

Diseño de un sistema de control a partir del uso de herramientas de Office, CAD y ECAD, para sustentar la ejecución del proyecto de control y automatización de una planta de harina procesada de maíz en la ciudad de Bucaramanga, Santander. ¹

William Andrés Mejía Parodi²
Iván Hernández Rodríguez³

Resumen

El presente informe se centra en la realización de la documentación necesaria para soportar el diseño del proyecto de control y automatización solicitado a Dautom. El proyecto es para una planta procesadora de harina de maíz en Bucaramanga, Santander, con el objetivo de optimizar los procesos productivos del cliente. Para ello, se elaboró un listado detallado de motores, equipos e instrumentos, así como la estructura del sistema de control, el plano P&ID, los esquemas eléctricos y el diseño de los cuadros eléctricos. Para esta tarea se utilizaron herramientas como Office, CAD y ECAD.

Palabras claves: Control, Automatización, Optimización de procesos.

Design of a control system using Office, CAD, and ECAD tools to support the implementation of a control and automation project for a processed corn flour plant in the city of Bucaramanga, Santander.

Abstract

This report focuses on implementing the necessary documents to support the design of a control and automation project requested by Dautom company. The project is aimed at a corn flour processing plant located in Bucaramanga, Santander, with the goal of optimizing the client's production processes. In this regard, a detailed list of motors, devices, and instruments was prepared, along with the control system architecture, P&ID diagram, electrical diagrams, and panel layouts. Office, CAD, and ECAD tools were used to carry out this task.

Keywords: Control, Automation, Process optimization.

Introducción

En este informe, se presentan las actividades desarrolladas durante las prácticas empresariales llevadas a cabo en Dautom. El objetivo principal de estas prácticas fue contribuir al

¹ Artículo científico presentado como opción de grado para optar por el título de la Especialización en Automatización Industrial.

²Autor: Ingeniero Electrónico, Universidad del Magdalena, Santa Marta, trabaja actualmente como Ingeniero Integrador. para la empresa Dautom S.A.S. en Bucaramanga, Santander. Correo electrónico: william.mejia@ustabuca.edu.co.

³ Director: Esp. Automatización Industrial, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Ingeniero Electrónico, Universidad Industrial de Santander.

diseño y desarrollo de un proyecto específico, abarcando aspectos clave como la revisión del diseño y lista de instrumentos, la selección y especificación de motores, aparatos e instrumentos, el diseño de la arquitectura de red y del sistema de control, así como la especificación de dispositivos de control y automatización.

Además, se realizó un exhaustivo trabajo en la especificación de los PACs (Controladores Automáticos Programables) del sistema de control de planta, considerando sus módulos respectivos y accesorios necesarios. Asimismo, se detalló la especificación de los dispositivos de la red de comunicación del sistema de control, garantizando una conexión eficiente y segura entre los diferentes componentes.

Durante el desarrollo del proyecto, se llevó a cabo la revisión y determinación de la conexión de cada instrumento de control y automatización, asegurando su correcto funcionamiento. También se procedió a la selección adecuada de la alimentación de los instrumentos, considerando sus requerimientos específicos. Además, se realizó un análisis para determinar el tamaño de los gabinetes y la ubicación óptima de los instrumentos de control y potencia, con el fin de garantizar la eficiencia y el espacio adecuado para su instalación.

Es importante resaltar que, debido a la confidencialidad requerida por la empresa cliente, la divulgación de información detallada sobre el proyecto específico está restringida. Sin embargo, a lo largo de este informe se describirán los enfoques y métodos utilizados para abordar y lograr los objetivos planteados. Se incluirán imágenes representativas del trabajo realizado, que permitirán una mejor comprensión de las actividades llevadas a cabo.

