



FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INFORMÁTICA

**AUTOMATIZACIÓN DE DISOLUTOR DE CAMELO DURO PARA MEJORAR
LA PRODUCCIÓN EN UNA FÁBRICA DE GOLOSINAS, LIMA 2025**

Línea de investigación:

Sistemas eléctricos y electrónicos

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de
Ingeniero Mecatrónico

Autor:

Chuquizuta Lozada, Brandon Lee

Asesor:

Cancho Guisado, Jaime Antonio

ORCID: 0000-0002-7476-6979

Jurado:

Flores Masías, Edward José

Peña Carrillo, Cesar Serapio

Rosales Fernández, José Hilarión

Pastor Castillo, José Enrique

Lima - Perú

2025



AUTOMATIZACIÓN DE DISOLUTOR DE CARAMELO DURO PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN EN UNA FÁBRICA DE GOLOSINAS, LIMA 2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	14%	0%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uti.edu.ec	2%
	Fuente de Internet	
2	rraae.cedia.edu.ec	2%
	Fuente de Internet	
3	Submitted to Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui	1%
	Trabajo del estudiante	
4	Submitted to Escuela Superior Politécnica del Litoral	1%
	Trabajo del estudiante	
5	es.scribd.com	1%
	Fuente de Internet	
6	www.coursehero.com	1%
	Fuente de Internet	
7	www.emb.cl	1%
	Fuente de Internet	
8	vddocuments.com.br	



FACULTAD DE INGENIERÍA ELETRÓNICA E INFORMÁTICA

AUTOMATIZACIÓN DE DISOLUTOR DE CARAMELO DURO PARA
MEJORAR LA PRODUCCIÓN EN UNA FÁBRICA DE GOLOSINAS, LIMA
2025

Línea de Investigación: Sistemas eléctricos y electrónicos

Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero
Mecatrónico

Autor

Chuquizuta Lozada, Brandon Lee

Asesor

Cancho Guisado, Jaime Antonio

ORCID: 0000-0002-7476-6979

Jurado

Flores Masías, Edward José

Peña Carrillo, Cesar Serapio

Rosales Fernández, José Hilarión

Pastor Castillo, José Enrique

Lima – Perú

2025

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres, quienes confiaron en mí y me apoyaron en cada uno de mis logros durante las diferentes etapas de mi vida y que siempre me brindaron soporte emocional para no declinar al momento de afrontar los retos.

Brandon Lee

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a mis padres, que fueron los pilares para mi formación personal y profesional. También a los profesores de la universidad por transmitir conocimiento a partir de su experiencia profesional, lo que contribuyó en nuestro trayecto universitario. Finalmente, agradezco a los compañeros de trabajo que tuvieron un papel muy importante en mi aprendizaje y aplicación profesional.

Brandon Lee

Índice

Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Trayectoria del autor	2
1.1.1 Proyectos participados.....	4
1.1.2 Capacitación profesional	6
1.2. Descripción de la empresa	8
1.2.1 Misión.....	9
1.2.2 Visión:	10
1.3 Organigrama de empresa:	10
1.4 Áreas y funciones desempeñadas	11
1.4.1 Ingeniero de proyectos	11
II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA	12
2.1. Planteamiento del problema	15
2.1.1 Determinación del problema	15
2.1.2 Problema principal	16
2.1.3 Problema secundarios.....	16
2.1.4 Objetivo principal.....	17
2.1.5 Objetivo secundarios	17

2.1.6 Justificación.....	17
2.1.7 Alcances y limitaciones	18
2.2 Marco teórico.....	19
2.2.1. Antecedentes bibliográficos	19
2.2.2. Bases teóricas	22
2.2.2.1. Sensor capacitivo.	23
2.2.3 Definición de términos básicos	33
2.3 Propuesta de solución:	33
2.3.1 Descripción de la propuesta	35
2.3.2 Desarrollo de la solución.....	35
2.3.3 Factibilidad técnica-operativa	36
2.4.4 Tabla de inversión	55
2.4 Análisis de resultados	57
2.4.1 Costos del Proyecto.....	57
2.4.2 Beneficios del Proyecto.....	57
2.4.3 Cálculo del Retorno de Inversión.....	58
2.4.4 Análisis cualitativo.	59
III. APORTES MÁS DESTACABLES DE LA EMPRESA / INSTITUCIÓN	61
IV. CONCLUSIONES	63
V. RECOMENDACIONES.....	64

VI.	REFERENCIAS.....	65
VII.	ANEXOS	69

Índice de tablas

Tabla 1 Cursos de capacitación	6
Tabla 2 Diplomado	7
Tabla 3 Maestría	7
Tabla 4 Tabla de sensores	13
Tabla 5 Bach de consumibles	18
Tabla 6 Capacitación de personal operario	19
Tabla 7 Equipos eléctricos de tablero.....	39
Tabla 8 Consumibles de tablero	43
Tabla 9 Comparativas en precios de insumo	52
Tabla 10 Comparativo de antes y después de automatización	53
Tabla 11 Propuesta técnico-comercial.....	56
Tabla 12 Retorno de Inversión	59

Índice de figuras

Figura 1 Ubicación JyS Control Automotion	8
Figura 2 Organigrama JyS Control Automotion.....	10
Figura 3 Pantalla HMI de proceso	14
Figura 4 Sensor capacitivo.....	24
Figura 5 Celda de carga	25
Figura 6 Tablero eléctrico	26
Figura 7 PLC S7-1500	27
Figura 8 HMI TP1200 Comfort.....	28
Figura 9 Motorreductor eléctrico	30
Figura 10 Válvula mariposa con posicionador	31
Figura 11 Fusible de Vidrio 5x20.....	32
Figura 12 Transmisor SCT20-PB	34
Figura 13 Señales digitales y analógicas	38
Figura 14 ET200SP y módulos de expansión	41
Figura 15 Plano unifilar de tablero de control	42
Figura 16 Vista interior de tablero de control plano	44
Figura 17 Vista interior de tablero de control plano	45
Figura 18 Vista interior de tablero de control fabricado	46
Figura 19 Vista exterior de tablero de control fabricado	46
Figura 20 Protocolo de pruebas SAT de tablero.....	48
Figura 21 Protocolo de pruebas SAT de PLC	49
Figura 22 Protocolo de pruebas SAT de AI	49

Figura 23 Protocolo de pruebas SAT de A2.....	50
Figura 24 Protocolo de pruebas SAT de A3.....	50
Figura 25 Vista interior de tablero de fuerza	51

Resumen

El proyecto "Automatización de disolutor de Caramelo duro para mejorar la producción en una fábrica de golosinas" se enfoca en optimizar la dosificado de insumos en el disolutor de caramelo duro de una fábrica de golosinas en Lima, Perú 2025, mediante la incorporación de un sistema automatizado. Este proyecto tiene como propósito mejorar la eficiencia en la producción, optimizando los tiempos de operación y reduciendo la intervención humana, lo que contribuye a minimizar errores y optimizar la calidad final del producto según la receta establecida por el usuario. Fue implementada con la integración de controladores avanzados que gestionan parámetros críticos del proceso, apertura de válvulas, el suministro de los ingredientes y la activación de los motorreductores agitadores en los 2 tanques. Gracias a este sistema automatizado, la planta experimenta un flujo de trabajo más uniforme y preciso, asegurando que cada lote mantenga altos estándares de calidad y consistencia. Además de los beneficios en la calidad del producto, la automatización también mejora el ambiente de trabajo al reducir los riesgos asociados con operaciones manuales en procesos de alta temperatura en el tanque TK02. El sistema automatizado también mejora la fiabilidad del proceso y optimiza el consumo de recursos. En el aspecto económico, el proyecto mostró ser altamente viable al equilibrar costos de implementación con los beneficios generados en la producción, reflejando un impacto positivo para la rentabilidad y sostenibilidad del proceso de disolutor de caramelo duro en el mediano y largo plazo.

Palabras clave: Automatización, parámetros, ingredientes, controladores.

Abstract

The project "Automation of Dosilutor of Hard Candy to Improve Production in a Confectionery Factory" focuses on optimizing the dosing of inputs in the hard candy dissolver of a confectionery factory in Lima, Peru, 2025, through the incorporation of an automated system. This project aims to improve production efficiency by optimizing operation times and reducing human intervention, which helps minimize errors and enhance the final product's quality according to the user-defined recipe. The system was implemented through the integration of advanced controllers that manage critical process parameters, valve operation, ingredient supply, and the activation of agitator gearmotors in the two tanks. Thanks to this automated system, the plant achieves a more uniform and precise workflow, ensuring that each batch maintains high standards of quality and consistency. In addition to the product quality benefits, automation also enhances workplace safety by reducing risks associated with manual operations in high-temperature processes, particularly in tank TK02. The automated system further improves process reliability and optimizes resource consumption. From an economic perspective, the project proved to be highly viable by balancing implementation costs with the benefits generated in production, reflecting a positive impact on the profitability and sustainability of the hard candy dissolver process in the medium and long term.

Key Words: Automation, parameters, ingredients, controllers.

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de este proyecto es detallar el diseño e implementación de un sistema de automatización de disolutor de caramelo duro en una fábrica de caramelos, el cual presenta las siguientes fases:

Primera fase: Suministro de insumos

En esta fase, se realiza la incorporación manual de los ingredientes esenciales, que incluyen agua, glucosa y azúcar. Cada uno de estos insumos es cuidadosamente pesado conforme a las especificaciones detalladas en la receta, asegurando la precisión en las cantidades requeridas.

Para facilitar este proceso, se emplea un sistema automatizado para la dosificación y el suministro de los insumos. Una vez que los insumos se han suministrado y pesado, son transferidos al primer agitador, donde se lleva a cabo la mezcla inicial.

Este procedimiento es crucial para asegurar que todos los componentes se integren de manera uniforme y homogénea, garantizando la calidad del producto final. Este paso es fundamental antes de continuar con las siguientes fases de producción, donde la consistencia y precisión del proceso son claves para el éxito del producto.

Segunda fase: Calentamiento en tanque 2

En esta fase del proceso, el contenido mezclado en el primer tanque se transfiere al segundo mediante la apertura de una válvula controlada, lo que asegura una transferencia precisa y eficiente de los materiales.

Al igual que el tanque TK01, el tanque TK02 está equipado con dos sensores de nivel: uno para indicar el nivel bajo y otro para el alto, lo que permite un monitoreo constante y preciso del contenido.

Una vez que el contenido ha sido transferido correctamente, se cierra la tapa del tanque para sellarlo adecuadamente y se procede a la inyección de vapor de agua caliente. Este es

esencial para elevar la temperatura del contenido interior y alcanzar los grados 85°C Celsius que se visualizaran en el termómetro bimetalico, temperatura requerida para el proceso disolutor de caramelo duro.

Esta etapa es crucial, ya que el control preciso de la temperatura garantiza que el proceso de disolutor del caramelo se realice de manera óptima, lo que, a su vez, permite finalizar el proceso con éxito. La correcta inyección de vapor y el monitoreo continuo de los niveles aseguran la integridad y calidad del producto, manteniendo la consistencia en todas las fases del proceso.

Tercera fase: Dosificación final de disolutor

En la tercera fase, una vez que se ha completado el tiempo de mezcla y se ha alcanzado la textura deseada para el producto, se procede a la apertura de la válvula de descarga del proceso de disolutor de caramelo duro. Esto permite que el producto, ahora con las propiedades físicas y químicas adecuadas, sea enviado a la siguiente etapa del proceso en la que se llevará a cabo la solidificación del caramelo, donde el control de la temperatura y las condiciones ambientales serán claves para obtener la consistencia final requerida. La correcta ejecución de esta fase asegura que el producto cumpla con los estándares de calidad requeridos antes de ser sometido a la solidificación.

1.1 Trayectoria del autor

En mayo de 2021, logré obtener el grado de bachiller en Ingeniería Mecatrónica, otorgado por la Facultad de Ingeniería Electrónica e Informática de la Universidad Nacional Federico Villareal. he acumulado más de 4 años de experiencia en la supervisión y la ejecución de proyectos de automatización dentro del sector privado, permitiéndome aplicar los conocimientos (teóricos – prácticos) adquiridos durante mi formación universitaria, así como, el continuo aprendizaje a partir de capacitaciones en áreas clave dentro del rubro de proyectos.

En febrero del 2020, realicé mis primeras prácticas preprofesionales en Logix Solution, empresa dedicada a automatización de procesos mineros e industriales, enfocándome en: la selección de equipos eléctricos y el diseño de planos electromecánicos en 2D y 3D. Asimismo, realicé actividades de evaluación y recomendación de equipos que mejor se ajusten a los requerimientos técnicos del proyecto, además de realizar un seguimiento y monitoreo riguroso de la ejecución de los proyectos en campo. Mi rol también implicaba la elaboración de informes técnicos, garantizando el cumplimiento de los objetivos y solucionando cualquier eventualidad durante la fase de implementación.

Terminado mis prácticas pre profesionales, fui promovido a ingeniero de aplicaciones, donde estuve a cargo de gestionar y ejecutar proyectos, destacando mi colaboración con reconocidas empresas como: ABB, SIEMENS, SOUTHERN, ANTAMINA y CERRO VERDE. Durante este tiempo, participé en levantamientos de información en campo, la elaboración de diseños de planos electromecánicos detallados, la fabricación de tableros y salas eléctricas, enfocados principalmente en industrias mineras y papeleras.

En abril de 2021, asumí el rol de ingeniero de proyectos en JyS Control Automation. En este cargo, soy responsable de desarrollar propuestas técnico-comerciales, gestionar proyectos desde la fase de diseño hasta su implementación final, y coordinar la ingeniería de campo. Mi experiencia se extiende al análisis y manejo de documentación técnica, como hojas de datos, planos P&ID, y especificaciones de proveedores, con un enfoque en la instrumentación de campo, que incluye medidores de flujo, nivel, presión, temperatura.

A lo largo de mi carrera, he trabajado en proyectos para sectores industriales estratégicos, como petróleo y gas, minería, química y explosivos, contribuyendo significativamente al éxito de cada iniciativa. Algunos de los proyectos destacados en los que he participado incluyen automatización en plantas de producción, optimización de

procesos en la industria de explosivos y mejora en los sistemas de control de producción para sectores de alimentos y manufactura.

1.1.1 Proyectos participados

A continuación, presento los proyectos más destacados en los que he participado, logrando implementar estrategias de planificación, supervisión y ejecución optimizadas:

- Automatización de 20 Trenzadoras de Mecha de Explosivos - FAMESA EXPLOSIVOS PP (Ingeniero de proyectos): Planificación, supervisión y ejecución del proyecto. Se logró una reducción del 17 % en el tiempo de puesta en marcha y una mejora en la eficiencia del proceso de automatización.
- Automatización de Planta de Emulsión Matriz - FAMESA EXPLOSIVOS AQP (Ingeniero de proyectos): Implementación de estrategias de control y automatización que permitieron reducir el tiempo de implementación en un 18 %, optimizando los recursos operacionales y garantizando la integración completa de los sistemas de control.
- Mejoras en Tanques MG1, 2 y 3 SCN - ALICORP (Supervisor e Ingeniero de proyectos): Supervisión y ejecución del proyecto con un enfoque en la optimización de recursos, lo que resultó en una mejora del 15 % en los tiempos de ejecución, así como en la reducción de costos asociados a la implementación.
- Sistema de Control y Monitoreo de Nivel y Temperatura de Agua en Lavavajilla - INTRADEVCO (Supervisor e Ingeniero de proyectos): Ejecución y supervisión del proyecto. Se logró una reducción del 20 % en los tiempos de integración y se optimizó el uso de sensores y equipos de control en la planta.
- Automatización de Balanzas de Llenado de Cloro - QUIMPAC OQUENDO (Supervisor e Ingeniero de proyectos): Supervisión y ejecución de la automatización de balanzas, lo que permitió una optimización del 18 % en los tiempos de puesta en marcha y una mejora significativa en la precisión del sistema de llenado.

- Automatización de Balanzas de Llenado de Cloro - QUIMPAC PARAMONGA (Supervisor e Ingeniero de proyectos): Implementación de mejoras que resultaron en una reducción del 14% en el tiempo de ejecución, así como en una optimización de recursos a través de la automatización del proceso posterior a la implementación del nuevo sistema.

- Automatización de Inyectores - MOLITALIA VENEZUELA (Supervisor e Ingeniero de proyectos): Ejecución del proyecto. Se logró una reducción del 10 % en temperatura del área de secado y pre secado en la línea de fideeria, implementando de un sistema automatizado de 6 inyectores y 6 extractores de aire.

- Migración de Bombo Mentitas - MOLITALIA OLIVOS (Ingeniero de proyectos): Diseño de planos eléctricos, pruebas FAT, SAT y puesta en marcha, lo que redujo un 25 % en los tiempos de migración y una optimización del sistema mediante la integración de controladores más eficientes.

- Fabricación, Ensamble y Pruebas FAT de 19 Tableros Auto soportados eléctricos RIO y DCS con Equipamiento ABB - Proyecto Extensión Quebrada Honda, SOUTHERN (Supervisor de proyectos): Supervisión de fabricación. Se logró una reducción del 15 % en el tiempo total de fabricación y pruebas, logrando el cumplimiento de los estándares de calidad y plazos del cliente para la fabricación de los tableros.

- Fabricación, Ensamble y Pruebas FAT de Sala 01 Eléctrica - Proyecto Bombeo de Relaves, ANTAMINA (Supervisor de proyectos): Supervisión completa del proyecto. Se optimizaron los recursos reduciendo los tiempos de fabricación en un 11 % respecto al tiempo planificado lo que ayudo notablemente en el tiempo de pruebas de funcionamiento para su posterior desensamble y trasladarse a la unidad minera.

- Fabricación, Ensamble y Pruebas FAT de 03 Salas Eléctricas - Proyecto Extensión Quellaveco, SCHNEIDER ELECTRIC (Supervisor de proyectos): Liderazgo

en la supervisión del proyecto. Se logró una optimización del 20 % en los tiempos de fabricación y pruebas, asegurando la correcta integración de los sistemas eléctricos para la operación eficiente en el campo. Estos proyectos me han permitido demostrar mis habilidades de gestión de proyectos complejos en diversas industrias, optimizando los procesos y garantizando resultados dentro de los tiempos y presupuestos establecidos.

1.1.2 Capacitación profesional

A lo largo de mi trayectoria profesional, he comprendido la importancia de la capacitación continua para el desarrollo de mis habilidades y competencias. Estas formaciones han mejorado significativamente mi desempeño en el campo laboral, permitiéndome abordar desafíos específicos en diversas industrias de producción masiva, minería y explosivos. También he participado en capacitaciones en áreas de programación de PLC, diseño en Eplan Electric P8 y AutoCAD, así como en metodologías de gestión de proyectos según PMI. Estas experiencias no solo me han brindado herramientas prácticas, sino que también han optimizado mis procesos de trabajo, mejorando la planificación y ejecución de proyectos.

Además, la interacción con expertos en el campo ha ampliado mi red profesional, enriqueciéndome con diversas perspectivas sobre las diferentes ramas de aplicación. En conjunto, este enfoque proactivo hacia el aprendizaje ha aumentado mi valor como profesional en un entorno laboral en constante evolución y competitividad.

A continuación, detallo las capacitaciones profesionales tal como se muestra en los siguientes Tablas 1, 2 y 3:

Tabla 1

Cursos de capacitación

Cursos				
Ítem	Institución	Descripción	Fecha	Horas

1	UNFV	Módulo de talleres de Propiedad intelectual	Nov-18	17
2	UNFV	Redes y conectividad	May-19	36
3	UNFV	Sistemas hidráulicos y Sistemas neumáticos	Jul-19	16
4	BK Tecnología	PLC I controlador lógico programable	Nov-22	16
5	BK Tecnología	PLC II controlador lógico programable	Nov-22	16
6	BK Tecnología	Tecnologías para el control y protección de motores eléctricos	Nov-22	16
7	BK Tecnología	Ingeniería de detalle	Oct-22	8
8	Siemens	Industrial networks profinet	Ene-24	24

Nota. Todos los cursos de capacitación fueron realizados desde la etapa universitaria hasta la actualidad, ordenados cronológicamente mostrando las diferentes áreas de preparación.

Tabla 2

Diplomado

Diplomado					
Ítem	Institución	Descripción	Fecha inicio	Fecha fin	Horas
1	Zegel IPAE	Diplomado en gestión de proyectos	Nov-22	May-23	135

Nota. El diplomado realizado ayudo a complementar mi mejor desempeño y desarrollo profesional.

Tabla 3

Maestría

Maestría				
Ítem	Institución	Descripción	Fecha inicio	Fecha fin
1	UNAC	Maestría en gerencia de proyectos de ingeniería	Ago-23	Dic-24

Nota. La maestría viene siendo un excelente apoyo de conocimientos en el ámbito laboral en el que me vengo desempeñando mejorando mi nivel de gestión en los diferentes proyectos desarrollados.

1.2. Descripción de la empresa

JyS Control Automation E.I.R.L. se constituyó como empresa en el año 2008 e inició formalmente sus operaciones en 2009. La empresa está ubicada en el distrito de Carabayllo en Lima, Perú (Figura 1), donde ha desarrollado un sólido portafolio de servicios especializados en diversas áreas de la ingeniería.

