

Integración del área transporte de azúcar blanca al sistema de control distribuido (DCS) del Ingenio La Cabaña S.A.



Darwin Felipe Parra

Trabajo de grado en Automática Industrial
Modalidad: Práctica profesional

Director: Msc Andrea Enríquez
Asesor de la empresa: Msc Liner Bermudez

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones
Programa de Ingeniería en Automática Industrial
Popayán, Febrero de 2022



Darwin Felipe Parra Pardo

Integración del área transporte de azúcar blanca al sistema de control distribuido (DCS) del Ingenio La Cabaña S.A.

Informe presentado a la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones para la obtención del título de Ingeniero en Automática Industrial

Director: Msc Andrea Enríquez

Asesor de la empresa: Msc. Liner Bermudez

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones
Programa de Ingeniería en Automática Industrial
Popayán, Febrero 2022

Nota de aceptación

Firma del director

Firma del jurado

Firma del jurado

Popayán, Febrero de 2022

Agradecimientos

Agradezco,

A **Dios**, por darme la fuerza para enfrentar todos los desafíos

A mis padres, **Maria Piedad Pardo y Darley Arturo Parra**, por apoyar y motivar mi formación académica, por ser ejemplo de humildad, tenacidad, dedicación, y principalmente por brindarme su amor incondicional.

A mi hermana Maryi Licet Parra, por sus palabras de motivación, su alegría y cariño.

Al Ing. Hernan Estrada y el Ing. Gustavo Valencia, por brindarme su ayuda y conocimientos en el desarrollo de este trabajo de grado .

A La Universidad del Cauca y mi Directora Grado, Msc. Andrea Enriquez por todo el soporte físico e intelectual.

Gracias totales, a todas las personas que me ayudaron en éste proceso de construcción de conocimiento y ver un sueño hecho realidad.

Tabla de contenido

1. Introducción	11
1.1. Objetivo general	12
1.2. Objetivos específicos	12
1.3. Contenido del documento	12
2. Conceptualización	14
2.1. Ingenio La Cabaña S.A.	14
2.2. Proceso de producción de azúcar en Ingenio la Cabaña S.A . .	15
2.2.1. Proceso de Molienda	15
2.2.2. Proceso de elaboración.	17
2.3. Planteamiento del problema	19
2.4. Sistema de control distribuido (DCS)	20
2.4.1. Elementos y arquitectura de un DCS	21
2.5. Instrumentación Industrial	23
2.5.1. Sensores	24
2.5.2. Actuadores	24
3. Desarrollo de la metodología	26
3.1. Ingeniería Conceptual	26
3.1.1. Descripción del Sistema de Transporte de Azúcar Blanca	27
3.1.2. Descripción Subsistema de Almacenamiento Azúcar Blanca	28
3.1.3. Problemática del Sistema de Transporte de Azúcar Blanca	28
3.1.4. Requerimientos del cliente	29
3.1.5. Objetivos del Cliente	29
3.2. Ingeniería Básica	30

3.2.1.	Descripción del proceso	30
3.2.2.	VARIABLES controladas y manipuladas	30
3.2.3.	Escenario de automatización	31
3.2.4.	Diagrama Flujo de proceso	32
3.2.5.	Criterios de selección de instrumentos	33
3.2.6.	Listado de Instrumentación	35
3.2.7.	Listado de Materiales	36
3.2.8.	Listado de fallas y alarmas	36
3.3.	Ingeniería de Detalle	37
3.3.1.	Diagramas Eléctricos	37
3.3.2.	Diagrama de tubería e instrumentación PI&D bajo estándar ISA 5.1	38
3.4.	Ejecución del Proyecto	41
3.4.1.	Instalación de tuberías y cableado	42
3.4.2.	Instalación de instrumentación	43
3.4.3.	Actualización del Supervisorio	46
3.5.	Pruebas finales y Puesta en Marcha	57
3.6.	Cierre del Proyecto	58
4.	Conclusiones.	59
	Anexos	60
A.	Anexo A: Cotizaciones	61
B.	Anexo B: Manuales de Fabricante	64
C.	Anexo C: Manual Operacional Sistema Rejillas Magnéticas	85
D.	Anexo D: Listado puntos de conexión sistema rejillas magnéticas	91
E.	Anexo E: Pruebas de Protocolo FAT	93
F.	Anexo F: Diagramas Lazo de control	96

Índice de figuras

2.1.	Vista aérea Ingenio la Cabaña S.A Fuente: Ingenio la Cabaña.	14
2.2.	Diagrama de flujo proceso de molienda en Ingenio la Cabaña S.A Fuente: Elaboración propia.	16
2.3.	Diagrama de Flujo Proceso de Elaboración de azúcar en Ingenio La Cabaña S.A. Fuente: Elaboración propia.	17
2.4.	Arquitectura basica de un DCS Fuente: [1]	20
2.5.	Arquitectura básica DCS Ingenio La Cabaña S.A. Fuente: Adaptación propia	22
3.1.	Ciclo de vida clásico de un proyecto de ingeniería Fuente: Adaptado de HIM Proyectos y consultorías S.A.C	26
3.2.	Sistema de transporte y barras magnéticas en Ingenio La Cabaña S.A Fuente: Elaboración propia	27
3.3.	Escenario de automatización área de elaboración. Fuente: Propia	32
3.4.	Diagrama de Flujo Etapa de Transporte Fuente: Propia	32
3.5.	Transmisor de nivel SITRANS LR560 Fuente: Siemens	34
3.6.	Indicadores de proceso NOVUS N1540USB-RS Fuente: Novusautomation	35
3.7.	Plano Eléctrico Rejilla Magnética No.2 Fuente: Elaboración propia	38
3.8.	Plano Eléctrico Rejilla Magnética No.3 Fuente: Elaboración propia	39
3.9.	Plano Eléctrico Sensores de Nivel Tolvas Fuente: Elaboración propia	39
3.10.	Plano Eléctrico Indicadores de Nivel Tolvas Fuente: Elaboración propia	40

3.11. P&ID Sistema Rejillas Magnéticas y Medición de nivel Fuente: Elaboración propia	40
3.12. Construcción de recámaras para sensores de nivel tipo radares Fuente: Propia	42
3.13. Tablero de señales área de elaboración Fuente: Propia	43
3.14. Configuración de transmisor indicador de nivel tipo radar Fuen- te: Propia	44
3.15. Montaje indicadores de nivel Novus Fuente: Propia	44
3.16. Montaje de sistema rejillas magnéticas Automático/Manual Fuente: Propia	45
3.17. Sensores y Tablero Electroválvulas Fuente: Propia.	46
3.18. Pantalla de inicio supervisorio Ingenio La Cabaña Fuente: Cuar- to de ingeniería Ingenio La Cabaña S.A.	47
3.19. Secciones supervisorio del área de fábrica de azúcar Fuente: Cuarto de Ingeniería Ingenio la Cabaña	48
3.20. Pantalla supervisorio manejo de azúcar sin actualización. Fuen- te: Cuarto de Ingeniería Ingenio la Cabaña	48
3.21. WinCC explorer pantalla manejo azúcar Fuente: Estación de ingeniería Ingenio la Cabaña S.A	49
3.22. Actualización pantalla manejo de azúcar en Graphics Designer de WinCC Fuente: Estación de Ingeniería Ingenio la Cabaña S.A	49
3.23. Funcionalidad básicas del sistema de ingeniería y paquetes de software Fuente: Siemens	50
3.24. Red Profibus ILC en HW Config Fuente: Estación de Ingeniería Ingenio la Cabaña S.A	51
3.25. CFC Rejillas Magnéticas en objetos de proceso. Fuente: Esta- ción de Ingeniería Ingenio la Cabaña S.A	51
3.26. Señales sensores y selectores Fuente: Estación de Ingeniería In- genio la Cabaña S.A	52
3.27. Señales Radares Fuente: Estación de ingeniería Ingenio la Ca- baña S.A	52
3.28. Codigo CFC rejillas magnéticas Fuente: Estación de Ingeniería Ingenio la Cabaña S.A	54
3.29. CFC lógica rejillas banda 2. Fuente: Estación de Ingeniería Ingenio la Cabaña S.A	54

3.30. CFC lógica rejillas banda 3. Fuente: Estación de Ingeniería Ingenio la Cabaña S.A	55
3.31. CFC lógica sensores. Fuente: Estación de Ingeniería Ingenio la Cabaña S.A	55
3.32. Programación alarmas banda No.1 Fuente: Estación de Ingeniería Ingenio la Cabaña S.A	56
3.33. Programación alarmas banda No.2 Fuente: Estación de Ingeniería Ingenio la Cabaña S.A	56
3.34. Programación nivel tolvas familiares 1 Fuente: Estación de Ingeniería Ingenio la Cabaña S.A	57
3.35. Cuarto de ingeniería Ingenio La Cabaña S.A Fuente: Ingenio la Cabaña	58
D.1. Listado señales sistema de rejillas Fuente: Propia	92
F.1. Control Loop Banda 2 Fuente: Propia	97
F.2. Control Loop Banda 3 Fuente: Propia	98

Índice de tablas

3.1. Problemáticas del sistema de transporte de azúcar blanca Fuente: Propia.	29
3.2. Variables controladas y manipuladas Fuente: Propia	31
3.3. Porcentaje Criterios de Evaluación Fuente: Propia	33
3.4. Selección de sensores de nivel para tolvas de azúcar Fuente: Propia	34
3.5. Selección de electroválvulas Fuente: Propia	35
3.6. Listado de Instrumentos Fuente: Propia	36
3.7. Listado de Materiales Montaje Fuente: Propia	37
3.8. Nomenclatura PI&D Fuente: Propia	41

Introducción

Ingenio la cabaña S.A hace parte del grupo de ingenios azucareros más grandes del país, se encuentra ubicado en el departamento de Cauca y genera miles de empleos directos e indirectos, con lo cual contribuye al crecimiento de la economía Caucana. Desarrolla proyectos de valor agregado, con calidad de clase mundial, con fuerte compromiso y responsabilidad social empresarial [2]

La empresa en aras de mantener la competitividad en sus costos de producción y operación, se encuentra en constante búsqueda de alternativas que permitan mejorar la calidad de sus productos y la eficiencia de sus procesos. Las dinámicas del mercado han sido un motivador importante para que el ingenio este modernizando y actualizando continuamente sus instalaciones y la línea de producción, permitiendo así obtener un mejor rendimiento en la producción de azúcar blanca, azúcar refinada, mieles y cogeneración de Energía.

En la actualidad las empresas agroindustriales se ven obligadas a implementar sistemas que sean escalables debido a las constantes actualizaciones tecnológicas del mercado, El Ingenio la Cabaña S.A cuenta con un sistema de control distribuido (DCS) altamente robusto, es por ello que busca continuamente optimizar los procesos productivos. Identificando constantemente riesgos donde se vea comprometida la calidad, seguridad e inocuidad del producto a lo largo de la cadena productiva, y por consiguiente minimizar estos riesgos por medio de la automatización e instrumentación Industrial.

El presente proyecto de automatización pretende desarrollar una mejora en uno de los subprocesos del departamento de elaboración, e involucra instalación de nueva instrumentación, así como cambios tanto en el sistema de

control como en el de supervisión. Todo proceso que se pretende automatizar puede descomponerse para su análisis en dos partes: una parte operativa, que comprende las acciones que determinados elementos (como motores, cilindros neumáticos, válvulas, etc.) realizan sobre el proceso; y una parte de control, que programa las secuencias necesarias para la actuación de la parte operativa [3]. En otras palabras, la implementación del sistema de control tendrá dos aspectos fundamentales: el hardware y el software utilizado. De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se evidencia de forma clara la gran necesidad que tienen este tipo de empresas, quienes mediante la automatización buscan satisfacer estas necesidades y obtener certificaciones internacionales necesarias para la comercialización y exportación de alimentos [4].

1.1. Objetivo general

Realizar la integración del área de transporte de azúcar blanca al sistema de control distribuido (DCS) del Ingenio la Cabaña S.A.

1.2. Objetivos específicos

- Definir una estrategia de control automático para la limpieza de rejillas magnéticas y para la medición de nivel de sólidos granulados, del sistema de transporte de azúcar blanca del Ingenio la Cabaña S.A.
- Desarrollar el sistema de control y supervisión para la limpieza automática de rejillas magnéticas y para la medición de nivel de sólidos granulados, del sistema de transporte de azúcar blanca del Ingenio la Cabaña S.A.
- Ejecutar la instalación y puesta en marcha del sistema de control y supervisión del sistema de transporte de azúcar blanca del Ingenio la Cabaña S.A., incluyendo la limpieza automática de rejillas magnéticas y la medición de nivel de sólidos granulados.

1.3. Contenido del documento

El desarrollo de este trabajo inicia con el capítulo 2, donde se conceptualiza el proceso de producción desarrollado en Ingenio la Cabaña S.A, se

especifica el problema que se pretende solucionar con este proyecto, y también se presentan algunos conceptos referentes a la tecnología utilizada en el ingenio.

En el capítulo 3 se desarrolla la metodología utilizada para dar solución a la problemática planteada, comprendiendo las etapas de ingeniería conceptual, ingeniería básica, ingeniería de detalle, puesta en marcha y cierre del proyecto. Por último, en el capítulo 4 se presentan las conclusiones del proyecto.

Capítulo 2

Conceptualización

2.1. Ingenio La Cabaña S.A.

Ingenio la Cabaña S.A es una empresa agroindustrial dedicada a la producción y comercialización de azúcares y mieles, ubicada en el municipio de Guachené del departamento del Cauca (ver figura 2.1). Actualmente, es una de las organizaciones más representativas de la agroindustria colombiana; posee una capacidad de molienda de más de 6.000 toneladas de caña por día; y cuenta con un tándem de 6 molinos, cada uno de 4 masas, lo que le permite producir más de 4.000.000 bultos de azúcar por año [2] . En el área de fábrica del ingenio se pueden distinguir cuatro departamentos de operación: molinos, elaboración, refinería y cogeneración de energía.



Figura 2.1: Vista aérea Ingenio la Cabaña S.A
Fuente: Ingenio la Cabaña.

En el área de molinos se lleva a cabo el lavado y nivelado de la caña para seguir con la extracción del jugo; además, se transporta el bagazo hacia las calderas, y el jugo crudo es pesado y conducido hacia elaboración. En el departamento de elaboración se desarrollan procesos físicos y químicos que convierten el jugo de caña crudo en cristales de azúcar, que luego son transportados hacia las centrifugas para ser comercializados como azúcar blanco común o en su defecto continua hacia el proceso de refinación. El producto que continúa hacia el área de refinación se convierte en azúcar blanca refinada, a través la eliminación de posibles impurezas y adecuaciones de color. Cabe anotar que, generalmente más del 70 % de la producción del ingenio La Cabaña es exportado.

En el departamento de cogeneración de energía se genera el vapor necesario para alimentar los tachos del proceso de elaboración, y se genera la energía de toda la empresa mediante turbogeneradores alimentados de bagacillo y carbón. La energía eléctrica generada se sincronizarse con la red nacional de energía eléctrica para vender una gran cantidad de la misma.

El ingenio cuenta con un departamento de energía y automatización, que dentro de sus múltiples responsabilidades debe planear, proyectar, diseñar, montar y monitorear los sistemas de automatización (DCS) que garanticen los mejores estándares de calidad del producto terminado, así como garantizar la eficiencia y seguridad en la operación de fábrica. El presente proyecto se enmarca dentro del departamento en mención.

2.2. Proceso de producción de azúcar en Ingenio la Cabaña S.A

El proceso de producción de azúcar blanca en el Ingenio La Cabaña S.A., inicia en el campo con la siembra de la caña de azúcar y termina con el empaque y despacho de azúcar blanca. Los procesos realizados en el área de fábrica están divididos básicamente en dos subprocesos: molienda y elaboración.

2.2.1. Proceso de Molienda

El proceso de molienda empieza con la recepción de materia prima y termina con el pesado del jugo de caña, que es el insumo principal para la

elaboración de azúcar. Este subproceso incluye la recepción de materia prima, preparación de caña, molienda y báscula de jugo o medidores (ver figura 2.2).

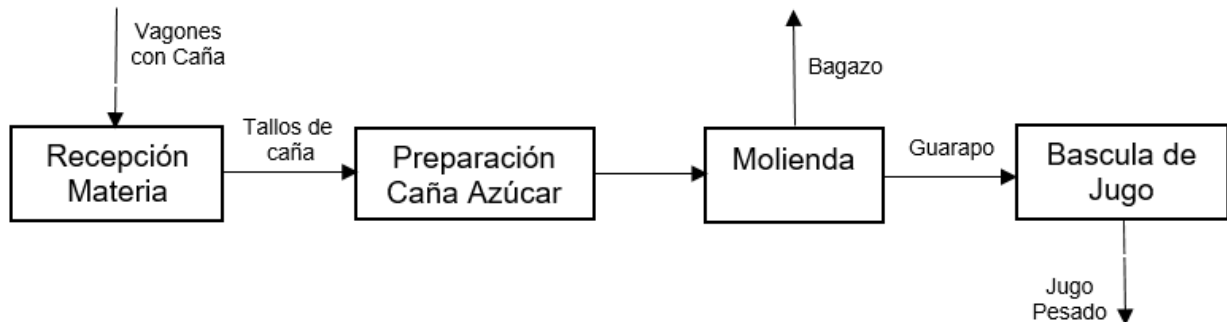


Figura 2.2: Diagrama de flujo proceso de molienda en Ingenio la Cabaña S.A
Fuente: Elaboración propia.

- Recepción de Materia prima. Una vez sembrada la planta de caña de azúcar tarda en terreno entre 12 y 14 meses, se cosecha y se realiza el corte de los tallos de manera manual o mecánica. Posteriormente, se recolecta a través de alce mecánico en vagones y se transporta hasta el patio de caña del ingenio.
- Preparación de Caña. En esta fase se determinan las características de calidad y el contenido de sacarosa, fibra y nivel de impurezas de la caña que llega del campo. Luego, se pesa en básculas y se conduce a los patios, donde se almacena temporalmente o se dispone directamente en las mesas de lavado de caña, para después dirigirla a una banda conductora que alimenta las picadoras. Estas últimas son ejes colocados sobre conductores accionados por turbinas y provistos de cuchillas giratorias, que cortan los tallos y los convierten en astillas, dándoles un tamaño uniforme para facilitar la extracción del jugo en los molinos.
- Molienda. La caña preparada por las picadoras llega a un tándem de molinos, constituido cada uno de ellos por una turbina de alta presión y por tres o cuatro mazas metálicas, que mediante presión extraen el jugo de la caña. En el recorrido de la caña por el molino se agrega agua (generalmente caliente) para extraer al máximo la sacarosa que contiene el material fibroso, este proceso de extracción se denomina maceración. El bagazo que sale de la unidad de molienda se conduce a una bagacera, para su secado y posterior uso como combustible en las calderas, que producen

el vapor de alta presión empleado en las turbinas de los molinos. [5]

- Báscula de jugo o medidores. El jugo diluido extraído de molienda se pesa en básculas con celdas de carga, para determinar la cantidad de jugo sacarosa que entra a elaboración.

2.2.2. Proceso de elaboración.

El proceso de elaboración recibe el jugo de caña pesado y lo convierte en azúcar blanca listo para el consumo humano, a través de las etapas de clarificación de jugo, sulfitación, evaporación, cristalización, centrifugado, secado y finalmente empaque (ver figura 2.3).

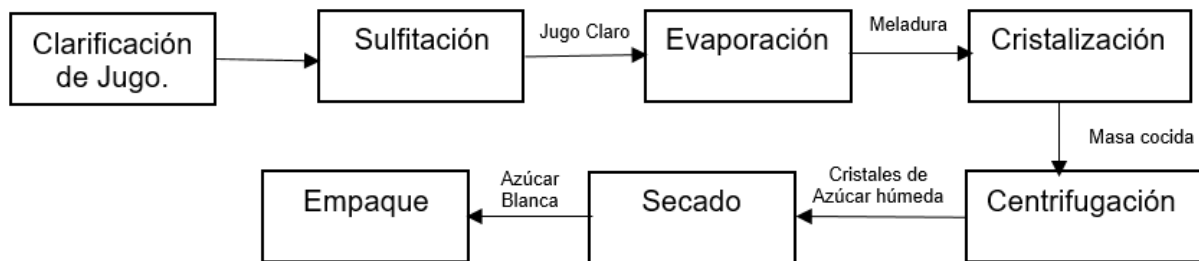


Figura 2.3: Diagrama de Flujo Proceso de Elaboración de azúcar en Ingenio La Cabaña S.A. Fuente: Elaboración propia.

- Clarificación de jugo. El jugo obtenido en la etapa de molienda es de carácter ácido (pH aproximado de 5.2), se trata con lechada de cal para elevar el pH y minimizar las posibles pérdidas de sacarosa. La cal ayuda a precipitar impurezas orgánicas e inorgánicas que vienen en el jugo, y también, a aumentar o acelerar su poder coagulante. Posteriormente, se eleva la temperatura del jugo encalado mediante un sistema de tubos calentadores, que precipitan los sólidos (impurezas) en forma de lodo llamado cachaza y queda el jugo clarificado en la parte superior [5].
- Sulfitación. Este proceso se efectúa con el fin de dar brillo al azúcar, disminuir color, eliminar microorganismos y disminuir viscosidad. La sulfitación proviene del proceso de quema de dióxido de azufre para producir un gas, que es transportado a unas torres donde reacciona con el jugo clarificado. El pH ideal a la entrada de este proceso debe estar entre 5.2 y 5.5; al final debe estar entre 4.2 y 4.5. Para tener un color más bajo

se requiere un pH bajo, sin embargo, se pueden obtener pérdidas si los niveles de pH son muy bajos, ya que la sacarosa sufre un proceso de desdoblamiento, es decir, se invierte en glucosa y fructosa, estado en el cual no se puede efectuar la posterior cristalización [6].

- **Evaporación.** El objetivo de este proceso es evaporar el agua del jugo clarificado y sulfitado. El jugo claro que posee casi la mitad de la composición del jugo crudo extraído (con la excepción de impurezas eliminadas en la cachaza), se recibe en los evaporadores con un porcentaje de sólidos solubles entre 10 y 12 % y se obtiene una meladura o jarabe, con una concentración aproximada de sólidos solubles del 55 al 60 % [7].

Este proceso se da en evaporadores de múltiples efectos al vacío, que consisten en una solución de celdas de ebullición dispuestas en serie. El jugo entra primero en el pre evaporador y se calienta hasta el punto de ebullición, al comenzar a ebullicir se generan vapores que sirven para calentar el jugo en el siguiente efecto, logrando así menor punto de ebullición en cada evaporador. En el proceso de evaporación se obtiene el jarabe o meladura, la meladura es purificada en un clarificador y la operación es similar a la anterior para clarificar el jugo filtrado [8].

- **Cristalización.** Este proceso se realiza en tachos (recipientes al vacío de un solo efecto) empleando el sistema de tres cocimientos, para lograr mayor concentración de sacarosa. El material resultante se denomina masa cocida y contiene líquido (miel) y cristales (azúcar).
- **Centrifugación.** La masa cocida pasa por las centrífugas, máquinas agrícolas que separarán los cristales del licor madre por medio de una masa centrífuga, aplicada a tambores rotatorios que contienen mallas interiores. La miel que sale de las centrífugas se bombea a los tanques de almacenamiento, para luego someterla a posteriores evaporaciones y cristalizaciones en los tachos. Al cabo de tres cristalizaciones sucesivas se obtiene miel final, producto que se retira del proceso y se comercializa como materia prima para la elaboración de alcoholes [9].
- **Secado.** El azúcar húmedo es transportado por elevadores rotatorios y bandas hacia las secadoras, donde se coloca en contacto con aire caliente (que entra en contracorriente) y se obtiene azúcar con baja humedad, aproximadamente del 0.05 %, para evitar los terrones.

- Empaque. El azúcar seco y frío se empaqueta en sacos de diferentes pesos y presentaciones dependiendo del mercado y se despacha a la bodega de producto terminado para su posterior venta y comercialización [9],[10].

2.3. Planteamiento del problema

La producción industrial de azúcar convierte el jugo de caña en cristales depurados de impurezas que puedan resultar dañinas para el organismo, y consta de los siguientes subprocesos: recepción y alistamiento de materia prima, molienda, clarificación, evaporación, cristalización, centrifugación, secado, y finalmente, empaque y embalaje. El sistema de transporte y almacenamiento en el Ingenio La cabaña S.A conduce azúcar blanca desde el proceso de secado hasta el área de empaque y embalaje; en este punto el producto está listo para el consumo humano, lo único que falta es empaquetarlo para facilitar su distribución y comercialización. Es por ello que, el sistema en mención debe garantizar la inocuidad, integridad y calidad del producto, evitando la contaminación o alteración de sus características.

De forma específica, el sistema de transporte del ingenio envía azúcar blanca desde dos secadoras mecánicas hasta dos bandas transportadoras a través de un elevador; posteriormente, el producto pasa por un sistema de rejillas magnéticas encargadas de atrapar las partículas ferrosas, y finalmente, el azúcar se deposita en unas tolvas de almacenamiento que conectan con el área de empaque. Actualmente, la operación y limpieza de éste sistema se realiza de forma manual, no se encuentra integrado al sistema de control distribuido implementado en el Ingenio La Cabaña y, por tanto, representa una isla no automatizada que ocasiona diferentes y continuos inconvenientes de productividad.

La primera problemática del sistema de transporte de azúcar blanca es la operación y limpieza de las rejillas magnéticas, pues en repetidas ocasiones los operarios realizan una manipulación inadecuada de las mismas, lo que causa caída de partículas extrañas al producto terminado, y consecuentemente genera reprocesos, desperdicio de tiempo, de mano de obra y de producto terminado. Por otra parte, el nivel de llenado de las tolvas de almacenamiento de azúcar blanca no está debidamente instrumentado y no se tiene visualización de la medición desde el sistema de control, los operadores deben introducir una varilla de acero inoxidable desde la parte superior de cada tolva para

visualizar el nivel en una escala marcada en la varilla, causando así, imprecisiones de medición debido a errores humanos, dificultando la labor de los operarios y ocasionando caída de objetos extraños o elementos de protección personal al producto terminado.

Debido a los mencionados problemas de productividad, es para el ingenio La Cabaña una prioridad automatizar e integrar el sistema de transporte de azúcar blanca al sistema de control distribuido (DCS) existente en la organización

2.4. Sistema de control distribuido (DCS)

Los DCS son sistemas de monitoreo y control de equipos y procesos industriales, que permiten recolectar y gestionar información a distancia en tiempo real, con la finalidad de tomar decisiones, ajustar procesos y/o emergencias. Actualmente, un DCS puede gestionar hasta 250.000 señales de instrumentos distribuidos en todo el campo a través de la descentralización de los mismos, en conjunto con los supervisorios e interfaces hombre maquina (HMI) contribuyen a mantener la eficiencia en el procesamiento de los datos, disminuir tiempos de inactividad y paros, resultando un ahorro notable de dinero y tiempo [11], [12] (ver figura 2.4).