Planteamiento del problema

Diseño y Automatización Industrial SAS, en adelante Dautom S.A.S., es una empresa de origen Santandereano integradora de sistemas y proveedores de soluciones de Smart manufacturing y transformación digital, especializados en infraestructura OT, ciberseguridad y analítica de datos con más de 10 años en la industria. Dautom se ha especializado en atender las necesidades de CPG Industry (Consumer Packaged Goods), con énfasis en el sector de la molinería y ha desarrollado una plataforma de automatización industrial con aplicación de tecnologías de la industria 4.0, modular bajo su marca registrada Factory Compass, dentro de sus módulos cuentan con soluciones específicas para la molinería.

Dautom quiere llevar a su proceso interno de diseño y desarrollo a una metodología modular que refleje internamente lo que sus productos y servicios han llevado a sus clientes.

Actualmente en el marco de un proyecto de renovación tecnológica de una planta de harina precocida de maíz ubicada en la ciudad de Bucaramanga, requieren diseñar e integrar una solución para la operación, gestión y administración del proceso productivo de la planta, abarcando desde la línea de recibo hasta empaque, con la finalidad de brindarle al cliente final una herramienta para el mejoramiento continuo de su negocio basado en la data de su operación. Se quiere en el desarrollo de este proyecto escalar la estandarización del proceso de diseño.

Justificación

Para el diseño del sistema de control, se contempla el desarrollo de una lista de motores, aparatos e instrumentos, así como la definición de la arquitectura del sistema, el plano P&ID, los esquemas eléctricos y el layout de los tableros. En este proyecto se ha identificado una oportunidad para establecer una metodología de diseño, desarrollo y estandarización que permita la entrega más rápida y eficiente de proyectos futuros.

Es importante para la empresa mantener una conexión sólida con la academia y los recién egresados, trabajando en colaboración con profesionales con más de 10 años de experiencia.

Objetivo general

- Diseñar el sistema de control de una planta de precocidos de maíz para entregar una solución de alto impacto tanto para el cliente final como para la empresa integradora.

Objetivos específicos

- Diagnosticar el proceso productivo actual, identificando los desafíos actuales para definir las tecnologías y estándares a implementar.
- Desarrollar el plano PI&D del proceso productivo a implementar utilizando herramientas CAD.
- Desarrollar el listado de motores, aparatos e instrumentos usando Excel de Microsoft para soportar el dimensionamiento técnico del proyecto.
- Diseñar la arquitectura del sistema de control, usando la herramienta Integrated Architecture Builder de Rockwell Automation, para especificar los equipos de control, automatización y redes industriales.
- Desarrollar los esquemas eléctricos del sistema de control, usando la herramienta ePLAN, para soportar la ejecución técnica del proyecto.
- Diseñar los layout usando la herramienta ePLAN, para soportar el ensamble de los tableros de control.