Figura 1

Ubicación JyS Control Automation



Nota. Figura 1 extraída de la página web de JyS Control Automation, la sede indicada es de Lima. JyS Control Automation. (s.f.). [Ubicación JyS Control Automation]. Recuperado el 12 de diciembre, 2024, de <https://jyscontrol.com/contactanos/>

Los servicios que ofrece JyS Control Automation son variados y altamente especializados. Entre sus principales servicios se incluyen ingeniería eléctrica, mecánica,

instrumentación, automatización y digitalización. De estos, destacan el mantenimiento de motores eléctricos, mantenimiento de tableros e instrumentos, fabricación de tableros eléctricos, así como el diseño de planos electromecánicos en 2D y 3D.

Además, la empresa tiene una vasta experiencia en la programación de PLC de diferentes marcas, sistemas SCADA y DCS. De igual modo, gracias a su experticia y calidad de servicio, JyS Control Automation ha establecido una valiosa alianza con Siemens, en el marco de un contrato de servicios, lo que le permite ofrecer soluciones avanzadas de automatización, electricidad en baja y media tensión, e instrumentación con tecnología de punta. Esta colaboración asegura que JyS Control Automation pueda integrar soluciones innovadoras y altamente eficientes, alineadas con los estándares internacionales más rigurosos.

A lo largo de su trayectoria, la empresa ha trabajado en sectores clave de la industria, como minería, alimentos, química y energía. Algunas de las compañías más representativas del Perú que han confiado en sus servicios incluyen a Alicorp, Intradevco, Sayón, Molitalia, Quimpac, DMS, Famesa Explosivos y Owen Illinois, entre otras.

Con esta sólida base de clientes, JyS Control Automation ha logrado posicionarse como un referente en la automatización y optimización de procesos industriales, destacándose por su capacidad para ofrecer soluciones eficientes, adaptadas a las necesidades específicas de cada sector.

1.2.1 Misión

Somos una empresa de ingeniería y comercialización de equipos de control y automatización industrial, accionamientos eléctricos y variadores de velocidad, cuya prioridad es brindar soluciones tecnológicas para cubrir necesidades de clientes y darles continuidad a sus procesos.

1.2.2 Visión:

Ser la empresa líder en brindar soluciones de ingeniería eléctrica y automatización industrial en general.

1.3 Organigrama de empresa:

A continuación, la representación del organigrama funcional – operativo de la empresa.

Figura 2

Organigrama JyS Control Automotion



Nota. El organigrama representado en la figura 2 representa los niveles dentro de la empresa JyS Control Automation, se divide en 6 niveles con sub áreas de acuerdo las funciones que cumplen.

1.4 Áreas y funciones desempeñadas

A continuación, se describirán las funciones desempeñadas por el autor a lo largo de su trayectoria en la empresa JyS Control Automation.

1.4.1 Ingeniero de proyectos

- a) Gestión de proyectos de electricidad y automatización de procesos industriales.
- b) Elaboración de la ingeniería básica y/o detalle de proyectos eléctricos, instrumentación y automatización para la industria minera y alimentaria.
- c) Planificación, control y cierre de los proyectos asignados bajo el enfoque PMI.
- d) Planificación y Coordinación de los Proyectos (evaluación, reportes, control, gestión de adquisición de insumos y activos necesarios para los proyectos).
- e) Diseño e ingeniería de montaje electromecánico para industria de minera.
- f) Diseño e ingeniería de tableros eléctricos, tableros de control DCS y CCMs, salas eléctricas, tablero sistema de bombeo, diagramas de Lazo y planos P&ID.
- g) Desarrollo de planos con software AutoCAD 2021, Eplan Electric P8, Solidworks 2021, Inventor 2021.
- h) Supervisión de Pruebas FAT, SAT de tableros de control y fuerza.
- i) Supervisión de puesta en marcha de tableros eléctricos de control y fuerza.
- j) Supervisión de los proyectos en las etapas de pre-comisionamiento, comisionamiento y puesta en marcha.
- k) Planificación y coordinación de los proyectos (evaluación, reportes, control, gestión de adquisición de insumos y activos necesarios para los proyectos).

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

El presente informe aborda los aspectos técnicos y operativos del proyecto denominado "Automatización de Disolutor de Caramelo Duro en una Planta de Golosinas", ejecutado para una empresa líder en la producción masiva de golosinas en Lima, Perú.

La automatización de disolutor de caramelo duro es un procedimiento que requiere la implementación de un sistema de control que pueda gestionar tanto entradas y salidas digitales como analógicas, que permitan un control preciso y eficiente del proceso, generando un buen control de los sensores y actuadores instalados en campo. El desarrollo del proyecto partió de un levantamiento de información técnico - productivo del proceso in situ, evaluándose las condiciones actuales de operación y las necesidades específicas de la planta.

A partir de esta evaluación, se elaboró una propuesta técnico-comercial detallada, adaptada a los requerimientos y expectativas del cliente. Una vez que se obtuvo la aprobación, se procedió a la planificación estructurada del proyecto.

Este enfoque metodológico cuantitativo garantizó una ejecución organizada y eficiente, permitiendo el cumplimiento de plazos, presupuestos y objetivos técnicos. La fase de ingeniería fue clave para el éxito del proyecto y seleccionar los equipos de control para el correcto funcionamiento en la automatización de disolutor de caramelo duro, nuestra preferencia se inclina hacia la marca Siemens, dado su sólido prestigio y liderazgo en el mercado global, lo que la convierte en una de las opciones más destacadas dentro del contexto empresarial en Perú.

Para esto se considera el tablero de fuerza y los equipos existentes en campo, como motores, motorreductores, bomba neumática, válvulas y sensores inductivos existentes en el proceso de disolutor de caramelo duro, como se muestra.

Tabla 4*Tabla de sensores*

Actuadores						
Ítem	Marca	Código	Descripción	Función	Cantidad	Unidad
1	Sew	-	Motor reductor vertical 2.5HP	Motor agitador	1	und.
2	Sew	-	Motor reductor vertical 2.5HP	Motor mezclador	1	und.
3	Sew	-	Motor reductor axial 0.75HP	Motor azúcar	1	und.
4	Nacional	-	Bomba Neumática de doble diafragma de 1" (20-120psi)	Bomba de reproceso	1	und.
5	Festo	KVZA-8073655	Unidad de válvula tipo mariposa de 2"	Válvula de agua	1	und.
6	Festo	KVZA-8073655	Unidad de válvula tipo mariposa de 2"	Válvula de glucosa	1	und.
7	Festo	KVZA-8073655	Unidad de válvula tipo mariposa de 2"	válvula de azúcar	1	und.
8	Festo	KVZA-8073655	Unidad de válvula tipo mariposa de 2"	válvula de vapor	1	und.
9	Autonics	CR30-15DN	Sensor capacitivo NPN	Nivel de tanques	4	und.

Nota. En la tabla 4 se representan los equipos que actualmente se encuentran en el área de disolutor de caramelo duro en la fábrica de golosinas.

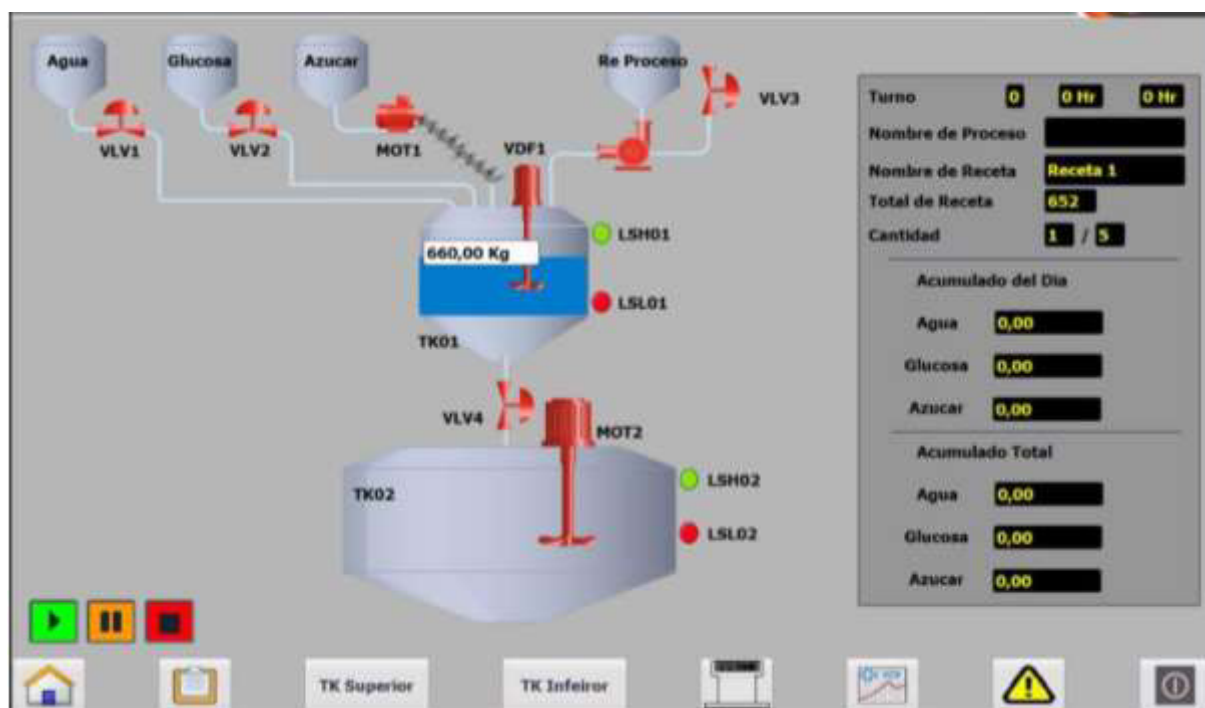
Los equipos de control complementarios fueron seleccionados con base en criterios de fiabilidad, compatibilidad y capacidad de satisfacer las exigencias operativas del proceso. Esta etapa también incluyó el diseño electromecánico de los tableros de control y la integración del sistema automatizado en el entorno de producción existente, una vez que la ingeniería fue completada, se procedió con la fabricación del tablero de control y la

posterior instalación en planta. La programación de los controladores se realizó tomando en cuenta los parámetros específicos del proceso de disolutor de caramelo duro, lo cual permitió una regulación óptima de los insumos, mejorando el control de variables críticas como la temperatura del vapor de agua para calentar los tanques TK1 y TK2, los niveles de los tanques y el suministro de materia prima.

Posteriormente, el sistema automatizado fue sometido a pruebas con producto según formula, asegurando así la funcionalidad del sistema y la integración exitosa, a continuación, se muestra el diagrama en el HMI.

Figura 3

Pantalla HMI de proceso



Nota. Se muestra la pantalla de HMI donde se muestra todo el proceso con los sensores y actuadores de disolutor de caramelo duro, donde también se muestran los valores acumulados.

Finalmente, el proyecto culminó con la puesta en marcha del sistema, logrando un incremento notable en la eficiencia operativa del proceso. Los tiempos de ejecución en la etapa de disolutor se redujeron significativamente, minimizando las intervenciones manuales, lo que resultó en una mayor precisión y una reducción en los errores asociados al manejo de insumos. El sistema automatizado permitió también una mayor flexibilidad para ajustar los parámetros operativos según las necesidades de producción, optimizando los recursos y mejorando la calidad final del producto.

2.1. Planteamiento del problema

2.1.1 Determinación del problema

Actualmente, al no existir protocolos definidos para el proceso de producción de caramelo duro donde se pueda encontrar los puntos críticos sobre los cuales se deberán tomar acciones correctivas necesarias y de esta manera lograr disminuir eficientemente todos los desperdicios producidos durante el proceso, garantizando una mejor productividad, reducción de tiempos detenidos, mayor aprovechamiento de los recursos y mejor calidad de caramelo (Jácome, 2018).

El en proceso de disolutor de caramelo duro en una fábrica de golosinas, actualmente se realiza la activación de las válvulas y motores mediante pulsadores hasta llegar al suministro deseado que se visualiza en el display, los insumos primero van al tanque TK01 y después al tanque TK02, y se activa la válvula de vapor para calentar el tanque a 85°C, que se visualiza en el termómetro bimetalico.

Este trabajo manual requiere enteramente de la intervención de un operario, haciendo que los tiempos de ejecución dependan enteramente de su experiencia. Los tiempos de demora al pulsar los botones de start o de stop son propios de cada operario

por lo que no se tendría un registro temporal único, en consecuencia, los rangos de suministro de insumos no son uniformes.

En ocasiones se presentaron incidentes de derrames de producto al no contar con un operario con experiencia que determine el tiempo de parada en el suministro de insumos.

Los problemas mencionados afectan directamente la calidad de la producción de caramelo duro, lo que altera los costos de producción y posteriormente arriesga su competitividad en el mercado.

Si no se automatiza el proceso de disolutor de caramelo duro, los tiempos de ejecución del proceso, suministro de insumos, derrames de producto, la calidad y los costos de producción se verían afectados gravemente, lo significaría una clara desventaja para la empresa poniendo en riesgo las ventas de caramelo en el mercado.

2.1.2 Problema principal

P.G: ¿Cómo la automatización de disolutor de caramelo duro mejorará la producción en una fábrica de golosinas, Lima 2025?

2.1.3 Problema secundarios

P.S.1: ¿Cómo la automatización de la etapa de disolutor de caramelo duro contribuirá a disminuir los tiempos de producción en una fábrica de golosinas, Lima 2025?

P.S.2: ¿Cómo la automatización de la etapa de disolutor de caramelo duro contribuirá en la reducción de costos de producción en una fábrica de golosinas, Lima 2025?

P.S.3: ¿Cómo la automatización de la etapa de disolutor de caramelo duro contribuirá al incremento de producción en una fábrica de golosinas, Lima 2025?

2.1.4 Objetivo principal

O.G: Implementar la automatización de disolutor de caramelo duro para mejorar la producción en una fábrica de golosinas, Lima 2025.

2.1.5 Objetivo secundarios

OS1: Disminuir los tiempos de producción mediante la automatización de la etapa de disolutor de caramelo duro en una fábrica de golosinas, Lima 2025.

OS2: Reducir los costos de producción mediante la automatización de la etapa de disolutor de caramelo duro en una fábrica de golosinas, Lima 2025.

OS3: Incrementar la producción mediante automatización de la etapa de disolutor de caramelo duro en una fábrica de golosinas, Lima 2025.

2.1.6 Justificación

La automatización de disolutor de caramelo duro para mejorar la producción en una fábrica de golosinas, nos permitirá reducir los tiempos perdidos de ejecución respecto a los trabajos manuales de los operarios, reduciéndola en un 77%, debido a que la implementación del PLC controlará de forma automatizada los tiempos de ejecución en cada etapa del proceso.

También la implementación de automatización reducirá la pérdida de insumos por suministro manual en un 18%, porque el nivel de precisión de suministro de insumos estaba de acuerdo a la experiencia de cada operario, por lo que en el nuevo sistema con el PLC instalado se tiene un total dominio del suministro de los insumos, además mediante los sensores de nivel se evitaban derrames en los tanques TK01 y TK02.

Finalmente podemos decir que la implementación de la automatización de disolutor de caramelo duro no solo mejorará el proceso de producción y calidad del producto, teniendo como consecuencia la reducción costos.

2.1.7 Alcances y limitaciones

La automatización del proceso de disolutor de caramelo duro en una fábrica de golosinas, contemplada la producción por Batch de 617kg, de una receta de masa de caramelos en un tiempo definido de 58 minutos. Se detalla el Batch del proceso de disolutor de caramelo duro en la siguiente tabla.

Tabla 5

Batch de consumibles

Insumos	Peso
Agua	116 L (116kg)
Glucosa	350 kg
Azúcar	151 kg
Insumos	Nº Orden
Orden del Agua	1
Orden de la Glucosa	2
Orden del Azúcar	3

Nota. En la siguiente tabla se muestran los consumibles que se utilizaran para la receta solicitada por el cliente y los órdenes de suministro automatizado, por cada batch.

Una de nuestras grandes limitaciones es el tiempo para la ejecución del proyecto de automatización de caramelo duro, ya que no se puede afectar la producción porque la empresa tiene que cubrir la demanda de sus clientes. Para ellos se coordinó la disponibilidad de solo 5 días consecutivos completos para el montaje de tablero, conexión de cables eléctricos y pruebas con producto para la validación del funcionamiento del nuevo sistema de control instalado.

Otra limitante importante fue la capacitación al personal, porque tenían dos turnos de trabajo, por lo que se vio conveniente realizar la capacitación en 2 días, 4 horas por día como se detalla en la siguiente tabla, para garantizar que los 4 operarios de ambos turnos se capaciten en el procedimiento automatizado del funcionamiento y manipulación del HMI en el proceso de disolutor de caramelo duro.

Tabla 6*Capacitación de personal operario*

Nombre del trabajador	Turno	Capacitación realizada	Fecha 1 de capacitación	Fecha 2 de capacitación	Horas de capacitación
Operario A	Mañana	Manejo de tablero de control	19/12/2024	20/12/2024	8 horas
Operario B	Mañana	Manejo de tablero de control	19/12/2024	20/12/2024	8 horas
Operario C	Noche	Manejo de tablero de control	19/12/2024	20/12/2024	8 horas
Operario D	Noche	Manejo de tablero de control	19/12/2024	20/12/2024	8 horas

Nota. En la siguiente tabla se muestra los tiempos de capacitación para la manipulación del HMI para la automatización del proceso de disolutor de caramelo duro.

2.2 Marco teórico

2.2.1. Antecedentes bibliográficos

El concepto de automatización lleva implícita la supresión total o parcial de la intervención humana en la ejecución de diversas tareas, industriales, agrícolas, domésticas, administrativas o científicas. Se implementó la automatización tanto a las tareas más sencillas, tales como la regulación de la temperatura o el mando secuencial de una máquina herramienta, como a las más complejas, tales como la dirección mediante ordenador de una unidad química o de la gestión automatizada de un establecimiento bancario (García, 1999).

La automatización industrial es el medio por el cual los procesos de producción utilizan desarrollos de la computación para el control de las variables de entrada de proceso y salida que gobiernan el sistema de producción. Esto implica que procesos, máquinas y

materiales van a ser controlador por medio de programas cuyo objetivo es producir con los niveles de calidad y cantidad exigidos por el cliente o consumidor, de tal manera que se logren costos de operación competitivos (Acuña, 2016).

En la actualidad, varios desarrollos científicos y tecnológicos han contribuido a la variable de la automatización moderna, incluida teoría del control, la teoría de la información y la comunicación, los desarrollos de sensores y sistemas de medición, los avances en servomecanismos, los modernos sistemas informáticos y la tecnología digital, la mecanización avanzada, la tecnología de visualización de información entre otros. Este avance ha ido dando forma a las modernas instalaciones de control automático. La tendencia actual en el control, la automatización y el intercambio de datos en las tecnologías de fabricación y proceso se denomina por el termino Industria 4.0, referido a la “cuarta revolución industrial”, la cual incluye los sistemas ciber físicos, IoT, la computación en la nube y la computación cognitiva, términos que ya son familiares y forman el espectro tecnológico del que estamos rodeados (Escaño et al., 2019).

Un sistema de producción es un conjunto de personas, equipos y procedimientos organizados para realizar las operaciones de fabricación de una empresa. Consta de dos componentes principales.

1. Instalaciones. Las instalaciones físicas del sistema de producción incluyen el equipo, la forma en que está dispuesto el equipo y la fábrica en la que se encuentra el equipo.

2. Sistemas de soporte de fabricación. Estos son los procedimientos que utiliza la empresa para gestionar la producción y resolver los problemas técnicos y logísticos que surgen al pedir materiales, mover el trabajo a través de la fábrica y garantizar que los productos cumplan con los estándares de calidad. El diseño del producto y ciertas

funciones comerciales se incluyen en los sistemas que dan soporte de fabricación de los productos.

En las operaciones de fabricación modernas, partes del sistema de producción están automatizadas y/o computarizadas. Además, los sistemas de producción incluyen personas. Las personas hacen que estos sistemas funcionen. En general, las personas de mano de obra directa (trabajadores manuales) son responsables de operar las instalaciones, y el personal profesional (trabajadores administrativos) es responsable de los sistemas de soporte de fabricación. (Groover, 2015).

El trabajo de investigación se realizó en la empresa Alimentos Ducromz Cia. Ltda, con el propósito de solucionar la falta de protocolos en producción. En el diagnóstico realizado inicialmente se utilizó encuestas y diagramas causa-efecto, comprobando las insuficiencias en el proceso productivo, falta de procedimientos y parámetros de control. Se consideró para el problema investigación la inexistencia de un diseño de los procesos de producción para la elaboración de caramelos duros que limita la productividad empresarial. Los tipos de investigación utilizada para el desarrollo del proyecto de investigación es: bibliográfica, de campo y descriptiva. Los métodos de investigación científica utilizados el analítico sintético y el inductivo deductivo. La metodología empleada para el desarrollo del proyecto investigativo es: El estudio de las características de la empresa y el diagnóstico de todo el proceso de producción, posteriormente se realizó la propuesta de todos los procesos teniendo en cuenta la norma INEN 2217 para productos de confitería, se capacito al personal técnico y a los operarios sobre los procedimientos a tener en cuenta en cada etapa de los procesos productivos. Los principales resultados obtenidos son: elaboración del diseño de proceso para caramelo duro, descripción de las actividades y determinación de parámetros de control. Como conclusión fundamental del trabajo se ha considerado que es de vital importancia disponer de un diseño de procesos

para la elaboración de caramelos duros, el cual sería un gran aporte en el proceso productivo de la empresa Alimentos Ducromz (Cuyo, 2021).

