

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



TESIS

**“DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA MEJORAR
EL PROCESO DE FILTRACIÓN DE AGENTES
CONTAMINANTES DE LOS RELAVES EN LA MINA CERRO
LINDO, CAÑETE 2022”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO**

AUTORES:

Bach. MARIN COCHACHI JEF CHAN

Bach. MARIN MARTINEZ, BRYAN JHOAN

ASESOR:

MSc. Lic. RICARDO AUGUSTO GUTIERREZ TIRADO



Callao, 2023

PERÚ

Document Information

Analyzed document	Informe Final de Tesis-Bryan Marin, Jef Marin.pdf (D159189288)
Submitted	2023-02-21 20:07:00
Submitted by	JUAN GRADOS GAMARRA
Submitter email	fiee.investigacion@unac.edu.pe
Similarity	1%
Analysis address	fiee.investigacion.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://busquedas.elperuano.pe/download/url/aprueban-actualizacion-del-inventario-inicial-de-p... Fetched: 2023-02-21 20:07:00	 2
SA	Controladores Industriales_Chavez J-Guaypatin F- Paucar J.pdf Document Controladores Industriales_Chavez J-Guaypatin F- Paucar J.pdf (D112845343)	 2

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA ESCUELA PROFESIONAL DE ELECTRÓNICA "DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA MEJORAR EL PROCESO DE FILTRACIÓN DE AGENTES CONTAMINANTES DE LOS RELAVES EN LA MINA CERRO LINDO, CAÑETE 2022" TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE INGENIERO ELECTRÓNICO AUTORES BACH. MARÍN COCHACHI JEF CHAN BACH. MARÍN MARTINEZ BRYAN JHOAN ASESOR MS. LIC. RICARDO AUGUSTO GUTIÉRREZ TIRADO LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Callao, 2022 PERÚ

INFORMACIÓN BÁSICA FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN: UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA TÍTULO: "DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA MEJORAR EL PROCESO DE FILTRACIÓN DE AGENTES CONTAMINANTES DE LOS RELAVES EN LA MINA CERRO LINDO, CAÑETE 2022" AUTORES: BACH. MARÍN COCHACHI JEF CHAN, ORCID: 0000-0003-0482-7905 / DNI 72315424 BACH. MARÍN MARTÍNEZ BRYAN JHOAN, ORCID: 0000-0003-1710-6314 / DNI 73977241 ASESOR: MS. LIC. RICARDO AUGUSTO GUTIÉRREZ TIRADO LUGAR DE EJECUCIÓN: MINA CERRO LINDO, PROVINCIA DE CAÑETE UNIDAD DE ANÁLISIS: PROCESO DE FILTRADO EN RELAVES MINEROS TIPO DE INVESTIGACIÓN: APLICADA ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN: CUANTITATIVO DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: EXPERIMENTAL DEL TIPO CUASIEXPERIMENTAL TEMA OCDE: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO MIEMBROS DEL JURADO DR. ING. JACOB ASTOCONDOR VILLAR PRESIDENTE MG. ING. JORGE ELÍAS MOSCOSO SÁNCHEZ SECRETARIO M.SC. ING. ABILIO BERNARDINO CUZCANO RIVAS VOCAL MG. LIC. ANTONOR LEVA APAZA SUPLENTE N.º DE LIBRO : FOLIO : FECHA DE APROBACIÓN : RESOLUCIÓN DIRECTORAL :

DEDICATORIA Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente, a mis padres que me apoyaron y contuvieron los momentos malos y en los menos malos. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento. Me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio. Jef Quiero dedicar esta tesis a mis padres, ellos fueron mi impulso para seguir adelante y lograr mis metas, por ser pilar fundamental en mi vida, inculcarme buenos valores y darme la mejor educación. Bryan



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO N°012-2023

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA, QUE SUSCRIBE:

HACE CONSTAR

Que, los Bachilleres:

- MARÍN COCHACHI JEF CHAN
- MARÍN MARTINEZ BRYAN JHOAN

Han presentado su tesis titulada: “DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA MEJORAR EL PROCESO DE FILTRACIÓN DE AGENTES CONTAMINANTES DE LOS RELAVES EN LA MINA CERRO LINDO, CAÑETE 2022” PARA LA EVALUACIÓN ANTIPLAGIO ORIGINAL, OBTENIENDO COMO RESULTADO 1% DE SIMILITUD, ESTANDO DENTRO DEL PORCENTAJE PERMITIDO (MÁXIMO 30%).

Se expide la presente Constancia a solicitud de los interesados PARA REALIZAR TRÁMITES CORRESPONDIENTES A LA SUSTENTACIÓN DE TESIS.

Bellavista, 21 de febrero de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. Ing. Abilio Bernardino Cuzcano Rivas
Director (e)

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

Por medio del presente documento, autorizo la publicación del texto completo de la tesis de pre grado en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Callao, de conformidad señalado en el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Reglamento Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades - RENATI resolución N° 033-2016-SUNEDU/CD, de fecha 08.09.16; para lo cual especifico la siguiente información:

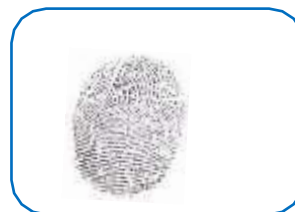
<u>DATOS PERSONALES</u>	
APELLIDOS Y NOMBRES	MARIN MARTINEZ, BRYAN JHOAN
DNI	73977241
TELÉFONO	984641804
E-MAIL	bryan.jhoan.marin@gmail.com

<u>DATOS ACADÉMICOS</u>	
<u>PREGRADO</u>	
FACULTAD	FIEE
ESCUELA PROFESIONAL	INGENIERÍA ELECTRÓNICA
GRADO ACADEMICO	INGENIERÍA ELECTRÓNICA
TITULO PROFESIONAL	INGENIERO ELECTRÓNICO
OBSERVACIONES/ PRECISIONES	

<u>DATOS DE LA TESIS</u>	
TÍTULO	DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA MEJORAR EL PROCESO DE FILTRACIÓN DE AGENTES CONTAMINANTES DE LOS RELAVES EN LA MINA CERRO LINDO, CAÑETE 2022
AÑO DE PUBLICACIÓN	2023
OBSERVACIONES/ PRECISIONES	

Nota: Todo el dato consignado tiene carácter de Declaración Jurada.

FIRMA



HUELLA DIGITAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL POR LA MODALIDAD
DE TESIS SIN CICLO DE TESIS


A los 21 días del mes de marzo Del 2023 siendo las 10:00 Horas se reunió el Jurado Examinador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica conformado por los siguientes Docentes Ordinarios de la Universidad Nacional del Calla, (Res. Resolución DECANAL N° 044-2023 DFIEE)


Dr. NOÉ MANUEL JESÚS CHÁVEZ TEMOCHE	Presidente
Mg. Ing. JORGE ELÍAS MOSCOSO SÁNCHEZ	Secretario
Mg. Lic. ANTENOR LEVA APAZA.	Vocal

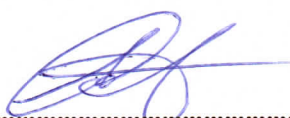
Con el fin de dar inicio a la exposición de Tesis de los señores Bachilleres **MARIN MARTINEZ, BRYAN JHOAN y MARIN COCHACHI, JEF CHAN**; quienes habiendo cumplido con los requisitos para obtener el Título Profesional de Ingeniería Electrónica tal como lo señalan los Arts. N° 12 al 15 del Reglamento de Grados y Títulos, sustentarán la Tesis Titulada **“DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA MEJORAR EL PROCESO DE FILTRACIÓN DE AGENTES CONTAMINANTES DE LOS RELAVES EN LA MINA CERRO LINDO, CAÑETE 2022”**, con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición, considerando lo establecido en los Art. N° 14 y 17 del Reglamento de Grados y Títulos dado por Resolución N° 047-92-CU, en el Capítulo N° 06, corresponde al otorgamiento del Título Profesional con Tesis, efectuadas las deliberaciones pertinentes se acordó:

Dar por Aprobada Calificativo Bueno nota: 15 (Quince) a los expositores Marin Martinez, Bryan Jhoan, Marin Cochachi, Jef con lo cual se dio por concluida la sesión, siendo las 10:55 horas del día del mes y año en curso.

Es copia fiel del folio N° 214 Del Libro de Actas de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – UNAC.


.....
Dr. NOÉ MANUEL JESÚS CHÁVEZ TEMOCHE
PRESIDENTE


.....
Mg. Ing. JORGE ELÍAS MOSCOSO SÁNCHEZ
SECRETARIO


.....
Mg. Lic. ANTENOR LEVA APAZA
VOCAL

.....
M.Sc. Ing. ABILIO BERNARDINO CUZCANO RIVAS
SUPLENTE

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

PRESIDENTE : Dr. Ing. NOÉ MANUEL JESÚS CHÁVEZ TEMOCHE

SECRETARIO : Mg. Ing. JORGE ELIAS MOSCOSO SANCHEZ

VOCAL : Mg. Lic. ANTENOR LEVA APAZA

ASESOR : MSc. Lic. RICARDO AUGUSTO GUTIERREZ TIRADO

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN: UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

TÍTULO: “DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA MEJORAR EL PROCESO DE FILTRACIÓN DE AGENTES CONTAMINANTES DE LOS RELAVES EN LA MINA CERRO LINDO, CAÑETE 2022”

AUTORES:

BACH. MARÍN COCHACHI JEF CHAN, ORCID: 0000-0003-0482-7905 /
DNI 72315424

BACH. MARÍN MARTÍNEZ BRYAN JHOAN, ORCID: 0000-0003-1710-6314 /
DNI 73977241

ASESOR:

MS. LIC. RICARDO AUGUSTO GUTIÉRREZ TIRADO

LUGAR DE EJECUCIÓN: MINA CERRO LINDO, PROVINCIA DE CAÑETE

UNIDAD DE ANÁLISIS: PROCESO DE FILTRADO EN RELAVES MINEROS

TIPO DE INVESTIGACIÓN: APLICADA

ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN: CUANTITATIVO

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: EXPERIMENTAL DEL TIPO
CUASIEXPERIMENTAL

TEMA OCDE: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

DEDICATORIA

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente, a mis padres que me apoyaron y contuvieron los momentos malos y en los menos malos. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento.

Me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

Jef

Quiero dedicar esta tesis a mis padres, ellos fueron mi impulso para seguir adelante y lograr mis metas, por ser pilar fundamental en mi vida, inculcarme buenos valores y darme la mejor educación.

Bryan

AGRADECIMIENTO

Ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro, amados padres, como una meta más conquistada. Orgulloso de haberlos elegido mis padres y que estén a mi lado en este momento tan importante. Gracias por ser quienes son y por creer en mí.

Jef

Quiero dar gracias a Dios, por haberme dado la vida, acompañado a lo largo de mi carrera, por ser mi luz en mi camino y por darme la sabiduría, fortaleza para tomar las mejores decisiones y poder así lograr alcanzar mis metas.

Bryan

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	5
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	11
1.2. Formulación del problema.....	12
1.2.1. Problema general	12
1.2.2. Problemas específicos	12
1.3. Objetivos.....	12
1.3.1. Objetivo general	12
1.3.2. Objetivos específicos.....	12
1.4. Justificación	13
1.4.1. Justificación teórica	13
1.4.2. Justificación tecnológica	13
1.4.3. Justificación económica.....	13
1.4.4. Justificación social.....	13
1.5. Delimitantes de la investigación	14
II. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Antecedentes: Internacional y nacional.....	15
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	15
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	17
2.2. Bases teóricas	20

2.3.	Marco conceptual.....	24
2.4.	Definición de términos básicos.....	44
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES	46
3.1.	Hipótesis	46
3.1.1.	Hipótesis general.....	46
3.1.2.	Hipótesis específicas	46
3.2.	Operacionalización de variables	46
IV.	METODOLOGÍA DEL PROYECTO	48
4.1.	Diseño metodológico	48
4.2.	Método de investigación	48
4.3.	Población y muestra	67
4.4.	Lugar de estudio y periodo desarrollado	67
4.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	67
4.6.	Análisis y procesamiento de datos	68
4.7.	Aspectos Éticos en Investigación.....	69
V.	RESULTADOS.....	70
5.1.	Resultados descriptivos	70
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	75
6.1.	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.....	75
VII.	CONCLUSIONES	77
VIII.	RECOMENDACIONES	78
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
	ANEXOS.....	85
	Anexo N°1: Matriz de consistencia	86
	Anexo N°2: “Norma ISA 5.1: Instrumentos, simbología e identificación.	88

Anexo N°3: “Norma ISA S5.3 (1983): Documentar instrumentos realizados en computadoras, controladores programables, sistemas de procesamiento. ...92	
Anexo N°4: Datasheet Controlador Lógico Programable S7-1200.....96	
Anexo N°5: Datasheet HMI TP1500 Comfort..... 101	
Anexo N°6: Programación propia del proyecto en TIA Portal..... 105	
Anexo N°7: Cotización propia del proyecto de tesis..... 108	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: “Operacionalización de variables”	
47	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1 "Ubicación de la Minera Cerro Lindo" [14].....	23
Figura N°2 "Unidad minera Cerro Lindo" [14].....	24
Figura N°3 "Sistema de control de lazo abierto" [16].....	25
Figura N°4 "Sistema de control de lazo cerrado" [16].....	26
Figura N°5 "Respuesta de la variable del proceso frente a un controlador ON/OFF" [17].....	27
Figura N°6 "Control PID de una planta de procesos" [18]	30
Figura N°7 "Esquema general de un proceso de automatización" [19].....	31
Figura N°8 "Esquema interno del transmisor de presión resistivo" [22]	36
Figura N°9 "Esquema interno del transmisor de presión capacitivo" [22]	36
Figura N°10 "Esquema interno de presión piezoresistiva" [22].....	37
Figura N°11 "Medidor de nivel tipo capacitivo" [23]	38
Figura N°12 "Principio de medición del medidor ultrasónico" [24]	40
Figura N°13 "Medidor tipo ultrasónico" [24].....	40
Figura N°14 "Medidor ultrasónico de tiempo de tránsito" [24].....	41
Figura N°15 "Sensor de densidad" [27].....	42
Figura N°16 "Apertura del software TIA Portal"	49
Figura N°17 "PLC y pantalla HMI agregado"	49
Figura N°18 "Configuración del PLC"	50
Figura N°19 "HMI TP1500 Comfort"	50
Figura N°20 "Configuración del HMI TP1500 Comfort"	51
Figura N°21 "Bloque de interrupción del TIA Portal"	52
Figura N°22 "Integración del bloque PID".....	52
Figura N°23 "Configuración del set point del proceso"	53

Figura N°24 "Configuración de la magnitud de la distancia"	54
Figura N°25 "Configuración del PWM"	54
Figura N°26 "Configuración de los valores de procesos"	55
Figura N°27 "Valores máximos y mínimos de advertencia del set point"	56
Figura N°28 "Configuraciones avanzadas del PWM y parámetros PID (Límites de valores de salida)"	56
Figura N°29 "Parámetros del proceso PID"	57
Figura N°30 "Sintonización de los parámetros PID"	58
Figura N°31 "Parámetros PID"	58
Figura N°32 "Escalamiento y normalización de los valores de cada sensor del proceso"	59
Figura N°33 "Bloque de datos de la lógica del proceso"	60
Figura N°34 "Tanque de pulpa del proceso"	60
Figura N°35 "Configuración de la densidad del producto"	61
Figura N°36 "Bombas para la pulpa"	62
Figura N°37 "Configuración del traslado de la pulpa"	62
Figura N°38 "Presión de las bombas del tanque"	63
Figura N°39 "Configuración de la apertura de las membranas del filtro"	63
Figura N°40 "Electroválvula de la compresora de aire"	64
Figura N°41 "Configuración del proceso de limpieza de las placas"	65
Figura N°42 "Pistón hidráulico del proceso"	65
Figura N°43 "Activación del proceso de limpieza"	66
Figura N°44 "Llenado del tanque con la pulpa"	70
Figura N°45 "Tanque lleno al set point establecido"	70
Figura N°46 "Pistón hidráulico activo"	71
Figura N°47 "Cierre del pistón hidráulico"	71

Figura N°48 "Densidad de la pulpa, fuera del rango establecido"	72
Figura N°49 "Densidad de la pulpa dentro del rango establecido"	72
Figura N°50 "Filtración del licor a través de las membranas"	73
Figura N°51 "Apertura de las electroválvulas de aire"	73
Figura N°52 "Disminución de la presión y la densidad del proceso"	74
Figura N°53 "Finalización del proceso"	74

RESUMEN

Actualmente el Ministerio de Energía y Minas, mediante leyes, se encarga de regular los pasivos ambientales que genera la actividad minera, ya que estos residuos son un gran problema para el medio ambiente.

El presente proyecto de tesis tiene como objetivo la automatización de un proceso muy importante en la industria minera, el cual es la filtración de relaves mineros.

Para la realización de este proyecto de tesis, se ha diseñado el control automatizado de un tanque de pulpa, para el abastecimiento de la prensa de filtrado; se ha diseñado el control del compresor de aire y también se han automatizado las bombas de agua para mejorar la limpieza del proceso.

Este proyecto de tesis ha sido dividido en las siguientes etapas metodológicas: llenado de tanque con pulpa, traslado de pulpa a la máquina de filtrado, proceso de filtrado y limpieza de placa de filtrado. El controlador usado en el diseño del proceso es el PLC S7-1200, la interfaz que se utilizó es un HMI TP1500 Comfort y cada etapa ha sido simulado en el software TIA Portal.

Palabras claves: Automatización, Relaves mineros, Filtración, PLC, HMI.

ABSTRACT

Currently, the Ministry of Energy and Mines, through laws, is in charge of regulating the environmental liabilities generated by mining activity, since these residues are a great problem for the environment.

The objective of this thesis project is the automation of a very important process in the mining industry, which is the filtration of mine tailings.

For the realization of this thesis project, the automated control of a pulp tank has been designed, for the supply of the filter press; The control of the air compressor has been designed and the water pumps have also been automated to improve the cleanliness of the process.

This thesis project has been divided into the following methodological stages: filling the tank with pulp, transferring the pulp to the filtering machine, filtering process and filtering plate cleaning. The controller used in the design of the process is the PLC S7-1200, the interface that was used is an HMI TP1500 Comfort and each stage has been simulated in the TIA Portal software.

Keywords: Automation, Mine tailings, Filtration, PLC, HMI.

INTRODUCCIÓN

Los procesos mineros en la industria tienen como fin el buscar, explotar y extraer los minerales en la tierra para su distribución al beneficio de la sociedad, y de gran valor económico, sin embargo, al extraer estos materiales, también se producen residuos o materia prima que no tiene valor alguno, los cuales son llamados relaves mineros y que al final son los causantes de la contaminación de nuestro medio ambiente.

Los relaves mineros es el causante de la mayoría de los problemas actualmente, en los procesos mineros, y este viene creciendo cada día más debido a la minería ilegal que afrontamos, haciendo un problema de mayor envergadura en diferentes zonas del país, disminuyendo el avance tecnológico y social del lugar donde se ejecuta. [1]

Por ello es importante un tratamiento de filtración de agentes contaminantes el cual reduzca de manera eficaz el residuo que se obtiene de la materia prima.

En este proyecto de tesis se busca automatizar el proceso de filtración de agentes contaminantes que hay en la mina Cerro Lindo de Cañete, para así facilitar y optimizar el proceso y disminuir el impacto ambiental que el relave genera. Para ellos haremos uso de componentes como electroválvulas, sensores de presión, de nivel, caudalímetros, entre otros, como también el controlador PLC de Siemens, el cual será programado en el software TIA Portal, en lenguaje Ladder.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La actividad minera es regulada y supervisada por el Ministerio de Energía y Minas. La Ley N°28271, Ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera, tiene como finalidad el control y supervisión de los pasivos ambientales generados por la actividad minera, además define a pasivos ambientales como toda emisión, o residuo que se generan por la explotación en la minería, y que en la actualidad se encuentran desamparadas, generando un gran problema para el medio ambiente. [2]

El proceso de filtración de agentes contaminantes en la minería cumple un papel muy importante en el proceso de la actividad minera, ya que esta separa los sólidos insolubles extrayendo el líquido que contiene el cual puede ser aprovechado y reutilizado. [3]

Normalmente en el Perú se encuentran sistemas mecánicos para realizar este proceso de filtración, los cuales sugiere el uso de hasta tres operarios, quienes controlan el nivel del tanque, espesor del lodo, como también verifican y supervisan el panel de control de encendido y apagado de las máquinas.

Ante la deficiencia tecnológica que hay en nuestro país, se suele importar tecnología capaz de automatizar este proceso, el cual tiene un costo muy elevado, además el tiempo de rendimiento es relativamente corto para la cantidad que se invierte.

Por ello, siendo testigos de esta problemática, el presente trabajo de investigación busca diseñar un sistema de automatización para que se ejecute en el proceso de filtrado de agentes contaminantes, para así reducir costos y elevar la efectividad y mejorar tiempos de ejecución del proceso. Este sistema de automatización es ideal porque además puede adaptarse a otros sistemas en diferentes procesos, según el requerimiento del cliente o la necesidad del proceso.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera el diseño un sistema automatizado mejorará el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera el diseño del control automatizado de un tanque mejorará el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022?
- ¿De qué manera el diseño del control automatizado del compresor de aire mejorará el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022?
- ¿De qué manera el diseño del control automatizado de las bombas de agua mejorará el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un sistema automatizado para mejorar el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022

1.3.2. Objetivos específicos

- Diseñar el control automatizado de un tanque para mejorar el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022

- Diseñar el control automatizado del compresor de aire para mejorar el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022
- Diseñar el control automatizado de las bombas de agua para mejorar el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación teórica

De acuerdo con los objetivos de estudio, su resultado permitirá mejorar el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, a través del diseño de un sistema de control automatizado, lo que servirá para distintos proyectos similares.