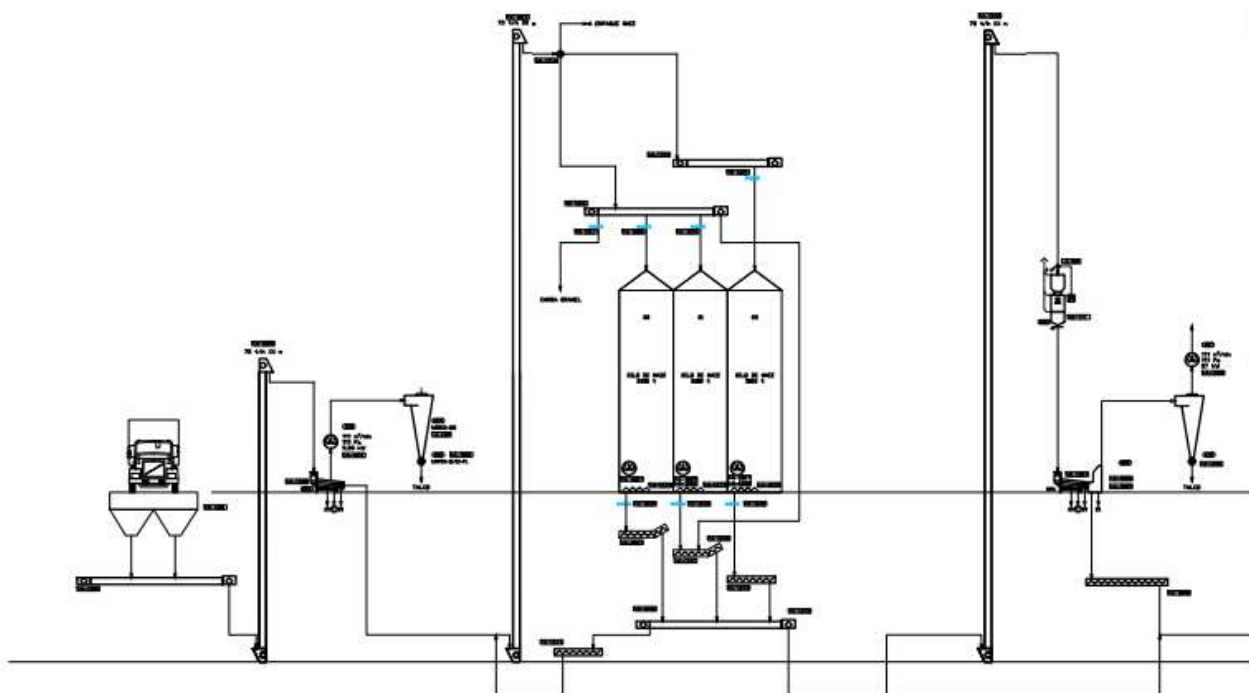
Desarrollo de actividades

Para el desarrollo del proyecto, es imprescindible realizar un diagnóstico exhaustivo a través de una visita a la planta, con el propósito de comprender el proceso productivo actual y determinar los equipos, aparatos e instrumentos disponibles, así como los elementos adicionales requeridos. En este contexto, la empresa Dautom llevó a cabo dicha visita y recopiló información relevante. Se verificó que la planta cuenta con 115 motores empleados en una variedad de procesos, como aspiración, bancos de molienda, barredores de silo, degerminadoras, come granos, distribución, elevadores de cangilones, secadoras, exclusas, extractores, inyectores, laminadoras, mezcladoras y roscas transportadoras. Además, se identificaron 65 sensores de nivel alto, nivel bajo y atascamiento, y se añadieron dispositivos necesarios por parte de Dautom para el control y la automatización.

En relación al diseño del sistema, se encontró que la planta ya cuenta con un diagrama de tuberías e instrumentos (P&ID) disponible, el cual fue solicitado para su comparación y verificación durante la visita. Para su actualización, se empleó el software de diseño asistido por computadora (CAD) conocido como AutoCAD, desarrollado por Autodesk. AutoCAD es una herramienta profesional que permite la creación y edición de geometrías en 2D y 3D, siendo fundamental para este proceso de diseño.

A continuación, se mostrarán partes del diagrama que servirán como muestra del trabajo realizado.

Figura 1. Parte del diagrama P&ID de la planta de harina procesada de maíz.



En la Figura 1 se pueden identificar varios elementos e instrumentos utilizados en la planta, como silos, elevadores de cangilones, roscas transportadoras, tolvas, raseras, secadoras, laminadoras, entre otros.

El siguiente paso en el desarrollo del proyecto es la creación del documento de motores, aparatos e instrumentos. Este documento resulta fundamental, ya que contiene toda la información del proyecto organizada en función de los procesos. Gracias a este documento, se facilita la distribución de los gabinetes, se determina el amperaje necesario en cada tablero, se identifica la cantidad de motores en cada barraje y se seleccionan los contactores y guardamotors correspondientes. Además, el documento permite conocer la cantidad de señales de entrada y salida requeridas para el PLC o, en su defecto, las tarjetas POINT I/O que se encargan de llevar las señales al PLC. Todo esto contribuye al diseño adecuado del sistema de control y automatización en el proyecto.

