

**CENTRO UNIVERSITARIO TECNOLÓGICO
CEUTEC**

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

**SUPERVISIÓN DE INSTALACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL CENTRAL PARA
AUTOMATIZACIÓN DE ÁREA DE PREPARACIÓN DE TRIGO EN MOLINO
OCRIM 3 DE MOLINO HARINERO SULA S. A.**

**SUSTENTADO POR
CARLOS ELIAS BURBARA ARGUETA, 31611798**

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA

TEGUCIGALPA, HONDURAS, C.A.

ENERO, 2022

CENTRO UNIVERSITARIO TECNOLÓGICO CEUTEC

LICENCIATURA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

MARLON ANTONIO BREVÉ REYES

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICERRECTORA ACADÉMICA CEUTEC

DINA ELIZABETH VENTURA DÍAZ

DIRECTORA ACADÉMICA CEUTEC

IRIS GABRIELA GONZALES ORTEGA

TEGUCIGALPA

HONDURAS, C.A.

ENERO, AÑO 2022

**AUTOMATIZACIÓN DE ÁREA DE PREPARACIÓN MOLINO OCRIM
3 EN MOLINO HARINERO SULA S. A.**

**TRABAJO PRESENTADO EN EL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS
EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, SIN ORIENTACIÓN

ASESOR:

ROGER DANIEL PONCE RODRÍGUEZ

TERNA EXAMINADORA:

KARIO ALEXANDRO VILAFRANCA

JOEL AARON FONSECA

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Mi trabajo es dedicado especialmente a mi madre , que me ha permitido la oportunidad de formarme profesionalmente, que ha brindado todo lo que necesité durante mi carrera y ha sido un sustento en toda mi trayectoria. Y con agradecimientos a mis hermanas y mi pareja que han sido soporte emocional y a mis compañeros de carrera que en su momento hayan aportado con conocimiento y ayudas para seguir avanzando con la carrera.

Agradecimientos especiales a los ingenieros Ney Meza por permitirme ser parte del proyecto en MHS y Loly Gutierrez por el apoyo durante este proceso.

RESUMEN EJECUTIVO

Se llevó a cabo la instalación de un sistema completo de automatización en el molino 3 de la empresa Molino Harinero Sula S. A. montando un ponderal debajo de cada silo de almacenaje de trigo sucio, el cual mide las cantidades de trigo que serán transportadas a la primera etapa de limpieza de trigo, para luego ser almacenado limpio para su posterior proceso de molienda. A su vez, cada ponderal tiene la capacidad de ser alimentado con tipos distintos de trigo, para poder mezclar las variedades y poder fabricar harinas para fines específicos.

Todo el funcionamiento de la nueva maquinaria de Alapala está dirigido desde un panel de control central con HMI disponible y conectado a una PC remota para su control a distancia, con un PLC y celdas individuales para control de cada ponderal.

Gracias a este nuevo equipo instalado, se prevee una mejora en el control de inventario, una considerable reducción de pérdidas de materia prima, así como la mejora en precisión de las mezclas de trigo para las fórmulas específicas de cada marca y tipo de harina producida en MHS.

Palabras clave: Automatización, trigo, harina, Alapala.

ABSTRACT

The installation of a complete automation system was carried out in mill 3 of the company Molino Harinero Sula SA, mounting a weight under each dirty wheat storage silo, which measures the quantities of wheat that will be transported to the first stage cleaning of wheat, to later be stored clean for its subsequent milling process. In turn, each ponderal has the ability to be fed with different types of wheat, to be able to mix the varieties and to be able to manufacture flour for specific purposes.

All the operation of the new Alapala machinery is directed from a central control panel with available HMI and connected to a remote PC for remote control, with a PLC and individual cells to control each weight.

Thanks to this new installed equipment, an improvement in inventory control is expected, a considerable reduction in raw material losses, as well as an improvement in the precision of the tripod mixes for the specific formulas of each brand and type of flour produced in MHS.

Keywords: Automation, wheat, flour, Alapala.

INDICES

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS	7
RESUMEN EJECUTIVO	8
ABSTRACT.....	9
INDICES.....	10
TABLA DE ILUSTRACIONES	12
GLOSARIO	14
I. INTRODUCCIÓN	15
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
2.1 ANTECEDENTES.	16
2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	17
2.4 HIPÓTESIS	18
2.5 JUSTIFICACIÓN	18
III. OBJETIVOS.....	19
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
IV. MARCO TEÓRICO	20
4.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS	20
4.1.1 ¿QUÉ ES LA AUTOMATIZACIÓN?.....	20
4.1.2 IMPACTO DE LA AUTOMATIZACIÓN EN LA INDUSTRIA.....	20
4.1.3 AUTOMATIZACIÓN EN AMÉRICA LATINA	21
4.2 SOFTWARE Y HERRAMIENTAS	21
4.3 SISTEMA LÓGICO PROGRAMABLE	22
4.3 ENTRADAS Y SALIDAS	22
4.4 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN	23
4.4.1 <i>Lenguaje de contactos o ladder</i>	24
4.4.2 <i>Lenguaje Boolean</i>	24

4.4.3 Diagrama de instrucciones	25
4.5 NEUMÁTICA	26
4.5.1 Características de sistemas neumáticos	26
4.5.2 Válvulas neumáticas	27
4.6 MOLINO HARINERO SULA	27
4.7 SCADA	28
4.8 PROCESO DEL MOLINO PARA FABRICACIÓN DE HARINA	28
4.8.1 Almacenamiento	28
4.8.2 Limpieza	28
4.8.3 Acondicionado	29
4.9 NUEVO SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN EN MOLINO OCRIM 3 MHS	30
4.9.1 BENEFICIOS	30
4.9.2 PROCESO DE PREPARACIÓN TRIGO SUCIO	30
4.9.3 DISPOSITIVOS UTILIZADOS EN EL PROYECTO	32
5 METODOLOGÍA / PROCESO.....	33
5.1 ENFOQUE:	33
5.2 FUENTES DE INFORMACIÓN	33
5.2.1 Fuentes primarias	33
5.2.2 Fuentes secundarias.....	33
5.2.3 Fuentes generales	33
5.3 CRONOLOGÍA DE TRABAJO	34
6 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE DATOS	35
7 CONCLUSIONES.....	40
8 RECOMENDACIONES	41
9 BIBLIOGRAFÍA.....	42
10. ANEXOS.....	43

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Señal digital (a) y Señal analógica (b)	23
Ilustración 2 Ejemplo de lenguaje booleano y compuertas lógicas	25
Ilustración 3 Programación por medio de diagrama de funciones.....	26
Ilustración 4 Plano de ponderables TFBI bajo silos 13, 14 y 15	31
Ilustración 5 Plano de ponderables bajo silo 10 y TOCA sobre silo 10	32
Ilustración 6 Cronología de trabajo.....	34
Ilustración 7 márgenes de error.....	36
Ilustración 8 Tiempos de arranque del área de preparación de molino 3	36
Ilustración 9 Pruebas de control remoto en SCADA	37
Ilustración 10 Operario realizando calibración con masa de 3kg.....	38
Ilustración 11 Masa de 3kg dentro del Flow Balancer para calibración.....	39
Ilustración 12 Diagrama de cajón de conexiones	43
Ilustración 13 Reles individuales para FB en panel de control.....	44
Ilustración 14 HMI en panel de control	44
Ilustración 15 Instalación de todos los ponderales bajo cajones de silo 15	45
Ilustración 16 Panel de control de válvulas neumáticas de FB.....	46
Ilustración 17	47
Ilustración 18	47
Ilustración 19	48
Ilustración 20	48
Ilustración 21	49
Ilustración 22	50
Ilustración 23	51
Ilustración 24 Hoja de datos 1 Flow Balancer	52
Ilustración 25 Hoja de datos 2 Flow Balancer	52
Ilustración 26 Hoja de datos 3 Flow Balancer	53
Ilustración 27 Hoja de datos 1 TOCA.....	53
Ilustración 28 Hoja de datos 2 TOCA.....	54
Ilustración 29 Hoja de datos 1 PLC Siemens.....	55
Ilustración 30 Hoja de datos 2 PLC Siemens.....	56
Ilustración 31 Hoja de datos Módulo de pesaje Siemens	57
Ilustración 32 Hoja de datos 2 Módulo de pesaje Siemens	58

Ilustración 33 Hoja de datos 3 Modulo de pesaje Siemens59

GLOSARIO

MHS: Molino Harinero Sula.

PLC: Programmable logic controller, autómata programable industrial.

ROI: Retorno sobre inversión.

TIA Portal: Totally Integrated Automation Portal.

SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition.

FB: Flow Balancer.

I. INTRODUCCIÓN

La automatización industrial es la introducción de sistemas, máquinas o tecnología en una industria para realizar procesos de manera autónoma, sin la intervención total de un operario, teniendo mayor precisión y control en el área aplicada. Esta precisión en el control de materia prima o procesos de fabricación, junto con la reducción de errores humanos, supone grandes beneficios en términos económicos para las fábricas.

El proceso de producción de harinas con altos estándares de calidad requiere de sumo cuidado del trigo, desde su almacenaje, la limpieza, la selección de granos, mezcla y la molienda. Es por eso que la planta necesita ser meticuloso con el control del trigo para ofrecer productos que garantizan calidad y mantener los certificados ya adquiridos y posteriormente adquirir nuevos.

Mejorando los sistemas de descarga de silo se alcanzan niveles de precisión altos, lo cual garantiza una mejora en el proceso y ahorro de materia prima, por ende el proyecto garantiza una mejora en términos económicos para la empresa, haciendo valer el tiempo que el molino 3 dejó de funcionar para la instalación del nuevo equipo.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Antecedentes.

A través de los siglos el ser humano ha construido máquinas que imitan las partes del cuerpo humano. Los antiguos egipcios unieron brazos mecánicos a las estatuas de sus dioses. Estos brazos fueron operados por sacerdotes, quienes clamaban que el movimiento de estos era inspiración de sus dioses.

Los griegos construyeron estatuas que operaban con sistemas hidráulicos, los cuales se utilizaban para fascinar a los adoradores de los templos. En Europa en los siglos XVII y XVIII se construyeron muñecos mecánicos muy ingeniosos que tenían algunas características de robots. (Néstor Agudelo, -)

En 1920 Henry Ford lanzó la moderna línea de montaje para su fábrica de Highland Park, en las afueras de Detroit, con la que consiguió reducir los costes de la producción usando partes estandarizadas y un montaje más eficiente.

Aunque el trabajo organizado por partes existía desde hacía algún tiempo y la línea de ensamblaje en movimiento ya había transformado la industria empacadora de carne en Chicago y Cincinnati (norte de EEUU), fue Ford quien la adaptó para producciones complejas.

"Cuando empezó a funcionar, se hacían unos 100 coches al día y llegó a los 1.000, casi lo mismo que una fábrica moderna", asegura a AFP, Bob Kreipke, historiador corporativo de Ford. Así, en 1914 Ford alcanzó la cifra de 300.000 vehículos construidos, más de lo que sus 300 competidores lograron hacer con 66.350 empleados. (El Economista America , 2013)

En 1968 Ford y General Motors plantearon las especificaciones que debe cumplir un controlador electrónico programable para ser realmente útil en la industria. Bedford associates desarrolla un prototipo de controlador industrial que puede ser considerado como el primer PLC de la historia, con las características que reclamaba la industria: reutilizable, adaptado a entornos agresivos, fácilmente programable por técnicos eléctricos e implementado electrónica de estado sólido. Los primeros PLCs se usaron para controlar procesos secuenciales, cadenas de montaje, transporte, etc.

Los avances en la ingeniería electrónica han traído consigo grandes mejoras en las industrias y fábricas, incluyendo cada vez mejores tecnologías para automatizar procesos o realizar tareas que para un humano pueden ser muy pesadas o desgastantes. Una de las inclusiones más grandes en la fabricación que se le agradecen a la electrónica es la robótica.

Tal como lo hizo Omron con la presentación de su nuevo robot: el DELTA IP67, pensado especialmente para brindar servicio en el sector farmacéutico y alimenticio. Está fabricado para dar soluciones en el campo de la automatización Industrial. La robótica inteligente autónoma es un enorme campo de estudio multidisciplinario, que se apoya esencialmente sobre la ingeniería, se refiere a sistemas automáticos de alta complejidad que presentan una estructura mecánica articulada gobernada por un sistema de control electrónico y características de autonomía, fiabilidad, versatilidad y movilidad.