1.4.2. Justificación tecnológica

Los resultados del proyecto de investigación permitirán automatizar el proceso de filtrado de agentes contaminantes de los relaves mineros.

1.4.3. Justificación económica

Se empleará planos P&ID de la planta en la mina Cerro Lindo como referencia, los cuales servirán para poder realizar el diseño del sistema de automatización del proceso de filtrado. Estos serán simulados en el software TIA Portal v16.

1.4.4. Justificación social

El incentivo de este proyecto es de crecimiento tecnológico y ambiental. Busca mejorar el proceso de filtrado de agentes contaminantes de relaves mineros, lo cual es muy importante para nuestro medio ambiente.

1.5. Delimitantes de la investigación

La investigación se limita a llevarse de manera virtual debido a la actual pandemia por Covid19. El diseño se ejecutará en el software TIA Portal v16, y los planos P&ID será desarrollados en AutoCAD. Lo cual tras un análisis podrá dar el resultado esperado. Este proyecto es de gran alcance ya que mejorará la producción en los procesos de filtración minero, lo que genera un gran impacto ambiental.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes: Internacional y nacional

Para la realización del presente proyecto de investigación se han tomado como referencias trabajos relacionados a diseños de sistemas de automatización para diferentes procesos industriales donde el principal propósito es generar un gran impacto ambiental y social.

2.1.1. Antecedentes internacionales

Carrera (2021), en su tesis de posgrado titulada “Desarrollo de una plataforma IOT para la supervisión y control de procesos industriales de fabricación inteligente en tiempo real a través de la nube”, tuvo como objetivo el implementar una plataforma IOT a través del cual pueda controlar y supervisar cualquier tipo de proceso industrial de manera remota. Para ello analizó distintas plataformas de tal manera que pudo aprovechar las librerías para una buena ejecución del programa. También implementó un tablero de control con los dispositivos adecuados para un buen proceso. Esta plataforma fue desarrollada con el software DIACLOUD el cual brinda características para control remoto. Este proyecto de investigación empleó el método descriptivo y experimental. Cabe recalcar que este proyecto obtuvo información a través de la investigación bibliográfica de diferentes proyectos de tesis de grado y posgrado, como también artículos científicos. El autor concluyó que la implementación IoT son aplicables en los procesos de supervisión y control a distancia. Estos pueden analizar, corroborar y configurar los parámetros del proceso, incluso es modificable ya que se pueden adicionar más dispositivos electrónicos como sensores y actuadores. El sistema resguarda los datos en la nube, eso le da mayor seguridad para el control de los procesos industriales. El autor implementó control PID y SCADA automatizando de manera idónea cualquier proceso en una planta industrial. La investigación citada se vincula

a la planteada ya que hace uso de un sistema de control remoto para el manejo de sensores y actuadores en una planta industrial, el cual es lo que se busca. [4]

Galindo (2021), en su tesis de grado titulada “Diseño de sistema automatizado para las etapas de pasteurización e hilado en el proceso de elaboración de queso de la empresa Del Altiplano Productos Lácteos del municipio de Jenesano – Boyacá.” Tuvo como finalidad implementar un sistema de automatización para los procesos de pasteurización en la fabricación de queso, diseñar el diagrama P&ID de la planta para obtener los sensores y actuadores que se usaron, para este proyecto se hizo uso del programa TIA Portal para la simulación. La investigación de este proyecto es aplicada ya que se utilizan distintos métodos para obtener un mismo objetivo y cuantitativo. La población de estudio fue la elaboración de los productos provenientes de lácteos en el municipio de Boyacá y Cundinamarca y se tomó como muestra la empresa del Altiplano Productos Lácteos del municipio de Jenesano. El autor concluyó tras el análisis realizado a la empresa, que el automatizar el proceso generaría mayores ingresos debido a su actual demanda, el uso del software TIA Portal sirvió de mucha ayuda para la simulación y con ello se logró calcular de manera efectiva los dispositivos, actuadores y sensores que se necesitaban para la implementación. Acredita por ello que la automatización en plantas industriales es necesaria y rentable para las empresas. La investigación citada se vincula a la planteada en que se usará el software TIA Portal para la simulación y la idea del proceso de control y supervisión de esta. [5]

Jácome (2015), en su tesis de grado titulada “Automatización del bombeo de agua a través del control de nivel de la cisterna de la estación Miraflores EP-EMAPA”, tuvo como finalidad industrializar un proceso de bombeo de agua y controlar el nivel en la estación Miraflores, para esto se consideró antecedentes de la cisterna, definió las peculiaridades de los componentes

de control y se desarrolló los diagramas P&ID y layout de planta. Este proyecto de investigación es del tipo aplicada, ejecutándose en la empresa Municipal de Agua potable de Ambato. Se sostuvo teóricamente a través de fuentes bibliográficas, tesis y revistas científicas. La población son los datos que ingresan del caudal en la cisterna de la estación de bombeo y su muestra son aquellos parámetros que brinda el sensor de nivel para su correcta automatización y control. El autor concluyó que el volumen de la cisterna en la estación de Miraflores muestra los niveles que se usan para la automatización del proceso, también que el sensor utilizado SENIX TSPC-30S, es ideal para este tipo de mediciones por su largo alcance y gran sensibilidad. El desarrollo de los diagramas P&ID muestra de manera general el área de proceso que se va a automatizar, dando una mejor visión de este. El autor indica que la automatización de la cisterna mejora el proceso hídrico de la estación de bombeo. La investigación citada se vincula a la planteada debido a que en este proyecto de tesis se automatizará un proceso de nivel y es ideal conocer las características y posibles recomendaciones a tomar. [6]

2.1.2. Antecedentes nacionales

Heredia y Velázquez (2021) en su tesis de grado titulada “Diseño e implementación de un prototipo para automatizar el proceso de traslado de minerales a un almacén de concentrados mediante fajas transportadoras, utilizando el controlador SIMATIC S7 1200 en el año 2021”, tuvieron como objetivo desarrollar un equipo que automatice el traspaso de minerales a través de fajas transportadoras utilizando el PLC SIMATIC S7 1200. Para ello hizo el diagnostico de los dispositivos a utilizar para mejorar el proceso, y desarrolló el diseño usando comunicación PROFINET. El tipo de investigación que se utilizó es la aplicada y su diseño es de tipo experimental, orientándose en la ejecución y variación de los parámetros medidos. Se usó un control PID de nivel y temperatura en el software TIA

Portal. El lugar de ejecución fue en el laboratorio de Control y automatización de la facultad de ingeniería Electrónica en la Universidad Privada de Tacna. La población considerados son los equipos de automatización en el laboratorio y la muestra los PLC s7 1200, además de utilizar la pantalla HMI para facilitar el desempeño del proceso. El autor concluyó que los dispositivos de control utilizados comprueban la optimización del proceso, y que con una apropiada configuración de los dispositivos la conectividad con el HMI dio los resultados deseados. La ejecución de este proyecto de investigación cumplió el propósito de trasladar los minerales de manera automática, lo que puede ser utilizado como referencia para proyectos de mayor alcance. Esta investigación citada se vincula a la planteada en la forma como utilizó las herramientas tanto en la parte hardware como software para el control de procesos mineros, lo que nos permite tener como referencia el tipo de control PID que se utilizó.

[7]

Palomino (2021), en su tesis de grado, titulada “Automatización del proceso de espesamiento de relave final en la planta concentradora de cobre para mejorar la producción para el año 2018”, tuvo como finalidad industrializar el desarrollo de concentración del relave final para así poder optimizar la productividad en una planta concentradora de cobre. Para ello realizó el análisis del proceso de los condensadores de relave y eligió los componentes ideales para la automatización., este trabajo buscaba valorar y equiparar el rendimiento antes y después del proceso. Esta investigación es de tipo mixto ya que contiene metodología cuantitativa como cualitativa, ofreciendo un mejor enfoque para la solución de la problemática, de igual manera el diseño de esta investigación es considerada de tipo descriptivo preexperimental, y el método de la investigación es de tipo experimental, el cual proporciona un análisis comparativo, de un antes y después de la variable estudiada. La población considerada fueron los trabajadores del área de operaciones del plan de espesamiento de relaves y su muestra está compuesta por el jefe de operaciones y jefe de mantenimiento de esta,

como también el tratamiento de agua, y el desarrollo de restauración del relave. El autor concluyó que para una óptima ejecución debe hacerse un análisis previo para así cotejar la situación que se encuentra la planta actualmente, y poder recolectar la información necesaria de que tipos de herramientas se necesitan para el desarrollo del proyecto. Durante la ejecución consideró de gran importancia realizar el plano de instrumentación y de módulos de automatización que se van a utilizar, como estimar los voltajes de operación y comunicación para una mayor precisión. El autor indicó que este proceso automatizado proporcionó mayor eficiencia en la ejecución de bombeo de agua, brindando una mejor economía para la planta, a la vez redujo el tiempo de ejecución de los equipos, lo que subió la vida útil de los mismos. La investigación citada se vincula con la planteada debido a que nos permite visualizar la mejoría que la automatización en un proceso minero genera, y cuáles serían los puntos bajos y altos que debemos considerar para una mayor controlabilidad. [8]

Pérez (2020), en su tesis de grado titulada “Propuesta de automatización en la línea de producción para mejorar la productividad de una empresa de velas”, tuvo como finalidad ejecutar una recomendación para la automatización en un proceso de producción en una empresa de velas, y así poder reducir procesos innecesarios y aumentar la rentabilidad de la fábrica. Este proyecto ejecuta un análisis de producción y visualiza las fallas del personal al ejecutar la maquinaria, el cual genera gastos económicos. Por lo tanto, el autor desarrolla un sistema de automatización a través del programa SolidWorks, y su diagrama eléctrico, como la ejecución en un PLC. El autor concluyó que tras el desarrollo del sistema automatizado la producción pudo mejorar, aumentando las ganancias de la empresa y siendo más eficaz a la hora de la fabricación del producto, también concluyó que este sistema pudo reducir la congestión que tenía el operario al desarrollarse en la maquinaria, mejorando el proceso productivo y aumentando las ganancias en general. Esta investigación es de importancia para la actual tesis debido a que nos da una visión general de la

importancia que es la automatización en las industrias, y en cualquier proceso productivo generando ganancias a corto o mediano plazo y que el PLC es de gran ayuda para la programación y control de cualquier proceso. [9]

2.2. Bases teóricas

La minería

La minería es una actividad económica que tiene como objetivo la explotación y extracción de minerales para su distribución y contribución en la población. Al trabajarse con estos minerales, también se generan componentes que no tienen ningún valor económico y que incluso son altamente contaminantes. Estos elementos son conocidos como relaves mineros.

Actualmente la humanidad combate con la problemática de los relaves mineros, ya que la explotación y tratamiento de minerales aumenta cada día, y más aún por el poco control que hay en la minería ilegal por parte de las autoridades. Cabe mencionar que en países subdesarrollados el problema es aún mayor, debido a la escasez de medios para poder implementar tecnologías que permitan tratar este relave minero.

Todos los años, miles de kilogramos de desperdicio minero se producen con la actividad minera. Los depósitos de estos desechos se apoderan de gran parte del territorio, lo que genera un gran gasto económico, ambiental y mucho más ecológico. Estos desechos mineros, pueden ser usados en actividades como la construcción, de esta manera se reciclaría, evitando gastos y peligros ambientales a futuro. [10]

Relaves mineros

Son desechos sólidos de minerales que se generan tras el proceso de producción minera y que son luego asentados como lodo. Los relaves son

residuos que quedan después de triturar las rocas y mezclarse con fluidos, que después de un proceso químico se generan contaminando el ambiente.

Estos residuos mineros, generados por la mezcla de diferentes componentes líquidos y algunos sólidos, tienen una condición viscosa, espesa, y debe de ser tratada para evitar mayor contaminación del medio ambiente. [11]

Características de los relaves mineros

Los relaves mineros son generados por la industria actual en la extracción de minerales, los cuales al estar agregados con agua conforman una sustancia llamada pulpa, luego de ello son exprimidos y el sobrante es transportado a una zona de almacenaje. [11]

Tipos de relave minero

Los relaves mineros son generados por la lixiviación de los minerales a la cual se le extraen compuestos químicos, al adicionarse sustancias para su filtración. [11]

Relave tipo pulpa

Son los de tipo lodo, ya que es la combinación de desecho minero con agua, el cual se forma después del proceso de extracción de los minerales. Se considera que comprende menos de 45% de desechos sólidos. Esta pulpa es transportada a través de bombas centrifugas. [12]

Relave tipo espesado

Son desechos mineros que son impuestos a una operación de separación sólido a fluido por suspensión. Comprenden de un nivel más alto de composición sólida, el cual se encuentra entre los 50 % y 60%, también son trasladados por bombeo. [12]

Relave filtrado

Es donde los desechos mineros son impuestos al proceso de filtración antes de ser almacenado. Este proceso es propio de equipos especializados. De los cuales se debe considerar que la humedad del producto esté entre 20% y 30%. Este relave es transportado a través de maquinarias y fajas transportadoras. [12]

Relave en pasta

Están considerados entre los relaves espesados y filtrados. Conteniendo entre el 10% y 25% de agua en el producto. Estos relaves son mayormente composición sólida (65% - 70%). En algunos casos puede ser transportada a través de bombas centrifugas. [12]

Métodos para el Tratamiento del relave minero

Para elegir un buen tratamiento del relave minero se deben considerar variables como el costo, la eficiencia, las características del relave, etc. Por lo tanto, se toman en cuenta distintos procesos para el tratado de desperdicios mineros que puedan contener las variables antes mencionadas, y así reducir la contaminación ambiental que estos provocan.

Método del desecado: La finalidad de este procedimiento es poder disminuir la cantidad de agua que contiene un relave enlosado. Para la ejecución de este método se sugiere realizar un acondicionamiento del lodo, el cual trata de la aplicación de componentes químicos como la cal u otras sustancias.

Hay procesos estáticos y mecánicos. Los estáticos se dejan secar de forma natural y los procesos mecánicos se realizan a través de filtros de vacío, a través de prensas. Este método es más efectivo, pero a la vez requieren de mayor inversión, debido al costo de energía y mantenimiento.

Método de fijación química y solidificación: este procedimiento detoxifica el desecho minero, y se realiza a través de una reacción química,

disminuyendo el riesgo que pueda ocasionar. Es eficaz para material altamente peligroso.

Método de encapsulamiento: Es un método por el cual el desecho es adherido en el interior de un aislante, protegiendo el ambiente. Estos encapsulamientos pueden ser de vidrio, metal, cemento o plástico. En cilindros, pero tiene la desventaja de que se corren rápidamente. [13]

Minera Cerro Lindo

La minera Cerro Lindo se encuentra en la provincia de Chíncha, Ica, y es una mina que genera concentrados de Cobre, zinc y plomo. Y con el tratamiento adecuado de sus relaves obtienen sulfato de bario o más conocido como Baritina. [14]



Figura N°1 "Ubicación de la Minera Cerro Lindo" [14]

Planta de filtrado del relave

Su planta de filtrado tiene como finalidad el exprimir e agua de la pulpa o relave, y entregar esta para la mejor producción de concentrado, utilizando tres filtros de tipo banda y así reducir el uso extra de agua.



Figura N°2 "Unidad minera Cerro Lindo" [14]

2.3. Marco conceptual

Fundamentos de la automatización

La automatización es una herramienta en el que funciones que generalmente son hechas por el hombre pueden ser ejecutadas o desarrolladas por una máquina.

Estas funciones son ejecutadas en procesos industriales, científicos tecnológicos, incluso en tareas administrativas, generando una respuesta más eficiente en el trabajo. [15]

Partes de la automatización:

Un proceso automático, comprende dos partes fundamentales:

La parte operativa, la cual es la que conduce la computadora de manera directa. Por ejemplo, al realizar acciones como girar, mover, etc. Estos son ejecutados por motores eléctricos, bombas de presión, y otros.

La parte de mando, la cual es la parte programable del sistema automatizado, se acciona por relés, módulos electroneumáticos, hidráulicos, válvulas y otros actuadores. Esta es la parte principal del sistema automatizado, ya que debe brindar comunicación entre todos los componentes del sistema. [15]

Sistemas de control de lazo abierto y lazo cerrado

Los elementos que conforman un sistema automatizado realizan aplicaciones fundamentalmente de monitoreo y recolección de datos, estos componentes pueden ser sensores de temperatura, sensores de presión, de nivel, entre otros. De la misma manera hay dispositivos que pueden medir la cantidad de agua consumida, o el gas y la electricidad consumida en los hogares, para así poder realizar la cobranza respectiva por ello. [16]

Sin embargo, todos estos elementos mencionados y que conforman un sistema de automatización, solo sirven para medir mas no para controlar el proceso en sí, lo cual es lo más requerido en las industrias.

Este el caso del sistema de control de lazo abierto, ya que el componente al final de control puede ser un dispositivo que abra o cierra el circuito, por ejemplo, una electroválvula que corta o permite el paso de algún fluido. [16]

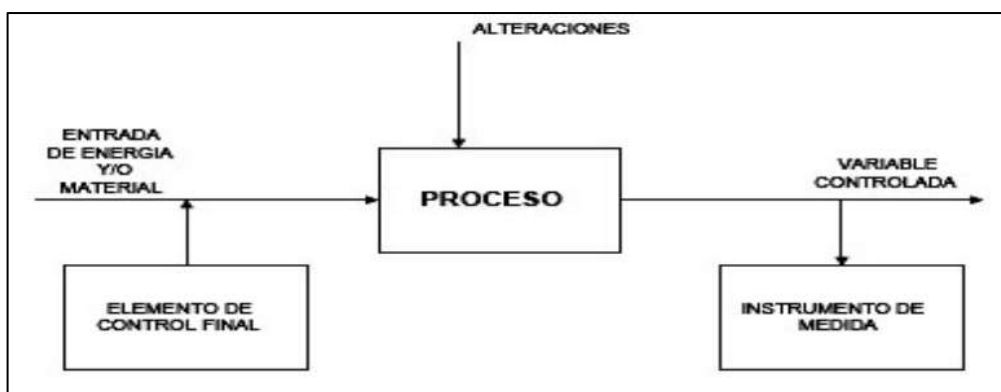


Figura N°3 “Sistema de control de lazo abierto” [16]

Para controlar el proceso automatizado, se requiere hacer una comparación entre los valores de salida (a la cual se le conoce como variable controlada), con los valores que ingresan, y de esta manera poder

obtener el valor deseado (Set Point), esta comparación se denomina sistema de lazo cerrado. [16]

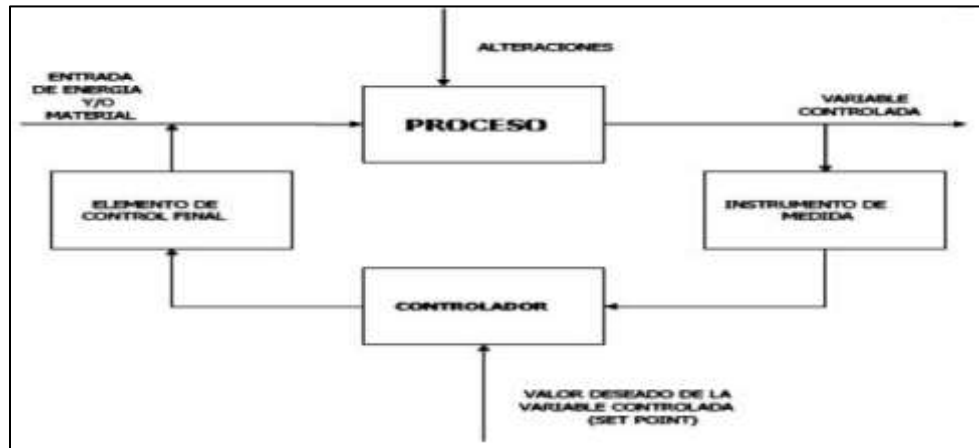


Figura N°4 “Sistema de control de lazo cerrado” [16]

Sistemas de Control ON/OFF

Este tipo de control realiza un cambio de posición entre prendido y apagado, generalmente por medio de temporizador. Es totalmente útil en los sistemas de control por la facilidad de su funcionamiento y configuración. Para ello se necesita de un componente de control final, para poder ordenar el cambio de posición requerido.

Estos elementos de control final, al ser mayormente mecánicos, suelen gastarse, reduciendo la vida útil del componente y generando mayores gastos en producción por mantenimientos.

Seguidamente se visualiza una gráfica de cómo es el funcionamiento de un sistema de control on / off. [17]

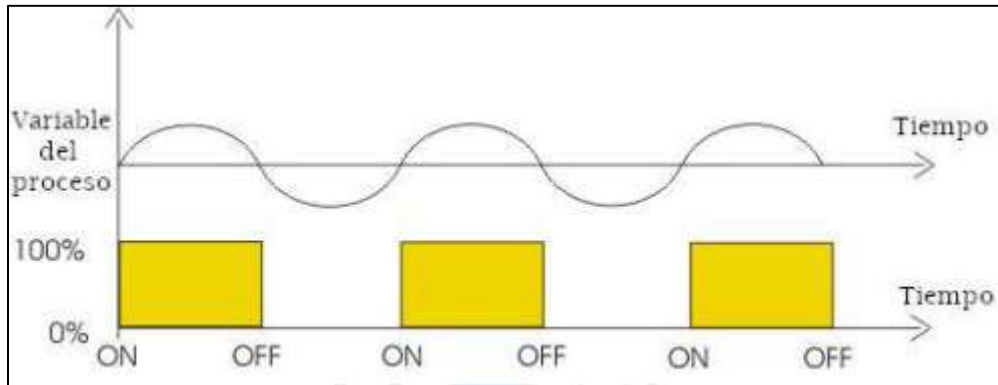


Figura N°5 "Respuesta de la variable del proceso frente a un controlador ON/OFF" [17]

Un sistema de control on/off no tiene la variabilidad que comprende un control PID, por lo tanto, en la mayoría de los procesos industriales que requieran una comparación y ajuste de las variables de salida y de referencia, quedan en obsoleto. Por ejemplo, al querer controlar la temperatura de una cabina, o controlar la velocidad de un motor, un control on/off no es suficiente para ello. [17]

Control del tipo P, PI y PID.