La elaboración de este documento se realiza utilizando Excel, lo cual facilita la manipulación de datos numéricos y de texto, permitiendo analizar la información y deducir otros datos importantes para la ejecución del proyecto. En él se detallan los motores, sensores, aparatos y señales de control, junto con sus características específicas. Cada elemento se registra en una tabla que consta de varias columnas, incluyendo:

- Nombre del proceso: Indica el proceso en el cual se encuentra ubicado el elemento, por ejemplo: Recibo, Molienda, Limpia, entre otros.
- Ubicación en plano: Es el identificador de la página donde se representa el esquema del elemento en el plano. Esta información se completa una vez finalizados los planos.
- Tensión (V): Indica la tensión de alimentación del elemento.
- Corriente (A): Especifica la corriente requerida por el elemento, dependiendo de si la acometida principal es de 220 o 440 voltios.

En resumen, el documento de motores, aparatos e instrumentos desempeña un papel crucial en el proyecto, ya que organiza y brinda información clave para el desarrollo del sistema de control y automatización. Gracias a este documento, se simplifica la distribución de los gabinetes, se determina el amperaje de cada tablero, se seleccionan los contactores y guardamotors para los motores, y se planifican las señales de entrada y salida necesarias para el PLC o las tarjetas POINT IO. Todo esto contribuye al éxito en la implementación del sistema de control y automatización en el proyecto.

Figura 2. Parte de la lista de Motores, Aparatos e Instrumentos.

Potencia (kW)	Potencia (HP)	Tensión (V)	I-220 (A)
11,25	15,0	3x440 VAC	38,6

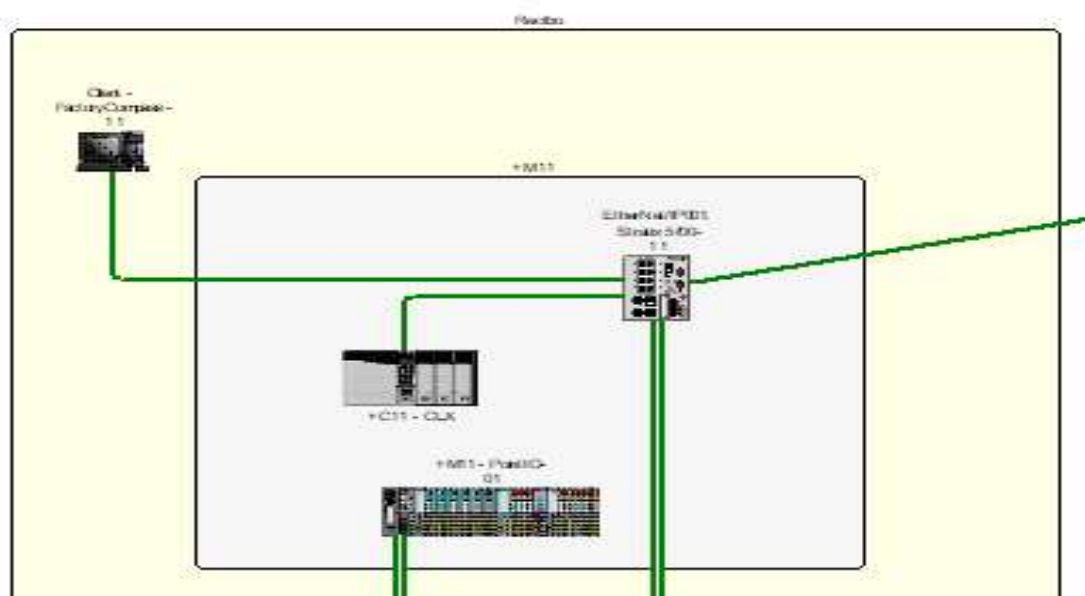
En el desarrollo del proyecto, se utilizó la herramienta IAB (Integrated Architecture Builder) de Rockwell Automation para el diseño de la arquitectura del sistema de control y la especificación de los equipos de control, automatización y redes industriales. La elección de esta herramienta se basó en que la mayoría de los equipos utilizados en el proyecto son de la marca Rockwell Automation.