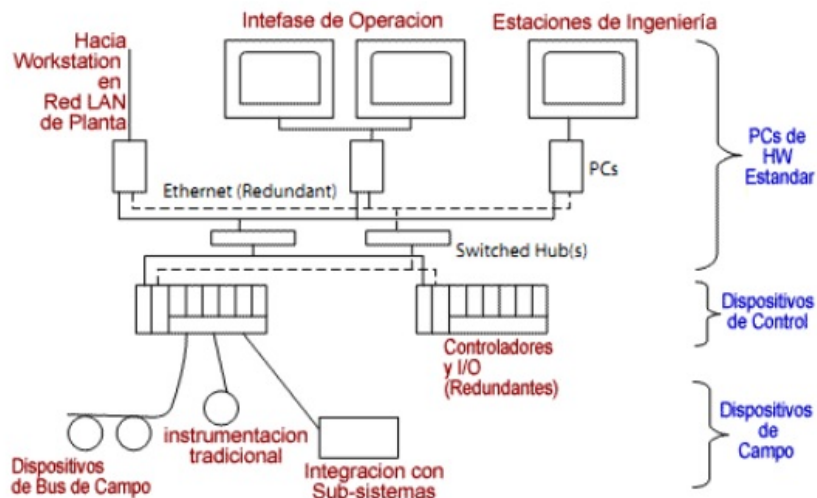


Figura 2.4: Arquitectura básica de un DCS

Fuente: [1]

En Colombia, los sistemas de control distribuidos del fabricante Siemens son una alternativa altamente acogida, como es el caso de ingenio Providencia, Mayagüez y fábricas de papel como Propal, empresas donde todas sus áreas de fabricación y elaboración están integradas en soluciones de Siemens [13] El DCS de Siemens (SIMATIC PCS 7) permite el control y monitoreo de procesos, bajo estándares de automatización uniformes y homogéneos, y garantiza una alta disponibilidad gracias a la robustez y eficiencia en cada uno de sus niveles. SIMATIC PCS 7 combina una arquitectura escalable con herramientas de ingeniería y una amplia variedad de funciones adicionales como gestión de alarmas, seguridad de procesos y gestión de activos [14].

Actualmente, Ingenio la Cabaña S.A cuenta con un DCS de Siemens dentro de sus procesos de elaboración de azúcar blanca, azúcar refinada, mieles y cogeneración de energía. En el área de fábrica, cada uno de sus departamentos (molinos, elaboración, refinería y cogeneración de energía) cuenta con dos estaciones de ingeniería y un cuarto de control. Las estaciones de ingeniería son computadoras que permiten al operador supervisar y controlar el proceso, a través de un software previamente instalado. Cada cuarto de control de equipos contiene los racks y tableros de automatización, con un PLC Siemens S7-400 y varias periféricas descentralizadas ET-200, que permiten centralizar los datos de toda la instrumentación del departamento localizada a distancias considerables [15]. Además, se tiene un cuarto de integración e ingeniería, donde hay dos estaciones de ingeniería con dos servidores redundantes y un servidor web, que se interconectan mediante una topología en anillo en fibra óptica y ethernet (ver Figura 2.5).

2.4.1. Elementos y arquitectura de un DCS

Un sistema de control distribuido se compone de elementos tanto hardware como software; está conectado por medio de una red de comunicación de alta velocidad que permite a cada controlador funcionar de forma autónoma, y la lógica de control puede ser programada y/o actualizada a través de los controladores del sistema. Esto posibilita la realización de cambios, actualizaciones, integración de nuevos controladores o dispositivos de campo, de manera eficiente y precisa. Estos sistemas son habitualmente utilizados en procesos de fabricación que son continuos o orientados a lotes. En procesos como: Petroquímicas, Farmacéuticas, Centrales eléctricas y Nucleares, Procesamiento de alimentos, Fabricación de automóviles [16].

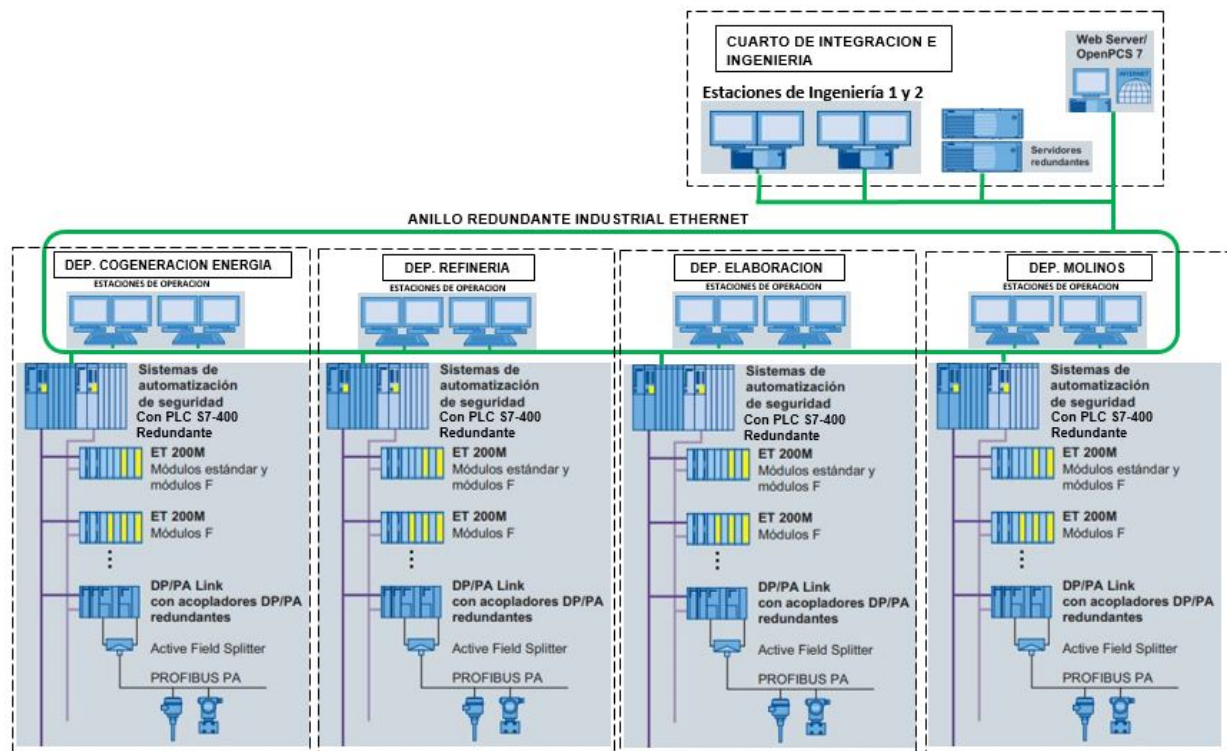


Figura 2.5: Arquitectura básica DCS Ingenio La Cabaña S.A.
Fuente: Adaptación propia .

Los DCS ejecutan distintas funciones de control, que pueden ser distribuidas en pequeños conjuntos de subsistemas, los cuales son semiautónomos. Estos subsistemas están interconectados por un bus de comunicación de alta velocidad, y dentro de sus funciones se incluyen la presentación de datos, adquisición de datos, control de procesos, supervisión de procesos, reporte de información, almacenamiento y recuperación de información. Un DCS permita la automatización del proceso de fabricación mediante la integración de estrategias de control avanzadas [17].

El sistema de control distribuido interactúa continuamente con los procesos en las aplicaciones de control de procesos y recibe instrucciones del operario. También facilita la regulación de los puntos de consigna y la apertura o cierre de válvulas para el control manual por parte del operador. Su interfaz hombre-máquina (HMI), las placas frontales y la visualización de tendencias permiten un control eficaz de los procesos industriales [18]. A continuación se listan los componentes principales de un DCS.

- Controlador de ingeniería. Es el responsable de la supervisión de todos los controladores de proceso distribuidos, en él se ejecutan algoritmos de

control y configuración de varios dispositivos.

- Controlador de distribución o Unidad de control local. Recibe las instrucciones de la estación de ingeniería como el punto de ajuste y otros parámetros. Además, controla directamente los dispositivos de campo. Puede detectar y controlar entradas y salidas analógicas y digitales mediante módulos de E/S. Recopila la información de dispositivos de campo de forma separada y la envía a las estaciones de trabajo y de ingeniería.
- Estación de operación o HMI. Se utiliza para supervisar gráficamente los parámetros de toda la planta y para registrar los datos en sistemas de bases de datos. Estas estaciones de operación pueden ser de diferentes tipos: para monitorear sólo parámetros, para visualizar tendencias, registrar datos y controlar alarmas [19].
- Redes de comunicación y protocolos. Las redes de comunicación industrial permiten el intercambio de información ya sea entre controladores o entre controladores y el sistema de supervisión. Se puede poner en red desde los elementos de campo que están en la base de la pirámide de la automatización, y están formadas por cables de transmisión de datos, tales como cables coaxiales, cables de cobre, cables de fibra óptica y sistemas inalámbricos. Los protocolos de comunicación seleccionados dependen del número de dispositivos que se conecten a la red. Se pueden utilizar protocolos tales como Profibus que puede interconectar hasta 126 dispositivos o nodos, también protocolos como Ethernet, DeviceNet, foundation field bus, modbus, CAN, etc. En los DCS podemos encontrar dos o más protocolos de comunicación entre dos áreas como también entre dispositivos de campo, controladores o estaciones de ingeniería [20].

2.5. Instrumentación Industrial

Dentro de muchos procesos industriales resulta indispensable la realimentación del proceso y para ello es indispensable usar elementos que permitan medir y/o captar las señales que ocurren dentro del proceso. La instrumentación industrial está considerada como la ciencia de la medición y el control de los sistemas automatizados. Las aplicaciones de esta tecnología proliferan en la investigación tecnológica, la industria y la vida cotidiana. La instrumentación industrial se divide en dos:

- La instrumentación de entrada. Se utiliza para medir, regular las cantidades físicas como el flujo, el nivel, la presión, la temperatura.
- La instrumentación de salida. Incluye dispositivos de control como válvulas, reguladores, interruptores y relés. Estos están destinados a controlar la variable de salida deseada, proporcionando capacidades de control a distancia o automáticamente. Se consideran como dispositivos o elementos de control final [21].

2.5.1. Sensores

Los sensores son componentes que están situados directamente en el proceso o máquina a controlar y a través de estos el PLC puede saber el estado de los mismos, como posición, temperatura, presión, entre otros. En algunos casos es necesario también el uso de los transductores, que permiten convertir la variable física leída en una señal de voltaje o corriente. Un actuador cuenta con una parte que capta la señal, otra parte que permite tratar la señal, es decir, filtrar, amplificar, linealizar en otras palabras modificar la señal a través de circuitos electrónicos, y finalmente cuenta con una etapa de salida, que amplifica y adapta la señal para su uso en el controlador, la señal obtenida puede ser voltaje, corriente o frecuencia [22].

Otro elemento que permite captar la señal pero que su salida es directamente digital o binaria, son los detectores y/o sensores de proximidad, que permiten directamente presentar dos estado, activado o desactivado, con presencia o no presencia, posicionado, no posicionado, entre otros. Existen detectores o sensores de proximidad ópticos, magnéticos, inductivos, mecánicos, por fluido, entre otros, el uso de uno u otro depende la aplicación [23].

Para el desarrollo de este proyecto se utilizaron sensores inductivos de proximidad los cuales permiten detectar un objeto metálico a una distancia determinada (distancia de conmutación s), su versatilidad lo convierte en un valioso medio auxiliar en todos los sectores industriales y en una gran cantidad de máquinas que lo siendo una herramienta indispensable en la automatización.

2.5.2. Actuadores

Los actuadores permiten controlar el proceso o la máquina, estos pueden ser eléctricos, neumáticos, hidráulico, térmicos. Cada uno de estas tecno-

logías tiene dos tipos de accionamiento, que puede ser todo o nada, o analógico.[22],[23] En un nivel intermedio entre el PLC o controlador y los actuadores o accionadores están los pre-accionadores, que permiten acoplar señales para que funciones los accionadores que generalmente consumen una potencia relativamente grande. Los pre-accionadores electroválvulas, que permiten controlar el elemento final que son los accionadores. Los accionadores usados para este trabajo fueron y pistones neumáticos, que son los elementos que están interactuando directamente con el proceso.

Capítulo 3

Desarrollo de la metodología

Para el desarrollo del proyecto se consideró la metodología del ciclo de vida de ingeniería, la cual se desarrolla en seis etapas: ingeniería conceptual, ingeniería básica, ingeniería de detalle, ejecución del proyecto, pruebas y puesta en marcha, y finalmente, cierre del proyecto [24],[25] (ver figura 3.1).

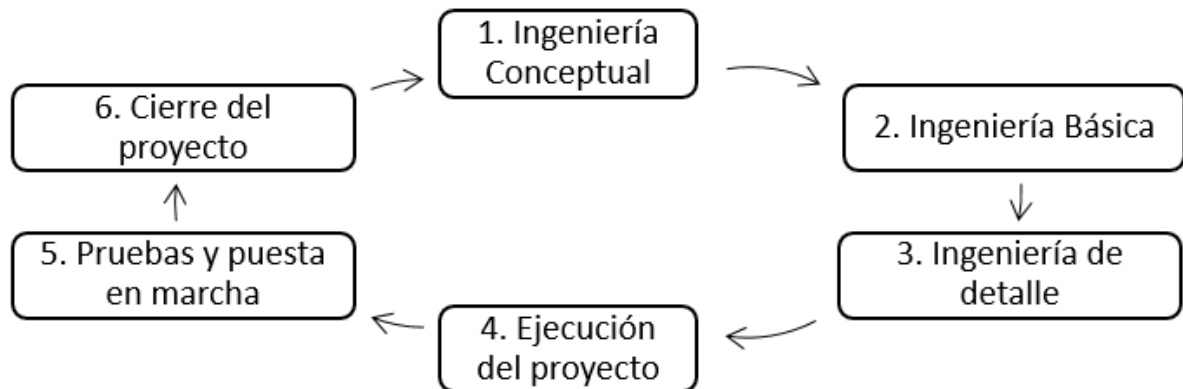


Figura 3.1: Ciclo de vida clásico de un proyecto de ingeniería
Fuente: Adaptado de HIM Proyectos y consultorías S.A.C

3.1. Ingeniería Conceptual

En esta fase se realiza un análisis del proceso actual, se estudian los inconvenientes que se están presentando en el proceso, y especifican los requerimientos del cliente [26].

3.1.1. Descripción del Sistema de Transporte de Azúcar Blanca

El sistema de transporte de azúcar blanca del ingenio La Cabaña S.A. se encarga de llevar el producto terminado desde el proceso de secado hasta el área de empaclado. Se encuentra compuesto por dos bandas transportadoras, que conducen azúcar desde las secadoras hasta las tolvas de almacenamiento (ver Figura 3.2), pasando a través de rejillas conformadas por dos tendidos de barras magnéticas (inferior y superior), que permiten atrapar las partículas ferrosas. El operador debe maniobrar las rejillas magnéticas, abriendo las válvulas neumáticas para permitir el paso de presión neumática, y accionando los pistones encargados de barrer las barras magnéticas, para permitir el desprendimiento de las partículas ferrosas contaminantes sobre un recipiente dedicado a su recolección. Además, el operario debe realizar la limpieza escalonada de las rejillas magnéticas, con el objetivo de garantizar que durante la limpieza de uno de los tendidos el sistema siga recolectando partículas.



Figura 3.2: Sistema de transporte y barras magnéticas en Ingenio La Cabaña S.A
Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Descripción Subsistema de Almacenamiento Azúcar Blanca

El Subsistema de almacenamiento de azúcar blanca se compone de 5 tolvas en forma de cono fabricadas en láminas en acero, cada una de ella con capacidad para 3000 Kg aproximadamente. Estas tolvas conectan con área de empaque y están distribuidas de acuerdo a la presentación de producto específico: la tolva No.1 y No.2 producen sacos de 50kg, de las tolvas No.3 y No.4 se obtienen bolsas de 1Lb, 1kg y 3kg, y de la tolva No.5 se empacan Big bags, que son sacos de azúcar blanca de 1000 kg que habitualmente solicitados para la fabricación y elaboración de productos de alimentación en panadería, pastelería, confitería y otras industrias alimentarias.

Para realizar el llenado de las tolvas un operador debe abrir unas válvulas mecánicas que permiten el paso del azúcar que viaja sobre las bandas de transporte de azúcar, el operario debe estar pendiente del llenado de las tolvas, ya que éstas no cuentan con ningún tipo de instrumentación que permita visualizar los niveles de llenado. Actualmente, para tal verificación de nivel, el operario debe introducir una varilla de acero inoxidable en la tolva y visualizar las líneas marcadas sobre la varilla, esto incrementa el riesgo de contaminación del producto terminado, en algunas ocasiones se han detectado presencia de objetos extraños, y consecuentemente no se tiene una calificación satisfactoria en el control de estándares calidad de toda la línea de producción.

Es importante mencionar que, en las auditorías internas y externas, se han generado anotaciones y no conformidades debido al procedimiento de verificación de nivel de tolvas, lo cual dificulta el proceso de certificación internacional FSSC 22000 que busca el ingenio.

3.1.3. Problemática del Sistema de Transporte de Azúcar Blanca

Al realizar la inspección en campo del sistema de transporte de azúcar blanca, y el acercamiento con los operadores del proceso, se identificó problemática en dos actividades: limpieza de rejillas y medición de nivel de tolvas, tal como se detallada en la Tabla 3.1. De ese análisis podemos decir que, las actividades limpieza de rejillas y medición de nivel de tolvas, afectan la calidad e inocuidad del producto terminado, la seguridad laboral de los operarios y la capacidad de la línea de producción.

Actividad	Problema
Limpieza de rejillas	Inadecuada limpieza manual de rejillas, que causa caída de partículas ferrosas en el producto terminado. Falta de periodicidad en la limpieza de rejillas, debido a la disponibilidad del operario
Medición de nivel de tolvas	Se tienen mediciones manuales inexactas, poco confiables y con riesgo de contaminación por caída de objetos extraños. Además, se presenta un alto riesgo de accidentes para los operarios. No se tiene visualización de medición de nivel de tolvas desde el DCS

Tabla 3.1: Problemáticas del sistema de transporte de azúcar blanca
Fuente: Propia.

3.1.4. Requerimientos del cliente

En reuniones con el departamento de Energía y Automatización del Ingenio la Cabaña S.A., se definieron los siguientes requerimientos:

- Implementar una estrategia que permita realizar la limpieza automática de las rejillas magnéticas del sistema de transporte de azúcar blanca del Ingenio La Cabaña S.A.
- Realizar el control y supervisión de las rejillas magnéticas desde el supervisorio del cuarto de control y monitoreo del área de elaboración de Ingenio la Cabaña S.A.
- Realizar la medición de nivel de las cinco tolvas de almacenamiento de azúcar blanca de forma automática y en tiempo real.
- Visualizar y registrar el nivel de las cinco tolvas de almacenamiento de azúcar blanca desde el supervisorio del cuarto de control y monitoreo del área de elaboración de Ingenio la Cabaña S.A.

3.1.5. Objetivos del Cliente

- Mejorar estándares de calidad e inocuidad del producto.
- Disminuir el riesgo físico para los operarios del sistema de transporte de azúcar blanca del área de elaboración.
- Obtener información en tiempo real y sin alteraciones del sistema de transporte de azúcar blanca del área de elaboración.

- contribuir a la obtención de la certificación FSSC 22000.

3.2. Ingeniería Básica

En la Ingeniería básica se plasman las soluciones encontradas a los problemas detallados en la ingeniería conceptual, se realiza la construcción de diagramas PI&D, la selección de elementos hardware y software, y se definen los listados de instrumentos, señales, alarmas, entre otras.

3.2.1. Descripción del proceso

Considerando los requerimientos del cliente, se tienen dos islas a mejorar en el proceso:

La primera es el sistema de rejillas magnéticas, aquí el azúcar blanca sale de las secadoras por un elevador y cae a las bandas de transporte de azúcar No. 2 y 3, luego viaja hasta las tolvas de almacenamiento que conectan con el área de empaque; sin embargo, antes ser almacenado en las tolvas el azúcar pasa por una caja metálica que cuenta con dos tendidos de barras magnéticas, que mediante un sistema pistones neumáticos realizan un barrido sobre las barras, logrando el desprendimiento de las partículas y el depósito de las mismas sobre un recipiente, esta acción es realizada por el operador mediante un selector dispuesto en el tablero cerca del área del sistema de rejillas. Es de anotar que, cada tendido y cada banda requiere operación individual del operario.

La segunda es la medición de nivel de las tolvas de almacenamiento de azúcar, aquí el operador abre las válvulas mecánicas para permitir el paso de azúcar blanca hacia las tolvas de almacenamiento, cada vez que el operario necesita conocer el nivel de llenado de una tolva, debe abrir la compuerta de la parte superior de la tolva e introducir una barra de acero, la cual cuenta con marcas artesanales que permiten visualizar el nivel de llenado.

3.2.2. Variables controladas y manipuladas

Es necesario realizar un estudio de las diferentes variables que intervienen en el proceso descrito, e identificar los posibles lazos de control existentes. Por tanto en la tabla 3.2 se describen las variables identificadas.

Operación	Variable controlada	Variable manipulada	Esquema de control
Limpieza rejillas	Flujo de presión de aire	Flujo corriente eléctrica	Lazo abierto con instrumentos
Llenado Tolvas	Nivel (L)	Flujo de azúcar	Lazo abierto sin instrumentos

Tabla 3.2: Variables controladas y manipuladas
Fuente: Propia

Para la operación limpieza rejillas se identifican un lazo de control, en el cual se hace necesario programar secuencias de tiempos para que las rejillas magnéticas realicen su barrido cada cierto tiempo, por tanto, se debe manipular el flujo de corriente eléctrica realizando un control al flujo de presión de aire.

En lo referente a la operación llenado de tolvas, se identifica que el lazo de control, no cuenta con ningún tipo de instrumentación, por tanto se hace necesario instalar instrumentos de medición de nivel para sólidos granulares e indicadores de nivel en campo.

3.2.3. Escenario de automatización

El proyecto de automatización del sistema de limpieza rejillas magnéticas y nivel de tolvas de almacenamiento de azúcar blanca se encuentra asociado al área de elaboración, que cuenta con un sistema de control distribuido de Siemens (ver Figura 3.3).

El Departamento de elaboración dispone de un cuarto de operaciones, que alberga una estación de operaciones (WS - estación de trabajo) y dos racks, el primero con un PLC S7-400 y el segundo donde llegan todas las señales de la periferia descentralizada e instrumentación asociada a elaboración. En la estación de trabajo se encuentra instalado el software SCADA de supervisión, adquisición y almacenamiento de datos, usando el paquete SIMATIC WinCC, esta estación se comunica con el sistema a través de un anillo redundante de *industrial ethernet*, por medio del paquete de software Step7 instalado en los servidores redundantes localizados en la estación de ingeniería se podrá realizar la reprogramación y actualización del supervisorio para el área de elaboración.

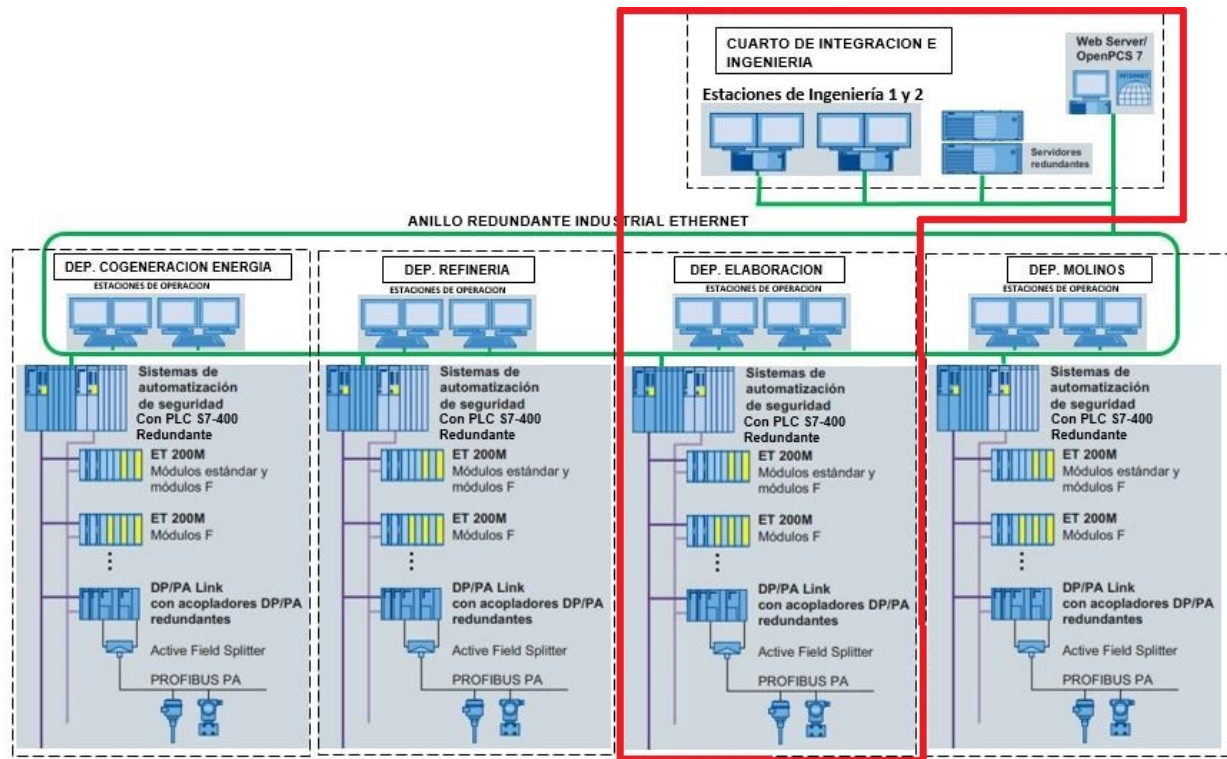


Figura 3.3: Escenario de automatización área de elaboración.
Fuente: Propia

3.2.4. Diagrama Flujo de proceso

El diagrama de flujo de proceso por etapas (ver Figura 3.4), indica el recorrido del producto terminado desde que sale de las secadoras hasta el área de empacado, pasando de la banda transportadora a las rejillas magnéticas, para continuar su viaje hasta las tolvas de almacenamiento.

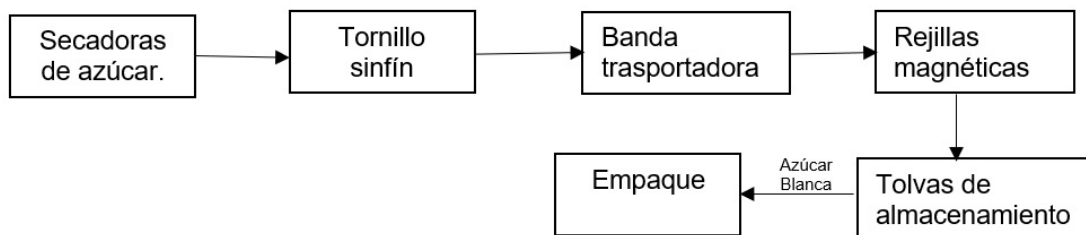


Figura 3.4: Diagrama de Flujo Etapa de Transporte
Fuente: Propia

3.2.5. Criterios de selección de instrumentos

Considerando la descripción del proceso, los requerimientos y objetivos del cliente se determina la necesidad de instalar nueva instrumentación que permita medir nivel en cada una de las tolvas de azúcar, y además modificar la instrumentación actual del sistema de rejillas magnéticas.