El controlador es un componente que se encuentra dentro de un sistema de lazo cerrado, que comprende en la entrada una señal de error y que en la salida realimenta un valor para la corrección del error en la entrada. Por lo tanto, hay 3 formas de poder corregir la relación que existe entre la entrada y la salida. Y estas son:

Control proporcional (P): En este tipo de control, la salida del sistema es directamente proporcional a la entrada e igual a la señal de error, todo en función del tiempo. Es decir:

$$Salida = K_p \cdot e$$

Donde:

Kp: Es la constante de ganancia proporcional

e: Es el error

$$G_p(s) = K_p$$

Este tipo de controlador solo amplifica con una ganancia constante, en un tiempo establecido, por lo tanto, se deduce que, ante un error en la entrada de mayor magnitud, produciría una salida también mayor. [18]

Control integral (I):

En este caso la salida del controlador será proporcional a la integral del error, con respecto al tiempo, es decir:

$$Salida = K_i \int_0^t e \cdot dt$$

Donde:

Ki: Es la constante de ganancia integral

Aplicando la transformada de Laplace, se obtiene la función de transferencia del sistema. [18]

$$G_c(s) = \frac{K_i}{s}$$

Se podría decir que este control tiene cierta ventaja debido al incremento o disminución del valor del término “S” de la ecuación de función de transferencia. [18]

Control Proporcional – Integral:

Este tipo de control es utilizado generalmente para solucionar el inconveniente que produce un control netamente integral, ante la disminución de la estabilidad relativa, teniendo en su salida:

$$Salida = K_p \cdot e + K_i \int_0^t e \cdot dt$$

Insertando el valor constante de tiempo integral T_i (k_p/k_i) y haciendo transformada de Laplace a la ecuación, obtendremos la transferencia resultante:

$$G_{PI}(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} \right)$$

Sabemos que, en un control netamente proporcional, siempre se encontrará algún error manteniendo la acción de control distinto de cero. Entonces, aplicando un control integral, disminuiría el error provocando un control ascendente o descendente. [18]

Control PID:

Este tipo de control es la combinación de los sistemas de control proporcional, integral y derivativo, y es el más recurrente en los procesos de control. Su uso es muy recomendado cuando se desconoce el modelado de la planta, por lo que es complicado utilizar métodos de diseño, por lo ello, este tipo de control es el adecuado en esos casos.

La sintonía de control es un proceso que determina los parámetros que debe configurarse en el controlador para que este pueda ejecutarse de manera correcta. Esos valores son la ganancia proporcional (K_p), el tiempo integral (T_i) y el tiempo derivativo (T_d). [18]

El algoritmo de control PID se expresa en la siguiente ecuación:

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt + K_p T_d \frac{de(t)}{dt}$$

En donde $u(t)$ es la señal de salida y $e(t)$ el error.

Este tipo de control es el adecuado cuando existe una variación en el Set Point, ante una perturbación del sistema, o cualquier variación en el proceso, logrando una estabilidad y control en su comportamiento. [18]

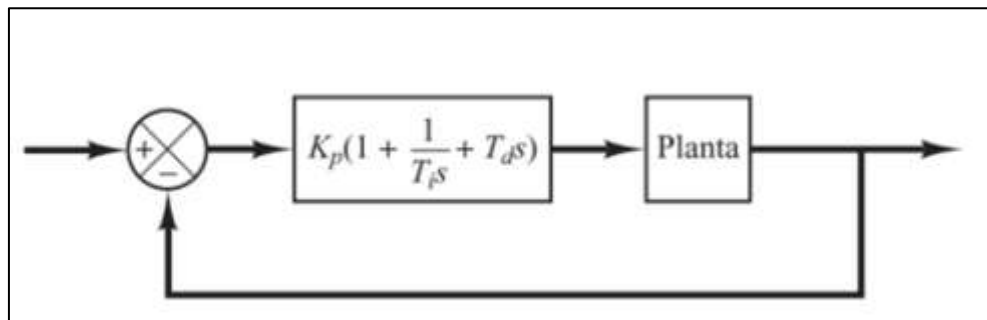


Figura N°6 "Control PID de una planta de procesos" [18]

Controladores Lógicos programables

Un proceso de automatización está constituido por tres secciones muy específicas y diferentes, la primera es la parte operativa, es decir el sistema que se quiere automatizar o controlar. La segunda parte es la de especificar el tipo de controlador que se va a utilizar para realizar esta parte operativa. Y como tercer punto es la supervisión del proceso o interfaz que se ha automatizado, el cual puede realizarse a través de un HMI. Ahora para que todo este proceso se ejecute de manera correcta es necesario conocer o adecuarse a líneas de comunicación. En la siguiente figura se visualiza el diagrama total de lo que corresponde a un proceso automatizado, con las partes que se indicaron. [19]

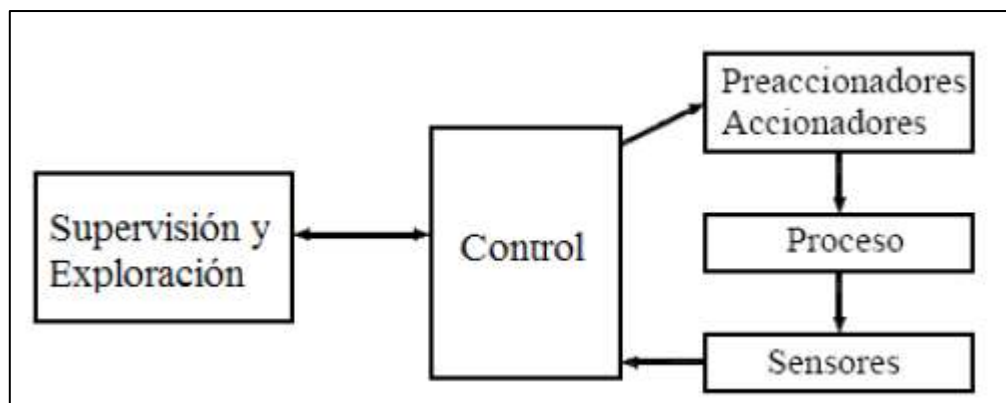


Figura N°7 "Esquema general de un proceso de automatización" [19]

Como ejemplo se puede mencionar en un proceso de automatización de climatización, la parte de operativa estaría conformado por diferentes sistemas de ventilación, sistemas de flujo de agua, etc. Las cuales pueden ser manipulados. En la parte de especificar el controlador podríamos utilizar algún PLC para la captación y toma de datos de los actuadores y sensores. Y en supervisión es factible el uso de un HMI y SCADA para mantenerse a tanto de alguna eventualidad y poder tomar las decisiones adecuadas en el momento oportuno, maximizando el desarrollo productivo. [19]

Un PLC es controlador muy utilizado en la industria actualmente y nos permite realizar las siguientes funciones:

- Reunir datos de las entradas digitales y analógicas que tiene.
- Elegir la mejor solución de un proceso de acuerdo con los requerimientos antes programados.
- Guardar los datos obtenidos en su memoria interna.
- Realizar ciclos de tiempo
- Ejecutar operaciones matemáticas.
- Desarrollarse y comunicarse con otros componentes externos que puedan conectarse en las salidas digitales o analógicas del equipo.

[20]

Ventajas y desventajas de los PLC

El PLC en la industria cumple un papel muy importante. A continuación, se indican algunas ventajas y desventajas de este controlador. [20]

Ventajas de funcionamiento de un PLC:

- Tiempo de ejecución para el desarrollo de proyectos es menor debido a que no es necesario realizar un esquemático, fácil para reducir ecuaciones lógicas, lo que implica menor uso de la memoria interna.
- Se puede ingresar cambios en el proceso sin necesidad de variar todo el proceso.
- El área que ocupa es mínima.
- Se puede ejecutar varios equipos al mismo tiempo
- Se reduce el cableado en un proceso. [20]

Desventajas del funcionamiento de un PLC:

- Es necesario un programador.
- Al principio se requiere de una inversión considerada, pero con el tiempo se vuelve rentable.
- Se requiere de personal con experiencia para un mantenimiento adecuado del proceso desarrollado en un PLC. [20]

Sensores

Los sensores son dispositivos que sirven para captar las magnitudes físicas o químicas, las cuales son llamadas variables. En el ámbito industrial conocemos dispositivos como sensores de nivel, de temperatura de movimiento, infrarrojo, intensidad luminosa, caudal, entre otros. [15]

Características de los sensores

Los sensores son diferentes a los transductores en que está siempre en uso con la variable a manipular, es decir que es un componente que según sus características puede modificar la señal medida y esta puede ser leída por otro componente. Podremos mencionar a un termómetro que debido a su compuesto de mercurio puede realizar una medición de la temperatura, en ese caso un sensor también podría decirse que de acuerdo con su naturaleza puede convertir esa energía en otra, de tal manera que pueda ser interpretada. Los sensores son muy utilizados industrialmente no solo en la mecatrónica, sino también en la industria automotriz, medica, espacial y otras. [15]

Actuadores

En cambio, un actuador es un componente que es capaz de realizar procesos físicos, independientes como también controlados. Estos actos son de movimiento recto o rotatorio, y eso depende del tipo de ejecución que está impuesto.

Hay tres tipos de actuadores que son mayormente considerados por la industria y usados también en la robótica. [21]

Actuadores hidráulicos

El actuador hidráulico utiliza un fluido a presión, normalmente un tipo de aceite, el cual es sometido a presiones entre los 50 y 100 bar. El fluido que se utiliza al no poderse comprimir hace que este puede trabajar con gran eficacia, colocando el embolo de manera adecuada, es por eso que estos actuadores hidráulicos son de mayor demanda para sistemas automáticos. [21]

Los actuadores hidráulicos se pueden clasificar en dos tipos, los de simple efecto que ejecutan presión en la ida y de doble efecto que lo hace en los dos sentidos, es decir ida y vuelta, ejerciendo un mejor control sobre toda el área de trabajo. [21]

Actuadores neumáticos

Este tipo de actuadores no son tan diferentes a los anteriores en la forma como se ejecutan. Ya que, en lugar de un fluido viscoso como el actuador hidráulico, este usa el aire para poder ejercer la presión que requiere, sin embargo, por ser el aire un componente que, si se puede comprimir, este

actuador se ejecuta con menor eficacia, pero si con mucha más rapidez. [21]

Actuadores eléctricos

Este tipo de actuadores en cambio utilizan la corriente eléctrica para realizar sus movimientos. Generalmente este tipo de actuador se usan en los robots, ya que no es necesario gran velocidad ni tanta presión. [21]

Transmisores

Son dispositivos que recogen el valor de la variable, regularmente lo hacen a través de un componente como una señal neumática, pulsos electromagnéticos, entre otros. Estos dispositivos otorgan un valor constante de la variable. [22]

Transmisores de presión

Estos dispositivos transforman la presión en una señal eléctrica. Se alimentan a través de una fuente, y entre las ventajas es su dinamismo, tienen un gran rango de detección de la señal presentada. [22]

Los transmisores de presión más comunes tenemos:

Transmisor resistivo

Este componente es tubular o en forma de capsula, la cual a través de la variación de una resistencia calcula la presión del proceso. Es versátil y con su cobertura es amplia por lo que en su mayoría no se necesita un amplificador. Tiene un rango de error de hasta el 2%. [22]

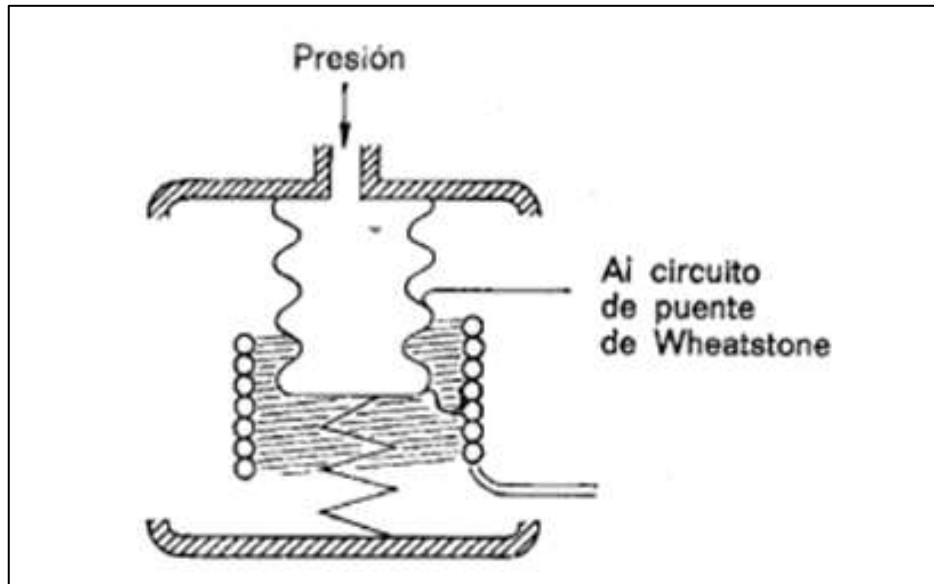


Figura N°8 "Esquema interno del transmisor de presión resistivo" [22]

Transmisor capacitivo

Este componente funciona a través de la alteración de un capacitor que mueve las placas internas que contiene por la presión que capta. Su forma interna comprende un diafragma, con dos condensadores, uno fijo y otro movable. Su rango de presión es hasta el 0.5%. [22]

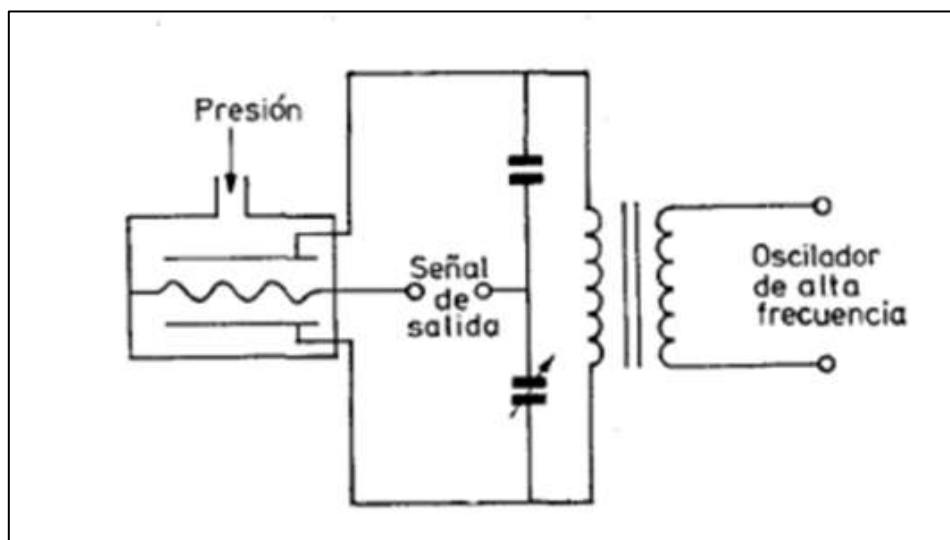


Figura N°9 "Esquema interno del transmisor de presión capacitivo" [22]

Transmisor piezoresistivo

Su funcionamiento está basado en el cambio de longitud y diámetro, por ello la resistencia interna que lo contiene varía debido al accionamiento de la presión que ingresa. Tras la presión otorgada su diafragma genera una variación en la resistencia. Existen transmisores piezoeléctricos que contienen pequeños procesadores internos los cuales otorgan un control inteligente en su funcionamiento, y, por lo tanto, mayor precisión de medición. Su rango de error es del 0.2% [22]

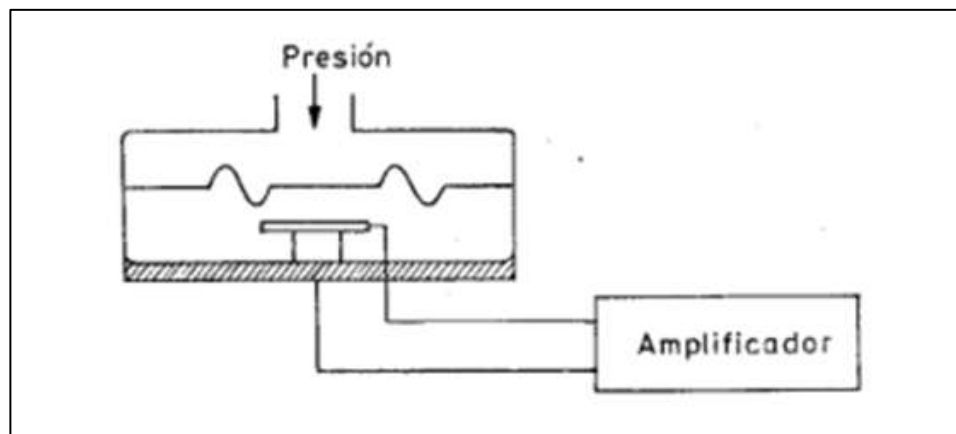


Figura N°10 “Esquema interno de presión piezoresistiva” [22]

Medidor de nivel

Para calcular el nivel en un proceso, este componente calcula la posición del tanque o depósito, el cálculo lo realiza de forma vertical con respecto a un punto de referencia, puede calcular distancias para fluidos o sólidos, incluso entre dos tipos diferentes de líquidos.

Su magnitud de medición es en metros o pies. [23]

Medidor de nivel capacitivo

El medidor de nivel capacitivo se genera cuando un electrodo de nivel es puesto sobre un contenedor, actuando como una placa de capacitor, cuando las paredes del contenedor reaccionan como otra placa. Cuando el nivel aumenta, el fluido que lo contiene es desplazado por otro de distinta constante dieléctrica. Por lo tanto, la variación del valor del capacitor representa el cambio de la constante dieléctrica, transformándola en una señal de salida. Este valor dieléctrico está en el rango del 1 al 100, reaccionando con la capacidad dieléctrica de las paredes del contenedor, guardando carga electrostática. [23]

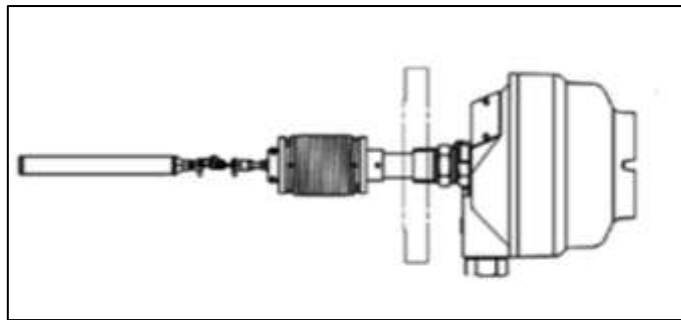


Figura N°11 “Medidor de nivel tipo capacitivo” [23]

Ventajas del dispositivo de nivel capacitivo

Una de las ventajas de un transmisor de nivel capacitivo es la tolerancia en los diferentes procesos industriales, así como la capacidad de densidad y las elevadas temperaturas que soporta, también el nivel de viscosidad con la que puede trabajar. Son capaces de medir más de un punto de observación, y diferentes componentes sean sólidos o líquidos. [23]

Entre los limitantes que se pueden mencionar, tenemos la calibración, la cual por su dificultad debe ser ejecutado por un técnico especializado. Otra limitante, es que estos dispositivos se ven afectados si el material

que miden cambia de un estado líquido a vapor, o en caso de materiales espumosos en su interior. [23]

Transmisores para medir la cantidad del fluido

Los transmisores son dispositivos que se encargan de convertir las magnitudes físicas en magnitudes eléctricas, los cuales permiten la medición en los procesos industriales.

Para medir la cantidad de fluido, se utilizan dos métodos:

El primero es medidor ultrasónico por efecto Doppler.

Este transmisor basado en el efecto Doppler, se fundamenta en la variación de la frecuencia de onda y la longitud que se encuentran una fuente (emisor) y un destinatario (receptor).

Para poder entender el efecto Doppler se hace la comparativa con la sirena de un vehículo de transporte médico y la distancia hacia una persona, el cual mientras menor sea la distancia entre el vehículo y la persona, el sonido de la sirena será mucho mayor. Por lo tanto, en la industria el transmisor de nivel utiliza este efecto Doppler, enviando una señal a una determinada frecuencia, el cual es reflejada en otro sensor receptor.

Una de las condiciones esenciales para que este tipo de medición funcione correctamente es la característica de la sustancia que se mide, es decir, el producto de contener algún material sólido para que estas señales de frecuencia puedan ser reflejadas y recibidas por el otro sensor, caso contrario dificultaría la medición enviando valores incorrectos. [24]

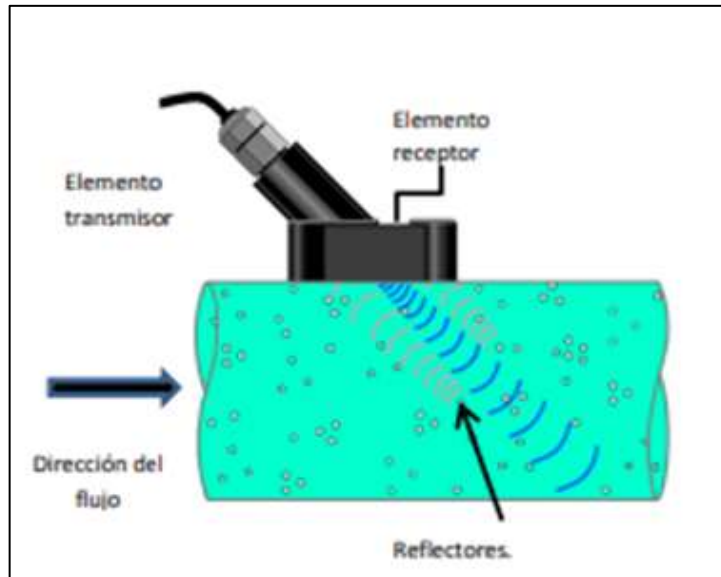


Figura N°12 "Principio de medición del medidor ultrasónico" [24]



Figura N°13 "Medidor tipo ultrasónico" [24]

Medidor ultrasónico por tiempo de tránsito de una señal.