IAB proporciona una plataforma intuitiva que facilita la configuración y visualización eficiente de los elementos clave del sistema de control. Mediante esta herramienta, se seleccionaron y agregaron los componentes necesarios, como switches, controladores programables (PAC), arrancadores suaves, variadores de frecuencia, periféricos como Point IO y PCs, y se establecieron las topologías de red requeridas.

Además, se realizaron especificaciones detalladas de los PACs del sistema de control de planta, incluyendo módulos y accesorios respectivos. También se especificaron los dispositivos de la red de comunicación del sistema de control, así como los dispositivos de control y automatización necesarios.

En conclusión, la utilización de la herramienta IAB de Rockwell Automation en el diseño del sistema de control y la especificación de los equipos permitió una configuración eficiente y una visualización adecuada de los elementos clave del sistema. Esto aseguró la integración y funcionalidad correcta de los equipos seleccionados, aprovechando las funcionalidades específicas de los componentes de Rockwell Automation en el proyecto.

Figura 3. Parte de la arquitectura de control que se realizó, donde podemos apreciar algunos equipos seleccionados y como se conectan entre ellos.



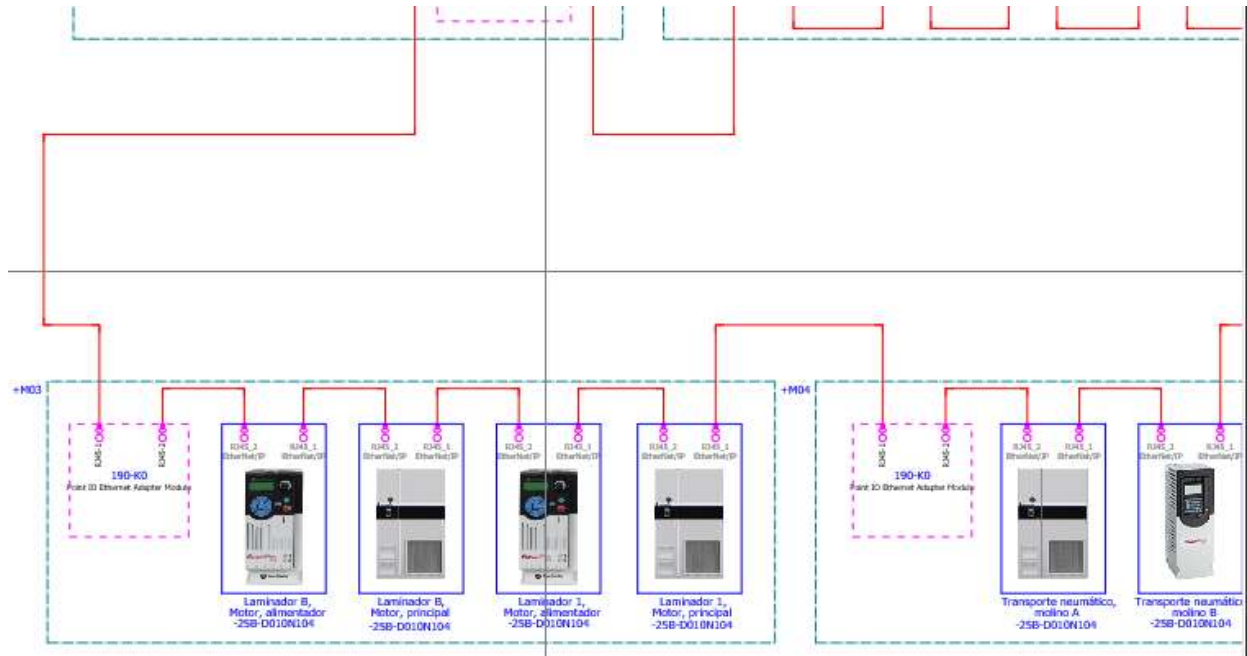
Una vez completada la lista de Motores, Aparatos e Instrumentos (MAeI), se procede al desarrollo de los esquemas eléctricos que respaldan la ejecución del proyecto. Para esta tarea, se utilizó ePLAN, un software de ingeniería eléctrica asistida por ordenador (CAE) que ofrece diversas facilidades en el diseño de esquemas.