Para la medición de nivel de tolvas es necesario realizar la selección de sensores de nivel para sólidos granulados, los criterios de selección de instrumentos y el porcentaje de importancia respectivo, fueron definidos por el jefe del departamento de energía y automatización del ingenio la Cabaña S.A, tal como se indica en la tabla 3.3. Se consideraron cuatro alternativas, se calificó cada una de ellas de acuerdo a los criterios definidos, y se seleccionó la opción C con mayor puntuación, donde se evaluó en una escala de 0 a 5 y el cual corresponde al sensor de nivel por radar (ver tabla 3.4).

Ítem	Criterios de Evaluación	Ponderación
1	Facilidad de montaje	20 %
2	Facilidad de Operación	8 %
3	Confiabilidad y seguridad	30 %
4	Calibración	13 %
5	Precisión	10 %
6	Costo	19 %

Tabla 3.3: Porcentaje Criterios de Evaluación
Fuente: Propia

El transmisor de nivel por radar seleccionado SITRANS LR560 de Siemens (ver figuras 3.5a y 3.5b) es adecuado para la vigilancia continua de productos a granel en silos. Su capacidad Plug & Play lo convierte en ideal para aplicaciones con productos a granel, incluso con una formación de polvo extrema y altas temperaturas hasta +200 °C, permitiendo que se identifique a si mismo al conectarse y realizar una programación segura y fácil con programadora manual por infrarrojos de seguridad intrínseca, incluso en áreas con peligro de explosión, y dispone de interfaz de visualización local para el ajuste del funcionamiento básico (ver ANEXO B).

Ítem	Criterio de evaluación	Ponderación	A	B	C	D
1	Facilidad de montaje	20 %	3	4	3	3
2	Facilidad de Operación	8 %	4	4	4	4
3	Confiabilidad y seguridad	30 %	4	5	4	3
4	Calibración	13 %	2	3	4	3
5	Precisión	10 %	3	4	5	3
6	Costo	19 %	3	4	3	3
Total			3.2	3.92	4.3	3.29
A: Sensor de nivel piezorresistivo Mononivo MN 4000 B: Medidor de nivel ultrasónico Endress+Hauser Serie Prosonic C: Transmisor de Nivel por radar SITRANS LR560 D: Sensor de nivel capacitivo CN 4000						

Tabla 3.4: Selección de sensores de nivel para tolvas de azúcar
Fuente: Propia



(a) Vista frontal.



(b) Vista Superior.

Figura 3.5: Transmisor de nivel SITRANS LR560
Fuente: Siemens

Dentro de la solución a implementar para la medición de niveles se hace necesario implementar indicadores de proceso en campo, para lo cual no fue necesario evaluar alternativas, debido a que el Departamento de Energía y Automatización ya había comprado 5 indicadores de proceso NOVUS N1540USB-RS (ver figura 3.6), en el (ver ANEXO B) se puede verificar su ficha técnica.



Figura 3.6: Indicadores de proceso NOVUS N1540USB-RS
Fuente: Novusautomation

Para el sistema de rejillas magnéticas es necesario modificar los tableros de control y cambiar las válvulas por otras de mejor desempeño. Se consideraron tres alternativas, se calificó cada una de ellas de acuerdo a los criterios definidos con una escala de 0 a 5 y se seleccionó la opción C con mayor puntuación, que corresponde a la válvula direccional 5 vías/2 posiciones NORGREN (ver tabla 3.5).

Ítem	Criterio de evaluación	Ponderación	A	B	C
1	Facilidad de montaje	40 %	3	3	4
2	Facilidad de expansión	40 %	3	3	4
3	Precio	20 %	3	3	2
A: Válvula direccional 3 vías/2 posiciones PARKER B: Válvula direccional 4 vías/2 posiciones FESTO C: Válvula direccional 5 vías/2 posiciones NORGREN					

Tabla 3.5: Selección de electroválvulas
Fuente: Propia

Cada rejilla magnética utilizaría 3 válvulas, una para el aire de soplado y otra por cada tendido de barras magnéticas las cuales se encargarían de dar el paso de aire comprimido a cada uno de los pistones de doble efecto.

Por otra parte, es necesario realizar la confirmación de desplazamiento de barras magnéticas con sensores inductivos, de los cuales ya disponía en inventario de la referencia NMB5-18GM55-E2-FE-5M (ver ANEXO B).

3.2.6. Listado de Instrumentación

En la tabla 3.6 se enumeran los instrumentos seleccionados con la cantidad necesaria para la realización del montaje respectivo con algunas de sus características principales.

Ítem	Instrumento	Cant.	Observación
1	Transmisor de nivel por radar para sólidos	5	Alimentación 9-32 VDC, Salida 4-20 mA HART (Siemens).
2	Indicador de proceso NOVUS	5	Entrada 4-20mA, Fuente auxiliar de 24VDC.
3	Sensor de Proximidad NMB5	8	Superficie activa acero inoxidable, Rango de detección 5 mm,3 hilos CC, Objetos ferromagnéticos.
4	Electroválvula 5/2 Nor-gren	6	110VAC,LED,1/4NTP SM.

Tabla 3.6: Listado de Instrumentos
Fuente: Propia

3.2.7. Listado de Materiales

Para realizar el diseño de los tableros de conexiones eléctricas, como también para la instalación de tubería y cableado, es necesario contar con los materiales y herramientas de la tabla 3.7.

3.2.8. Listado de fallas y alarmas

Para dar aviso de cualquier anomalía del sistema se ha dispuesto de 4 alarmas :

- Sistema local banda (2 o 3): indica que el selector en campo esta modo manual
- Sistema manual banda (2 o 3): indica que el selector en pantalla del supervisorio está en modo manual
- Iniciar Sistema de limpieza de rejillas banda: Indica que el sistema está en automático, pero que el operador no ha iniciado las secuencias, solo debe dar clic en iniciar sino hay ninguna alarma presente.
- Falla confirmación de posición sensor banda: Indica que algún sensor no confirmó posición de la rejilla, se debe verificar que la rejilla no se esté quedando pegada y que haga recorridos completos. Esta es la única alarma que exige presencia del instrumentista, solo sí persiste y no se corrige al presionar el botón RESET.

Ítem	Descripción	Cantidad
1	INTERRUP BREAKER BIPOLAR 6A 220/440	5
2	INTERRUP BREAKER MONOPOLAR 3A 110/220	5
3	BORNE TIPO FRENO PARA RIEL REF E/UK	20
4	BORNE PASO UNIVERSAL CONE TIPO RESOR ST4	40
5	BORNE BASE PORTA FUSIBLE UT 4-TG	40
6	CABEZA PORTAFUSIBLE PARA BORNA (UT 4-TG)	40
7	RIEL OMEGA 35MM DEPOSIT 943002 DE 120CM	5
8	TERMINAL DE AGUJ P/CABLE N 18 DZ5-CA010D	500
9	CABLE AISLAD 75 SC GPT 20 AWG VEHIC GPT	200
10	FIJADOR PERPENDICULAR MECANO DE 1"	100
11	FIJADOR PERPENDICULAR MECANO DE 3/4	100
12	FIJADOR PERPENDICULAR MECANO DE 1/2	100
13	TUBO CONDUIT GALVANIZADA C/ UNIÓN 1/2"	20
14	TUBO CONDUIT GALVANIZADA C/ UNIÓN 3/4"	20
15	TUBO CONDUIT GALVANIZADA C/ UNIÓN 1"	20
16	CONDULETA CONDUIT LB 1/2"	20
17	CABLE APANTALLADO 2 X 18 + 20	400
18	CONDULETA CONDUIT LB 1"	20

Tabla 3.7: Listado de Materiales Montaje
Fuente: Propia

3.3. Ingeniería de Detalle

Se desarrolla toda la documentación técnica necesaria para el montaje físico del proyecto, incluyendo la documentación técnica de los nuevos instrumentos y equipos a instalar, el dimensionamiento de tuberías e instalaciones eléctricas, listados detallados de los instrumentos, accesorios y materiales. Además, se realiza el diseño de los planos y diagramas eléctricos de todas las conexiones. Todo esto, con el objetivo de obtener el visto bueno y aprobación de las órdenes de compras de equipos, maquinaria, instrumentos, etc., necesarios para el proyecto.

3.3.1. Diagramas Eléctricos

En la figura 3.7 se muestra el diagrama de conexión para el control automático de las rejillas magnéticas banda No. 2., y en la figura 3.8 se indica el diagrama de conexión para el control automático de las rejillas magnéticas

banda No. 3. El diagrama de conexiones de los medidores de nivel en campo, y las conexiones hacia el Cuarto de Control Eléctrico (CCE), se detalla en la figura 3.9. Finalmente, el diagrama de alimentación energía CA de los indicadores de nivel en campo, se presenta en 3.10.

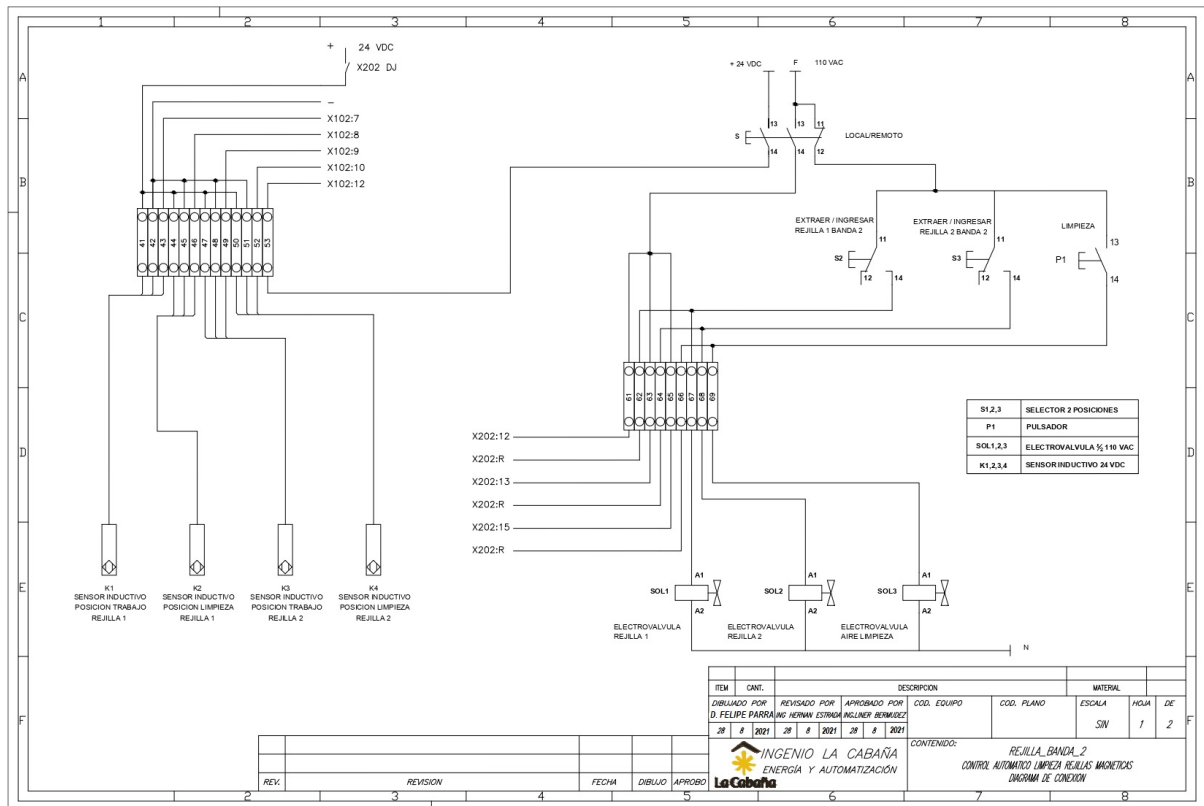


Figura 3.7: Plano Eléctrico Rejilla Magnética No.2

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Diagrama de tubería e instrumentación PI&D bajo estándar ISA 5.1

La norma ISA-S5.1 establece la información mínima requerida para la identificación y símbolos de instrumentación de un proceso descrito sobre alguna clase de dibujo de ingeniería como por ejemplo P&ID (Piping and Instruments Drawings). En la tabla 3.8 se puede verificar el listado de etiquetas de la diferente instrumentación y elementos dentro del PI&D realizado para el Sistemas de rejillas magnéticas y medición de niveles (ver figura 3.11)

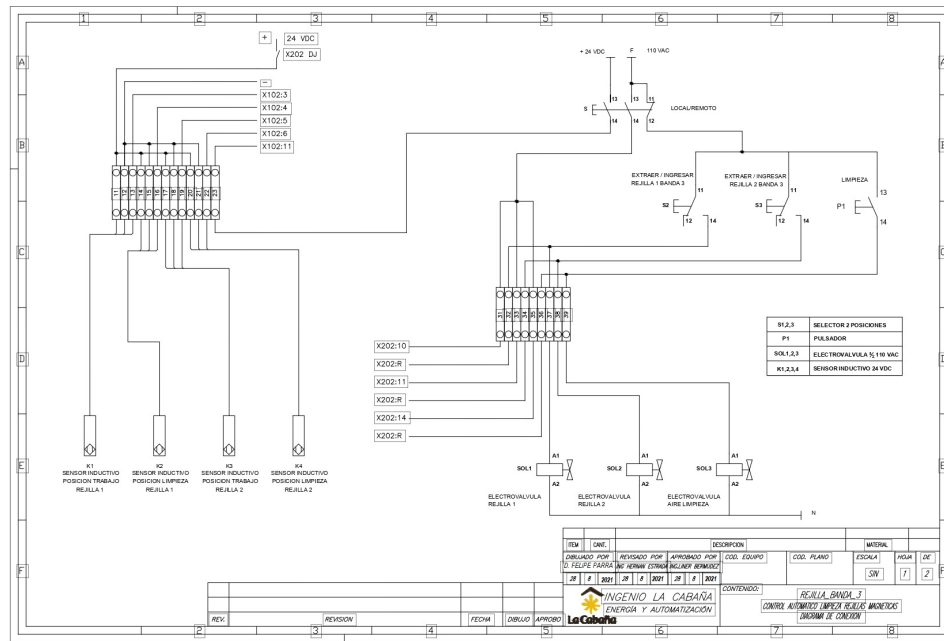


Figura 3.8: Plano Eléctrico Rejilla Magnética No.3
Fuente: Elaboración propia

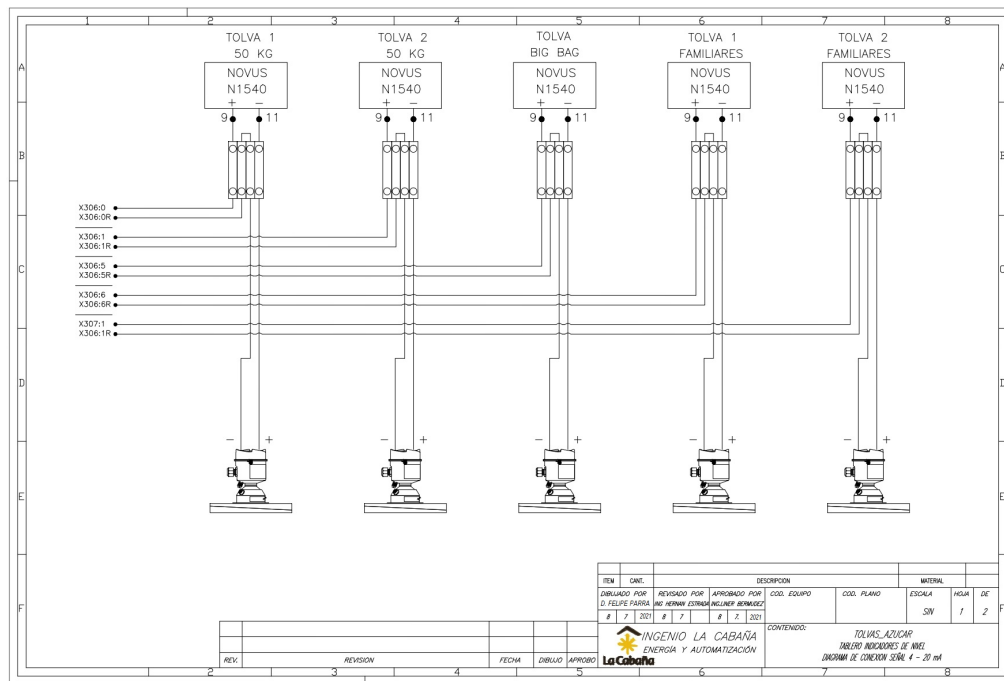


Figura 3.9: Plano Eléctrico Sensores de Nivel Tolvas
Fuente: Elaboración propia

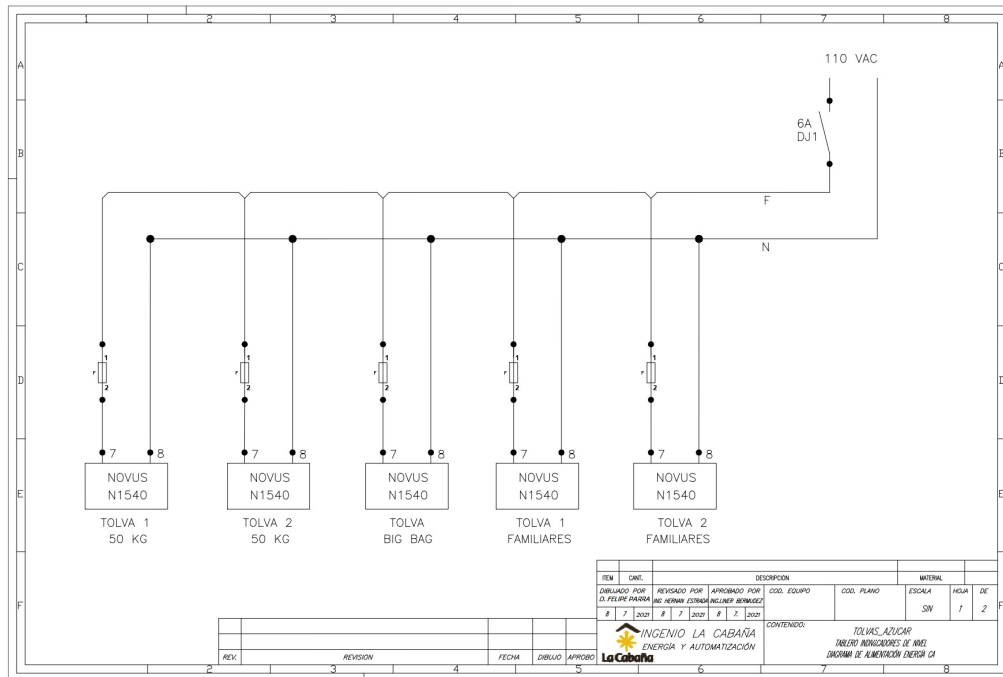


Figura 3.10: Plano Eléctrico Indicadores de Nivel Tolvas
Fuente: Elaboración propia

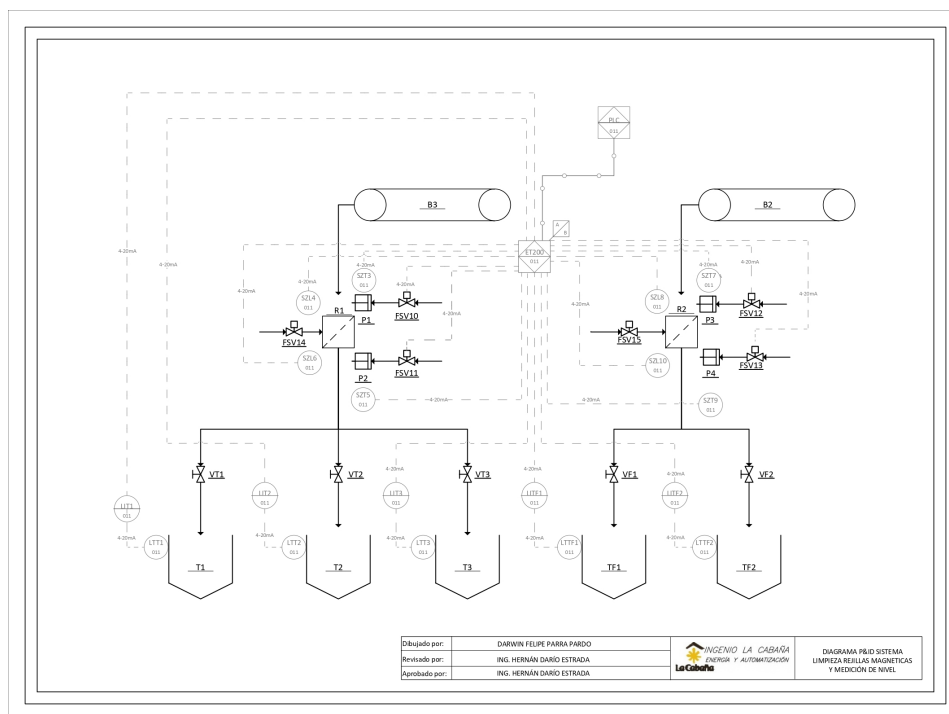


Figura 3.11: P&ID Sistema Rejillas Magnéticas y Medición de nivel
Fuente: Elaboración propia

Identificación funcional según ISA 5.1			
<i>TAG</i>	<i>Descripción</i>	<i>TAG</i>	<i>Descripción</i>
T1	Tolva 1 50KG	FSV10	Válvula de control R1
T2	Tolva 2 50KG	FSV11	Válvula de control R1
T3	Tolva Big bag	FSV12	Válvula de control R2
TF1	Tolva familiares 1	FSV13	Válvula de control R2
TF2	Tolva familiares 2	FSV14	Válvula de control soplado R1
B2	Banda transportadora 2	FSV15	Válvula de control soplado R2
B3	Banda transportadora 3	LTT1	Transmisor de nivel tolva 1
VT1	Válvula mecánica tolva 1	LTT2	Transmisor de nivel tolva 2
VT2	Válvula mecánica tolva 2	LTT3	Transmisor de nivel tolva big bag
VT3	Válvula mecánica tolva Big bag	LTTF1	Transmisor de nivel tolva familiares 1
VF1	Válvula mecánica tolva familiares 1	LTTF2	Transmisor de nivel tolva familiares 2
VF2	Válvula mecánica tolva familiares 2	LIT1	Indicador de nivel tolva 1
R1	Rejillas banda 3	LIT2	Indicador de nivel tolva 2
R2	Rejillas banda 2	LIT3	Indicador de nivel tolva big bag
P1	Pistón neumático R1	LITF1	Indicador de nivel tolva familiares 1
P2	Pistón neumático R1	LITF2	Indicador de nivel tolva familiares 2
P3	Pistón neumático R2	SZT3	Sensor posición trabajo R1 B3
P4	Pistón neumático R2	SZL4	Sensor posición limpieza R1 B3
		SZT5	Sensor posición trabajo R2 B3
		SZL6	Sensor posición limpieza R2 B3
		SZT7	Sensor posición trabajo R1 B2
		SZL8	Sensor posición limpieza R2 B2
		SZT9	Sensor posición trabajo R1 B2
		SZL10	Sensor posición limpieza R2 B2

Tabla 3.8: Nomenclatura PI&D

Fuente: Propia

3.4. Ejecución del Proyecto

Una vez se obtuvo el visto bueno del jefe del departamento de automatización, y la aprobación de las órdenes de compra, se procedió a dar marcha al montaje físico y de programación del proyecto, de acuerdo a las especificaciones técnicas desarrolladas en las etapas anteriores.

3.4.1. Instalación de tuberías y cableado

El primer paso realizado fue la construcción de 5 recámaras para la instalación de los 5 sensores tipo radar, las cuales protegerían el instrumento de cualquier daño. Para ello fue necesario personal del área de taller mecánico, quienes realizaron el montaje en cada una de las tolvas de almacenamiento de azúcar blanca, debido a la necesidad de utilizar herramientas peligrosas como pulidoras industriales, soldadura antidesgaste y laminas de acero. En la figura 3.12 se muestra el resultado final de la construcción de las 5 recamaras sobre cada una de las tolvas de almacenamiento de azúcar.



Figura 3.12: Construcción de recámaras para sensores de nivel tipo radares
Fuente: Propia

El siguiente paso fue instalar las tuberías de acero galvanizado de acuerdo a la ruta establecida con los ingenieros y supervisores del área de fabrica, ésto con la finalidad de no intervenir en áreas críticas o cerca de tuberías donde se transporta fluidos a muy altas temperaturas. La tubería de las recámaras finaliza en el tablero indicador de nivel, donde se realizaron las conexiones eléctricas y de señales para los radares. Posteriormente, el tendido de tubería continúa desde el tablero indicador de nivel hasta el cuarto de operaciones de fábrica, donde se encuentra el controlador (PLC) del área de elaboración y el tablero de conexión de señales. En la figura 3.16 se muestra el tablero al cual llegan las diferentes señales de la instrumentación instalada, así como las señales de la periferia descentralizada, para su posterior interconexión hasta el cuarto de Ingeniería.



Figura 3.13: Tablero de señales área de elaboración
Fuente: Propia

La tubería para las rejillas magnéticas se instala posterior al montaje de los indicadores de nivel, pero finalizando al mismo Cuarto de Elaboración, finalmente se introduce todo el cableado necesario con ayuda de una sonda metálica, es de anotar que este proceso fue bastante pesado debido al esfuerzo físico requerido y las altas temperaturas ambientales que se manejan en fábrica.

3.4.2. Instalación de instrumentación

Para la instalación de los instrumentos, se configuró el spam y demás parámetros en cada uno de los sensores de nivel tipo radar (ver figura 3.14), posteriormente éstos se instalaron en cada una de las recámaras construidas,

se realizó la correspondiente conexión eléctrica hasta el tablero de conexiones, y finalmente, allí se interconectaron con los indicadores de nivel para facilitar la verificación de los niveles en campo.



Figura 3.14: Configuración de transmisor indicador de nivel tipo radar
Fuente: Propia



Figura 3.15: Montaje indicadores de nivel Novus
Fuente: Propia

En la figura 3.15 se observa el montaje del tablero eléctrico con los indicadores de nivel NOVUS, los cuales permiten que el operario vea en campo los niveles de llenado de cada una de las tolvas de almacenamiento de azúcar, además se observa la tubería instalada que sale hacia una bandeja aérea que llega hasta el cuarto de operación del área de elaboración.

Para el sistema de limpieza de las rejillas magnéticas, se instalaron las electroválvulas en su respectivo tablero de control, se conectaron los selectores y pulsadores definidos, así como la alimentación de aire para los pistones de las cajas de barras magnéticas en las bandas de transporte de azúcar No.2 y 3 (ver figura 3.16). Además, para garantizar la seguridad y confiabilidad del sistema, se instalaron 2 sensores inductivos de posición para cada rejilla magnética, éstos confirman que la rejilla esté totalmente abierta o totalmente cerrada.