2.2.2. Bases teóricas

Es esencial reconocer que, durante el proceso de automatización de procesos, se han generado diversos conceptos y disciplinas que son claves para comprender las bases de un desarrollo prospero en los proyectos de automatización en diversos sectores industriales.

Los sistemas de control se encuentran en abundancia en todos los sectores de la industria, como el control de calidad de productos manufacturados, líneas de montaje automáticas, control de máquinas herramienta, tecnología espacial, control informático, sistemas de transporte, sistemas de energía, robótica, sistemas microelectromecánicos (MEMS), nanotecnología y muchos otros. Incluso el control de inventarios y sistemas sociales y económicos puede abordarse desde la teoría de sistemas de control. Más específicamente, las aplicaciones de los sistemas de control benefician a muchas áreas (Farid y Benjamin, 2010).

Luego de un proceso y una transformación secuencial, consiguen cambiar las materias primas en un producto final. Como una forma de mejorar estos productos, se han realizado esfuerzos para automatizar las configuraciones industriales. En un principio, las actividades eran completamente manuales, pero con el pasar del tiempo se ha ido reemplazando ojos, manos, cerebro de los trabajadores con alternativas eléctricas y electrónicas, tales como sensores, actuadores y controladores lógicos programables. Las operaciones automáticas se basan en estos tres elementos: a través de los sensores, se obtienen señales y medidas necesarias recopiladas del proceso controlado; posteriormente, esta información será analizada por el controlador lógico programable; finalmente, se ejecutará una acción a través de los actuadores. Así, la evolución de múltiples tecnologías

ha permitido mejorar los procesos, siendo capaz de descentralizar la industria y sincronizar múltiples procesos industriales (Zapata et al., 2021).

Es indispensable como profesionales en el campo de la automatización adquirir una firme base de conocimiento sobre los siguientes conceptos:

2.2.2.1. Sensor capacitivo.

Son un tipo de sensor eléctrico que reacciona ante variaciones en la capacidad de un capacitor. Por ende, pueden ser utilizados para medir cualquier parámetro que, al variar, modifique la capacidad de un capacitor. La variación en dicha capacidad, va a provocar un cambio en la corriente y las tensiones del circuito que tiene al capacitor entre sus componentes. Entonces midiendo, por ejemplo, la tensión en bornes del capacitor, podemos ver como varía el parámetro que queríamos medir (Artagaveytia y Gutiérrez, 2013).

También un sensor es un dispositivo que detecta el cambio en el entorno y responde a alguna salida en el otro sistema. Un sensor convierte un fenómeno físico en un voltaje analógico medible o una señal digital) convertido en una pantalla legible por humanos o transmitido para lectura o procesamiento posterior (Gudiño et al., 2022).

Para nuestro caso, ya existen 4 sensores capacitivo CR30-15DN de la marca Autonics para detectar el nivel bajo y alto de los tanques TK01 y TK02, este sensor tiene un grado protección IP65, y alimentación de 24VDC lo que hace ideal su aplicación en nuestro proceso.

Figura 4*Sensor capacitivo*

Nota. Sensor capacitivo LSH01, LSH02, LSH03 y LSH01 para tanque TK01 y TK02 en el proceso de disolutor de caramelo duro. Autonics. (s.f.). [Sensor capacitivo NPN]. Recuperado el 12 de diciembre, 2024, de <https://www.autonics.com/pe/model/CR30-15DN>

2.2.2.2. Celdas de carga. Las celdas de carga son del tipo piezo-eléctrico o galgas extensiométricas (strain gauge, SG, en inglés). Las galgas extensométricas se utilizan para la medición de la deformación. Este término técnico "deformación" consiste en una deformación por tracción y por compresión, que se distinguen por un signo positivo o negativo de acuerdo a la aplicación, respectivamente (Hernández et al., 2022).

Los piezoeléctricos se caracterizan por su alta sensibilidad y alta rigidez, y respuesta en frecuencia y precisión; además posee una vida de servicio y grado de fiabilidad. Además, poseen muy buena resistencia al paso del tiempo y baja pérdida de sensibilidad con la temperatura. Sin embargo, presentan como desventaja no poder medir

condiciones estáticas sin un complejo sistema de procesamiento de datos y poseen un mayor costo comparativo respecto de las galgas extensiométricas (Flores et al., 2006).

Figura 5

Celda de carga



Nota. Para el pesaje existían 4 celdas de carga de la marca Siemens con modelo 7MH5113-3PD00, en cada esquina, las señales llegan a una caja sumadora genérica y posteriormente envía una señal al tablero de control. Siemens. (s.f.). [Celda de carga]. Recuperado el 12 de diciembre, 2024, de <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/7MH5113-3PD00>

2.2.2.3. Tablero eléctrico. Por su construcción se clasifica como un sistema integrador de elementos de control pasivos y activos. Por su capacidad operativa realiza operaciones con valores digitales y analógicos. De acuerdo a la cantidad de entradas y salidas se clasifica como control por PLC (Candia et al., 2016).

El tablero de control que instalaremos para disolutor de caramelo duro, tiene el grado de protección IP66 / NEMA 4X, acero inoxidable C-304 de la marca RITTAL de código AE 1012.600 en el cual se instalaron todos los componentes eléctricos para el

correcto conexionado de los cables de fuerza, control e instrumentación que integraron todo el sistema de control.

Figura 6

Tablero eléctrico



Nota. El tablero inoxidable garantizara la hermeticidad y protección de los equipos eléctricos para un buen funcionamiento. Rittal. (s.f.). [Armarios compactos AE Acero inoxidable]. Recuperado el 12 de diciembre, 2024, de <https://www.rittal.com/pe-es/products/PG0002SCHRANK1/PG0021SCHRANK1/PRO0026?variantId=1012600>

2.2.2.4. Control Lógico Programable. PLC es el acrónimo de controlador lógico programable. Este controlador actúa como el cerebro el cual tiene módulos para lectura de señales de campo. Cuando se realiza un cableado directo, es necesario hacer coincidir el tipo de sensor con las tarjetas de entrada PLC. Las tarjetas específicas de entrada de sensores suelen costar mucho más por punto que una tarjeta de entrada de 4 a 20 mA. Y dado que se utilizan de forma rutinaria numerosos tipos de sensores en una planta, se debe pedir una gran cantidad de tarjetas diferentes y tenerlas a mano como repuestos en

mantenimiento. Esto suele ser costoso, y puede generar mucha confusión al instalar, mantener y reemplazar el equipo. Los transmisores de temperatura incorporan potentes microprocesadores que permiten configurarlos fácilmente para adaptarse a casi cualquier tipo de entrada de sensor. Esto permite la estandarización y el almacenamiento de tarjetas de entrada PLC con señales de 4 a 20 mA (ISA, 2005).

Para el tablero de control se instaló el PLC S7-1500 de la marca Siemens como controlador principal, conectado a la ET 200SP y el convertidor SCT20-PB, con el primero se comunica por red y con el convertidor por protocolos profibus DP.

Figura 7

PLC S7-1500



Nota. El PLC S7-1500 es una de los PLC's más modernos de la marca Siemens con el cual se pueden realizar diversos trabajos automatizados en procesos industriales. Siemens. (s.f.). [SIMATIC S7-1500, CPU 1513-1 PN]. Recuperado el 12 de diciembre, 2024, de <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6ES7513-1AL02-0AB0>

2.2.2.5. Human Machine Interface. Normalmente consta de una pantalla con puertos de comunicación adaptativos para los diferentes tipos de comunicación de acuerdo al protocolo requerido en el proceso.

Actualmente están muy presentes en múltiples áreas debido a sus innumerables ventajas en diversos campos, desde las máquinas expendedoras cotidianas hasta las operaciones industriales masivas y complejas. Su único objetivo es hacer que las máquinas sean más fáciles de usar y automáticas, de manera que puedan operarse con solo pulsar un botón en la pantalla en lugar de hacerlo manualmente con uno físico (Malviya et al., 2023).

Para el tablero de control se instaló un HMI Comfort de 12" de la marca Siemens para la visualización e ingreso de parámetros de receta.

Figura 8

HMI TP1200 Comfort



Nota. SIMATIC HMI TP1200 Comfort, Comfort Panel, mando táctil, pantalla panorámica TFT 12", 16 millones de colores, interfaz PROFINET, interfaz MPI/PROFIBUS DP. Siemens. (s.f.).

[SIMATIC HMI TP1200 COMFORT]. Recuperado el 12 de diciembre, 2024, de <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/es/Catalog/Product/6AV2124-0MC01-0AX0>

2.2.2.6. Motorreductor. Los motorreductores están concebidos exclusivamente para generar un determinado movimiento rotatorio en el interior de máquinas e instalaciones. Los reductores cumplen con lo indicado en de la directiva 2006/42/CE relativa a las máquinas (WEG, 2016).

Un motor es una maquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica mediante interacciones electromagnéticas. Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a baterías, esto depende de la aplicación industrial para la cual fue diseñada. Los motores se basan en el mismo principio de funcionamiento el cual establece que si un conductor por el que circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, este tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético. El conductor tiende a funcionar como un electroimán debido a la corriente eléctrica que circula por el mismo adquiriendo así propiedades magnéticas, que provocan, debido a la interacción con los polos ubicados en el estator, el movimiento circular que se observa en el rotor (Sanabria y Sanchez, 2016).

Para el proceso de disolutor de caramelo duro existen instalados dos motorreductores, el primer está ubicado en el tanque TK01, el segundo en el tanque TK02.

Figura 9

Motorreductor eléctrico



Nota. Los motores usados en para los tanques TK01 y TK02 cumplen la función de mezclar los insumos. Sew. (s.f.). [Motor reductor vertical]. Recuperado el 12 de diciembre, 2024, de <https://www.sew-eurodrive.es/productos/motorreductores/getriebemotoren.html>

2.2.2.7. Válvula mariposa. Una válvula tipo mariposa es un dispositivo para interrumpir o regular el flujo de un fluido en un conducto. Generalmente es un disco biconvexo montado en un eje que coincide con el diámetro de la tubería, la cual atraviesa transversalmente. Para operar este tipo de válvulas se requiere de poco torque, ya que la presión de contra corriente en cada mitad del disco está bastante balanceada. Sin embargo, es importante que sea cerrada lenta mente, para evitar un golpe de ariete en la tubería (Hauser y Kim, 2011).

También podemos definir una válvula solenoide como un dispositivo cuyo fin es controlar el flujo de líquidos o gases, que es accionado eléctricamente, y que puede, además, ser instalado en lugares remotos o de difícil acceso o sometidos a condiciones de trabajo hostiles. Estas válvulas pueden ser controlados por interruptores eléctricos simples, termostáticos, de flotador, de baja presión, de alta presión, por reloj, o cualquier otro

dispositivo que abra o cierre un circuito eléctrico. En resumen, podríamos asemejar la función de una válvula solenoide a la de una llave de paso: controlar el suministro de gases y líquidos al abrir o cerrar un conducto de alimentación (Microbyte, 2023).

En nuestro caso hay válvulas existentes de la marca Festo, son válvulas 5/2 con solenoide de 24VDC para la activación de los actuadores, el diámetro de proceso es de 2" para el suministro de insumos de acuerdo a la tabla 4 en la línea disolutor de caramelo duro, para cual se realizarán pruebas de apertura o cierre para corroborar el buen funcionamiento según la norma API.

Figura 10

Válvula mariposa con posicionador



Nota. Las válvulas instaladas tienen confirmación para asegurar la correcta apertura de las mismas en el suministro de insumos. Festo. (s.f.). [Válvulas de mariposa automatizadas KVZA]. Recuperado el 12 de diciembre, 2024, de https://www.festo.com/es/es/p/configurador-de-unidades-de-valvulas-de-mariposa-automatizadas-id_KVZA/

2.2.2.8. Fusible de vidrio. Los fusibles de vidrio o cortacircuitos no son más que una sección de hilo más fino que los conductores normales, colocado en la entrada del circuito a proteger al aumentar la corriente, debido a sobrecargas o cortocircuitos, sea la parte que más se caliente y la primera en fundirse. Una vez interrumpida la corriente, el resto del circuito ya no sufre daño alguno. Actualmente la parte o elemento fusible suele ser un fino hilo de cobre o aleación de plata, o bien una lámina del mismo metal para fusibles de gran intensidad, colocados dentro de unos cartuchos cerámicos llenos de arena de cuarzo o vidrio, con lo cual se evita la dispersión del material fundido; por tal motivo también se denominan cartuchos fusibles (Martínez et al., 2011).

Para la fabricación de tablero de control de utilizaron fusibles de vidrio de 500mA de tamaño 5x20mm.

Figura 11

Fusible de Vidrio 5x20



Nota. Los fusibles de vidrio son usados para proteger la alimentación del PLC, módulos, switch y HMI. Eaton. (s.f.). [Fusible de vidrio]. Recuperado el 12 de diciembre, 2024, de <https://www.eaton.com/mx/es-mx/catalog/electronic-components/gma-fuse.html>

2.2.3 Definición de términos básicos

A continuación, nombraremos algunos términos básicos más usados en la industria de la automatización:

II.3.3.1 IEC: International Electrotechnical Commission.

II.3.3.2 NTP: Norma Técnica Peruana

II 3.3.3 P&ID: Piping and Instrumentation Diagram

II 3.3.4 ASME: American Society of Mechanical Engineers

II 3.3.5 API: American Petroleum Institute

II 3.3.6 IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers

II 3.3.7 AC: Corriente Alterna

II 3.3.8 DC: Corriente Directa

II 3.3.9 FAT: Factory Acceptance Test

II 3.3.10 SAT: Site Acceptance Test

II 3.3.11 PMI: Project Management Institute

II 3.3.12 PROFIBUS: Process Field Bus

II 3.3.13 IoT: Internet of Things

II 3.3.14 IP: Ingress Protection

2.3 Propuesta de solución:

Se instaló un PLC de la marca Siemens, específicamente un modelo S7-1500, debido a la complejidad del proceso. Además, se incluye la lectura de la balanza existente para monitorear el peso de los insumos suministrados.

El proceso de disolutor del caramelo se inicia con la carga manual de azúcar en la primera cinta transportadora y posteriormente se apertura la válvula que suministra hacia el tanque TK01, mientras que la glucosa y el agua se suministran a través de tuberías de proceso con válvulas ON/OFF que se controlan con pulsadores desde el tablero utilizando señales digitales.

La señal de la balanza se integrará al transmisor de peso mediante una unidad SCT20-PB de la marca Rice Lake el cual se comunicará con el PLC por protocolo profibus DP, llevando la información al PLC central para su lectura, tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 12

Transmisor SCT20-PB



Nota. El transmisor de la serie SCT de la marca Rice Lake nos ayuda a convertir la señal en mV de las celdas para luego enviar los valores hacia el PLC por protocolo Profibus DP.

2.3.1 Descripción de la propuesta

Se llevo a cabo un análisis detallado del consumo de corriente con el fin de seleccionar adecuadamente los equipos de potencia para el sistema de control, este estudio es fundamental para garantizar que los equipos utilizados en el proceso sean los más eficientes y adecuados en función de la demanda de energía del control de disolutor de caramelo duro. Además, es importante que el control integral del sistema asegure la coordinación eficiente de todos los sistemas involucrados en el proyecto.

Este enfoque no solo permitirá una gestión precisa y fiable del proceso, sino que también facilitará la integración de diferentes componentes, maximizando el rendimiento y reduciendo posibles fallos. Todo esto se realizará siguiendo las mejores prácticas de gestión de proyectos, lo que asegura una planificación detallada, control riguroso de los plazos, costos y recursos, así como la correcta ejecución y cierre del proyecto.

Este enfoque integral no solo optimiza los recursos energéticos, sino que también garantiza una ejecución efectiva y alineada con los objetivos estratégicos de la empresa.

2.3.2 Desarrollo de la solución

Una vez obtenido el listado de señales tanto análogas como digitales, se procede a elaborar los planos electromecánicos necesarios para la fabricación del tablero de control. Estos planos son fundamentales para definir la disposición y conexión de los equipos dentro del tablero, asegurando que se cumplan todos los requerimientos del sistema automatizado. El listado de señales también resulta clave para seleccionar los cables eléctricos adecuados para la fabricación según NTP, garantizando que se cumplan con las especificaciones de corriente y voltaje. Posteriormente, se procederá con la compra de los cables correspondientes y la instalación en el tablero y proceso de disolutor.

Para asegurar la correcta ejecución del proyecto, a continuación, se proporcionan las referencias de los documentos necesarios:

- JYS220145_PEM_Tablero de control Caramelo de disolutor de caramelo duro REV0: Documento que contiene los planos electromecánicos del tablero de control de disolutor de caramelo duro. ANEXO B, C, D, E, F, G y H.

- JYS220145_FAT_Protocolo de pruebas FAT_REV0: Documento que describe el protocolo para la realización de pruebas FAT del tablero de control, asegurando su correcto funcionamiento antes de la instalación en campo. ANEXO I, J, K, L y M.

Estos documentos serán indispensables para la correcta planificación, ejecución y verificación del proyecto, garantizando que todas las fases se desarrollen de manera eficiente y conforme a los estándares de calidad establecidos.

2.3.3 Factibilidad técnica-operativa

El proyecto "Automatización del disolutor de caramelo en una fábrica de golosinas, Lima 2025", desarrollado para una destacada empresa en la producción masiva de golosinas, representa una intervención estratégica diseñada para optimizar la capacidad productiva de la planta. Este proyecto se centra en la automatización del proceso de disolutor del caramelo, una etapa crítica que influye directamente en la calidad del producto y en la eficiencia del proceso de fabricación.

2.3.3.1. Análisis técnico inicial. La fase inicial del proyecto se inició con una visita técnica a la planta de producción de caramelo, específicamente, a la sección destinada al disolutor. Durante esta visita, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de las condiciones operativas, evaluando tanto los controladores como los procesos actuales, los cuales dependían de pulsadores manuales. Este diagnóstico permitió identificar limitaciones precisas dentro del proceso de disolutor, así como necesidades específicas para mejorar la eficiencia operativa. Para la recolección de datos, se recopilaron las señales tanto analógicas como digitales requeridas para monitorear y controlar de manera integral los actuadores involucrados en el proceso de disolutor de caramelo duro. Gracias a este

análisis fue posible obtener información valiosa que no solo destacó las áreas que podrían beneficiarse de mejoras, sino que también ayudó a definir un marco sólido para la propuesta de solución a implementar.

2.3.3.2. Desarrollo de propuesta técnico-comercial. A partir del análisis realizado durante la visita técnica inicial, se desarrolló una propuesta técnico-comercial que abordaba de manera precisa los requisitos del cliente. En este documento se especificaron los costos de cada partida, alineándose con el alcance detallado que el cliente solicitó. La propuesta también incluyó una implementación integral de un sistema de control capaz de gestionar entradas y salidas tanto digitales como analógicas, permitiendo un control meticuloso y eficiente del proceso de disolutor del caramelo duro. La aprobación de esta propuesta constituyó un hito fundamental, ya que abrió paso a una planificación estructurada del proyecto, en un cronograma tipo Gantt, ver anexo A.

2.3.3.3. Fase de ingeniería y selección de componentes. Se realizó el levantamiento de señales de campo, como se detalla en la siguiente Figura.