Este tipo de transmisor halla el flujo calculando el tiempo que demora la señal en propagarse a través del fluido.

Generalmente estos transmisores de nivel comprenden un par de transductores que van uno en cada extremo. [24]



Figura N°14 "Medidor ultrasónico de tiempo de tránsito" [24]

Ventajas del medidor de nivel:

- Estos dispositivos pueden realizar la medición incluso en fluidos que son muy corrosivos, evitando el contacto físico.
- No comprende partes móviles. [24]

Desventajas del medidor de nivel:

- Las mediciones deben ser ejecutados en zonas delgadas.
- La precisión de su medición depende del cómo se propaga las ondas dentro del fluido. [24]

Aplicaciones de los medidores de nivel:

- Puede ser usado para calcular el nivel en hidrocarburos
- Puede ser implementado en tanques donde el fluido es complicado.
- Sirve para medir hidrocarburos
- Permite usarse en fluidos que contengan ciertas partículas sólidas, a pesar de que estas impidan la medición. [24]

Compresor:

Es una maquina térmica cuya función es aumentar la presión de un fluido. Su uso es de manera directa, como cuando se inflan llantas, para limpiar del polvo o para ejecutar alguna maquinaria neumática, incluso electroválvulas. [25]

Electroválvulas:

La válvula solenoide, actúa como apertura o cierre en el tránsito de un fluido. Esta acción se realiza debido al campo electromagnético que se genera por una bobina en su interior, atrayendo al embolo. Existen distintos tipos, según su forma de accionar, como son las electroválvulas directas, indirectas, mixtas y proporcionales. [25]

Sensores de densidad

Son aquellos dispositivos que tienen la capacidad de detectar la variación de la densidad en los fluidos. Para poder detectar esta variación de densidad, se apoyan en el cambio en la velocidad del sonido, siendo esta variación indirectamente proporcional al cambio de densidad, radiando una señal acústica con un piezoeléctrico y obteniendo una distancia fija. [26]



Figura N°15 "Sensor de densidad" [27]

Sensores de Densidad para alto caudal y muestras no homogéneas:

Los sensores DTR 4122, son dispositivos de medición de caudal alto o sustancias cuyo diámetro molecular es de 22mm, lo que lo convierte en una muestra no homogénea. Estos dispositivos generalmente son utilizados para calcular la calidad del producto en la industria. Estos sensores trabajan con una señal de rango 4 a 20 mA, lo cual es la condición usada frecuentemente en la industria. [27]

2.4. Definición de términos básicos

- a) Relave: Son residuos de forma viscosa que se generan tras el proceso de minería, que se producen en las concentradoras de minerales y que, tras varios procesos, solo queda una solución viscosa en forma de lodo. [1]

- b) Turbidez: Es una propiedad óptica de los líquidos, la cual se forma debido a la existencia de residuos disueltos que no permiten el paso de la luz, haciendo que esta se disperse. [29]

- c) Agentes contaminantes: Estos componentes son los causantes del daño climático, actualmente hay gran variedad de estos agentes en el aire que respiramos, causando daño en la salud de las personas como también en el medio ambiente. [30]

- d) Ladder: Es un tipo de lenguaje de programación, que es muy usado en los sistemas de automatización, por su facilidad de adaptación y entendimiento en el diseño de componentes o sistemas eléctricos. [31]

- e) Interfaz HMI: Es una interfaz que vincula el hombre o usuario con el sistema automatizado que se maneja, a través de un panel de control. Y puede manipular los actuadores del sistema de manera práctica y eficaz. El HMI es muy utilizado por los autómatas en la ejecución de procesos de control y automatización por la facilidad de ejecución que resulta. [32]

- f) Instrumentación: Es un medio que ha generado un gran impacto tecnológico en los procesos de control y automatización para la industria, muchos de estos solo han sido posibles gracias a la instrumentación. Ya que permite controlar sucesos para tener una solución requerida. [33]

- g) Refinación: Es un proceso de la minería que se trabaja con gran porción de materiales, y que, habiendo varios problemas en un proceso minero, este necesita pasar por un tratamiento de materia prima, el cual es la refinación para obtener una mejor producción y generar menos desechos. Este proceso es de gran impacto tecnológico. [34]

- h) Válvula solenoide: Son utilizadas en variados procesos industriales, debido a que posibilita el control del paso de fluidos. Estas válvulas son colocadas en sitios con poco acceso del usuario, para así permitir el control de estas, ya que son ejecutadas a través de la corriente eléctrica. [35]

- i) Rotámetros: También llamados flujómetros, es usado para calcular el caudal de un fluido, en un proceso industrial. [36]

- j) Error: Es la resta algebraica entre la medida que indica el mecanismo con la medida real que nos muestra la variable que hemos utilizado para el proceso de control. [37]

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

El diseño de un sistema automatizado mejorará el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022.

3.1.2. Hipótesis específicas

- El diseño del control automatizado de un tanque mejorará el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022.

- El diseño del control automatizado del compresor de aire mejorará el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022.

- El diseño del control automatizado de las bombas de agua mejorará el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022.

3.2. Operacionalización de variables

Definición conceptual de variables

- a) Variable dependiente:
Proceso de filtración de agentes contaminantes

- b) Variable independiente:
Diseño de un sistema automatizado

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
INDEPENDIENTE		
SISTEMA AUTOMATIZADO	Control automatizado de un tanque	Nivel del tanque
	Control automatizado del compresor de aire	Caudal del aire
	Control automatizado de las bombas de agua	Presión de la bomba
DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES
MEJORAR EL PROCESO DE FILTRACIÓN DE AGENTES CONTAMINANTES	Reducción de metales	Satisfacción del cliente
	Reciclado del agua	Cantidad de agua reciclada

Tabla 1: “Operacionalización de variables”

Fuente: Elaboración propia.

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1. Diseño metodológico

El tipo de investigación es aplicada, la cual se caracteriza por actuar, construir, para hacer o modificar un objeto de estudio, y este tipo de investigación es el que más se acerca al diseño del sistema automatizado que se desea implementar. [38]

El diseño de la investigación es experimental de tipo cuasiexperimental, ya que se manipulan a propósito las variables y así poder llegar al objetivo planteado. [39]

4.2. Método de investigación

El presente trabajo de investigación está diseñado bajo el método cuantitativo ya que los datos que se recopilarán son del tipo numérico y provienen de los sensores implementados en el diseño del sistema automatizado. [39]

El método desarrollado en el presente trabajo de tesis consta de 4 etapas: llenado de tanque con pulpa, traslado de pulpa a la máquina de filtrado, proceso de filtrado y limpieza de placa de filtrado.

Estas etapas han sido diseñadas y simuladas en el software TIA Portal de Siemens.

4.2.1. Llenado de tanque con pulpa

En primer lugar, se apertura el programa TIA Portal v17, el cual nos servirá para simular el proceso

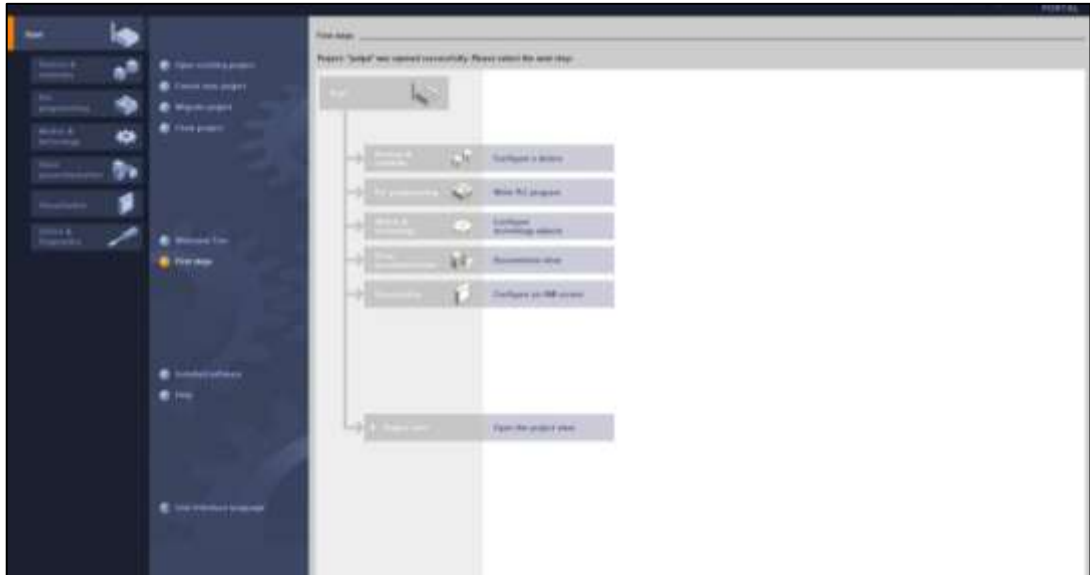


Figura N°16 "Apertura del software TIA Portal"

Fuente: Elaboración propia

Configuramos el tipo del hardware el cual es el modelo PLC S7 - 1200 CPU 1214C.

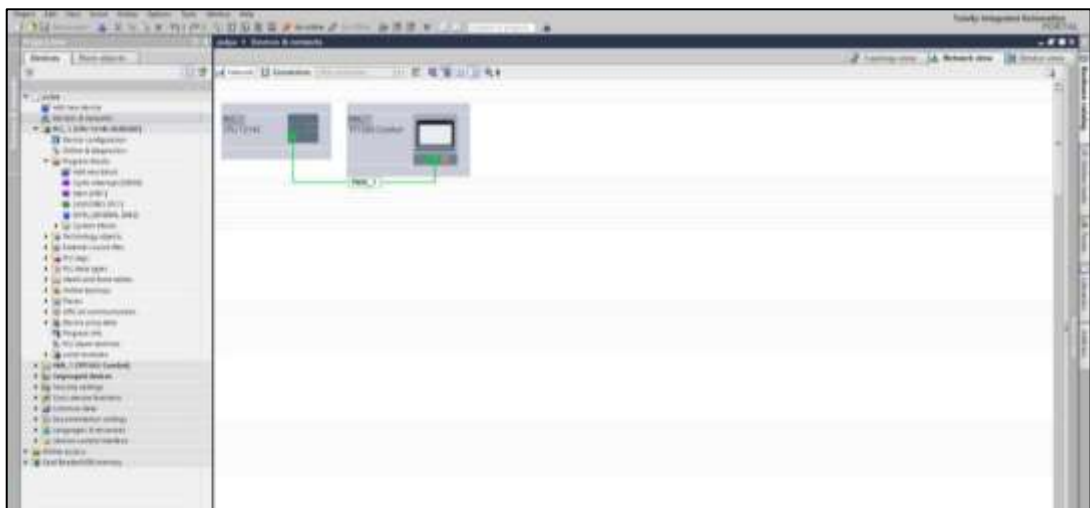


Figura N°17 "PLC y pantalla HMI agregado"

Fuente: Elaboración propia

Se agrega el dispositivo mencionado.

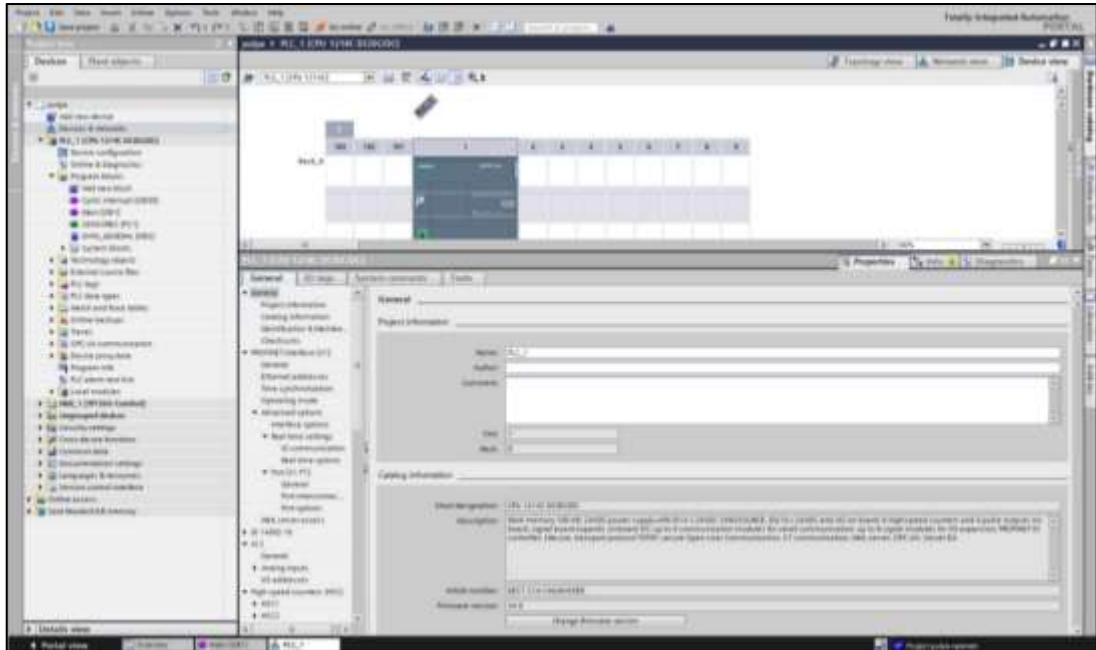


Figura N°18 "Configuración del PLC"

Fuente: Elaboración propia

Así mismo se agrega el panel HMI, modelo TP - 1500 confort.

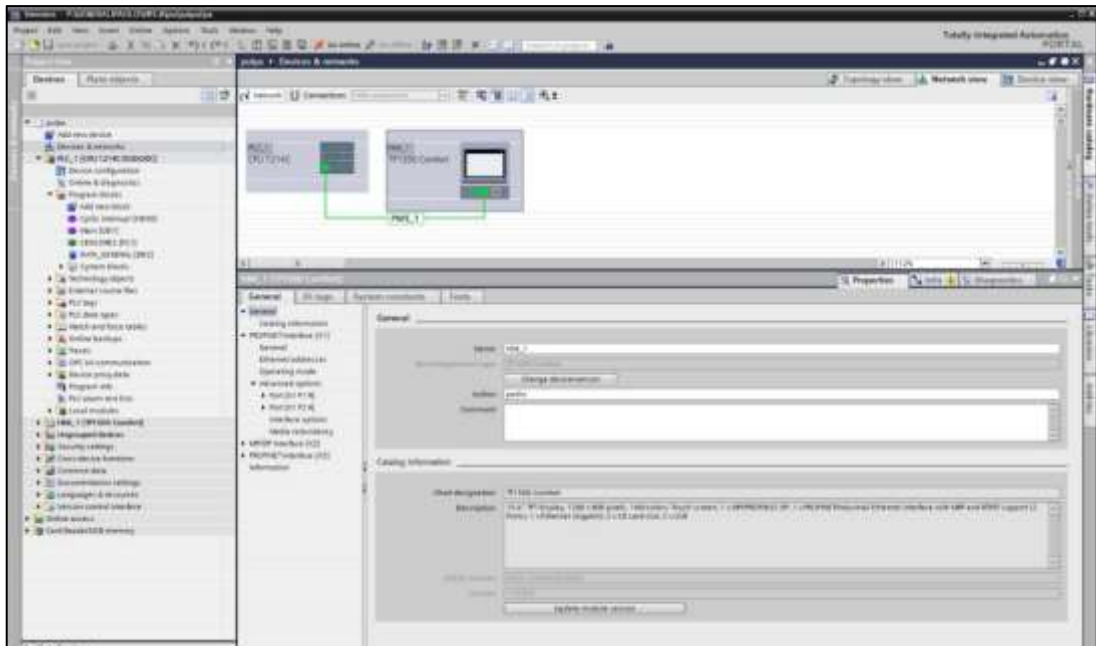


Figura N°19 "HMI TP1500 Comfort"

Fuente: Elaboración propia

Se hace la configuración del HMI

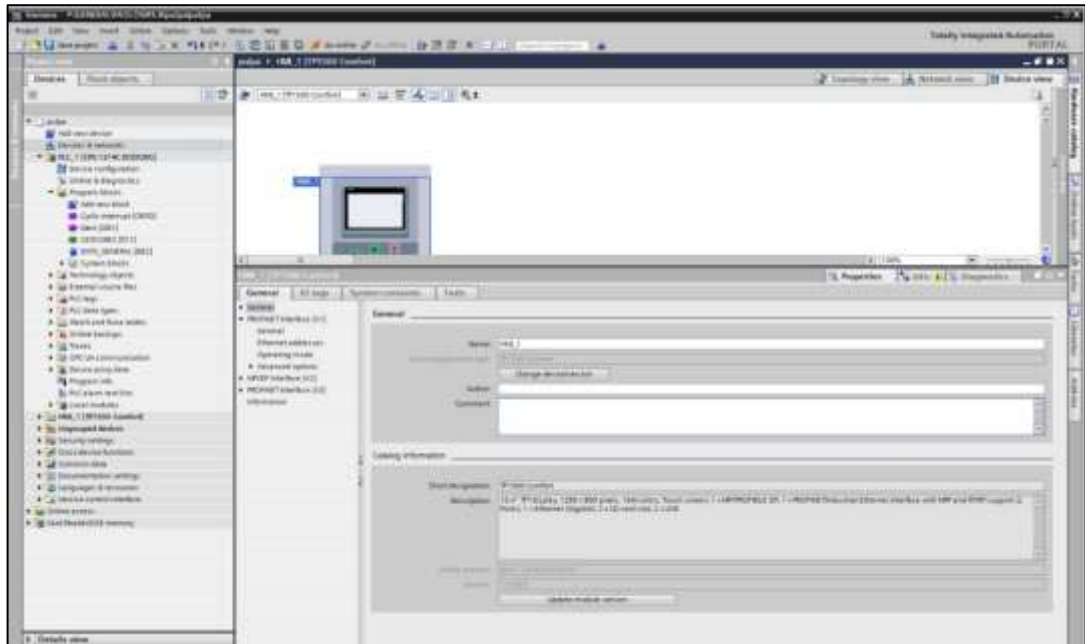


Figura N°20 "Configuración del HMI TP1500 Comfort"

Fuente: Elaboración propia

Se añade un nuevo bloque de interrupción, en este caso el bloque OB30 el cual tiene un ciclo de adquisición de mayor tiempo al bloque principal (MAIN OB1), que permite integrar el bloque PID COMPAQ que viene por defecto en la librería del programa TIA Portal.



Figura N°21 "Bloque de interrupción del TIA Portal"

Fuente: Elaboración propia

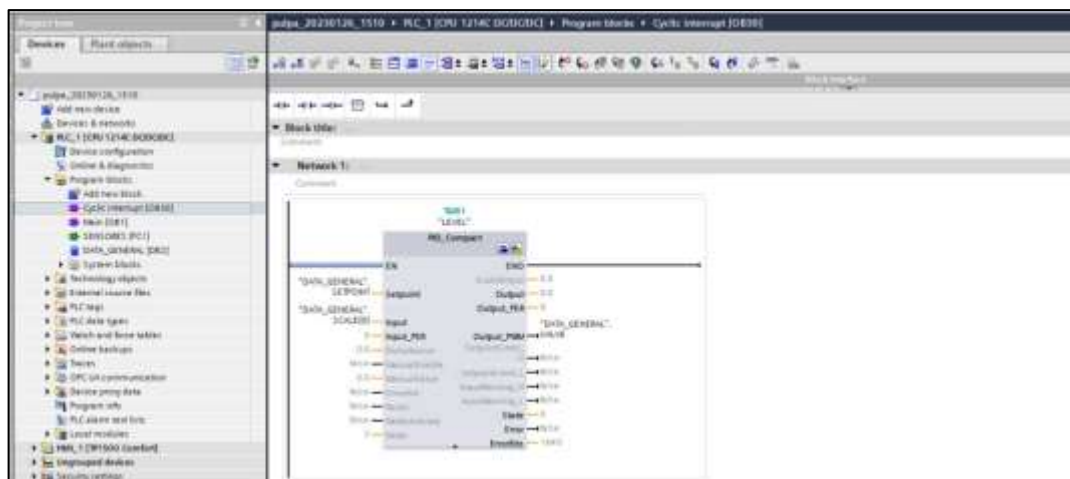


Figura N°22 "Integración del bloque PID"

Fuente: Elaboración propia

Se añade la librería PID COMPAQ el cual nos permite configurar a base de un set point enviado desde el sensor para el control del actuador que es la válvula modulante.