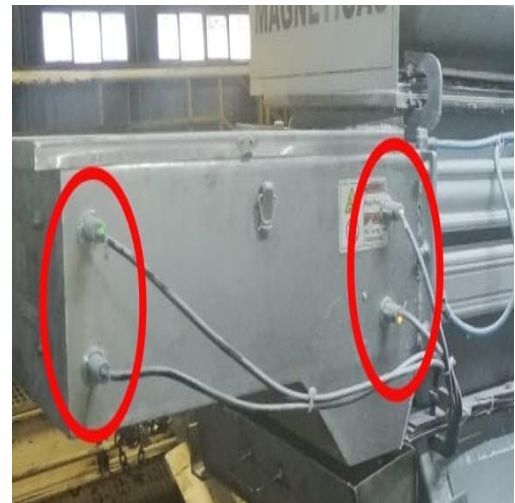
Figura 3.16: Montaje de sistema rejillas magnéticas Automático/Manual
Fuente: Propia

La figura 3.17a ilustra la vista frontal del tablero de control, que permite operar en modo manual las rejillas magnéticas de la banda No.3, en caso de mantenimiento permite manipular las rejillas de la misma manera como lo hacían anteriormente, por medio de selectores y de un pulsador, así:.

- Selector MANUAL/AUTOMÁTICO: en modo automático, la apertura y cierre de las rejillas se realiza desde el sistema de control. Mientras, en modo manual el operador puede manipular ambas rejillas y el aire de soplado.
- Selector TRABAJO/LIMPIEZA: en posición de trabajo la rejilla magnética permite flujo de azúcar y recogen las partículas ferrosas. En posición de limpieza, se permite la extracción de la rejilla y limpieza de imanes.
- Botón SOPLADO: al presionarlo aplica aire en el punto de limpieza de las rejillas.



(a) Manual/Automático.



(b) Sensores Inductivos.

Figura 3.17: Sensores y Tablero Electroválvulas
Fuente: Propia.

3.4.3. Actualización del Supervisorio

El supervisorio general tiene un menú de inicio de todo el proceso de elaboración como lo indica la figura 3.18, allí se destacan cinco áreas: generación de vapor, tratamiento, fábrica de azúcar, refinería y molienda. Cada una de ellas tiene subprocesos que pueden ser visualizados, por ejemplo las secciones del área de fábrica de azúcar se muestran en la figura 3.19.

La actualización del sistema de transporte de azúcar se realizó en el supervisorio dentro del área de fábrica de azúcar, específicamente en la pantalla de manejo de azúcar, tal como lo indica la figura 3.20. El ajuste se realizó

, integrando las tolvas de almacenamiento con sus indicadores de nivel y el sistema de rejillas magnéticas de las bandas de transporte No. 2 y 3. La reprogramación de la pantalla de manejo de azúcar se realizó en el editor Graphics Designer del software WinCc(ver figura 3.22).

La pantalla manejo de azúcar busca ser amigable al operario, asemejándose a los instrumentos y máquinas en campo, permite un manejo intuitivo de la instrumentación, gracias a la organización de faceplates semejantes a otros ya usados por operarios en la misma área. En el editor WinCc se conectan las animaciones en pantalla con funciones dispuestas en los archivos CFC; en modo de lectura, para valores obtenidos desde el programa de control que solo deben visualizarse en pantalla; modo escritura, para valores digitados en pantalla que afectarán el archivo CFC; o modo lectura/escritura.



Figura 3.18: Pantalla de inicio supervisorio Ingenio La Cabaña
Fuente: Cuarto de ingeniería Ingenio La Cabaña S.A.



Figura 3.19: Secciones supervisorio del área de fábrica de azúcar
 Fuente: Cuarto de Ingeniería Ingenio la Cabaña

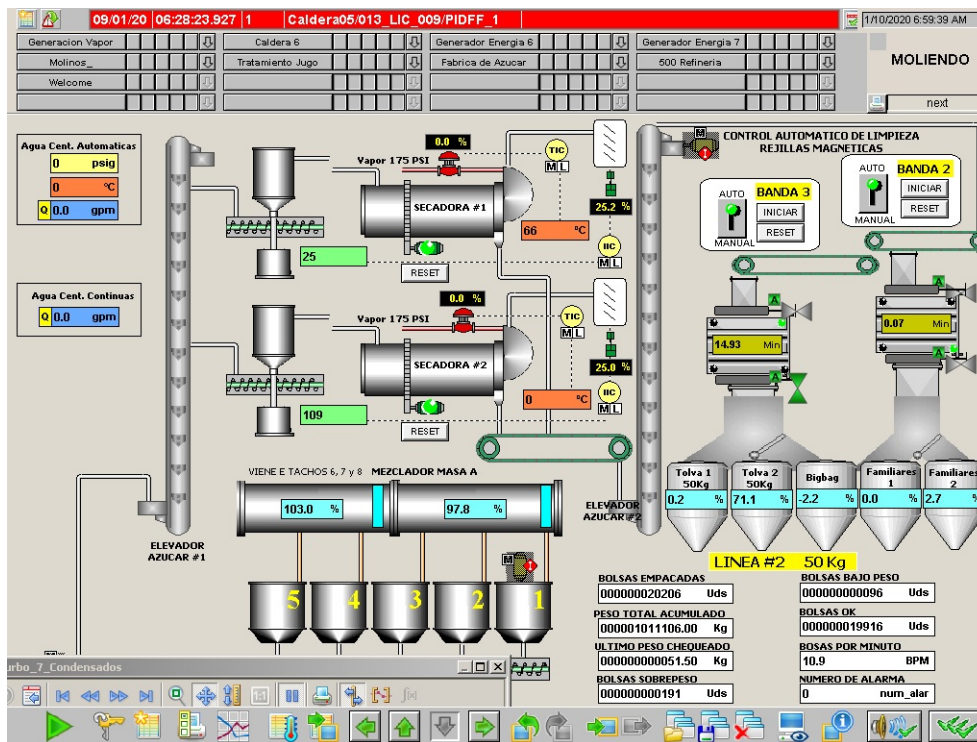


Figura 3.20: Pantalla supervisorio manejo de azúcar sin actualización.
 Fuente: Cuarto de Ingeniería Ingenio la Cabaña

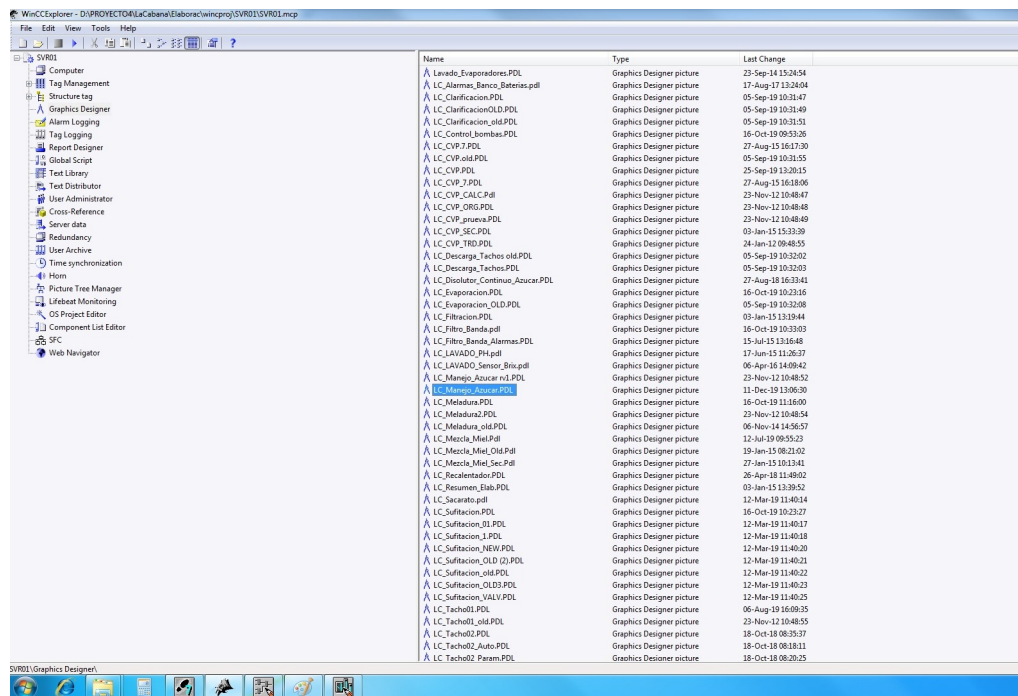


Figura 3.21: WinCC explorer pantalla manejo azúcar
Fuente: Estación de ingeniería Ingenio la Cabaña S.A

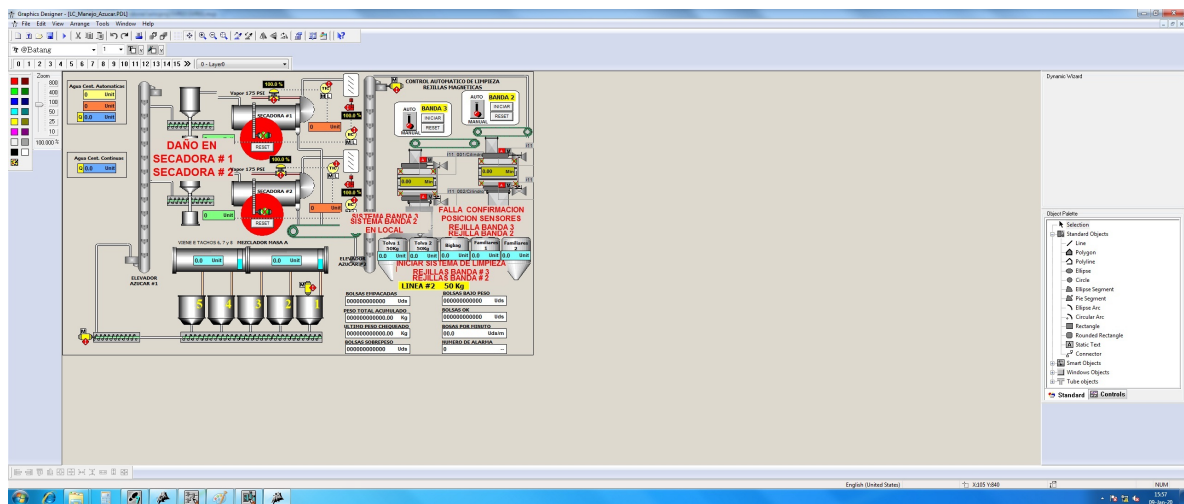


Figura 3.22: Actualización pantalla manejo de azúcar en Graphics Designer de WinCC
Fuente: Estación de Ingeniería Ingenio la Cabaña S.A

El ingenio la cabaña necesita integrar todas sus áreas e islas no automatizadas al sistema de control distribuido SIMATIC PCS7, en pro de la eficiencia en sus procesos y estandarización de sus operaciones. Para el caso de el sistema de limpieza de rejillas magnéticas y medición de nivel de tovas, es necesario actualizar el supervisorio mediante un paquete de herramientas

que permite reprogramar las operaciones deseadas. La figura 3.23 muestra la ingeniería a escala y funcionalidades básicas que ofrece el paquete de Software del SIMATIC PCS7

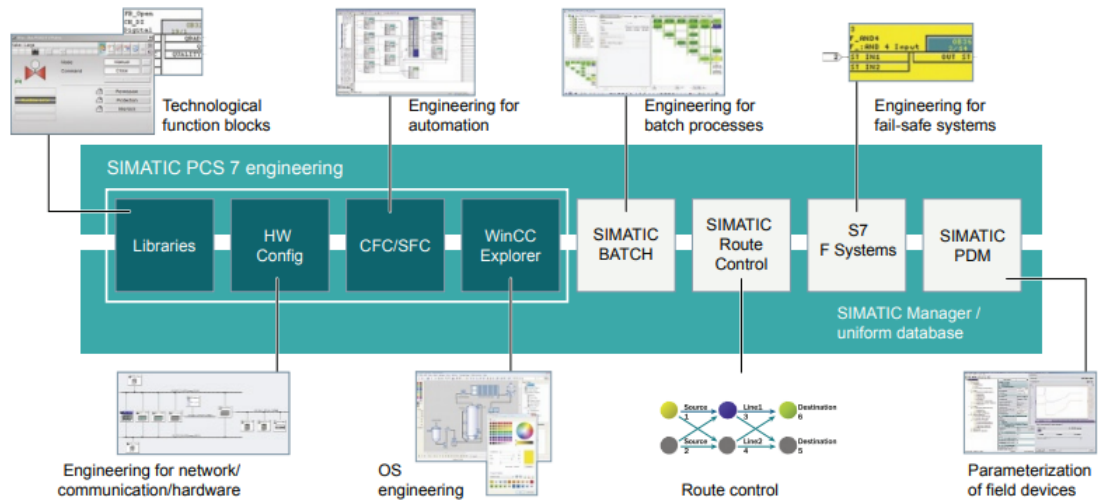


Figura 3.23: Funcionalidad básica del sistema de ingeniería y paquetes de software
Fuente: Siemens

Entre las herramientas del software SCADA SIMATIC PCS 7 está el Administrador, éste en conjunto con Engineering Toolset son la base de configuración para toda la ingeniería del sistema de control de procesos; en él se administra, archiva y documenta todo el proyecto. El Administrador SIMATIC soporta las distintas tareas durante la creación de un proyecto de planta a través de las vistas de componentes y objetos.

La Vista de componentes (HW Config) permite configurar el hardware, como controladores, componentes de bus o periferia del proceso; los componentes están guardados en un catálogo electrónico, y se configuran y parametrizan con esta herramienta [27]. La figura 3.24 muestra la red profibus diseñada además de los Racks y PLCs S7-400 distribuidos en las áreas de Fabrica desde la vista de componentes HW Config.

La vista de objetos de proceso del administrador SIMATIC muestra la jerarquía tecnológica de la planta representada en forma de árbol, en combinación con la vista en tablas de todos los aspectos del punto de medida o del objeto de proceso. Un objeto de proceso es un componente esencial de desarrollo propio de la arquitectura dentro del proceso como bloques, parámetros, señales, alarmas, objetos gráficos, variables de archivo, carpetas jerárquicas, características de equipamiento y declaraciones globales [27].

industrial en campo, varios de estos archivos habían sido creados con anterioridad con el fin de darles un nombre y numeración adecuados en el proyecto de PCS7, la numeración está dada por el área, tipo y cantidad de instrumentos del mismo tipo en la misma área. La figura 3.26 identifica las entradas de tipo bool con el respectivo tag, correspondiente a los 8 sensores y las posiciones de los selectores.

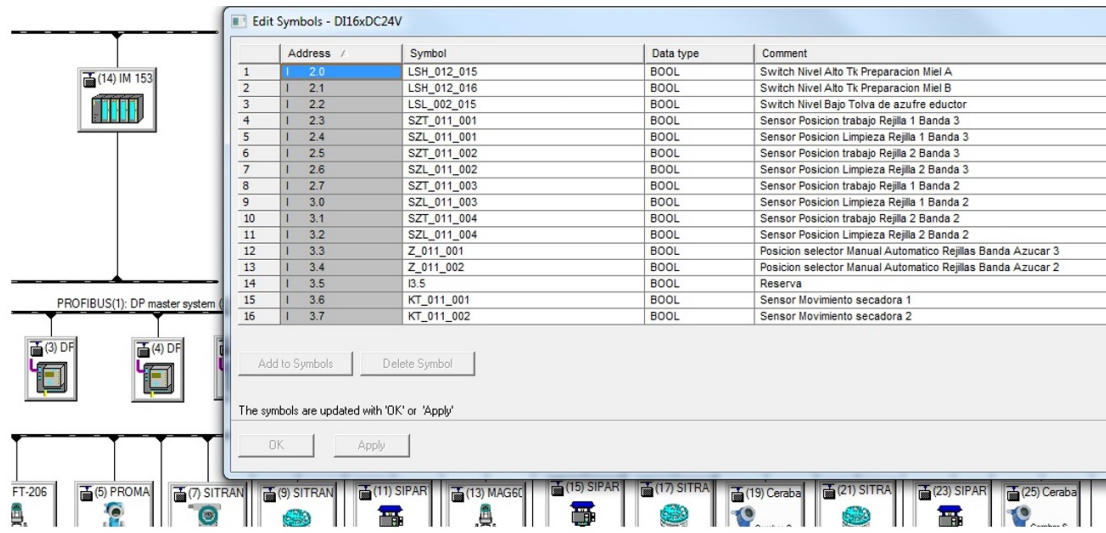


Figura 3.26: Señales sensores y selectores
Fuente: Estación de Ingeniería Ingenio la Cabaña S.A

La figura 3.27 identifica las señales de los transmisores de nivel instaladas en un tablero para facilitar la visualización de éstos al operador, también se programó la visualización de los mismos en la pantalla manejo de azúcar del SCADA.

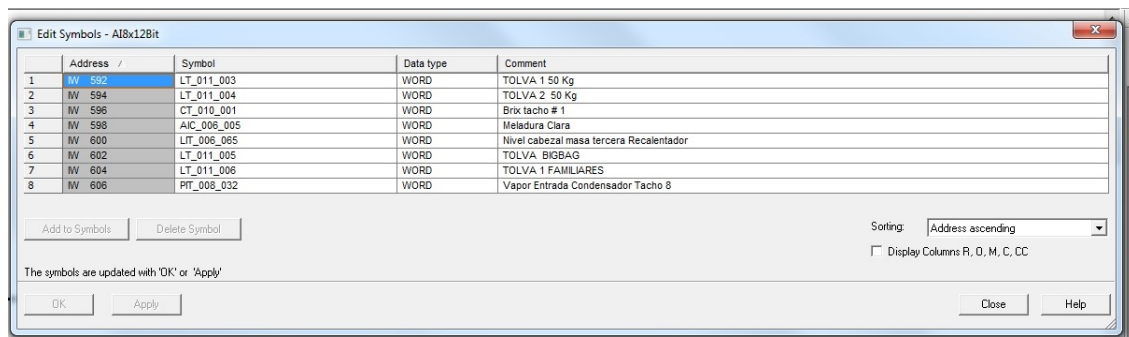


Figura 3.27: Señales Radares
Fuente: Estación de ingeniería Ingenio la Cabaña S.A

La programación de las rejillas magnéticas se divide en 3 secciones (Ver figura 3.28), en la primera se encuentra la lógica de operación, en la segunda sección se encuentra la conexión de los 4 sensores instalados en campo para cada una de las bandas, en la tercera sección la lógica programada para las alarmas.

Las figuras 3.29 y 3.30 corresponden a la lógica trazada para el sistema de rejillas magnéticas, se creó un CFC donde se fijan las secuencias temporizadas para que las electroválvulas permitan el paso de aire hacia los pistones que se encuentran en las cajas metálicas que albergan los tendidos de las rejillas, se define que primero se accione el tendido inferior para que así el sistema siga operativo y siempre esté recolectando partículas ferrosas, el sistema cuenta con 2 sensores por cada tendido que servirán confirmación si esta trabajando o en limpieza, a su vez sirven también como condicionales en la programación.

En la programación inicial de la secuencia se utilizaron compuertas lógicas tipo and, or y not, además de bloques set-reset, los cuales mantienen una señal de entrada a la salida indefinidamente hasta que se genere un pulso de reset, y timers; también, se usaron bloques de entradas de canales digitales, donde son visibles las conexiones de entrada y salida desde otros archivos CFC, en el lado izquierdo aparece la lista de entradas y al lado derecho se pueden observar las salidas (Ver figura3.29).

Las señales de los sensores se asocian a canales de entradas digitales que a su vez activan un bloque switch de posición vinculado al WinCC para visualizar mediante un indicador lumínico las posiciones de los sensores y verificar que estén operativos y no en falla (Ver figura3.31), los sensores se identificaron de la siguiente forma:

- Sensor posición trabajo rejilla 1
- Sensor posición limpieza rejilla 1
- Sensor posición trabajo rejilla 2
- Sensor posición limpieza rejilla 2

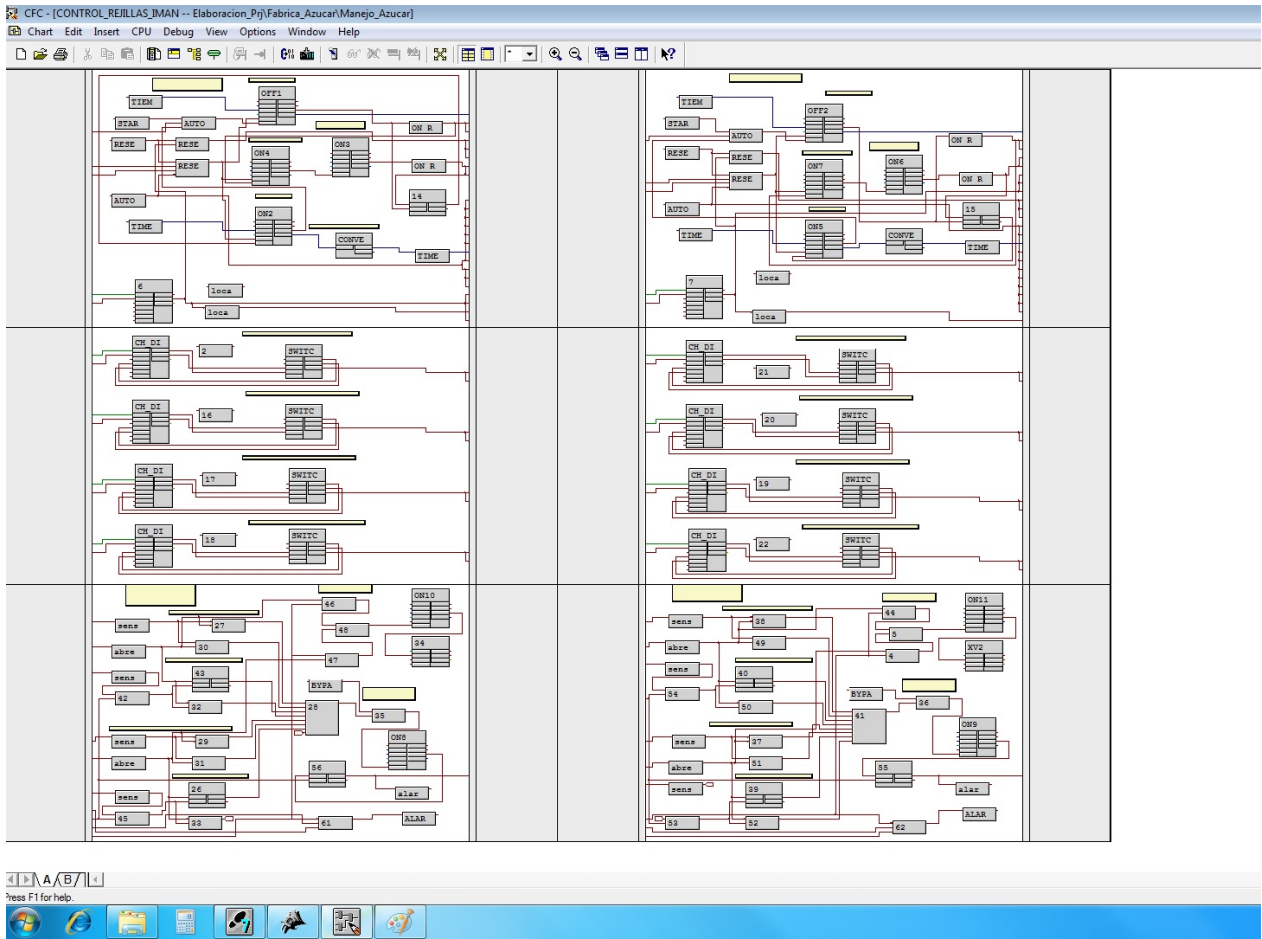


Figura 3.28: Código CFC rejillas magnéticas
Fuente: Estación de Ingeniería Ingenio la Cabaña S.A

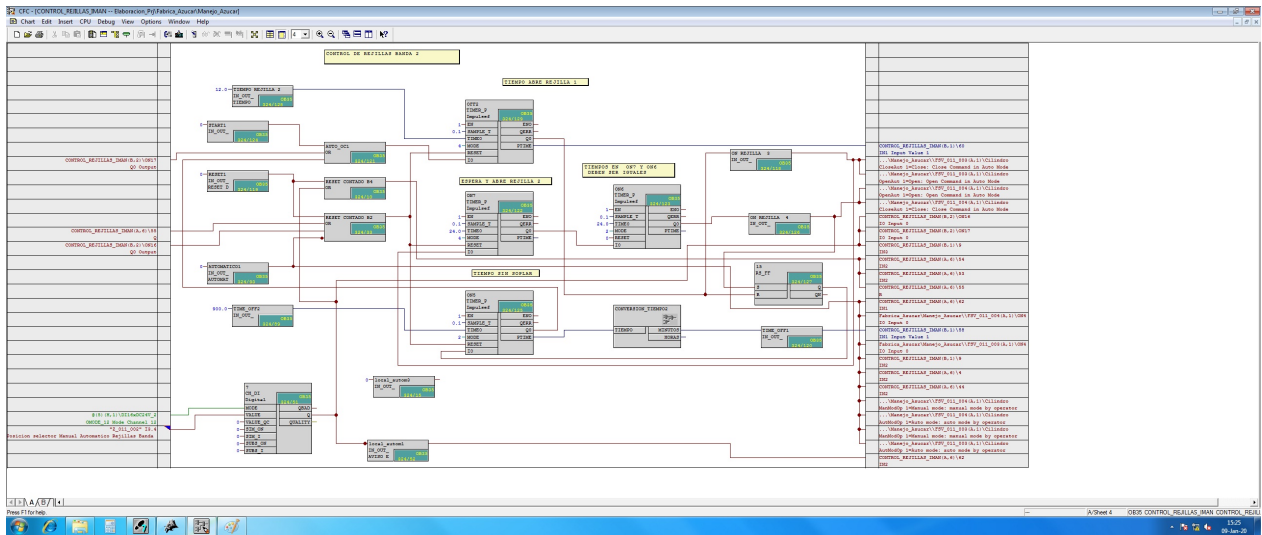


Figura 3.29: CFC lógica rejillas banda 2.
Fuente: Estación de Ingeniería Ingenio la Cabaña S.A

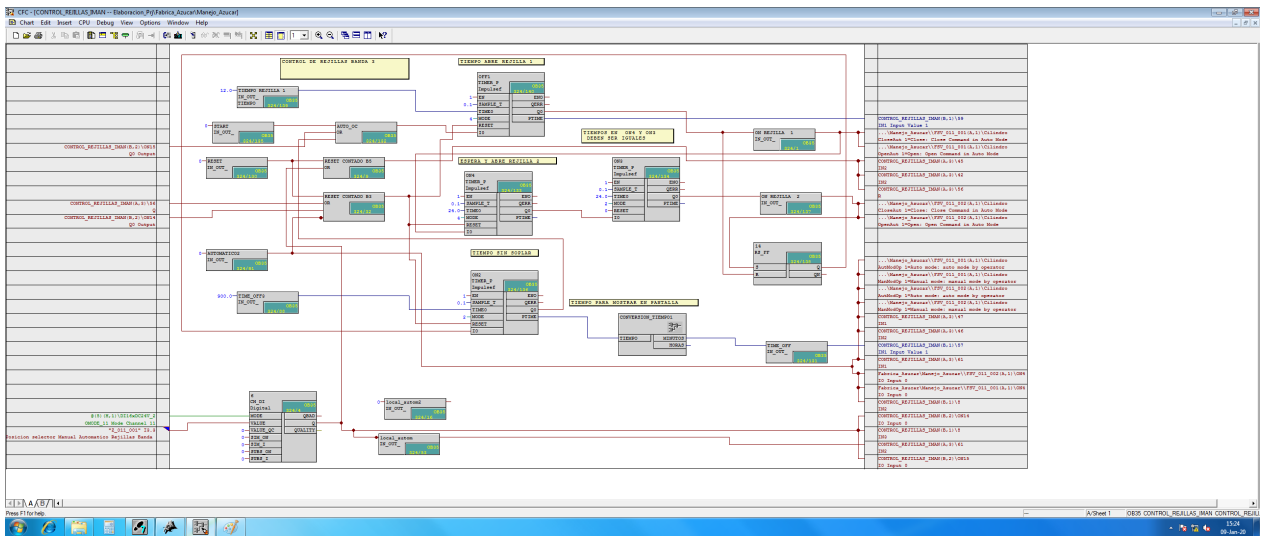


Figura 3.30: CFC lógica rejillas banda 3.
Fuente: Estación de Ingeniería Ingenio la Cabaña S.A

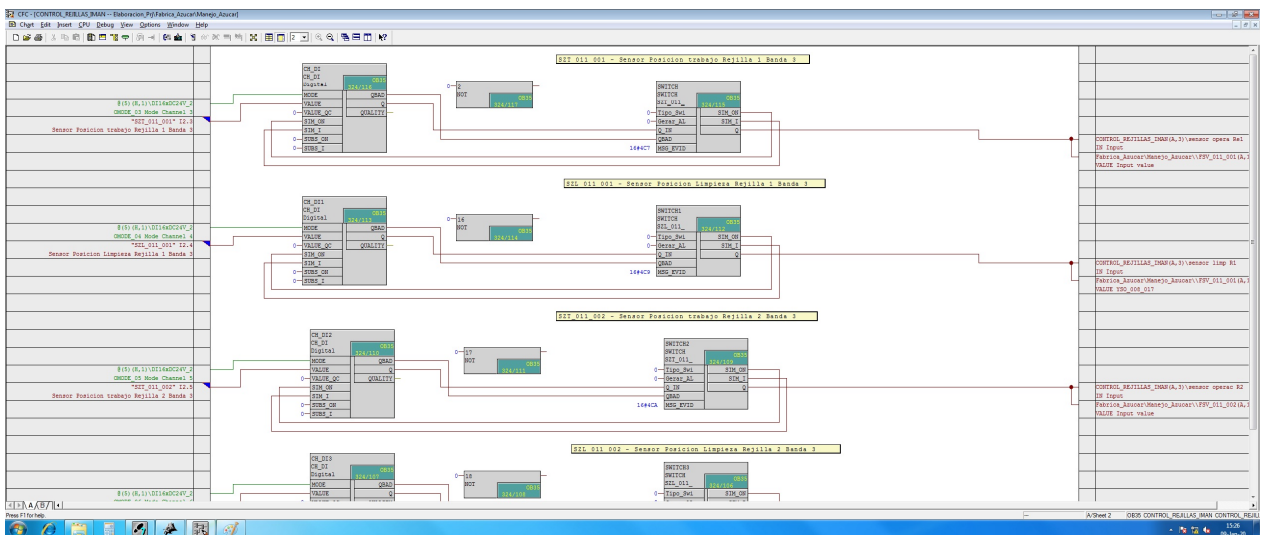


Figura 3.31: CFC lógica sensores.
Fuente: Estación de Ingeniería Ingenio la Cabaña S.A

Fue necesario el uso de bloques tipo In-Out en la programación, ya que desde el editor de imágenes WinCc se conecta con estos para obtener valores binarios y reales necesarios para alarmas, visualización de tiempos y modificación de valores numéricos. En la figura 3.30 se evidencia el uso de este tipo de bloque, con el fin de obtener una señal de entrada para iniciar la secuencia y poner en automático la instrumentación desde un botón en pantalla.