Figura 13*Señales digitales y analógicas*

MODULO: A1 6ES7132-6BF00-0CA0						
I/O	CH I/O	TAG		TIPO	DESCRIPCIÓN	ALIMENTACIÓN
A1.D0.IX.0.0	1	P302_START		DO	ON VÁLVULA DE AGUA	24VDC
A1.D0.IX.0.1	2	P302_STOP		DO	ON VÁLVULA DE GLUCOSA	24VDC
A1.D0.IX.0.2	3	P301_START		DO	ON VÁLVULA DE AZUCAR	24VDC
A1.D0.IX.0.3	4	P301_STOP		DO	ON VÁLVULA DE REPROCESO	24VDC
A1.D0.IX.0.4	5	RESET		DO	ON VÁLVULA DE DESCARGA	24VDC
A1.D0.IX.0.5	6	PE		DO	START MOTOR AGITADOR	24VDC
A1.D0.IX.0.6	7	RESERVA		DO	STOP MOTOR AGITADOR	24VDC
A1.D0.IX.0.7	8	RESERVA		DO	START MOTOR MEZCLADOR	24VDC
MODULO: A2 6ES7132-6BF00-0CA0						
I/O	CH I/O	TAG		TIPO	DESCRIPCIÓN	ALIMENTACIÓN
A2.DIX1.0	1	RESERVA		DO	STOP MOTOR MEZCLADOR	24VDC
A2.DIX1.1	2	RESERVA		DO	START MOTOR AZUCAR	24VDC
A2.DIX1.2	3	RESERVA		DO	STOP MOTOR AZUCAR	24VDC
A2.DIX1.3	4	RESERVA		DO	RESERVA	24VDC
A2.DIX1.4	5	RESERVA		DO	RESERVA	24VDC
A2.DIX1.5	6	RESERVA		DO	RESERVA	24VDC
A2.DIX1.6	7	RESERVA		DO	RESERVA	24VDC
A2.DIX1.7	8	RESERVA		DO	RESERVA	24VDC
MODULO: A3 6ES7131-6BH01-0BA0						
I/O	CH I/O	TAG		TIPO	DESCRIPCIÓN	ALIMENTACIÓN
A3.DO.QX0.0	1	PT301_CH		DI	PARADA DE EMERGENCIA	24VDC
A3.DO.QX0.1	2	FT301_CH		DI	VÁLVULA DE AGUA OPEN	24VDC
A3.DO.QX0.2	3	RESERVA		DI	VÁLVULA DE GLUCOSA OPEN	24VDC
A3.DO.QX0.3	4	RESERVA		DI	VÁLVULA DE AZUCAR OPEN	24VDC
A3.DO.QX0.4	5	RESERVA		DI	VÁLVULA DE REPROCESO OPEN	24VDC
A3.DO.QX0.5	6	RESERVA		DI	VÁLVULA DE DESCARGA OPEN	24VDC
A3.DO.QX0.6	7	RESERVA		DI	MOTOR AGITADOR ENCENDIDO	24VDC
A3.DO.QX0.7	8	RESERVA		DI	MOTOR AGITADOR EN FALLA	24VDC
A3.DO.QX0.8	9	RESERVA		DI	MOTOR MEZCLADOR ENCENDIDO	24VDC
A3.DO.QX0.9	10	RESERVA		DI	MOTOR MEZCLADOR EN FALLA	24VDC
A3.DO.QX0.10	11	RESERVA		DI	MOTOR AZUCAR ENCENDIDO	24VDC
A3.DO.QX0.11	12	RESERVA		DI	MOTOR AZUCAR EN FALLA	24VDC
A3.DO.QX0.12	13	RESERVA		DI	SWITCH DE NIVEL 1	24VDC
A3.DO.QX0.13	14	RESERVA		DI	SWITCH DE NIVEL 2	24VDC
A3.DO.QX0.14	15	RESERVA		DI	SWITCH DE NIVEL 3	24VDC
A3.DO.QX0.15	16	RESERVA		DI	SWITCH DE NIVEL 4	24VDC

Nota. Se presenta el listado de señales analógicas y digitales del proceso de disolutos de caramelo duro.

Esta etapa fue crucial para una evaluación detallada al seleccionar los controladores de automatización para el control, donde cada elemento fue elegido no solo por su fiabilidad y compatibilidad con el sistema, sino también por su capacidad de satisfacer las

exigencias operativas específicas del proceso de disolutor de caramelo; se priorizó un diseño electromecánico compacto para el tablero de control, de modo que la integración en el entorno de producción existente fuera fluida y optimizara el rendimiento del sistema en condiciones reales de operación.

En esta fase, un aspecto clave fue la creación de una tabla de señales de control tanto analógicas como digitales, el cual permitirá un seguimiento efectivo y un control preciso de los sensores y actuadores involucrados, lo que asegurará la eficiencia y la estabilidad del proceso a largo plazo.

En primer lugar, se seleccionó el tablero inoxidable de la marca RITTAL donde se instalarán los equipos de control y consumibles. A continuación, la tabla de controladores y equipos eléctricos elegidos en marca Siemens:

Tabla 7

Equipos eléctricos de tablero

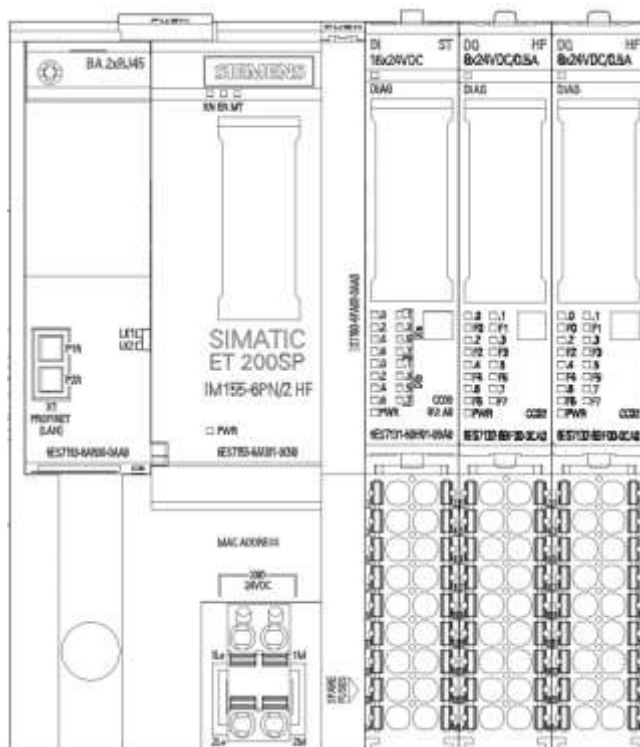
ITEM	MARCA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	Rittal	AE 1012.600	ARMARIO COMPACTO INOX. 600x780x210mm	1	und.
2	Rittal	DK 7113.000	Guía de puesta a tierra para VX, VX SE, VX IT	1	und.
3	Siemens	6ES7513-1AL02-0AB0	PLC con CPU 1513-1 PN, 300KB PROG., 1,5MB DATEN	1	und.
4	Siemens	6GK7542-5FX00-0XE0	Procesador de comunicaciones CP 1542-5	1	und.
5	Siemens	6ES7155-6AA01-0BN0	ET 200SP, IM155-6PN ST INCL. Profinet BA 2XRJ45	1	und.
6	Siemens	6ES7132-6BF00-0CA0	SIMATIC ET 200SP, digital output mod., DQ 8x 24VDC/0.5A	2	und.
7	Siemens	6ES7131-6BH01-0BA0	ET 200SP, DI 16x 24V DC ST, emb. 1	1	und.
8	Siemens	6AV2124-0MC01-0AX0	SIMATIC HMI TP1200 COMFORT	1	und.
9	Siemens	6EP1334-2BA20	SITOP PSU100S, monofásico, 24 V DC/10 A	1	und.

10	Siemens	6GK5008-0BA10-1AB2	Switch SCALANCE XB008 - 8 puertos no administrable	1	und.
11	Rice Lake	SCT20-PB	Transmisor acondicionador de señal SCT-20	1	und.
12	Siemens	3RQ31181AM00	Relé compacto 24VDC/6A con 1NA - 1NC	16	und.

Nota. Listado de equipos eléctricos usados para la fabricación del tablero de control, también se detalla el tablero inoxidable y el trasmisor de peso para la lectura de las celdas de carga.

En segundo lugar, se procedió a la selección de los equipos de control específicos para cubrir las necesidades identificadas en la tabla de señales previamente elaborado. Para el control principal se seleccionó un PLC S7-1500 de Siemens, el cual garantiza un rendimiento confiable y una alta capacidad de procesamiento.

En comunicación con el controlador de peso, se integró un módulo Profibus que permitirá la interconexión con el módulo de pesaje SCT20-PB, lo que asegura la precisión y estabilidad en la medición del suministro de insumos. Adicionalmente, se incorporó un controlador de periferia ET 200SP, equipado con dos módulos de salidas digitales y un módulo de entradas digitales, para manejar la transmisión y recepción de señales con los actuadores.

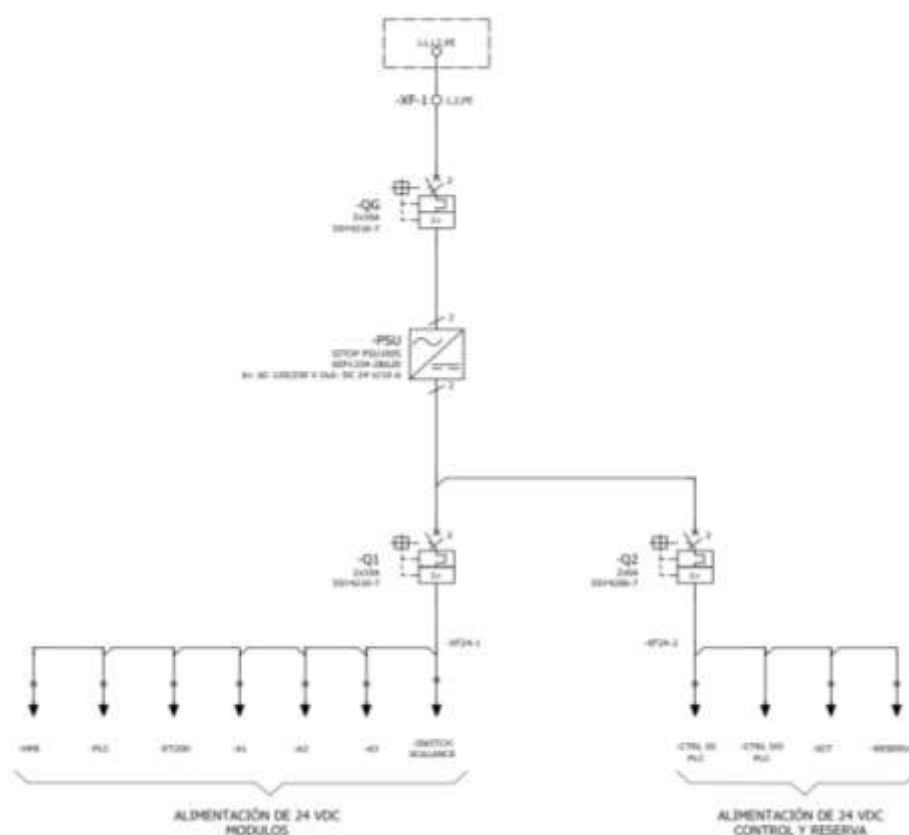
Figura 14*ET200SP y módulos de expansión*

Nota. Se muestra el módulo de periferia ET 200SP, con un módulo de entradas digitales 16x24VDC y dos módulos de salidas digitales 8x24VDC,0.5A. Todos de la marca Siemens.

Este esquema de control se ajusta no solo a las necesidades de precisión y sincronización en el proceso de producción, sino que adicionalmente optimiza el control de cada etapa operativa.

Además, se presenta líneas abajo el diseño mecánico del tablero de control, el cual incorpora una distribución de los equipos eléctricos basada en los criterios técnicos más adecuados para este tipo de automatización.

A continuación, se presenta el plano unifilar con las cargas de alimentación en campo:

Figura 15*Plano unifilar de tablero de control*

Nota. Plano unifilar del tablero de control de disolutor de caramelo duro, en el cual se ve la distribución de alimentación de todos los equipos.

El tablero seleccionado para el montaje de los equipos de control pertenece a la marca RITTAL, código de fabricante AE 1012.600, con material resistente que proporciona protección y durabilidad para los componentes electrónicos en ambientes de producción industrial, además cuenta con grado de protección IP66. También, se incluirá una tabla detallada de consumibles necesarios para la fabricación y ensamblaje del tablero de control, lo que permitirá una gestión eficiente de materiales y recursos en la fase de construcción. Esta tabla incluirá consumibles, conectores, elementos de fijación, los cuales son fundamentales para garantizar el correcto funcionamiento.

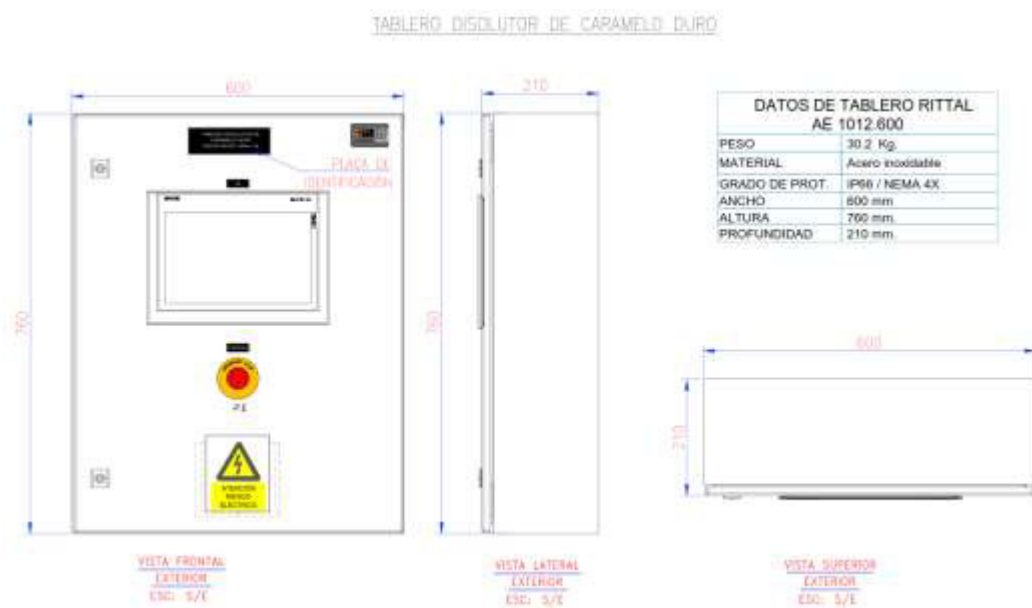
Tabla 8*Consumibles de tablero*

ITE M	MARC A	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDA D	UNIDA D
1	Phoenix Contac	UT-4	Borne Portafusible, UT 4-HESILED 24 (5x20) 10A, 0.14-6mm2(25-10 AWG), Tornillo	32	und.
2	Phoenix Contac	UTTB-4	Borne de Paso, 2PISOS, UTTB 4 36A, 0.14-6mm2(26-10AWG), Tornillo, A=6.2mm	32	und.
3	Phoenix Contac	D-UTTB- 2.5	Tapa Final para Borne, D-UTTB 2,5/4	10	und.
4	Phoenix Contac	UT-2.5	Borne de Paso, UT 2.5 41A, 0.14- 6mm2(26-10 AWG), Tornillo, A=6.2mm	32	und.
5	Phoenix Contac	UT-2.5 PE	Borne de Tierra, UT 2.5-PE 0.14- 6mm2(26-10 AWG), Tornillo, A=6.2mm	5	und.
6	Degson	E-PC 1000	Tope Final Para Riel Simétrico	19	und.
7	Eaton	GMD	Fusible de vidrio Bussmann 5x20mm	32	und.
8	Panduit	-	Cable de Red Panduit 4x2 - 24AWG - Cat6 - RJ-45, largo de 3m	3	und.
9	Owen	-	Canal ranurado Riel Din	1	und.
10	Legrand	-	Canaleta de PVC gris ranurado	1	und.
11	Indeco	-	Cable unipolar 4 mm2, color azul	5	m.
12	Indeco	-	Cable unipolar 4 mm2, color blanco	5	m.
13	Indeco	-	Cable unipolar 4 mm2, color amarillo/verde	5	m.
14	Indeco	-	Cable unipolar 1.5 mm2, color rojo	100	m.
15	Indeco	-	Cable unipolar 1.5 mm2, color negro	100	m.
16	Indeco	-	Cable unipolar 1.5 mm2, color amarillo/verde	50	m.
17	Indeco	-	Terminal tubular de 4 mm2, color azul	100	und.
18	Indeco	-	Terminal tubular de 1.5 mm2, color rojo	100	und.
19	Hont	H-HT-8	Espiral Envolvente 8mm, color blanco 6X60	100	m.
20	Hont	-	Cintillos de 200 mm color negro.	1	und.
21	Hont	-	Porta cintillos de 20x20mm	1	und.
22	-	-	Consumibles	1	und.

Nota. El listado de consumibles para la fabricación del tablero de control de disolutor de caramelo duro.

Figura 16

Vista interior de tablero de control plano



Nota. El tablero de control externamente presenta un HMI de 12", una parada de emergencia, la rotulación, una señalética de riesgo eléctrico y la tabla de datos del tablero.

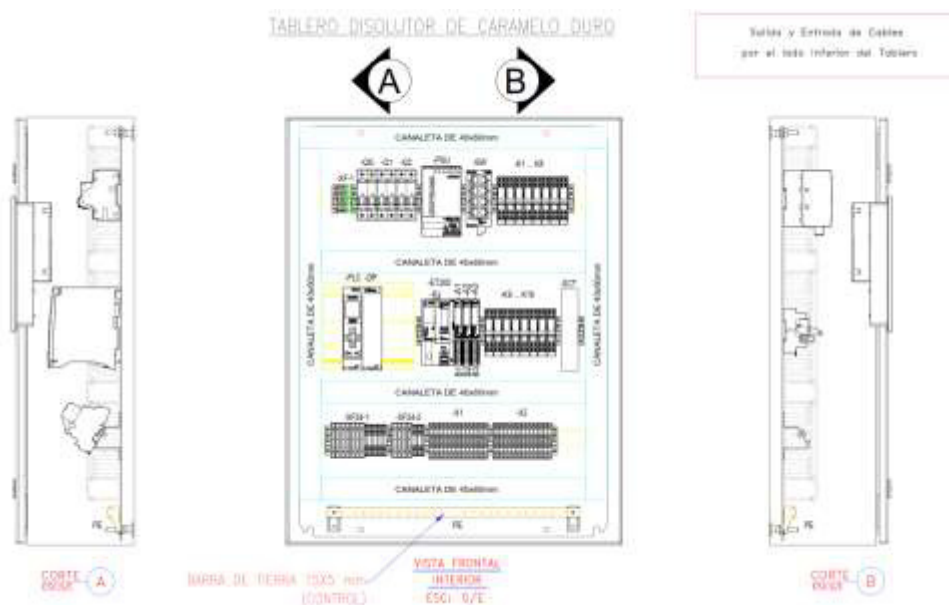
Figura 17*Vista interior de tablero de control plano*

Figura 18

Vista interior de tablero de control fabricado



Nota. Vista interior del tablero fabricado según los planos mostrados, la distribución es fiel al plano mecánico aprobado por el cliente.

Figura 19

Vista exterior de tablero de control fabricado



Nota. Vista exterior del tablero fabricado según los planos mostrados, el tablero mostrado se encuentra adosado a la superficie designada por el cliente.

La programación de los controladores se realizó siguiendo los parámetros del proceso y los lineamientos establecidos en la receta de la tabla 5. Este proceso incluyó la configuración de cada etapa del procedimiento, ajustando los parámetros clave para asegurar un funcionamiento preciso y optimizado. Posteriormente, se efectuaron pruebas de las señales análogas y digitales en cada módulo, incluyendo el módulo de comunicación Profibus que conecta con el conversor SCT20-PB, permitiendo así una comunicación para la medición de peso. Estas pruebas, conocidas como pruebas FAT para la fabricación de tablero y SAT para la fabricación y pruebas en campo respectivamente. Estos documentos sirven como garantía del correcto funcionamiento y la integración de cada componente, sirviendo como respaldo de que el sistema cumple con los requisitos de operatividad.

Figura 20

Protocolo de pruebas SAT de tablero

		PROTOCOLO DE PRUEBAS SAT					
		AUTOMATIZACION DE DISOLUTOR DE CARAMELO DURO - PRUEBA GENERAL					
DOCUMENTO	CLIENTE:	FÁBRICA DE GOLOSINAS	PROYECTO	AUTOMATIZACION DE DISOLUTOR DE CARAMELO DURO		CÓDIGO	
-	DESCRIPCIÓN:	TABLERO DE CONTROL	GABINETE	-		-	
Sistema de Control	S7-1500	Plano de Referencia:	JYS220145-PEM001	Fecha	16/12/2024	Pag.	1
Voltaje General	220 VAC	Voltaje de Control:	24 VDC	Nivel de Protección	IP66		
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	TIPO/UNID	MULTÍMETRO		MARCA	FLUKE 15B+		
	CODIGO DE SERIE	50631752WS		VALIDEZ DE CALIBRACIÓN	EE-A-0769-2024		
I- INSPECCIÓN MECÁNICA:							
	1.1	Color de pintura	Inoxidable			☐ OK	☒ NA
	1.2	Condicion Externa (Base inferior, Base superior , etc)	Armario compacto			☐ OK	☒ NA
	1.3	Condicion de Cerrado				☒ OK	☐ NA
	1.4	Condicion Puerta Frontal				☒ OK	☐ NA
	1.5	Condicion de Enchufe				☐ OK	☒ NA
	1.6	Pernos de Izaje				☐ OK	☒ NA
	1.7	Simetria y Corte en el Ducto de Cableado				☐ OK	☒ NA
	1.8	Puesta a tierra y Blindaje				☒ OK	☐ NA
	1.9	Localización y Adherencia de Bolsillo para Documentos				☐ OK	☒ NA
II- VERIFICACIÓN DE COMPONENTES:							
	2.1	Planos Eléctricos y Mecánicos en Puerta Frontal				☒ OK	☐ NA
	2.2	Cantidad, Condición y Distribución de Unidades de acuerdo a planos				☒ OK	☐ NA
	2.3	Cantidad, Condición y Distribución de Bloques Terminales Simples de acuerdo a planos				☒ OK	☐ NA
	2.4	Cantidad, Condición y Distribución de Bloques Terminales Portafusibles de acuerdo a planos				☒ OK	☐ NA
	2.5	Cantidad, Condición y Distribución de Salidas Eléctricas				☒ OK	☐ NA
III- IDENTIFICACIÓN:							
	3.1	Placa de Identificación del Gabinete				☒ OK	☐ NA
	3.2	Placa de Identificación de Unidades y Componentes				☒ OK	☐ NA
	3.3	Identificación de Bloques Terminales				☒ OK	☐ NA
	3.4	Identificación de Unidades de E/S				☒ OK	☐ NA
	3.5	Identificación en los dos lado del cable de conexión				☒ OK	☐ NA
IV- CABLEADO:							
	4.1	Llenado de Ducto de Cableado (%)				☒ OK	☐ NA
	4.2	Verificación de Unidades de Iluminación				☐ OK	☒ NA
	4.3	Verificación de Unidades de Control				☒ OK	☐ NA
	4.4	Verificación de Conexión, Color y Tamaño del Cable de Alimentación				☒ OK	☐ NA
	4.5	Verificación de Conexión, Color y Tamaño del Cable de Control				☒ OK	☐ NA
	4.6	Verificación de Color y Calibre de Cables de Alerramiento				☒ OK	☐ NA
	4.7	Ajuste de terminales para cables				☒ OK	☐ NA
V- FUNCIONAMIENTO ELÉCTRICO:							
	5.1	Continuidad del Circuito de Alimentación de acuerdo a planos				☒ OK	☐ NA
	5.2	Continuidad del Circuito de Señales de E/S de acuerdo a planos				☒ OK	☐ NA
	5.3	Continuidad del Circuito Puesta a Tierra				☒ OK	☐ NA
	5.4	Verificación del Voltaje de Entrada y Salida de Fuente de Alimentación				☒ OK	☐ NA
	5.5	Verificación de Redundancia en Fuente de Alimentación				☐ OK	☒ NA
	5.6	Verificación de Fusibles e Interruptores				☒ OK	☐ NA
	5.7	Verificación del Voltaje de Alimentación en Unidades de E/S				☒ OK	☐ NA
	5.8	Verificación del Voltaje de Alimentación en Unidades				☒ OK	☐ NA
	5.9	Verificación del Voltaje en Salidas Eléctricas				☒ OK	☐ NA
	5.10	Funcionamiento del Sistema de Ventilación				☐ OK	☒ NA
	5.11	Funcionamiento del Sistema de Calefacción				☐ OK	☒ NA
	5.12	Funcionamiento del Sistema de Iluminación				☐ OK	☒ NA

Nota. La figura 21 nos muestra un resumen de las pruebas realizadas al tablero posterior a su instalación.