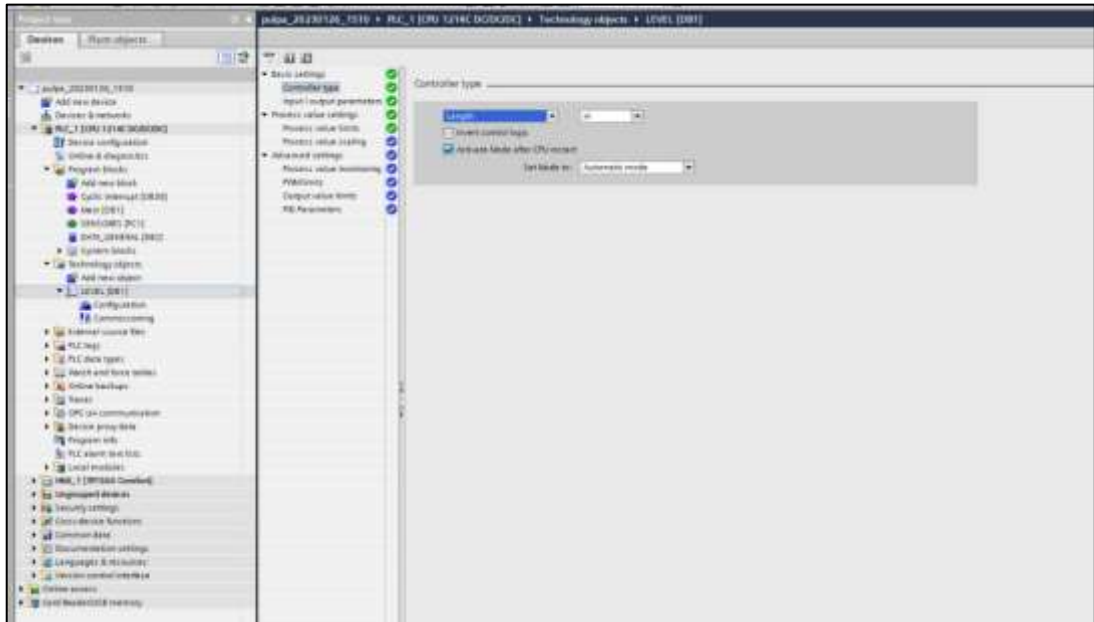


Figura N°23 "Configuración del set point del proceso"

Fuente: Elaboración propia

Ingresamos a la configuración del bloque PID COMPAQ en donde realizamos los siguientes pasos:

Configuraciones básicas: Colocamos el tipo de controlador por distancia y magnitud en metros

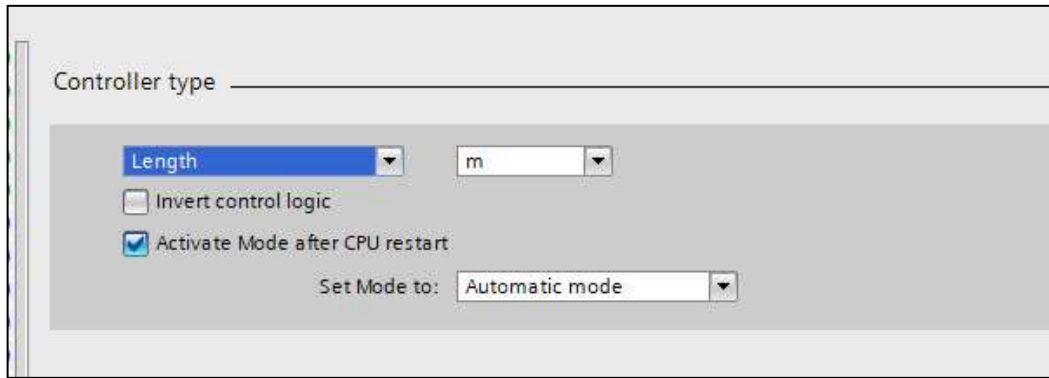


Figura N°24 "Configuración de la magnitud de la distancia"

Fuente: Elaboración propia

Se ingresa el tipo de control por PWM, el cual va direccionado al relé de estado sólido para la protección de salida del transistor

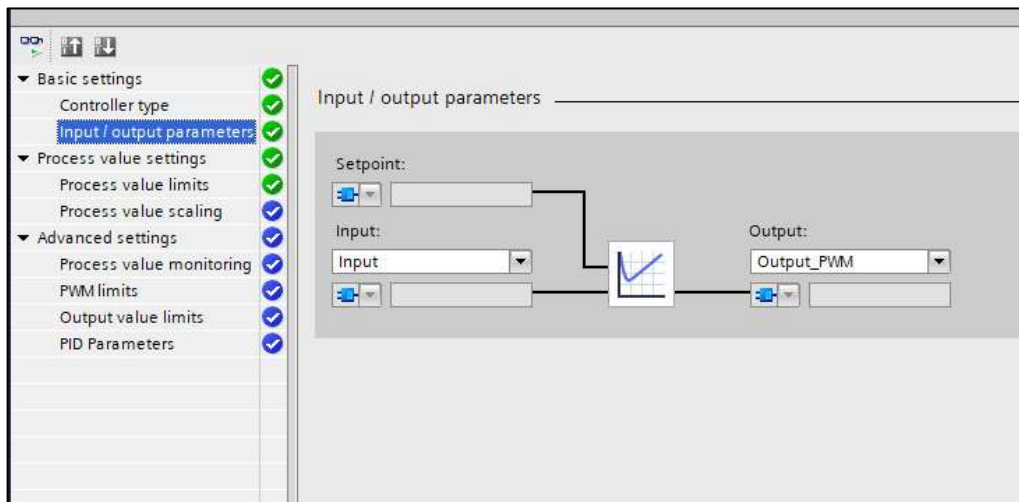


Figura N°25 "Configuración del PWM"

Fuente: Elaboración propia

Configuraciones de los valores de procesos: Es donde se ve el rango del límite de llenado el cual es de 95 metros del tanque, con una escala de 0 a 100 metros, considerando la resolución del PLC es de 12 bits, lo cual como máximo ocupa un valor de 27648 y mínimo 0, en términos de normalización

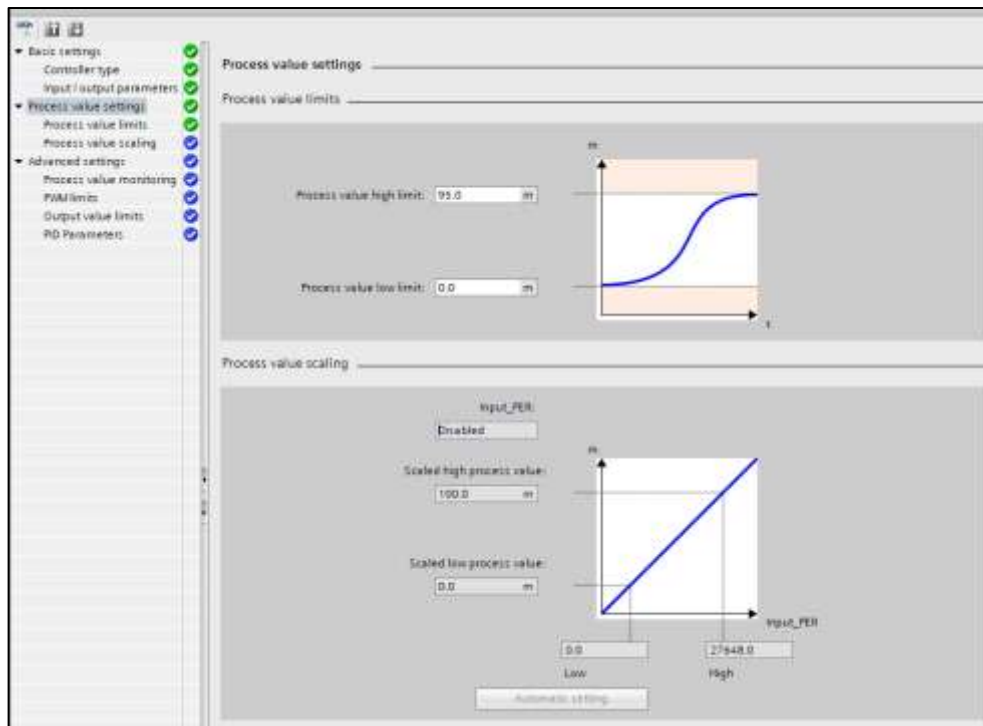


Figura N°26 "Configuración de los valores de procesos"

Fuente: Elaboración propia

Valor máximo de advertencia +3 y valor mínimo de advertencia -3, con respecto al set point.

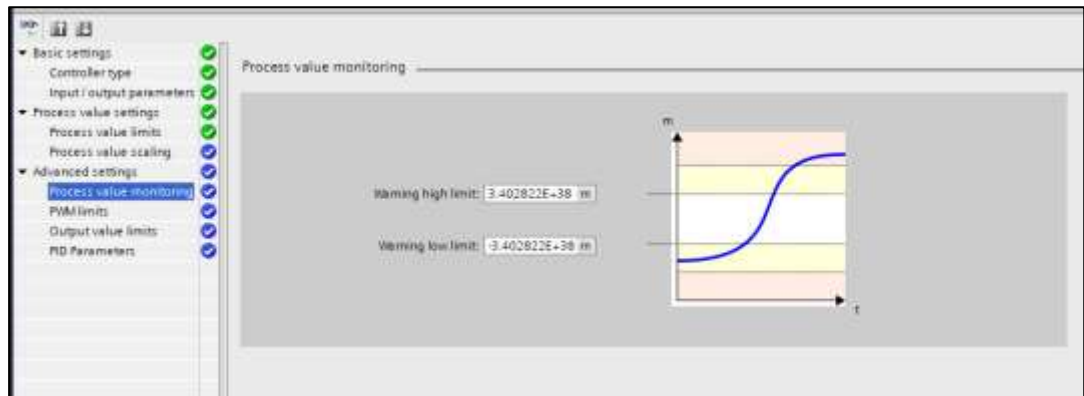


Figura N°27 "Valores máximos y mínimos de advertencia del set point"

Fuente: Elaboración propia

Configuraciones avanzadas: En esta parte se configura los valores límites del PWM y los parámetros del PID.

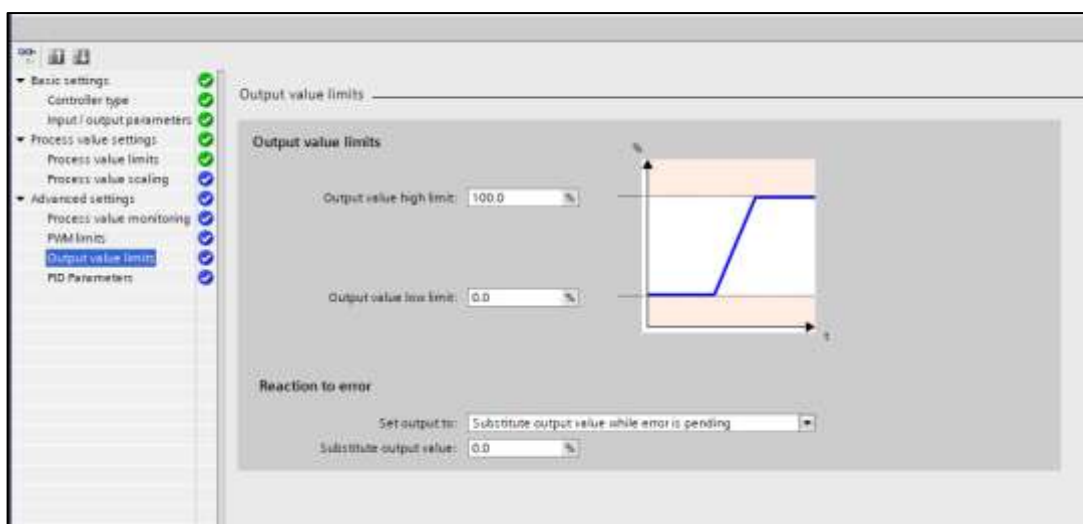


Figura N°28 "Configuraciones avanzadas del PWM y parámetros PID (Límites de valores de salida)"

Fuente: Elaboración propia

Con la ayuda del comisionamiento del bloque PID COMPAQ se hallan los parámetros PID del proceso.

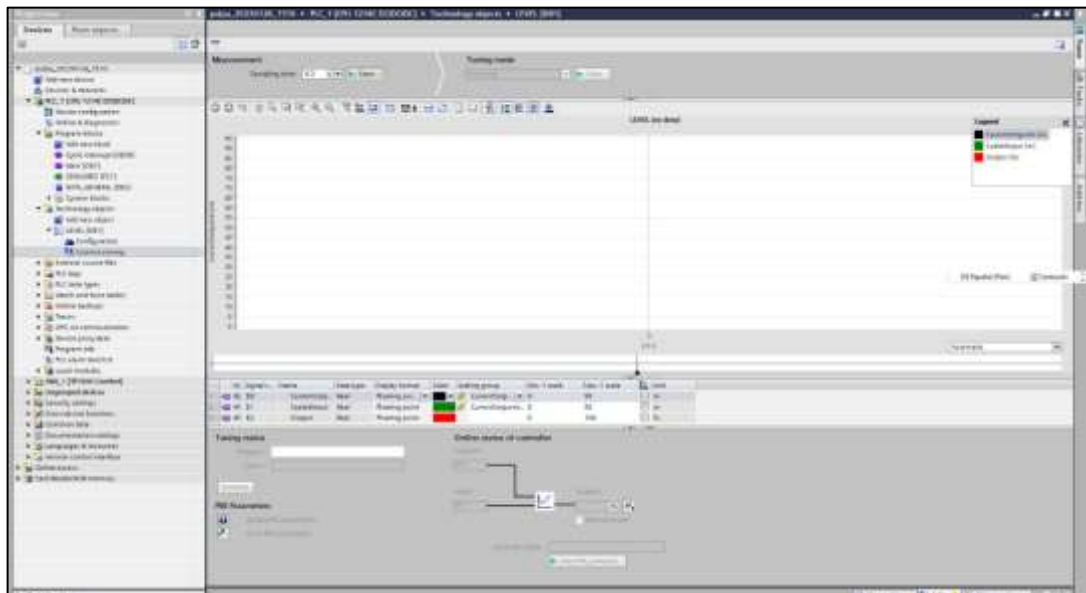


Figura N°29 "Parámetros del proceso PID"

Fuente: Elaboración propia

Se realiza la Sintonización para determinar los parámetros PID.

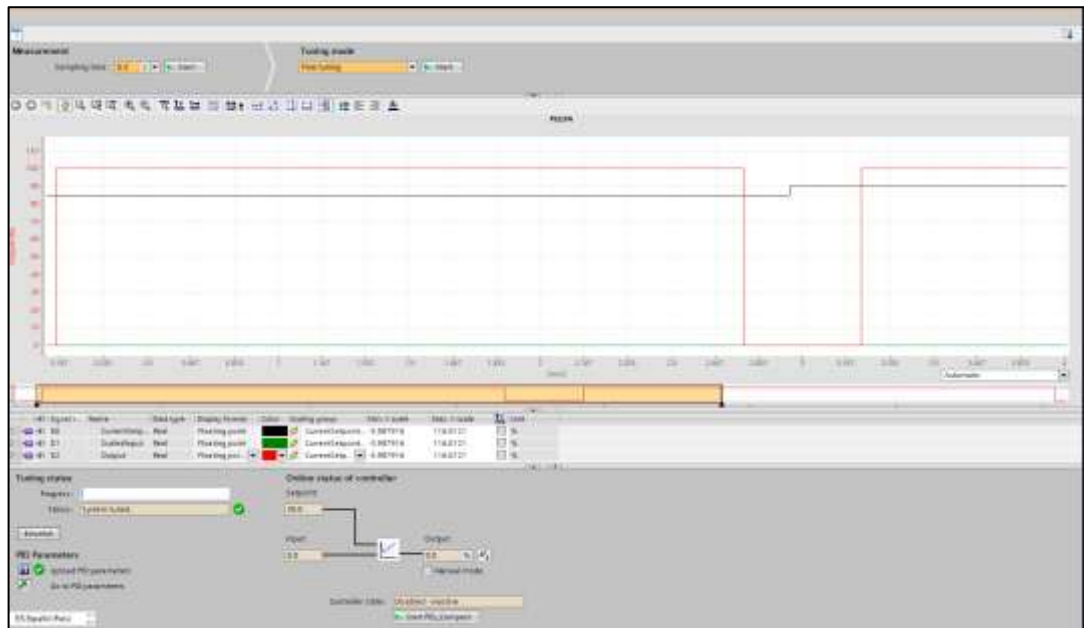


Figura N°30 "Sintonización de los parámetros PID"

Fuente: Elaboración propia

Ya sintonizado el proceso se observan los parámetros PID.

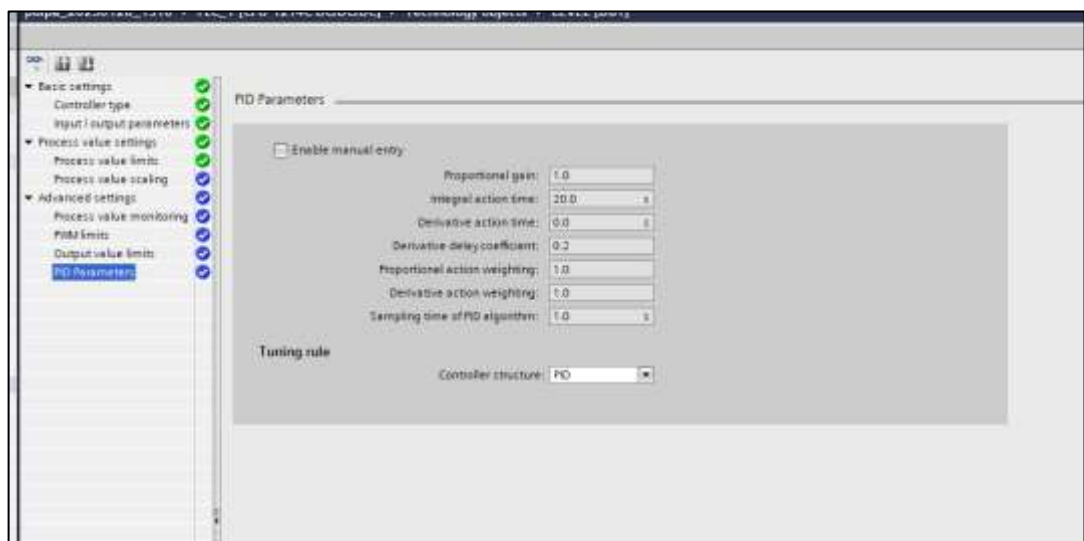


Figura N°31 "Parámetros PID"

Fuente: Elaboración propia

Luego de ello se realiza el control del proceso general dentro del bloque OB1 principal, donde se normaliza y escala los valores de lectura de cada sensor (nivel, presión y densidad).

```
Comment
1
2 // sensor de nivel
3 //
4 #SAL[0] := NORM_X(MIN := 0, VALUE := #VALUE[0], MAX := 27648);
5 #SCALE[0] := SCALE_X(MIN := #MIN[0], VALUE := #SAL[0], MAX := #MAX[0]);
6 // sensor de presion
7 //
8 #SAL[1] := NORM_X(MIN := 0, VALUE := #VALUE[1], MAX := 27648);
9 #SCALE[1] := SCALE_X(MIN := #MIN[1], VALUE := #SAL[1], MAX := #MAX[1]);
10 // sensor de densidad
11 //
12 #SAL[2] := NORM_X(MIN := 0, VALUE := #VALUE[2], MAX := 27648);
13 #SCALE[2] := SCALE_X(MIN := #MIN[2], VALUE := #SAL[2], MAX := #MAX[2]);
14
15 // sensor de presion
16 //
17 #SAL[3] := NORM_X(MIN := 0, VALUE := #VALUE[3], MAX := 27648);
18 #SCALE[3] := SCALE_X(MIN := #MIN[3], VALUE := #SAL[3], MAX := #MAX[3]);
19
```

Figura N°32 "Escalamiento y normalización de los valores de cada sensor del proceso"

Fuente: Elaboración propia

Se tiene en cuenta que el bloque es una función dentro del TIA Portal, se requiere de un bloque de datos, el cual se usara dentro de la lógica general del proceso.

DATA_GENERAL								
Name	Data type	Start value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint	Comment
Static								
MIN	Array[0..4] of Int			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MIN_NIVEL
MAX	Array[0..4] of Int			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MAX_NIVEL
SAL	Array[0..4] of Real			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NIVEL
PLACAS JUNTAS	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	INDICADOR DE PLACAS JUNTAS
SEPOINT	Real	30.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SEPOINT DE RESERVORO DE NIVEL
VALVE	Array[0..4] of Int			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VALOR DE SIMULACION EN SENSORES
DENSIDAD	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SENSOR DE DENSIDAD
motobombas_Pulpa	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MOTOBOMBAS PULPA
FILTRADO	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	INDICADOR DE APERTURA DE MEMBRANA Y FI...
valve_aire	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VALVULA DE AIRE
LIMPIEZA	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ETAPA DE LIMPIEZA
VALVE	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SCALE	Array[0..4] of Real			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
DTA_GENERAL_	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura N°33 "Bloque de datos de la lógica del proceso"

Fuente: Elaboración propia

Luego, se empieza con el diseño de la automatización del tanque o reservorio, el cual se le implementa con un sensor de nivel ultrasónico que indicará cuando el tanque esté a su máximo nivel, además comprende de una válvula electromagnética controlando el paso de la pulpa que proviene de la mina hacia el tanque.

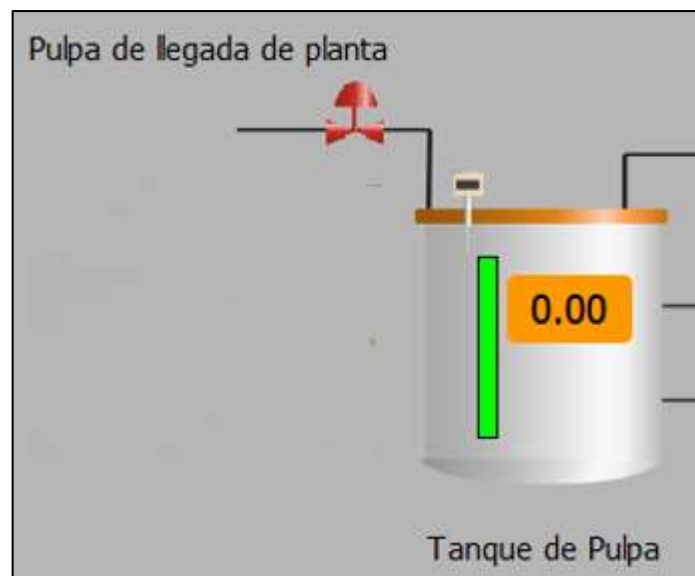


Figura N°34 "Tanque de pulpa del proceso"

Fuente: Elaboración propia

Cuando el nivel se encuentra a un punto de consigna menor al seteado este mantendrá la válvula de ingreso abierta hasta llegar alcanzar el valor de consigna procediendo a cerrarlo, este control es realizado mediante PID por PWM.