Las figuras 3.32 y 3.33 muestran la programación realizada para las alarmas, haciendo uso de bloques como canales digitales para asociar las señales de los selectores en campo y bloques tipo IN-OUT, AND Y OR para las confirmaciones de los sensores inductivos.

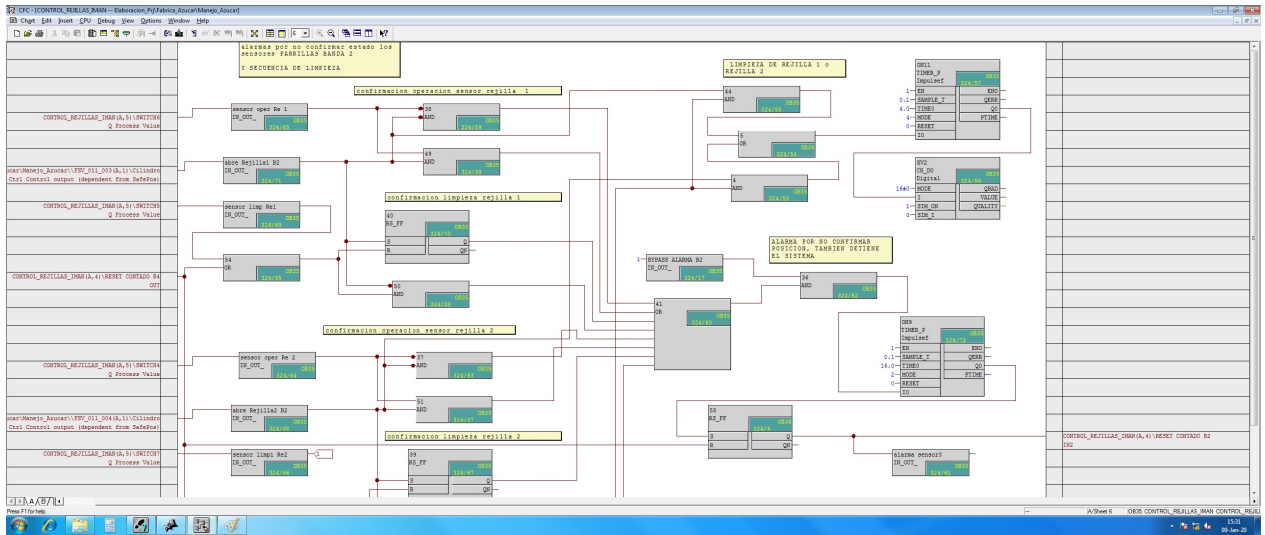


Figura 3.32: Programación alarmas banda No.1

Fuente: Estación de Ingeniería Ingenio la Cabaña S.A

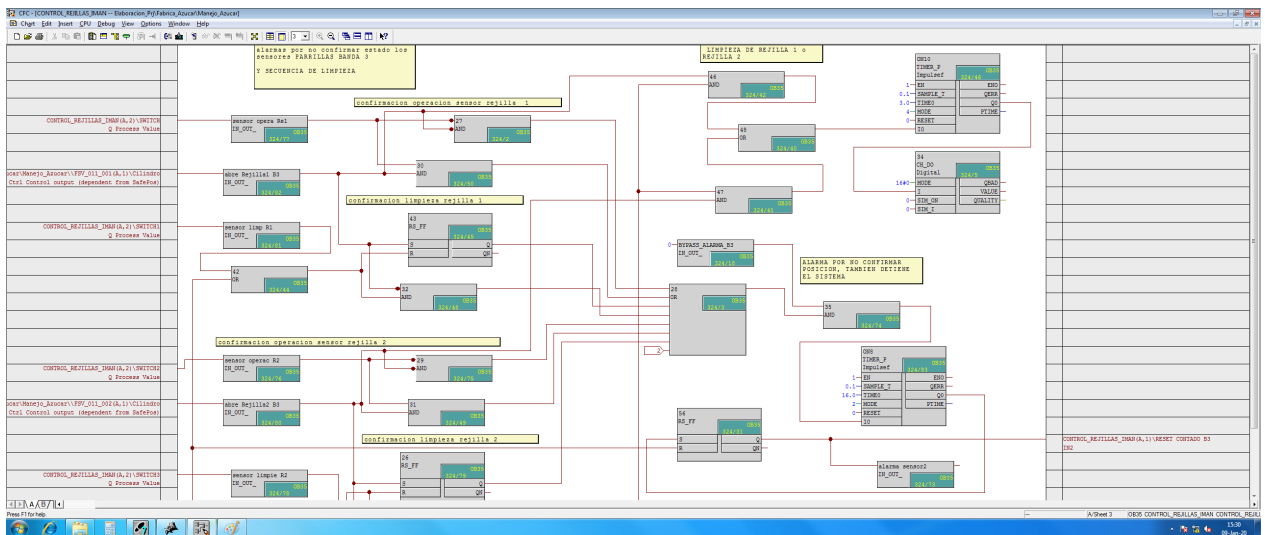


Figura 3.33: Programación alarmas banda No.2

Fuente: Estación de Ingeniería Ingenio la Cabaña S.A

Por último en la figura 3.34 se indican los bloques de funciones que intervienen en la programación de los niveles de tolvas, debido a que solo se requiere mostrar en pantalla los niveles, su codificación se limita al uso de un



Figura 3.35: Cuarto de ingeniería Ingenio La Cabaña S.A
Fuente: Ingenio la Cabaña

Al finalizar las pruebas y puesta en marcha del proyecto, se realizó con el Ingeniero Gustavo Valencia una charla y capacitación con los operadores y supervisores de turno en el área para socializar las mejoras realizadas al sistema y su correcta manipulación.

3.6. Cierre del Proyecto

Se hace la entrega final y oficial del proyecto al departamento de energía y automatización del Ingenio la Cabaña S.A., los encargados de recibir a satisfacción el proyecto fueron el Jefe del Departamento el Mgs. Liner Bermudez y los ingenieros de proyectos Hernán Estrada y Gustavo Valencia. Se realizó la entrega de toda la documentación pertinente, como planos actualizados, manuales de usuario, fichas técnicas de instrumentos, capacitaciones al personal requerido, etc (ver ANEXOS A,B,C,D).

Conclusiones.

- La automatización del proceso de limpieza de rejillas magnéticas permitió mejorar en los estándares de calidad de producto terminado, reducción de tareas al operario, mejora en los sistemas de inocuidad y control de riesgos, logrando satisfacer los requerimientos propuestos por el Ingenio La Cabaña S.A.
- La metodología utilizada del ciclo de vida de un proyecto de ingeniería proporcionó herramientas útiles para llevar a cabo el proyecto de automatización dejando documentación sólida de la planificación y ejecución del proyecto, como diagramas eléctricos, diagramas P&ID y lazo, manuales de usuario y actualización del supervisorio del sistema DCS.
- La implementación de este proyecto se convierte en un aporte importante al Departamento de Calidad del ingenio la Cabaña S.A. con miras a la búsqueda de la certificación de la norma internacional FSSC 22000 (Food Safety System), ya que era una isla no automatizada y con altos riesgos de contaminación al producto.
- Se logró disminuir riesgos de accidentes laborales al operario, debido al cierre definitivo de las compuertas de las tolvas donde realizaba la medición manual, actualmente cuenta con un panel de instrumentos donde puede verificar los niveles de las tolvas de azúcar blanca.
- La realización de las pruebas de aceptación de fábrica (FAT) permitió al cliente comprobar una puesta en marcha bien planificada y ejecutada, cumpliendo las expectativas del Ingenio la Cabaña S.A. de manera satisfactoria.

Anexos

Anexo **A**

Anexo A: Cotizaciones

El anexo A comprende archivos en formato PDF correspondiente a las cotizaciones de los instrumentos: Indicador de Proceso N1540USB-RS y Transmisor de nivel SITRANS LR560.

Código: cit-fc-002
Edición No 1
Fecha 17/08/07
Revisión No 0
Fecha 17-08-2007
Página: 1 de 1

Señores: INGENIO LA CABAÑA
Nit:
Atte.
Dpto.
Teléfonos:
Email:

Cotizacion: ILCD-177
Fecha Elaboracion: 17/06/2019
Fecha Vencimiento: 30/06/2019
No. Pedido:
Sello de Calidad:
Ciudad: CALI
Fax:

TENEMOS EL AGRADO DE COTIZARLE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICION

Item	Cantidad	Precio	Total
1	1	\$ 437.887	\$ 437.887
Indicador de Proceso N1540USB-RS			
Indicador Universal con entrada 4-20mA, entre otras			
Alimentación 110 a 220VAC			
Display de 5 Digitos. Rango: -1999 a 9999			
Dos Alarmas por relé SPST 1.5 A 250 VAC			
Tamaño 96x48x34 mm			
Fuente auxiliar de 24VDC			
Interfaz USB para configuración y monitoreo			
Marca: NOVUS			
Subtotal			\$ 437.887
MAS 19 % I.V.A			
TOTAL			



Tiempo de Entrega: 2 días

Forma de Pago: ACORDADO

Responsable: DIEGO HERNANDEZ
email: ingenieria@coindtec.com

Sitio de Entrega: PLANTA
Teléfono: 6659866
Celular: 313 6864155

NUESTRAS MARCAS LO ACREDITAN

SIEMENS

novus

red lion

FERTRON

oem

WIKA

REP transducers

AMETEK

Seametrics

BOURDON HAENNI
made to measure

DLG
AUTOMATIZATION

Danfoss

NORGREN

Swagelok

Anexo **B**

Anexo B: Manuales de Fabricante

El anexo B corresponde a los manuales y hojas técnicas de los instrumentos proporcionados por las casas fabricantes.

- Ficha técnica indicador de proceso N1540USB-RS
- Ficha técnica sensor inductivo NMB5
- Ficha técnica válvula neumática 5/2 NORGREN
- Manual transmisor de nivel SITRANS LR560
- Manual de instrucciones indicador de proceso N1540



NOVUS

info@novusautomation.com
www.novusautomation.com

REV200114



Indicador Universal N1540



Presentación

El indicador universal **N1540** utiliza alta tecnología para atender aplicaciones exigentes con alta confiabilidad. Con base en una plataforma de hardware avanzada y robusta, el **N1540** puede ser configurado a través del teclado o a través de la interfaz USB. La interfaz USB facilita en gran medida la tarea de configurar el indicador. Permite, por ejemplo, la multiplicación de una configuración estándar en varios equipos de forma muy fácil.

Además de esta facilidad, la interfaz USB permite monitorear el valor medido a través del ordenador. La caja del equipo ocupa apenas 35 mm de profundidad, lo que facilita la instalación en los cuadros eléctricos. Posee hasta dos relés de alarma y una fuente de alimentación de 24 V para alimentar los transmisores.

Características

- Entrada para termocuplas J, K, T, E, N, R, S, B, Pt100, 0-50 mV, 0-5 Vcc, 0-10 Vcc, 0-20 mA y 4-20 mA
- Unidades de temperatura °C y °F
- Ajuste de Offset de indicación
- Filtro digital ajustable
- Límite de indicación configurable de -1999 a 9999
- Tasa de muestreo hasta 50 mediciones por segundo
- Dos alarmas con salida tipo relé SPST de 1,5 A / 240 Vca
- Funciones de alarma: mínimo, máximo, diferencial, diferencial mínimo, diferencial máximo y sensor abierto
- Bloqueo inicial de alarma
- Histéresis de alarma
- Función Flash (pantalla parpadea cuando hay una alarma)
- Conectores traseros desmontables
- Amplia pantalla con 14 mm de altura
- Registro de los valores máximos y mínimos indicados, usando el teclado

- Configuración protegida por contraseña
- Fuente de voltaje auxiliar de 24 Vcc
- Interfaz USB para configuración y monitoreo
- Recuperación de las configuraciones de fábrica
- Frente IP65 UL 94 V-2; Caja IP20 UL 94V-0
- Teclado de silicona
- Certificado CE y UL
- Dimensiones: 96 x 48 x 35 mm
- Alimentación: 100~240 Vca/cc ±10%

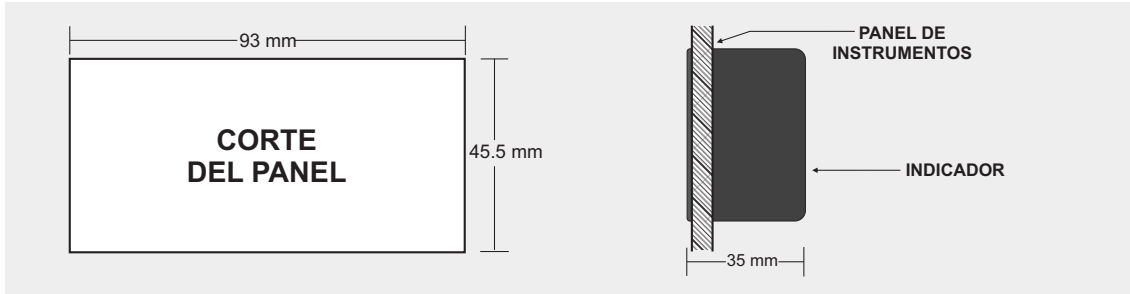
OPCIONALES

- Comunicación serial RS485 Modbus RTU
- Alimentación 12 a 24 Vca/cc

MODELOS

N1540-USB	Indicador Básico USB
N1540-485-USB	Indicador Básico USB + RS485

Montaje del Panel



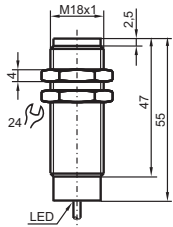


Sensor inductivo NMB5-18GM55-E2-FE-5M

- Superficie activa acero inoxidable
- Rango de detección 5 mm
- 3 hilos CC
- Objetos ferromagnéticos



Dimensiones



Datos técnicos

Fecha de publicación: 2020-03-23 Fecha de edición: 2020-03-30 - 908446_spa.pdf

Datos generales		
Función de conmutación		Normalmente abierto (NA)
Tipo de salida		PNP
Distancia de conmutación de medición	s_n	5 mm
Instalación		enrasado
Polaridad de salida		CC
Distancia de conmutación asegurada	s_a	0 ... 4,05 mm
Elementos de manejo		Objetos ferromagnéticos
Factor de reducción r_{AI}		0
Factor de reducción r_{Cu}		0
Factor de reducción $r_{1.4301}$		0,6 ... 0,8
Factor de reducción r_{SI37}		1
Factor de reducción r_{Ms}		0

Datos técnicos

Datos característicos

Tensión de trabajo	U_B	10 ... 30 V
Frecuencia de conmutación	f	15 Hz
Histéresis	H	3 ... 15 tip. 5 %
Protección contra la inversión de polaridad		si
Protección contra cortocircuito		si
Caída de tensión	U_d	≤ 2 V
Corriente de trabajo	I_L	0 ... 200 mA
Consumo de corriente		< 14 mA
Corriente residual	I_r	≤ 10 μ A

Elementos de indicación y manejo

Indicación de trabajo		LED dual cuádruple Verde: Corriente Amarillo: Salida
-----------------------	--	--

Conformidad con Normas y Directivas

Conformidad con la normativa		
Estándares		EN 60947-5-2:2007 IEC 60947-5-2:2007

Autorizaciones y Certificados

Autorización UL		cULus Listed, General Purpose
Autorización CSA		cCSAus Listed, General Purpose
Autorización CCC		Los productos cuya tensión de trabajo máx. ≤ 36 V no llevan el marcado CCC, ya que no requieren aprobación.

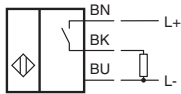
Condiciones ambientales

Temperatura ambiente		-40 ... 70 °C (-40 ... 158 °F)
----------------------	--	--------------------------------

Datos mecánicos

Tipo de conexión		Cable PUR , 5 m
Sección transversal		0,5 mm ²
Material de la carcasa		Acero inoxidable 1.4305 / AISI 303
Superficie frontal		Acero inoxidable 1.4305 / AISI 303
Grado de protección		IP69K

Conexión



Fecha de publicación: 2020-03-23 Fecha de edición: 2020-03-30 - 908446_spa.pdf

Accesorios

	AB-18	Ayudas de montaje
--	--------------	-------------------

Consulte "Notas generales sobre la información de los productos de Pepperl+Fuchs".

Pepperl+Fuchs Group
www.pepperl-fuchs.com

EE. UU.: +1 330 486 0001
fa-info@us.pepperl-fuchs.com

Alemania: +49 621 776 1111
fa-info@de.pepperl-fuchs.com

Singapur: +65 6779 9091
fa-info@sg.pepperl-fuchs.com

PEPPERL+FUCHS

MiCRO**Válvulas direccionales 5/2**Serie SB0 Global Class
1/8"

Tipo..... Válvulas 5/2 de actuación neumática o eléctrica, con actuador manual mono y biestable

Montaje..... Unitario, en uso múltiple mediante Distribuidor de alimentación o Base manifold

Conexiones..... De trabajo: G 1/8" - De pilotaje: M5x0,8

Temperatura ambiente.... -5...50 °C (23...122 °F)

Temperatura del fluido.... -10...60 °C (14...140 °F)

Fluido..... Aire comprimido filtrado (se recomienda lubricación) - Gases inertes







Presión de trabajo Ver para cada tipo de actuación

Caudal nominal..... 420 l/min (0,42 Cv)

Frecuencia..... 24 Hz (con reacción neumática y 6 bar)

Materiales..... Cuerpo de zamac, distribuidor de acero inoxidable, sellos de NBR

**2**

Descripción	Presión de trabajo	MiCRO	Kit de reparación
 Válvula 5/2 mando neumático, reacción neumática	1,5...10 bar	0.220.001.311	0.200.000.509
 Válvula 5/2 mando neumático, reacción a resorte	2,5...10 bar	0.220.001.511	0.200.000.510
 Válvula 5/2 biestable por impulsos neumáticos	0,5...10 bar	0.220.001.711	0.200.000.511
 Electroválvula 5/2, reacción neumática	1,5...10 bar	0.220.002.311/---	0.200.000.512
 Electroválvula 5/2, reacción a resorte	2,5...10 bar	0.220.002.511/---	0.200.000.513
 Electroválvula 5/2, biestable por impulsos eléctricos	0,5...10 bar	0.220.002.711/---	0.200.000.514

En los códigos de las electroválvulas reemplazar los guiones luego de la barra por los valores de la tabla siguiente, según la tensión seleccionada para el solenoide.

Ejemplo: una válvula 0.220.002.311 / - - con tensión 220V 50/60Hz, debe solicitarse 0.220.002.311 / 201

Para más características de los solenoides, ver página 2.6.2.2

Tensión	Código adicional /---
220V 50/60Hz	/201
110V 50/60Hz	/202
48V 50/60Hz	/208
24V 50/60Hz	/203
24 Vcc	/212
12 Vcc	/213



NUEVO: actuador manual conforme ISO 4414 y EN 983.

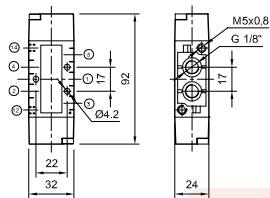
2.2.4.1

MiCRO

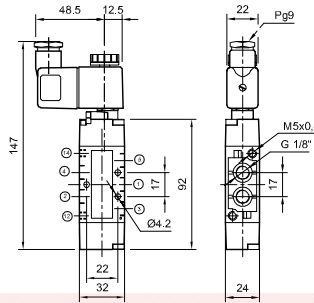
Válvulas direccionales 5/2

Serie SB0 Global Class
1/8"

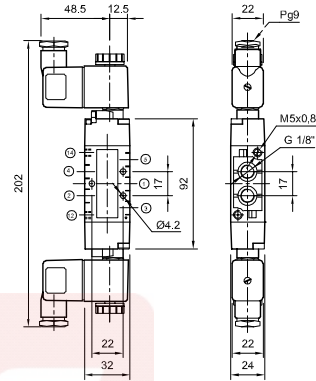
Mando neumático



Mando electro neumático simple

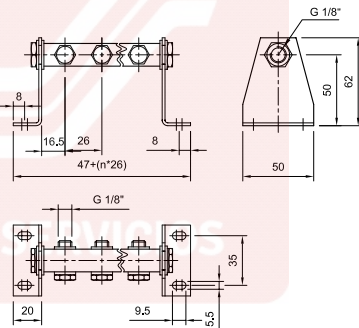


Mando electro neumático doble



Distribuidor de alimentación

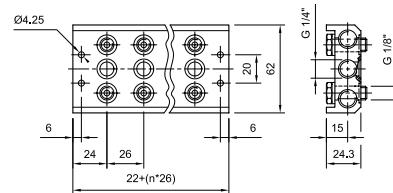
Cantidad de válvulas	MiCRO
2	0.200.000.132
3	0.200.000.133
4	0.200.000.134
5	0.200.000.135
6	0.200.000.136



La letra "n" equivale al número de posiciones disponibles para válvulas. Al especificar un manifold, solicitar "n" válvulas y el accesorio seleccionado para las "n" válvulas.

Base Manifold

Cantidad de válvulas	MiCRO
2	0.200.000.142
3	0.200.000.143
4	0.200.000.144
5	0.200.000.145
6	0.200.000.146
7	0.200.000.147
8	0.200.000.148
Placa de cierre	0.200.000.536



La letra "n" equivale al número de posiciones disponibles para válvulas. Al especificar un manifold, solicitar "n" válvulas y el accesorio seleccionado para las "n" válvulas.

MiCRO

Válvulas direccionales 5/2, 5/3 y 2x3/2

Serie VM18 1/4"

Tipo..... Válvulas direccionales de actuación neumática o eléctrica, reacción a resorte o neumática, monoestables o biestables

Funciones..... 5/2 - 5/3 - 2 válvulas 3/2 en un solo cuerpo

Montaje..... Unitario

Conexiones..... Trabajo: G 1/4" - Pilotaje: M5x0,8

Mando eléctrico..... Cabeza eléctrica ISO 15218, con actuador manual monoestable

Temperatura ambiente.... -5...50 °C (23...122 °F)

Temperatura del fluido.... -10...60 °C (14...140 °F)

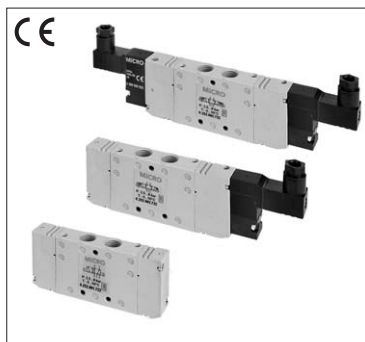
Fluido..... Aire comprimido filtrado (se recomienda lubricación) - Gases inertes

Presión de trabajo Ver para cada tipo de actuación

Caudal nominal..... 1400 l/min (1,4 Cv) (en 5/2 y 3/2)

Frecuencia..... 24 Hz (con reacción neumática y 6 bar)

Materiales..... Cuerpo de aluminio, distribuidor de aluminio, sellos de NBR



2

Descripción	Presión de trabajo	MiCRO	Kit de reparación
Válvula 5/2 mando neumático, reacción neumática	2,5...8 bar	0.251.001.322	0.200.001.138
Válvula 5/2 mando neumático, reacción a resorte	2,5...8 bar	0.251.001.522	0.200.001.138
Válvula 5/2 biestable por impulsos neumáticos	1...8 bar	0.251.001.722	0.200.001.138
Válvula 5/3 mando neumático, centro cerrado	2,5...8 bar	0.251.001.922	0.200.001.138
Válvula 5/3 mando neumático, centro abierto	2,5...8 bar	0.251.002.122	0.200.001.138
Válvula 5/3 mando neumático, centro a presión	2,5...8 bar	0.251.008.122	0.200.001.138
Electroválvula 5/2, reacción neumática	2,5...8 bar	0.251.002.322 / ---	0.200.001.139
Electroválvula 5/2, reacción a resorte	2,5...8 bar	0.251.002.522 / ---	0.200.001.139
Electroválvula 5/2, biestable por impulsos eléctricos	1...8 bar	0.251.002.722 / ---	0.200.001.172
Electroválvula 5/3 centro cerrado	2,5...8 bar	0.251.002.922 / ---	0.200.001.172
Electroválvula 5/3 centro abierto	2,5...8 bar	0.251.003.122 / ---	0.200.001.172
Electroválvula 5/3 centro a presión	2,5...8 bar	0.251.008.322 / ---	0.200.001.172

Para más características de los solenoides, ver página 2.6.1.1

En los códigos de las electroválvulas reemplazar los guiones luego de la barra por los valores de la tabla siguiente, según la tensión seleccionada para el solenoide.

