducible que es función de la magnitud que se pretende medir [2].
- **EXACTITUD:** Es la capacidad de un instrumento de medición de dar indicaciones que se aproximen al valor verdadero de la magnitud medida [2].

2.4. Tipos de Sensores

Un sensor es un dispositivo para detectar y señalar una condición de cambio, con frecuencia, una condición de cambio se trata de la presencia o ausencia de un objeto o material (detección discreta). También puede ser una cantidad capaz de medirse, como un cambio de distancia, tamaño o color, detección analógica. Los sensores posibilitan la comunicación entre el mundo físico como electrónicos, utilizándose extensivamente en todo tipo de procesos industriales y no industriales para propósitos de monitoreo, medición, control y procesamiento [2].

2.4.1. Sensores de Presión

Los sensores de presión o transductores de presión son elementos que transforman la magnitud física de presión o fuerza por unidad de superficie en otra magnitud eléctrica que será la que emplearemos en los equipos de automatización o adquisición estándar. Los rangos de medida son muy amplios, desde unas milésimas de bar hasta los miles de bar. Para cubrir los diferentes rangos de medida, precisión y protección, disponemos de una gran variedad de transductores de presión, fabricados con diferentes tecnologías, que permiten cubrir todas sus necesidades [2].

La imagen 2, hace referencia al Sensor de presión con membrana aflorante y con pantalla PI2204.

- Para el uso en entornos húmedos en el rango de temperaturas elevadas en la industria alimentaria y de bebidas
- Robusta carcasa de acero inoxidable con diseño adecuado para aplicaciones asépticas y con montaje frontal a ras
- Con tecnología de conexión de dos y de tres hilos
- Cableado menos complejo en caso de funcionamiento como bucle de corriente de dos hilos
- Transmisor de presión integrado con conexión clamp y membrana de acero inoxidable



Imagen 2 - Sensor de Presión con Membrana Aflorante y con Pantalla (PI2204)

2.4.2. Sensores de Flujo

Los sensores de flujo tienen la función específica de monitorear la velocidad de fluidos. Un sensor de flujo es un dispositivo que, al ser instalado en una tubería, permite determinar si hay circulación de un gas o un fluido, es decir, estos sensores nos indican la ausencia o presencia de flujo, pero no miden el caudal [2].

En los procesos industriales, la instalación de equipos para medir el flujo de líquidos es fundamental, y dentro de estos sistemas, el sensor de flujo juega un papel clave para garantizar un funcionamiento seguro y confiable. En muchas aplicaciones, es necesario medir con gran precisión

la cantidad de fluido que circula, ya que esto influye directamente en la calidad del producto o en la eficiencia del proceso. Por eso, es esencial contar con sensores de alta calidad que aseguren resultados exactos y consistentes.

La imagen 3 hace referencia al Sensor inteligente de flujo de líquido de alta precisión.

- La señal de salida es, habitualmente, lineal.
- No presentan obstrucciones al flujo, por lo que son adecuados para la medida de todo tipo de suspensiones, barros, melazas, etcétera.
- El costo de mantenimiento es muy bajo.
- Caída de presión realmente baja, por lo que son adecuados para su instalación en grandes tuberías de suministro de agua.



Imagen 3 - Sensor Inteligente de Flujo
de Líquido de Alta Precisión

2.4.3. Sensores de Caudal Masico

Un sensor de caudal másico es un dispositivo que mide directamente la masa de un fluido que pasa por un punto en un sistema por unidad de tiempo, sin necesidad de calcularla a partir del volumen y la densidad [9].

Es un tipo de sensor diseñado para medir el caudal másico (kg/h, g/s, etc.) de un fluido, ya sea líquido o gas. A diferencia de los sensores de caudal volumétrico, estos sensores no requieren conocer la densidad del fluido para calcular la masa [9].

Existen 2 tipos comunes:

1.- **Coriolis**: mide la desviación de un tubo vibrante por el paso del fluido (muy preciso).

2.- **Térmico**: mide la disipación de calor en un sensor calentado (común en gases).

La imagen 4 hace referencia al sensor de caudal masico, en específico al Transmisor 5700 para medidores de caudal Coriolis.

- Control de procesos industriales donde la masa es más relevante que el volumen (por ejemplo, en reacciones químicas).
- Dosificación precisa de ingredientes en alimentos, farmacéutica o cosmética.
- Medición de gases en condiciones variables de presión y temperatura.
- Sistemas de combustión, donde se necesita saber cuánta masa de aire o combustible entra.



Imagen 4 - Transmisor 5700 para Medidores de Caudal Coriolis

2.5. Tipos de Actuadores

En los sistemas de control industrial, los actuadores desempeñan un papel fundamental, ya que son los encargados de ejecutar físicamente las órdenes emitidas por los controladores. Su función principal es regular la potencia del proceso o planta, amplificando las señales de mando para generar una respuesta mecánica, hidráulica, neumática o eléctrica que impacte directamente en el sistema.

Estos dispositivos convierten señales de control en acciones físicas, como abrir o cerrar una válvula, mover un brazo robótico o ajustar la velocidad de un motor. En esencia, son el vínculo entre la lógica de control y la operación real del proceso.

Los actuadores pueden clasificarse según la fuente de energía que utilizan:

- **Eléctricos**: Incluyen motores eléctricos, servomotores y motores paso a paso. Son comunes en sistemas de control de movimiento por su precisión y facilidad de integración.
- **Electrónicos**: Similares a los eléctricos, pero con mayor énfasis en el control digital y la integración con sistemas mecatrónicos.
- **Hidráulicos**: Operan mediante presión de fluidos, ideales para aplicaciones que requieren gran fuerza y robustez.
- **Neumáticos**: Utilizan aire comprimido, son rápidos y económicos, aunque menos precisos que los eléctricos o hidráulicos.

La elección del actuador adecuado depende de múltiples factores: tipo de movimiento requerido, velocidad de respuesta, precisión, entorno de operación y tipo de energía disponible. Una correcta selección garantiza eficiencia, seguridad y confiabilidad en el sistema automatizado.

2.5.1. Válvula Mariposa Rasante DPX/DPAX GEN2

La válvula mariposa rasante DPX/DPAX GEN2 de Definox es un componente diseñado para controlar el paso de fluidos en sistemas de procesamiento industrial, especialmente en sectores donde la higiene y la eficiencia son prioritarias, como la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética. Esta válvula se caracteriza por su diseño compacto y sanitario, que permite un flujo sin retenciones, lo que reduce el riesgo de contaminación y facilita las operaciones de limpieza en línea (CIP/SIP).

Su funcionamiento se basa en un disco central que gira sobre un eje para abrir o cerrar el paso del fluido. En posición abierta, el disco se alinea con el flujo, permitiendo el paso libre del producto. En posición cerrada, el disco se interpone en el conducto, bloqueando completamente el paso. Esta operación puede realizarse manualmente (en el modelo DPX) o de forma automática mediante un actuador neumático (en el modelo DPAX), que responde a señales de control para mover el disco según se requiera.

Cuando se complementa con el cabezal de control SORIO, la válvula DPAX GEN2 se convierte en un sistema inteligente de control de flujo. El cabezal SORIO permite monitorear en tiempo real la posición de la válvula (abierta o cerrada), diagnosticar posibles fallos o desgastes, y comunicarse con sistemas de automatización mediante protocolos digitales como IO-Link o AS-i. Esto no solo mejora la trazabilidad y el mantenimiento predictivo, sino que también optimiza la eficiencia operativa al integrarse completamente en entornos de producción automatizados.

La Imagen 5 hace referencia a la válvula mariposa rasante, siendo complementada con el cabezal de control SORIO, su implementación de estos dos instrumentos juntos facilita las actividades de cualquier involucrado en mantenimiento, control y operación.



Imagen 5 - Válvula Mariposa Rasante DPAX Complementada con Cabezal de Control SORIO

Las válvulas mariposa automáticas DPAX GEN2 de Definox, cuando están equipadas con el cabezal de control SORIO, pueden conectarse a redes industriales como AS-Interface (AS-i) mediante una interfaz de comunicación digital integrada en el propio cabezal.

El SORIO está diseñado para integrarse directamente en redes AS-i, lo que permite la comunicación entre el sistema de control (como un PLC) y la válvula. Esta conexión se realiza a través de un conector M12 de 4 pines, que es el estándar para dispositivos AS-i. Este conector

permite tanto la alimentación como la transmisión de datos en un solo cable plano, característico de la red AS-i.

Una vez conectado, el cabezal SORIO transmite información sobre el estado de la válvula (abierta, cerrada, en fallo, etc.) y puede recibir órdenes de apertura o cierre desde el sistema de control. Además, en versiones avanzadas como SORIO IO-Link, se pueden obtener diagnósticos detallados, como el número de ciclos, desgaste de sellos o alertas de mantenimiento.

Funciones del cabezal de control SORIO:

- Indica si la válvula está abierta o cerrada.
- Detecta fallos, fugas o desgaste de sellos.
- Disponible en versiones IO-Link, AS-i o digital estándar.
- La versión IO-Link permite anticipar fallos antes de que ocurran.
- Se adapta a múltiples tipos de válvulas Definox.

2.5.2. Bomba Centrifuga FPR

La bomba FPR de Fristam es una bomba centrífuga que se usa mucho en industrias como la de alimentos, bebidas, farmacéutica y cosmética. Está hecha completamente de acero inoxidable y está diseñada para ser muy fácil de limpiar y mantener, lo que la hace ideal para procesos donde la higiene es muy importante [11].

Funciona haciendo girar una especie de hélice (llamada impulsor) que empuja el líquido hacia afuera, generando presión para moverlo por las tuberías. Lo bueno de esta bomba es que puede trabajar con productos delicados sin dañarlos, es silenciosa, consume poca energía y sigue funcionando bien incluso si hay cambios bruscos de presión [12].

Una de sus ventajas más grandes es que su sello (la parte que evita fugas) se puede revisar y cambiar sin tener que desmontar toda la bomba, lo que ahorra mucho tiempo y dinero en mantenimiento.

La imagen 6 hace referencia a la bomba centrifugadora. En ella se puede observar el diseño general del equipo, incluyendo su carcasa de acero inoxidable, el impulsor interno y las conexiones sanitarias. Esta representación visual permite identificar los componentes principales que intervienen en el funcionamiento de la bomba, así como su configuración compacta y fácil de mantener, características clave de la serie FPR de Fristam.



Imagen 6 - Bomba Centrifugadora FPR

2.6. Redes Industriales y Conectividad

En el ambiente industrial se utilizan redes para transferir información de una computadora a un sistema de producción o solo a algún equipo especifico, esto con la finalidad de poner en marcha algún proceso, monitorear variables como presión, temperatura, etc., todas estas actividades se pueden realizar desde un lugar de control o desde un punto lejano fuera del lugar de trabajo. Sin embargo, es necesario comprender el funcionamiento de la red, así como el de los protocolos utilizados para aplicaciones industriales [13].

El estudio de las redes industriales proporciona una visión de cómo se realizan las conexiones en diferentes tipos de redes, la forma de configurar computadoras y equipos industriales, analizar protocolos de comunicación, todo esto con la finalidad de realizar una instalación y control de redes [13].

2.6.1. Redes Sensor-Actuador AS-i

El bus AS-i (Actuator-Sensor Interface) nació en 1990 como un intento de eliminar el cableado existente entre los sensores y actuadores binarios (todo-nada) con la característica añadida

de proporcionar la tensión de alimentación sobre el mismo cable (hasta 8A). Posteriormente, el bus ha evolucionado para comunicarse con elementos inteligentes y poder transmitir datos y parámetros además de las señales binarias. El bus AS-i es considerado uno de los sistemas de comunicación más sencillos y con menos prestaciones, por lo que se emplea a nivel de campo en la parte más baja de la pirámide de automatización.

La imagen 7 muestra el esquema de distribución adoptado en estas redes.

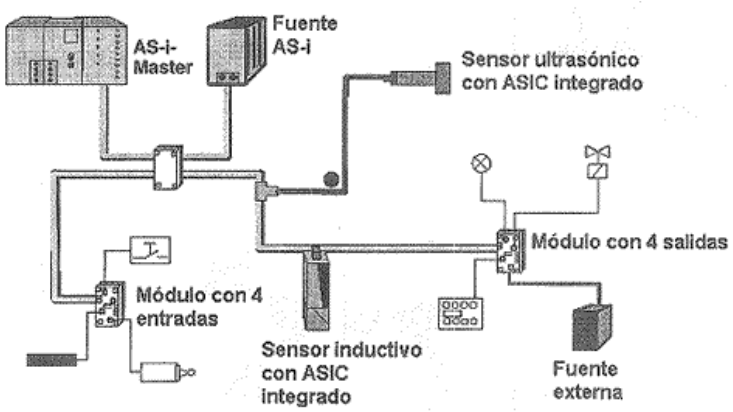


Imagen 7 - Esquema de Distribución de una Red AS-i

La imagen 8 muestra la forma física de la red y su conexión mediante conectores de pinza

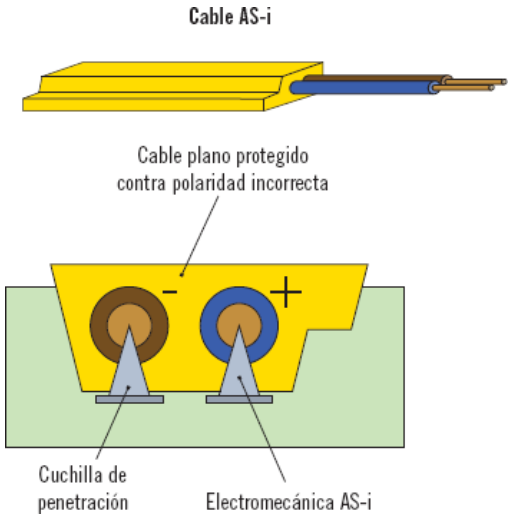


Imagen 8 - Cable AS-i y Método de Conexión

El bus presenta una serie de características clave que lo hacen eficiente para la comunicación industrial. Su funcionamiento se basa en un sistema de sondeo, donde un maestro gestiona la comunicación con varios dispositivos esclavos. Este proceso es muy rápido, ya que en un máximo de 5 milisegundos se puede obtener el estado de todos los esclavos conectados.

En cuanto a su capacidad, un solo maestro puede manejar hasta 31 esclavos, aunque en la versión 2.1 del protocolo este número se amplía hasta 62, y puede incrementarse aún más mediante el uso de repetidores. Cada esclavo tiene la posibilidad de manejar 4 entradas y 4 salidas digitales, además de 4 bits de parámetros, lo que permite alcanzar hasta 248 señales digitales en total.

El sistema también es compatible con módulos analógicos, y el direccionamiento de los esclavos se realiza electrónicamente, ya sea desde el maestro o mediante un dispositivo específico. Otra ventaja importante es su flexibilidad en la topología de red, ya que admite cualquier configuración, incluso combinaciones mixtas, con una longitud máxima de 100 metros sin repetidores y una caída de tensión que no debe superar los 3V.