4.2.2. Traslado de pulpa a la máquina de filtrado

Para el traslado de la pulpa desde el reservorio hasta el filtro de prensa, se adiciona un sensor de densidad la cual debería operar entre 1650 g/L hasta 1800 g/L.

```
7 // Densidad de producto
8
9 IF "DATA_GENERAL".SCALE[2] >= 1650 AND "DATA_GENERAL".SCALE[2] <= 1850 THEN
0     "DATA_GENERAL".DENSIDAD := TRUE;
1 ELSE
2     "DATA_GENERAL".DENSIDAD := FALSE;
3 END_IF;
4
```

Figura N°35 "Configuración de la densidad del producto"

Fuente: Elaboración propia

Una vez que la densidad sea la adecuada, se empieza a bombear la pulpa hacia el filtro de prensa, para lo cual se activan las dos bombas.

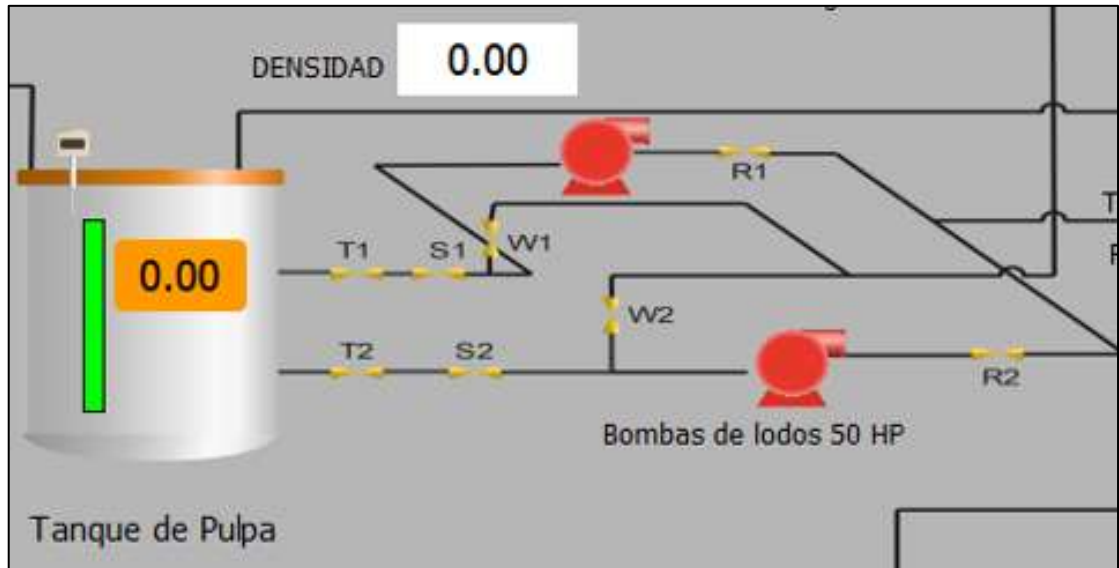


Figura N°36 "Bombas para la pulpa"

Fuente: Elaboración propia

Donde T1 y T2 son válvulas manuales

Donde S1 y S2 son sensores de densidad

```

15 // Traslado de contenido de pulpa
16
17 IF "DATA_GENERAL"."PLACAS JUNTAS" = TRUE AND "DATA_GENERAL".DENSIDAD = TRUE THEN
18     "DATA_GENERAL".motobombas_Pulpa := TRUE;
19 END_IF;
20

```

Figura N°37 "Configuración del traslado de la pulpa"

Fuente: Elaboración propia

Las bombas ejercen una presión entre 6 bar y 7 bar, el cual se verifica por medio de un sensor de presión, en la entrada del filtro de prensa.

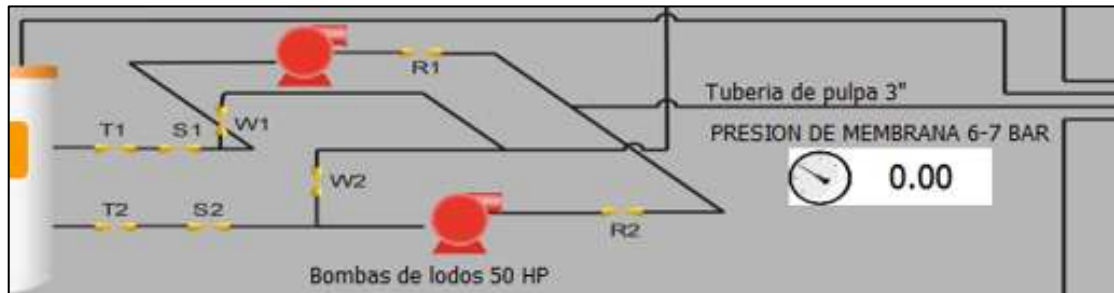


Figura N°38 "Presión de las bombas del tanque"

Fuente: Elaboración propia

Al enviarse la pulpa hacia el filtro de prensa, esta filtra el licor a través de unas membranas o placas internas.

```
21 // Apertura de membrana para filtro ,Presion en bares de filtraje Y apagado de motobombas
22
23 IF "DATA_GENERAL".SCALE[3] >= 6 AND "DATA_GENERAL".SCALE[3] <= 7 THEN
24     "DATA_GENERAL".FILTRADO := TRUE;
25 ELSIF "DATA_GENERAL".SCALE[3] = 0 THEN
26     "DATA_GENERAL".motobombas_Pulpa := FALSE;
27 END_IF;
```

Figura N°39 "Configuración de la apertura de las membranas del filtro"

Fuente: Elaboración propia

Conforme se va llenando las placas con la pulpa, la presión va disminuyendo hasta llegar a 0 bar, es en ese momento las bombas se apagan, ya que las placas están en su máxima capacidad.

4.2.3. Proceso de filtrado

Esta etapa comienza cuando las placas están en su máxima capacidad, y las bombas están apagadas.

En ese momento se abren las válvulas de aire, provenientes de un compresor de aire ya instalado. Inflando las membranas haciendo que la presión entre cada placa sea más fuerte, de esta manera escurre todo el líquido de la pulpa (licor), quedando solo la parte sólida.

La presión que se ejerce para inflar las membranas está entre 6 bar a 8 bar.

Este proceso de filtrado demora un tiempo aproximado de 1 hora, y depende de la densidad del relave minero.

4.2.4. Limpieza de placa de filtrado

Para el proceso de lavado de la placa de filtración, en primer lugar, se habilita la electroválvula de aire para la limpieza de las tuberías internas, quitando todos los residuos. Esa pulpa residual es regresada nuevamente al tanque para que sea nuevamente filtrado.

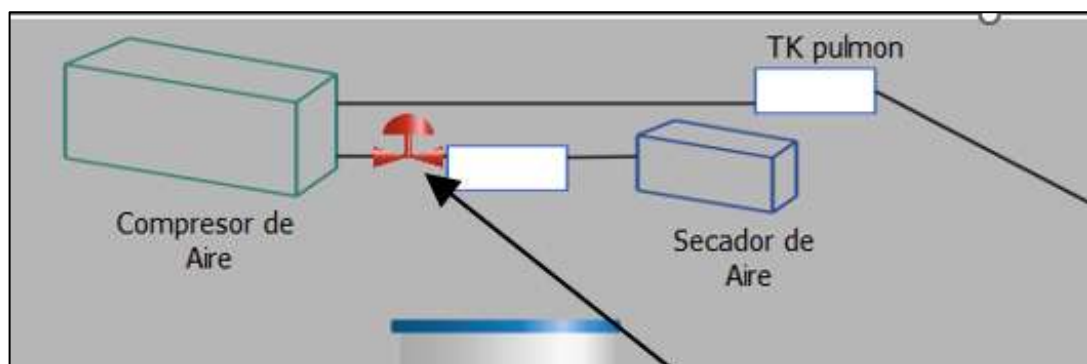


Figura N°40 "Electroválvula de la compresora de aire"

Fuente: Elaboración propia

```

35 // LIMPIEZA
36 IF "DATA_GENERAL".LIMPIEZA = TRUE THEN
37     "DATA_GENERAL".valve_aire := FALSE;
38     "DATA_GENERAL"."PLACAS JUNTAS" := FALSE;
39     "DATA_GENERAL".FILTRADO := FALSE;
40 END_IF;

```

Figura N°41 "Configuración del proceso de limpieza de las placas"

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se hace el descargado de aire, desinflando las membranas del filtro.

Luego el pistón hidráulico es contraído lentamente, para que pueda liberar el relave residual, el cual cae sobre unas bandejas.

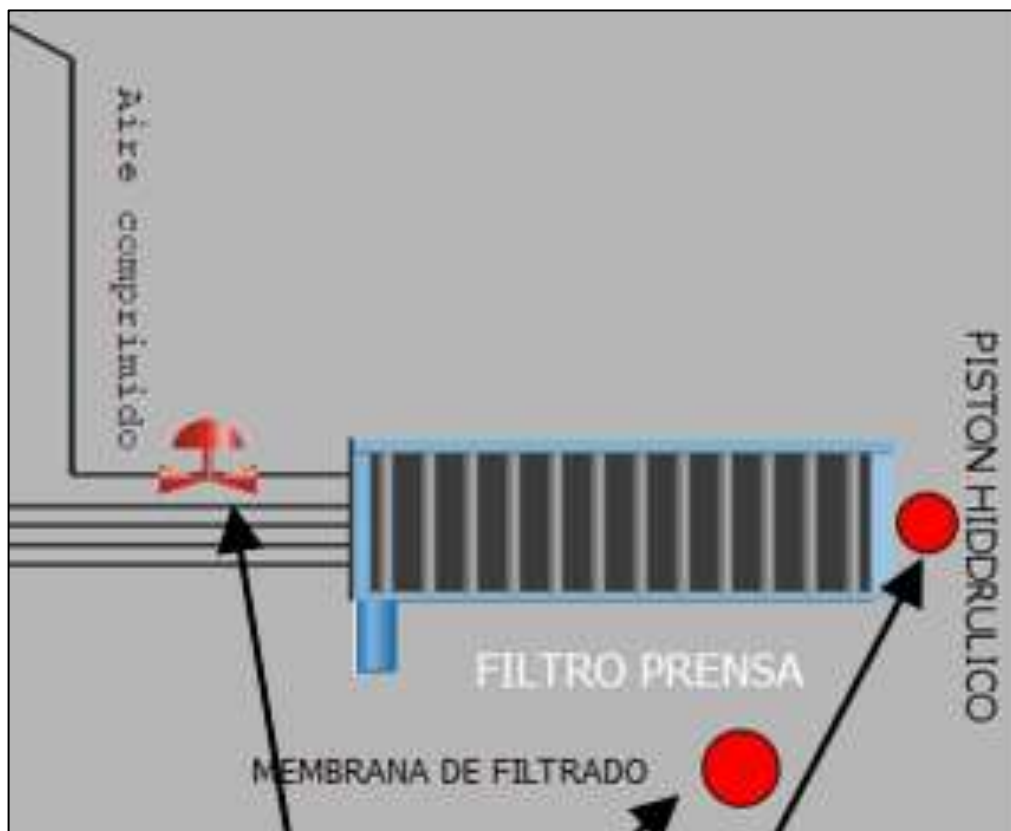


Figura N°42 "Pistón hidráulico del proceso"

Fuente: Elaboración propia

Como siguiente proceso, se inyecta agua controlado por las electroválvulas y las bombas desde el reservorio, y este pasa través de unos canales a una presión de 2.5 a 3 psi. Ingresando de manera diagonal, realizando la limpieza del filtro, quedando apto para un nuevo proceso de filtración de relaves.

Para realizar la eliminación de los restos en la tela se presionará el botón de "ENABLE" seguido de botón "LAVADO" el cual activará la válvula de la línea de lavado y las bombas de rebombeo de agua.

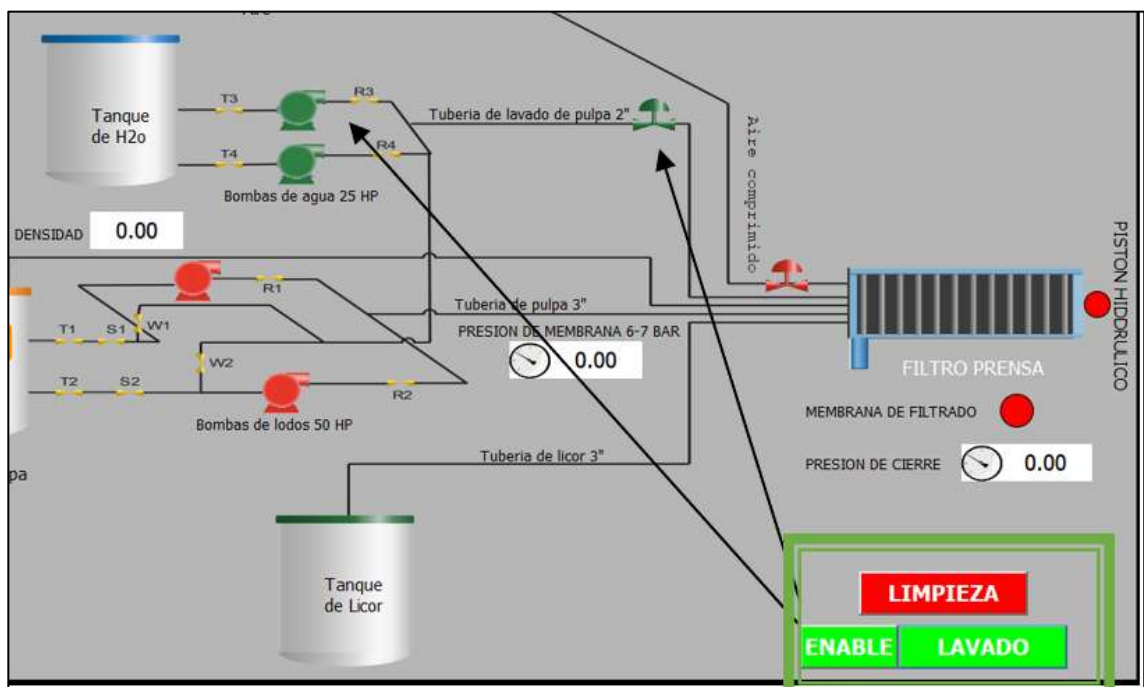


Figura N°43 "Activación del proceso de limpieza"

Fuente: Elaboración propia

4.3. Población y muestra

El presente proyecto de tesis es realizado de manera simulada y a pesar de que en un futuro pueda ser implementada en la minera Cerro Lindo en Cañete, esta no cuenta con población de análisis.

4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado

El análisis de los datos del presente proyecto de tesis fue ejecutado de manera simulada, sin embargo, la observación de la ejecución del trabajo fue realizado de manera presencial en la minera Cerro Lindo ubicada en Cañete.

El periodo de ejecución para el desarrollo del proyecto de tesis fue de 12 meses.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

La técnica e instrumentos para la recolección de información se obtuvieron de los transmisores de nivel, de caudal, presión y densidad, a través de la observación experimental. Esta información fue recaudada acorde a las funcionalidades que comprende el PLC Siemens simulado en el presente proyecto de tesis.

También se usó el software TIA Portal, la cual es una plataforma base que nos permite simular procesos industriales como es el caso del presente proyecto de tesis.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

El análisis y procesamiento de datos que se presenta a continuación se realizará en las tres siguientes etapas:

A. Detección de temas de investigación

Los temas de investigación a nivel de análisis en la ingeniería electrónica se conceptúan a través de problemas actuales, según la situación que viene atravesando el país. En este caso buscamos mejorar la actividad minera y su relación ecológica con el medio ambiente, mediante el desarrollo de un sistema de automatización que permita mejorar el proceso de filtración de agentes contaminantes en las minas.

B. Visualización de temas de investigación y red temática

La visualización de temas o datos para la presente investigación se representarán por medio de gráficos o esquemas, mediante el cual se podrá entender los valores captados por los sensores y así poder buscar la adecuada solución al problema planteado.

C. Análisis de desempeño

En esta parte, el diseño del sistema propuesto se realizará mediante un método cuantitativo, debido a la obtención de datos extraídos de los sensores, lo que servirá para optimizar el proceso de filtración que se plantea automatizar.

4.7. Aspectos Éticos en Investigación

Esta investigación promueve el cuidado del medio ambiente el cual es generado por la mayoría de las empresas mineras en el proceso de extracción de minerales, ya que se enfoca en diseñar un modelo el cual mejorará el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves.

Cabe mencionar que este proyecto de tesis procura cumplir las normativas establecidas, las cuales son:

- ISA S5.1 (1992) Instrumentos, simbología e identificación.
- ISA S5.3 Documentar instrumentos realizados en computadoras, controladores programables, sistemas de procesamiento.
- ISA S37.1 Transductores eléctricos.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

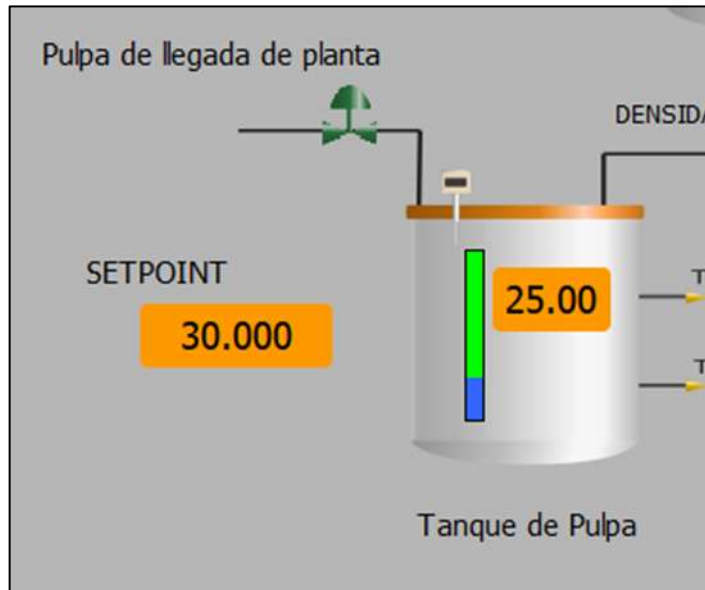


Figura N°44 "Llenado del tanque con la pulpa"

Fuente: Elaboración propia

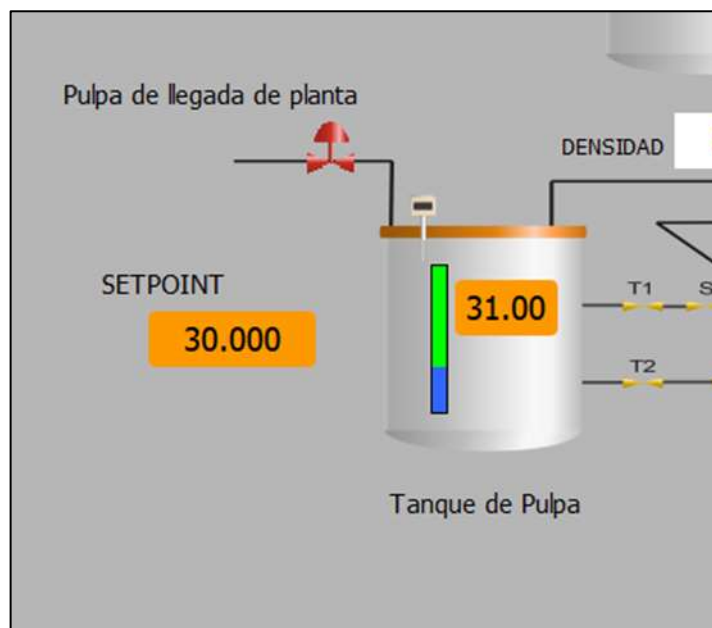


Figura N°45 "Tanque lleno al set point establecido"

Fuente: Elaboración propia

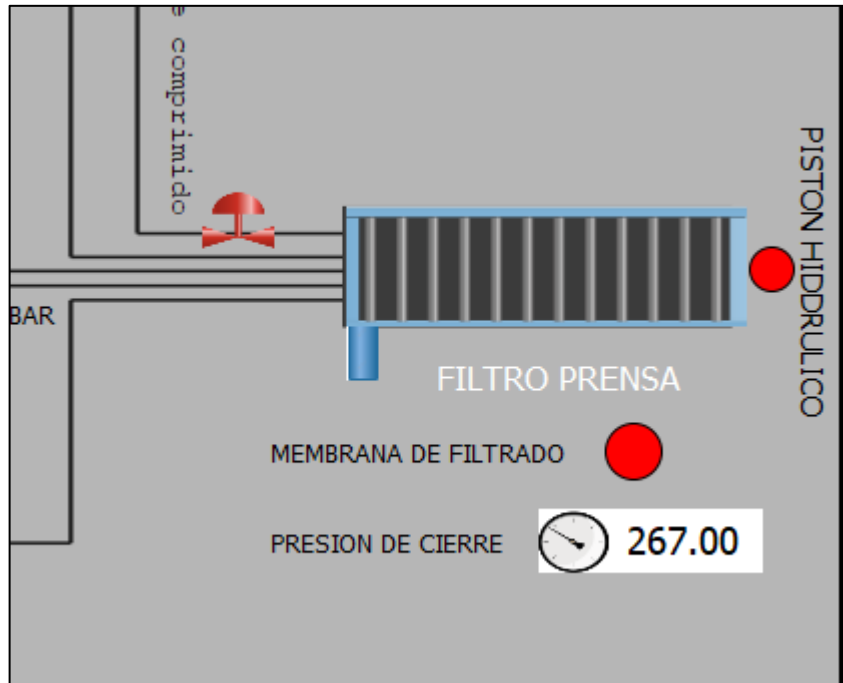


Figura N°46 "Pistón hidráulico activo"