Ejemplo: una válvula 0.251.002.322 / - - con tensión 220V 50/60Hz, debe solicitarse 0.251.002.322 / 901

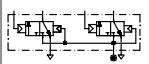
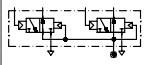
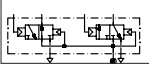
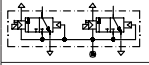
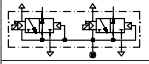
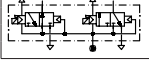
Consultar por solenoides para ambientes peligrosos

Código adicional / ---	Tensión
901	220/230V - 50/60Hz
902	110V - 50/60Hz
903	24V - 50/60Hz
923	24 Vcc
913	12 Vcc

MiCRO

**Válvulas direccionales
5/2, 5/3 y 2x3/2**

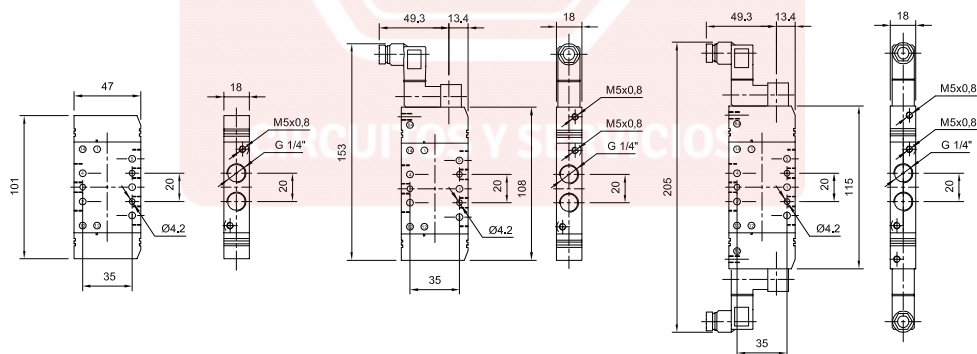
Serie VM18 1/4"

Válvulas 2 x 3/2	Descripción	Presión de trabajo	MiCRO	Kit de reparación
	2 Válvulas 3/2 normal cerradas, mando neumático	2,5...8 bar	0.251.008.522	0.200.001.138
	2 Válvulas 3/2 normal abiertas, mando neumático	2,5...8 bar	0.251.008.722	0.200.001.138
	2 Válvulas 3/2 NA + NC, mando neumático	2,5...8 bar	0.251.008.922	0.200.001.138
	2 Válvulas 3/2 normal cerradas, mando eléctrico	2,5...8 bar	0.251.009.122 / ---	0.200.001.172
	2 Válvulas 3/2 normal abiertas, mando eléctrico	2,5...8 bar	0.251.009.322 / ---	0.200.001.172
	2 Válvulas 3/2 NA + NC, mando eléctrico	2,5...8 bar	0.251.009.522 / ---	0.200.001.172

Mando neumático

Mando electroneumático simple

Mando electroneumático doble

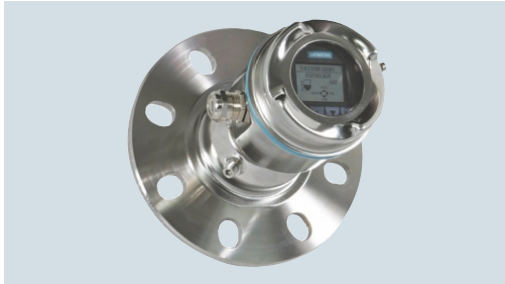


Medida de nivel

Medición continua - Transmisores radar

SITRANS LR560

Sinopsis



4

SITRANS LR560 es un transmisor de nivel por radar FMCW a 2 hilos y 78 GHz. Se utiliza para la medida de nivel en continuo sin contacto en sólidos a una distancia máxima de 100 m (329 ft).

Beneficios

- Diseño robusto y duradero de acero inoxidable para entornos industriales
- 78 GHz alta frecuencia y haz estrecho de emisión, montaje en conexión roscada o tubuladura prácticamente sin interferencias, óptima reflexión en materiales a granel con formación de talud
- Brida de fijación permite dirigir el haz hacia el punto de vaciado del depósito
- Antena de lente muy resistente a las adherencias
- Conexión para autolimpieza por aire comprimido para materiales sólidos muy adherentes
- Interfaz gráfica de usuario (LDI) para programación y diagnóstico local

Gama de aplicación

SITRANS LR560 ofrece alto rendimiento plug & play ideal para todas las aplicaciones en las que se requiera la medida de sólidos, incluyendo polvo y temperaturas extremas hasta 200 °C (392 °F). El instrumento se caracteriza por su diseño único, y se programa sin levantar la tapa mediante un programador manual por infrarrojos intrínsecamente seguro.

SITRANS LR560 incluye una interfaz opcional gráfica de usuario (LDI) que simplifica la puesta en marcha y la operación con un Asistente de arranque rápido intuitivo e indicación del perfil de eco para soporte diagnóstico. El transmisor de radar se pone rápidamente en funcionamiento con el Asistente Quick Start y sólo algunos parámetros.

SITRANS LR560 mide prácticamente cualquier material sólido en un rango máximo de 100 m (328 ft).

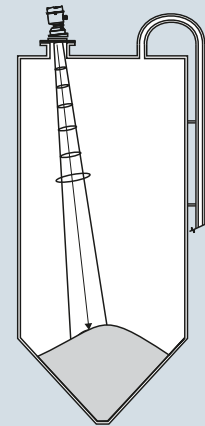
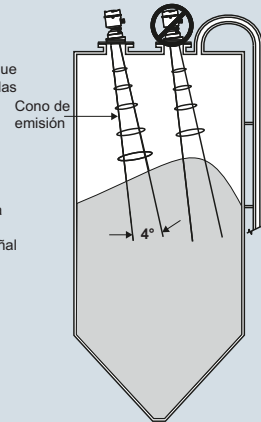
- Principales Aplicaciones: polvo de hormigón, polvo/gránulos de plástico, granos, carbón, polvo de madera, cenizas volantes

Configuración

Instalación

Note:

- El ángulo de dispersión se define como el ángulo en que la densidad de energía de las ondas de radar es la mitad del valor de la densidad de energía máxima
- La densidad de energía máxima se encuentra alineada, frente a la antena
- Las microondas que se emiten fuera del haz de señal pueden reflejarse en elementos estructurales y provocan interferencias



Una adecuada orientación del instrumento ayuda a optimizar las mediciones.

Instalación SITRANS LR560, dimensiones en mm (inch)

Medida de nivel

Medición continua - Transmisores radar

SITRANS LR560

Datos técnicos

Modo de operación		Alimentación eléctrica													
Principio de medida	Medición de nivel por radar	4 ... 20 mA/HART	24 V DC nominal (máx. 30 V DC); máx. 550 Ω												
Frecuencia	78 GHz FMCW	PROFIBUS PA/Foundation Fieldbus	13,5 mA 9 ... 32 V DC, conforme a IEC 61158-2												
Distancia mínima detectada	400 mm (15.75 inch) desde el punto inicial de medida (referencia sensor)	Certificados y aprobaciones													
Máximo rango de medida ¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> Versión 40 m (131 ft) Versión 100 m (328 ft) 	Uso general	CSA _{US/C} , CE, FM												
Salida		Radiointerferencia	Europa (R&TTE), FCC, Industry Canada, RCM												
Salida analógica	4 ... 20 mA	Atmósferas potencialmente explosivas	<ul style="list-style-type: none"> Europa/Internacional <ul style="list-style-type: none"> IECEX SIR 09.0149X ATEX II 1D, 1/2D, 2D Ex ta IIIC T139 °C Da IP68 ATEX II 3G Ex nA II T4 Gc Ex nL IIC T4 Gc FM/CSA Clase II, Div. 1, Grupos E, F, G Clase III T4 FM/CSA Clase I, Div. 2, Grupos A, B, C, D, T4 NEPSI Ex nA II T4 Ex nL IIC T4 DIP A20 TA, T139 °C, IP68 INMETRO BR-Ex nA/nL II T4 IP68 EE.UU./Canadá China Brasil 												
Comunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> HART Opcional: PROFIBUS PA Opcional: FOUNDATION Fieldbus 	Programación													
Fail-safe (autoprotección)	<ul style="list-style-type: none"> Programable: alto, bajo o mantenimiento (pérdida de eco) NE43 programable 	Programador portátil marca Siemens, intrínsecamente seguro	Interfaz de infrarrojos												
Rendimiento (según condiciones de referencia IEC 60770-1)		<ul style="list-style-type: none"> Aprobaciones (programador portátil) 	Versión IS: ATEX II 1GD Ex ia IIC T4 Ga Ex iaD 20 T135 °C T _a = -20 ... +50 °C CSA/FM Clase I, II, y III, Div. 1, Grupos A, B, C, D, E, F, G, T6 T _a = 50 °C												
Máximo error medido (incluyendo histéresis y no reproducibilidad) ²⁾	5 mm (0.2 inch)	Comunicador portátil	Comunicador HART 375/475												
Condiciones de trabajo (según condiciones de referencia IEC 60770-1)		PC	SIMATIC PDM, AMS, PACTware												
Condiciones de montaje	Interior/exterior	Pantalla (local)	Interfaz local con indicación del asistente de instalación y de perfiles de ecos												
<ul style="list-style-type: none"> Ubicación 		Temperatura y presión de proceso													
Condiciones ambientales (caja)	-40 ... +80 °C (-40 ... +176 °F)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Versión</th> <th>Acero inoxidable</th> <th>Brida de orientación: -1 ... 0,5 bar</th> <th>Brida de orientación: -1 ... 3,0 bar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40 m</td> <td>-40 ... +100 °C (-40 ... +212 °F)</td> <td>-40 ... +100 °C (-40 ... +212 °F)</td> <td>-40 ... +100 °C (-40 ... +212 °F)</td> </tr> <tr> <td>100 m</td> <td>-40 ... +200 °C (-40 ... +392 °F)</td> <td>-40 ... +200 °C (-40 ... +392 °F)</td> <td>-40 ... +120 °C (-40 ... +248 °F)</td> </tr> </tbody> </table>		Versión	Acero inoxidable	Brida de orientación: -1 ... 0,5 bar	Brida de orientación: -1 ... 3,0 bar	40 m	-40 ... +100 °C (-40 ... +212 °F)	-40 ... +100 °C (-40 ... +212 °F)	-40 ... +100 °C (-40 ... +212 °F)	100 m	-40 ... +200 °C (-40 ... +392 °F)	-40 ... +200 °C (-40 ... +392 °F)	-40 ... +120 °C (-40 ... +248 °F)
Versión		Acero inoxidable	Brida de orientación: -1 ... 0,5 bar	Brida de orientación: -1 ... 3,0 bar											
40 m		-40 ... +100 °C (-40 ... +212 °F)	-40 ... +100 °C (-40 ... +212 °F)	-40 ... +100 °C (-40 ... +212 °F)											
100 m	-40 ... +200 °C (-40 ... +392 °F)	-40 ... +200 °C (-40 ... +392 °F)	-40 ... +120 °C (-40 ... +248 °F)												
<ul style="list-style-type: none"> temperatura ambiente categoría de instalación grado de contaminación 	4														
Condiciones de medida															
Constante dieléctrica ε _r	> 1,6														
Temperatura y presión de proceso	Ver el gráfico abajo														
Construcción mecánica															
Caja	Acero inoxidable 316L/1.4404 M20 x 1,5, ó ½" NPT con adaptador 1/8" NPT, 30 cfm, máx. 100 psi														
<ul style="list-style-type: none"> Características constructivas Entrada de cables Conexión para autolimpieza Material de la lente 		<ul style="list-style-type: none"> Versión 40 m: PEI Versión 100 m: PEEK La utilización continua del sistema de limpieza con sólidos abrasivos puede dañar la antena de lente. Se recomienda limpiar la antena cada hora durante unos pocos segundos													
Grado de protección	Tipo 4X/NEMA 4X, Tipo 6/NEMA 6, IP68 con la tapa cerrada														
Peso	3,15 kg (6.94 lb) con brida 3 inch														
Interfaz opcional con pantalla local	Pantalla gráfica de cristal líquido con gráfico de barras (indicación del nivel)														
Conexiones al proceso	<ul style="list-style-type: none"> Bridas de superficie plana³⁾ <ul style="list-style-type: none"> 3, 4, 6 inch/80, 100, 150 mm, acero inoxidable 304 3, 4, 6 inch/80, 100, 150 mm, acero inoxidable 316L/1.4404 ó 316L/1.4435 Bridas de orientación³⁾ <ul style="list-style-type: none"> 3, 4, 6 inch/80, 100, 150 mm, fundición de aluminio con revestimiento en polvo de poliuretano 														

4

¹⁾ Desde el punto de referencia sensor

²⁾ En condiciones de funcionamiento extremas, con interferencias EMI/CEM definidas por la norma IEC 61326-1 o NAMUR NE21, el error máximo tolerado del dispositivo puede aumentar hasta 25 mm (1 inch)

³⁾ Brida universal compatible con patrón de pernos de brida EN 1092-1 (PN 16)/ASME B16.5 (150 lb)/JIS 2220 (10K).

Medida de nivel

Medición continua - Transmisores radar

SITRANS LR560

4

Datos para selección y pedidos	Referencia	Datos para selección y pedidos	Clave
SITRANS LR560	7ML5440-	Otros diseños	
Transmisor de nivel por radar FMCW a 2 hilos y 78 GHz, para la monitorización continua de nivel de materiales sólidos. Rango máximo 100 m (329 ft).	0 0 -	Complete la referencia con la extensión "-Z" y especifique la(s) clave(s).	
El programador manual debe pedirse por separado.		Enchufe M12 y conector correspondiente ¹⁾²⁾³⁾	● A50
➤ Haga clic en la referencia para la configuración online en el PIA Life Cycle Portal.		Enchufe 7/8 inch y conector correspondiente ¹⁾³⁾⁷⁾	● A55
Rango de medida y temperatura de proceso		Placa de acero inoxidable [69 x 50 mm (2.71 x 1.97 inch)]; Número/identificación del punto de medida (máx. 27 caracteres); indique con texto simple	● Y15
40 m (131 ft) máx. rango, -40 ... +100 °C	● 0	Certificado de prueba del fabricante: M conforme DIN 55350, Sección 18 y ISO 9000	● C11
100 m (329 ft) máx. rango, -40 ... +200 °C	● 1	Certificado de prueba Tipo 3.1/EN 10204 ⁴⁾	● C12
Conexión al proceso		Aparato preajustado para autoprotección < 3,6 mA ⁵⁾ , conforme NAMUR NE43	● N07
Brida universal de cara plana compatible con bridas ANSI/DIN/JIS		Instrucciones de servicio para instrumento HART	Referencia
3 inch/80 mm, acero inoxidable 304	● A	Inglés	A5E34647946
4 inch/100 mm, acero inoxidable 304	● B	Alemán	7ML1998-5KB32
6 inch/150 mm, acero inoxidable 304	● C	Manual para la puesta en marcha rápida (multilingüe)	A5E32052143
3 inch/80 mm, acero inoxidable 316L	● D	El volumen de suministro de este aparato incluye un DVD Siemens Milltronics con todas las guías para la puesta en marcha rápida ATEX y las instrucciones de servicio.	
4 inch/100 mm, acero inoxidable 316L	● E	Instrucciones de servicio para instrumento PROFIBUS PA	
6 inch/150 mm, acero inoxidable 316L	● F	Inglés	A5E34648471
3 inch/80 mm, aluminio pintado, con brida de fijación integrada ¹⁾	● G	Alemán	7ML1998-5LT32
4 inch/100 mm, aluminio pintado, con brida de fijación integrada ¹⁾	● H	Manual para la puesta en marcha rápida (multilingüe)	A5E32043113
6 inch/150 mm, aluminio pintado, con brida de fijación integrada ¹⁾	● J	El volumen de suministro de este aparato incluye un DVD Siemens Milltronics con todas las guías para la puesta en marcha rápida ATEX y las instrucciones de servicio.	
Caja (con entrada de cables)		Instrucciones de servicio para instrumento FOUNDATION Fieldbus	
Acero inoxidable, 1 X 1/2" NPT	● A	Inglés	A5E34648692
Acero inoxidable, 1 X M20 x 1,5 (incluye prensacables de plástico)	● B	Alemán	7ML1998-5LY32
Presión nominal		Manual para la puesta en marcha rápida (multilingüe)	A5E32034712
0,5 bar g (7.5 psi g) máx.	● 0	El volumen de suministro de este aparato incluye un DVD Siemens Milltronics con todas las guías para la puesta en marcha rápida ATEX y las instrucciones de servicio.	
3 bar g (40 psi g) máx.	● 1	Accesorios	
Salida/Comunicaciones		Programador manual intrínsecamente seguro	7ML1930-1BK
4 ... 20 mA, HART	● A	Interfaz gráfica local	7ML1930-1FJ
PROFIBUS PA	● B	Cubierta de protección, acero inoxidable 304	7ML1930-1FK
FOUNDATION Fieldbus	● C	Tapa con ventana	7ML1930-1FL
Aprobaciones		Un pasacables metálico M20 x 1,5, para temperaturas de -40 ... +80 °C (-40 ... +176 °F), HART ⁶⁾	7ML1930-1AP
Uso general, CSA _{US/C} , Industry Canada, FCC, CE, R&TTE, RCM	● A	Un pasacables metálico M20 x 1,5, para temperaturas -40 ... +80 °C (-40 ... +176 °F), PROFIBUS PA ⁶⁾	7ML1930-1AQ
CSA/FM Clase I, Div. 2, Grupos A, B, C, D, Clase II, Div. 1, Grupos E, F, G, Clase III	● B	SITRANS RD100, indicador alimentado por bucle - véase el Capítulo 7	7ML5741-...
ATEX II 1 D, 1/2 D, 2 D, 3G Ex nA/nL, CE, R&TTE, RCM	● C	SITRANS RD200, indicador con entrada universal y comunicación Modbus - véase Capítulo 7	7ML5740-...
Interfaz gráfica local		SITRANS RD300, indicador doble línea con totalizador, curva de linealización y comunicación Modbus - véase Capítulo 7	7ML5744-...
Sin interfaz LDI (Local Display Interface)	● 1	SITRANS RD500, gestor de datos remoto con acceso web para la instrumentación - véase Capítulo 7	7ML5750-...
Con interfaz LDI (Local Display Interface)	● 2	Para detección de nivel auxiliar - véase Detección de nivel	

¹⁾ Hasta 120 °C max. en combinación con Presión, opción 1

● Ofrecemos plazos de entrega cortos para las configuraciones identificadas con el símbolo Quick Ship ●. Para más detalles véase la página 9/5 en el anexo.

¹⁾ Sólo en combinación con la Aprobación, Opción A

²⁾ Sólo en combinación con la Caja/carcasa Opción B

³⁾ Sólo en combinación con la Salida/Comunicación opciones B y C.

⁴⁾ Sólo en combinación con la opción de Presión 1

⁵⁾ Sólo en combinación con la Salida/Comunicación opción A.

⁶⁾ Producto suministrado con pasacables de plástico, para temperaturas de -20 °C. Para temperaturas hasta -40 °C se recomienda un prensaestopas metálico

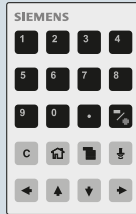
⁷⁾ Sólo en combinación con Caja, opción A (rosca NPT)

● Ofrecemos plazos de entrega cortos para las configuraciones identificadas con el símbolo Quick Ship ●. Para más detalles véase la página 9/5 en el anexo.

Opciones

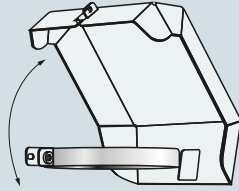
Programador portátil

Referencia:
7ML1930-1BK



Cubierta de protección solar
(acero inoxidable 304)

Referencia:
7ML1930-1FK



Programador portátil SITRANS LR560 y cubierta de protección solar

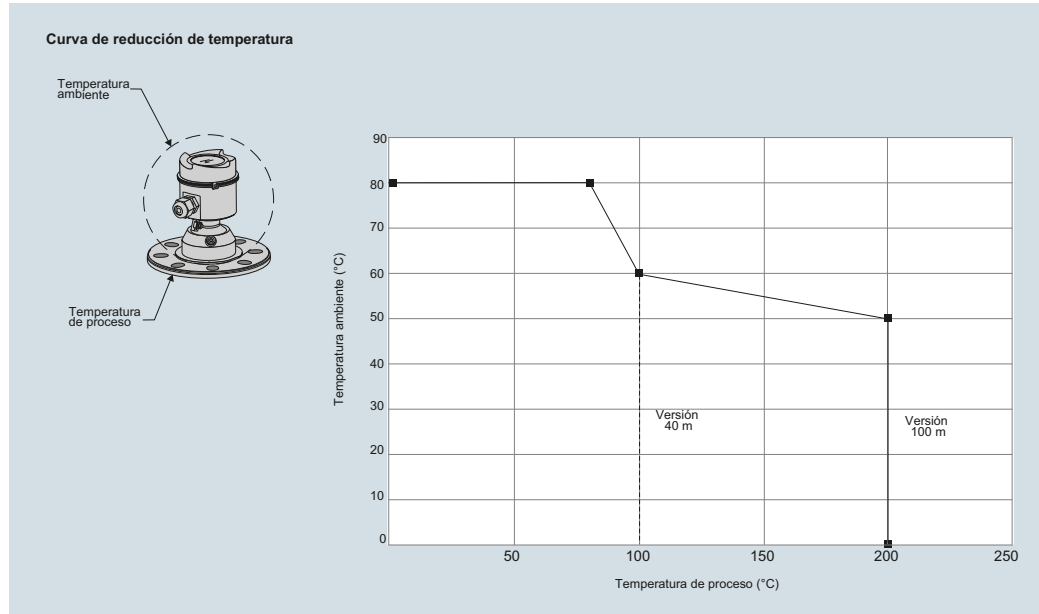
Medida de nivel

Medición continua - Transmisores radar

SITRANS LR560

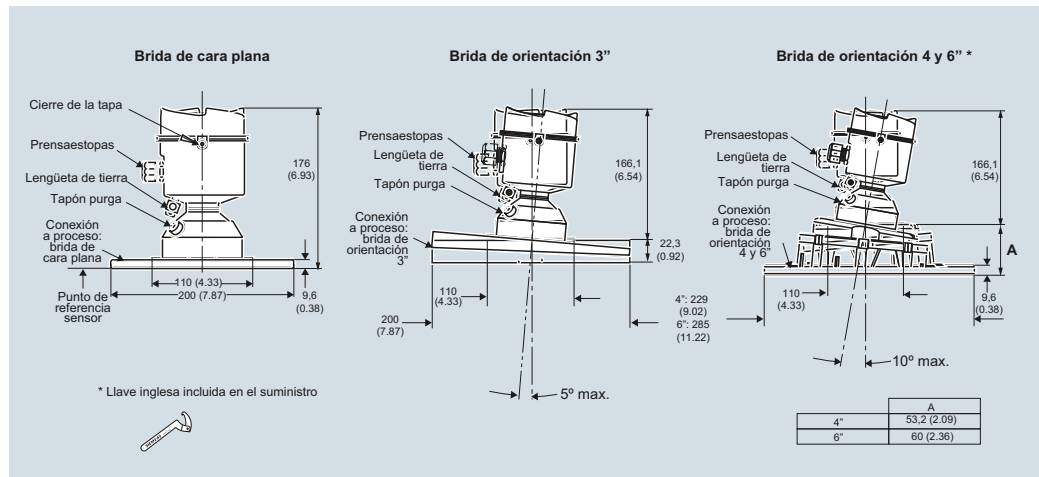
Características

4



Curva de reducción de temperatura SITRANS LR560

Croquis acotados



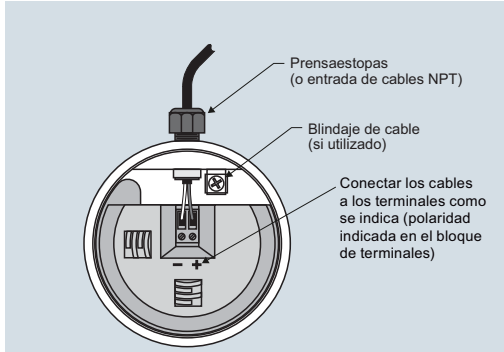
SITRANS LR560, dimensiones en mm (inch)

Medida de nivel

Medición continua - Transmisores radar

Opciones especiales para SITRANS LR560

Diagramas de circuitos



Notas:

1. Dependiendo de la(s) aprobación(es) el suministro puede incluir prensaestopas y clavijas especiales.
2. Para garantizar la conformidad con los requisitos de seguridad (IEC 61010-1), los bornes de conexión (CC) deberían recibir el suministro eléctrico de una fuente que provea el aislamiento eléctrico (entrada/salida).
3. Todo el cableado en el campo debe contar con el aislamiento adecuado para los voltajes previstos.
4. Utilizar un cable de par trenzado apantallado (14 ... 22 AWG) para la versión HART.
5. Para la instalación eléctrica deben observarse las normas y disposiciones pertinentes. Pueden ser necesarios cables y conductos separados.

Conexiones SITRANS LR560

Datos para selección y pedidos

Opciones especiales para SITRANS LR560

	Referencia
Módulos electrónicos LR560	
Módulo electrónico LR560, HART, rango de medida 100 m, compatible con 7ML54401XX00XAXX, sin caja o conexión al proceso.	7ML1830-3AC
Módulo electrónico LR560, PROFIBUS PA, rango de medida 100 m, compatible con 7ML54401XX00XBXX, sin caja y sin conexión al proceso.	7ML1830-3AH
Módulo electrónico LR560, FOUNDATION Fieldbus, rango de medida 100 m, compatible con 7ML54400XX00XCXX, sin caja y sin conexión al proceso.	7ML1830-3AJ
Módulo electrónico LR560, HART, rango de medida 40 m, compatible con 7ML54400XX00XAXX, sin caja o conexión al proceso.	7ML1830-3AK
Módulo electrónico LR560, PROFIBUS PA, rango de medida 40 m, compatible con 7ML54400XX00XBXX, sin caja y sin conexión al proceso.	7ML1830-3AL
Módulo electrónico LR560, FOUNDATION Fieldbus, rango de medida 40 m, compatible con 7ML54400XX00XCXX, sin caja y sin conexión al proceso.	7ML1830-3AM
Kits para LR560, varias piezas de recambio	
Kit, junta para tapa, EPDM, LR560	7ML1830-3AA
Kit, llave para bridas de orientación 4" y 6", LR560	7ML1830-3AB
Kit, juntas tóricas para brida de orientación Aimer 3", LR560	7ML1830-3AD
Kit, juntas tóricas para brida de orientación Aimer 4", LR560	7ML1830-3AE
Kit, juntas tóricas para brida de orientación Aimer 6", LR560	7ML1830-3AF
Kit, tornillo de tapa y tapón para purga con llaves macho hexagonales, LR560	7ML1830-3AG
Kit, tapa sin ventanilla, LR560	7ML1830-3AP

Para más detalles contacte ceg.smpi@siemens.com.