En cuanto a la alimentación, los esclavos deben operar con una tensión entre 26.5 y 31.6 voltios, y su consumo típico de corriente es de aproximadamente 200 mA por dispositivo.

Como se puede apreciar en la figura anterior, para instalar una red AS-i se requieren varios elementos fundamentales. En primer lugar, se necesita un maestro del bus AS-i, el cual suele estar conectado a un autómata programable o al sistema principal de control. También puede estar vinculado a una pasarela (gateway) que permite la comunicación entre el bus AS-i y otros dispositivos a través de una red de nivel superior.

Otro componente esencial es la fuente de alimentación AS-i, que suministra 30 VDC y hasta 8 amperios para alimentar a los dispositivos esclavos mediante un solo cable. En caso de que se necesiten mayores corrientes, es posible incorporar fuentes adicionales que proporcionen alimentación a través de cables separados, como los de 24 VDC (cable negro) o 230 VAC (cable rojo).

En cuanto a los esclavos del sistema, existen dos tipos principales. Por un lado, están los que integran directamente el protocolo AS-i en el propio dispositivo de entrada o salida, gracias a un chip ASIC. Por otro lado, se encuentran los módulos AS-i genéricos, que ofrecen 4 entradas/salidas de tensión para conectar sensores o actuadores binarios convencionales. Esta segunda opción resulta especialmente útil en instalaciones ya existentes, ya que permite conservar los dispositivos actuales y solo requiere cambiar el cableado.

Finalmente, el cable de conexión más común es un cable plano de dos hilos sin apantallar, fácilmente identificable por su color amarillo y una muesca lateral que facilita su instalación.

También se puede utilizar cable redondo de dos hilos con una sección de 1,5 mm² por hilo, ya sea apantallado o no, aunque en este caso se debe tener mayor cuidado para evitar errores de polaridad durante la instalación.

2.6.2. Redes Ethernet

El Ethernet Industrial es una adaptación del protocolo Ethernet tradicional, diseñado específicamente para su uso en entornos industriales donde las condiciones pueden ser mucho más exigentes que en redes de oficina o domésticas. A diferencia del Ethernet convencional, que prioriza el ancho de banda y la conectividad general, el Ethernet Industrial está optimizado para garantizar la transmisión confiable de datos en tiempo real, incluso en presencia de vibraciones, temperaturas extremas, humedad o interferencias electromagnéticas

Su funcionamiento se basa en los mismos principios que Ethernet estándar, pero incorpora protocolos especializados que aseguran una comunicación precisa, rápida y sincronizada entre dispositivos como PLCs, sensores, actuadores, robots y sistemas SCADA. Esto permite que todos los elementos de una planta industrial estén conectados de forma eficiente, facilitando la automatización y el monitoreo continuo de procesos.

Además, el Ethernet Industrial puede alcanzar velocidades de transmisión que van desde 10 Mbps hasta 100 Gbps, dependiendo del tipo de infraestructura utilizada. También puede cubrir distancias de hasta 100 metros con cableado de cobre, o mayores si se emplea fibra óptica o enlaces inalámbricos

En el contexto de la instrumentación:

- Permite conectar sensores, actuadores, controladores lógicos programables (PLC), sistemas SCADA y otros instrumentos en una misma red, facilitando la comunicación entre ellos de forma rápida y confiable.
- Gracias a protocolos industriales como EtherNet/IP, PROFINET o Modbus TCP, se garantiza la entrega de datos críticos con baja latencia, lo cual es esencial para el control de procesos en tiempo real.
- Los instrumentos conectados a través de Ethernet pueden ser supervisados desde cualquier punto de la red, lo que permite detectar fallos, realizar mantenimiento predictivo y ajustar parámetros sin necesidad de intervención física directa.

- La instrumentación basada en Ethernet puede crecer fácilmente, añadiendo nuevos dispositivos sin necesidad de rediseñar toda la infraestructura. Además, permite combinar diferentes tipos de redes y protocolos en una arquitectura híbrida.
- Al utilizar una red común para múltiples dispositivos, se reduce la cantidad de cables necesarios, lo que simplifica la instalación y el mantenimiento.

2.6.3 Conectores E70455

Los conectores de desplazamiento de aislamiento (IDC) para cables planos AS-i, como el modelo E70455, se utilizan para realizar conexiones rápidas y seguras en redes industriales AS-Interface (Actuator Sensor Interface). Su función principal es permitir la conexión de dispositivos como sensores, actuadores o módulos esclavos al bus de comunicación AS-i sin necesidad de pelar el cable.

Estos conectores funcionan mediante cuchillas internas que penetran el aislamiento del cable plano al ser presionados, haciendo contacto directo con los conductores internos. Esto simplifica enormemente la instalación, reduce errores de conexión y mantiene la integridad del aislamiento del cable.

Para las conexiones de instrumentos como lo son las válvulas de la marca DEFINOX, se requiere de la implementación de este tipo de conectores para cable plano AS-Interface.

La imagen 9 muestra como son este tipo de conectores, siendo su principal característica para destacar por su tamaño.



Imagen 9 - Conector
E70455 Para cable AS-i

2.6.4. Conector RJ45

Los términos RJ45 A y RJ45 B se refieren a los dos estándares de cableado más comunes para conectores RJ45 en redes Ethernet: TIA/EIA-568A y TIA/EIA-568B. Ambos definen el orden de los colores de los cables dentro del conector RJ45, que es el conector típico para cables de red.

La imagen 10 se muestra los dos tipos de conexiones, mostrando de manera detallada la posición de cada uno de los conductores señalizados con sus respectivos colores.

- RJ45 A (568A): Es uno de los esquemas de cableado definidos por la norma TIA/EIA. Se usa más en instalaciones gubernamentales o en algunos países por preferencia.
- RJ45 B (568B): Es el más común en instalaciones comerciales y domésticas, especialmente en América.

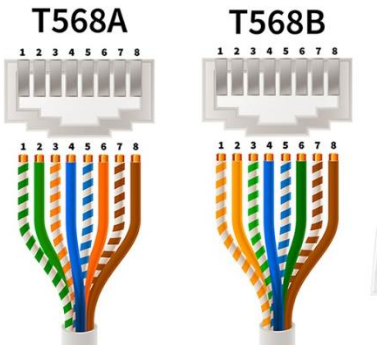


Imagen 10 - conexión Tipo A y B

La diferencia está en el orden de los cables de colores dentro del conector. Ambos usan los mismos pares de hilos, pero los pares verde y naranja están invertidos.

- Si usas el mismo estándar en ambos extremos del cable (A-A o B-B), obtienes un cable recto, que se usa para conectar dispositivos diferentes (por ejemplo, una computadora a un switch).
- Si usas un extremo A y el otro B, obtienes un cable cruzado, que se usaba antes para conectar dispositivos iguales (como dos computadoras directamente), aunque hoy en día la mayoría de los equipos detectan esto automáticamente.

2.7. Tableros Eléctricos de Fuerza y Control

Un tablero eléctrico es una caja que contiene los dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma de alimentación, con sus cubiertas soportes correspondientes, para cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico. La fabricación o ensamblaje de un tablero eléctrico debe cumplir criterios de diseño normativas que permitan su funcionamiento correcto una vez energizado, garantizando la seguridad de los operarios de las instalaciones en las cuales se encuentran ubicados. Los equipos de protección, de control, así como los instrumentos de medición, se instalan por lo general en tableros eléctricos.

2.7.1. Tableros de Fuerza

Los tableros de fuerza están diseñados para distribuir la energía eléctrica a los diferentes equipos y sistemas de una instalación. Se encargan de recibir la energía desde la fuente principal y distribuirla a través de interruptores, fusibles y otros dispositivos de protección. Estos tableros pueden clasificarse según su capacidad de carga, tamaño y aplicación específica.

La imagen 11 muestra un tablero de fuerza y control eléctrico en el que se distinguen claramente las líneas principales de energía. Cada una de estas fases cuenta con su respectivo interruptor principal. También se observan diversos componentes eléctricos, como barras de conexión, terminales de neutro (N) y tierra (T), que forman parte del sistema de distribución y protección del circuito, además de sistemas de control como PLC.

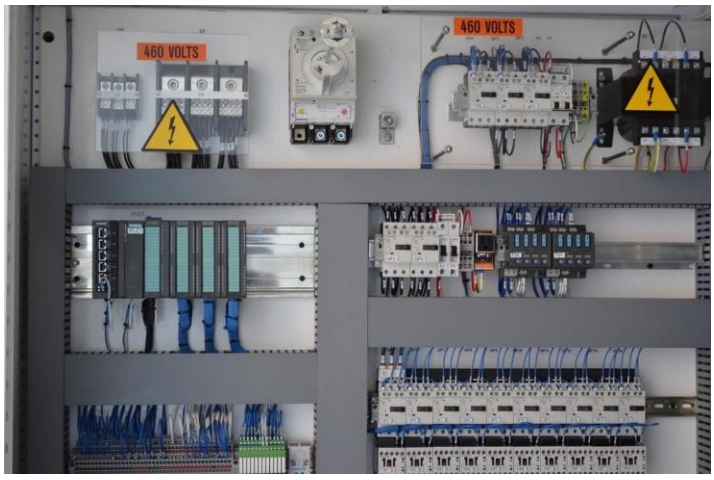


Imagen 11 - Tablero de Fuerza y Control

2.7.2. Tableros de Control

Un tablero industrial de control para automatización es un sistema centralizado que permite gestionar, supervisar y proteger procesos automatizados en entornos industriales. Estos tableros son fundamentales para garantizar la eficiencia, seguridad y continuidad operativa de maquinaria y sistemas productivos.

El diseño de estos tableros suele ser personalizado, adaptado a las necesidades específicas de cada proceso o instalación. En su interior se integran componentes como controladores lógicos programables (PLC), interfaces hombre-máquina (HMI), relés, contactores, variadores de frecuencia, sensores, actuadores y fuentes de alimentación. Además, cuentan con protocolos de comunicación industrial como Modbus, Profibus o Ethernet/IP, que permiten la interacción entre distintos dispositivos y sistemas.

Una de las ventajas más destacadas de estos tableros es su capacidad para permitir el monitoreo remoto, lo que facilita la supervisión del estado del sistema desde estaciones centrales o dispositivos móviles. Esto resulta especialmente útil en plantas que operan de forma continua o en zonas de difícil acceso.

Los tableros industriales de control se aplican en una amplia variedad de sectores, como líneas de producción automatizadas, sistemas de bombeo, plantas de alimentos y bebidas, procesos químicos y farmacéuticos, y robótica industrial. Su implementación mejora la productividad, reduce errores humanos, facilita el mantenimiento preventivo y correctivo, y aumenta la seguridad operativa.

2.8. CIP (Cleaning In Place)

Cleaning in Place (CIP) término que se refiere a la circulación automática y sistemática de soluciones de limpieza y desinfección a través de las superficies internas del equipo de proceso de producción tales como tanques, intercambiadores de calor, bombas, válvulas, tuberías y otras superficies de proceso cerrados a una temperatura controlada , la velocidad y la concentración química debe fluir durante un tiempo dado que ha sido validado para ser suficiente para considerar que el circuito del sistema está libre de contaminantes hasta un nivel que el usuario requiere. Al definir el CIP, es importante hacer hincapié en que es imperativo que las soluciones se hacen circular continuamente de nuevo a la unidad de manera que los parámetros pueden ser monitoreados y controlados [15].

El proceso CIP evita la contaminación cruzada, facilita el cumplimiento de las altas exigencias en materia de limpieza y desinfección y permite el ahorro de recursos. Consiste en bombear soluciones de limpieza, de enjuague y de desinfección a través de la ruta de procesamiento, por un tiempo determinado y con una concentración específica de productos químicos.

La instrumentación juega un papel fundamental en los procesos CIP (Clean-In-Place o limpieza en sitio), especialmente en industrias como la alimentaria, farmacéutica y de bebidas, donde la higiene es crítica.

- Control de temperatura: Sensores de temperatura aseguran que el agua y las soluciones químicas estén a la temperatura adecuada para una limpieza efectiva.
- Medición de conductividad: Detecta la concentración de detergentes o el momento en que el enjuague ha eliminado completamente los químicos.
- Control de flujo y presión: Caudalímetros y manómetros garantizan que el líquido fluya con la fuerza necesaria para limpiar todas las superficies internas.
- Detección de nivel: Sensores de nivel en tanques aseguran que haya suficiente solución de limpieza y evitan desbordamientos.
- Automatización y trazabilidad: PLCs y sistemas SCADA permiten automatizar el proceso, registrar datos y generar reportes para auditorías o validaciones.
- Sensores de pH: Verifican que las soluciones estén dentro del rango adecuado para limpieza y enjuague.

La Imagen 12 muestra un diagrama de funcionamiento de un proceso CIP, mostrando de manera detallada las diferentes soluciones que deben de ser dosificadas mediante instrumentos y sus recorridos por las tuberías y válvulas.

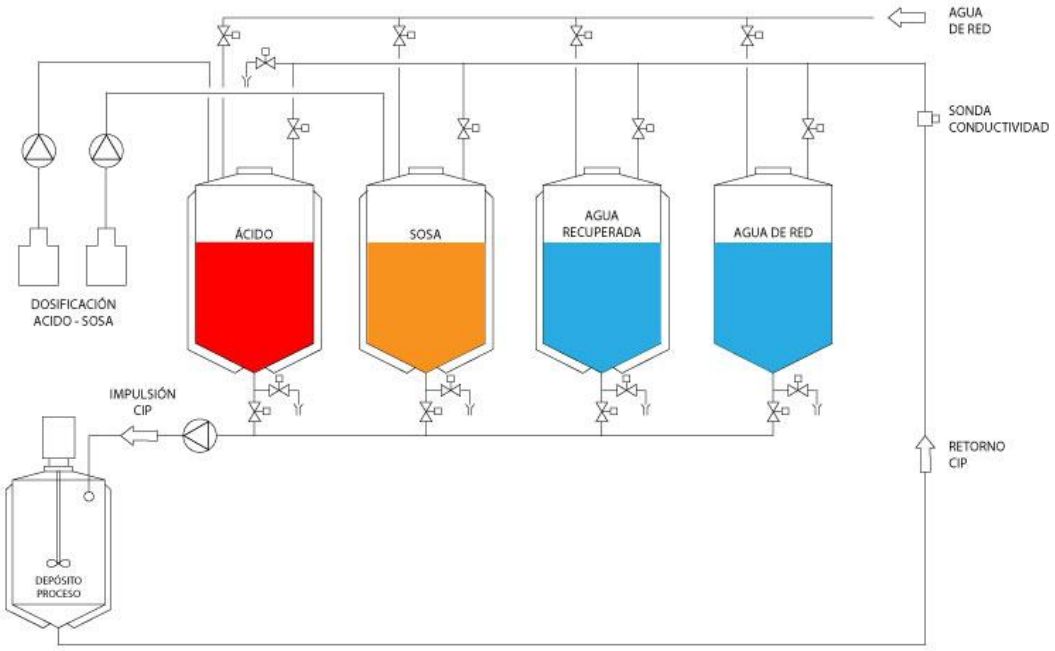


Imagen 12 - Diagrama de Funcionamiento de Proceso CIP

2.9. Sala de Jarabes

La sala de jarabe es el punto de partida para los innovadores sabores creados constantemente por sus tecnólogos encargados del desarrollo de nuevos productos. Unas perfectas condiciones de trabajo en el mezclado de modernos matices de sabor y durante la fabricación de sus populares productos exitosos aportan muchas ventajas: la máxima calidad del jarabe, una flexible creación de fórmulas y un control continuo durante la confección manual, semiautomática o automática de las variantes de jarabes [16].