Figura 21

Protocolo de pruebas SAT de PLC

DOCUMENTO		COMISIONAMIENTO GABINETE DE CONTROL - PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO UNID PROCESADOR				CÓDIGO	
-		FÁBRICA DE GOLOSINAS		AUTOMATIZACION DE DISOLUTOR DE CARAMELO DURO		-	
TAG:		-PLC	LUGAR:	PLANTA CARAMELO	UNID:	6ES7513-1AL02-0AB0	
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN		TIPO/UNID		MULTÍMETRO	MARCA	FLUKE 15B+	
		CÓDIGO DE SERIE		50631752WS	VALIDEZ DE CALIBRACIÓN	EE-A-0769-2024	
INSPECCIÓN DE FUNCIONAMIENTO				INSPECCIÓN VISUAL			
Indicadores LEDs		Esperado	Verificación	Función		Voltaje de Alimentación	
F		☐ OFF	☐ OK	Falla		24VDC	
R		☐ ON	☐ OK	Funcionamiento Normal		Alimentación	
P		☐ ON	☐ OK	Voltaje de alimentación apropiado		Controlador	
Firmware		1.9		Placa de identificación		COM1	
COMUNICACIÓN ETHERNET PRUEBA				-PLC			
IP		192.168.1.12		Dirección IP Controlador			
MASK		255.255.255.0		Mascara de Red			
RX		-		Recepción de informacion Controlador			
TX		-		El controlador responde al comando ping			

Nota. La figura 22 muestra las pruebas de energía y comunicación realizadas al PLC S7-1500 de la marca Siemens.

Figura 22

Protocolo de pruebas SAT de AI

DOCUMENTO		COMISIONAMIENTO GABINETE DE CONTROL - PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO SALIDAS DIGITALES				CÓDIGO					
-		FÁBRICA DE GOLOSINAS		AUTOMATIZACION DE DISOLUTOR DE CARAMELO DURO		-					
TAG:		-A1	LUGAR:	PLANTA CARAMELO	UNID:	6ES7132-6BF00-0CA0					
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN		TIPO/UNID		MULTÍMETRO	MARCA	FLUKE 15B+					
		CÓDIGO DE SERIE		50631752WS	VALIDEZ DE CALIBRACIÓN	EE-A-0769-2024					
DESCRIPCION DE SEÑAL	TAG	Canal	Indicador LED		Especificación Bloque de Terminales		Tipo de contacto	Rpta Relé Frontera	Valor de salida 1	Valor de salida 0	CONDICION FINAL
			N°	Indicación	ID	Bloque de Terminales					
ON VALVULA DE AGUA	-	CH1	1	NA	A1	-X2:1	TR	NA	1	0	OK
ON VALVULA DE GLUCOSA	-	CH2	2	NA		-X2:3	TR	NA	1	0	OK
START MOTOR DE AZUCAR	-	CH3	3	NA		-X2:5	TR	NA	1	0	OK
ON VALVULA DE REPROCESO	-	CH4	4	NA		-X2:7	TR	NA	1	0	OK
ON VALVULA DE DESCARGA	-	CH5	5	NA		-X2:9	TR	NA	1	0	OK
START MOTOR AGITADOR	-	CH6	6	NA		-X2:11	TR	NA	1	0	OK
START MOTOR MEZCLADOR	-	CH7	7	NA		-X2:13	TR	NA	1	0	OK
START BOMBA GLUCOSA	-	CH8	8	NA		-X2:15	TR	NA	1	0	OK

Nota. La figura 23 muestra las pruebas realizadas al módulo A1 de entradas digitales de la marca Siemens.

Figura 23

Protocolo de pruebas SAT de A2

		PROTOCOLO DE PRUEBAS SAT											
COMISIONAMIENTO GABINETE DE CONTROL - PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO SALIDAS DIGITALES													
DOCUMENTO		CLIENTE:	FÁBRICA DE GOLOSINAS				PROYECTO:		AUTOMATIZACION DE DISOLUTOR DE CARAMELO DURO		CÓDIGO		
TAG:		-A2	LUGAR:	PLANTA CARAMELO				UNID:		6ES7132-6BF00-0CA0		IV	
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN			TIPO/UNID		MULTIMETRO				MARCA		FLUKE 15B+		
			CODIGO DE SERIE		50631752WS				VALIDEZ DE CALIBRACIÓN		EE-A-0769-2024		
DESCRIPCION DE SEÑAL		TAG	Canal	Indicador LED		Especificación Bloque de Terminales		Tipo de contacto	Rpta Relé Frontera	Valor de salida		CONDICION FINAL	
				N°	Indicación	ID	Bloque de Terminales			1	0		
ON VALVULA DE AGUA 1 Y 2 / START BOMBA DE AGUA		-	CH1	1	NA	A2	-X2-17		TR		1	0	OK
RESERVA		-	CH2	2	NA		-X2-19		TR		1	0	OK
RESERVA		-	CH3	3	NA		-X2-21		TR		1	0	OK
EXTRA PARA PRE. EVIT. CAÍDA DEPRESIÓN		-	CH4	4	NA		-X2-23		TR		1	0	OK
RESERVA		-	CH5	5	NA		-X2-25		TR		1	0	OK
RESERVA		-	CH6	6	NA		-X2-27		TR		1	0	OK
RESERVA		-	CH7	7	NA		-X2-29		TR		1	0	OK
RESERVA		-	CH8	8	NA		-X2-31		TR		1	0	OK

Nota. La figura 24 muestra las pruebas realizadas al módulo A2 de salidas digitales de la marca Siemens.

Figura 24

Protocolo de pruebas SAT de A3

PROTOCOLO DE PRUEBAS SAT										
COMISIONAMIENTO GABINETE DE CONTROL - PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO ENTRADAS DIGITALES										
DOCUMENTO	CLIENTE:	FÁBRICA DE GOLOSINAS				PROYECTO:	AUTOMATIZACIÓN DE DISOLUTOR DE CARAMELO DURO			CÓDIGO
-	-	-				-	-			-
TAG:	-A3	LUGAR:	PLANTA CARAMELO			UNID:	6ES7131-6BH01-0BA0			IV
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	TIPO/UNID		MULTÍMETRO			MARCA	FLUKE 15B+			
	CODIGO DE SERIE		50631752WS			VALIDEZ DE CALIBRACIÓN	EE-A-0769-2024			
DESCRIPCION DE SEÑAL	TAG	Canal	Indicador LED		Especificación Bloque de Terminales		Tipo de Señal	Voltaje de entrada		CONDICION FINAL
			N°	Indicación	ID	Bloque de Terminales		0V	24V	
PARADA DE EMERGENCIA	-	CH1	1	NA	A3	-X1-2	DI	0	1	OK
RESERVA	-	CH2	2	NA		-X1-4	DI	0	1	OK
MOTOR MEZCLADOR ENCENDIDO	-	CH3	3	NA		-X1-6	DI	0	1	OK
SENSOR S1	-	CH4	4	NA		-X1-8	DI	0	1	OK
SENSOR S2	-	CH5	5	NA		-X1-10	DI	0	1	OK
SENSOR S3	-	CH6	6	NA		-X1-12	DI	0	1	OK
SENSOR S4	-	CH7	7	NA		-X1-14	DI	0	1	OK
RESERVA	-	CH8	8	NA		-X1-16	DI	0	1	OK
RESERVA	-	CH9	9	NA		-X1-18	DI	0	1	OK
RESERVA	-	CH10	10	NA		-X1-20	DI	0	1	OK
RESERVA	-	CH11	11	NA		-X1-22	DI	0	1	OK
RESERVA	-	CH12	12	NA		-X1-24	DI	0	1	OK
RESERVA	-	CH13	13	NA		-X1-26	DI	0	1	OK
RESERVA	-	CH14	14	NA		-X1-28	DI	0	1	OK
RESERVA	-	CH15	15	NA		-X1-30	DI	0	1	OK
RESERVA	-	CH16	16	NA		-X1-32	DI	0	1	OK

Nota. La figura 25 nos muestra las pruebas realizadas al módulo A3 de salidas digitales de la marca Siemens.

Además, se llevó a cabo la configuración del variador de velocidad DELTA C2000 de 5HP, el cual es responsable de controlar el giro del motor agitador del disolutor con tag en plano VDF1. Este variador fue configurado cuidadosamente para asegurar que sus parámetros de placa coincidan con las necesidades de velocidad y torque específicos del proceso de disolutor de caramelo duro, proporcionando un control estable y preciso. La activación de los motores agitadores se realiza mediante señales digitales, lo que permite sincronizar su funcionamiento con las demás etapas del proceso automatizado.

Esta configuración del variador no solo facilita un arranque y control seguro del motor, sino que también contribuye a optimizar el consumo energético y prolonga la vida útil del equipo al regular la operación de acuerdo a la demanda del proceso.

Figura 25

Vista interior de tablero de fuerza



Nota. Variador DELTA de 5 HP instalado en el tablero de fuerza existente en el proceso de disolutor de caramelo duro.

2.3.3.5. Pruebas y validación del sistema automatizado. Una vez finalizado el conexionado eléctrico y cargado el programa en el PLC, se verificaron minuciosamente tanto las señales eléctricas como la comunicación en la red Profinet, garantizando que cada componente estuviera configurado y sincronizado correctamente. Con estos elementos en orden, se procedió a las pruebas SAT (Site Acceptance Testing) realizadas directamente en el sitio de instalación para evaluar la funcionalidad del sistema en un entorno real de trabajo, tal como se muestra en las figuras 22, 23, 24 y 25.

Seguidamente, se implementaron pruebas con el producto en condiciones operativas, permitiendo observar el desempeño del sistema automatizado en el proceso de disolutor de caramelo duro y asegurando que cumpliera con los parámetros de calidad y eficiencia requeridos.

Como resultado se muestra la reducción de ahorros en consumibles, en un antes y después de la implementación de la automatización.

Tabla 9

Comparativas en precios de insumo

Aspecto	Antes	Después	Mejora
Método de Suministro	Manual	Automatizado	-
Cantidad perdida de Azúcar (Kg)	S/ 16.4	S/ 3.280	20% de perdida
Cantidad perdida de Glucosa (Kg)	S/ 75.6	S/ 17.640	23% de perdida
Cantidad en perdida de Agua (L)	S/ 0.13	S/ 0.014	11% de perdida

Nota. En la tabla 9 se detalla los ahorros de producto en el suministro de insumos, calculado en nuevos soles.

También se muestra el rendimiento del sistema automatizado respecto a la pérdida de suministro y los tiempos de ejecución en el proceso de producción de disolutor de caramelo duro.

Tabla 10

Comparativo de antes y después de automatización

Aspecto	Antes	Después	Mejora
Método de Suministro	Manual	Automatizado	-
Tiempo de Suministro de Azúcar	4 a 6 min (promedio)	3.5 a 4.2 min (promedio)	70% a 88% de mejora en tiempo
Cantidad perdida de Azúcar	2.5 a 4 kg (promedio)	0.2 a 0.8 kg (promedio)	8% a 20% de mejora en suministro
Tiempo de Suministro de Glucosa	4 a 6 min (promedio)	3.7 a 4.2 min (promedio)	70% a 93% de mejora en tiempo
Cantidad perdida de Glucosa	3 a 6 kg (promedio)	0.9 a 1.4 kg (promedio)	30% a 23% de mejora en suministro
Tiempo de Suministro de Agua	5 a 8 min (promedio)	4.5 a 4.9 min (promedio)	61% a 90% de mejora en tiempo
Cantidad en perdida de Agua	3 a 9 L (promedio)	0.3 a 1 L (promedio)	6% a 11% de mejora en suministro

Nota. En la tabla 6 se muestra un comparativo en porcentaje de las mejoras obtenidas al automatizar el proceso de disolutor de caramelo duro en el suministro de insumos y tiempos de ejecución.

Al confirmar que el sistema operaba de manera óptima, se formalizó la aprobación del proyecto mediante un acta de conformidad firmada por el cliente. Este documento certifica la satisfacción del cliente con el servicio prestado y valida que la implementación cumplió con todas las expectativas y requerimientos planteados durante la cotización del servicio, marcando así la conclusión exitosa del proyecto de automatización en el proceso de disolutor de caramelo duro en una fábrica de golosinas.

2.3.3.6. Resultados y mejora continua. La automatización del disolutor de caramelo duro ha impulsado avances significativos en la producción del proceso, mejorando tanto la eficiencia operativa como la calidad final del producto.

Anteriormente, el proceso de suministro de ingredientes se ejecutaba de forma manual, lo que limitaba la eficacia y generaba un uso ineficiente del tiempo. Los trabajadores eran responsables del suministro manual de insumos, un procedimiento que requería un promedio de siete minutos de demora por ciclo. Durante este tiempo, el peso de los consumibles se visualizaba en una pantalla, las cantidades transportadas fluctuaban entre 2.5 a 6 kg y de 3 a 9 L según el tipo de consumible.

Después de la automatización, el operario ingresa los valores deseados de los consumibles en la pantalla HMI del controlador como se muestra en la figura 3, posteriormente pulsa el botón start de color verde para iniciar el suministro de los consumibles, este proceso implicaba la entrega de cantidades que oscilaban entre 0.2 y 1.4 Kg, generando un tiempo promedio de 4 minutos.

Con la implementación del nuevo sistema automatizado, se ha logrado una notable reducción en el tiempo del proceso de disolutor de caramelo duro, lo que ha incrementado la capacidad productiva mejorando la calidad del producto. Este sistema permite un control preciso en cada fase, disminuyendo las intervenciones manuales, reduciendo errores y mejorando la seguridad del proceso.

La incorporación de un sistema de control avanzado, que incluye el PLC S7-1500, ET 200SP, variador de velocidad DELTA C2000, y contactores existentes, facilitan la gestión de variables críticas, como la temperatura, peso y la velocidad del motor agitador. Este nivel de precisión contribuye directamente a la uniformidad y consistencia del producto.

Además, el proceso de mezcla de ingredientes en el tanque TK01 se ha optimizado mediante el uso de un variador de frecuencia DELTA C2000 existente, que permite enviar señales digitales para activar los diferentes componentes del sistema. El suministro de ingredientes en TK01 está equipado con dos sensores de nivel LSH01 y LSL01, que garantizan un control constante de seguridad en derrames de insumos, lo que asegura una mezcla homogénea en cada lote producido. Una vez completada la mezcla, esta se transfiere al tanque TK02 que se calienta al abrir la válvula de vapor de agua caliente, también dotado de dos sensores LSH02 y LSL02, para monitorear la seguridad en derrames de insumos.

La instalación y programación del sistema se realizaron de acuerdo con altos estándares de calidad de la industria, garantizando una completa adaptación de la automatización a las condiciones específicas de la planta. La documentación detallada del proceso y las pruebas realizadas proporcionan una base sólida para futuras expansiones y actualizaciones, manteniendo el proyecto preparado para futuros avances.

En síntesis, el proyecto "Automatización de disolutor de Caramelo en una fábrica de golosinas" no solo ha mejorado la productividad y calidad de la planta, sino que ha establecido una estructura robusta para continuar avanzando e innovando, posicionando a la empresa líder en eficiencia y tecnología en el sector de golosinas.

Esta implementación ejemplifica cómo la integración de tecnología avanzada puede transformar los procesos industriales, reafirmando el compromiso de la empresa con la excelencia y la satisfacción del cliente.

2.4.4 Tabla de inversión

A continuación, se presenta la tabla de inversión separado por partidas para un mejor control del proyecto, lo que nos ayudará a tener un mejor control de avance del proyecto tal como se mostró en el GANTT, Anexo A.

Tabla 11*Propuesta técnico-comercial*

Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Parcial
1	Suministro tablero de control por PLC SIMATIC S7-1500 y HMI TP1200. Tiempo de entrega: 6-8 semanas	1	und.	\$ 9,300	\$ 9,300
2	Suministro transmisor de pesaje. Tiempo de entrega: 6-8 semanas	1	und.	\$ 1,200	\$ 1,200
3	Servicio de programación en Tia Portal de PLC S71500 y HMI TP1200. Personal: Analista de Programación Senior Tiempo de ejecución: 70 horas	1	und.	\$ 3,500	\$ 3,500
4	Servicio de adecuación eléctrica. Personal: Prevencionista de Seguridad y Salud (1) Supervisor Electricista (1) Técnicos Electricista (3) Tiempo de ejecución: 3 días	1	und.	\$ 3,700	\$ 3,700
5	Servicio de comisionamiento, IO test, pruebas y puesta en marcha. Personal: Analista de Programación (1) Técnicos Electricista (1) Tiempo de ejecución: 2 días	1	und.	\$ 4,900	\$ 4,900
6	Gastos generales	1	und.	\$ 600	\$ 600
7	Total				\$ 23,200

Nota. En la tabla se detalla los precios por partidas de acuerdo a la propuesta técnica-comercial enviada al cliente.

2.4 Análisis de resultados

El proyecto "Automatización del disolutor de caramelo para una fábrica de golosinas" tiene como objetivo principal incrementar la capacidad productiva de una planta en Lima, Perú 2025. Con base en los datos actuales y los costos detallados, que totalizan \$ 23 200 dólares americanos, se presenta un análisis de costo-beneficio para evaluar la viabilidad económica del proyecto. Este análisis abarca tanto los beneficios tangibles de la automatización como los costos relacionados con su implementación, tales como componentes técnicos, instalación y gastos generales.

2.4.1 Costos del Proyecto

Los costos del proyecto incluyen desde la adquisición de equipos y componentes eléctricos hasta la programación e instalación, así como los gastos generales de operación. A continuación, se presenta un resumen de los costos: Costo Total del Proyecto: \$ 23 200 dólares americanos.

Este monto cubre la compra de componentes eléctricos, fabricación de tablero de control, prueba de sensores y actuadores, programación de PLC, y otros materiales asociados a la automatización del proceso de disolutor de caramelo, además de los gastos generales necesarios para la implementación, como se detalla en la tabla 11.

2.4.2 Beneficios del Proyecto

2.4.2.1 Beneficios tangibles.

a) Incremento de la capacidad productiva. La automatización del proceso permite una mayor eficiencia en el proceso de disolutor del caramelo, reduciendo las pérdidas de tiempo de producción en un rango de 77 % y aumentando la capacidad de producción en un 16 % gracias a la mayor precisión y rapidez del sistema automatizado implementado, se toma como referencia el comparativo en la tabla 10.

b) Reducción de costos operativos. La automatización del proceso de disolutor de caramelo duro y sensores de flujo reducirá los costos operativos al disminuir el desperdicio de materia prima en un 18 %.

c) Mejora de la calidad del producto. El control automatizado de variables críticas (temperatura y cantidad de materia prima suministrada) garantizará productos más consistentes y de mayor calidad, lo que a su vez puede incrementar la satisfacción y fidelización de los clientes.

2.4.2.2 Beneficios intangibles.

a) Mejora de la seguridad operacional. La reducción de la intervención manual en procesos de alta precisión y temperatura disminuirá los riesgos de accidentes laborales, mejorando la seguridad en el ambiente de trabajo.

b) Reducción del desgaste de equipos. El control automático optimiza el uso ciclos de funcionamiento, extendiendo su vida útil y reduciendo la necesidad de reemplazos o reparaciones.