Mediante ePLAN, se pudo llevar a cabo el diseño de los esquemas eléctricos siguiendo una guía predefinida que establece un orden específico. En primer lugar, se elaboraron los diagramas de comunicación, que detallan cómo se interconectan los equipos en la red y su ubicación en cada tablero. Estos diagramas brindan una visión general del proyecto y su interconexión.

La utilización de ePLAN agilizó el proceso de diseño, permitiendo una estandarización en los esquemas y facilitando la visualización y comprensión de la interconexión eléctrica del proyecto. Esta herramienta ofreció una interfaz intuitiva que optimizó el trabajo, asegurando la

coherencia en los esquemas y simplificando su comprensión para el equipo involucrado en la ejecución del proyecto. Asimismo, la estandarización en el diseño de los esquemas garantiza la consistencia en el proyecto y facilita futuras modificaciones y mantenimientos.

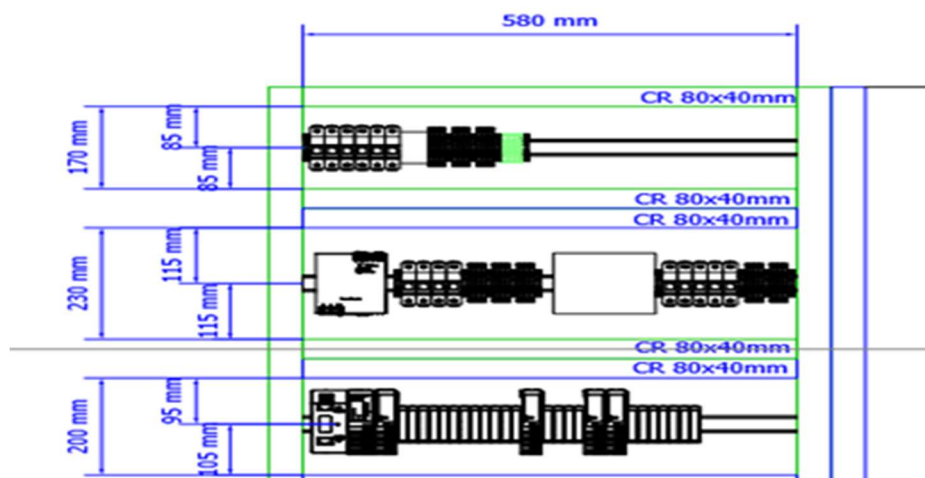
Figura 4. Parte del diagrama de comunicación del proyecto.



Posteriormente, se procede a la creación de los Layout de los tableros, los cuales son representaciones en 2D del tablero dibujado en 3D que muestran la disposición y ubicación de cada elemento en los tableros. Estos diagramas son de gran utilidad para dimensionar y planificar el espacio necesario en la construcción de los tableros.

Los layout de los tableros permiten visualizar de manera precisa cómo quedará distribuido cada componente y ayudan a determinar las dimensiones y espacios requeridos para su montaje. Esta representación gráfica facilita la organización eficiente de los elementos y contribuye a la correcta instalación y cableado de los equipos en los tableros.

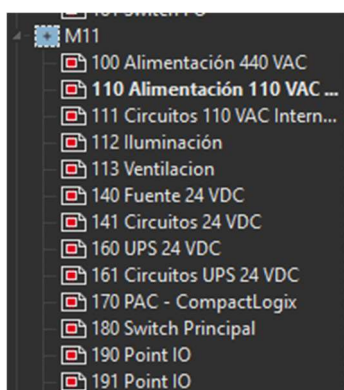
Figura 5. Parte del Layout, para las dimensiones de los equipos se buscaron en los Datasheet de cada uno, para hacer ser las dimensiones lo más cercano a la realidad.