Dependiendo del concepto de producción, los componentes básicos de la bebida se suministran en sacos o en forma líquida o como concentrado. Unos adecuados procesos de disolución, secuencias de mezclado, fases de calentamiento y de filtración conforman la base de las individuales variantes de jarabes que se alimentan a la mezcladora de bebidas. Limonadas, zumos mezclados con agua con gas, bebidas mezcladas a base de alcohol o bebidas energéticas se benefician de este jarabe básico producido [16].

La instrumentación desempeña un papel esencial en la sala de jarabe, ya que permite garantizar la calidad, eficiencia y flexibilidad en la elaboración de los concentrados que dan origen a una amplia variedad de bebidas. Este espacio es el punto de partida para la creación de sabores

innovadores, y su correcto funcionamiento depende en gran medida del uso de tecnologías de medición y control.

En primer lugar, la instrumentación asegura condiciones óptimas durante la mezcla de ingredientes. Sensores de temperatura, presión y nivel permiten mantener un entorno controlado, lo cual es crucial para preservar las propiedades organolépticas de los componentes y asegurar la estabilidad del producto final. Además, medidores de pH, conductividad y concentración, permiten verificar en tiempo real que el jarabe cumpla con los parámetros establecidos para cada fórmula.

La flexibilidad en la creación de nuevas recetas también se ve favorecida por sistemas de dosificación automática y software de control de recetas, que permiten ajustar con precisión las proporciones de ingredientes y replicar fórmulas con exactitud. Esto facilita la innovación constante sin comprometer la calidad.

Durante el proceso de producción, la instrumentación permite un control continuo mediante sistemas automatizados como PLCs (Controladores Lógicos Programables) y plataformas SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos). Estos sistemas supervisan y registran cada etapa del proceso, desde la disolución de ingredientes sólidos o líquidos, hasta el mezclado, calentamiento y filtrado del jarabe. Esto no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también permite una trazabilidad completa del producto.

Los equipos de agitación con control de velocidad aseguran una mezcla homogénea, mientras que los intercambiadores de calor mantienen temperaturas adecuadas para evitar la degradación de ingredientes sensibles. Los sistemas de filtración automática eliminan impurezas, garantizando la claridad y pureza del jarabe.

Finalmente, la instrumentación permite una integración precisa con la mezcladora de bebidas, asegurando que el jarabe se alimente de forma sincronizada y en las cantidades correctas. Esto es fundamental para mantener la consistencia en productos como limonadas, jugos con gas, bebidas energéticas o mezclas alcohólicas.

En la imagen 13 muestra una sala de jarabes, se pueden observar claramente las rutas que siguen los conductores, tanques, válvulas y demás instrumentos que forman parte del sistema. Esta representación visual permite entender cómo se organiza el flujo de ingredientes y cómo se integran los distintos equipos para lograr un proceso eficiente y controlado.

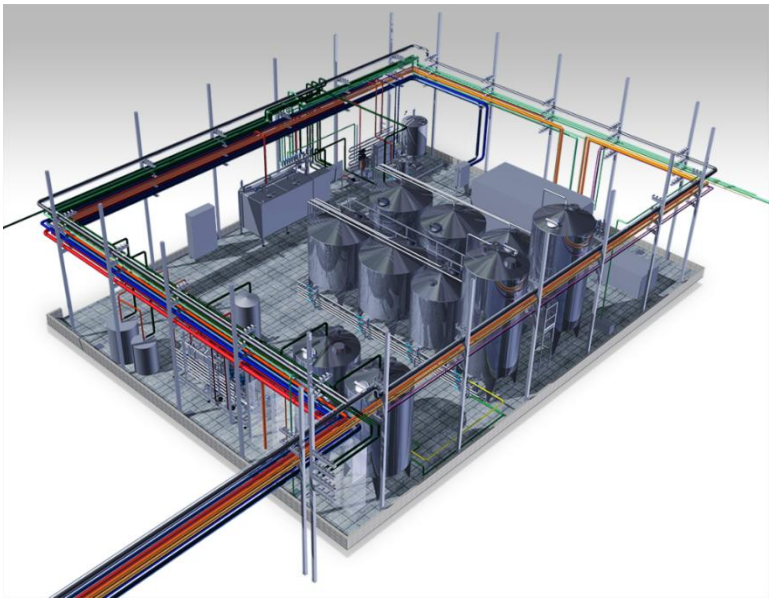


Imagen 13 - Sala de Jarabes

CAPITULO III. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. Inicio del Proyecto

Para comenzar a trabajar en el proyecto, primero debe de existir una capacitación o curso de seguridad que debe de proporcionar la empresa que ha solicitado de nuestros servicios.

Este es un trámite necesario para obtener nuestros primeros conocimientos de la empresa, normas de seguridad, normas de buena manufactura, reglas internas, reglas de seguridad básica y nuestra credencial de acceso. Como contratistas es de vital importancia este curso ya que de este mismo depende nuestro acceso a la empresa.

Al finalizar y aprobar el curso, podemos empezar con actividades específicas para el desarrollo del proyecto.

3.2. Presentación del Proyecto

La presentación del proyecto es sumamente importante, ya que es la piedra fundamental que cimentara todo el proyecto. Nuestro asesor interno nos explicara todas las actividades a realizar, fechas de entrega e implementación en planta. Cualquier duda o aclaración debe ser realizada en este momento ya que los tiempos de entrega deben ser precisos.

Actividades principales para el desarrollo integral del proyecto:

- Investigación.
- Diseño.
- Implementación en planta.

Como primera actividad y de la cual nos estaremos apoyando hasta el final, es la investigación. Esta actividad nos ayudara para recopilar conocimientos desde básicos de instrumentación, instrumentos a instalar, normas y simbología para diseño de tableros, etc.

La actividad de diseño se centrará en diseñar tableros eléctricos ya sea de fuerza o control, acá debemos de ir acompañados con el asesor, ya que su experiencia nos aportará nuevas técnicas de dibujo y resolverá dudas.

La última actividad principal será la de implementación en planta, acá obtendremos conocimientos básicos, desde medición para calcular distancias de conductores, dibujos isométricos, instalación de instrumentos, conectividad de las redes industriales, etc.

3.3. Diseño. Diagrama de Fuerza Tablero de Extractores de Techo Vinagre, Calderas y CCM

Los diagramas presentados a continuación fueron elaborados por el alumno Diego Gael Anaya Aguilar, utilizando el software AutoCAD como herramienta principal de diseño. El proceso fue supervisado por el asesor externo, quien proporcionó orientación especializada en aspectos técnicos relacionados con el dibujo y la estructuración de los diagramas eléctricos.

Cabe destacar que tanto los diseños de plantillas utilizadas para la carátula, el índice, la simbología y la lista de materiales fueron proporcionados por la empresa, y se encuentran estandarizados para facilitar su rápida ejecución y asegurar uniformidad en la presentación de los proyectos.

Nota: Por razones de confidencialidad y seguridad para cualquier involucrado, se ha optado por remover cualquier detalle de nombre y ubicación de la planta para la cual se diseñó e implementó.

DIAGRAMA DE FUERZA

TABLERO DE EXTRACTORES DE TECHO
VINAGRE, CALDERAS Y CCM

DATOS TECNICOS:

VOLTAJE:	440 VOLTS
CORRIENTE NOMINAL:	6.75 A
CORRIENTE DE DISEÑO:	32 A
FRECUENCIA:	60 HZ
VOLTAJE DE CONTROL:	--------
TABLERO:	TFC-EXT-01

Rev.	Fecha:	Descripción	Dibujó:	Revisó:	Aprobó:
0	---------	DIAGRAMA PARA FABRICACIÓN	DGAA	MAA	--------

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

DIAGRAMA PARA MONTAJE Y FABRICACIÓN

Cliente: Ubicación:

C.P./ PROY / O.T.: 100.432 | Clave: ID

Título: CARÁTULA

Tablero: O1 | Acotación: mm | Pagina: O1 / 11

Referencia: TFC-EXT-01 | Escala: SIN

Area: VINAGRE, CALDERAS Y CCM | Número de diagrama: TFC-01 | Modif.: 0

Diagrama 1 – Carátula Utilizada Para Presentación del Proyecto y Visualización de Datos Técnicos

ÍNDICE

PAGINA	
1	CARÁTULA
2	ÍNDICE
3	SIMBOLOGÍA
4	GABINETE
5	PLATINA
6	DIAGRAMA DE CONEXIÓN
7	LISTA DE MATERIALES

DIAGRAMA PARA MONTAJE Y FABRICACIÓN

Cliente: Ubicación:

C.P./ PROY / O.T.: 100.432 | Clave: ID

Título: ÍNDICE

Tablero: O1 | Acotación: mm | Pagina: O1 / 11

Referencia: TFC-EXT-01 | Escala: SIN

Area: VINAGRE, CALDERAS Y CCM | Número de diagrama: TFC-01 | Modif.: 0

Diagrama 2 – Índice utilizado Para Identificar de manera Rápida Paginas de los Diagramas

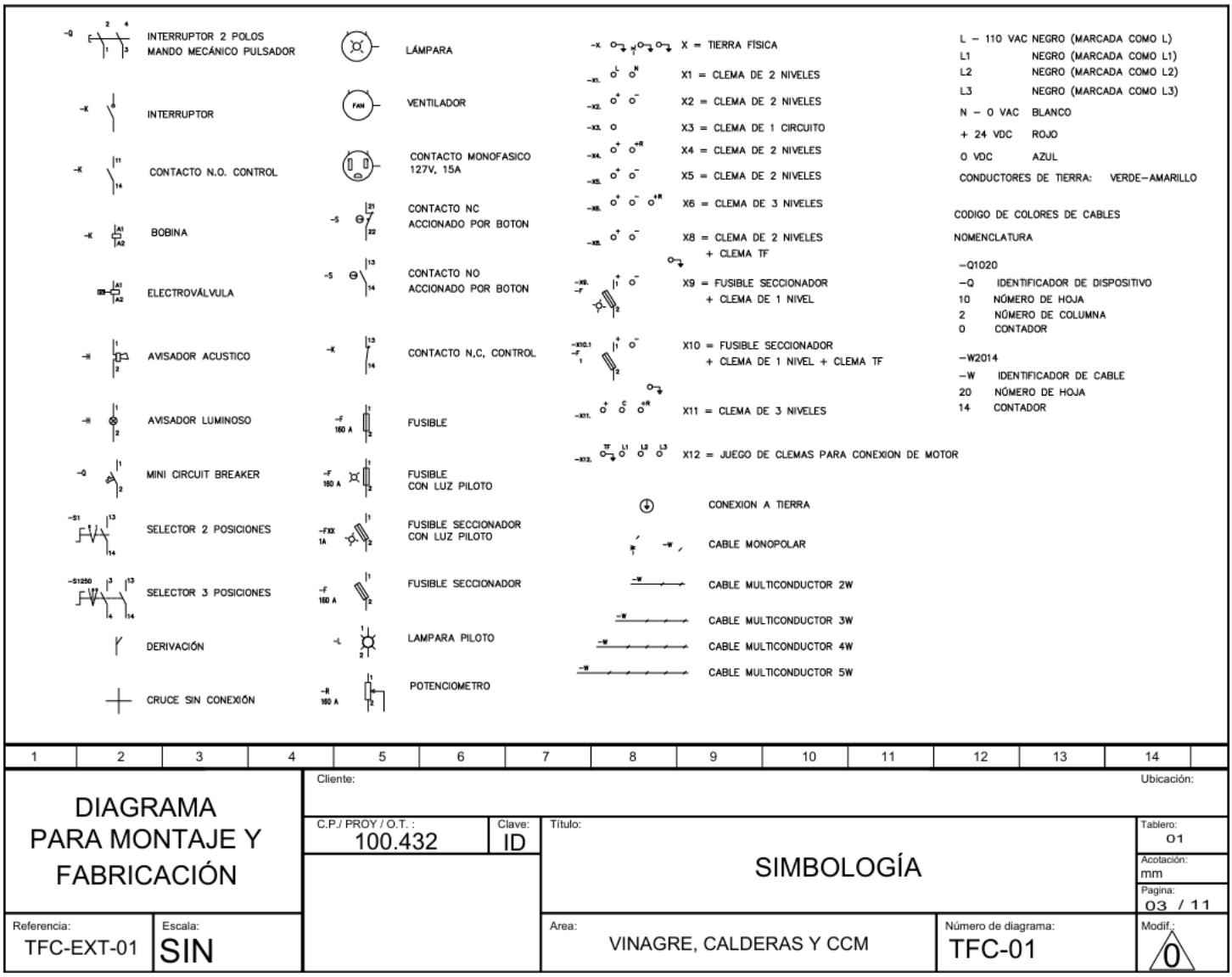
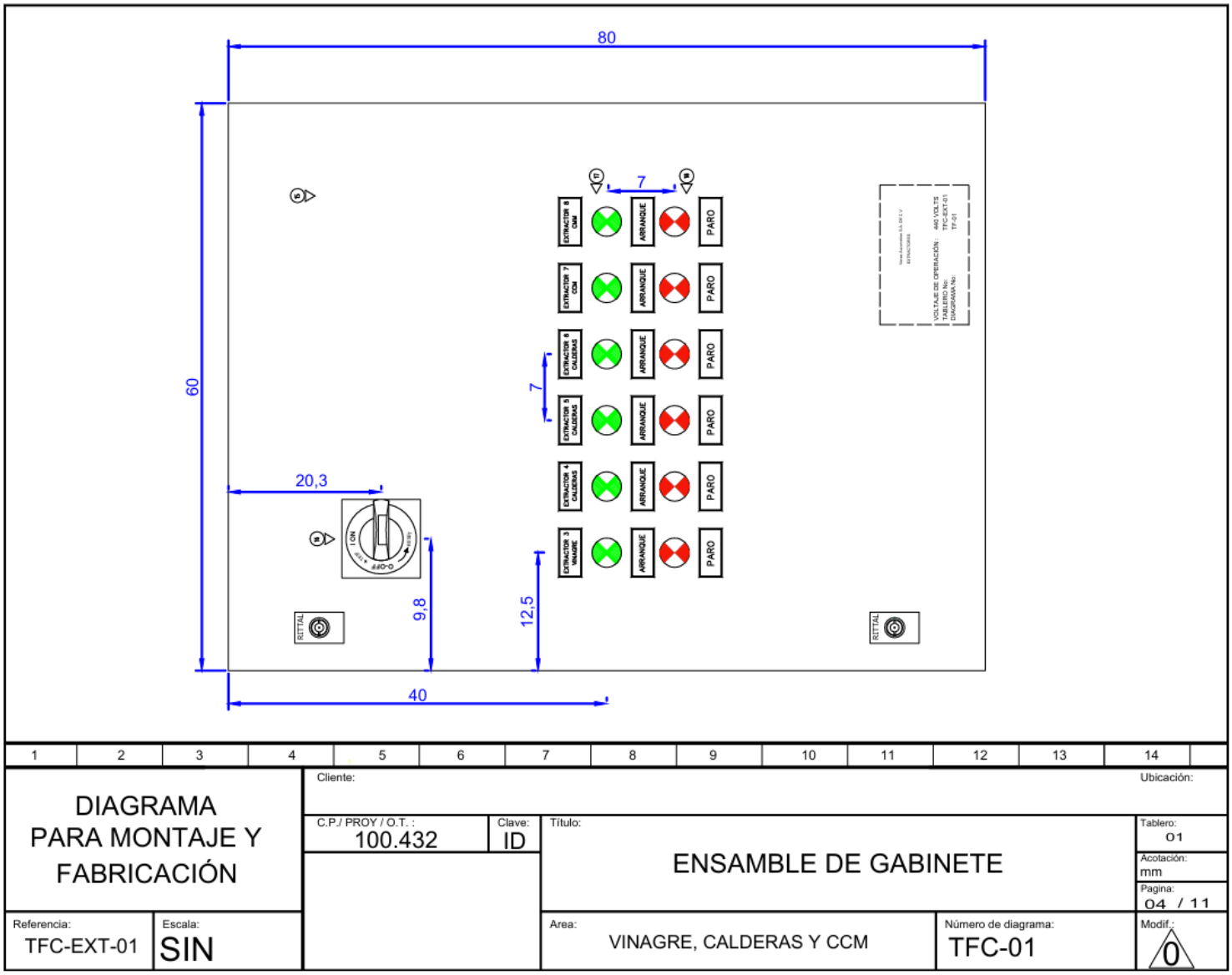