2.4.3 Cálculo del Retorno de Inversión

Para calcular el retorno de inversión, se consideran los beneficios anuales generados por la automatización en comparación con la inversión inicial, para ellos solo se utilizará el porcentaje de dinero ahorrado por pérdida de insumos según la tabla 9, con lo cual podremos ver el tiempo de retorno de inversión.

A continuación, se muestra la fórmula para calcular el retorno:

$$X = ((A * 12.6) * (B * 0.014) * (C * 4.10) * D * M) / T$$

- X: Monto de retorno mensual

- A: Glucosa Ahorrado
- B: Agua Ahorrado
- C: Azúcar Ahorrado
- D: 4 Ciclos por día de producción
- M: 26 días de trabajo
- T: Tasa de cambio a dólares, 3.6

Tabla 12*Retorno de Inversión*

Concepto	Mes							
	01	02	03	04	05	06	07	08
X	\$ 3,153.6	\$ 3,153.6	\$ 3,153.6	\$ 3,153.6	\$ 3,153.6	\$ 3,153.6	\$ 3,153.6	\$ 3,153.6
Retorno	\$ 20,446.4	\$ 17,292.9	\$ 14,139.3	\$ 10,985.8	\$ 7,832.2	\$ 4,678.6	\$ 1,525.1	\$ -1,628.5

Nota. Tomando en cuenta que se produce 4 veces al día, 26 días al mes, según los porcentajes de la tabla 9, nos permiten verificar que el retorno de inversión llega al octavo mes.

2.4.4 Análisis cualitativo.

A) Impacto en la flexibilidad operacional: La automatización incrementa la capacidad del proceso de caramelo duro para realizar ajustes rápidos en los parámetros de producción mediante el HMI, lo que le permite adaptarse de manera efectiva a los cambios en la demanda, evitando interrupciones significativas.

B) Contribución a la Innovación: La implementación de tecnología avanzada, como el PLC S7-1500 y sensores industriales, no solo impulsa la productividad, sino que también posiciona a la empresa como líder innovador en la industria de golosinas. Este sistema de control avanzado permite una base sólida para futuras expansiones y actualizaciones, manteniendo la planta competitiva en el mercado.

El proyecto "Automatización del Disolutor de Caramelo en una fábrica de golosinas" ha logrado no solo mejorar la productividad y la calidad en lía de producción,

sino también establecer una estructura sólida para continuar innovando y evolucionando en el futuro. Esta implementación reafirma el compromiso de la empresa con la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente, convirtiéndose en un modelo de éxito en la industria de golosinas.

III. APORTES MÁS DESTACABLES DE LA EMPRESA / INSTITUCIÓN

A continuación, mostraremos los aportes más significativos de la empresa, los cuales generaron un impacto de manera positiva en la gestión de procesos y la documentación relacionada con proyectos. Estas mejoras no solo han optimizado la operatividad interna, sino que también han conducido a un aumento considerable en los ingresos de la misma. A continuación, se presentan algunos ejemplos concretos:

FAMESA EXPLOSIVOS: Mediante un análisis exhaustivo y una cotización estratégica, lograron obtener un proyecto valorado en más de 350 000 dólares. Este éxito financiero permitió a la empresa incrementar significativamente sus ingresos, además de facilitar la contratación de hasta 42 nuevos colaboradores. Estos profesionales se encargaron de llevar a cabo diversas tareas eléctricas en toda la planta de explosivos, contribuyendo así a un ambiente de trabajo más robusto y eficiente.

MOLITALIA: En el proyecto de automatización del bombo de mentitas, se implementaron una serie de mejoras que resultaron en una reducción del 18 % en el tiempo de ejecución. Esta optimización no solo aceleró el proceso de implementación, sino que también permitió realizar la migración y puesta en marcha de la máquina en plazos más reducidos. Como resultado, se lograron ahorros operativos significativos, lo que a su vez mejoró nuestra competitividad en el mercado.

INTRADEVCO: Durante la automatización de la dosificadora de agua, llevé a cabo una mejora integral en la gestión de procesos. Esta iniciativa permitió optimizar los tiempos de trabajo, así como la documentación requerida para el dossier final y las pruebas de calidad. La implementación de un enfoque más eficiente en la gestión no solo garantizó la ejecución oportuna del proyecto, sino que también aseguró que se cumplieran todos los estándares de calidad exigidos.

Estos logros reflejan mi compromiso con la mejora continua y la eficiencia operativa, así como mi capacidad para generar resultados tangibles que beneficien tanto a la empresa como a sus colaboradores.

IV. CONCLUSIONES

- En conclusión, la automatización de disolutor de caramelo duro representa una reducción del 77% en pérdida de tiempo de producción, disminuye un 18% la pérdida de insumos, y aumenta la capacidad de producción en un 16% respecto a los trabajos manuales, lo que reduce los costos de producción de disolutor de caramelo duro.
- También con el nuevo sistema automatizado permite que los operarios estén a la vanguardia de la tecnología y capacitados para asumir nuevos retos de implementación de tecnología para mejorar la calidad del producto final, lo cual mejora la seguridad en el proceso de producción automatizado y ofrece una gran ventaja frente a otras empresas en el mercado de golosinas, haciendo eficiente la inversión para el sistema automatizado.

V. RECOMENDACIONES

- El sistema automatizado fue desarrollado sobre equipos existentes, por lo que a futuro se recomienda cambiar las válvulas ON/OFF por válvulas proporcionales para tener un control más preciso del suministro de insumos, adicionalmente también se sugiere implementar celdas de carga en el tanque TK02 para tener un control preciso del peso suministrado a este tanque.
- Finalmente se sugiere la implementación de transmisores con lectura de nivel y temperatura en los tanques TK01 y TK02 para poder monitorear estos parámetros con valores porcentuales visualizados en el HMI.

VI. REFERENCIAS

- Acuña, J. (2016). Automatización industrial: Definición y conceptos. *Revista Tecnología en Marcha*, 10(1), 27–30.
https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2592
- Artagaveytia, F. y Gutiérrez, J. (2013). Sensores capacitivos. *Monografía Curso de Medidas Eléctricas*. Universidad de la Republica. 5.
https://www.academia.edu/36551942/Sensores_Capacitivos
- Candia, F., Galindo, V., Carmona, J. C. y González, A. (2016). Tablero de PLC, para capacitación en el trabajo. *Revista Pistas Educativas*, 119, 19.
<https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/viewFile/254/244>
- Cuyo, D. (2021). *Diseño de procesos para la elaboración de caramelos duros en la empresa Alimentos Ducromz* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio UTC. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6f0c0744-face-43ef-a8a3-717bb76549e0/content>
- Escaño, J., García, J. y Nuevo, A. (2019). *Integración de sistemas de automatización industrial* (1ª ed., vol. 1). Paraninfo. <https://books.google.com.pe/books?id=gj2dDwAAQBAJ>
- Flores, G., Hecker, R., Dalhaye, E. y Guzmán, J. (2006). *Diseño preliminar de una celda de carga para maquinado*. Asociación Argentina de Mecánica Computacional, vol. 25, 1347-1355. <https://cimec.org.ar/ojs/index.php/mc/article/view/530/504>

García, E. (1999). *Automatización de procesos industriales: Robótica y automática*. Universitat Politècnica de València.

https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/ba85b785-46cb-49e6-a006-a8626d4177e1/TOC_4116_01_01.pdf?guest=true

Golnaraghi, F. y Kuo, B. C. (2010). *Automatic control systems* (9ª ed.). Wiley.

<https://controltheorymaster.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/11/farid-golnaraghi-benjamin-c-kuo-automatic-control-systems.pdf>

Groover, M. (2015). *Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing* (4ª ed.). Pearson.

<https://industri.fatek.unpatti.ac.id/wp-content/uploads/2019/03/245-Automation-Production-Systems-and-Computer-Integrated-Manufacturing-Mikell-P.-Groover-Edisi-4-2015.pdf>

Gudiño, J., Charre, S., Arana, J. y Vélez, D. (2022). *Proyectos de ingeniería en mecatrónica* (1ª ed.). Ecorfan.

https://www.ecorfan.org/libros/Proyectos_de_Ingeniería_en_Mecatrónica/Proyectos_de_Ingeniería_en_Mecatronica.pdf

Hauser, K. (2011). *Caracterización de turbina hidráulica tipo Turgo para microgeneración*

[Tesis de licenciatura, Universidad de Chile]. Repositorio Académico Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104103>

- Hernández, M., Aparicio, S., Zhukov, A., Varga, R., Anaya, J. y Oliveraa, J. (2022). Monitorización de ciclos hielo-deshielo en hormigón mediante micro-sensor y galgas extensiométricas. *Revista de Materiales Compuestos*.
<https://doi.org/10.23967/r.matcomp.2022.06.031>
- Jácome, J. (2018). *Análisis del proceso de producción de caramelo duro en la empresa Ecuagolosina CIA. LTDA. y su incidencia en la productividad* [Tesis de grado, Universidad Tecnológica Indoamérica]. Repositorio UTI.
<https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/1008>
- Lipták, B. (2005). *Instrument engineers' handbook: Process control and optimization* (4^a ed., Vol.2). ISA.
<https://nivelco.com.ua/documents/technical%20publications%20docs/Instrument%20Engineers%20Handbook%2C%20Volume%202%20Process%20Control%20and%20Optimization%2C%20Fourth%20Edition%20%28Volume%202%29.pdf>
- Malviya, R., Sundram, S., Prajapati, B. y Singh, S. (2023). *Human machine interface: Making healthcare digital* (1^a ed.). Wiley.
<https://books.google.com.pe/books?id=8FLLeEAAQBAJ>
- Martínez, A., Blanca, V., Castilla, N. y Pastor, J. (2011). *Cálculo de fusibles de una instalación eléctrica en baja tensión* [Informe técnico]. Universitat Politècnica de València.
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10765/FUSIBLES.pdf?sequence=1>

Microbyte. (2023). ¿Cómo funciona una válvula solenoide? *Electro Industria*.

<https://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=3514>

Sanabria, E. y Sánchez, J. (2016). *Sistema de control de velocidad de un motor trifásico mediante un variador de frecuencia y sistema SCADA* [Tesis de grado, Universidad Tecnológica de Pereira]. Repositorio Universidad Tecnológica de Pereira.

<https://repositorio.utp.edu.co/entities/publication/2124b07c-ee51-41cd-b08b-a3ae64e9661e>

WEG GROUP. (2016). *Reductores y motorreductores MAS*.

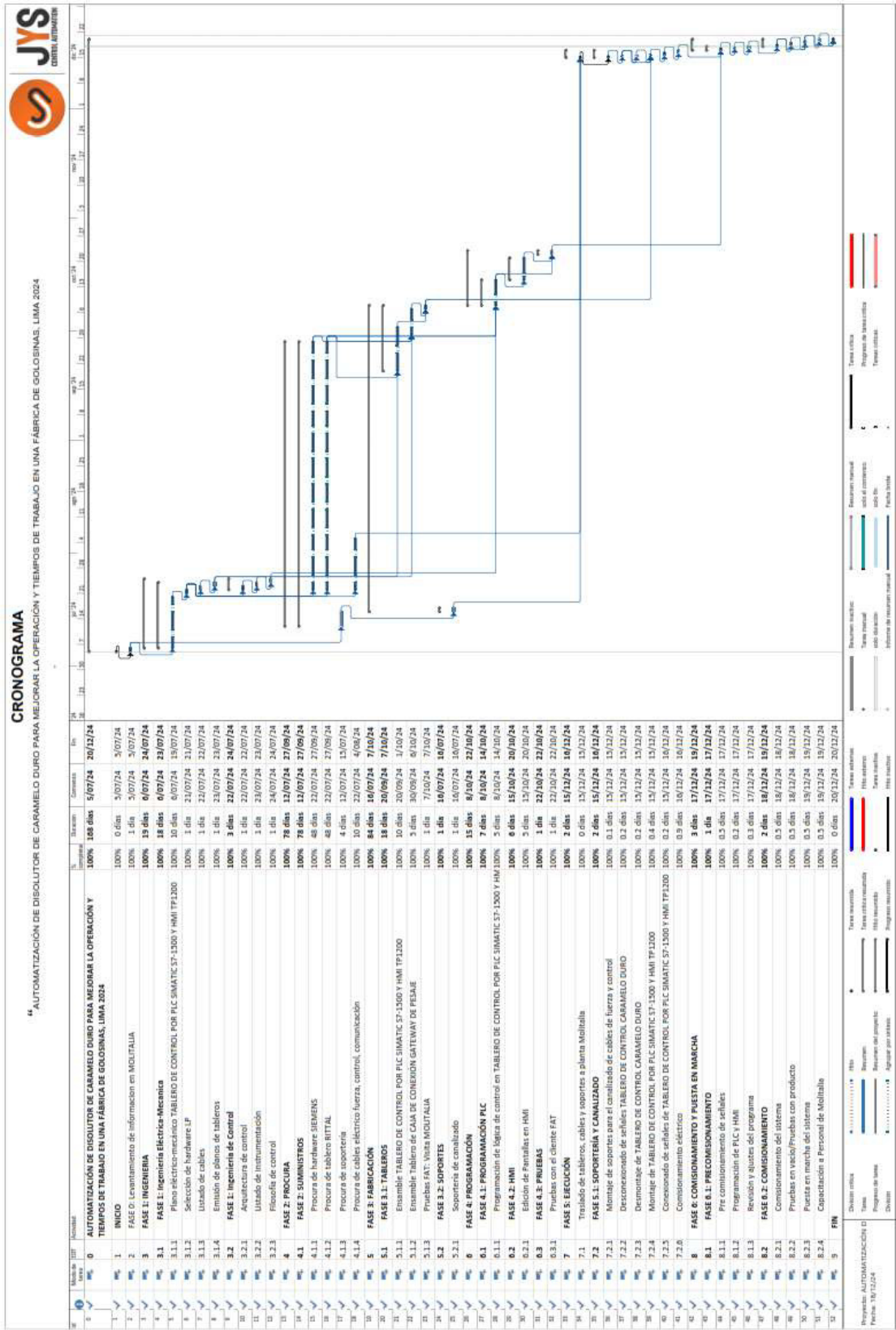
<https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h1e/hfd/ba-ma-gt-001-026-06-16-ba26-spanish-web.pdf>

Zapata, M., Topón, L. y Tipán, E. (2021). *Fundamentos de automatización y redes industriales*.

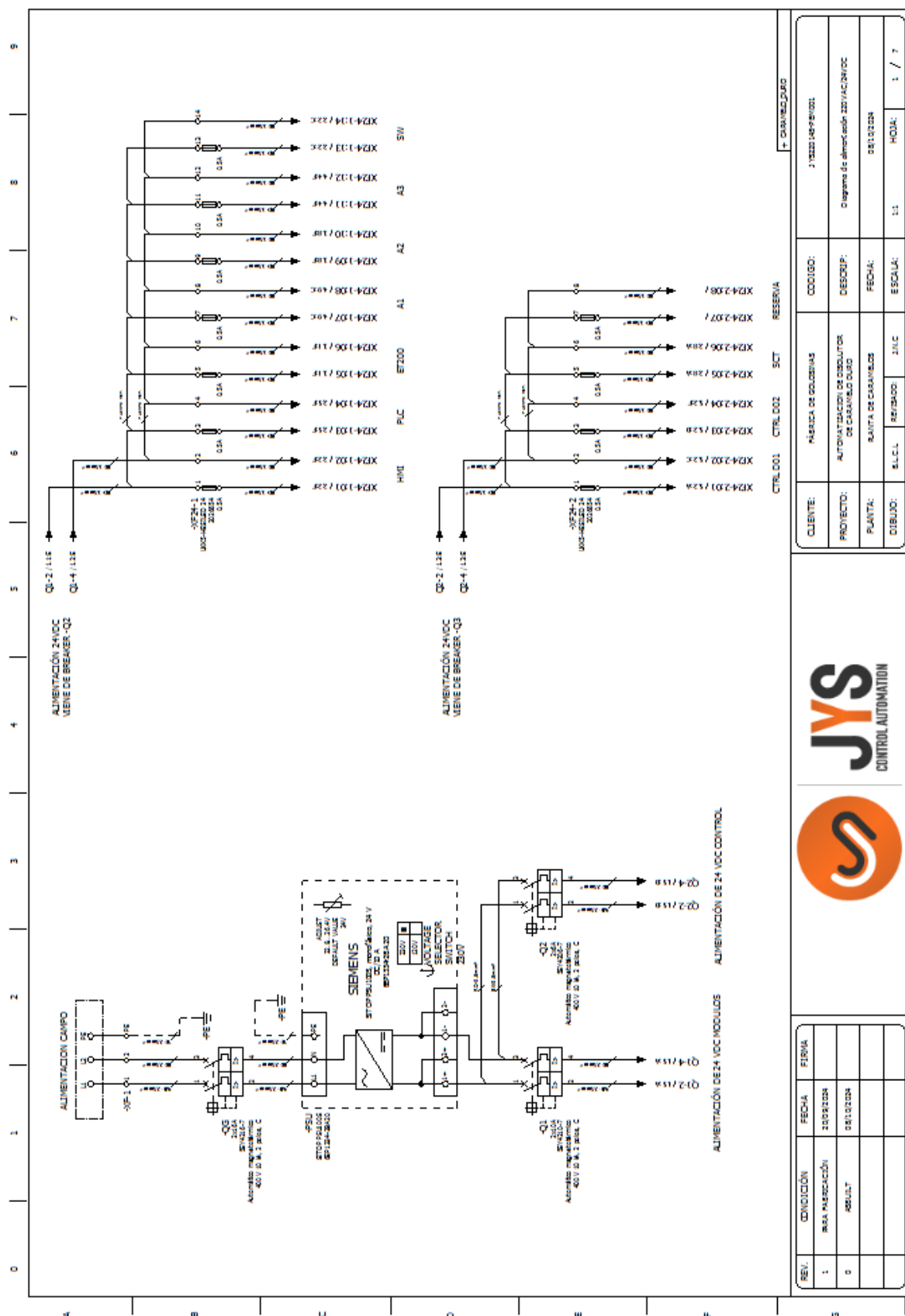
Universidad Tecnológica Indoamérica. <https://www.collegesidekick.com/study-docs/13032882>