La parte más visible de la automatización actual puede ser la robótica industrial. Algunas ventajas son la efectividad en trabajos cíclicos, control de calidad más estricto, mayor eficiencia, integración con sistemas empresariales, incremento de productividad y reducción de trabajo. Algunas desventajas son requerimientos de un gran capital, decremento severo en la flexibilidad, y un incremento en la dependencia del mantenimiento y reparación. Por ejemplo, Japón ha tenido necesidad de retirar muchos de sus robots industriales cuando encontraron que eran incapaces de adaptarse a los cambios dramáticos de los requerimientos de producción y no eran capaces de justificar sus altos costos iniciales. (Aldama, 2015)

2.2 Planteamiento del Problema

Ya que en las plantas de producción con maquinaria antigua el inicio de los procesos se realiza de manera manual, requiere de mayor tiempo y esfuerzo, de uno o varios operarios, por ende la ejecución se vuelve laboriosa y tardada, como consecuencia, todos los procesos consiguientes se ven afectados retrasando en su totalidad a la fábrica. Esto trae consigo afecciones en términos económicos. La actualización del equipo de producción presente durante varios años en una fábrica supone un avance en el manejo de la planta, pudiendo controlar todos los parámetros de manera remota a placer, a través de un ordenador, haciéndolo no solo más preciso sino también eficiente, mejorando en su totalidad los procesos de la fábrica y requiriendo de menor mano de obra.

2.3 Preguntas de investigación

- ¿Es necesaria la supervisión de un proyecto puesto a cabo por un tercero?
- ¿Se reduce el esfuerzo de los operarios al implementar sistemas de automatización?
- ¿Cómo se traduce a ganancias económicas la actualización de equipo antiguo posterior a la inversión realizada?

2.4 Hipótesis

- La actualización del sistema de control del molino OCRIM 3 en el Molino Harinero Sula supone una mejora en términos de facilidad de operación, ahorro de tiempo y recursos económicos. (H_1)
- Implementar tecnología de nueva generación no es económicamente viable puesto que se puede reemplazar la planta completa por equipo nuevo. (H_0)

2.5 Justificación

El control y la operación de un silo que fue instalado hace varias décadas requiere de bastantes recursos como el tiempo de los operarios o incluso recursos económicos para mantener distintos operarios. El control centralizado desde un ordenador permite no solo arrancar toda la planta a manera de switch ON/OFF, sino también el monitoreo constante de la planta completa desde la comodidad de una oficina; teniendo la celeridad de detectar cualquier falla o anomalía en los procesos pudiendo leer mediciones sin necesidad de escalar un silo. Una ventaja importante de un control centralizado es la reducción de riesgo de accidentes de operarios, puesto que se reduce el tiempo que estarán en contacto con la maquinaria.

Ver sección Análisis de datos.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Supervisar la instalación de un sistema de control central para la automatización del proceso de preparación de trigo en el silo OCRIM 3 de la empresa Molino Harinero Sula S. A. y realizar pruebas posterior a la instalación del equipo.

3.2 Objetivos específicos

1. Supervisar la instalación de equipo de automatización
2. Evaluación del esfuerzo del personal previa y posteriormente realizada la instalación del sistema en el silo OCRIM 3.
3. Evaluación económica del proyecto en beneficio de la empresa.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 Antecedentes teóricos

4.1.1 ¿Qué es la automatización?

Se entiende como la automatización de trabajo el delegar una o varias tareas realizadas por obreros, a un artefacto electrónico, permitiendo que el personal se enfoque en tareas de valor o que signifiquen menos riesgo para dicho personal. La automatización mejora los procesos y como resultado las tareas se realizan de forma más eficiente, con menor margen de error y ahorrando recursos valiosos como el tiempo y dinero. Esto permite también que las tareas repetitivas o de monitoreo se realicen con mayor facilidad, comodidad y seguridad.

Las grandes ventajas de la automatización de trabajo es reducir los costos y tiempos de producción y, por ende, aumentar la eficiencia de la fábrica, mejorar la calidad del producto terminado, delimitar las tareas riesgosas y/o complicadas a máquinas y no a obreros, reducir en gran medida los márgenes de error en las tareas, evitando realizar doble trabajo y evitando la carga psicológica a los obreros realizando tareas cíclicas o repetitivas.

Sin embargo personajes como el economista Sir James Steuart y el polímata Karl Marx exponían, en su momento, sus creencias sobre la problemática que pueden generar los avances en la revolución industrial y el delegar tareas a máquinas, crea una proporción creciente en la población desempleada, sea que no encuentran un trabajo o encuentran un empleo temporal solo en momentos de alto crecimiento económico. Debido a este pensamiento se ha puesto en tela de juicio el trabajo de la ingeniería en la automatización y ha creado entre algunas personas una mala imagen, sobre todo en países en vías de desarrollo donde la población con desempleo y carencias económicas suele ser alta.

4.1.2 Impacto de la automatización en la industria

La automatización industrial, nos permite adaptar e innovar en la industria. Tal es el caso de SIEMENS, que utiliza la automatización del trabajo para implementar mejoras y desde hace más de 125 años, tiene un compromiso de implementar los avances tecnológicos en la industria. Con ello, se unifican los procesos afectando de manera positiva, de la siguiente manera:

- **Visibilidad:** Las herramientas te dan información en tiempo real, para que tomes decisiones específicas.

- **Eficiencia operaria:** El desempeño del equipo aumenta porque tiene información en tiempo real y confiable. Con ello la automatización del trabajo permite pronosticar y evaluar tus procesos para realizarlos cada vez de manera más eficiente.
- **Reducción de costos:** Gracias a la automatización, se logra más con menos recursos, como consecuencia mejora el **ROI** de la empresa.
- **Atención oportuna:** Al tener un sistema de automatización, detectas de forma efectiva las oportunidades de mejora.
- **Incremento de valor empresarial:** Porque con la gestión automatizada, los productos mejoran en calidad y tienes en todo momento producto. Con ello, el equipo de venta puede brindar realmente un valor agregado en los productos que ofrecen. (Gandhi, 2020)

4.1.3 Automatización en América Latina

La adopción de estas tecnologías en nuestra región había sido relativamente lenta. Sin embargo, las transacciones internacionales de bienes y servicios que caracterizan a las economías globalizadas hacen que se deba tomar en consideración no solo la automatización en un país determinado, sino también en un marco global. (Laura Ripani, 2021)

Entre los retos que dificultan y retrasan la adopción de la automatización en distintas áreas de los negocios, destacan la aparición acelerada de nuevas soluciones tecnológicas cada vez más sofisticadas, la falta de modelos de mejora sobre procesos estandarizados, y la capacitación técnica y operativa de los colaboradores. (Plata, 2019)

4.2 Software y herramientas

La utilización de softwares y herramientas que se complementan mutuamente para lograr la automatización de todo tipo de procesos, ya sean sencillos como lámparas automáticas o más complejos como automatizar el proceso de producción en una planta, son indispensables por lo que resulta necesario saber el funcionamiento de la gran variedad de herramientas ya sean sensores, actuadores, transductores etc. Y cómo estos pueden ser complementados con la utilización de una gran variedad de softwares y hardware de automatización que existen en el mercado, como ser SIEMENS o SCHNEIDER.

4.3 Sistema lógico programable

“El Controlador Lógico Programable (PLC) fue inventado en los años 1960 para reemplazar los Circuitos de Relevador secuenciales tradicionalmente utilizados para controlar máquinas.” (Cutler-Hammer, 2001)

El sistema que controla todos los elementos y lleva a cabo todos los procesos es llamado PLC, éste es el cerebro de todo el proyecto, debido a que en él recibirá información de los sensores y botones, según la lógica de proceso que éste contenga tomará decisiones y actuará realizando los pasos necesarios para la limpieza de los tanques. Según lo define la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos de los Estados Unidos define un PLC – Programable Logic Controller (Controlador Lógico Programable) es un dispositivo digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, permitiendo la implementación de funciones específicas como ser: lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo y aritméticas; con el objeto de controlar máquinas y procesos. También se puede definir como:

“Un PLC es un dispositivo electrónico de estado sólido que controla la operación de una máquina. Utiliza funciones Lógicas, que son programadas en su memoria a través de un software.” (Cutler-Hammer, 2001)

Estos controladores son utilizados en ambientes donde la decisión y la acción deben ser tomadas en forma muy rápida, para responder en tiempo real. Los PLC son utilizados donde se requieran tanto controles lógicos como secuenciales o ambos a la vez. En la industria actualmente la mayoría de los procesos son controlados por medio de control lógicos programables por la precisión que estos brindan en su trabajo, los humanos por naturaleza no somos personas constantes, mientras que una maquina puede hacer el mismo proceso por horas sin cometer errores, lo que beneficia a las empresas que su producción es las 24 horas del día; pero esto no solo es utilizado para crear grandes procesos y solamente en equipos industriales, también son aplicados en domótica.

4.3 Entradas y salidas

Entre los componentes básicos y principales del PLC se debe de tomar en cuenta que su funcionamiento se basa en señales, tanto como recibe ya sea de sensores de presión, temperatura, nivel y actuadores, como también envía señales a válvulas, pistones, luces, pantallas, etc. Las señales de entradas y salidas pueden ser analógicas o digitales. El proceso adecuado en el funcionamiento del PLC depende de las señales y para poder obtener un control

en tiempo real estas señales tienen que ser las correctas para que puedan ser manipuladas según el lenguaje de programación que se utilice. Las señales digitales son recibidas de los sensores de campos, dichas señales varían sólo entre dos estados. El PLC codifica estas señales según su amplitud en: 1 lógico para el valor de amplitud mayor, y 0 lógico para el nivel de amplitud menor.

Al tener solo dos estados, las señales digitales pueden transmitir información binaria, pueden ser pulsos por medio de voltaje siendo 0v la amplitud menor y +5v la amplitud mayor. Estas dos señales se alteran en el tiempo transmitiendo información según un código acordado.

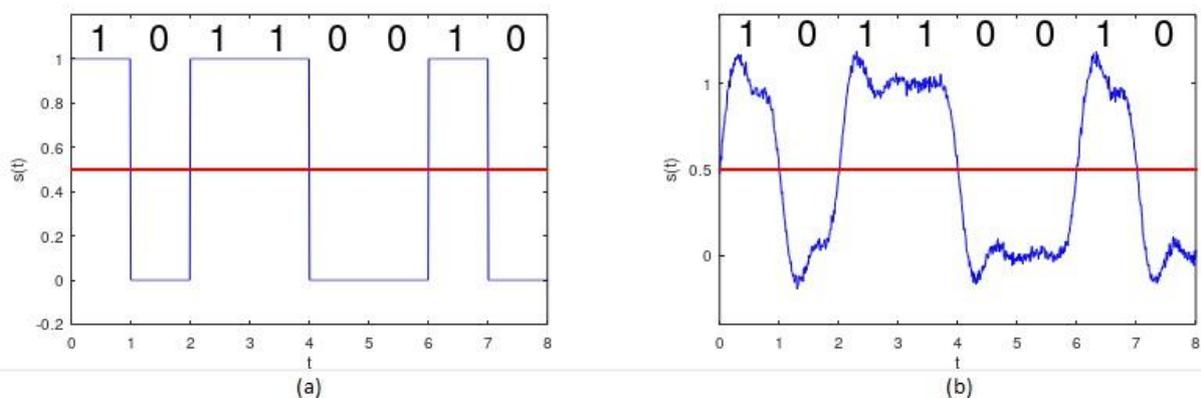


Ilustración 1 Señal digital (a) y Señal analógica (b)

Las señales analógicas “son variables eléctricas que evolucionan en el tiempo en forma análoga a alguna variable física. Estas variables pueden presentarse en la forma de una corriente, una tensión o una carga eléctrica.” (Miyara, 2004). Este tipo de señales por lo general son determinadas por sensores que brindan un valor instantáneo, pueden ser sensores de nivel, fotosensor, temperatura; posteriormente estas señales son convertidas en señales digitales para que el PLC pueda procesarlas. “Según el tipo de señal eléctrica que reciban, las entradas también se clasifican en: de corriente y de voltaje.” (Vásquez, 2014)

4.4 Lenguajes de Programación

“Se puede definir un programa como un conjunto de instrucciones, órdenes y símbolos reconocibles por el PLC, a través de su unidad de programación, que le permiten ejecutar una secuencia de control deseada.” (Molina, 2006)

En la actualidad se diseñan diferentes tipos de software de programación de acuerdo a cada uno de los fabricantes, adaptándose a la comodidad de sus programadores por lo que existe una

amplia variedad de formas de programar. Sin embargo, existen tres lenguajes principales que son utilizados hoy en día, estos son los más estándares o los que se encontraran más en el mercado internacional estos tres lenguajes son: lenguaje de contactos o ladder, booleano o listas de instrucciones y diagrama de funciones.