Diagrama 3 – Simbología Eléctrica a Utilizar en el Desarrollo de los Diagramas Para su Rápida Visualización



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

DIAGRAMA PARA MONTAJE Y FABRICACIÓN	Cliente:				Ubicación:
	C.P./ PROY / O.T. : 100.432	Clave: ID	Título: ENSAMBLE DE GABINETE		Tablero: 01
					Acotación: mm
					Pagina: 04 / 11
Referencia: TFC-EXT-01	Escala: SIN		Area: VINAGRE, CALDERAS Y CCM	Número de diagrama: TFC-01	Modif.: 0

Diagrama 4 - Ensamble de Gabinete, Vista Frontal y Exterior del Gabinete

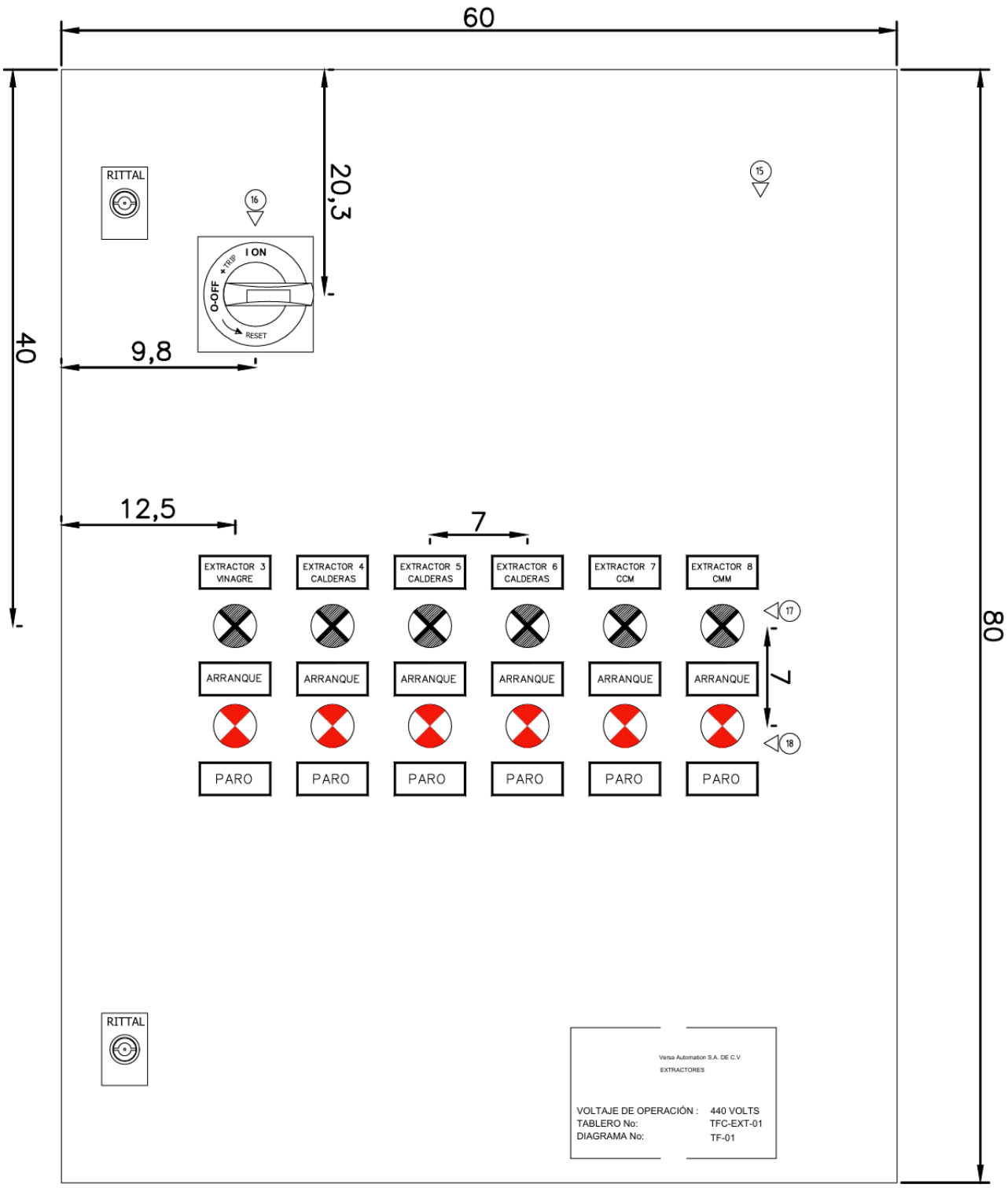
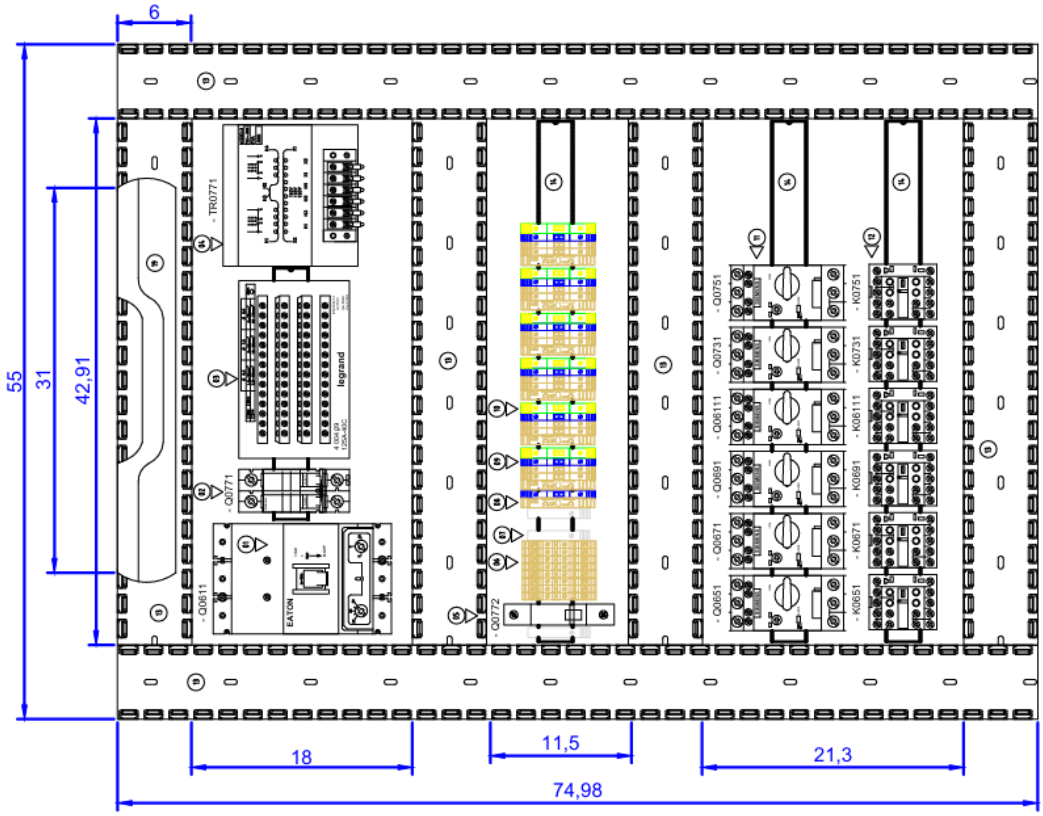


Figura Ampliada del Diagrama 4, donde podemos apreciar la puerta del gabinete de mejor manera, con distancias, botones de Arranque y Paro, así como etiquetas informativas y técnicas.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

DIAGRAMA PARA MONTAJE Y FABRICACIÓN	Cliente:			Ubicación:
	C.P./ PROY / O.T. : 100.432	Clave: ID	Título: ENSAMBLE DE PLATINA	Tablero: 01
				Acotación: mm
				Pagina: 05 / 11
Referencia: TFC-EXT-01	Escala: SIN		Area: VINAGRE, CALDERAS Y CCM	Número de diagrama: TFC-01
				Modif.: 0

Diagrama 5 - Ensamble de Platina, vista Interior y Ubicación de Componentes Eléctricos

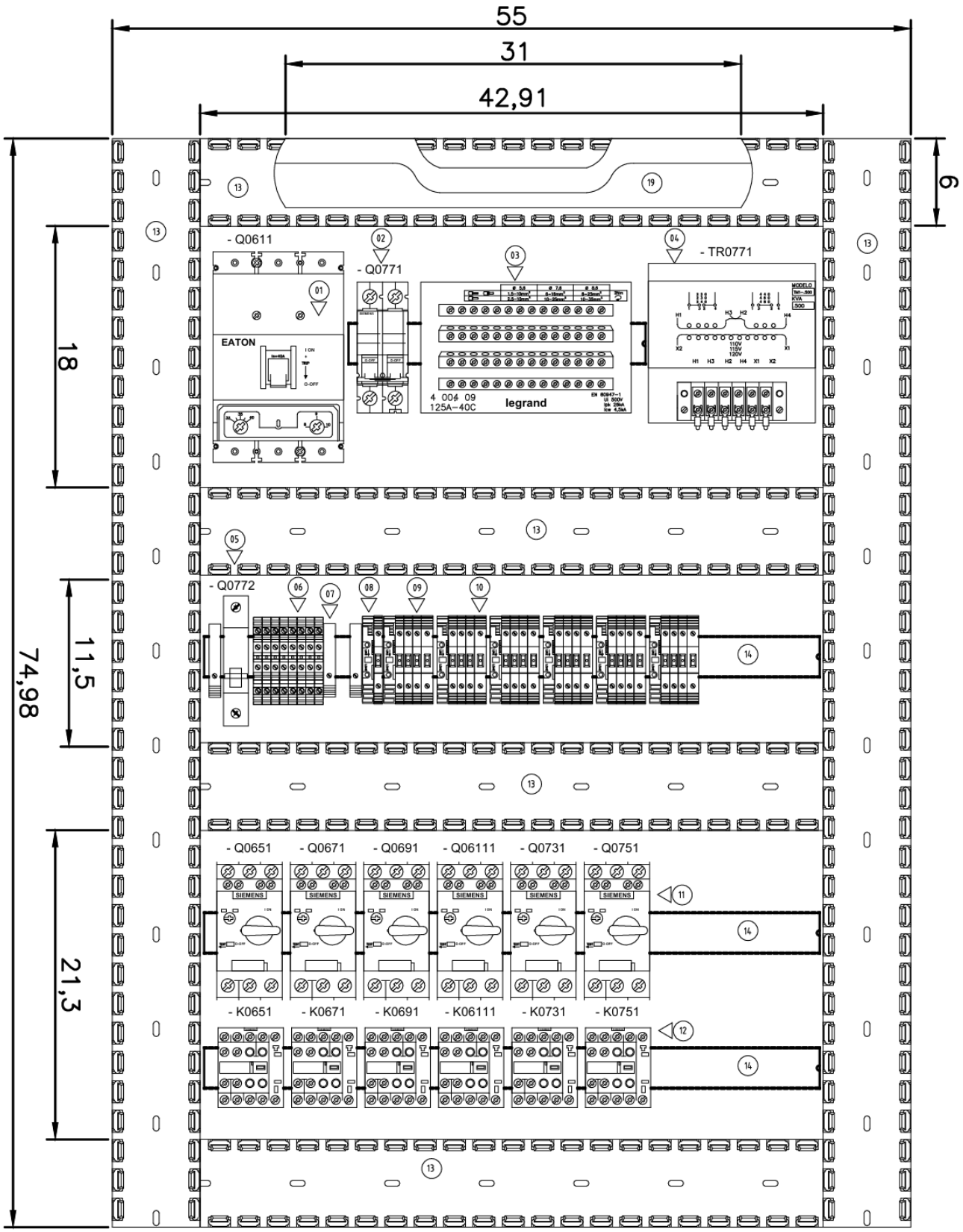

55
31
42,91
6
74,98
18
11,5
21,3
- Q0611
- Q0771
- TR0771
- Q0772
- Q0651
- Q0671
- Q0691
- Q06111
- Q0731
- Q0751
- K0651
- K0671
- K0691
- K06111
- K0731
- K0751
EATON
legrand
SIEMENS

Figura ampliada del diagrama 5, en ella podemos ver de mejor manera todos los componentes eléctricos del interior y la disposición que tendrán en la platina.

Además, podemos visualizar acotaciones numéricas en los diferentes elementos que conforman el diseño, estas se relacionan con el diagrama 11, ya que es una lista de todos los materiales utilizados.

En el diagrama 11 podemos visualizar posición, descripción, cantidad, modelo, TAG y asignación. Con toda esta información llevamos un control de todo lo indispensable para entregar al cliente y también para su desarrollo en el armado.