Indicador N1540

INDICADOR DE PROCESO - MANUAL DE INSTRUCCIONES – V2.0x

PRESENTACIÓN

El N1540 es un indicador de procesos sumamente versátil. Posee una amplia lista de tipos de entrada, desde termocuplas y termoresistencias hasta señales lineales de tensión y corriente eléctricas, que permiten al dispositivo indicar las más diversas variables en los más diversos procesos.

También cuenta con funciones de Alarma, offset de indicación, protección de la configuración, comunicación serial, indicación en grados *Celsius* (°C) o *Fahrenheit* (°F), entre otras.

La configuración puede ser efectuada directamente en el indicador o a través de la interface USB. El software *NConfig* (gratis) es la herramienta usada para la gestión de la configuración. Cuando se conecta a la USB de un ordenador con sistema operacional *Windows*, el indicador es detectado como un puerto de comunicación serie (COM) que opera con el protocolo Modbus RTU.

A través de la interface USB, aunque desconectada la alimentación, se puede guardar la configuración establecida en un archivo, e esta puede ser copiada a otros equipos que requieran de los mismos parámetros de configuración.

RECURSOS

ENTRADA DE SEÑAL (INPUT)

El tipo de entrada a ser utilizado por el indicador es definido en la configuración del equipo. La **Tabla 01** presenta las opciones de entrada disponibles al usuario.

TIPO	CÓDIGO	RANGO DE MEDICIÓN
J	tc J	Rango: -110 a 950 °C (-166 a 1742 °F)
K	tc P	Rango: -150 a 1370 °C (-238 a 2498 °F)
T	tc E	Rango: -160 a 400 °C (-256 a 752 °F)
N	tc n	Rango: -270 a 1300 °C (-454 a 2372 °F)
R	tc r	Rango: -50 a 1760 °C (-58 a 3200 °F)
S	tc S	Rango: -50 a 1760 °C (-58 a 3200 °F)
B	tc b	Rango: 400 a 1800 °C (752 a 3272 °F)
E	tc E	Rango: -90 a 730 °C (-130 a 1346 °F)
Pt100	Pt	Rango: -200 a 850 °C (-328 a 1562 °F)
0-20 mA	LQ20	Señal Analógica Lineal Indicación programable de -2000 a 30000.
4-20 mA	L420	
0-5 mV	LQ5	
0-5 Vcc	LQ5	
0-10 Vcc	LQ10	
4-20 mA NO LINEAL	Ln J Ln P Ln E Ln n Ln r Ln S Ln b Ln E LnPt	

Tabla 01 - Tipos de entradas

ALARMAS

El indicador posee dos alarmas. Cada alarma presente se asocia a una salida con el mismo nombre: ALM1 y ALM2.

Estas alarmas pueden ser configuradas para operar las diferentes funciones descritas en la **Tabla 02**.

oFF	Alarma apagada.	
Lo	Alarma de Valor Mínimo Absoluto. Se activa cuando el valor de PV está debajo del valor definido por el Setpoint de alarma (SPA1 o SPA2).	
Hi	Alarma de Valor Máximo Absoluto. Se activa cuando el valor de PV está arriba del valor definido por el Setpoint de alarma.	
dIF	Alarma de Valor Diferencial. En esta función los parámetros "SPA1" y "SPA2" representan errores (diferencia) entre PV y un valor de referencia ALrF .	
	SPA1 positivo	SPA1 negativo
dIFL	Alarma de Valor Mínimo Diferencial. Dispara cuando el valor de PV está debajo del punto definido por: ALrF-SPA1 (utilizando alarma 1 como ejemplo).	
	SPA1 positivo	SPA1 negativo
dIFH	Alarma de Valor Máximo Diferencial. Dispara cuando el valor de PV está arriba del punto definido por: ALrF+SPA1 (utilizando alarma 1 como ejemplo).	
	SPA1 positivo	SPA1 negativo
IErr	Alarmas de Sensor Abierto (<i>Sensor Break Alarm</i>). Activada cuando la Entrada presenta problemas de rotura del sensor, mala conexión, etc.	

Tabla 02 – Funciones de alarma

Nota: Las figuras también son válidas para la Alarma 2 (SPA2).

BLOQUEO INICIAL DE ALARMA

La opción de **bloqueo inicial** inhibe el accionamiento de la alarma en caso que exista una condición de alarma en el proceso en el momento en que el indicador es conectado. La alarma solamente es habilitada después que el proceso pasa por una condición de no alarma.

El bloqueo inicial es útil, por ejemplo, cuando una de las alarmas está configurada como alarma de valor mínimo, lo que puede causar el accionamiento de la alarma en el momento de arranque del proceso, comportamiento muchas veces indeseado.

El bloqueo inicial no es válido para la función **IErr** (Sensor Abierto).

OFFSET

Recurso que permite al usuario realizar pequeño ajuste en la indicación de PV. Permite corregir errores de medición que aparecen, por ejemplo, en la sustitución del sensor de temperatura.

MÍNIMO Y MÁXIMO

El indicador continuamente registra los valores extremos de las medidas (mínimos y máximos). Estos valores extremos pueden ser observados a cualquier momento por el operador. A través de las teclas F1 (mínimos) y F2 (máximos), cuando presionadas por 3 segundos, el usuario tiene acceso a estos valores.

Para borrar los valores almacenados y comenzar un nuevo ciclo de monitoreo de los puntos extremos, sólo hay que pulsar **simultáneamente** las teclas F1 y F2. Al apagar el indicador, las informaciones de máximo e mínimo no son guardadas.

LINEARIZACIÓN PERSONALIZADA

Es una función que permite la medición exacta de las señales de entrada con características no lineales.

La linealización consiste en dividir la curva de calibración de la señal de entrada en segmentos de ganancia variable. Cada segmento consiste en un punto de inicio y un punto final. Para cada punto de entrada (**InP.xx**) se define una indicación respectiva de salida (**OutP.xx**).

La señal de entrada debe presentar una respuesta siempre creciente.

Se aplica a los tipos de entrada 0-20 mA, 4-20 mA, 0-50 mV, 0-5 V y 0-10 V.

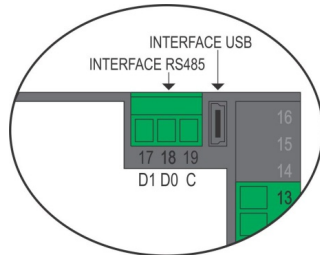
FUENTE DE TENSIÓN AUXILIAR - 24 VCC

Otro recurso disponible en el indicador es una fuente de tensión auxiliar. Es propia para alimentación de transmisores de proceso que generan la señal de entrada para el indicador.

Disponible en los terminales 13 y 14 del conector trasero.

COMUNICACIÓN SERIAL

Para informaciones completas consulte la **Tabla de Registradores N1540 para Comunicación Serial** disponible para **download** en el **web site** - www.novusautomation.com.

**INTERFACE USB**

La interface USB se utiliza para CONFIGURACIÓN o MONITOREO del indicador. Para CONFIGURACIÓN debe ser utilizado el software **NConfig**, que ofrece recursos para crear, visualizar, guardar y abrir configuraciones a partir del equipo o de archivos en el ordenador. Los recursos de guardar y abrir configuraciones en archivos permiten la transferencia de configuraciones entre equipos diferentes y la realización de hacer copias de seguridad. Para algunos modelos específicos, el **NConfig** permite también actualizar el firmware (software interno) del indicador a través de la interface USB.

Para el MONITOREO se puede usar cualquier software de supervisión (SCADA) o de laboratorio que ofrezca soporte a la comunicación MODBUS RTU con un puerto de comunicación serie. Cuando está conectado al puerto USB de un ordenador, el indicador es reconocido como un puerto serie convencional (COM x). Utilizar el **NConfig** o consultar el ADMINISTRADOR DE DISPOSITIVOS en el PANEL DE CONTROL del **Windows** para identificar el puerto COM que fue designado al indicador. Consultar el mapa de la

memoria MODBUS en manual de comunicación del indicador y la documentación de su software de supervisión para realizar o MONITOREO.

Seguir el procedimiento descrito a continuación para utilizar la comunicación USB del equipo:

1. Descargar el programa **NConfig** de nuestra página web e instalar el mismo en el ordenador. Además del software serán instalados los drivers USB necesarios para la comunicación.
2. Conectar el cable USB en el equipo y en el ordenador. El indicador no necesita ser alimentado, la USB proporcionará la energía necesaria para la comunicación (otras funciones del equipo puede ser que no operen sin la conexión de energía).
3. Ejecutar el software **NConfig**, configurar la comunicación e iniciar la detección del dispositivo.
4. Consultar la Ayuda del **NConfig** para ver instrucciones en detalle de uso y la solución de problemas.

	<p>La interface USB NO ESTÁ AISLADA de la entrada de la señal (PV) ni de las entradas y salidas digitales del indicador. Su propósito es el uso temporario durante la CONFIGURACIÓN y para períodos definidos de MONITOREO. Para asegurar la seguridad del personal y de los equipos, esta interface solo se debe utilizar con el equipo totalmente desconectado de los cables de señal, tanto los de entrada como los de salida. El uso de la USB en cualquier otra condición de conexión es posible, pero requiere de un análisis cuidadoso de parte del responsable por la instalación. Para MONITOREO por largos períodos y con las entradas y salidas conectadas se recomienda usar la interface RS485, disponible instalada o como opcional en la mayor parte de nuestros productos.</p>
--	--

INSTALACIÓN / CONEXIONES

El indicador debe ser fijado en el panel, siguiendo la secuencia de pasos abajo:

- Hacer un recorte de 93 x 45,5 mm en el panel;
- Retirar las presillas de fijación del indicador;
- Insertar el indicador en el recorte por el frente del panel;
- Recolocar la presilla presionando hasta obtener una firme fijación.

ALERTAS DE SEGURIDAD

Los símbolos abajo son usados en el equipo y a lo largo de este manual para llamar la atención del usuario para informaciones importantes relacionadas con la seguridad y el uso del equipo.

CUIDADO: Lea completamente el manual antes de instalar y operar el equipo	CUIDADO O PELIGO: Riesgo de choque eléctrico

Todas las recomendaciones de seguridad que aparecen en este manual deben ser observadas para garantizar la seguridad personal y prevenir daños al instrumento o sistema. Si el instrumento es utilizado de una manera distinta a la especificada en este manual, las protecciones de seguridad del equipo pueden no ser eficaces.

CONEXIONES ELÉCTRICAS

La disposición de los recursos en el panel trasero del indicador es mostrada en la **Figura 01**:

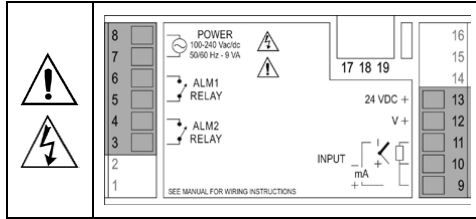


Figura 01 – Panel trasero del indicador

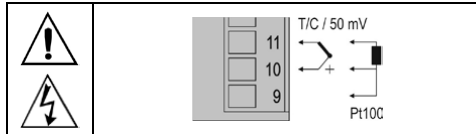


Figura 02 - Conexiones de Pt100 tres hilos, Termocuplas y señal de 50 mV

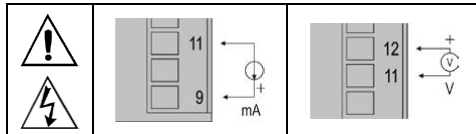


Figura 03 - Conexiones de señales de corriente (mA) y tensión (V)

Una aplicación típica de la fuente de tensión auxiliar es la alimentación de transmisores de campo, tipo 4-20 mA, dos hilos. La **Figura 04** presenta las conexiones necesarias para esta aplicación.

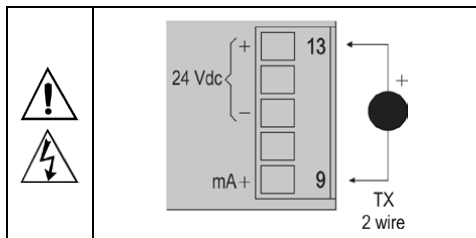


Figura 04 – Ejemplo de utilización de la fuente de tensión auxiliar del indicador

RECOMENDACIONES PARA LA INSTALACIÓN

- Conductores de señales de entrada, deben recorrer la planta del sistema separados de los conductores de salida y de alimentación, si es posible en electroductos con puesta a tierra.
- La alimentación de los instrumentos electrónicos debe venir de una red propia para instrumentación.
- Es recomendable el uso de FILTROS RC (eliminador de ruido) en bobinas de contactoras, solenoides, etc.
- En aplicaciones de control es esencial considerar lo que puede ocurrir cuando cualquier parte del sistema falla. Los dispositivos internos del indicador no garantizan protección total.

OPERACIÓN

El panel frontal del indicador, con sus partes, puede ser visto en la **Figura 05**:



Figura 05 - Identificación de las partes del panel frontal

Display: Presenta la variable medida, símbolos de los parámetros de configuración y sus respectivos valores/condiciones.

Señalizadores A1 y A2: señalizan la ocurrencia de una condición de alarma.

Tecla P: Tecla utilizada para avanzar ciclos y parámetros durante la configuración del indicador.

F1 / ▲ Tecla de aumento y F2 / ▼ Tecla de Disminución: Estas teclas permiten alterar los valores de los parámetros.

Tecla ◀: Tecla utilizada para retroceder parámetros durante la configuración.

INICIALIZACIÓN

Al ser energizado el indicador presenta, en los 3 primeros segundos, el número de la versión de *software* presente, luego pasa a presentar en el *display* el valor de la variable de proceso (PV). Esta es la **Pantalla de Indicación**.

Para ser utilizado, el indicador necesita ser configurado previamente. La configuración consiste en la definición de cada uno de los diversos parámetros presentados. El usuario debe entender la importancia de cada parámetro y, para cada uno, determinar una condición válida o un valor válido.

Los parámetros de configuración están reunidos en grupos de afinidades, llamados ciclos de parámetros. Los 4 ciclos de parámetros son:

- Operación
- Alarmas
- Entrada
- Calibración

La tecla **P** da acceso a los ciclos y a los parámetros de estos ciclos:

Manteniendo presionada la tecla **P**, cada 2 segundos el indicador salta de un ciclo al otro, presentando el primer parámetro de cada ciclo:

PV >> F_uR I >> L_YP E >> P_AS S >> P_V ...

Para entrar en el ciclo deseado, basta soltar la tecla **P** cuando su primero parámetro es presentado. Para avanzar sobre los parámetros de este ciclo, utilizar la tecla **P** con toques cortos. Para retroceder parámetros, utilizar la tecla ◀.

Cada parámetro tiene su símbolo presentado en el *display* mientras su respectivo valor / condición.

En función de la **Protección de la Configuración** adoptada, el parámetro **PASS** es presentado como primer parámetro del ciclo donde comienza la protección. Ver capítulo **Protección de la Configuración**.

DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS

CICLO DE OPERACIÓN

PV	Pantalla Indicación de PV. Valor de la variable medida.
SPR1 SPR2 <i>SetPoint Alarm</i>	SP de Alarma: Valor que define el punto de actuación de las alarmas. Para las alarmas programadas con las funciones del tipo Diferencial , estos parámetros definen diferencia máximas aceptadas entre PV y un valor de referencia definido en el parámetro RLRF . Parámetros mostrados en este ciclo apenas cuando así definido en los parámetros SP1E y SP2E .

CICLO DE ALARMAS

FUR1 FUR2	Funciones de las Alarmas 1 y 2. Define las funciones de las alarmas entre las opciones de la Tabla 02 .
RLRF <i>Alarm Reference</i>	Valor de referencia utilizado para las alarmas con función diferencial, diferencial mínimo o diferencial máximo.
SPR1 SPR2 <i>SetPoint Alarm</i>	SP de Alarma: Valor que define el punto de actuación de las salidas de alarma. Para las alarmas programados con las funciones del tipo Diferencial , estos parámetros definen desvíos. Para la función de alarma IErr este parámetro no es utilizado.
SP1E SP2E <i>SP Enable</i>	Permite presentación de los parámetros SPA1 y SPA2 también en el ciclo de operación del indicador. YES Muestra SPA1/SPA2 en el ciclo de operación. no No muestra SPA1/SPA2 en el ciclo de operación.
BLR1 BLR2 <i>Blocking Alarm</i>	Bloqueo inicial de Alarmas. YES habilita bloqueo inicial; no inhibe bloqueo inicial.
HYR1 HYR2 <i>Hysteresis of Alarm</i>	Histéresis de Alarma. Define la diferencia entre el valor de PV en que o alarma es conectada y el valor en que ella es apagada.
FLSh <i>Flash</i>	Permite señalar la ocurrencia de condiciones de alarma haciendo parpadear la indicación de PV en la pantalla de indicación. YES Habilita señalización de alarma titilando PV. no No habilita señalización de alarma titilando PV.

CICLO DE ENTRADA

ETYPE <i>Type</i>	Tipo de Entrada. Selección del tipo de la entrada utilizada por el indicador. Consulte la Tabla 01 .
FLtr <i>Filter</i>	Filtro Digital de Entrada - Utilizado para mejorar la estabilidad de la señal medida (PV). Ajustable entre 0 y 20. En 0 (cero) significa filtro apagado y 20 significa filtro máximo. Cuanto mayor el filtro, más lenta es la respuesta del valor medido.
dPPo <i>Decimal Point</i>	Determina la presentación del punto decimal.
un: t <i>Unit</i>	Define la unidad de temperatura que será utilizada: C Indicación en <i>Celsius</i> . F Indicación en <i>Fahrenheit</i> .
OFFS <i>Offset</i>	Parámetro que permite al usuario hacer correcciones en el valor de PV indicado.
InLL <i>Input Low Limit</i>	Define el valor inferior del rango de indicación cuando configurados los tipos de entrada de 0-20 mA, 4-20 mA, 0-50 mV, 0-5 V y 0-10 V.

InHL <i>Input High Limit</i>	Define el valor superior del rango de indicación cuando configurados los tipos de entrada de 0-20 mA, 4-20 mA, 0-50 mV, 0-5 V y 0-10 V.
bRud <i>Baud Rate</i>	Baud Rate de la comunicación serial. En kbps. 1.2, 2.4, 4.8, 9.6, 19.2, 38.4, 57.6 y 115.2. Presentado en los modelos con comunicación serial.
Prty <i>Parity</i>	Paridad de la comunicación serial. nonE Sin paridad EEEn Paridad par Odd Paridad impar Presentado en los modelos con comunicación serial.
Raddr <i>Address</i>	Dirección de Comunicación. Número que identifica el indicador en la red de comunicación serial, entre 1 y 247. Presentado en los modelos con comunicación serial.

CICLO DE LINEARIZACIÓN PERSONALIZADA

LEnBL	Permite la linealización personalizada. Al habilitar este parámetro, la indicación deberá cumplir con lo dispuesto en los puntos de ajuste definidos en los parámetros a continuación.
InPDD InP. ID	Aquí se definen los puntos finales de cada segmento de la linealización personalizada. Los valores deben ser definidos en la misma unidad de la señal de entrada.
outDD out. ID	Define las indicaciones correspondientes de cada segmento de la linealización personalizada. Valores en la unidad de indicación deseada (dentro dos Límites Inferior y Superior de la Indicación).

CICLO DE CALIBRACIÓN

Todos los tipos de entrada son calibrados en la fábrica. Si necesaria una recalibración, esta debe ser realizada por un profesional especializado. Si este ciclo es accedido accidentalmente, no realizar alteraciones en sus parámetros.

PASS	Password . Entrada de la Contraseña de Acceso. Este parámetro es presentado antes de los ciclos protegidos. Vea tópico Protección de la Configuración.
CAL Ib	Calibration . Habilita la posibilidad de calibración del indicador. Cuando no habilitada la calibración los parámetros relacionados son ocultados.
InLC	Input Low Calibration . Declaración de la señal de calibración de inicio del rango aplicado en la entrada.
InHC	Input High Calibration . Declaración de la señal de calibración de final del rango aplicado en la entrada.
rStr	Restore . Resgata las calibraciones de fábrica de entrada, desconsiderando toda y cualquier alteración realizada por el usuario.
CJ	Cold Junction . Temperatura de junta fría del indicador.
PASC	Password Chage . Permite definir una nueva contraseña de acceso, siempre diferente de cero.
Prot	Protection . Establece el Nivel de Protección. Vea Tabla 03 .
FrEQ	Frequency . Frecuencia de la red eléctrica local.
Sn H	Primeros 4 dígitos del número de serie del indicador.
Sn L	Últimos 4 dígitos del número de serie del indicador.

PROTECCIÓN DE CONFIGURACIÓN

El indicador permite la protección de la configuración elaborada por el usuario, impidiendo alteraciones indebidas. El parámetro **Protección (Prob)**, en el ciclo de Calibración, determina el nivel de protección a ser adoptado, limitando el acceso a los ciclos, conforme tabla abajo.

Nivel de protección	Ciclos protegidos
1	Sólo el ciclo de Calibración es protegido.
2	Ciclos de Linearización y Calibración están protegidos.
3	Ciclos de Entrada, Linearización y Calibración están protegidos.
4	Ciclos de Alarmas, Entrada, Linearización y Calibración están protegidos.

Tabla 03 – Niveles de Protección da Configuración

CONTRASEÑA DE ACCESO

Los ciclos protegidos, cuando accedados, solicitan al usuario la **Contraseña de Acceso** que, si insertada correctamente, da permiso para alteraciones en la configuración de los parámetros de estos ciclos. La contraseña de acceso es insertada en el parámetro **PRSS** que es mostrado en el primero de los ciclos protegidos. Sin la contraseña de acceso, los parámetros de los ciclos protegidos pueden ser sólo visualizados.

La contraseña de acceso es definida por el usuario en el parámetro Password Change (**PRSC**), presente en el ciclo de Calibración. Los indicadores salen de fábrica con la contraseña de acceso definida como 1111.

PROTECCIÓN DE LA CONTRASEÑA DE ACCESO


El indicador prevé un sistema de seguridad que ayuda a prevenir la entrada de innumerables contraseñas en el intento de acertar la contraseña correcta. Una vez identificada la entrada de 5 contraseñas inválidas seguidas, el indicador deja de aceptar contraseñas durante 10 minutos.

CONTRASEÑA MAESTRA

En el caso de un olvido eventual de la contraseña de acceso, el usuario puede utilizar el recurso de la Contraseña Maestra. Esta contraseña cuando insertada, da acceso con posibilidad de alteración SOLAMENTE al parámetro Password Change (**PRSC**) y permite al usuario la definición de una nueva contraseña de acceso para el indicador.

La contraseña maestra es compuesta por los tres últimos dígitos del número de serie del indicador **sumados** al número 9000.

Como ejemplo, para el equipo con número de serie 07154321, la contraseña maestra es 9321.

El número de serie del indicador puede ser obtenido presionando  por 5 segundos.

ESPECIFICACIONES

DIMENSIONES:96 x 48 x 34 mm
Recorte en el panel93,0 x 45,5 mm
Peso Aproximado: 75 g

ALIMENTACIÓN: 100 a 240 Vca/cc ($\pm 10\%$), 50/60 Hz
Opcional 24 V: 12 a 24 Vcc / 24 Vca (-10% / +20%)
Consumo máximo: 6 VA

CONDICIONES AMBIENTALES:

Temperatura de Operación: 0 a 50 °C
Humedad Relativa:80% @ 30 °C
Para temperaturas mayores que 30 °C, disminuir 3% por °C

Uso interno; Categoría de instalación II, Grado de contaminación 2; altitud < 2000 metros

ENTRADA: Conforme **Tabla 01**
Resolución Interna: 32767 niveles (15 bits)
Resolución del Display:32000 niveles (de -2000 hasta 30000)
Resolución del Temperatura: 0.1 / 1 °C / °F
Tasa de lectura de la entrada:hasta 55 por segundo
Precisión: Termocuplas J, K, T, E: 0.25 % del *span* ± 1 °C
..... Termocuplas N, R, S, B: 0.25 % del *span* ± 3 °C
..... Pt100: 0.2 % del *span*
..... mA, 0-50 mV, 0-5 V, 0-10 V: 0.2 % del *span*
Impedancia de entrada: ...Pt100, termocuplas, 0-50 mV: > 10 M Ω
..... 0-5 V, 0-10 V: > 500 k Ω
..... mA: 15 Ω
Medición de Pt100:Tipo 3 hilos, ($\alpha=0,00385$)
Con compensación de longitud del cable, 50 metros máx., corriente de excitación de 0,170 mA.

SALIDA ALM1:Relé SPST-NA; 240 Vca / 30 Vcc / 1,5 A

SALIDA ALM2:Relé SPST-NA; 240 Vca / 30 Vcc / 1,5 A

FUENTE DE TENSIÓN AUXILIAR: 24 Vcc ($\pm 5\%$) / 20 mA máx.

CAJA: IP65, Policarbonato (PC) UL94 V-2

CONECTORES: ABS+PC UL94 V-0

INTERFACE USB: 2.0, clase CDC (puerto serie virtual), protocolo MODBUS RTU.

INICIA OPERACIÓN: Después 3 segundos de encendido.

CERTIFICACIONES:    

IDENTIFICACIÓN

N1540	Versión básica.
N1540-24	Versión básica con alimentación de 24 Vcc
N1540-485	Versión con expansión comunicación RS485
N1540-485-24	Versión con RS485 y alimentación de 24 Vcc

Nota: Los señales de comunicación son aislados eléctricamente de los terminales de entrada (INPUT) y alimentación (POWER). No son aislados de la fuente de tensión auxiliar.

MANTENIMIENTO

Errores de conexión y programación inadecuada representan la mayoría de los problemas presentados en la utilización del indicador. Una revisión final puede evitar pérdidas de tiempo y perjuicios.

El indicador presenta algunos mensajes que tienen el objetivo de ayudar al usuario en la identificación de problemas.

MENSAJE	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA
---	Entrada abierta. Sin sensor o señal.
Err 1	Problemas de conexión y/o configuración. Revisar las conexiones hechas y la configuración.

Otros mensajes de errores presentados por el indicador representan daños internos que implican necesariamente en el envío del equipo para el mantenimiento.

CALIBRACIÓN DE LA ENTRADA

Todos los tipos de entrada del indicador salen calibrados de la fábrica, siendo la recalibración un procedimiento imprudente para operadores sin experiencia. Caso sea necesaria la recalibración de alguna escala, proceder como descrito a seguir:

- a) Configurar el tipo de la entrada a ser calibrada.
- b) Programar los límites inferior y superior de indicación para los extremos del rango de medición del tipo de la entrada.
- c) Aplicar a la entrada una señal correspondiente a una indicación conocida y poco arriba del límite inferior de indicación.
- d) Acceder el parámetro * **InLC** *. Con las teclas Δ y ∇ , hacer con que el display indique el valor esperado. En seguida presione la tecla **P**.
- e) Aplicar a la entrada una señal correspondiente a una indicación conocida y poco abajo del límite superior de indicación.
- f) Acceder el parámetro * **InHS** *. Con las teclas Δ y ∇ , hacer con que el display de parámetros indique el valor esperado. En seguida presione la tecla **P**.