4.4.1 Lenguaje de contactos o ladder

Lenguaje de contactos o Ladder, también denominado lenguaje de contactos o de escalera, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los Controladores Lógicos Programables (PLC). Este es un lenguaje basado en el concepto básico eléctrico de control, por lo cual es fácil adaptarse a este tipo de programación una vez se ha trabajado con diagramas eléctricos, su lenguaje muestra bobinas, contactos, relés entre otros símbolos utilizados de forma estándar por todos los fabricantes. En los diagramas eléctricos todo ocurre de forma simultánea, mientras que en la programación de ladder se desarrollan por etapas o secuencias.

4.4.2 Lenguaje Boolean

“El lenguaje Booleano utiliza la sintaxis del Álgebra de Boole para ingresar y explicar la lógica de control. Consiste en elaborar una lista de instrucciones o nemónicos, haciendo uso de operadores Booleanos (AND, OR, NOT, etc.).” (Molina, 2006). El lenguaje de programación booleano puede ser utilizados en sistemas complejos como en los más sencillos debido a su sistema de control binario, todo se basa en la integración de elementos más pequeños como son las compuertas lógicas, estos circuitos digitales se caracterizan por obtener solo dos entradas: abierto o cerrado, para poder representar estos estados se utiliza “1” y “0”. Las compuertas lógicas tienen varias entradas binarias que al integrarlas obtendrán una salida con solo un estado, esta integración trabaja en conjunto con tablas de verdad. Las compuertas lógicas principales son: AND, NOT, OR.

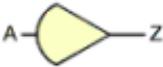
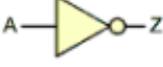
CONECTOR/COMPUERTA, ENTRADA(S), SALIDA CONNECTOR/GATE, INPUT(S), OUTPUT	NOMBRE NAME	TABLA DE VERDAD TRUTH TABLE
	AMORTIGUADOR BUFFER	$\begin{array}{c c} A & Z \\ \hline 0 & 0 \\ 1 & 1 \end{array}$
	Y AND	$\begin{array}{c c c} A & B & Z \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{array}$
	O (O, en sentido inclusivo) OR	$\begin{array}{c c c} A & B & Z \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{array}$
	OE (O, en sentido exclusivo) XOR (EXCLUSIVE-OR)	$\begin{array}{c c c} A & B & Z \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{array}$
	N, NEG o INVERSOR NOT or INVERTER	$\begin{array}{c c} A & Z \\ \hline 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{array}$
	NY (N Y) NAND (NOT AND)	$\begin{array}{c c c} A & B & Z \\ \hline 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{array}$
	NO (N O) NOR (NOT OR)	$\begin{array}{c c c} A & B & Z \\ \hline 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{array}$
	NOE (N OE) NXOR (NOT EXCLUSIVE-OR)	$\begin{array}{c c c} A & B & Z \\ \hline 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{array}$

Ilustración 2 Ejemplo de lenguaje booleano y compuertas lógicas

4.4.3 Diagrama de instrucciones

“Es un lenguaje gráfico que permite al usuario programar elementos (bloque de funciones del PLC) en tal forma que ellos aparecen interconectados al igual que un circuito eléctrico.” (Molina, 2006).

Generalmente utilizan símbolos lógicos para representar al bloque de función. Las salidas lógicas no requieren incorporar una bobina de salida, porque la salida es representada por una variable asignada a la salida del bloque.

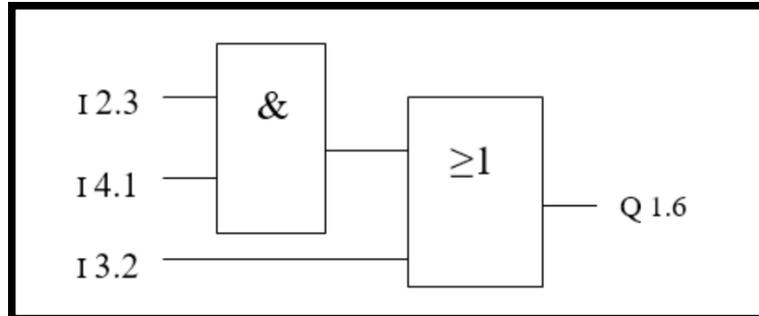


Ilustración 3 Programación por medio de diagrama de funciones

4.5 Neumática

La palabra neumática proviene del griego «pneuma» que significa aire o respiración. Bajo neumática se entiende la utilización de aire comprimido o, en general, cualquier sistema técnico que funcione con aire comprimido. Una de las funciones principales del aire comprimido es generar la fuerza para realizar movimientos mecánicos. Muchas de las finalidades de los actuadores que utilizan aire comprimido transforman la energía del aire en energía cinética. Los más comunes para este tipo de fuerza son los actuadores cilindros que de igual manera existen variedad de tipos. Existen diferentes tipos de ventajas en las que la neumática es parte de ellos.

4.5.1 Características de sistemas neumáticos

- **Cantidad:** El aire está disponible en casi cualquier parte en cantidades ilimitadas.
- **Transporte:** El aire puede transportarse de modo sencillo a largas distancias a través de tubos.
- **Acumulación:** El aire comprimido puede almacenarse en un depósito para utilizarlo posteriormente.
- **Seguridad:** El aire comprimido no alberga peligro de incendio o explosión.
- **Pureza:** Las fugas de aire comprimido no lubricado no ocasionan contaminación alguna.
- **Construcción:** Los elementos de trabajo tienen una construcción sencilla, por lo que su precio es bajo.

- **Velocidad:** El aire comprimido es un fluido rápido, con él los émbolos ejecutan movimientos muy veloces y los tiempos de conmutaciones son muy cortos.
- **Seguridad frente a sobrecargas:** Las herramientas y componentes neumáticos pueden soportar esfuerzos hasta que están completamente detenidos. Lo que significa que resisten sobrecargas.

4.5.2 Válvulas neumáticas

Son utilizadas principalmente para controlar el caudal de aire comprimido o flujo, son utilizadas en instalaciones automáticas, se usan principalmente electroválvulas que son la unión de control neumático y control eléctrico. Existen diferentes tipos de válvulas cada una con cierta cantidad de vías representando la dirección del flujo por flechas. Para la mayor comprensión del funcionamiento de las válvulas neumáticas a continuación presentamos una tabla en la cual se pondrá ver las principales diferencias y diferentes combinaciones que estas válvulas pueden presentarse en el mercado

4.6 Molino Harinero Sula

Molino Harinero Sula S.A. es una empresa dinámica; que fabrica los mejores productos de alimentos en Honduras.

“En Molino Harinero Sula, S.A. somos una familia comprometida en servir a las personas con quienes nos relacionamos. Por ello anticipamos sus necesidades para contribuir en su bienestar”. Las marcas de harina que elaboramos en esta fábrica son harina “El Águila”; y “La Cumbre” “El Águila” se utiliza para la elaboración de tortillas y “La Cumbre” para hacer todo tipo de galletas. Harina “El Gallo” es una harina enriquecida especial para hacer baleadas y harina “La Rosa” para hacer pan dulce casero .

En el año 1959 Molino Harinero Sula, S.A. nace harina “El Panadero”, una harina fuerte para elaborar pan blanco. Nuestras harinas aportan soluciones a las exigencias de los clientes en su negocio porque son elaboradas mediante un riguroso proceso de clasificación, limpieza y acondicionamiento del trigo, previo a la molienda, para obtener las marcas de mayor calidad que agregan a sus productos el valor auténtico. Son marcas que están bajo un riguroso y científico proceso de análisis que garantiza a los consumidores un producto de máxima calidad

y confiabilidad. Este proceso funciona adecuadamente gracias a la experiencia del personal humano de esta empresa y de nuestras maquinarias de avanzada tecnología.

4.7 SCADA

Estos sistemas SCADA suelen ser una combinación de software y hardware, como controladores lógicos programables y unidades terminales remotas (RTU). La adquisición de datos comienza con los PLC y las RTU, que se comunican con equipos de planta, tales como las máquinas y los sensores de la fábrica. Los datos recopilados de los equipos se envían al siguiente nivel, por ejemplo, una sala de control, donde los operarios pueden supervisar los controles de PLC y RTU utilizando interfaces humano-máquina (HMI). Las HMI son un elemento importante de los sistemas SCADA. Se trata de las pantallas que los operarios utilizan para comunicarse con el sistema SCADA.

Usando sistemas SCADA, las organizaciones pueden controlar sus procesos industriales tanto local como remotamente, e interactuar directamente con componentes como motores, bombas y sensores desde el panel de una ubicación centralizada. A veces, estos sistemas pueden controlar los equipos automáticamente basándose en los datos que se recopilan. Los sistemas SCADA también permiten a las organizaciones monitorizar y realizar informes de sus procesos a partir de datos en tiempo real y archivar esos datos para su posterior procesamiento y evaluación. (COPA-DATA, sf)

4.8 Proceso del molino para fabricación de harina

4.8.1 Almacenamiento

Los lugares donde se almacena el trigo son silos y depósitos de cereales. Las condiciones de almacenamiento (humedad, temperatura, etc.) influyen en el posible desarrollo de microorganismos.

El transporte se realiza en sentido vertical y horizontal (cangilones, tuberías, transportadores de cadena, etc.) según las diferentes máquinas y depósitos.

4.8.2 Limpieza

La limpieza del trigo consiste en la separación de materiales extraños (otras semillas, tierra, piedras, paja, etc.). Para ello se utiliza maquinaria para separación de impurezas por aspiración (tarara), cribas horizontales, deschinadoras, separadores centrífugos y magnéticos, cepilladoras o despuntadoras.

4.8.3 Acondicionado

Consiste en adicionar al cereal una determinada cantidad de agua, en función de su temperatura y humedad inicial, de forma que se aumente uniformemente su humedad para mejorar su comportamiento tecnológico en la molienda: las envueltas del grano se hacen más tenaces y elásticas y el endospermo más friable. Esta parte del proceso facilita la separación de las cubiertas externas, aumenta rendimiento en harinas y disminuye el gasto en energía necesaria en el proceso. Para ello se utilizan humificadores con dosificación de agua y sistema de rociado.

Tras la adición del agua, los trigos blandos requieren un reposo de 6 a 24 horas, en función de las características de la variedad, para la correcta distribución de esta por todas las partes del grano y alcanzar un rango óptimo de humedad en molienda. Tras el acondicionamiento se realiza una segunda limpia.

4.8.4 Molienda

Es la serie de operaciones repetitivas que sirve para separar el salvado de la almendra harinosa, endospermo y reducción de ésta a gránulos finos (harina).

Los distintos procesos de triturado, raspado y compresión producidos por los cilindros del molino (lisos y estriados) dan lugar a diferentes tamaños de partículas que pasan a cernedores (plansifters). Los distintos procesos utilizados son:

1. **Trituración:** Separa endospermo de salvado y germen.
2. **Desagregación – Sajaje:** Romper grandes trozos de endospermo.
3. **Compresión (reducción):** Reduce pequeños fragmentos de endospermo a harina.
4. **Colas:** Separa la fibra del endospermo recuperado de los otros 3 sistemas.