Por ejemplo, la descripción de los siguientes dispositivos nos indica que son;

- 01: Interruptor Termomagnético Caja Moldeada 40A 690V 25KA, IP20 Tamaño 1
- 06: Clema Doble Piso DWK 2.5N
- 19: Lampara LED 9W 110-240 VAC/DC C/SENS MOV

Toda esta información nos ayuda a una ejecución correcta y rápida del trabajo, se minimizan errores en el cálculo, compra y armado de los dispositivos, un error puede ocasionar la compra de más dispositivos de los necesarios, falta de material o material erróneo, así como errores en la posición de los elementos eléctricos, etc.

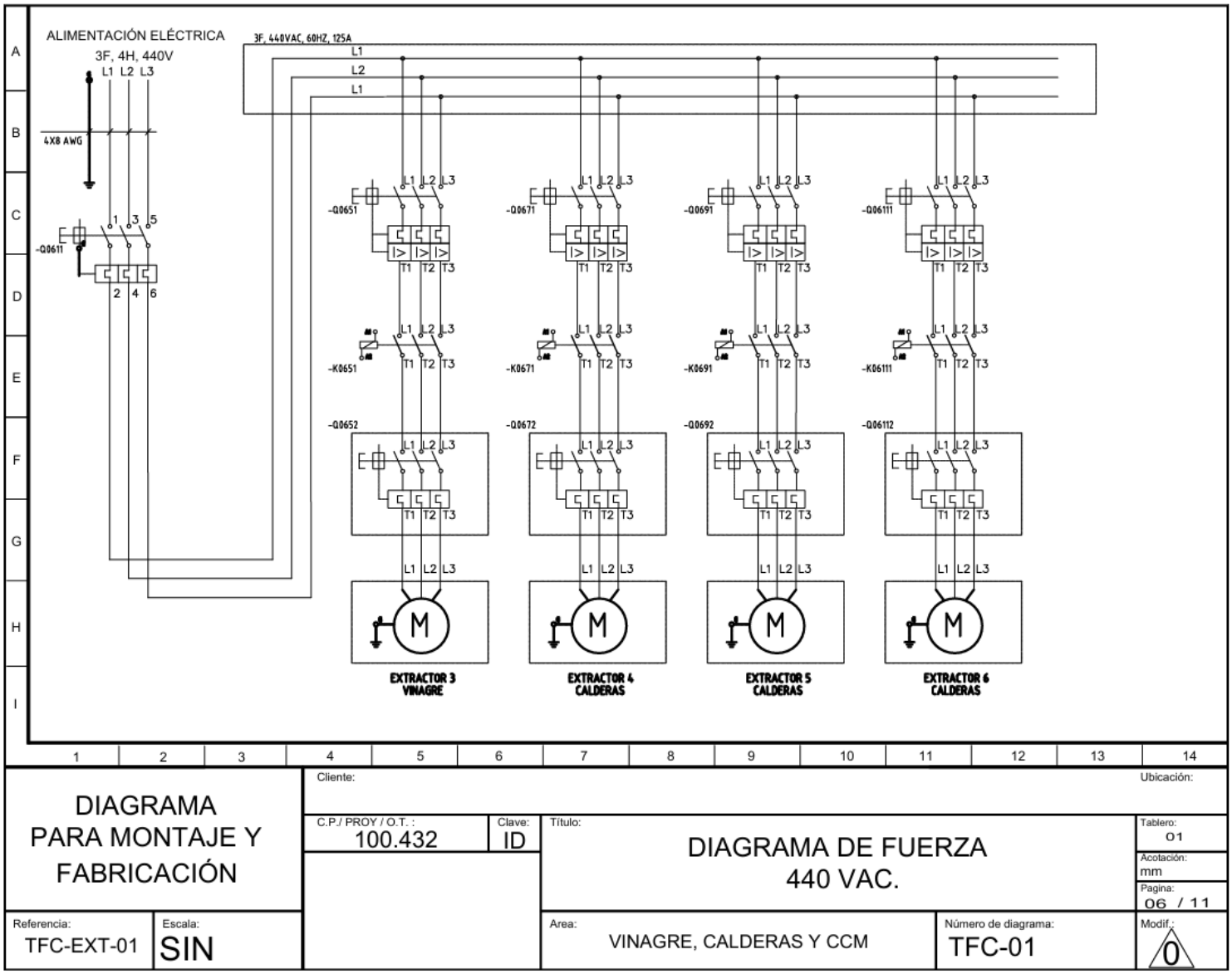
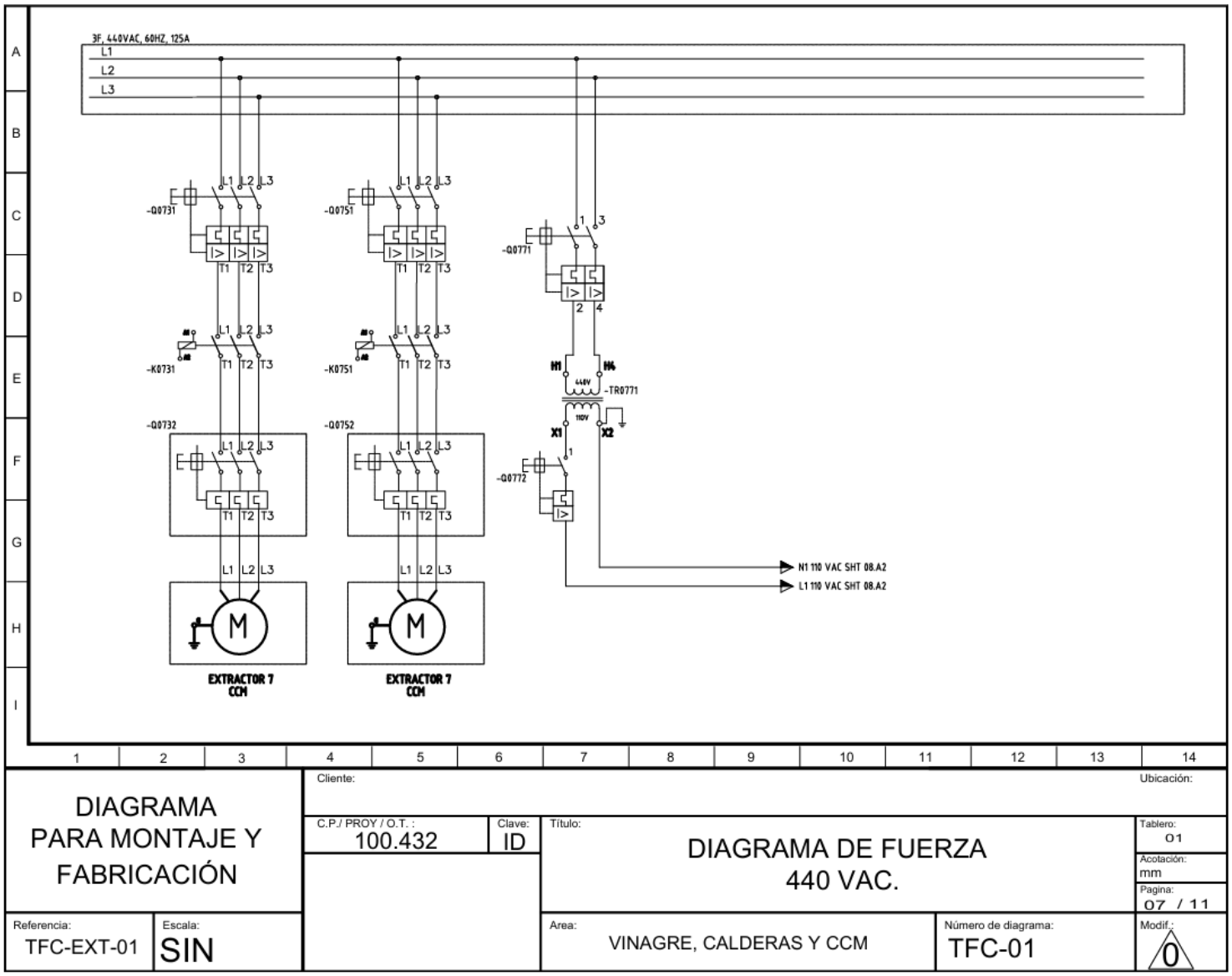


Diagrama 6 - Diagrama de Fuerza 440 VAC



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

DIAGRAMA PARA MONTAJE Y FABRICACIÓN

Cliente:

Ubicación:

C.P./ PROY / O.T. : 100.432

Clave: ID

Título: DIAGRAMA DE FUERZA 440 VAC.

Tablero: 01

Acotación: mm

Pagina: 07 / 11

Referencia: TFC-EXT-01

Escala: SIN

Area: VINAGRE, CALDERAS Y CCM

Número de diagrama: TFC-01

Modif.: 0

Diagrama 7 - Diagrama de Fuerza 440 VAC

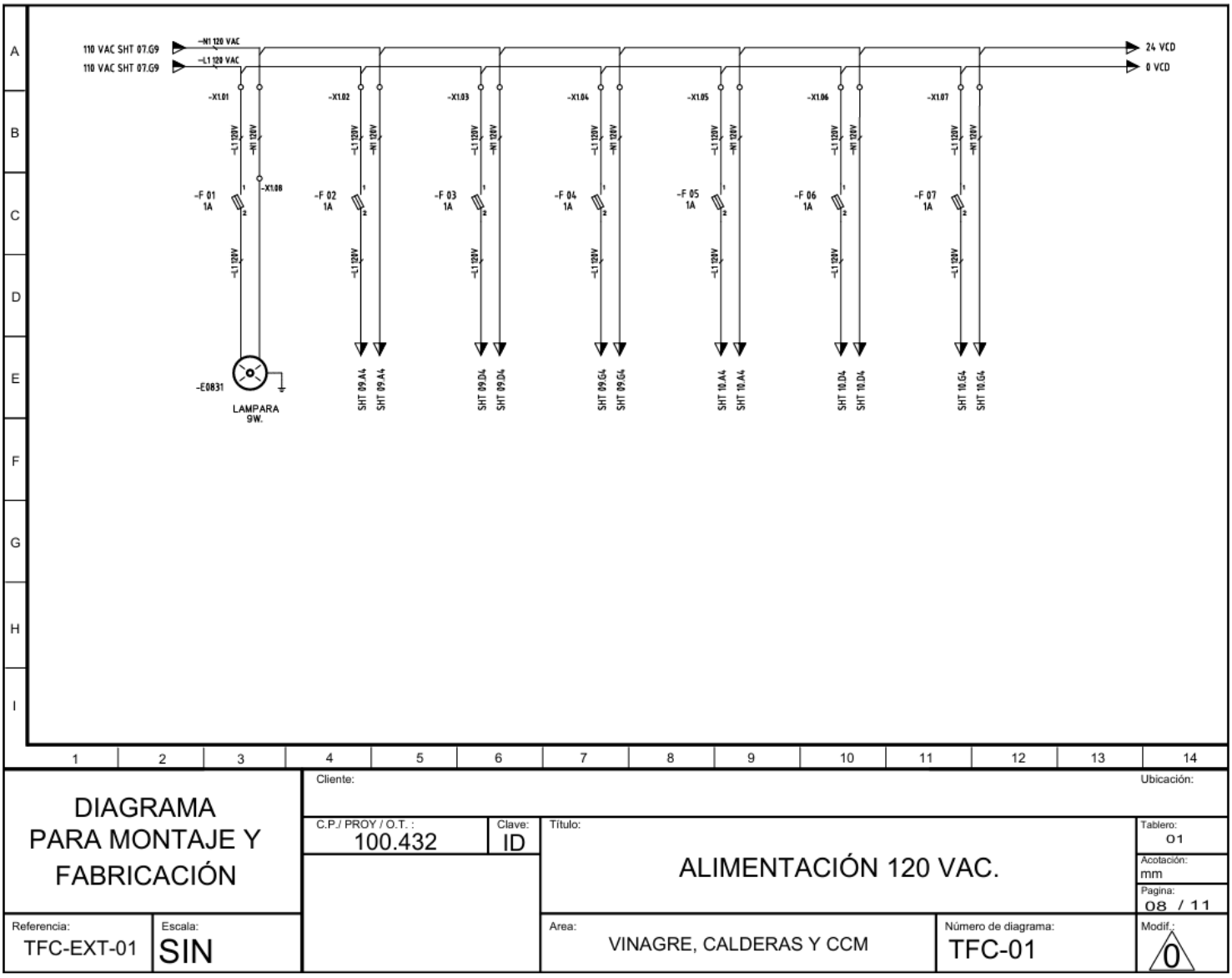


Diagrama 8 - Alimentación 120 VAC

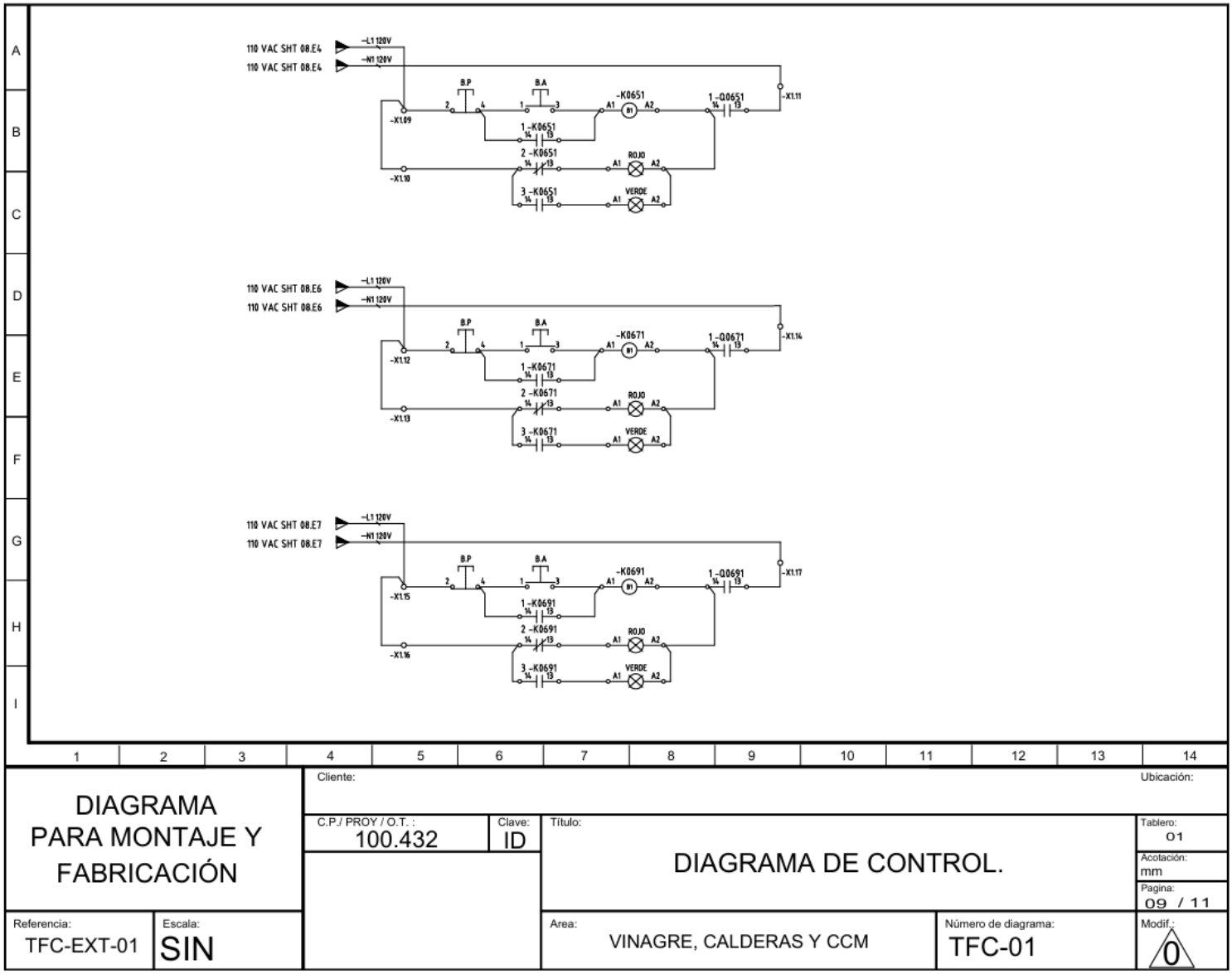


DIAGRAMA PARA MONTAJE Y FABRICACIÓN	Cliente:				Ubicación:
	C.P./ PROY / O.T. : 100.432	Clave: ID	Título: DIAGRAMA DE CONTROL.		Tablero: 01
					Acotación: mm
					Pagina: 09 / 11
Referencia: TFC-EXT-01	Escala: SIN		Area: VINAGRE, CALDERAS Y CCM	Número de diagrama: TFC-01	Modif.: 0