A continuación, se elaboran los diagramas de los tableros, los cuales incluyen los Tags de cada elemento, que son los mismos identificadores utilizados en los diagramas eléctricos, para saber a qué equipo hace referencia.

En la siguiente sección del árbol del proyecto, se encuentran las designaciones de localización. En esta parte, se presenta de manera ordenada y detallada la distribución de la alimentación eléctrica de cada tablero. Se especifican las fuentes de alimentación, como Alimentación 440 VAC, Alimentación 110 VAC interna y externa, y Alimentación 24 VDC interna y externa.

Figura 6. *Árbol de diagramas de alimentaciones eléctricas del tablero +M11*



Finalmente, en el árbol del proyecto se encuentran las funciones, las cuales están representadas por los diagramas de potencia de motores y sensores. Estas funciones incluyen una designación de localización y el correspondiente diagrama de conexión.

Figura 7. *Esquema eléctrico de alimentación con transformador.*

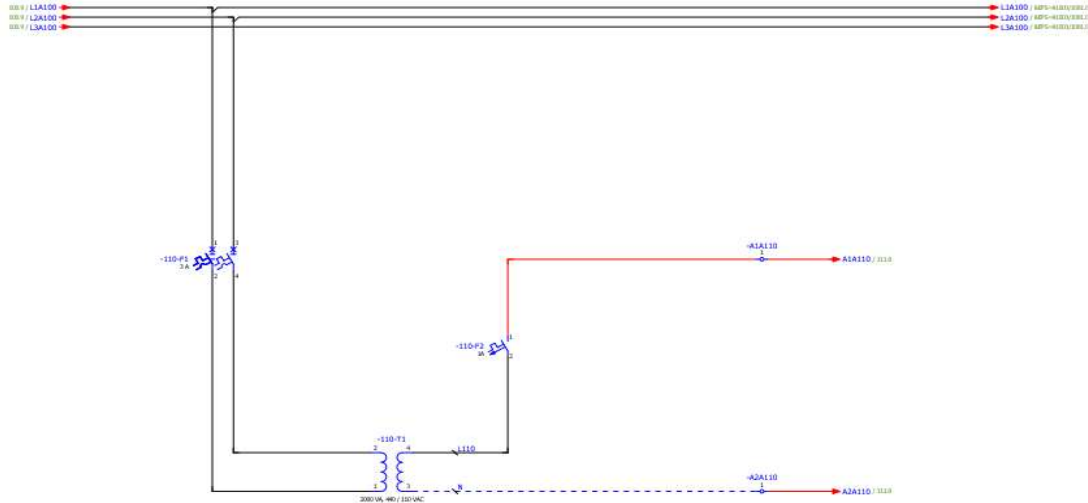
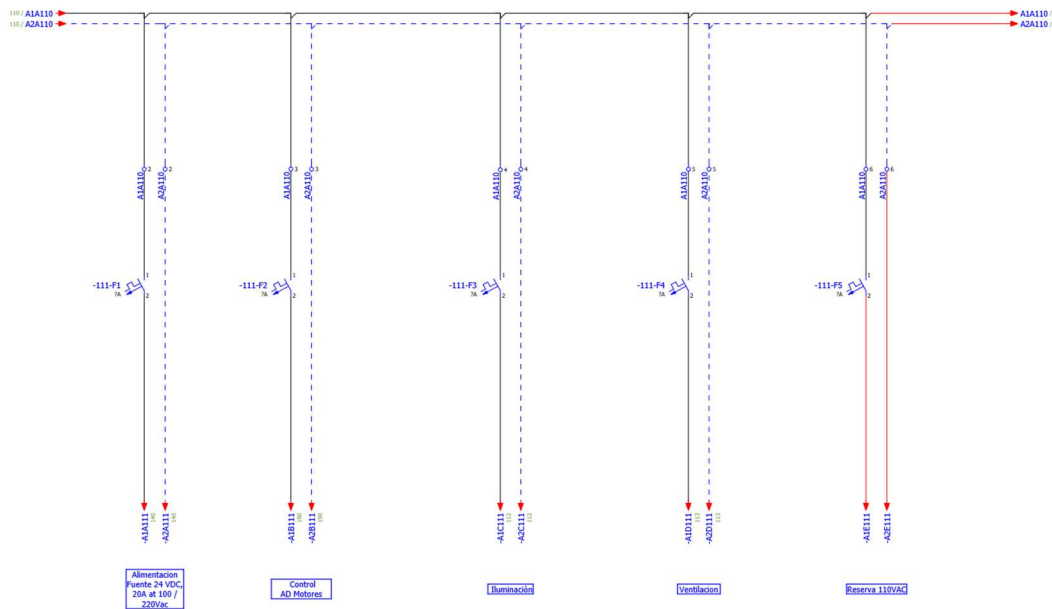