La harina obtenida se somete a diferentes ensayos analíticos, físico-químicos y microbiológicos, para garantizar su homogeneidad, ausencia de contaminación, calidad y cumplimiento de las especificaciones de los usos a los que vaya destinada. (AFHSE, 2019)

4.9 Nuevo sistema de automatización en Molino OCRIM 3 MHS

4.9.1 Beneficios

1. Mejorar el control de Mezcla de Granos
2. Se garantiza la sostenibilidad en la calidad de las harinas.
3. Reducir un 90% las desviaciones en las mezclas de trigo, es decir:
 - **Calidad:** Asegurar los parámetros de proteína y gluten las harinas producidas en este molino.
 - **Económico:**
 - Disminuir los valores de proteína sobre parámetros en las harinas que utilizan mezcla de trigo significa asegurar el consumo correcto de trigo DNS en mezclas.
 - Reducción de desperdicios de materia prima por control manual de flujo mal calibrado.
 - Reducción de devoluciones de productos que no cumplen con las especificaciones y control de calidad del cliente, por mal control en las mezclas.
4. Mejor Control de Inventario:

Los medidores volumétricos actuales **no registran datos** por silos internos actualmente ya que no son electrónicos, los flow balancer darán control de inventarios de Trigo Sucio y Limpio en 25 Silos internos del Molino 3. **Esto servirá como datos para comparativos con cubicajes y consumos de trigos.**

4.9.2 Proceso de preparación Trigo Sucio

Los silos 13, 14 y 15 para trigo sucio se preparan con ponderales para el control de flujo preciso. Dichos ponderales funcionan de manera automática controlados por PLC de manera remota. Por cajón se instalan dos **Flow Balancer – TFBI** que darán paso a las toneladas de trigo hacia los rodos helicoidales primarios, luego a un rodo secundario mayor que transporta el trigo a un elevador para comenzar con el proceso de limpieza.

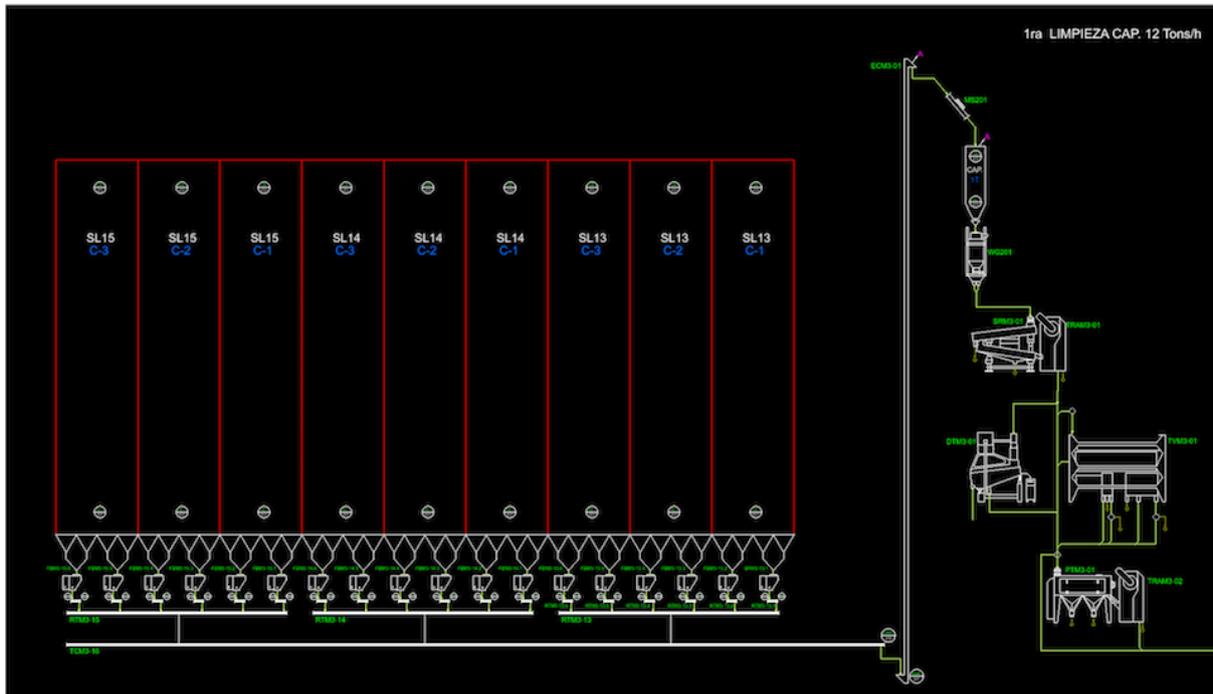


Ilustración 4 Plano de ponderables TFBI bajo silos 13, 14 y 15

Posterior a su primer limpieza, el trigo pasa a un elevador, donde pasa por la controladora de humedad **TOCA**, la cual mide la humedad inicial del trigo cuando entra y rocía la cantidad de agua necesaria para dejar el trigo en la humedad establecida (humedad secundaria). Así mismo aquí se monitorea la temperatura del trigo, factores determinantes en la calidad del producto final.

En el silo 10 el trigo descansa de 16 a 24 horas (según el tipo de trigo) para posteriormente salir de la misma manera que en los silos de trigo sucio, controlados por el flow balancer – TFBI para su segundo proceso de limpieza donde se remueven otros excesos y polvo, el cual es almacenado en el silo de polvo para empacarlo y sacarlo de manera segura del complejo.

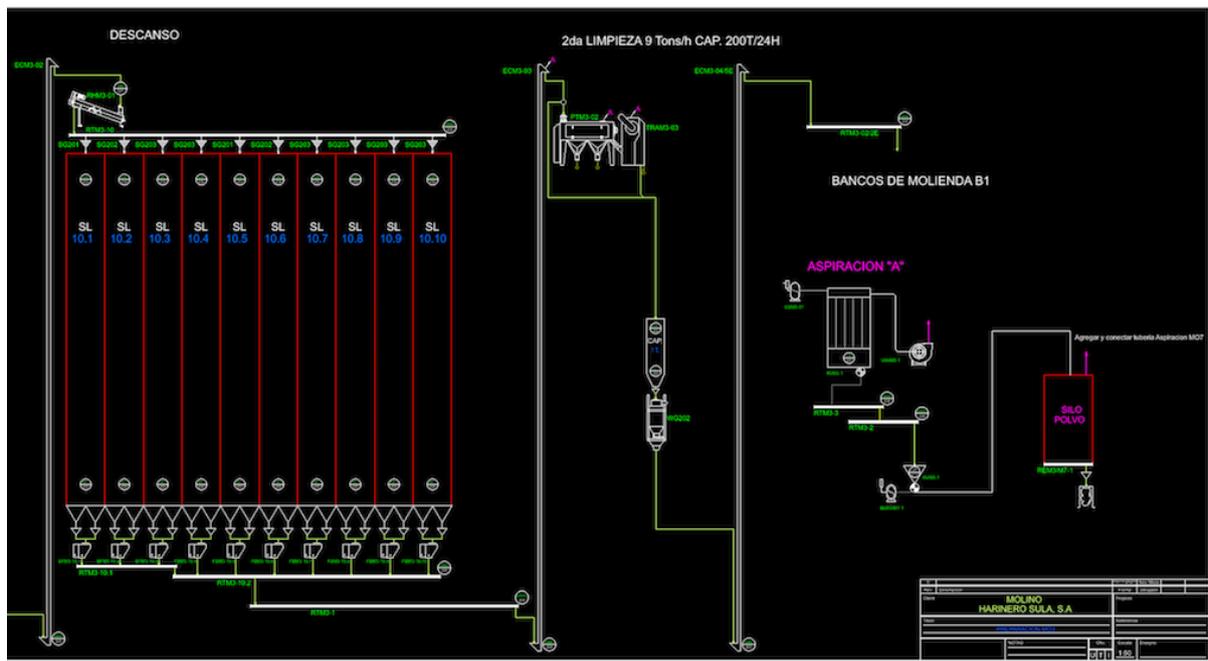


Ilustración 5 Plano de ponderables bajo silo 10 y TOCA sobre silo 10

Ver más figuras en anexos.

4.9.3 Dispositivos utilizados en el proyecto

- Alapala Flow Balancer TBFI 25
- Alapala TOCA 8
- Modulo de pesaje Siemens siwarex wp321
- PLC Siemens 1513-1 PN
- Periferia ET200sp 24v 16 entradas

Ver hojas de datos en anexos.

5 METODOLOGÍA / PROCESO

5.1 Enfoque:

Este proyecto se centra en mejorar los espacios de trabajo en los silos de preparación de trigo para el molino 3 en la empresa Molino Harinero Sula S.A. con la intención de elevar la producción, reducir los márgenes de error y desperdicios, analizando datos económicos y de tiempo por tanto este informe se proyecta como una **investigación cuantitativa**.

5.2 Fuentes de información

5.2.1 Fuentes primarias

- Información brindada por la empresa y equipo de ingenieros a cargo del proyecto

5.2.2 Fuentes secundarias

- Manuales de plataforma TIA Portal de SIEMENS
- Manuales de producto (SIWAREX WP321)
- Manual de producto Alapala TOCA
- Manual de producto Alapala Flow Balancer TFBI

5.2.3 Fuentes generales

- Libro Lenguajes de Programación de PLC
- Libro aplicación de algoritmos a un PLC
- Artículos y sitios web

5.3 Cronología de trabajo

Cronología de trabajo										
	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7	semana 8	semana 9	semana 10
instalación de maquinaria	■									
cableado			■							
instalaciones neumáticas				■						
periodo de pruebas					■					
visita técnica para correcciones						■				
segundo periodo de pruebas							■			
arranque de producción									■	

Ilustración 6 Cronología de trabajo

6 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE DATOS

Puesto a que la información contable de la empresa es **confidencial**, no es posible realizar un análisis financiero para evidenciar la reducción de los costes, sin embargo el jefe de molienda Franklin Martínez asegura que el proyecto reduce en 90% las desviaciones en mezcla de trigo, además de *“disminuir los valores de proteína sobre parámetros en las harinas que utilizan mezcla de trigo = asegurar el consumo correcto de trigo DNS en mezclas.”*, por tanto evitando las devoluciones de producto por reclamos de los clientes de productos especializados como Dunkin Donuts, Pizza Hut, Little Ceasar’s, KFC etc. Dando lugar a la **reducción de costos** que la automatización permite.

Sumado a esto, el jefe del área mantenimiento Ney Meza, asegura que el proyecto es sometido a evaluación por parte del departamento de contabilidad y la gerencia, por tanto no sería puesto a cabo sin la aprobación de ellos.

Esto responde a la segunda hipótesis H_0 confirmando que implementar un proyecto de automatización sí es económicamente viable, negando dicha hipótesis.

En los silos de trigo sucio 13, 14 y 15 el flujo de trigo para comenzar el proceso de liberación de trigo sucio, se hacía por medio de esclusas manuales, dando cabida a un margen de error bastante alto que oscilaba entre 5 y 10%. Previo a la instalación de la nueva maquinaria de control y la primer etapa de pruebas, basándose los cálculos realizados con la información vista en TIA Portal, se estima que el margen de error oscila entre 2 y 0.5 % evitando pérdidas de materia prima.



Ilustración 7 margenes de error

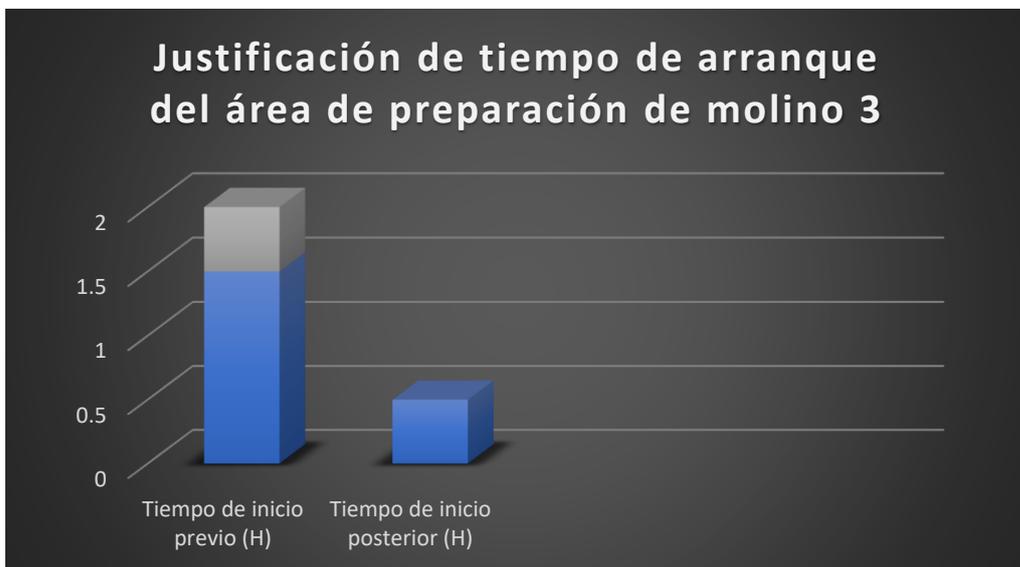


Ilustración 8 Tiempos de arranque del area de preparación de molino 3

Ambos graficos muestran las mejoras tanto a nivel económico, como en el ahorro de tiempo para la operación de toda la maquinaria. Confirmando que el proyecto de automatización sí representa mejoras en términos económicos, en la facilidad del manejo de la planta y en ahorro de tiempo, confirmando así la primer hipótesis H_1 .