Diagrama 9 - Diagrama de Control

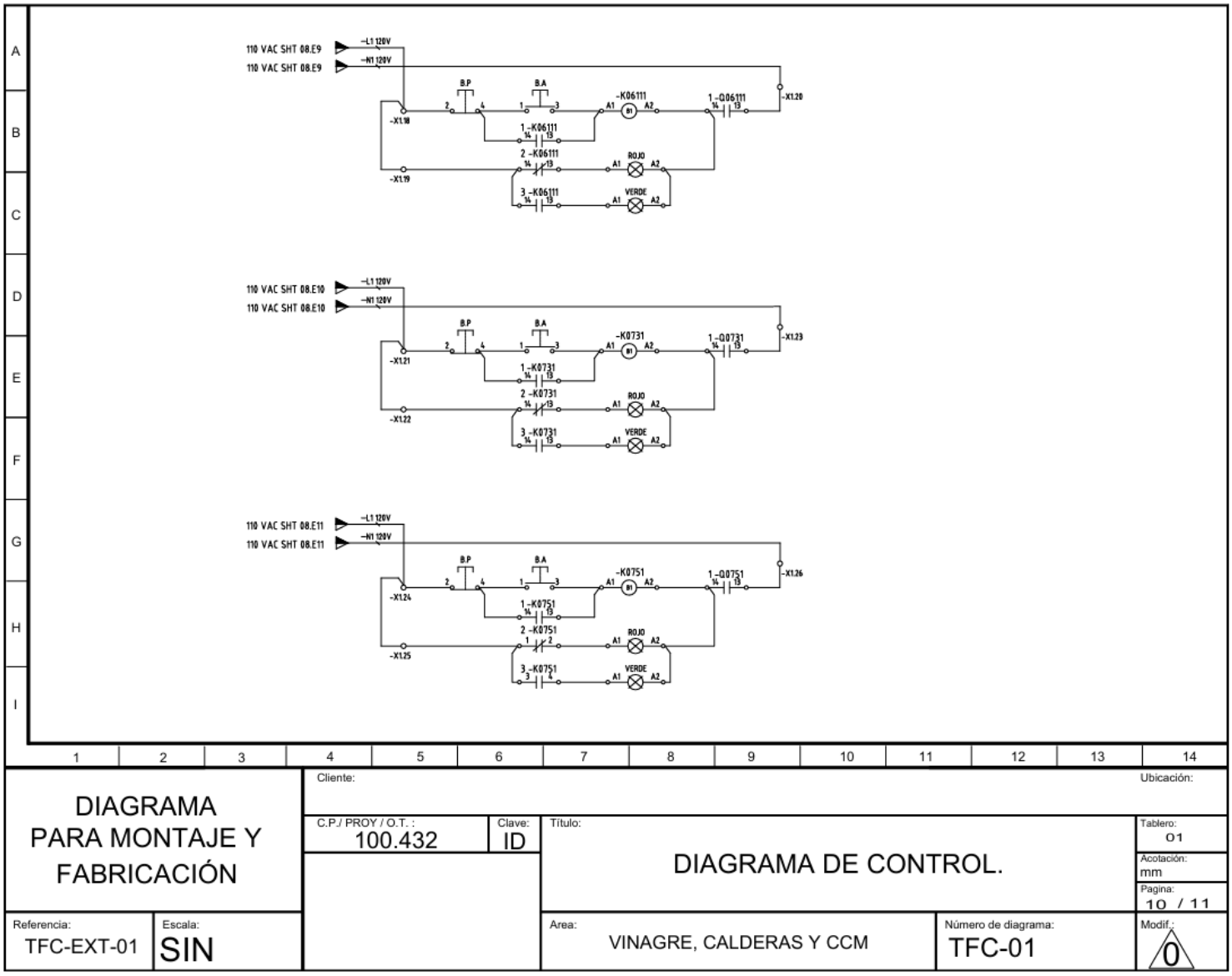


Diagrama 10 - Diagrama de Control

POS	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	MARCA	MODELO	TAG	ASIGNACION
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO CAJA MOLDEADA 40A 690V 25KA, IP20 TAMAÑO 1	1 PZA	EATON	NZMB1-A40	- Q0611	TFC-EXT-01
2	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO P/RIEL 2P 2A C 6KA 440VAC 60VDC	1 PZA	SIEMENS	5SL6202-7CC	- Q0771	TFC-EXT-01
3	REPARTIDOR MODULAR 4X125A 14 TERMINALES	1 PZA	LEGRAND	400409	BP-01	TFC-EXT-01
4	TRANSFORMADOR DE CONTROL DE POTENCIA 1F 500VA. PRIMARIO 440V-220V. SECUNDARIO 120V.	1 PZA	TRAMUSA	39121026	- TR0771	TFC-EXT-01
5	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO P/RIEL 1P 10A C 6KA 220VAC 60VDC	1 PZA	SIEMENS	5SL6110-7CC	- Q0772	TFC-EXT-01
6	CLEMA DOBLE PISO DWK 2.5 N	8 PZA	WEIDMULLER	1041600000	-X1	TFC-EXT-01
7	TOPE FINAL PARA CLEMA	3 PZA	WEIDMULLER	3835600000	-X1	TFC-EXT-01
8	CLEMA PORTAFUCIBLE WSI 6 FUS. 5X20 5	7 PZA	WEIDMULLER	1014000000	-X1	TFC-EXT-01
9	CLEMA DE PASO WDU 4	19 PZA	WEIDMULLER	1020100000	-X1	TFC-EXT-01
10	CLEMA DE PASO PARA TIERRA FISICA WPE 2.5	6 PZA	WEIDMULLER	1010000000	-X1	TFC-EXT-01
11	GUARDAMOTOR 1.40-2A S00 1NA+1NC	6 PZA	SIEMENS	3RV2011-1BA15	- Q065I.....- Q0751	TFC-EXT-01
12	CONTACTOR 7AMPS B-120VAC S00 C-1NA	6 PZA	SIEMENS	3RT2015-1AK61	- K065I.....- K0751	TFC-EXT-01
13	CANALETA GRIS 60X40X2000MM E44 (AN X AL X LONG)	2 PZA	WEIDMULLER	BK6240	N/A	TFC-EXT-01
14	RIEL DIN DE ACERO TROP PERFORADO TS 35 X 7.5	2 PZA	WEIDMULLER	514510000	N/A	TFC-EXT-01
15	GABINETE METÁLICO AX 600X800X250 C/PLATINA	1 PZA	RITTAL	1058000	N/A	TFC-EXT-01
16	KIT DE ACCIONAMIENTO ROTATIVO MONTAJE PUERTA ROJO-AMARILLO TAMAÑO 1	1 PZA	EATON	NZM1-XHRB	- Q0611	TFC-EXT-01
17	BOTÓN ILUMINADO VERDE PLÁSTICO 216927	6 PZA	MOELLER	M22-DL-G	N/A	TFC-EXT-01
18	BOTÓN ILUMINADO ROJO PLÁSTICO 216925	6 PZA	MOELLER	M22-DL-R	N/A	TFC-EXT-01
19	LÁMPARA LED 9W 110-240VAC/DC C/SENS MOV	1 PZA	FINDER	7L.46.0.230.2200	- E0831	TFC-EXT-01

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

DIAGRAMA PARA MONTAJE Y FABRICACIÓN

Cliente:

Ubicación:

C.P. : 100.432

Clave: ID

Título: LISTA DE MATERIALES

Tablero: 01

Acotación: mm

Pagina: 07 / 11

Referencia: TFC-EXT-01

Escala: SIN

Area: VINAGRE, CALDERAS Y CCM

Número de diagrama: TFC-01

Modif.: 0

Diagrama 11 - Lista de Materiales a Utilizar Durante el Desarrollo del Tablero Eléctrico de Control

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Integración en Planta

4.1.1. Instrumentación en Sala de jarabes

Para la instrumentación en esta sala de jarabes se requirió de la elaboración de diagramas isométricos, cálculo de distancias, canalización a través de charolas eléctricas de acero inoxidable para redes industriales como Ethernet, AS-i, conductores 2x12 para conexión de instrumentos de presión, nivel y flujo.

En las imágenes 14 y 15 podemos observar el primer proceso de integración, el cual consiste en observar, analizar e identificar en nuestra área de trabajo:

- Número total de instrumentos, ya sean sensores o actuadores
- Número total de redes AS-i, Ethernet y conductores 2x12
- Medidas y rutas de charolas eléctricas a utilizar
- Instalación y conexión de sensores
- Localización y conexión de actuadores



Imagen 14 - Canalización de Redes a Través de Charolas



Imagen 15 - Localización de Válvulas con Cabezal de Control

En la imagen 16 a) se puede observar la instalación de sensores de presión y b) se puede observar su vista desde la parte superior para apreciar modelo y pantalla para visualización de mediciones.

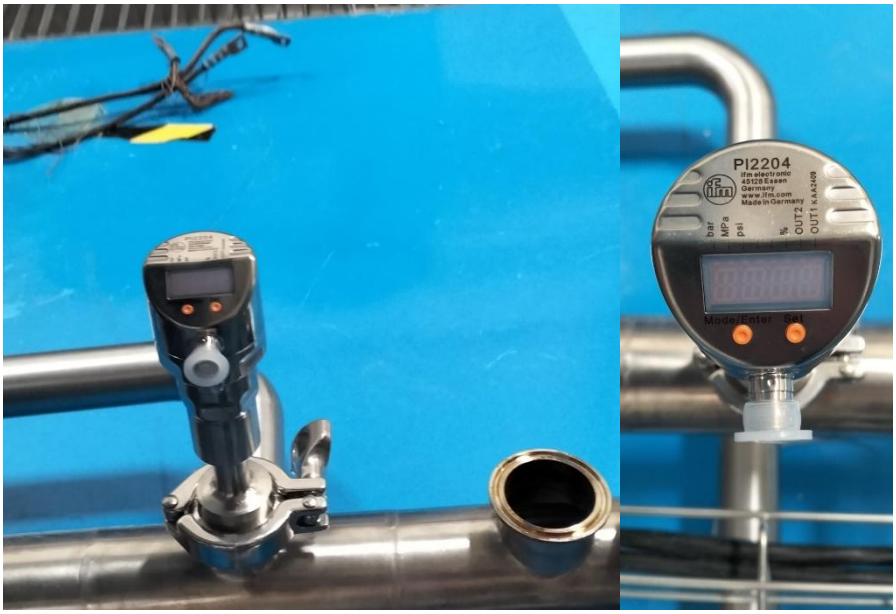


Imagen 16 - a) Instalación de Sensor de Presión con Membrana Aflorante y con Pantalla (PI2204), b) visualización de Parte Superior del Instrumento

En la imagen 17 podemos observar de manera detallada la canalización de las redes AS-i y alimentación de aire por medio de manguera para neumática. La alimentación de aire es indispensable para el accionamiento de las válvulas.



Imagen 17 - Canalización de Redes industriales AS-i

En la imagen 18 podemos observar la canalización de conductores 2x12 y cable de fuerza para bombas centrifugas y agitadores, los cuales se encuentran en el tanque de prebatch.



Imagen 18 - Canalización de conductores de fuerza

En la imagen 19 podemos observar las canalizaciones de neumática y su respectiva conexión a los actuadores. Además de la conexión a la red AS-i mediante protocolos M12

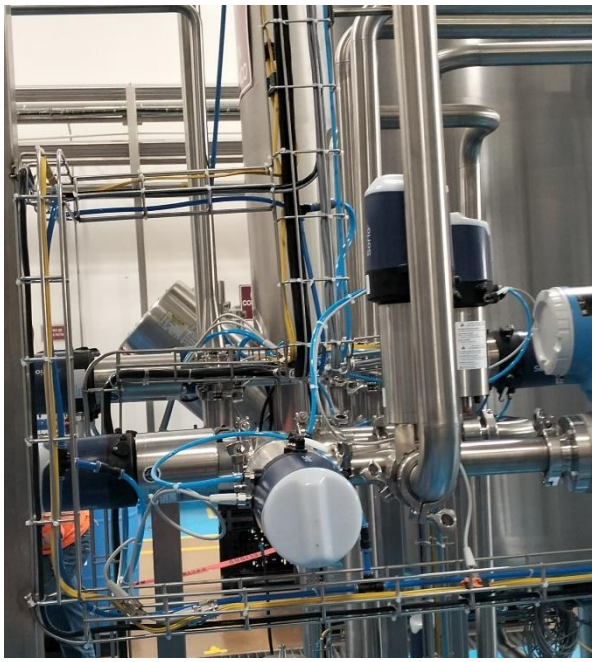


Imagen 19 - Conexión de Alimentación Neumática y Protocolo M12

La Imagen 20 muestra el instrumento de medición de presión en operación, conectado correctamente y visualizando su funcionamiento. Además, se observa la integración de un sensor analógico adicional, lo que permite ampliar las capacidades de monitoreo del sistema.



Imagen 20 - Conexión de instrumento y Visualización de Lectura

La imagen 21 muestra al alumno realizando la conexión de una bomba centrifuga, ubicada en la misma sala de jarabe, debajo de un tanque de acero inoxidable para mezclas. Su función es el llenado y vaciado del tanque.