Figura 8. Diagrama para alimentación de circuitos 110 VAC internos de +M11.



Para realizar los diseños en 3D de los layouts de los tableros, se utilizó el programa EPLAN en la sección de espacios 3D. Esta herramienta permitió visualizar de manera realista cómo quedarían los tableros, incorporando macros de los aparatos e instrumentos. Durante este proceso, se diseñaron un total de 5 tableros.

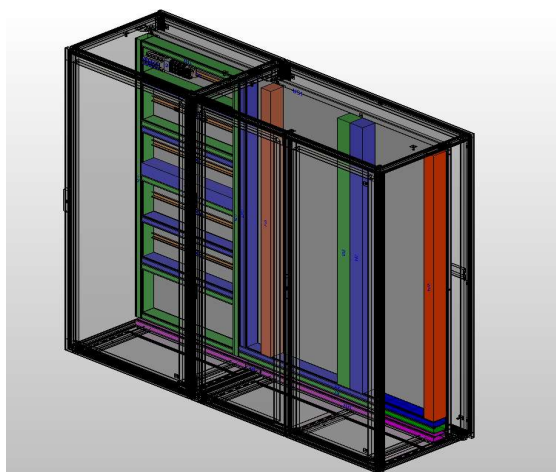
La etapa de diseño, se descargaron macros y hojas de especificaciones de los dispositivos, lo que permitió verificar las dimensiones y espacios de tolerancia entre equipos. Se seleccionaron variadores y arrancadores suaves considerando el de alimentación y el amperaje del motor. Se determinó el tamaño de los gabinetes, así como el número de columnas de barras requeridas para cada tablero.

Además, se planificó la ubicación de las canaletas y bandejas de malla para cables de control, AC y DC, asegurando que se cumplieran las tolerancias requeridas para cada equipo. Se

determinó la disposición de los instrumentos de control y potencia, teniendo en cuenta tanto la funcionalidad como las restricciones de espacio.

Asimismo, se consideró la ventilación necesaria para garantizar la correcta refrigeración de los tableros. Se tuvieron en cuenta las condiciones climáticas y la ubicación específica de cada tablero para determinar la potencia de ventilación requerida.

Figura 9. *Layout representativo de tablero y envolventes realizado con la herramienta ePLAN.*



Conclusiones

En conclusión, el trabajo realizado abarcó diversas etapas importantes para el desarrollo del proyecto de control y automatización. Desde el diagnóstico inicial de la planta y la recopilación de información relevante, hasta el diseño de la arquitectura del sistema, la especificación de equipos, elaboración de los planos eléctricos y la creación de los layouts de los tableros, se llevaron a cabo actividades fundamentales para garantizar el éxito y la eficiencia del proyecto.

El uso de herramientas como Excel, ePLAN, AutoCAD e Integrated Architecture Builder (IAB) permitió realizar tareas específicas de manera eficiente y precisa, brindando soluciones técnicas acordes a las necesidades del proyecto. La colaboración estrecha entre profesionales con experiencia y recién egresados enriqueció el proceso.

Referencias

Dautom. (2023). *Quienes somos*. Obtenido de <https://www.dautom.com.co/>