Ilustración 9 Pruebas de control remoto en SCADA



Ilustración 10 Operario realizando calibraciónl con masa de 3kg

Entre las pruebas de control realizadas, en el FB se inserta una masa de 3kg para simular el flujo de trigo sucio a través del FB para notar en SCADA la respuesta de los sensores. Dicha masa reflejó un flujo de 21 T/h a través del FB, siendo estos los datos esperados, dando entonecs, resultados positivos en las primeras etapas de pruebas. Sin embargo, determinadas unidades de los Flow Balancers de ALAPALA, se encontraban fuera de rango, por lo que fue necesario el ajuste de los sensores de posición del slide, para estar dentro de los rangos exigidos por Molino Harinero Sula.



Ilustración 11 Masa de 3kg dentro del Flow Balancer para calibración

7 CONCLUSIONES

La instalación del equipo para automatizar el proceso de preparación de trigo previo a su molienda es considerada exitosa, puesto que tras las primeras pruebas realizadas solo se encontraron fallas corregidas simplemente con calibración. El trabajo fue realizado en un tiempo de 8 semanas, desde la instalación de los armarios, los ponderales, el trazado del cableado y las conexiones. (ver figuras en anexos).

El tiempo necesario para arrancar el trabajo del silo completo, motor por motor se redujo de aproximadamente una hora y media a apenas 5 minutos que toma encender la computadora central, abrir el SCADA y darle arranque a todos los motores y FB de una sola vez, desde la oficina de mantenimiento mecánico de la planta, basandose en la experiencia del ingeniero jefe de mantenimiento y los técnicos encargados del arranque del silo. Esto reduce considerablemente los tiempos de reacción ante fallas, puesto a que las fallas que se puedan presentar serán visibles en SCADA, sin necesidad de el monitoreo constante de los técnicos supervisores.

El departamento de contabilidad asegura que la aplicación de este sistema tiene un impacto positivo en la economía de la empresa, puesto que el pesaje de trigo controlado por máquinas en los 25 silos internos del molino 3 reduce en 90% las desviaciones de trigo en las mezclas de granos para harinas específicas. Además, esto supone un mejor control de inventario y reducción de pérdidas de grano. **Puesto que la información contable de la empresa es confidencial, no hay datos concretos en términos económicos para presentar en el informe, y la información proporcionada es limitada.**

8 RECOMENDACIONES

Es recomendable programar una agenda de pruebas posteriores a la instalación del equipo, para que los técnicos de la empresa responsable de la instalación estén disponibles para realizar cualquier ajuste o corrección que sea necesaria previo a la vuelta a la producción. En el caso específico de este proyecto los técnicos vienen desde Turquía, lo cual retrasa la finalización del proyecto y dificulta las conexiones remotas por la diferencia de horario.

9 BIBLIOGRAFÍA

- El Economista America . (8 de 10 de 2013). *www.eleconomistaamerica.com*. Obtenido de *www.eleconomistaamerica.com*: <https://www.eleconomistaamerica.com/empresas-eAm-usa/noticias/5208424/10/13/La-cadena-de-montaje-de-Henry-Ford-que-revoluciono-la-industria-cumple-un-siglo.html>
- Néstor Agudelo, G. T. (-). <http://ingenierovizcaino.com/>. Obtenido de <http://ingenierovizcaino.com/ecci/aut1/corte1/articulos/Historia%20de%20la%20Automatizacion.pdf>
- Aldama, S. E. (2015). *Automatizacion en un invernadero*. Tijuana, México.
- Gandhi, M. (19 de febrero de 2020). *autycom*. Obtenido de *autycom*: <https://www.autycom.com/automatizacion-del-trabajo-y-su-efecto-en-la-industria/>
- Plata, S. (16 de octubre de 2019). *cio.com.mx*. Obtenido de *cio.com.mx*: <https://cio.com.mx/estudio-sobre-la-automatizacion-en-los-negocios-de-america-latina/>
- Laura Ripani, N. S. (18 de febrero de 2021). *iadb.org*. Obtenido de *iadb.org*: <https://blogs.iadb.org/trabajo/es/el-impacto-de-la-automatizacion-mas-alla-de-las-fronteras/>
- Cutler-Hammer. (2001). *Series Básicas 101*. EATON.
- Miyara, F. (2004). *CONVERSORES D/A Y A/D*. Rosario Central.
- Vásquez, J. F. (2014). *Aplicación de los algoritmos PID a un Controlador Lógico Programable*. San José, Costa Rica.
- Molina, J. (2006). *Lenguaje de Programación de PLC*. .
- COPA-DATA, P. (sf). *copadata*. Obtenido de *copadata*: <https://www.copadata.com/es/productos/zenon-software-platform/visualizacion-control/que-es-scada/>
- AFHSE. (2019). *artesblancas*. Obtenido de <https://www.artesblancas.com/proceso-productivo-de-la-harina/>.