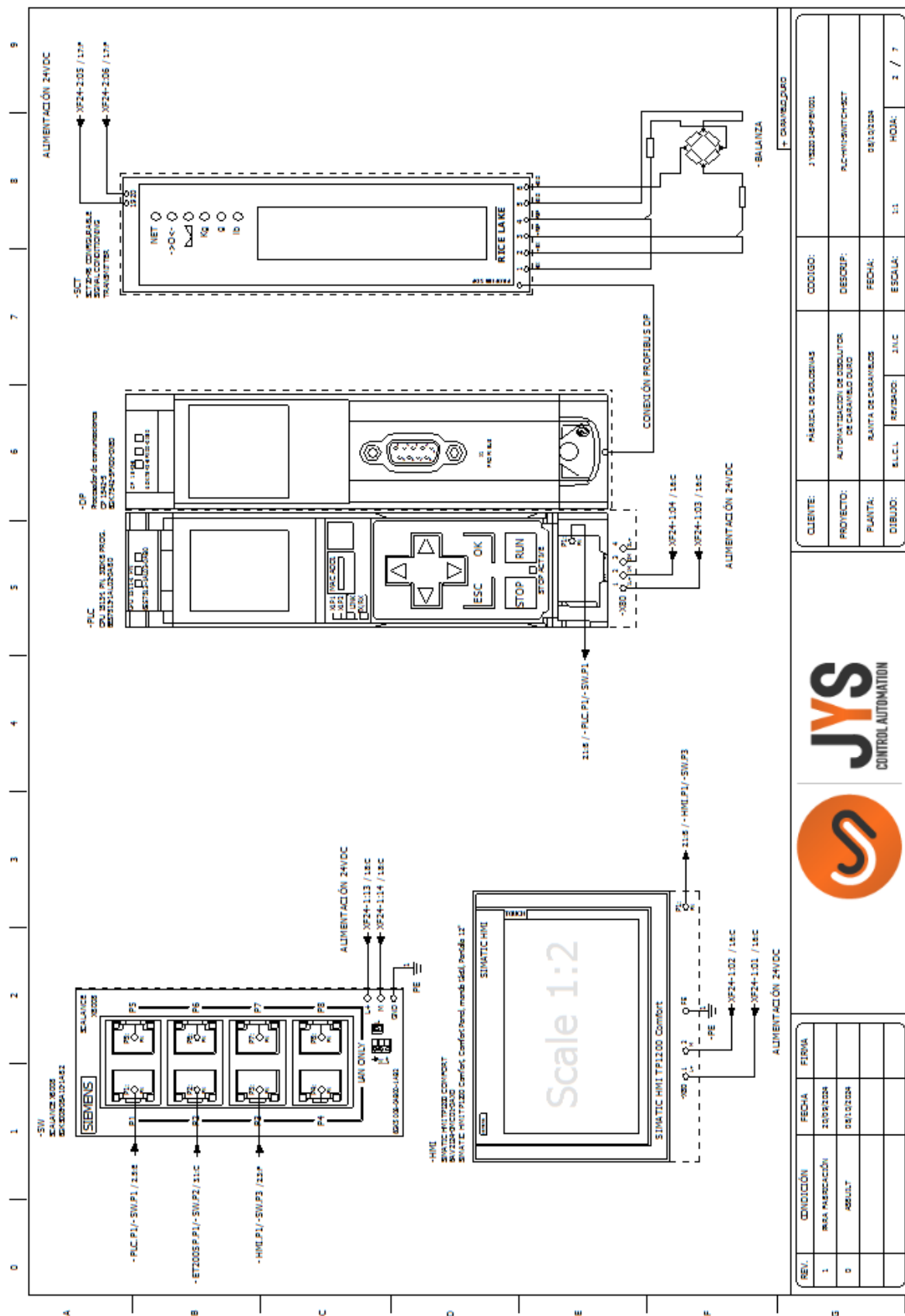
VII. ANEXOS

Anexo A

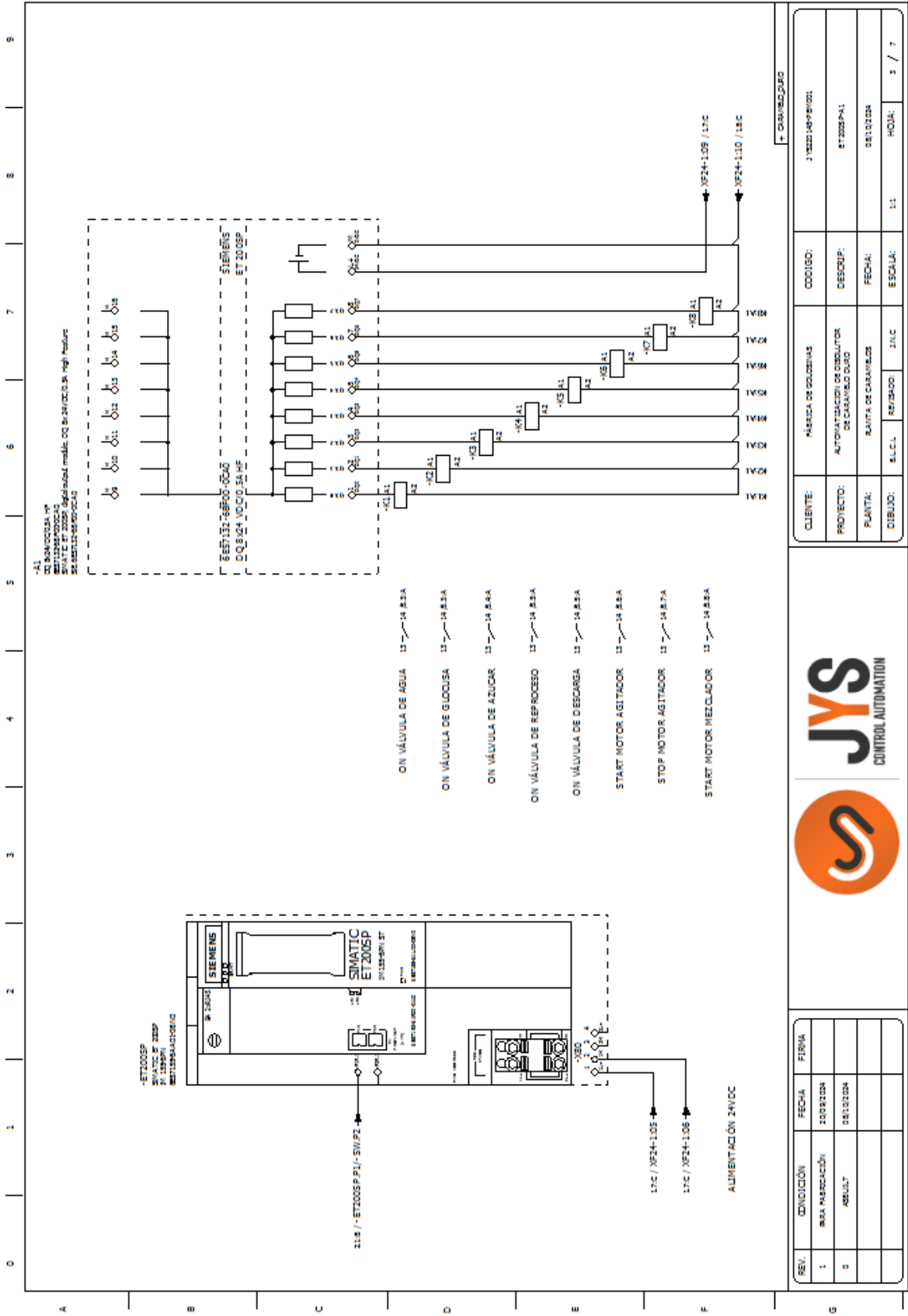


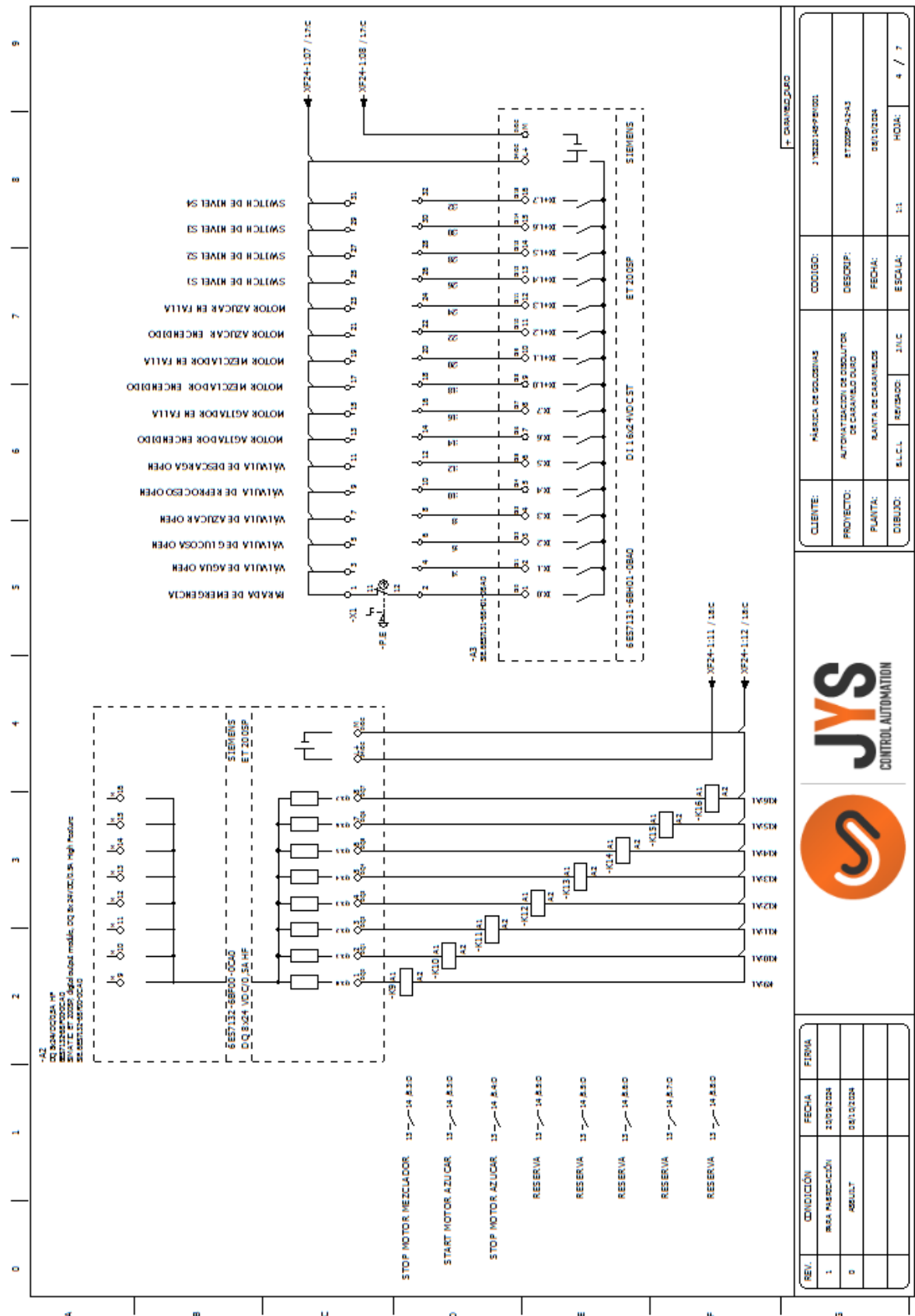
Anexo B



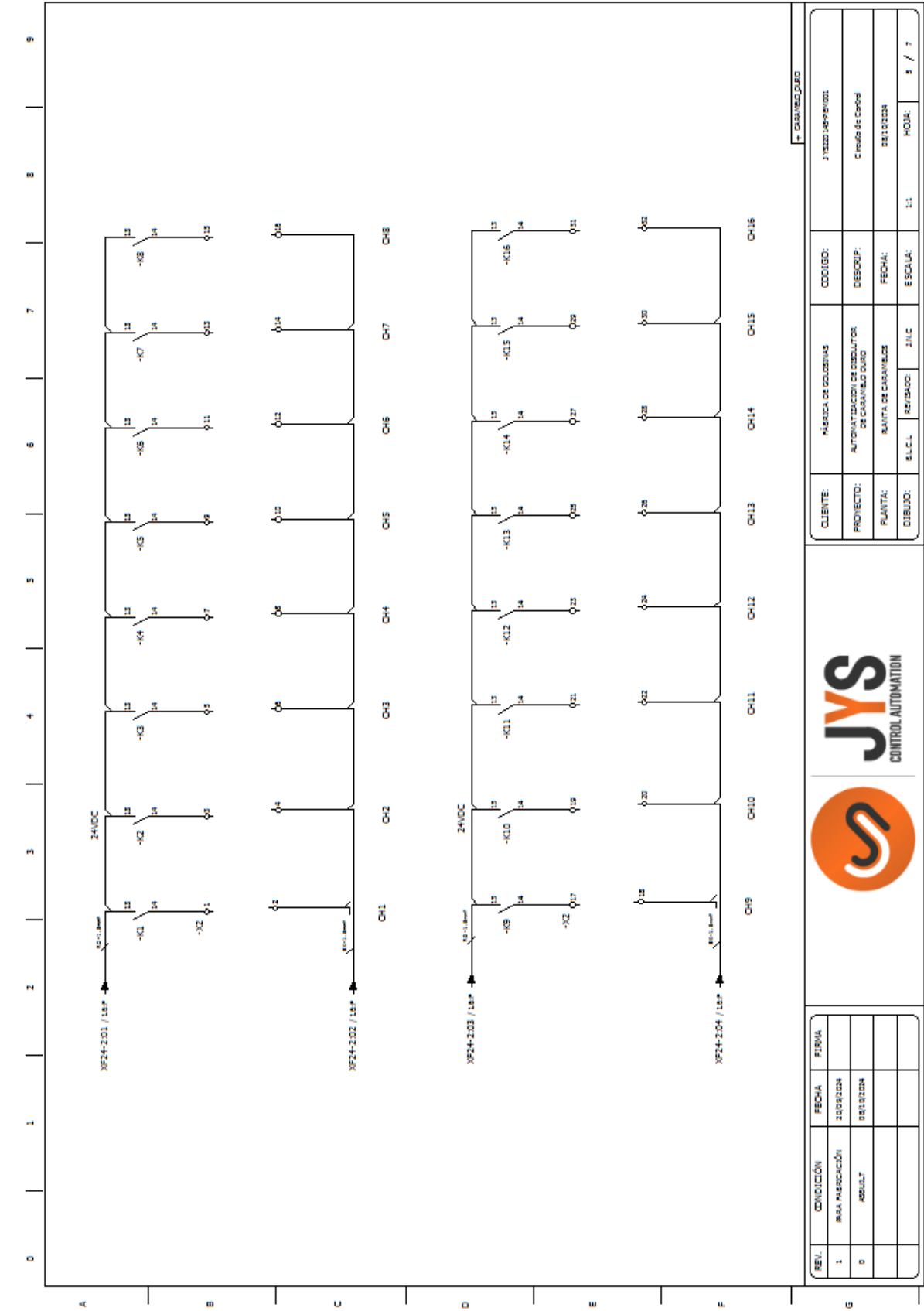


Anexo D

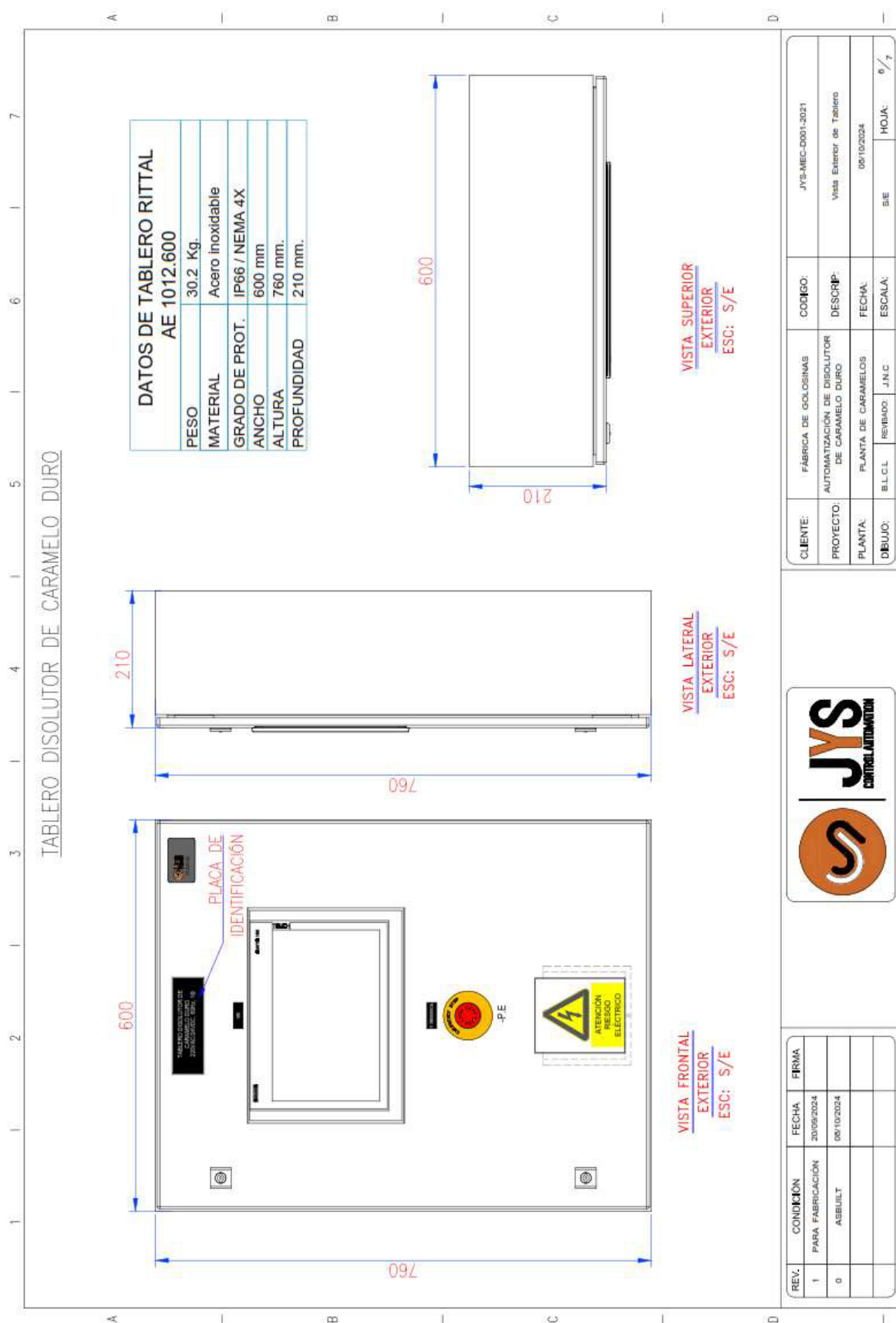


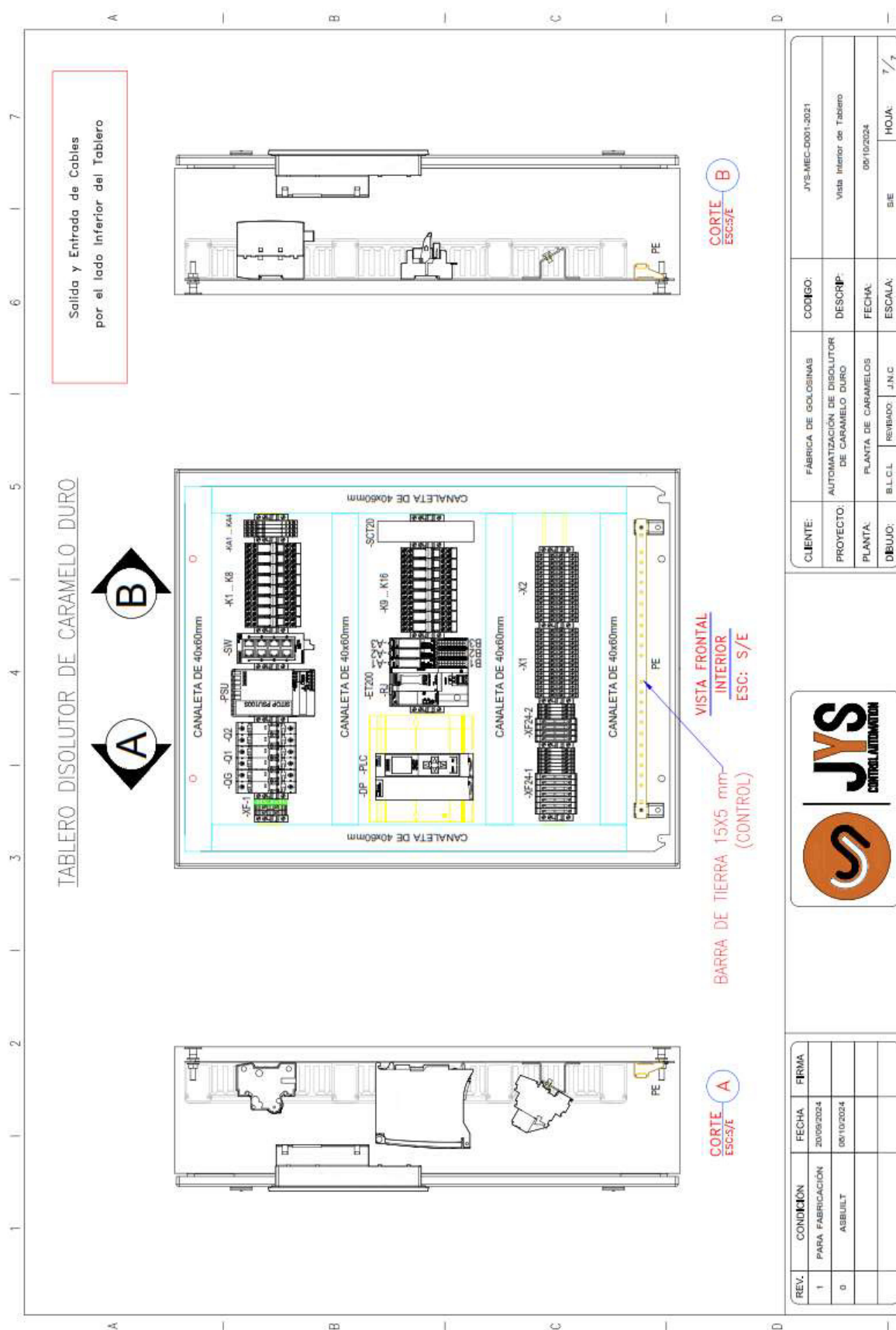


Anexo F



Anexo G





Anexo I

PROTOCOLO DE PRUEBAS FAT			
ANEXO I			
EQUIPO :	TABLERO DE CONTROL DISOLUTOR DE CARAMELO DURO	FECHA :	9/10/2024
PROYECTO :	"AUTOMATIZACIÓN DE DISOLUTOR DE CARAMELO DURO"	CANTIDAD :	1
CLIENTE :	FABRICA DE GOLOSINAS	HOJA :	1 de 5
TAG N° :	TABLERO DE CONTROL DE DISOLUTOR DE CARAMELO DURO		

I. VERIFICACION DE EQUIPOS DE GABINETE

I.01 Verificación de Dimensiones Generales de Gabinete de Control conforme a: JY82201-45_FEM_REV0

Especificaciones del Cliente

Especificaciones del Tablero

CONFORMIDAD

SI	NO	N.A.
☒	☐	☐
☒	☐	☐
☒	☐	☐

VISTA FRONTAL
INTERIOR
ESC: 1/1

VISTA LATERAL
INTERIOR
ESC: 1/1

VISTA SUPERIOR
EXTERIOR
ESC: 1/1

TABLERO DISOLUTOR DE CARAMELO DURO

CORTE A

CORTE B

VISTA FRONTAL INTERIOR
ESC: 1/1

CORTE A

CORTE B

Salida y Entrada de Cables por el lado inferior del Tablero



PROTOCOLO DE PRUEBAS FAT

ANEXO J

EQUIPO :
TABLERO DE CONTROL DISOLUTOR DE CARAMELO DURO

PROYECTO :
"AUTOMATIZACION DE DISOLUTOR DE CARAMELO DURO"