Imagen 21 - Conexión de Bomba Centrifugadora

La imagen 22 muestra a la bomba centrifugadora con su tapa de conexiones retirada, además de todos sus conductores listos para conexión hacia el Interruptor. para saber el tipo de conexión que se necesita, hacemos uso de la placa de datos, esta nos proporcionara toda la información y disposición de conductores.



Imagen 22 - Bomba Centrifuga y Conductores Listos Para Conexión

La Imagen 23 ilustra la conexión del instrumento de medición de flujo mediante el protocolo de comunicación Ethernet, permitiendo la integración del dispositivo en una red industrial para la transmisión de datos en tiempo real.

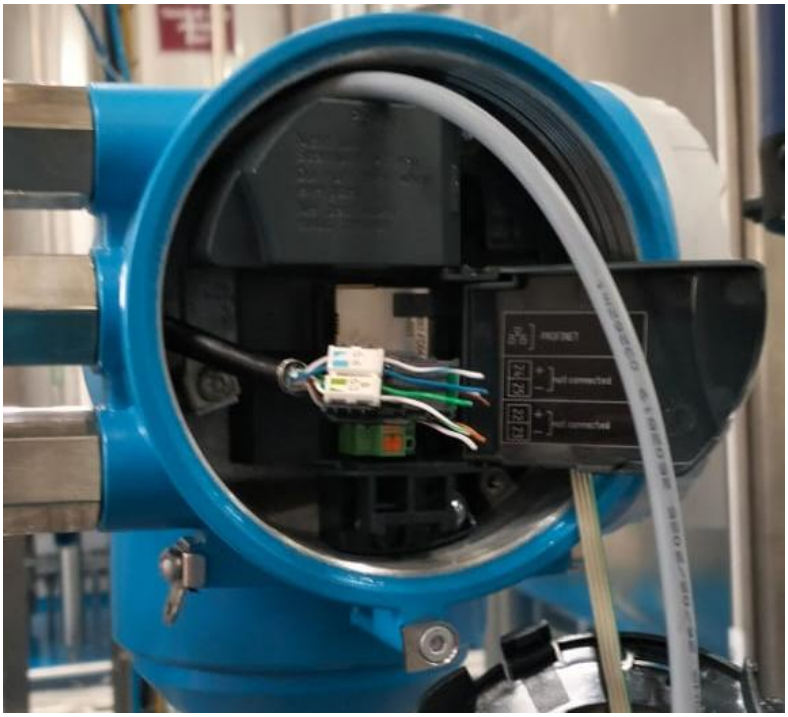


Imagen 23 - Conexión de Protocolo Ethernet Para Sensor de Flujo

La imagen 24 nos muestra al instrumento de medición de Caudal Masico, su operación y buen funcionamiento. Esta instalación se realizó en un área vecina de la sala de jarabes, llamada Fructuosa.



Imagen 24 - Instrumento de Medición de Caudal Masico

La imagen 25 muestra el encendido y muestra de información del sensor de Caudal Masico, demás de poder observar el nombre del sensor en el display y más sistema de medición.



Imagen 25 - Funcionamiento del Sensor de Caudal Masico

La imagen 26 muestra un nuevo acomodo de bombas centrifugas y sus interruptores correspondientes, esto se debe a un movimiento de ultimo momento, pedido por la empresa.



Imagen 26 - Conexión de Bombas Centrifugas e Interruptores en Sala de Jarabe

4.1.3. Instrumentación en Línea 5 y Proceso CIP

En la integración de la línea 5, procedimos en la realización de isométricos, mediciones de charolas eléctricas, canalización de redes, ubicación y conexión de válvulas mediante sus respectivos protocolos.

En esta línea solo se realizó poco de las integraciones, esto debido a que la línea 5 es un embotellado de la línea de KRONES y su intervención solo los debe realizar el equipo calificado de KRONES.



Imagen 27 - Válvulas con Cabezal de Control en Línea 5



Imagen 28 - Cubierta de Cabezal de Control Retirada para Instalación y Conexión de Protocolos

Para las conexiones de las válvulas y su cabezal de control Coriolis, se necesita de un conector E70455 para cable AS-i, un protocolo de conexión M12 de 4 pines, así como una red industrial AS-i.

La siguiente imagen 29, muestra de manera más detallada y cercana la conexión conjunta de estos elementos y como convergen uno con otro.



Imagen 29 - Conexión de Válvula y Cabezal de Control Coriolis, Mediante Conectores E70455, M12 de 4 Pines y Red AS-i

La instrumentación del proceso CIP se realizó en un área independiente. De la cual realizamos conexiones de válvulas con cabezales de control, sensores de temperatura, presión y caudal, así como la canalización de redes industriales y redes neumáticas.

En la imagen 30 podemos ver la culminación del trabajo y el proceso se encuentra trabajando.



Imagen 30 - Instrumentación de Proceso CIP

4.1.4. Intervención de Tablero Eléctrico de Control

La intervención en un tablero eléctrico de control es una de las actividades con más riesgo de realizar. Cualquier mala práctica o conexión puede provocar el paro total de los procesos que ya se encuentren funcionando.

La intervención que se realizo fue bajo total supervisión de un superior. Se realizaron las actividades de:

- Disposición de conductores eléctricos (peinado de conductores*)*
- Engarzado de conexiones eléctricas mediante pinzas de compresión
- Conexión de alimentación para relevadores de 24 VCD
- Conexión de cables de fuerza para bombas y agitadores



Imagen 31 - Disposición de Conductores Eléctricos

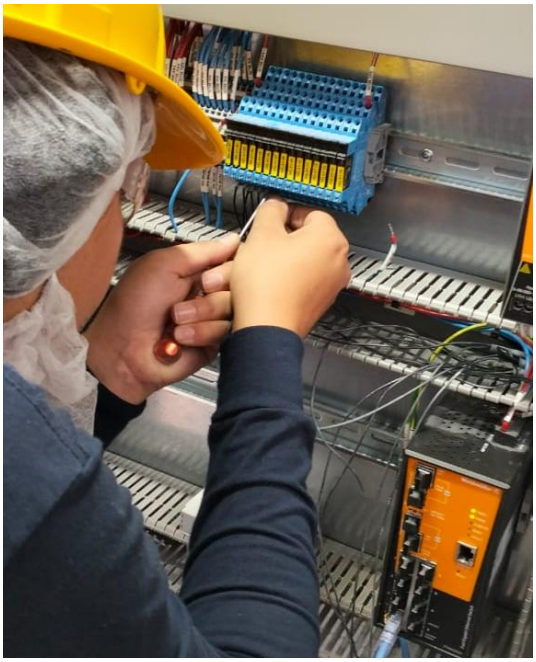


Imagen 32 - Alimentación de 24 VCD
Para Relevadores

4.2. Fabricación y Montaje de Tablero de Extractores de Techo Vinagre, Calderas y CCM

El tablero se realizó en las oficinas de la empresa, para posteriormente ser trasladado y montado en el área requerida de la planta industrial.

Algunos pasos importantes para llevar a cabo durante todo el proceso podrían ser:

- Recolección de materiales y componentes a utilizar
- Recolección de herramienta manual a utilizar
- Seguir indicaciones concentradas en los diagramas eléctricos
- Montaje de canaletas y rieles din en platina
- Montaje de platina en gabinete
- Perforación del gabinete para dispositivos de desconexión, arranque y paro
- Cableado y conexión de los componentes eléctricos

En la siguiente, imagen 33 muestra la platina del tablero con sus canaletas para conductores y rieles din para montaje de dispositivos eléctricos.



Imagen 33 - Montaje de Canaletas y Rieles Din en Platina de Tablero Eléctrico

En la Imagen 34 muestra la platina con todos los dispositivos eléctricos montados, podemos apreciar un sistema de desconexión, sistemas de protección, repartidor modular, transformador, clemas y portafusibles, contactores y guardamotores.



Imagen 34 - Dispositivos Eléctricos y Protecciones
Montadas en Platina de Tablero Eléctrico

En la imagen 35 muestra la platina montada dentro del gabinete, para posteriormente realizar su cableado y conexión.



Imagen 35 - Presentación de Platina
Dentro de Gabinete

La imagen 36 nos muestra la conexión que se realizó para el Interruptor Termomagnético Principal

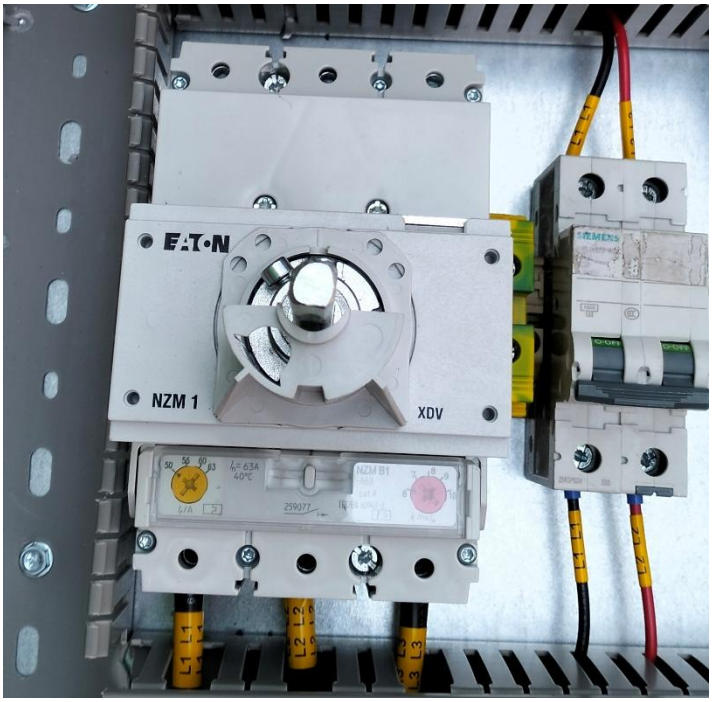


Imagen 36 – Conexión de Interruptor Termomagnético Principal

La imagen 37 nos muestra la conexión que se realizó para el Cuadro de Potencia, de este mismo es donde se comienza a repartir a los diferentes dispositivos.

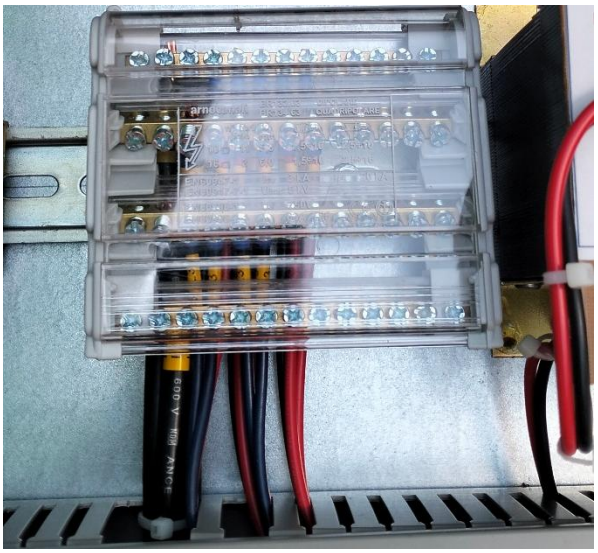


Imagen 37 - Conexión de Cuadro de Potencia

La imagen 38 nos muestra la conexión que se realizó para el transformador, siguiendo placa de datos y las necesidades del proyecto

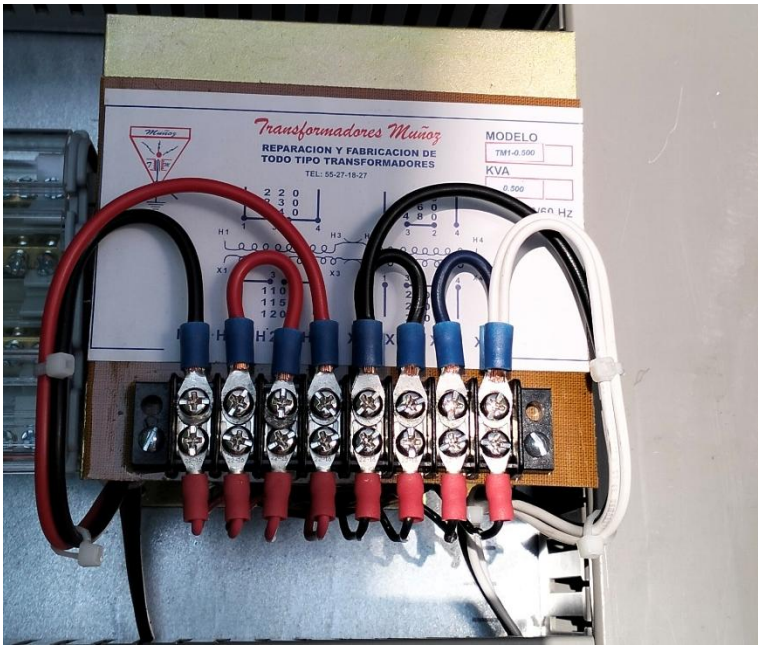


Imagen 38 - Conexión de Transformador

La imagen 39 muestra la disposición de las diferentes clemas y portafusibles, así como su conexión

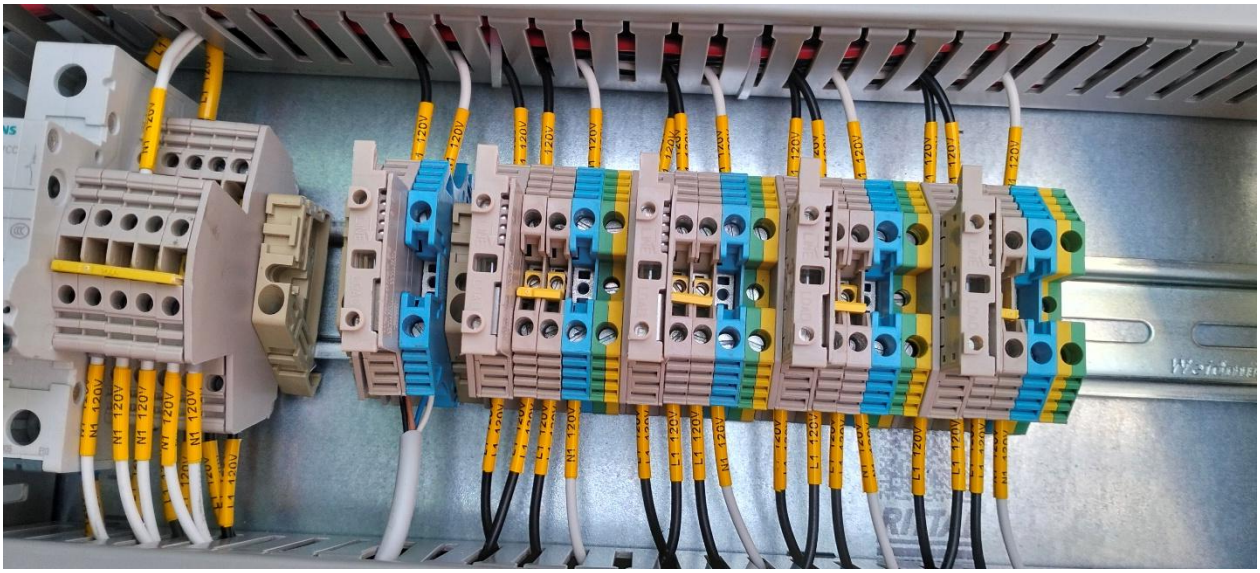


Imagen 39 - Disposición de Portafusibles, Clemas, Separadores y Tierras

La imagen 40 muestra la conexión de Guardamotores y Contactores, los cuales están destinados para los extractores a instalar dentro de la planta