10. ANEXOS

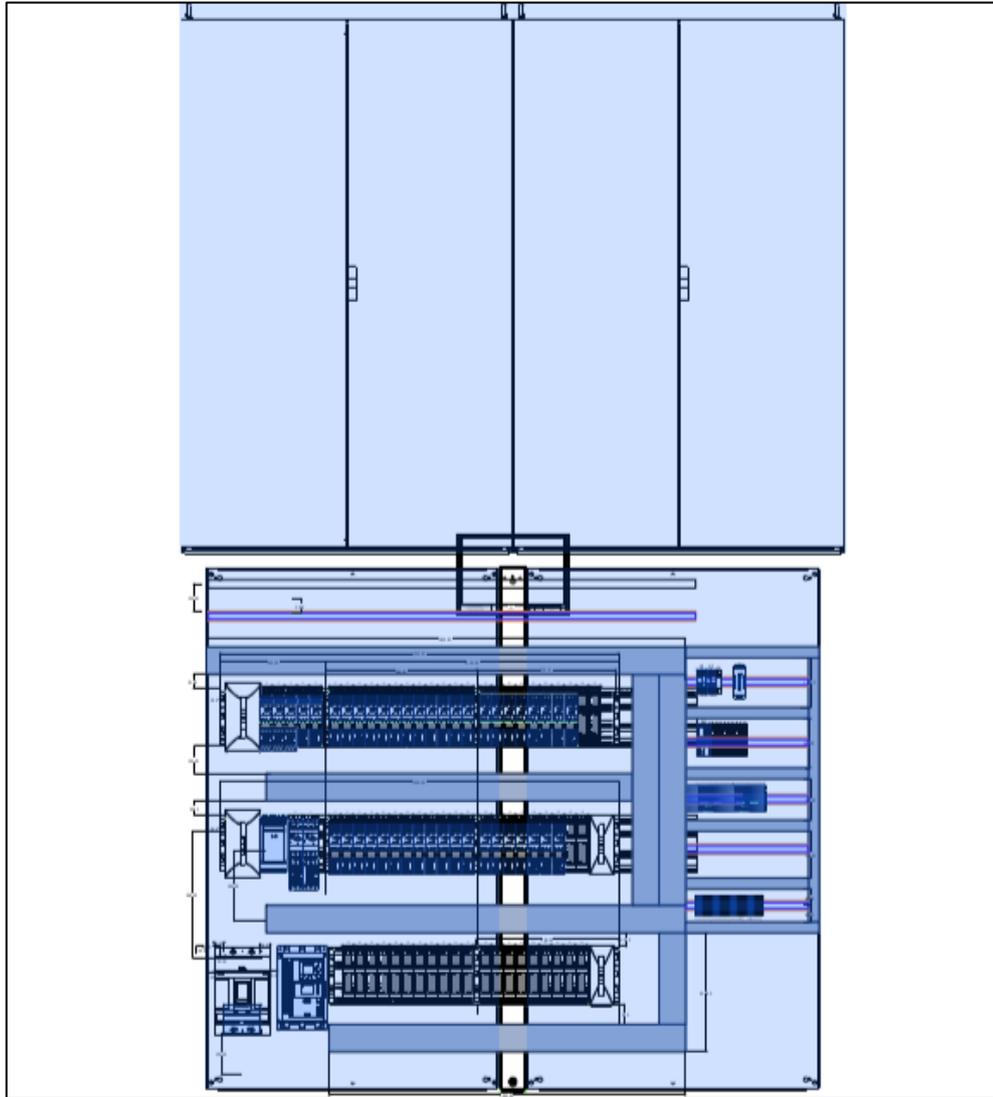


Ilustración 12 Diagrama de cajon de conexiones



Ilustración 13 Reles individuales para FB en panel de control

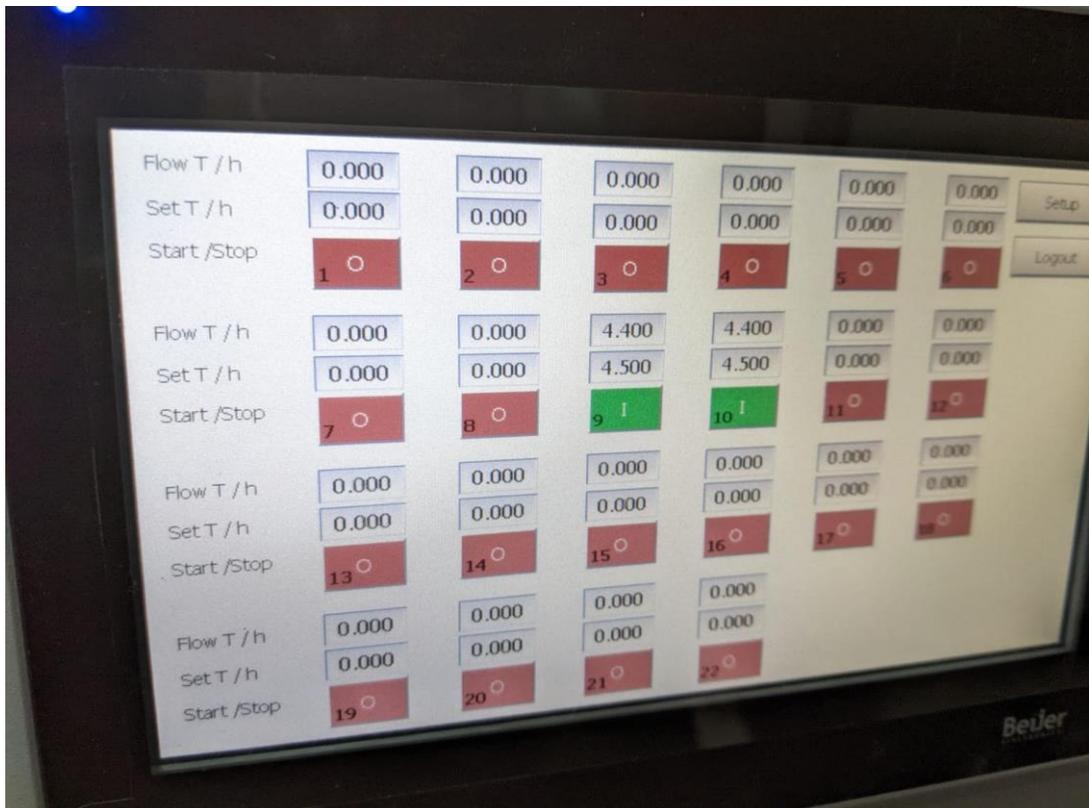


Ilustración 14 HMI en panel de control



Ilustración 15 Instalación de todos los ponderales bajo cajones de silo 15

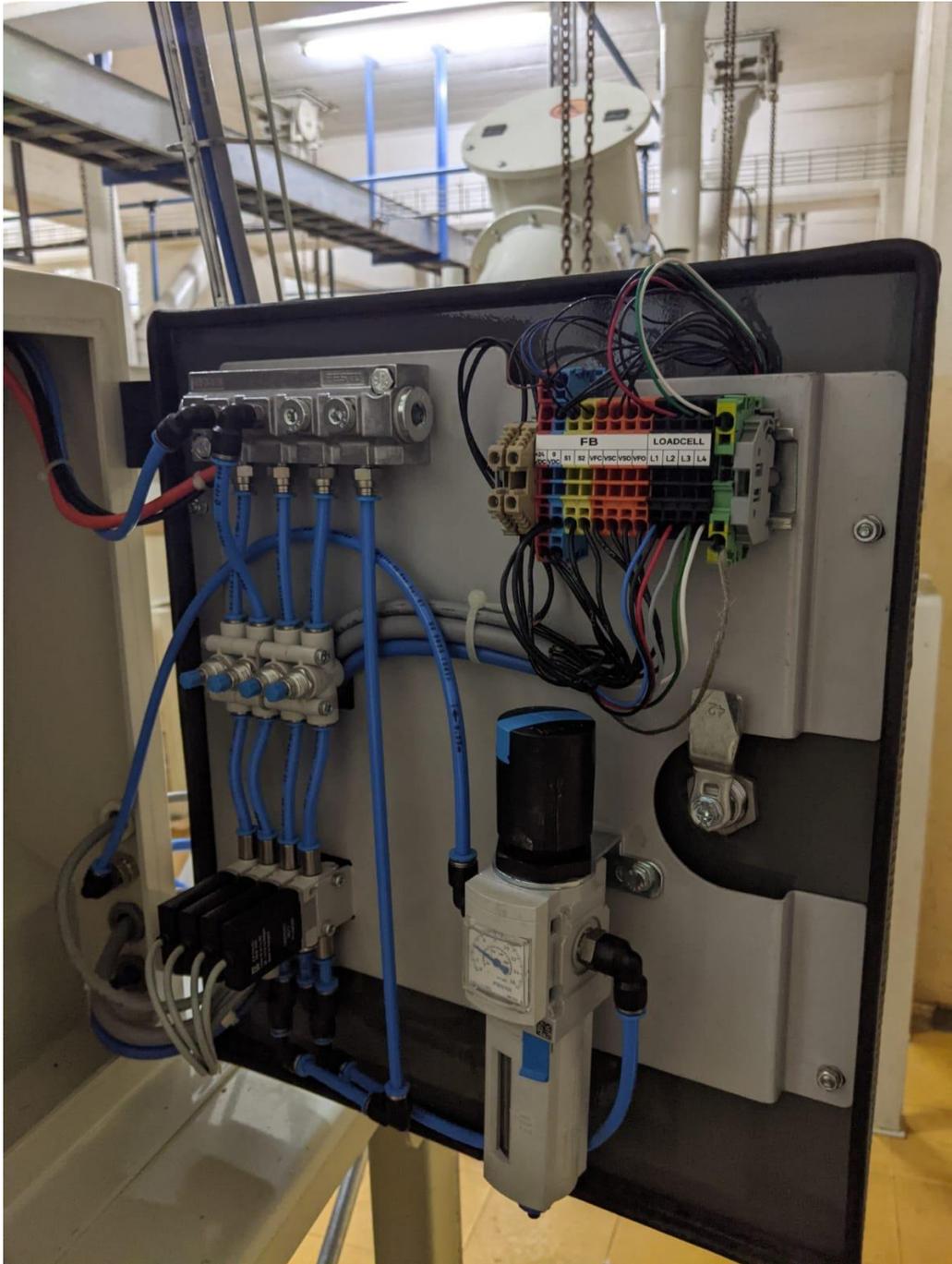


Ilustración 16 Panel de control de valvulas neumáticas de FB

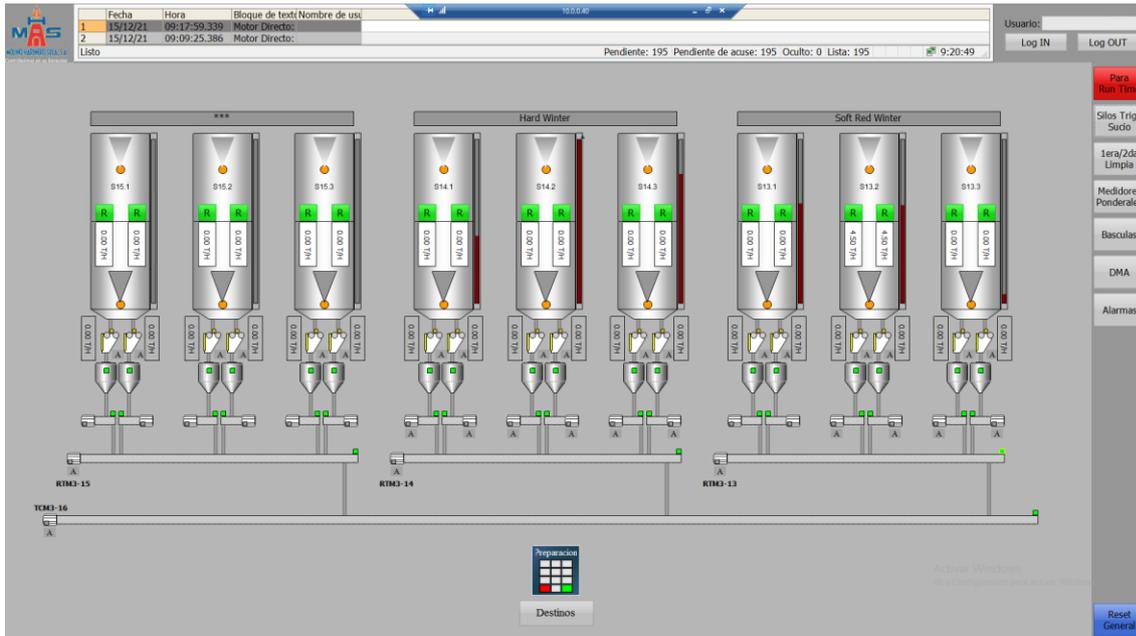


Ilustración 17

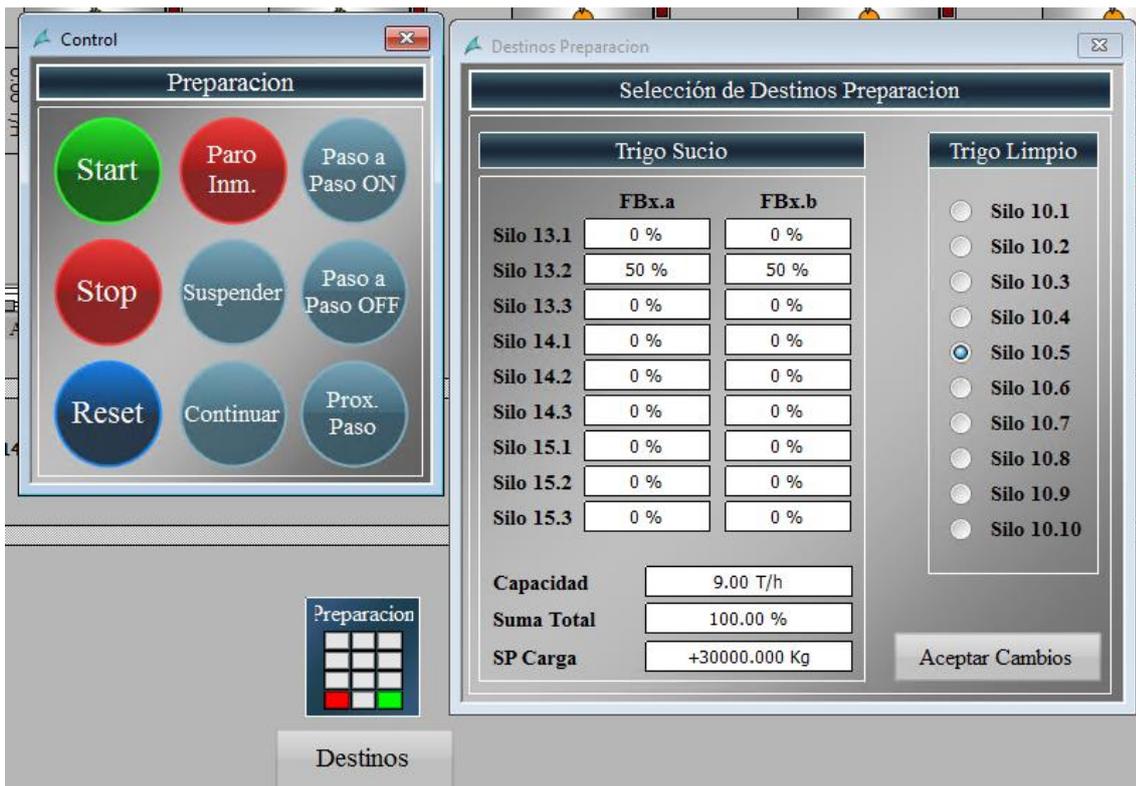


Ilustración 18



Ilustración 19

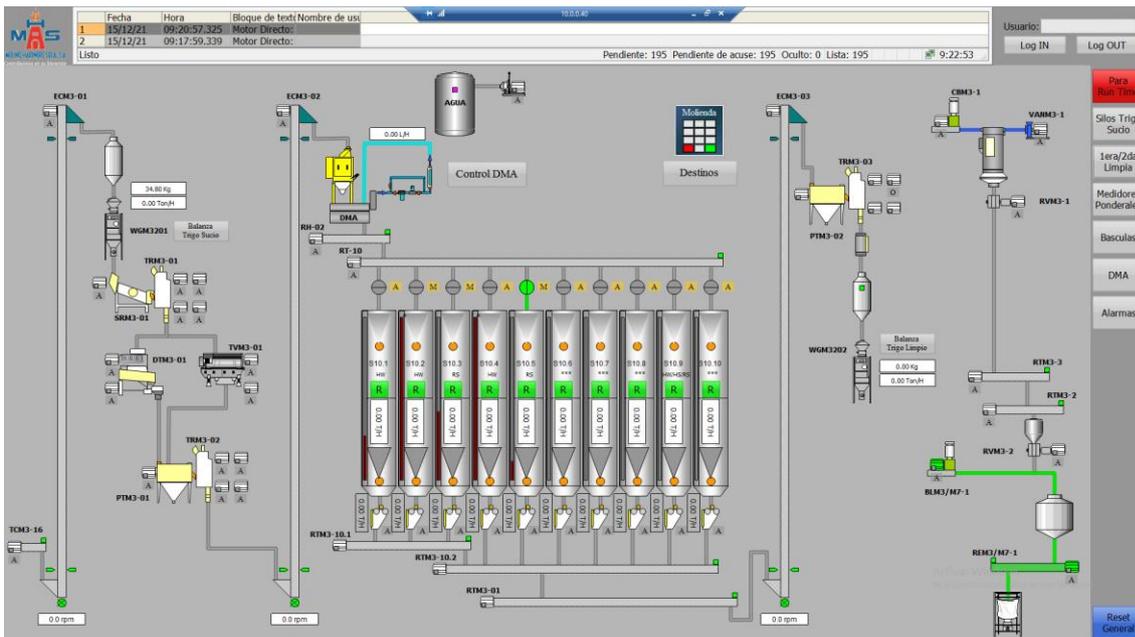


Ilustración 20

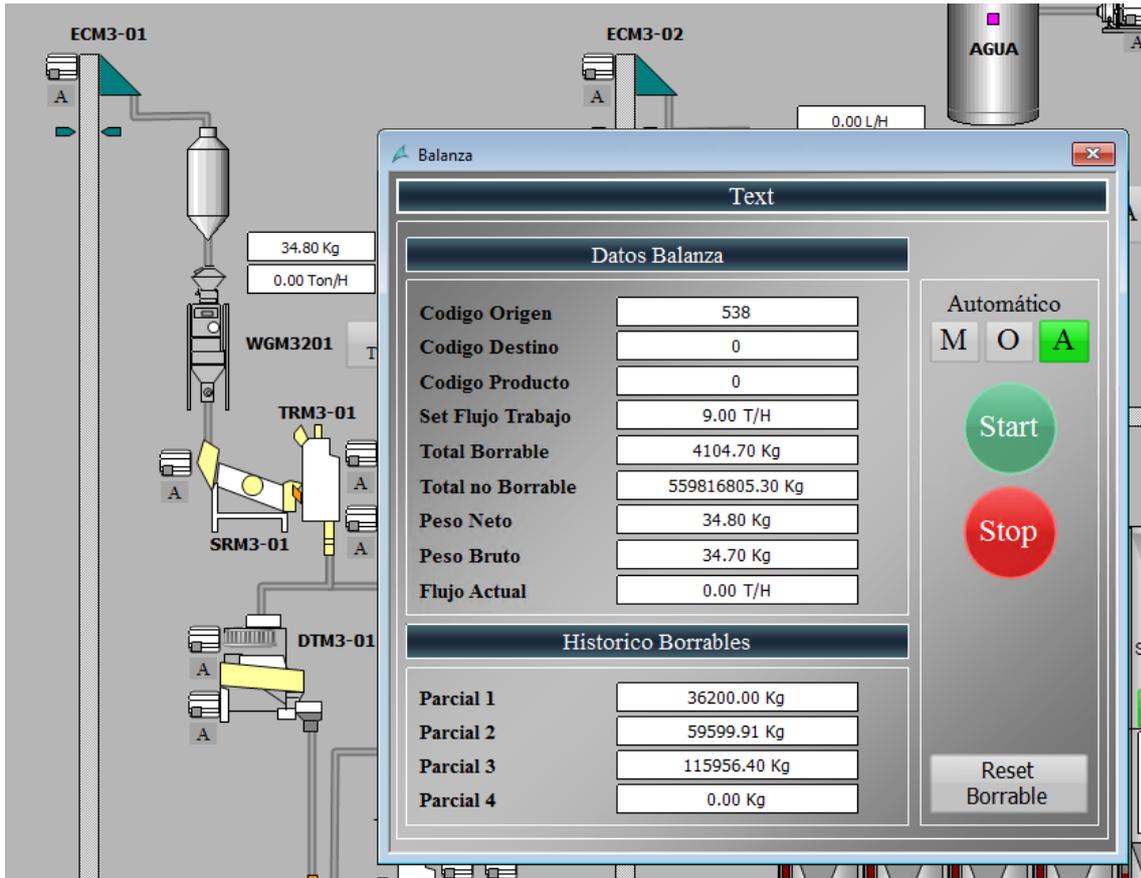


Ilustración 21

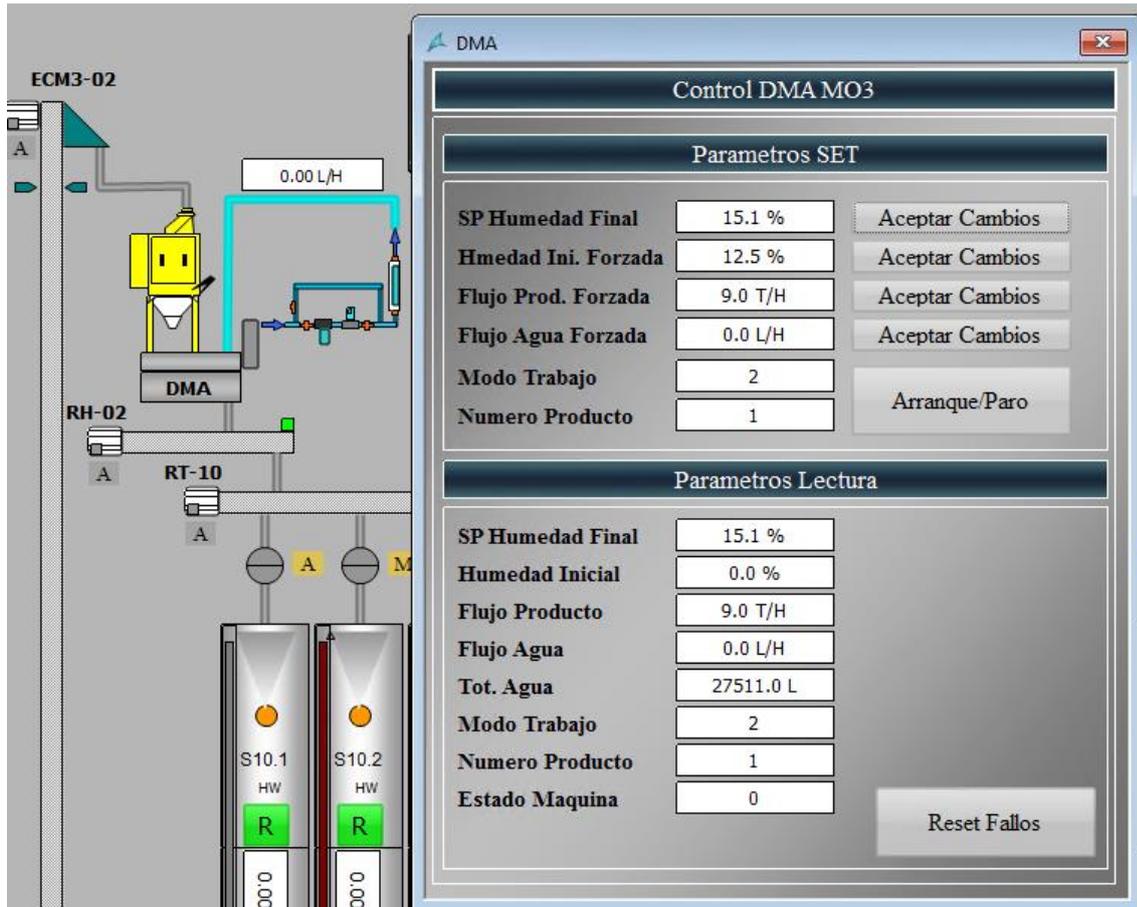


Ilustración 22

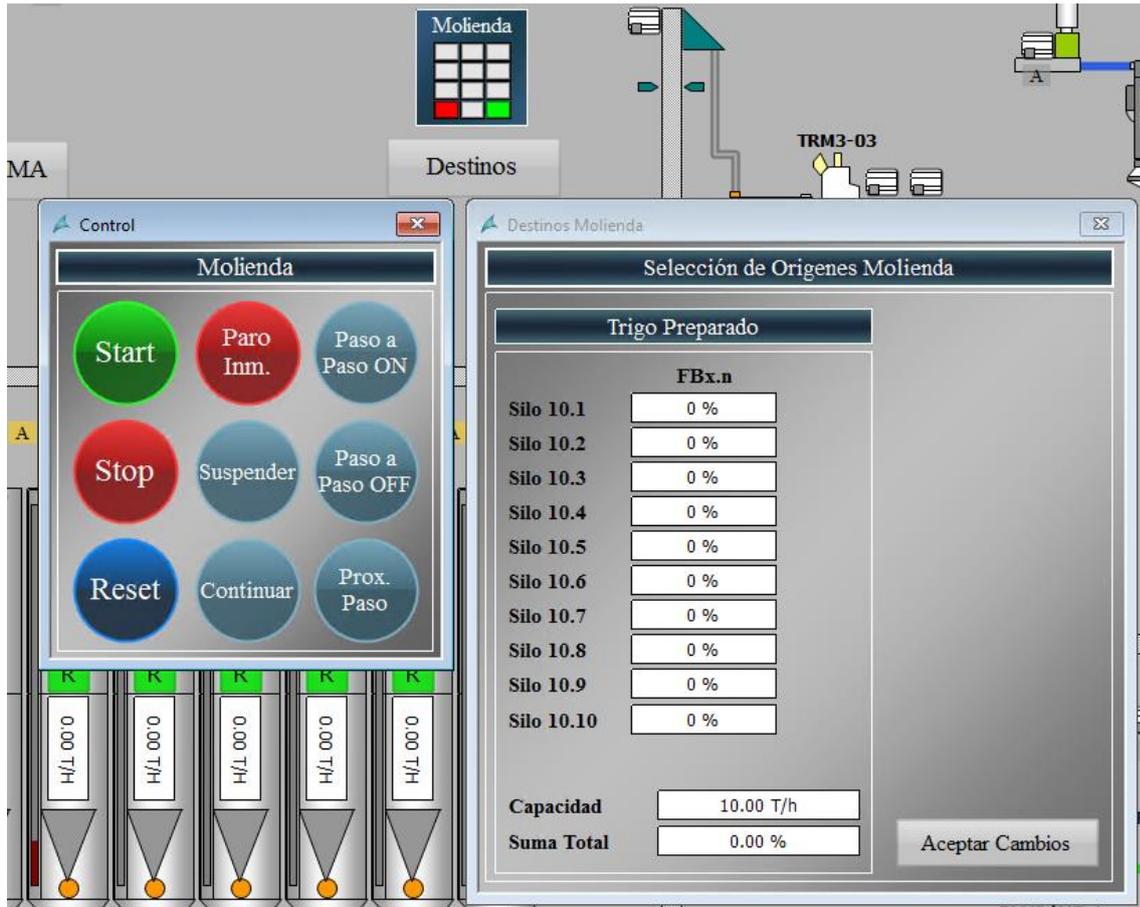