CLIENTE :
FABRICA DE GOLOSINAS

TAG N° :
TABLERO DE CONTROL DE DISOLUTOR DE CARAMELO DURO

FECHA :
7/10/2024

CANTIDAD :
1

HOJA :
2 de 5

INSTRUMENTO DE MEDICION

TIPO/UNID
CODIGO DE SERIE

MULTIMETRO
30031732W5

MARCA
VALIDEZ DE CALIBRACION

FLUKE 1584
EE-A-0709-2024

ITEM	CAT. N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	CONFORMIDAD	
1	6AV2124-0MC01-0AX0	SIMATIC HMI TP1200 Comfort	1	SI ☒	NO ☐ N.A. ☐
2	6ES7513-1AL02-0AB0	CPU 1513-1 PN, 300KB Prog., 1.5MB datos	1	☒	☐
3	6ES7132-6BA20	SITOP PSU100S, monofásico, 24 V DC/10 A	1	☒	☐
4	6ES7155-6AA01-0BN0	ET 200SP, IM155-6PN ST incl. BA 2xRJ45	1	☒	☐
5	6ES7132-6BF00-0CA0	ET 200SP, DI 16x 24V DC ST, emb. 1	2	☒	☐
6	6ES7131-6BH01-0BA0	ET 200SP, DI 16x 24V DC ST, emb. 1	1	☒	☐
7	6ES7131-6BH01-0BA0	Tarjeta de memoria SD SIMATIC Secure Digital Card de 2 GB	1	☒	☐
8	6ES7131-6BH01-0BA0	Procesador de comunicaciones CP 1542-5 para conectar SIMATIC S7-1500 a PROFIBUS DP	1	☒	☐
9	6ES7131-6BH01-0BA0	Signal Conditioning Transmitter - SCT-20 converter with Profibus™ DP	1	☒	☐
10	SCT-20		1	☒	☐

Anexo K

PROTOCOLO DE PRUEBAS FAT																																																																																																																																																																																																																													
ANEXO K																																																																																																																																																																																																																													
EQUIPO : TABLERO DE CONTROL DISOLUTOR DE CARAMELO DURO PROYECTO : "AUTOMATIZACION DE DISOLUTOR DE CARAMELO DURO" CLIENTE : FABRICA DE GOLOSINAS TAG N° : TABLERO DE CONTROL DE DISOLUTOR DE CARAMELO DURO	FECHA : 7/10/2024 CANTIDAD : 1 HOJA : 3 de 5																																																																																																																																																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</td> <td style="width: 20%;">TIPO/UNID</td> <td style="width: 20%;">MULTIMETRO</td> <td style="width: 20%;">MARCA</td> <td style="width: 10%;">FLUKE 15B+</td> </tr> <tr> <td></td> <td>CÓDIGO DE SERIE</td> <td>30631752W5</td> <td>VALIDEZ DE CALIBRACION</td> <td>EE-A-0769-2024</td> </tr> </table>	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	TIPO/UNID	MULTIMETRO	MARCA	FLUKE 15B+		CÓDIGO DE SERIE	30631752W5	VALIDEZ DE CALIBRACION	EE-A-0769-2024																																																																																																																																																																																																																			
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	TIPO/UNID	MULTIMETRO	MARCA	FLUKE 15B+																																																																																																																																																																																																																									
	CÓDIGO DE SERIE	30631752W5	VALIDEZ DE CALIBRACION	EE-A-0769-2024																																																																																																																																																																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: left; padding: 2px;">ET 200SP, DQ 8x24VDC/0.5A HF : 6ES7132-6BF00-0CA0 "A1"</th> </tr> <tr> <th style="width: 10%;">ITEM</th> <th style="width: 20%;">DIRECCION</th> <th style="width: 20%;">TIPO</th> <th style="width: 20%;">LECTURA</th> <th style="width: 10%;">ESTADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.00</td><td>L+(24VDC)</td><td>Alimentación</td><td>24 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>2.00</td><td>M(0VDC)</td><td>Alimentación</td><td>0 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>3.00</td><td>1(DQ0)</td><td>Salida Digital</td><td>24.2 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>4.00</td><td>2(DQ1)</td><td>Salida Digital</td><td>24.1 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>5.00</td><td>3(DQ2)</td><td>Salida Digital</td><td>24.2 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>6.00</td><td>4(DQ3)</td><td>Salida Digital</td><td>24.1 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>7.00</td><td>5(DQ4)</td><td>Salida Digital</td><td>24.3 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>8.00</td><td>6(DQ5)</td><td>Salida Digital</td><td>24.2 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>9.00</td><td>7(DQ6)</td><td>Salida Digital</td><td>24.1 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>10.00</td><td>8(DQ7)</td><td>Salida Digital</td><td>24.3 VDC</td><td>OK</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: left; padding: 2px;">ET 200SP, DQ 8x24VDC/0.5A HF : 6ES7132-6BF00-0CA0 "A2"</th> </tr> <tr> <th style="width: 10%;">ITEM</th> <th style="width: 20%;">DIRECCION</th> <th style="width: 20%;">TIPO</th> <th style="width: 20%;">LECTURA</th> <th style="width: 10%;">ESTADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.00</td><td>L+(24VDC)</td><td>Alimentación</td><td>24 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>2.00</td><td>M(0VDC)</td><td>Alimentación</td><td>0 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>3.00</td><td>1(DQ0)</td><td>Salida Digital</td><td>24.1 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>4.00</td><td>2(DQ1)</td><td>Salida Digital</td><td>24.1 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>5.00</td><td>3(DQ2)</td><td>Salida Digital</td><td>24.2 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>6.00</td><td>4(DQ3)</td><td>Salida Digital</td><td>24.1 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>7.00</td><td>5(DQ4)</td><td>Salida Digital</td><td>24.3 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>8.00</td><td>6(DQ5)</td><td>Salida Digital</td><td>24.2 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>9.00</td><td>7(DQ6)</td><td>Salida Digital</td><td>24.1 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>10.00</td><td>8(DQ7)</td><td>Salida Digital</td><td>24.1 VDC</td><td>OK</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: left; padding: 2px;">ET 200SP, DI 16x 24V DC ST : 6ES7131-6BH01-0BA0 "A3"</th> </tr> <tr> <th style="width: 10%;">ITEM</th> <th style="width: 20%;">DIRECCION</th> <th style="width: 20%;">TIPO</th> <th style="width: 20%;">LECTURA</th> <th style="width: 10%;">ESTADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.00</td><td>L+(24VDC)</td><td>Alimentación</td><td>24 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>2.00</td><td>M(0VDC)</td><td>Alimentación</td><td>0 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>3.00</td><td>1(DI 0)</td><td>Entrada Digital</td><td>24.0 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>4.00</td><td>2(DI 1)</td><td>Entrada Digital</td><td>24.0 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>5.00</td><td>3(DI 2)</td><td>Entrada Digital</td><td>24.0 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>6.00</td><td>4(DI 3)</td><td>Entrada Digital</td><td>24.0 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>7.00</td><td>5(DI 4)</td><td>Entrada Digital</td><td>24.0 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>8.00</td><td>6(DI 5)</td><td>Entrada Digital</td><td>24.0 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>9.00</td><td>7(DI 6)</td><td>Entrada Digital</td><td>24.0 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>10.00</td><td>8(DI 7)</td><td>Entrada Digital</td><td>24.0 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>11.00</td><td>9(DI 8)</td><td>Entrada Digital</td><td>24.0 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>12.00</td><td>10(DI 9)</td><td>Entrada Digital</td><td>24.0 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>13.00</td><td>11(DI 10)</td><td>Entrada Digital</td><td>24.0 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>14.00</td><td>12(DI 11)</td><td>Entrada Digital</td><td>24.0 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>15.00</td><td>13(DI 12)</td><td>Entrada Digital</td><td>24.0 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>16.00</td><td>14(DI 13)</td><td>Entrada Digital</td><td>24.0 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>17.00</td><td>15(DI 14)</td><td>Entrada Digital</td><td>24.0 VDC</td><td>OK</td></tr> <tr><td>18.00</td><td>16(DI 15)</td><td>Entrada Digital</td><td>24.0 VDC</td><td>OK</td></tr> </tbody> </table>		ET 200SP, DQ 8x24VDC/0.5A HF : 6ES7132-6BF00-0CA0 "A1"					ITEM	DIRECCION	TIPO	LECTURA	ESTADO	1.00	L+(24VDC)	Alimentación	24 VDC	OK	2.00	M(0VDC)	Alimentación	0 VDC	OK	3.00	1(DQ0)	Salida Digital	24.2 VDC	OK	4.00	2(DQ1)	Salida Digital	24.1 VDC	OK	5.00	3(DQ2)	Salida Digital	24.2 VDC	OK	6.00	4(DQ3)	Salida Digital	24.1 VDC	OK	7.00	5(DQ4)	Salida Digital	24.3 VDC	OK	8.00	6(DQ5)	Salida Digital	24.2 VDC	OK	9.00	7(DQ6)	Salida Digital	24.1 VDC	OK	10.00	8(DQ7)	Salida Digital	24.3 VDC	OK	ET 200SP, DQ 8x24VDC/0.5A HF : 6ES7132-6BF00-0CA0 "A2"					ITEM	DIRECCION	TIPO	LECTURA	ESTADO	1.00	L+(24VDC)	Alimentación	24 VDC	OK	2.00	M(0VDC)	Alimentación	0 VDC	OK	3.00	1(DQ0)	Salida Digital	24.1 VDC	OK	4.00	2(DQ1)	Salida Digital	24.1 VDC	OK	5.00	3(DQ2)	Salida Digital	24.2 VDC	OK	6.00	4(DQ3)	Salida Digital	24.1 VDC	OK	7.00	5(DQ4)	Salida Digital	24.3 VDC	OK	8.00	6(DQ5)	Salida Digital	24.2 VDC	OK	9.00	7(DQ6)	Salida Digital	24.1 VDC	OK	10.00	8(DQ7)	Salida Digital	24.1 VDC	OK	ET 200SP, DI 16x 24V DC ST : 6ES7131-6BH01-0BA0 "A3"					ITEM	DIRECCION	TIPO	LECTURA	ESTADO	1.00	L+(24VDC)	Alimentación	24 VDC	OK	2.00	M(0VDC)	Alimentación	0 VDC	OK	3.00	1(DI 0)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK	4.00	2(DI 1)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK	5.00	3(DI 2)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK	6.00	4(DI 3)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK	7.00	5(DI 4)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK	8.00	6(DI 5)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK	9.00	7(DI 6)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK	10.00	8(DI 7)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK	11.00	9(DI 8)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK	12.00	10(DI 9)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK	13.00	11(DI 10)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK	14.00	12(DI 11)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK	15.00	13(DI 12)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK	16.00	14(DI 13)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK	17.00	15(DI 14)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK	18.00	16(DI 15)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK
ET 200SP, DQ 8x24VDC/0.5A HF : 6ES7132-6BF00-0CA0 "A1"																																																																																																																																																																																																																													
ITEM	DIRECCION	TIPO	LECTURA	ESTADO																																																																																																																																																																																																																									
1.00	L+(24VDC)	Alimentación	24 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
2.00	M(0VDC)	Alimentación	0 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
3.00	1(DQ0)	Salida Digital	24.2 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
4.00	2(DQ1)	Salida Digital	24.1 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
5.00	3(DQ2)	Salida Digital	24.2 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
6.00	4(DQ3)	Salida Digital	24.1 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
7.00	5(DQ4)	Salida Digital	24.3 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
8.00	6(DQ5)	Salida Digital	24.2 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
9.00	7(DQ6)	Salida Digital	24.1 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
10.00	8(DQ7)	Salida Digital	24.3 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
ET 200SP, DQ 8x24VDC/0.5A HF : 6ES7132-6BF00-0CA0 "A2"																																																																																																																																																																																																																													
ITEM	DIRECCION	TIPO	LECTURA	ESTADO																																																																																																																																																																																																																									
1.00	L+(24VDC)	Alimentación	24 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
2.00	M(0VDC)	Alimentación	0 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
3.00	1(DQ0)	Salida Digital	24.1 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
4.00	2(DQ1)	Salida Digital	24.1 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
5.00	3(DQ2)	Salida Digital	24.2 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
6.00	4(DQ3)	Salida Digital	24.1 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
7.00	5(DQ4)	Salida Digital	24.3 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
8.00	6(DQ5)	Salida Digital	24.2 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
9.00	7(DQ6)	Salida Digital	24.1 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
10.00	8(DQ7)	Salida Digital	24.1 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
ET 200SP, DI 16x 24V DC ST : 6ES7131-6BH01-0BA0 "A3"																																																																																																																																																																																																																													
ITEM	DIRECCION	TIPO	LECTURA	ESTADO																																																																																																																																																																																																																									
1.00	L+(24VDC)	Alimentación	24 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
2.00	M(0VDC)	Alimentación	0 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
3.00	1(DI 0)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
4.00	2(DI 1)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
5.00	3(DI 2)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
6.00	4(DI 3)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
7.00	5(DI 4)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
8.00	6(DI 5)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
9.00	7(DI 6)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
10.00	8(DI 7)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
11.00	9(DI 8)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
12.00	10(DI 9)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
13.00	11(DI 10)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
14.00	12(DI 11)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
15.00	13(DI 12)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
16.00	14(DI 13)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
17.00	15(DI 14)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									
18.00	16(DI 15)	Entrada Digital	24.0 VDC	OK																																																																																																																																																																																																																									

Anexo L



PROTOCOLO DE PRUEBAS FAT

ANEXO L

EQUIPO

PROYECTO

CLIENTE

TAG N°

:

TABLERO DE CONTROL DISOLUTOR DE CARAMELO DURO
"AUTOMATIZACIÓN DE DISOLUTOR DE CARAMELO DURO"
FABRICA DE GOLOSINAS
TABLERO DE CONTROL DE DISOLUTOR DE CARAMELO DURO

FECHA

CANTIDAD

HOJA

:

7/10/2024
1
4 de 5

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	TIPO/UNID	MULTÍMETRO	MARCA	FLUKE 158+
	CODIGO DE SERIE	50831752W5	VALIDEZ DE CALIBRACIÓN	EE-A-0769-2024

CPU 1513-1 PN : 6ES7513-1AL02-0AB0

ITEM	DIRECCION	TIPO	LECTURA	ESTADO
1.00	1L+(24VDC)	Alimentación	24 VDC	OK
2.00	1M(0VDC)	Alimentación	0 VDC	OK
3.00	PLC:P1	Profinet	OK	OK
4.00	PLC:P2	Profinet	OK	OK

CP 1542-5 : 6GK7542-5FX00-0XE0

ITEM	DIRECCION	TIPO	LECTURA	ESTADO
1.00	X1 Profibus	Profibus	OK	OK

ET 200SP, IM155-6PN ST : 6ES7155-6AA01-0BN0

ITEM	DIRECCION	TIPO	LECTURA	ESTADO
1.00	1L+(24VDC)	Alimentación	24 VDC	OK
2.00	1M(0VDC)	Alimentación	0 VDC	OK
3.00	ET200-P1	Profinet	OK	OK
4.00	ET200-P2	Profinet	OK	OK

HMI TP1200 Comfort: 6AV2124-0MC01-0AX0

ITEM	DIRECCION	TIPO	LECTURA	ESTADO
1.00	HMI-P1	Profinet	OK	OK

SCALANCE XB008 6GK5008-0BA10-1AB2

ITEM	DIRECCION	TIPO	LECTURA	ESTADO
1.00	SW1-P1	Profinet	OK	OK
2.00	SW1-P2	Profinet	OK	OK
3.00	SW1-P3	Profinet	OK	OK
4.00	SW1-P4	Profinet	OK	OK
5.00	SW1-P5	Profinet	OK	OK
6.00	SW1-P6	Profinet	OK	OK
7.00	SW1-P7	Profinet	OK	OK
8.00	SW1-P8	Profinet	OK	OK

Anexo M

		PROTOCOLO DE PRUEBAS FAT																																																																																																							
ANEXO M																																																																																																									
EQUIPO :		TABLERO DE CONTROL DISOLUTOR DE CARAMELO DURO		FECHA :	7/10/2024																																																																																																				
PROYECTO :		"AUTOMATIZACION DE DISOLUTOR DE CARAMELO DURO"		CANTIDAD :	1																																																																																																				
CLIENTE :		FABRICA DE GOLOSINAS		HOJA :	5 de 5																																																																																																				
TAG N° :		TABLERO DE CONTROL DE DISOLUTOR DE CARAMELO DURO																																																																																																							
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN		TIPO/UNID	MULTIMETRO	MARCA	FLUKE 158+																																																																																																				
		CODIGO DE SERIE	50631752WS	VAUDEZ DE CALIBRACIÓN	EE-A-0769-2024																																																																																																				
Ricelake Controlador de Balanza : SCT<table><tr><th>ITEM</th><th>DIRECCION</th><th>TIPO</th><th>LECTURA</th><th>ESTADO</th></tr><tr><td>1.00</td><td>+12-24VDC</td><td>Alimentación</td><td>24 VDC</td><td>OK</td></tr><tr><td>2.00</td><td>0VDC</td><td>Alimentación</td><td>0 VDC</td><td>OK</td></tr><tr><td>3.00</td><td>X1</td><td>Profibus</td><td>OK</td><td>OK</td></tr><tr><td>4.00</td><td>-EX</td><td>Balanza</td><td>OK</td><td>OK</td></tr><tr><td>5.00</td><td>+EX</td><td>Balanza</td><td>OK</td><td>OK</td></tr><tr><td>6.00</td><td>+REF</td><td>Balanza</td><td>OK</td><td>OK</td></tr><tr><td>7.00</td><td>-REF</td><td>Balanza</td><td>OK</td><td>OK</td></tr><tr><td>8.00</td><td>-SIG</td><td>Balanza</td><td>OK</td><td>OK</td></tr><tr><td>9.00</td><td>+SIG</td><td>Balanza</td><td>OK</td><td>OK</td></tr><tr><td>10.00</td><td>IN1</td><td>Entrada Analogica</td><td>OK</td><td>OK</td></tr><tr><td>11.00</td><td>IN2</td><td>Entrada Analogica</td><td>OK</td><td>OK</td></tr><tr><td>12.00</td><td>IN COM</td><td>-</td><td>OK</td><td>OK</td></tr><tr><td>13.00</td><td>mA</td><td>Salida Analogica</td><td>OK</td><td>OK</td></tr><tr><td>14.00</td><td>V</td><td>-</td><td>OK</td><td>OK</td></tr><tr><td>15.00</td><td>mA-V-COM</td><td>-</td><td>OK</td><td>OK</td></tr><tr><td>16.00</td><td>OUT1</td><td>Salida Digital</td><td>OK</td><td>OK</td></tr><tr><td>17.00</td><td>OUT2</td><td>Salida Digital</td><td>OK</td><td>OK</td></tr><tr><td>18.00</td><td>OUT3</td><td>Salida Digital</td><td>OK</td><td>OK</td></tr><tr><td>19.00</td><td>OUT COM</td><td>-</td><td>OK</td><td>OK</td></tr></table>						ITEM	DIRECCION	TIPO	LECTURA	ESTADO	1.00	+12-24VDC	Alimentación	24 VDC	OK	2.00	0VDC	Alimentación	0 VDC	OK	3.00	X1	Profibus	OK	OK	4.00	-EX	Balanza	OK	OK	5.00	+EX	Balanza	OK	OK	6.00	+REF	Balanza	OK	OK	7.00	-REF	Balanza	OK	OK	8.00	-SIG	Balanza	OK	OK	9.00	+SIG	Balanza	OK	OK	10.00	IN1	Entrada Analogica	OK	OK	11.00	IN2	Entrada Analogica	OK	OK	12.00	IN COM	-	OK	OK	13.00	mA	Salida Analogica	OK	OK	14.00	V	-	OK	OK	15.00	mA-V-COM	-	OK	OK	16.00	OUT1	Salida Digital	OK	OK	17.00	OUT2	Salida Digital	OK	OK	18.00	OUT3	Salida Digital	OK	OK	19.00	OUT COM	-	OK	OK
ITEM	DIRECCION	TIPO	LECTURA	ESTADO																																																																																																					
1.00	+12-24VDC	Alimentación	24 VDC	OK																																																																																																					
2.00	0VDC	Alimentación	0 VDC	OK																																																																																																					
3.00	X1	Profibus	OK	OK																																																																																																					
4.00	-EX	Balanza	OK	OK																																																																																																					
5.00	+EX	Balanza	OK	OK																																																																																																					
6.00	+REF	Balanza	OK	OK																																																																																																					
7.00	-REF	Balanza	OK	OK																																																																																																					
8.00	-SIG	Balanza	OK	OK																																																																																																					
9.00	+SIG	Balanza	OK	OK																																																																																																					
10.00	IN1	Entrada Analogica	OK	OK																																																																																																					
11.00	IN2	Entrada Analogica	OK	OK																																																																																																					
12.00	IN COM	-	OK	OK																																																																																																					
13.00	mA	Salida Analogica	OK	OK																																																																																																					
14.00	V	-	OK	OK																																																																																																					
15.00	mA-V-COM	-	OK	OK																																																																																																					
16.00	OUT1	Salida Digital	OK	OK																																																																																																					
17.00	OUT2	Salida Digital	OK	OK																																																																																																					
18.00	OUT3	Salida Digital	OK	OK																																																																																																					
19.00	OUT COM	-	OK	OK																																																																																																					