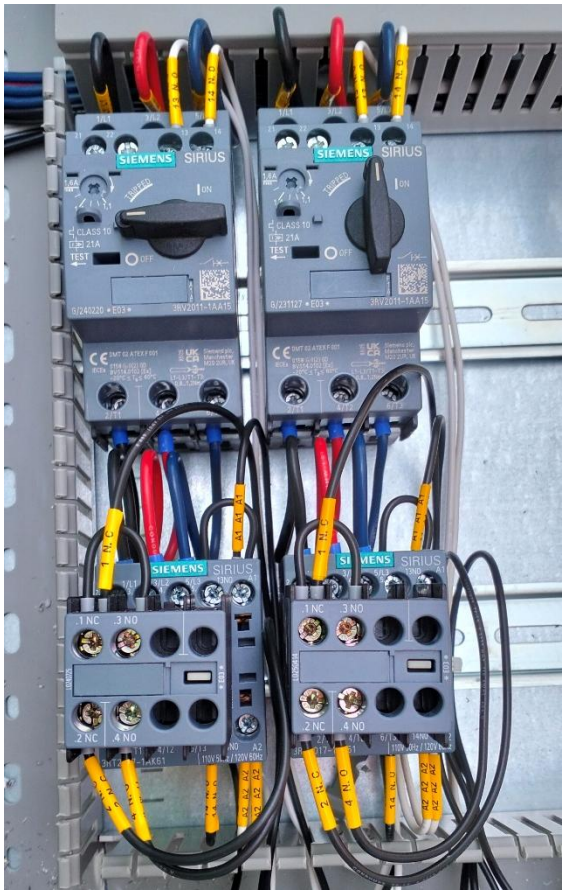


Imagen 40 - Conexión de Guardamotores y Contactores

En la imagen 41 se observa el cableado y la conexión de los dispositivos, realizados de acuerdo con todas las indicaciones especificadas en los diagramas eléctricos. Además, se ha efectuado un arreglo o peinado de los conductores, lo que permite un aprovechamiento optimo del espacio y garantiza una presentación estética que evidencia la profesionalidad del trabajo.

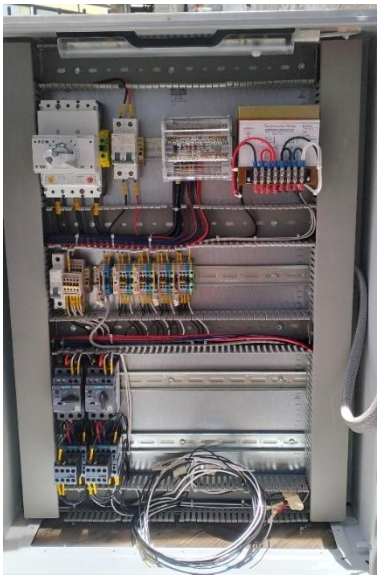


Imagen 42 - Cableado y Conexión de Dispositivos Eléctricos

La siguiente imagen 42 muestra la instalación y conexión de los botones de arranque y paro. Se hace uso de una malla que cubre y protege los conductores que sobresalen de la puerta del gabinete.



Imagen 41 - Cableado y Conexión de Botones de Arranque y Paro

En la imagen 43 podemos observar al alumno realizando la última conexión de dentro del tablero eléctrico, en este punto ya era la culminación del trabajo a realizar en la oficina de la empresa.



Imagen 43 - Culminación de
Montaje en oficinas de la Empresa

Para el montaje y las conexiones dentro de la planta industrial, se llevó a cabo con resultados satisfactorios. Por temas de confidencialidad y normas internas de la planta, el uso del celular está prohibido. Por esta razón no se cuenta con imágenes dentro de la misma.

CAPITULO V. COMPETENCIAS DESARROLLADAS

5.1. Manejo de AutoCAD

He logrado desarrollar habilidades avanzadas en el uso del software de AutoCAD, permitiéndome plasmar ideas y conceptos, para obtener diseños profesionales que mejoren la eficiencia en su implementación.

5.2. Diseño de Tableros Eléctricos de Fuerza y Control

Adquirí conocimientos avanzados en el diseño de tableros eléctricos, comprendiendo la distribución de cargas, la selección adecuada de componentes y la integración de sistemas de control, lo cual es fundamental para garantizar la seguridad y eficiencia en entornos industriales.

5.3. Ensamble de Tableros Eléctricos de Fuerza y Control

Las habilidades en conocimientos sobre técnicas de ensamble, interpretación de diagramas y técnicas de peinado de conductores eléctricos.

5.4. Trabajo en equipo

La colaboración constante con compañeros fortaleció mis habilidades interpersonales, promoviendo una comunicación efectiva, la toma de decisiones conjunta y el cumplimiento de objetivos comunes en un entorno profesional.

5.5. Técnicas de diseño isométrico para cálculo de distancias

Aprendí a aplicar representaciones isométricas para el diseño de instalaciones, lo que facilitó el cálculo preciso de distancias y la planificación eficiente del espacio físico en proyectos eléctricos e instrumentación industrial.

5.6. Comunicación proactiva y productiva

Desarrollé la capacidad de anticiparme a necesidades del equipo y del proyecto, comunicando información clave de forma clara, oportuna y orientada a la solución de problemas, lo que mejoró la coordinación y la toma de decisiones.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES

6.1. Impacto del Proyecto.

El desarrollo de este proyecto nos brindó una perspectiva diferente sobre las diferentes especializaciones que puede llegar a tener la carrera de Ingeniería Electrónica. La instrumentación es una de las grandes bases que se requieren para la construcción de procesos industriales.

Hasta la fase final, el proyecto ha demostrado un impacto significativo en las expansiones y mejoras en la eficiencia que las empresas están dispuestas a invertir, también en cómo afectan a operarios, personal de mantenimiento y personal de automatización.

Por otra parte, la elaboración de un diseño detallado de tableros eléctricos ha sentado las bases para una implementación exitosa, este trabajo preliminar ha mejorado de manera eficiente la fabricación del tablero, aumenta la productividad y reducción de errores.

6.2. Recomendaciones.

Para avanzar con éxito y poder garantizar la eficiencia de los procesos a largo plazo, se sugiere la implementación de mantenimientos periódicos a sensores y actuadores, se respete las capacidades máximas y mínimas de alimentación eléctrica y neumática. Además de intervenciones por personal capacitado y con herramientas especializadas.

Asimismo, se recomienda la implementación de nuevas tecnologías, como lo pueden ser las IoT (Internet Of Things), que mejorarían de manera exponencial los procesos al tener una base de datos que pueda mostrar un historial preciso de cada parámetro deseado.

Finalmente, la adopción de estas recomendaciones no solo contribuirá a la estabilidad operativa del sistema, sino que también permitirá una evolución continua hacia entornos industriales más inteligentes, seguros y sostenibles. La integración de buenas prácticas de mantenimiento, el uso responsable de los recursos y la incorporación de tecnologías emergentes garantizarán una mayor confiabilidad, trazabilidad y capacidad de respuesta ante posibles fallos, fortaleciendo así la competitividad de la empresa en el largo plazo.

6.3. Experiencia Adquirida Personal y Profesional.

Los conocimientos adquiridos a lo largo del desarrollo de este proyecto han sido amplios y profundamente significativos. Sería inadecuado clasificarlos como “conocimientos básicos”, ya que han superado ampliamente ese nivel gracias al acompañamiento y apoyo de todas las personas que contribuyeron con su experiencia y orientación.

He logrado comprender y aplicar conceptos clave relacionados con la instrumentación industrial, identificando los distintos instrumentos requeridos en procesos como CIP, Prebatch y salas de jarabe. Asimismo, adquirí una visión más clara sobre la convergencia de distintos protocolos de comunicación y el diseño de sistemas a un nivel avanzado.

Este proyecto también me permitió integrar conocimientos con otras áreas, como fue el caso del traslado de una subestación eléctrica, lo cual enriqueció mi perspectiva sobre la interconexión entre distintas ramas de la ingeniería. Además, tuve la oportunidad de acompañar a mi asesor externo en actividades de cotización para proyectos en otras empresas, lo que me permitió establecer contacto con ingenieros de diversos sectores y ampliar mi red profesional.

La participación en la que me desarrollé de manera más continua fue en las conexiones de instrumentos, como sensores y actuadores; la creación de charolas para redes industriales; la intervención en tableros eléctricos para la expansión y generación de señales; así como el diseño y montaje completo de un tablero eléctrico desde cero.

Otras participaciones relevantes incluyeron la elaboración de diagramas isométricos para el cálculo de distancias, el corte y tendido de redes industriales y redes de aire, la creación de tuberías, la conexión de bombas centrífugas, así como la prueba de funcionamiento de diversos sensores. Estas actividades me permitieron aplicar conocimientos técnicos en campo, fortalecer habilidades prácticas y comprender la importancia de la precisión y la seguridad en instalaciones industriales.

También enfrenté algunas fallas durante el proceso, principalmente por apresurarme al realizar mis actividades, lo que ocasionaba errores en los trabajos o incluso daños en algunos materiales. Para superar estas dificultades, aprendí a trabajar con mayor calma, a revisar cuidadosamente cada paso y a solicitar ayuda cuando me encontraba con aspectos que no lograba

comprender por completo. Esta actitud me permitió mejorar la calidad de mis entregas y fortalecer mi aprendizaje.

También enfrenté otras fallas durante el desarrollo del proyecto, como realizar conexiones flojas o utilizar herramientas inadecuadas para ciertas tareas.

Sin embargo, la forma en que logré superar estos errores y evolucionar en la calidad de mis trabajos fue escuchando con atención todos los consejos e indicaciones que me brindaron, y manteniéndome receptivo al aprendizaje constante. Además, procuré aprender de todas las integraciones en las que participé, incluso aquellas que no estaban directamente relacionadas con la instrumentación, ya que seguían vinculadas al entorno industrial y me ofrecían nuevas perspectivas para abordar cada trabajo con mayor criterio y eficiencia.

Finalmente, este proyecto no solo fortaleció mis competencias técnicas en diseño, instrumentación y automatización, sino que también me permitió valorar la importancia del trabajo colaborativo, la planificación detallada y la adaptabilidad en entornos industriales reales. La experiencia adquirida representa un avance significativo en mi formación como ingeniero, preparándome para enfrentar desafíos complejos con soluciones eficientes, innovadoras y sostenibles. Este tipo de experiencias refuerzan el vínculo entre la teoría académica y su aplicación práctica, sentando bases sólidas para futuras implementaciones en el ámbito profesional

FUENTES DE INFORMACIÓN

[1]. A. Creus Solé, *Instrumentación industrial*, 8ª ed. México: Alfaomega Grupo Editor, sep. 2010.

[2]. M. del V. Gutiérrez Hinestroza y S. A. Iturralde Kure, *Fundamentos básicos de instrumentación y control*, 1.ª ed. Santa Elena, Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2017. [En línea]. Disponible en: https://www.fnmt.es/documents/10179/10666378/Fundamentos+b%C3%A1sico+de+instrumentaci%C3%B3n+y+control.pdf

[3]. A. Jaramillo Fuenmayor, *Historia de la Instrumentación Industrial*, Universidad de la Costa, Facultad de Ingeniería, Programa de Electrónica, Barranquilla, Colombia, 14 de agosto de 2013. [En línea]. Disponible en: https://idoc.pub/documents/historia-de-la-instrumentacion-k6nq01z1xplw

[4]. I. Mecafenix, "Conceptos básicos que debes de conocer en la instrumentación," *Ingeniería Mecafenix*, Sep. 19, 2023. https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/control/instrumentacion-conceptos-basicos/

[5]. Universidad Nacional Autónoma de México, "Instrumentación, Control y Normas para Automatización Industrial," UNAM, México. [En línea]. Disponible en: http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/88/A8.pdf

[6]. "PI2204 - Sensor de presión con membrana aflorante y con pantalla - ifm." https://www.ifm.com/mx/es/product/PI2204

[7]. "sensor inteligente de flujo de líquido de alta precisión - Sgmls.com," *Sgmls.com*, Aug. 13, 2018. https://es.sgmls.com/intelligent-high-accuracy-liquid-flow-sensor.html

[8]. R. C. Grados, "Sensor de flujo electromagnético – Revista Cero Grados." https://0grados.com/sensor-de-flujo-electromagnetico/

[9]. "Transmisor 5700 para medidores de caudal Coriolis | Emerson MX." https://www.emerson.com/es-mx/automation/measurement-instrumentation/micro-motion/micro-motion-model-5700-coriolis-transmitter

[10]. “Válvula de mariposa rasante - Definox ES,” *Definox ES*, Dec. 16, 2024. https://www.definox.com/es/productos/valvulas-especificas/valvula-de-mariposa-rasante/

[11]. Fristam Pumps. “FPR Centrifugal Pump.” [En línea]. Disponible en: https://www.fristam.com/product/fpr/

[12]. Genemco. “Bomba centrífuga Fristam FP10521 (20 HP, 380 GPM máx.).” [En línea]. Disponible en: https://www.genemco.com/es/products/bomba-centrifuga-fristam-fp10521-20-hp-380-gpm-max-endx6861a

[13]. Universidad Politécnica de Baja California, *Redes Industriales*, Manual de Asignatura, Ingeniería Mecatrónica, plan 2006, octavo cuatrimestre. [En línea]. Disponible en: https://www.upbc.edu.mx/IM/Manuales%20de%20Asignatura/plan%202006/octavo%20cuatrimestre/Redes%20Industriales.pdf

[14]. “Manual de usuario IFM E70455 (7 páginas).” https://www.manual.ec/ifm/e70455/manual?p=5

[15]. M. J. Carrasco Asensi, *CIP Cleaning In Place*, Trabajo final para la Práctica Profesional Supervisada, Universidad Tecnológica Nacional, 2018. [En línea]. Disponible en: https://ria.utn.edu.ar/bitstreams/7705d6c9-09e8-4e60-a220-286df8b84b09/download

[16]. “La sala de jarabe de krones Espacio para creatividad e innovación.” https://1library.co/document/zx9vp84z-sala-jarabe-krones-espacio-creatividad-innovacion.html

[17]. CEIM, *MANUAL TABLEROS DE FUERZA (1)*, 1 dic. 2022. [En línea]. Disponible en: https://fliphtml5.com/eoyre/zthq/basic

[18]. “Manual de usuario IFM PI2204 (Español - 37 páginas).” https://www.manual.do/ifm/pi2204/manual?p=15