Ilustración 23

3.8 Identification

3.8.1 Type Code Explanations

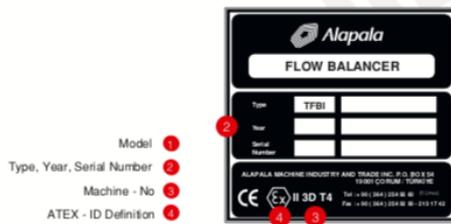


Every **Flow Balancer** of the **TFBI** Series is provided with an identification plate set on of the body. It includes the following identification data:

- Model
- Serial Number
- Year of Construction

Other data regarding the electric motor unit and the electric current specifications (voltage and frequency) are reported on and reported on the label put on the electric motor by the firm that produce it.

3.8.2 Model Plate



- 1 Model
- 2 Type, Year, Serial Number
- 3 Machine - No
- 4 ATEX - ID Definition

3.9 Capacity and Dimensions

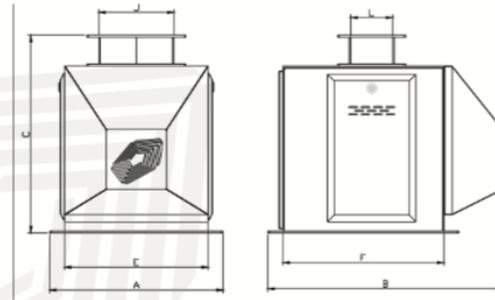


Figure 2

MODEL	Capacity [t/h]	Weights [kg]		Gross Volume [m ³]
		Net	Gross	
TFBI 25	25	50	88	0.25