Fuente: Elaboración propia

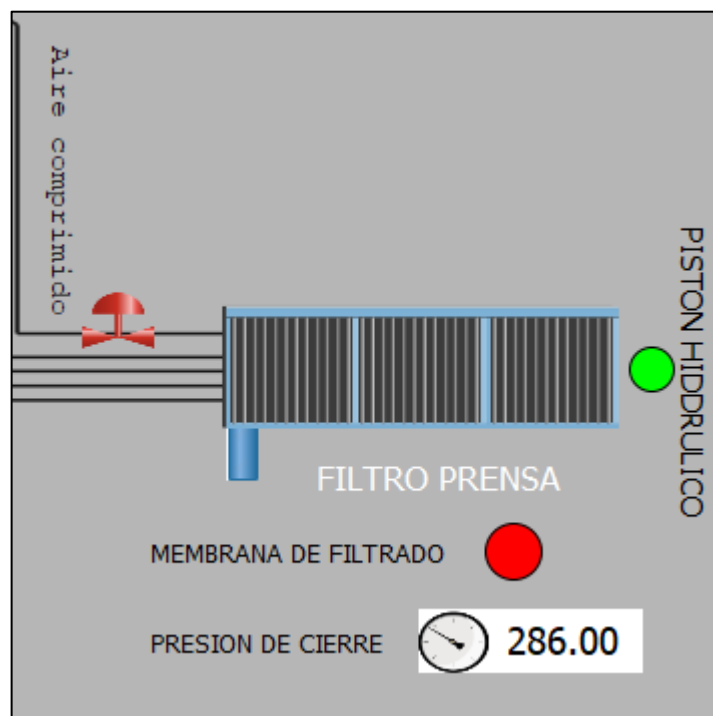


Figura N°47 "Cierre del pistón hidráulico"

Fuente: Elaboración propia

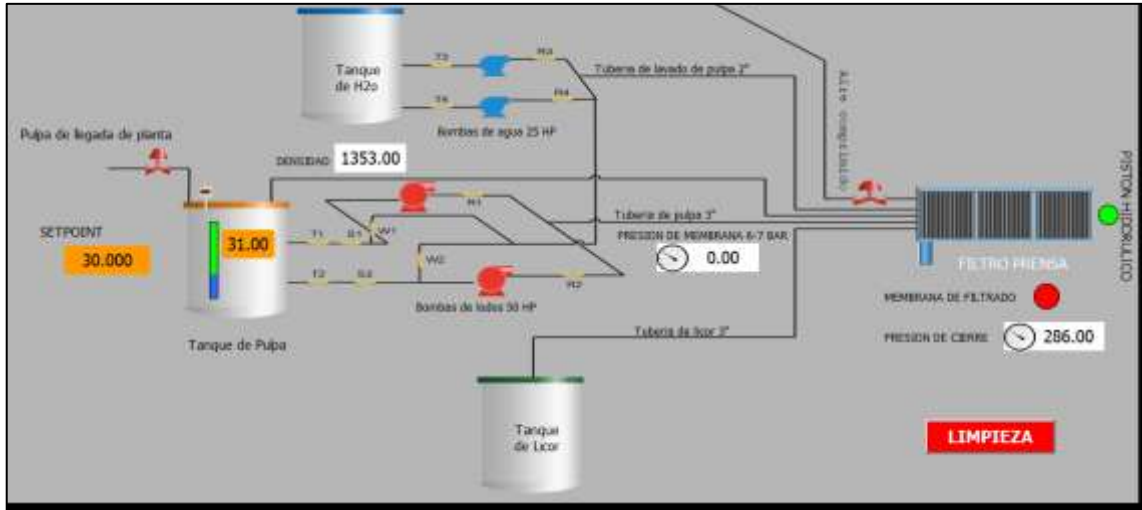


Figura N°48 "Densidad de la pulpa, fuera del rango establecido"

Fuente: Elaboración propia

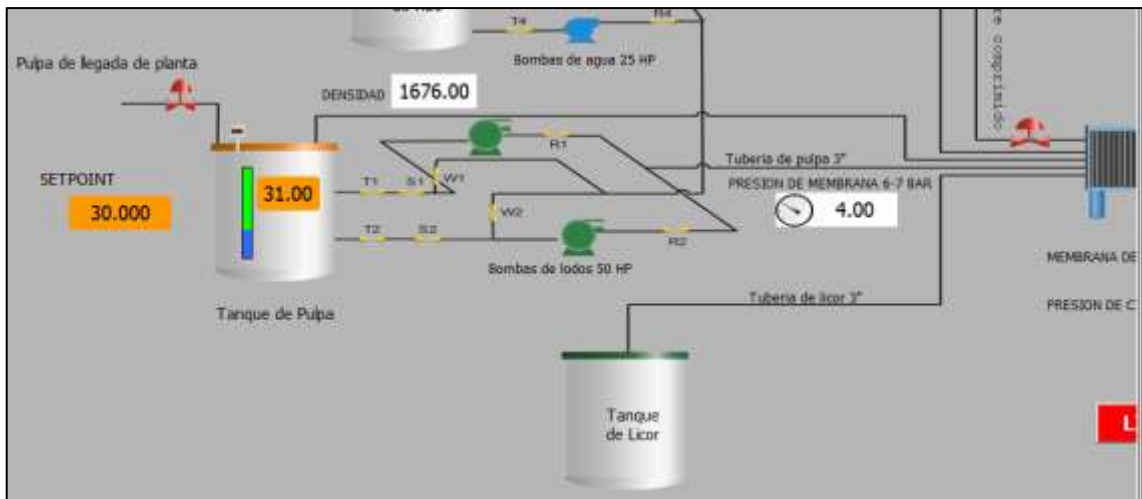


Figura N°49 "Densidad de la pulpa dentro del rango establecido"

Fuente: Elaboración propia

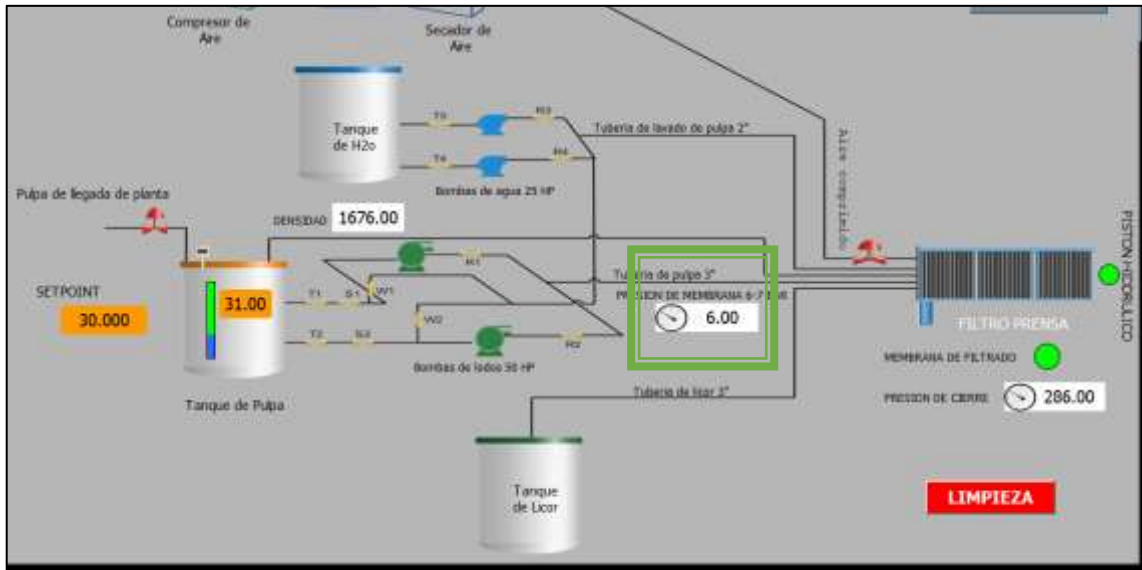


Figura N°50 "Filtración del licor a través de las membranas"

Fuente: Elaboración propia

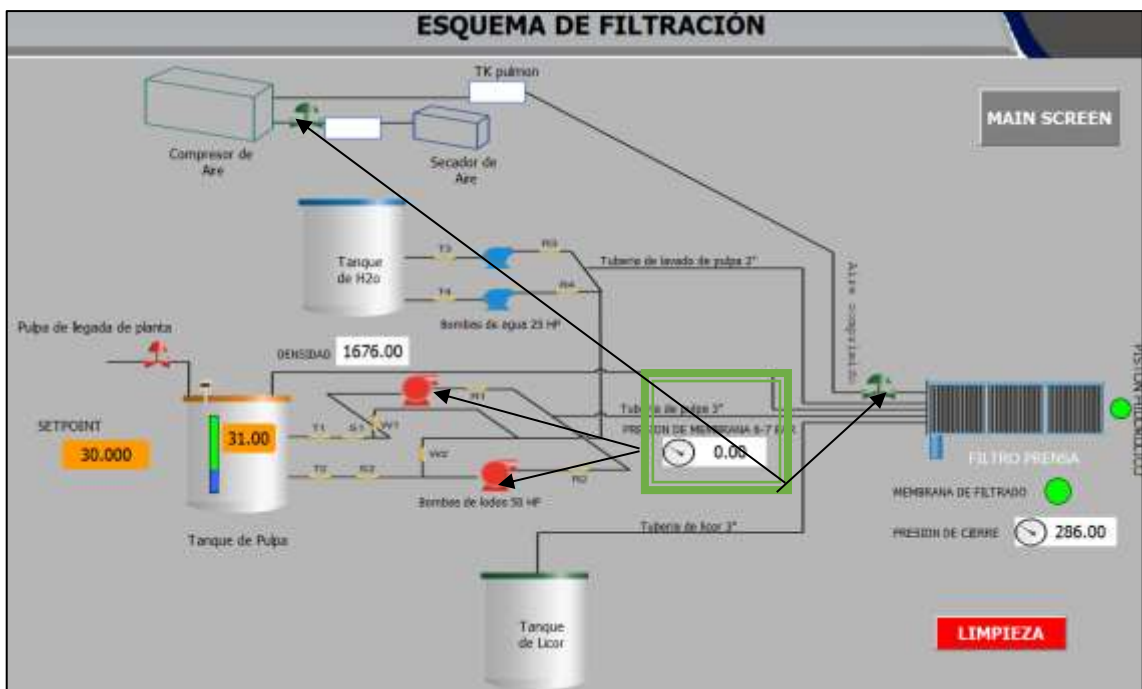


Figura N°51 "Apertura de las electroválvulas de aire"

Fuente: Elaboración propia

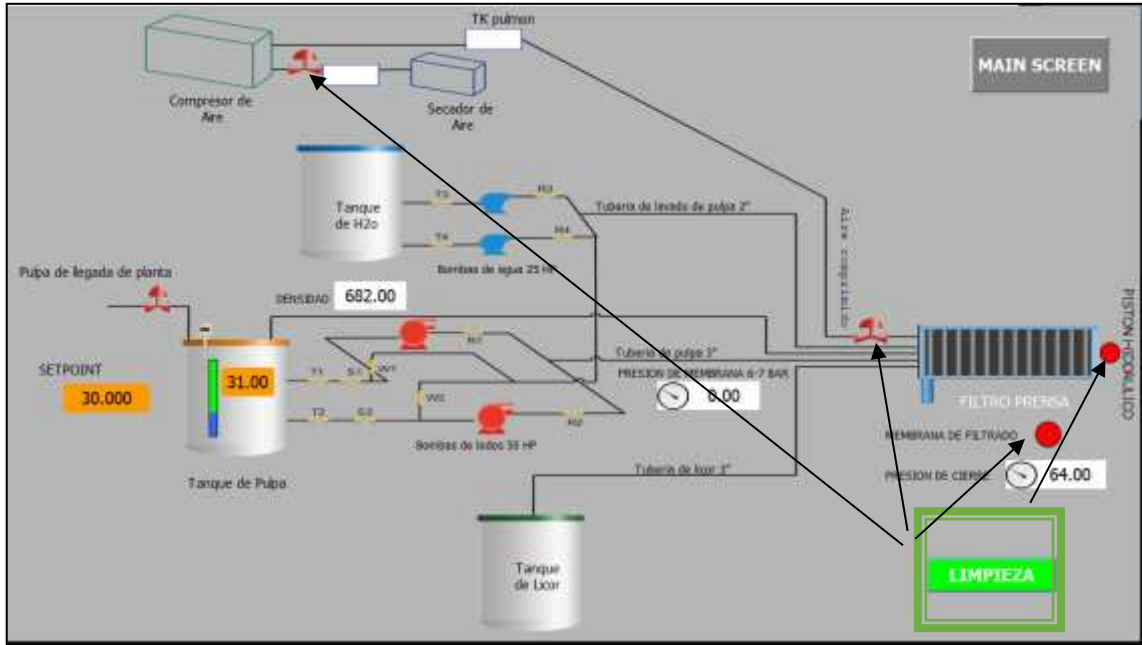


Figura N°52 "Disminución de la presión y la densidad del proceso"

Fuente: Elaboración propia

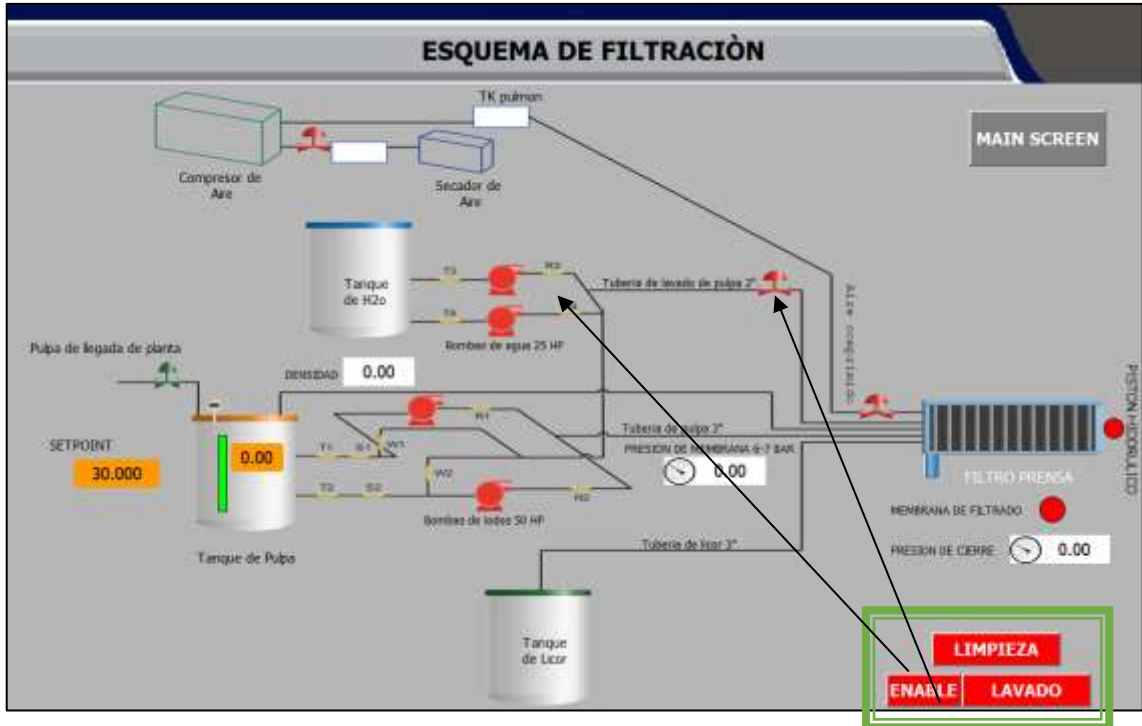


Figura N°53 "Finalización del proceso"

Fuente: Elaboración propia

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

- De la figura N°44, se observa la simulación del llenado del tanque, el cual está subiendo hasta llegar al valor establecido de 30.00
- De la figura N°45, se observa el cierre de la electroválvula impidiendo el ingreso de más cantidad de pulpa tras haber llegado al valor establecido.
- De la figura N°46, se observa el pistón hidráulico el cual se encuentra activo hasta que se consiga un cierre hermético, establecido entre un rango de 280 a 300 bar.
- De la figura N°47, se observa que una vez llegado a la presión requerida (280 a 300 bar) para que el filtro de prensa actúe, el pistón hidráulico de cierre se inhabilita.
- De la figura N°48, se observa el traslado del contenido que hay en el reservorio de pulpa, por medio de motobombas considerando la densidad en el rango de 1650 a 1850 gramos por litro, para que una vez la densidad sea la correcta este empiece a bombear.
- De la figura N°49, se observa la densidad de la pulpa dentro del rango establecido para un proceso óptimo, el cual es de 1650 a 1850 gramos por litro.
- De la figura N°50, se observa que el licor se filtra a través de las membranas, considerando una presión de 6 a 7 bar.
- De la figura N°51, se observa que el valor de la presión va disminuyendo por condiciones del sistema, considerando el punto de

consigna a 0 bares para el apagado de las bombas. Seguido a ello, se procede a abrir la electroválvula de aire la cual se encarga del proceso de limpieza. Esta presión de aire está comprendida entre 6 a 8 bar.

- De la figura N°52, se observa, que para la limpieza se procede a bombear aire, a través de los ductos internos del filtro. Después de ello, se contrae el pistón, con lo cual la presión de cierre baja hasta 0 bar, y la densidad también disminuye ya que se ha filtrado gran parte de la pulpa.
- De la figura N°53 se muestra el proceso terminado, para que se vuelva a ejecutar.

VII. CONCLUSIONES

- Se concluye que con la automatización del tanque a través de electroválvulas y sensores de nivel se mejora el proceso de llenado de la pulpa al reservorio, para el inicio del proceso de filtrado.
- Se concluye que la automatización del compresor de aire, mejora el proceso de filtrado, inflando las membranas haciendo que la presión entre cada placa sea más fuerte, de esta manera escurre todo el líquido de la pulpa, quedando solo la parte sólida.
- De la investigación, se concluye que la automatización de las bombas de agua, mejora el control de la inyección del agua desde el reservorio, realizando la limpieza del filtro el cual permite que esté en condiciones para un nuevo proceso de filtrado.

VIII. RECOMENDACIONES

- Para la implementación de dicho proceso se recomienda hacer un diseño especial en la etapa de filtrado, desde el volumen que se puede filtrar (depende mucho del tamaño de las placas y la cantidad de ellas) y el tamaño del relave que se quiere filtrar (selección de la membrana y la tela filtrante).
- Este diseño es adaptativo a cualquier tipo de proceso industrial, ya sea en la extracción de sales, el filtrado de aguas residuales y demás. Ya que el PLC nos da una gran ventaja al ser reprogramable y adaptativo.
- En este caso solo se ha diseñado de manera hipotética el filtrado, ya que nuestro estudio aboca netamente a la parte electrónica y a la autorización del proceso.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. G. L. Mora Palomino, “Evaluación del relave minero y su tratamiento en la planta beneficio MVC-2011-II. Sayán – Lima. 2017”. Tesis de maestría, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú, 2019.
2. Ley N°28271 – 2004. Ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera, N°01128-2020-MINEDU/SPE-OPEPUPP, 24 de agosto del 2020. [En línea]. Disponible: <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/aprueban-actualizacion-del-inventario-inicial-de-pasivos-amb-resolucion-ministerial-no-238-2020-minemdm-1880118-1>
3. G. Vásquez Neyra, “Diseño de un equipo de filtración por disco para minerales” tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 1991.
4. Carrera, “Desarrollo de una plataforma IOT para la supervisión y control de procesos industriales de fabricación inteligente en tiempo real a través de la nube”, tesis de maestría, Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador, Cuenca, Ecuador, 2021.
5. S. Galindo Galindo, “Diseño de sistema automatizado para las etapas de pasteurización e hilado en el proceso de elaboración de queso de la empresa Del Altiplano Productos Lácteos del municipio de Jenesano – Boyacá”, tesis de grado, Universidad Santo Tomás, Tunja, Colombia, 2021.
6. L. V. Jácome López, “Automatización del bombeo de agua a través del control de nivel de la cisterna de la estación Miraflores EP-EMAPA”, tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato de Ecuador, Ambato, Ecuador, 2015.

7. E. D. Heredia Asqui y D. N. Velásquez Limachi, “Diseño e implementación de un prototipo para automatizar el proceso de traslado de minerales a un almacén de concentrados mediante fajas transportadoras, utilizando el controlador SIMATIC S7 1200 en el año 2021”, tesis de grado, Universidad Privada de Tacna. Tacna, Perú, 2021.
8. R. Palomino Banda, “Automatización del proceso de espesamiento de relave final en la planta concentradora de cobre para mejorar la producción para el año 2018”, tesis de grado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, 2021.
9. D. V. Pérez López, “Propuesta de automatización en la línea de producción para mejorar la productividad de una empresa de velas”, tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2020.
10. G. Mora, “Evaluación del relave minero y su tratamiento en la planta beneficio MVC-2011-II. Sayán – Lima. 2017”, tesis de maestría, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú, 2019.
11. W. J. Ledesma Velita, “Propuesta de tratamiento del depósito de relaves de Quiulacocha-Pasco para su remediación ambiental, basada en experiencias exitosas en empresas mineras”, tesis de maestría, Universidad Nacional Alcides Carrión, Pasco, Perú, 2018.
12. M. Huallpa y S. Medina, “Análisis comparativo entre los métodos de recrecimiento en un depósito de relaves tipo pulpa en Cajamarca”, tesis de grado, Universidad Ricardo Palma, Lima, 2020.