Nota: Cuando realizadas afericiones en el indicador, observar si la corriente de excitación de Pt100 exigida por el calibrador utilizado es compatible con la corriente de excitación de Pt100 utilizada de este instrumento: 0,170 mA.

INFORMACIONES DE SEGURIDAD

Los proyectos de sistemas de control deben tener en cuenta el potencial de falla de cualquiera de sus partes. Este producto no es un dispositivo de seguridad o protección y sus alarmas internas no proveen protección en caso de falla. Dispositivos de seguridad externos deben ser previstos siempre que hubiera riesgos para personas o bienes.

El desempeño y las especificaciones de este producto pueden ser afectados por su ambiente de operación e instalación. Es responsabilidad del usuario garantizar la adecuada puesta a tierra, el blindaje, recorrido de los cables y filtrado de ruidos eléctricos siguiendo las normas locales y las buenas prácticas de instalación y compatibilidad electromagnética.

SOPORTE Y ASISTENCIA TÉCNICA

Este producto no contiene piezas plausibles de reparación. Contacte a nuestro representante local para obtener servicio autorizado. Para soluciones de problemas visite nuestras FAQ en www.novusautomation.com.

GARANTÍA LIMITADA Y LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

NOVUS garantiza al comprador de origen que este producto está libre de defectos de materia prima y fabricación bajo uso y servicios normales dentro de 1 (un) año a partir de la fecha de despacho de fábrica o de su canal oficial de ventas hacia el comprador de origen.

La responsabilidad de NOVUS durante el período de garantía se restringe al costo de la corrección del defecto presentado por el equipamiento o su sustitución y termina juntamente con el plazo de garantía.

Para informaciones completas sobre garantía y limitaciones de responsabilidad, verificar la sección en nuestro sitio web www.novusautomation.com/garantia.

Anexo C

Anexo C: Manual Operacional Sistema Rejillas Magnéticas

El anexo C es un pequeño manual realizado para el personal involucrado en el área, donde se explica de manera detalla el funcionamiento del Sistema de rejillas magnéticas, además de ser evidencia del proyecto realizado.

**SISTEMA AUTOMÁTICO DE LIMPIEZA DE REJILLAS MAGNÉTICAS
BANDAS DE AZUCAR - CABAÑA**

25 de septiembre de 2020 - Darwin Felipe Parra

Se implementó un sistema automático de limpieza de las rejillas magnéticas en las bandas de azúcar 2 y 3 de la Fábrica, garantizando una limpieza constante y controlada de las barras magnéticas cada cierto tiempo. (programable, actualmente cada 15 minutos)



Las 2 Rejillas magnéticas de cada Banda de azúcar operan y se limpian de manera independiente y secuencial garantizando que una de las dos esté siempre en línea con el flujo de azúcar hacia las tolvas.

Junto a las Rejillas existe un tablero de control desde donde pueden operar en caso de mantenimiento. por medio de selectores y un pulsador el operario puede abrir y cerrar las rejillas de la misma manera como lo hacían anteriormente. En la imagen siguiente se muestra este tablero.

Selector **MANUAL - AUTOMATICO:**

- **Manual** el operador puede manipular ambas Rejillas y el aire de soplado
- **Automático** la secuencia de abrir y cerrar la hace el sistema de control.

Botón **SOPLADO**

Al presionarlo aplica aire en el punto de limpieza de las Rejillas

Selector **TRABAJO - LIMPIEZA**

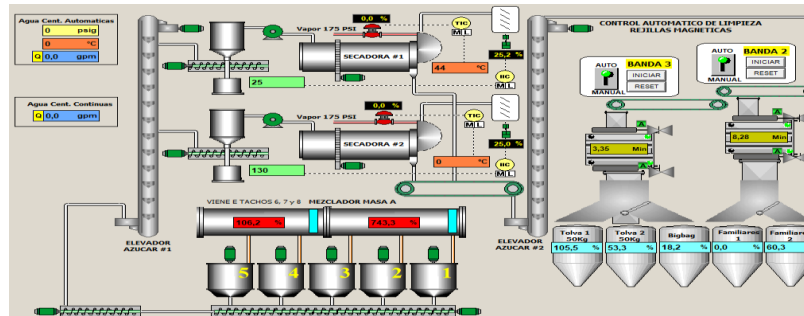
- **Trabajo** Posición donde la Rejilla magnética está permitiendo flujo de azúcar y recogiendo partículas ferrosas
- **Limpieza** Posición para que la Rejilla se extraiga y limpie los imanes

NOTA: Queda habilitada una señal que estará indicando en el sistema de control que el operario puso el sistema en MANUAL en el campo.



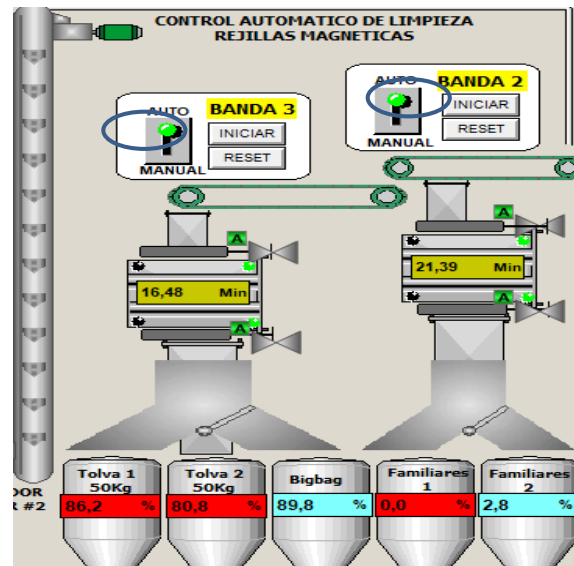
La **ubicación** en el sistema de control para la operación, está en la pantalla de MANEJO DE AZUCAR

MANEJO DE AZUCAR

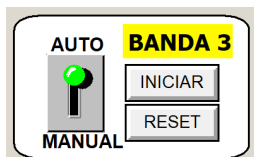


Sistema Automático de Limpieza de Rejillas Magnéticas

Para que el sistema opere de manera eficiente todo debe estar en modo AUTOMATICO, se hace referencia al selector del Campo y en el sistema de control



MODO AUTOMATICO



Con solo 3 botones se inicia el sistema, se reconocen fallos y se pone en modo MANUAL si se requiere.

PALANCA **AUTO-MANUAL** si está en manual se pueden mover las rejillas una a una para verificar recorridos. Si esta en **AUTO**, se debe iniciar la secuencia haciendo un clic en **INICIAR**

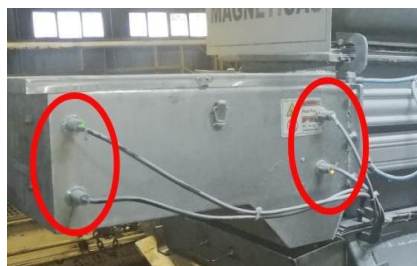
INICIAR. El botón INICIAR da el arranque al sistema.

RESET. El botón RESET reconoce las fallas y las alarmas, después de presionarlo se debe iniciar el sistema.

COMPONENTES DEL SISTEMA

Para que el sistema sea seguro y confiable, se instalaron 2 sensores de posición para cada Rejilla magnética, estos confirman que la rejilla esté totalmente abierta o totalmente cerrada. Si no hay confirmación después de un tiempo, se envía una alarma y avisos al operador del cuarto de control en las pantallas de operación de (MANEJO DE AZUCAR Y TACHO CONTINUO). Quedó disponible, para una futura implementación, Aire para soplado y limpieza de las rejillas en modo automático por medio de una electroválvula y lo haría cada que alguna rejilla este abierta. Todas las señales están registrando tendencias o históricos para hacer seguimientos.

Imagen de la ubicación de los sensores inductivos que confirman la posición de la rejilla magnética dentro del cajón de limpieza



FALLAS Y ALARMAS

Para dar aviso de cualquier anomalía en el sistema se muestran 4 tipos alarmas las cuales indican los sucesos



FALLA CONFIRMACION DE POSICION DE SENSOR BANDA (3 o 2) Indica que algún sensor no confirmó posición de la Rejilla, se debe verificar que la rejilla no se esté quedando pegada y que haga recorridos completos.

SISTEMA LOCAL BANDA (3 o 2): indica que el Selector en **Campo** esta Modo MANUAL

SISTEMA MANUAL BANDA (3 o 2) indica que en **Pantalla** está en MANUAL

INICIAR SISTEMA DE LIMPIEZA DE REJILLAS BANDA (3 o 2) indica que esta en automático pero que el operador no ha iniciado las secuencias, solo debe dar clic en iniciar sino hay ninguna alarma presente

La única alarma que exige presencia del instrumentista es la de FALLA DE CONFIRMACION DE POSICION DEL SENSOR, solo si persiste y no deja Reconocer con el Botón RESET

NOTA:

*SI EL OPERADOR O ALGUIEN DE OTRA AREA PASA A **MANUAL** EL SELECTOR QUE ESTA EN EL CAMPO Y MANIPULA LAS REJILLAS, EL SISTEMA SE VA A FALLA PORQUE DEJA DE CONFIRMAR LA POSICION DE LOS SENSORES, POR TAL RAZON ES PRECISO RESETEAR LAS FALLAS Y REINICIAR LA SECUENCIA DESDE PANTALLA DE LO CONTRARIO SEGUIRA EN FALLA.*

Anexo D

Anexo D: Listado puntos de conexión sistema rejillas magnéticas

El anexo D abarca un archivo PDF donde se describe de forma detallada las señales de entrada y salida involucradas en el sistema de limpieza de las rejillas magnéticas.

ENTRADAS DIGITALES SISTEMA LIMPIEZA REJILLAS MAGNETICAS													
CA	Area	Funcion	Tipo	Aplicacion	Panel	0	Borne /Nó	Tag de Identificacion			RACK /IP CPU	Slot	Canal
								T1	T2	T3			
11	Manejo de Azucar	Control	Posicion	Posicion trabajo Rejilla 1 Banda de azucar 3	I/O CUARTO	X102	3 / +	SZT	011	001	01	01	03
11	Manejo de Azucar	Control	Posicion	Posicion Limpieza Rejilla 1 Banda de azucar 3	I/O CUARTO	X102	4 / +	SZL	011	001	01	01	04
11	Manejo de Azucar	Control	Posicion	Posicion trabajo Rejilla 2 Banda de azucar 3	I/O CUARTO	X102	5 / +	SZT	011	002	01	01	05
11	Manejo de Azucar	Control	Posicion	Posicion Limpieza Rejilla 2 Banda de azucar 3	I/O CUARTO	X102	6 / +	SZL	011	002	01	01	06
11	Manejo de Azucar	Control	Posicion	Posicion trabajo Rejilla 1 Banda de azucar 2	I/O CUARTO	X102	7 / +	SZT	011	003	01	01	07
11	Manejo de Azucar	Control	Posicion	Posicion Limpieza Rejilla 1 Banda de azucar 2	I/O CUARTO	X102	8 / +	SZL	011	003	01	01	08
11	Manejo de Azucar	Control	Posicion	Posicion trabajo Rejilla 2 Banda de azucar 2	I/O CUARTO	X102	9 / +	SZT	011	004	01	01	09
11	Manejo de Azucar	Control	Posicion	Posicion Limpieza Rejilla 2 Banda de azucar 2	I/O CUARTO	X102	10 / +	SZL	011	004	01	01	10
11	Manejo de Azucar	indicacion	Posicion	posicion selector manual - automati Rejillas banda azucar 3	I/O CUARTO	X102	11 / +	Z	011	001	01	01	11
11	Manejo de Azucar	indicacion	Posicion	posicion selector manual - automati Rejillas banda azucar 2	I/O CUARTO	X102	12 / +	Z	011	002	01	01	12

SALIDAS DIGITALES SISTEMA DE REJILLAS MAGNETICAS													
CA	Area	Funcion	Tipo	Aplicacion	Panel	0	Borne /Nó	Tag de Identificacion			RACK /IP CPU	Slot	Canal
								T1	T2	T3			
11	Manejo de Azucar	CONTROL	Abierto/Cerrado	Rejilla 1 Banda de Azucar 3	I/O CUARTO	X202	10	FSV	011	001	01	03	10
11	Manejo de Azucar	CONTROL	Abierto/Cerrado	Rejilla 2 Banda de Azucar 3	I/O CUARTO	X202	11	FSV	011	002	01	03	11
11	Manejo de Azucar	CONTROL	Abierto/Cerrado	Rejilla 1 Banda de Azucar 2	I/O CUARTO	X202	12	FSV	011	003	01	03	12
11	Manejo de Azucar	CONTROL	Abierto/Cerrado	Rejilla 2 Banda de Azucar 2	I/O CUARTO	X202	13	FSV	011	004	01	03	13
11	Manejo de Azucar	CONTROL	Abierto/Cerrado	Aire a Rejilla Banda 3	I/O CUARTO	X202	14	FSV	011	005	01	03	14
11	Manejo de Azucar	CONTROL	Abierto/Cerrado	Aire a Rejilla Banda 2	I/O CUARTO	X202	15	FSV	011	006	01	03	15

Elaborado por: Darwin Felipe parra

Figura D.1: Listado señales sistema de rejillas
Fuente: Propia

Anexo	E
-------	----------

Anexo E: Pruebas de Protocolo FAT

El anexo E es un documento PDF que corresponde al protocolo de pruebas FAT realizado por el Departamento de energía y automatización del Ingenio La Cabaña S.A

Pruebas de aceptación de fábrica (FAT).

Proyecto: Automatización del sistema de limpieza de rejillas magnéticas y medición de nivel en las tolvas de azúcar blanca.

Cliente: Ingenio la Cabaña S.A

Fecha: Julio de 2021

Especialidad: Eléctrica – Instrumentación.

1. LISTA DE VERIFICACION VISUAL PARA INICIO DE PRUEBA			
Inspección visual	Cumple	No cumple	Observación
Verificar limpieza de la instalación	X		
Detectar anomalías en cableado	X		
Confirmar cumplimiento de los requisitos de construcción y dimensionamiento.	X		
Comprobación visual de los componentes principales.	X		
2. PRUEBAS			
Inspección de conexiones eléctricas	x		Realizar marquillado en tablero de control
Verificar tensión eléctrica en borneras.	x		
Verificación de calibración instrumentos de nivel.	x		
Verificación alimentación de presión de aire.	x		Calibrar presión de aire
Puesta en marcha del sistema	x		
Verificación SCADA	x		
Verificación de alarmas	x		
Revisión y entrega de planos	x		
Entrega de manual de operación	x		

Capacitaciones de personal	x		
PRUEBA ACEPTADA			

Observaciones adicionales: el sistema de limpieza de rejillas magnéticas y medición de niveles tolvas de azúcar ha sido instalado con éxito y supero a satisfacción las pruebas de puesta en marcha realizadas.

Evaluador: Hernán Darío Estrada
Cargo: Jefe de proyectos eléctricos.
Ingenio la Cabaña S.A

Anexo	F
-------	----------

Anexo F: Diagramas Lazo de control

El anexo F comprende 2 archivos en formato PDF correspondientes al lazo de control del sistema de transporte de azúcar de la banda 2 y banda 3, en ellos se muestran los dispositivos de medición, el controlador, el elemento final de control y el propio proceso.

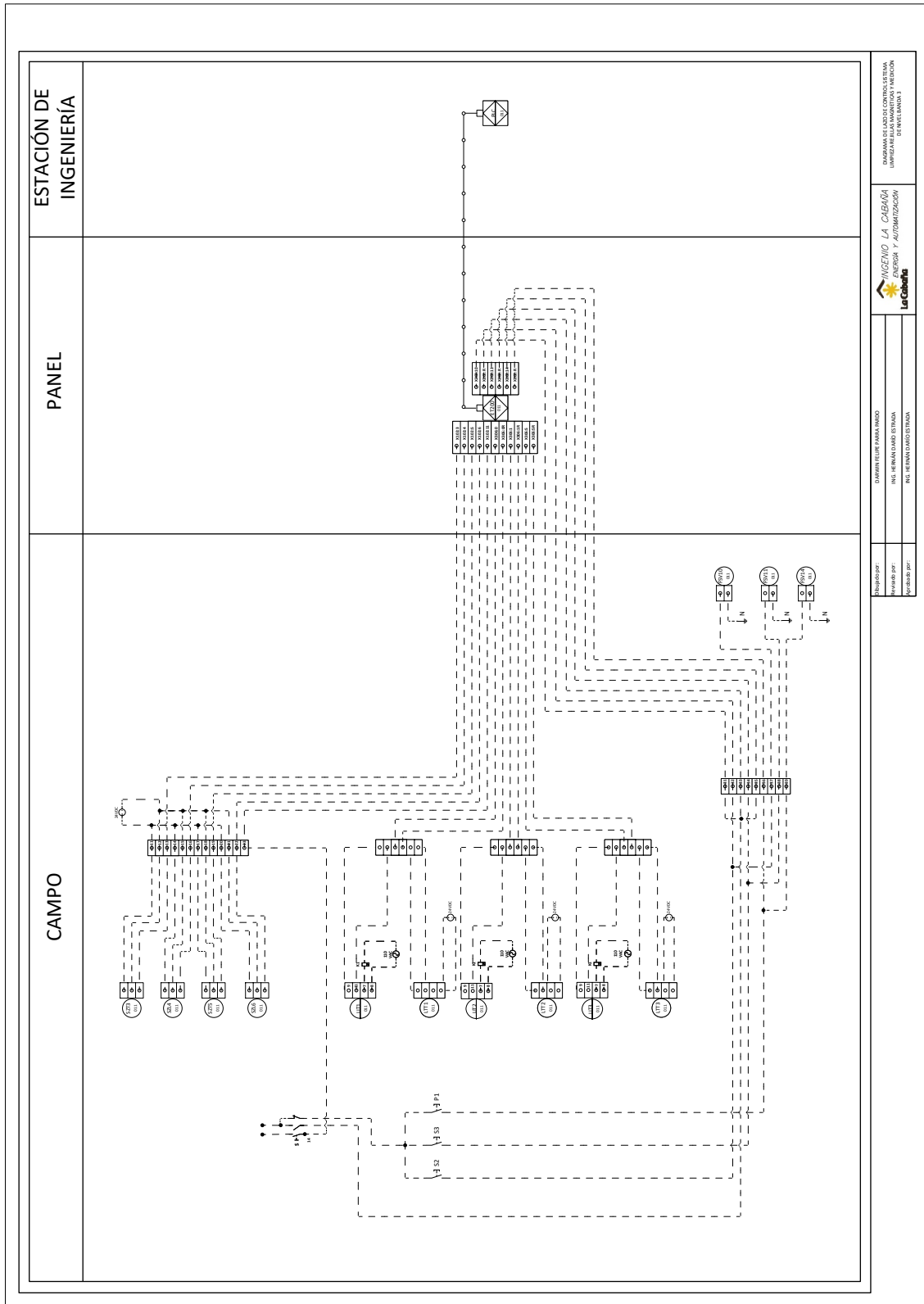


Figura F.1: Control Loop Banda 2
Fuente: Propia

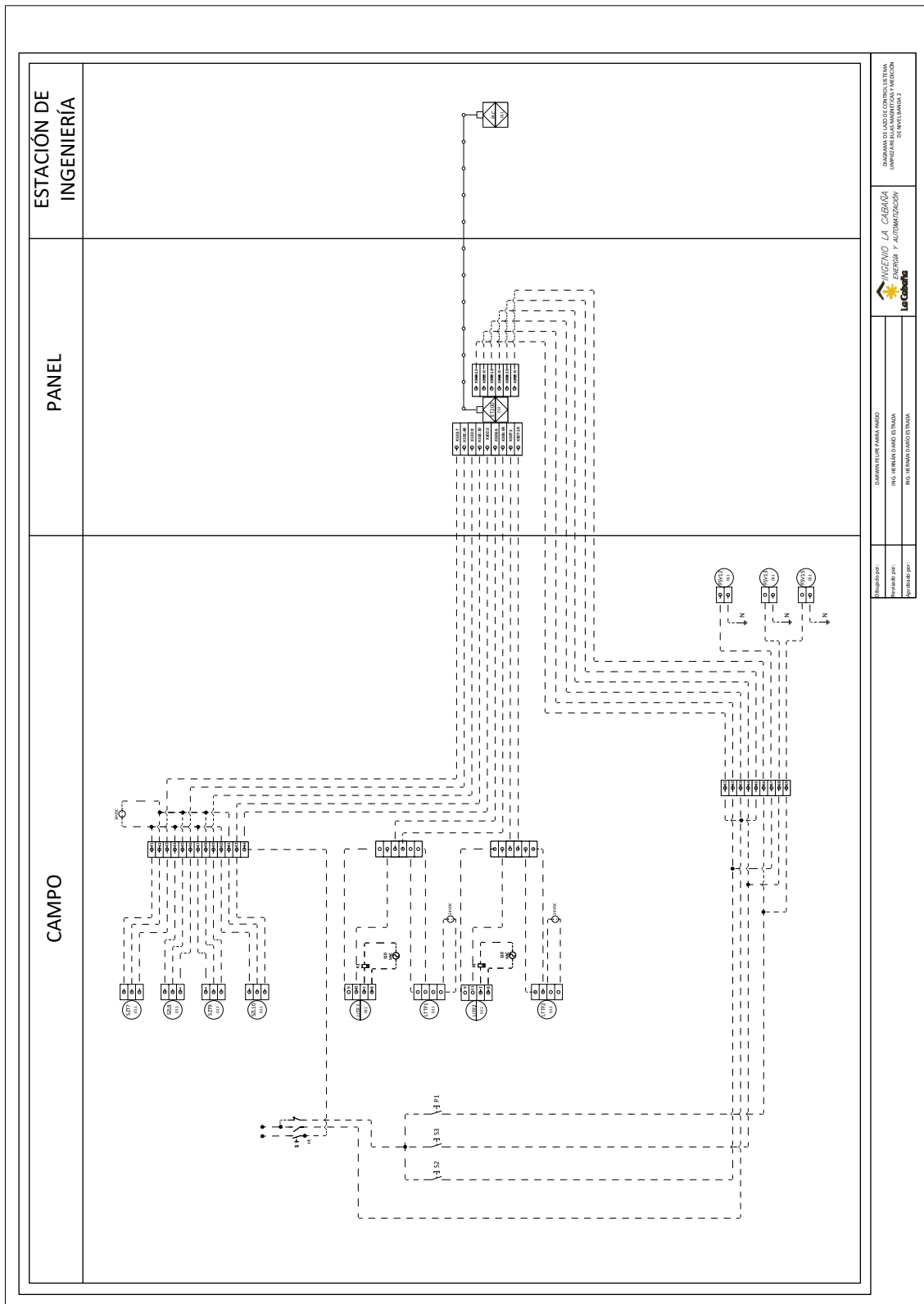


Figura F.2: Control Loop Banda 3
Fuente: Propia

Bibliografía

- [1] I. y Control, “Sistema de control distribuido,” 2009.
- [2] I. L. Cabana, “Conozcanos - ingenio la cabana,” 2021.
- [3] R. Portillo and R. Garcia, “Safety integrated: el camino hacia la maquina segura,” 2019.
- [4] L. M. B. Saenz, “Fssc22000-1. una visión del sistema de certificación en inocuidad de alimentos,” *Publicaciones e Investigación*, vol. 8, pp. 151–159, 2014.
- [5] G. G. Romero Agreda, “El proceso de elaboracion de azucar de caña,” 2010.
- [6] B. S. Zossi, G. J. Cárdenas, N. Sorol, and M. Sastre, “Análisis del proceso de sulfitación en la remoción de compuestos no azúcares en jugos de variedades de caña de tucumán (r. argentina),” *Revista industrial y agrícola de Tucumán*, vol. 89, no. 2, pp. 9–24, 2012.
- [7] J. L. Rodriguez Coveña and O. A. Martinez Idrovo, “Propuesta de mejora de extracción de sacabrosa en caña de azúcar que contribuya a la productividad y rentabilidad del ingenio azucarero valdez de la ciudad de milagro,” B.S. thesis, 2018.
- [8] J. R. S. Pacheco, F. P. Martínez, I. O. Ávila, J. L. F. Montaña, E. R. Romo, A. H. Rosales, and B. A. Uscanga, “Descripción de un proceso tecnificado para la elaboración de piloncillo a partir de caña de azúcar,” *e-Gnosis*, no. 4, p. 0, 2006.
- [9] R. Agreda and G. Gilmer, “El proceso de elaboración de azúcar de caña.”

-
- [10] N. C. Velásquez Rodríguez, “Empaque para comercialización de azúcar refinado,” 2011.
- [11] M. H. y. o. Rodriguez Ramos, “Planificación energética en el área de molienda del ingenio providencia sa de acuerdo a los requerimientos e la norma iso 50001,” 2013.
- [12] A. Z. Trujillo Chacon, “Diseño e implementación del sistema de control distribuido para la nueva línea de producción de bolas para molinos–molycop,” 2021.
- [13] K. LTDA, “Presentación kamati ltda. automatización y scada.”
- [14] J. A. Velasco Burbano, Á. A. Valderrama Rivera *et al.*, “Estudio para la optimización del sistema de alimentación de caña de un ingenio azucarero ingenio providencia sa,” B.S. thesis, Universidad Autónoma de Occidente, 2006.
- [15] Siemens, “Sistema de periferia descentralizada,” 2024.
- [16] A. P. J. H. Hodges Posada Jorge Enrique, “Diseño de arquitectura del sistema de control distribuido (dcs ia foxboro) de la planta turboespander de ecopetrol sa para su actualización,” 2015.
- [17] E. J. Villalba Cabrera, “Desarrollo y análisis de un sistema dcs y protocolos industriales,” 2019.
- [18] J. L. Posadas Yague and J. L. Poza Lujan, “Revisión de las arquitecturas de control distribuido,” 2009.
- [19] R. Navarro, E. O. B. Castro, J. A. Aguilar, H. J. P. P. Tumax, J. D. N. Chávez, E. R. Ramírez, D. M. F. Hernández, J. F. S. López, J. Ivan, and C. Castillo, *Ingeniería de control*. McGraw Hill, 2004.
- [20] F. M. P. G. D. O. E. S. C. R. M. S. P. Alonso Castro Gil, Sebastián Fernández, *Comunicaciones industriales: sistemas distribuidos y aplicaciones*. Editorial UNED, 2017.
- [21] A. Espinosa, *Instrumentación Industrial*. Alexander Espinosa, 2011.
- [22] J. Balcells, J. L. Romeral, and J. L. R. Martínez, *Autómatas programables*. Marcombo, 1997, vol. 1089.

- [23] A. C. Solé, *Instrumentación industrial*. Marcombo, 2005.
- [24] CODELCO, “Etapas de un proyecto,” 2020.
- [25] H. N. Ahuja, M. A. Walsh, J. L. V. Cabrera, and E. G. Carmona, *Ingeniería de costos y administración de proyectos*. Alfaomega, 1989.
- [26] A. M. Sanguino Rhenals, D. F. Rodríguez Orozco *et al.*, “Desarrollo de las ingenierías conceptual, básica y de detalle para el diseño de un módulo multiproceso,” 2014.
- [27] Siemens, “Sistema de control de procesos simatic pcs 7,” 2017.
- [28] ———, “Simatic cfc for s7,” 2005.
- [29] M. Ibañez Saenz, “Pruebas fat/sat para validación — artículos online,” 2019.