Ilustración 24 Hoja de datos 1 Flow Balancer

3.10 Flow Balancer Process

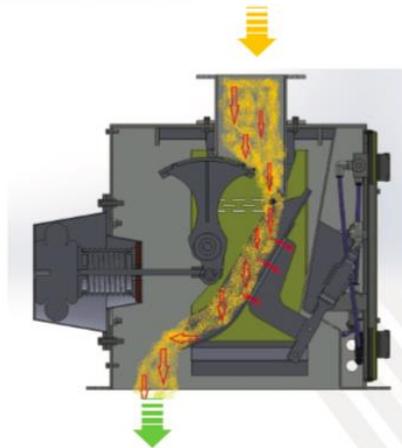


Figure 3

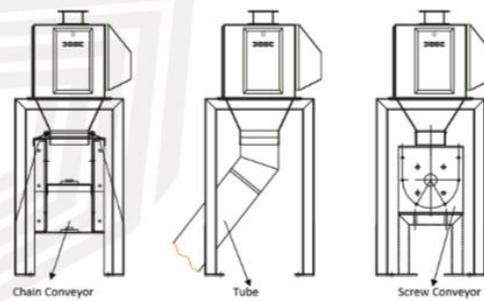


Figure 4

Ilustración 25 Hoja de datos 2 Flow Balancer

3.11 Flow Balancer Features

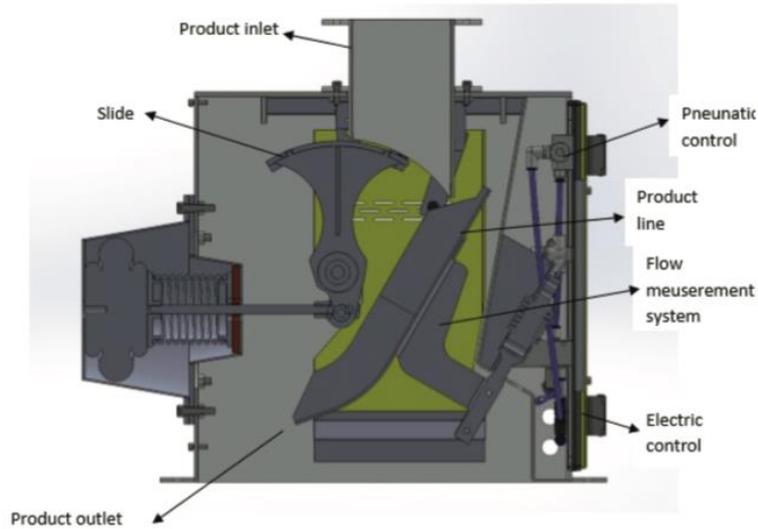


Figure 5

Ilustración 26 Hoja de datos 3 Flow Balancer

3.8 Identification

3.8.1 Type Code Explanations

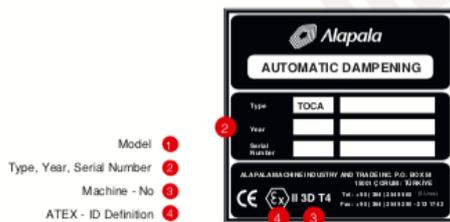


Every **Automatic Dampening** of the **TOCA** Series is provided with an identification plate set on of the body. It includes the following identification data:

- Model
- Serial Number
- Year of Construction

Other data regarding the electric motor unit and the electric current specifications (voltage and frequency) are reported on reported on the label put on the electric motor by the firm that produce it.

3.8.2 Model Plate



- Model 1
- Type, Year, Serial Number 2
- Machine - No 3
- ATEX - ID Definition 4

3.9 Spare Parts Order Information

Prior to accepting any order, we collect from customers the following information to understand their needs and provide them with a better service:

- Customer name, address and delivery type;
- Customer number;
- Model and serial number of the machine,
- Spare parts number;
- Spare parts code and more details;
- Spare parts name;
- Quantity in order to place an order the following form is to be used.

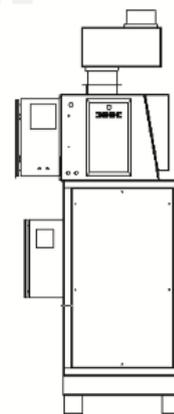


Figure 1

Ilustración 27 Hoja de datos 1 TOCA

3.10 Automatic Dampening Features

The **Automatic Dampening** of the **TOCA Series** are normally placed horizontally.

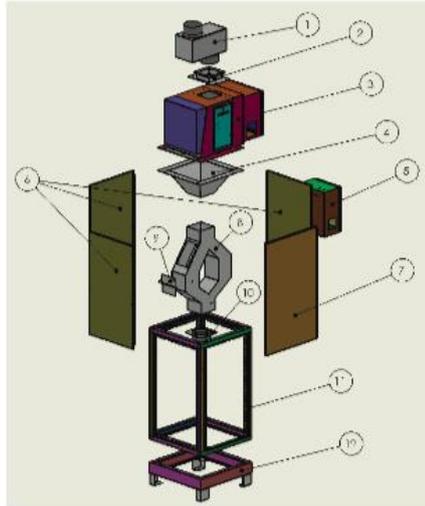


Figure 2

Spare parts list :

1. Speed cutting chrome-nickel tank
2. Tank connection component
3. Flow scales
4. Discharge cone (chrome-nickel) under flow scales
5. Electrical control panel
6. Side protection covers
7. Inspection door
8. By-pass fitting
9. Flap
10. Connection component (chromenickel)
11. Chassis
12. Chassis support element

Datos técnicos

5

6ES7513-1AL01-0AB0	
Información general	
Nombre de tipo del producto	CPU 1513-1 PN
Versión del hardware	FS03
Versión del firmware	V2.0
Ingeniería	
Configurable/integrada con STEP 7 TIA Portal a partir de la versión	V14
Control de configuración	
Mediante juego de datos	Sí
Display	
Diagonal del display (cm)	3,45 cm
Elementos de mando	
Número de teclas	6
Selector de modo	1
Tensión de alimentación	
Tipo de tensión de alimentación	24 V DC
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección contra inversión de polaridad	Sí
Regulación por pérdida de red y alimentación	
Tiempo de regulación por pérdida de red y alimentación	5 ms
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	0,7 A
Extracorrente de conexión, máx.	1,9 A; valor nominal
I_{Pt}	0,02 A ² s
Potencia	
Potencia consumida del bus de fondo (balance)	5,5 W
Potencia alimentada en el bus de fondo	10 W
Potencia disipada	
Potencia disipada, típ.	5,7 W
Memoria	
Número de slots para SIMATIC Memory Card	1
SIMATIC Memory Card necesaria	Sí
Memoria de trabajo	
Integrada (para programa)	300 KB
Integrada (para datos)	1,5 MB

Datos técnicos

	6ES7513-1AL01-0AB0
Memoria de carga	
Enchufable (SIMATIC Memory Card), máx.	32 GB
Respaldo	
Sin mantenimiento	Si
Tiempos de ejecución de CPU	
Para operaciones de bits, típ.	40 ns
Para operaciones de palabras, típ.	48 ns
Para aritmética en coma fija, típ.	64 ns
Para aritmética en coma flotante, típ.	256 ns
Bloques de CPU	
Número de elementos (total)	2000; bloques (OB/FB/FC/DB) y UDT
DB	
Banda numérica	1 ... 60 999; dividido en: banda numérica utilizable por el usuario: 1 ... 59 999 y banda numérica de DB generados mediante SFC 86: 60 000 ... 60 999
Tamaño máx.	1,5 MB; en caso de accesos a bloque no optimizados, el tamaño máximo del DB es 64 KB
FB	
Banda numérica	0 ... 65 535
Tamaño máx.	300 KB
FC	
Banda numérica	0 ... 65 535
Tamaño máx.	300 KB
OB	
Tamaño máx.	300 KB
Número de OB de ciclo libre	100
Número de OB de alarma horaria	20
Número de OB de alarma de retardo	20
Número de OB de alarma ciclica	20; con ciclo OB 3x mínimo de 500 µs
Número de OB de alarma de proceso	50
Número de OB de alarma DPV1	3
Número de OB de modo isócrono	1
Número de OB de alarma de sincronismo tecnológica	2
Número de OB de arranque	100
Número de OB de error asíncrono	4
Número de OB de error síncrono	2
Número de OB de alarma de diagnóstico	1
Profundidad de enclavamiento	
Por clase de prioridad	24

Ilustración 30 Hoja de datos 2 PLC Siemens

12

Datos técnicos

12.1 Datos técnicos

Alimentación de 24 V

Nota

Por medio de la alimentación de tensión de la instalación debe quedar asegurada una baja tensión funcional con desconexión segura (según EN 60204-1).

Tensión nominal	24 V DC
Límite inferior/superior estático	19,2 V / 28,8 V DC
Límite inferior/superior dinámico	18,5 V / 30,2 V DC
Sobretensiones no periódicas	35 V DC durante 500 ms con un tiempo de recuperación de 50 s
Consumo máx.	100 mA @ 24 V DC
Consumo del módulo típico	2 W

Alimentación del bus de fondo SIMATIC S7

Consumo del bus de fondo SIMATIC S7	tip. 20 mA
-------------------------------------	------------

Ilustración 31 Hoja de datos Modulo de pesaje Siemens

Datos técnicos

12.1 Datos técnicos

Conexión de células de carga analógica

Límite de error según DIN1319-1 a 20 °C +10 K	≤ 0,05 % de unidad ¹⁾
Precisión según OIML R76 (sin homologación para contraste)	
• Clase	III y IV
• Resolución (d=e)	3000d
• Porcentaje de error pi	0,4
• Tensión de paso	0,5 µV/e
Precisión del estado de suministro ²⁾	tip. 0,1 % de unidad
Tasa de muestreo	100 Hz/120 Hz (según parametrización)
Resolución de la señal de entrada	± 2.000.000 (en células con 4 mV/V)
Rango de medición	± 4 mV/V
Rango de tensión en modo común	0,25 ... 4,75 V
Alimentación DMS ³⁾	4,85 V DC ± 2 %
Protección contra cortocircuitos y sobrecarga	Sí
Conexión	6 hilos
Vigilancia de tensión de sensores	≤ 4 V
Resistencia de entrada DMS mín.	
• sin interfaz Exi SIWAREX IS	40 Ω
• con interfaz Exi SIWAREX IS	50 Ω
Resistencia de salida DMS máx.	4.100 Ω
Intervalo de coeficiente de temperatura	± ± 5 ppm/K de unidad
Punto cero de coeficiente de temperatura	± ± 0,1 µV/K
Error de linealidad	± 0,01 %
Filtrado de valor medido	Pasabajos
Aislamiento galvánico	500 V AC
Supresión de interferencias CMRR 50 Hz / 60 Hz	> 80 dB
Resistencia de entrada	
• Cable de señales	tip. 4*10 ³ Ω
• Cable de sensor	tip. 2*10 ³ Ω

¹⁾ Precisión relativa (la precisión absoluta solo se alcanza con una calibración local con normales de calibración)

²⁾ Es determinante la precisión para cambio de módulos o calibración teórica

³⁾ El valor es válido en el sensor; las caídas de tensión en los cables se compensan hasta 5 V

Longitud de cable

Longitud de cable máxima	500 m con cable SIWAREX, – Accesorios (Página 115).
--------------------------	---

SIWAREX WP321

Interfaz RS485

Estándar	EIA-485
Velocidad de transferencia	hasta 115 kbits/s*
Bits de datos	7 u 8
Paridad	par impar ninguna
Bits de parada	1 o 2
Resistencias terminadoras (conectables)	390 Ω / 220 Ω / 390 Ω
Aislamiento galvánico	500 V AC
Protocolo de transmisión	ASCII para pantalla remota de la empresa Siebert y Modbus RTU para HMI o sistemas externos.
Longitud del cable	≤ 115 kbits/s máx. 1 000 m (cable de bus de campo, 2 hilos, apantallado, p. ej. 6XV1830-0EH10)

Dimensiones y peso

Dimensiones	
• Ancho	15 mm
• Peso, aprox.	31 g

Requisitos y datos mecánicos

Comprobación	Normas	Valores de ensayo
Resistencia a vibraciones en servicio	IEC 61131-2 IEC 60068-2-6 Prueba Fc	<ul style="list-style-type: none"> 5 ... 8,4 Hz: 3,5 mm sal. 8,4 ... 150 Hz: 9,8 m/s² (=1G)
Resistencia al choque en servicio	IEC 61131-2 IEC 60068-2-27 Prueba Ea	<ul style="list-style-type: none"> 150 m/s² (aprox. 15 g), semisenoidal
Resistencia a vibraciones en transporte	IEC 60068-2-6 Prueba Fc	<ul style="list-style-type: none"> 5 ... 8,4 Hz: 3,5 mm sal. 8,4 ... 500 Hz: 9,8 m/s²
Resistencia al choque en transporte	IEC 60068-2-27: Prueba Ea	<ul style="list-style-type: none"> 250m/s² (25G), semisenoidal
Caída libre	IEC 61131-2 IEC 60068-2-31: Prueba Ec, procedimiento 1	<ul style="list-style-type: none"> En embalaje de producto: altura de caída 300 mm En embalaje de envío: altura de caída 1,0 m