13. L. Rojas y L. Ventura, "Utilización del relave minero para la elaboración de bloques de concreto tipo ensamblable", tesis de grado, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, 2017.
14. V. Zavala, "implementación del sistema de control automático del nuevo HOLDING TANK de la planta de filtrado relaves de la Unidad Minera Cerro Lindo"
15. G. Mamani, "Diseño e implementación de un prototipo para automatizar el proceso de embotellado de yogurt en la planta lechera Tacna", tesis de grado, Universidad Privada de Tacna, Perú, 2021.
16. O. Bullón, "Automatización Industrial", tesis de grado, Instituto Politécnico Nacional, Distrito Federal, México, 2009.
17. L. Carrasco, "Diseño e implementación de un control PID IMC para planta piloto de refrigeración", tesis de grado. Universidad de Piura, Piura, 2020.
18. B. Guerrero, "Modernización del módulo de control de nivel, con transmisor de nivel ultrasónico, PLC S7-1200 y pantalla HMI, para el control de las variables: nivel y flujo", tesis de grado. Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, 2019.
19. R. Valdés Fernández, "Automatización de un sistema de climatización con PLC", tesis de grado, Instituto Politécnico Nacional de México, Distrito Federal, México, 2012.
20. O. L. Garces Coca y A. A. Shagñay Pucha, "Implementación de una estación de almacenamiento de probetas de distintos materiales y tamaños controlados por PLC y pantalla táctil para el laboratorio de control y automatización de procesos industriales de la escuela de

ingeniería mecánica de la ESPOCH”, tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2014.

21. J. L. P. Loli Méndez, “Modelación y simulación de un actuador hidráulico para un simulador de marcha normal”, tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú, 2012.
22. A. De la Cruz y J. Menéndez, “Diseño e implementación de un banco de pruebas de sensores de presión, nivel y temperatura con tecnología WIRELESSHART para la compañía EUROINSTRUMENTS”, tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador, 2014.
23. L. Cuéllar; J. Martínez y J. Rivera, “PROPUESTA DE UN SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO DE NIVEL Y FLUJO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LAGO NABOR CARRILLO”, tesis de grado, Instituto Politécnico Nacional, Distrito Federal, México, 2017.
24. F. Huey, “Aplicación de medidores de flujo en hidrocarburos para transferencia de custodia”, tesis de grado. Universidad Nacional Autónoma de México”, México, 2020.
25. E. Bermeo y D. Zorrilla, “Desarrollo de un sistema automático de selección de paltas Hass por sus índices de calidad para la empresa Agroindustrias Verdeflor S.A.C.”, tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú, 2019.
26. J. Prieto, P. Sánchez, E. López, C. Aroca y C. Sánchez. “Sensor de densidad en líquidos y de interfaz entre fluidos inmiscibles”. ES Patente 2170641B1, agosto 01, 2002.

27. Sai – Tech. (junio 09, 2017). Anton Paar - Proceso - Sensor de Densidad [Online]. Disponible en: <https://sai-tech.mx/webpage/anton-paar/anton-paar-proceso/anton-paar-proceso-sensor-de-densidad/>
28. J. S. Medina Rosero y G. A. Miranda Almeida, “Diseño de una unidad de filtración de agua de formación de pozos petroleros”, tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2017.
29. J. M. Arce Ventocilla, “La contaminación ambiental en la Biblioteca del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción”, tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú, 2002.
30. I. Sosa Yarlequé, “Diseño de un programador lógico programable usando microcontrolador ATMEGA y lenguaje LADDER para aplicaciones de laboratorio”, tesis de grado, Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú, 2018.
31. M. F. Carrión Naranjo y C. R. Romero Tigmasa, “Desarrollo de software HMI SCADA e implementación sobre un módulo didáctico autónomo para ventas de la empresa ECUAINSETEC CÍA. LTDA”, tesis de grado, Universidad Técnica Salesiana, Quito, Ecuador, 2012.
32. I. I. Álvarez Cisneros, L. A. Jiménez Carreño y J. M. Tenorio Torres, “Planteamiento de una empresa de capacitación en mantenimiento de instrumentación industrial para las variables de temperatura, presión y flujo para la pequeña y mediana empresa”, tesis de grado, Instituto Politécnico Nacional de México. Distrito Federal, México, 2011.
33. L. V. Miranda Guevara, “Análisis y propuesta de mejora en el proceso de tratamiento de efluentes oleosos en una refinería de petróleo con estrategias de producción más limpia”, tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú, 2017.

34. E. Bedriñana Enciso, "Modelamiento de la válvula de control TEKNOCRAF 202316 para la incubadora neonatal", tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú, 2011.
35. A. A. Lozano Povis y J. L. Sánchez Ochoa, "Evaluación experimental de una ecuación empírica para la caída de presión en flujo gaseoso", tesis de grado, Universidad Nacional del Centro, Huancayo, Perú, 2017.
36. J. L. Bucheli Naranjo y L. M. Velásquez Garrido, "Diseño e implementación de un módulo didáctico con sistema HMI para el análisis y estudio de sensores y transductores de proximidad analógicos por medio de la tarjeta de adquisición de datos DAQ ni y controlada por el software LABVIEW", tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana de Quito, Quito, Ecuador, 2014.
37. S. Zorrilla Arena, Introducción a la Metodología de la Investigación, 2da edición, México D.F.: Ed. Océano, 1985.
38. R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, y P. Baptista Lucio, Metodología de la investigación, 6ta edición, México D.F.: McGraw-Hill, 2003.

ANEXOS

Anexo N°1: Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA DEL PROYECTO
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	DEPENDIENTES			
¿De qué manera el diseño un sistema automatizado mejorará el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022?	Diseñar un sistema automatizado para mejorar el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022	El diseño de un sistema automatizado mejorará el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022.	Proceso de filtración de agentes contaminantes	Reducción de metales	Satisfacción del cliente	Diseño Metodológico
				Reciclado del agua	Cantidad de agua reciclada	Tipo de investigación aplicada. Diseño de la investigación experimental del tipo cuasiexperimental.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	INDEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADORES	Método de investigación
¿De qué manera el diseño del control automatizado de un tanque mejorará el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022?	Diseñar el control automatizado de un tanque para mejorar el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022	El diseño del control automatizado de un tanque mejorará el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022.	Diseño de un sistema automatizado	Control automatizado de un tanque	Nivel del tanque	El método de la investigación es del tipo cuantitativo.
						Población y muestra

relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022?	Cerro Lindo, Cañete 2022	Cerro Lindo, Cañete 2022.			
¿De qué manera el diseño del control automatizado del compresor de aire mejorará el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022?	Diseñar el control automatizado del compresor de aire para mejorar el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022	El diseño del control automatizado del compresor de aire mejorará el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022.			Población la minera Cerro Lindo, Cañete. Muestreo no probabilístico.
			Control automatizado del compresor de aire	Caudal del aire	Lugar de estudio
					Se viene desarrollando de manera semipresencial En la mina Cerro Lindo, Cañete.
¿De qué manera el diseño del control automatizado de las bombas de agua mejorará el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022?	Diseñar el control automatizado de las bombas de agua para mejorar el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022	El diseño del control automatizado de las bombas de agua mejorará el proceso de filtración de agentes contaminantes de los relaves en la mina Cerro Lindo, Cañete 2022.			Técnicas e instrumentos para la recolección de información
			Control automatizado de las bombas de agua	Presión de la bomba	La observación y las pruebas realizas en el software Matlab y TIA Portal.

Anexo N°2: “Norma ISA 5.1: Instrumentos, simbología e identificación.

ANSI/ISA-S5.1-1984 (R 1992)

Reaffirmed July 13, 1992












American National Standard



Instrumentation Symbols and Identification

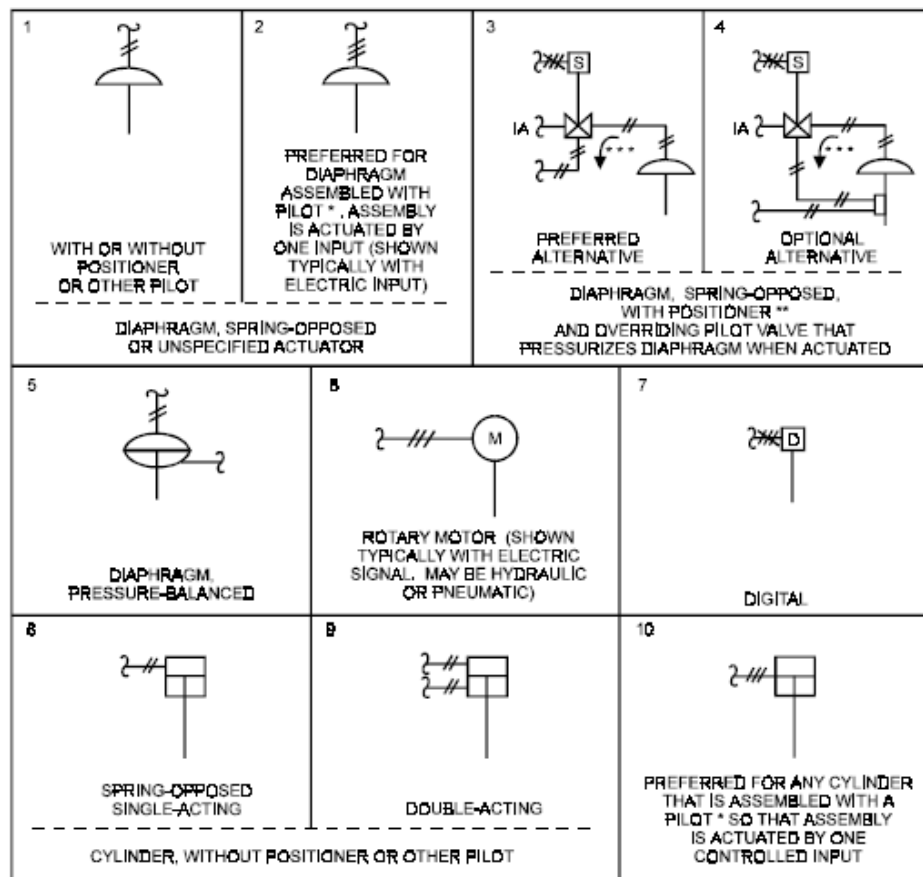


6.4 Control valve body symbols, damper symbols

1  GENERAL SYMBOL	2  ANGLE	3  BUTTERFLY	4  ROTARY VALVE
5  THREE-WAY	6  FOUR-WAY	7  GLOBE	8
9  DIAPHRAGM	10  DAMPER OR LOUVER		
	11 		
	12 		

Further information may be added adjacent to the body symbol either by note or code number.

6.5 Actuator symbols

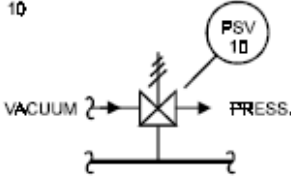
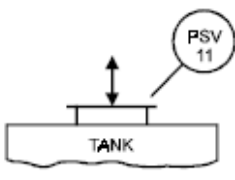
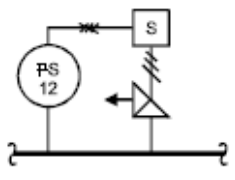
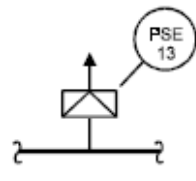
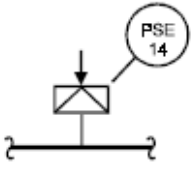
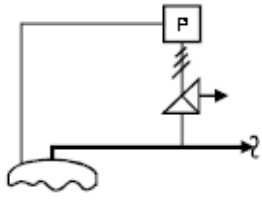
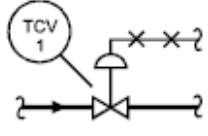
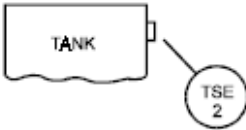
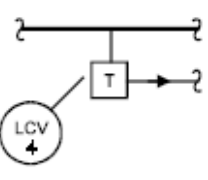
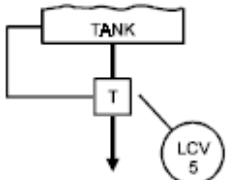
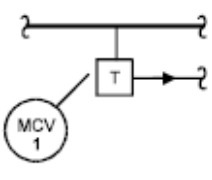


* Pilot may be positioner, solenoid valve, signal converter, etc.

** The positioner need not be shown unless an intermediate device is on its output. The positioner legging, ZC, need not be used even if the positioner is shown. The positioner symbol, a box drawn on the actuator shaft, is the same for all types of actuators. When the symbol is used, the type of instrument signal, i.e., pneumatic, electric, etc., is drawn as appropriate. If the positioner symbol is used and there is no intermediate device on its output, then the positioner output signal need not be shown.

*** The arrow represents the path from a common to a fail open part. It does not correspond necessarily to the direction of fluid flow.

6.6 Symbols for self-actuated regulators, valves, and other devices (contd.)

PRESSURE (CONT'D.)	10	 <p>PRESSURE AND VACUUM RELIEF VALVE, SPRING-OR WEIGHT-LOADED, OR WITH INTEGRAL PILOT</p>	11	 <p>PRESSURE AND VACUUM RELIEF MANHOLE COVER</p>	12	 <p>PRESSURE RELIEF OR SAFETY VALVE, ANGLE PATTERN, TRIPPED BY INTEGRAL SOLENOID*</p>
	13	 <p>RUPTURE DISK OR SAFETY HEAD FOR PRESSURE RELIEF</p>	14	 <p>RUPTURE DISK OR SAFETY HEAD FOR VACUUM RELIEF</p>	15	 <p>PILOT OPERATED RELIEF VALVE</p>
	1	 <p>TEMPERATURE REGULATOR, FILLED-SYSTEM TYPE</p>	2	 <p>FUSIBLE PLUG OR DISK</p>	3	
TRAPS	1	 <p>ALL TRAPS</p>	2	 <p>TRAP WITH EQUALIZING CONNECTION</p>	3	 <p>USER DEFINED TRAP</p>

* The solenoid-tripped pressure relief valve is one of the class of power-actuated relief valves and is grouped with the other types of relief valves even though it is not entirely a self-actuated device.

Anexo N°3: “Norma ISA S5.3 (1983): Documentar instrumentos realizados en computadoras, controladores programables, sistemas de procesamiento.

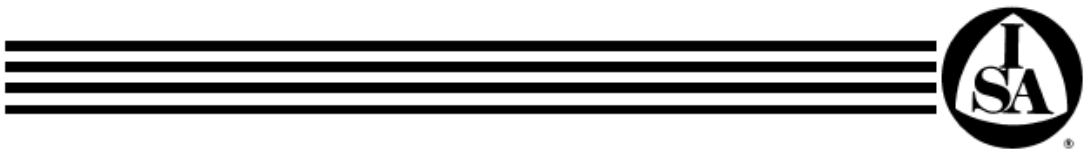
ISA-S5.3-1983

Approved June 30, 1982

Standard



**Graphic Symbols for
Distributed Control/Shared
Display Instrumentation,
Logic and Computer Systems**



4 Symbols

4.1 General

Standard instrumentation symbols as shown in ISA-S5.1 are retained as much as possible for flow diagram use, but are supplemented as necessary by the new symbols in Sections 4.2 through 4.6. Symbol size should be consistent with ISA-S5.1, Section 3. The symbol descriptions listed to the right of each symbol are intended as guidelines for applications, and are not intended to be all inclusive. The symbol may be used if one or more of the descriptions apply. Shared signal lines can be expressed by the symbol for a system link (See Section 4.6.1.).

4.2 Distributed control/shared display symbols

Advances in control systems brought about by microprocessor based instrumentation permit shared functions such as display, control and signal lines. Therefore, the symbology defined here should be "Shared Instruments," which means shared display and/or shared control. The square portion of this symbol, as shown in paragraphs 4.2.1 through 4.2.3 has the meaning of shared type instrument.

4.2.1 Normally accessible to operator

Indicator/Controller/Recorder or Alarm Points—usually used to indicate video display.



- 1) Shared display.
- 2) Shared display and shared control.
- 3) Access limited to communication link.
- 4) Operator Interface on communication link.

4.2.2 Auxiliary operator's interface device



- 1) Panel mounted—normally having an analog faceplate—not normally mounted on main operator console.
- 2) Can be a backup controller or manual station.
- 3) Access may be limited to communication link.
- 4) Operator interface via the communication link.

4.2.3 Not normally accessible to operator



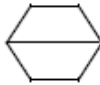
- 1) Shared blind controller.
- 2) Shared display installed in field.
- 3) Computation, signal conditioning in shared controller.
- 4) May be on communication link.
- 5) Normally blind operation.
- 6) May be altered by configuration

4.3 Computer symbols

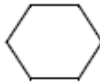
The following symbols should be used where systems include components identified as "computers," as distinct from an integral processor, which drive the various functions of a "distributed control system." The computer component may be integrated with the system via the data link, or it may be a stand-alone computer.

4.3.1 Normally accessible to operator

Indicator/Controller/Recorder or Alarm Point— usually used to indicate video display.



4.3.2 Not normally accessible to operator



- 1) Input/Output interface.
- 2) Computation/Signal conditioning within a computer.
- 3) May be used as a blind controller or a software calculation module.

4.4 Logic and sequential control symbols

4.4.1 General symbol—For undefined complex interconnecting logic or sequence control. (Also see ISA-S5.1).



4.4.2 Distributed control interconnecting logic controller with binary or sequential logic functions.



- 1) Packaged programmable logic controller, or digital logic controls integral to the distributed control equipment.
- 2) Not normally accessible by the operator.

4.4.3 Distributed control interconnecting logic controller with binary or sequential logic functions.



- 1) Packaged programmable logic controller, or digital logic controls integral to the distributed control equipment.
- 2) Normally accessible to the operator.

4.5 Internal system function symbols

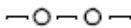
4.5.1 Computation/Signal conditioning



- 1) For block identification refer to ISA-S5.1, Table 2 "Function Designations for Relays."
- 2) For extensive computational requirements, use designation "C." Explain on supplementary documentation.
- 3) Used in conjunction with function relay bubbles per ISA-S5.1.

4.6 Common symbols

4.6.1 System link



- 1) Used to indicate either a software link or manufacturer's system supplied connections between functions.
- 2) Alternatively, link can be implicitly shown by contiguous symbols.
- 3) May be used to indicate a communication link at the user's option.

4.7 Recorders and other historical data retention

4.7.1 Conventional hard-wired recording devices such as strip chart recorders shall be shown in accordance with ISA-S5.1. (Refer to Appendix A.2.2. of this standard.)

4.7.2 For assignable recording devices use Symbol 4.2.1.

4.7.3 Long term/mass storage of a process variable by digital memory means such as tape, disc, etc., shall be depicted in accordance with 4.2 or 4.3 of this standard, depending on the location of the device.

5 Identification

For purposes of this standard, identification codes shall be consistent with ISA-S5.1, with the following additions.

5.1 Software alarms

Software alarms may be identified by placing ISA-S5.1, Table 1, letter designators on the input or output signal lines of the controls, or other specific integral system component. See [Section 6 Alarms](#) of this standard.

Anexo N°4: Datasheet Controlador Lógico Programable S7-1200

SIEMENS

SIMATIC

S7 Controlador programable S7-1200

Manual de sistema

Prólogo	
Sinopsis del producto	1
Nuevas funciones	2
Software de programación STEP 7	3
Montaje	4
Principios básicos del PLC	5
Configuración de dispositivos	6
Principios básicos de programación	7
Instrucciones básicas	8
Instrucciones avanzadas	9
Instrucciones tecnológicas	10
Comunicación	11
Servidor web	12
Procesador de comunicaciones y Modbus TCP	13
Comunicación TeleService (correo electrónico SMTP)	14
Herramientas online y diagnóstico	15
Datos técnicos	A
Calcular la corriente necesaria	B
Información de pedido	C
Cambio de dispositivo y compatibilidad de los repuestos	D

V4.2.3, 08/2018

A5E02486683-AL

1.1 Introducción al PLC S7-1200

El controlador S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. Gracias a su estructura compacta, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

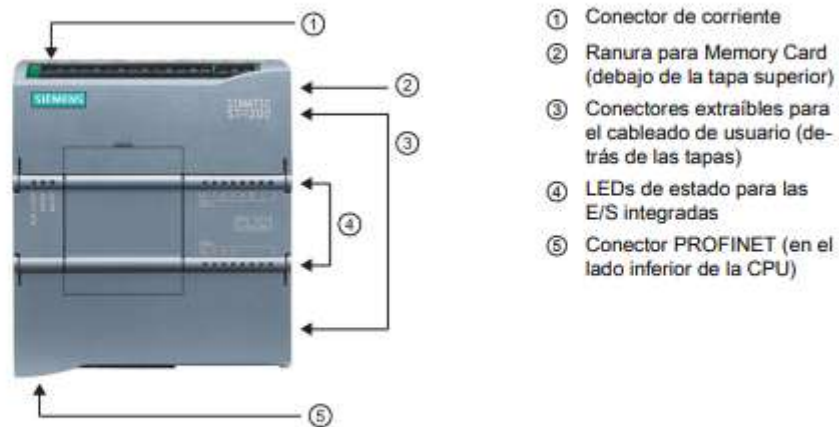
La CPU combina los siguientes elementos, además de otros, en una caja compacta para crear un controlador potente:

- un microprocesador
- una fuente de alimentación integrada
- circuitos de entrada y salida
- PROFINET incorporado
- E/S de Motion Control rápidas

Una vez cargado el programa en la CPU, esta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, Motion Control, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

La CPU incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET. Hay disponibles módulos adicionales para la comunicación a través de redes y protocolos como los siguientes:

- PROFIBUS
- GPRS
- LTE
- WAN
- RS485
- RS232
- RS422
- CEI
- DNP3
- USS
- MODBUS



Numerosas funciones de seguridad protegen el acceso tanto a la CPU como al programa de control:

- Todas las CPU ofrecen protección por contraseña (Página 215) que permite configurar el acceso a sus funciones.
- Es posible utilizar la "protección de know-how" (Página 218) para ocultar el código de un bloque específico.
- Además, la protección anticopia (Página 219) permite vincular el programa a una Memory Card o CPU específica.

Tabla 1-1 Comparación de los modelos de CPU

Función		CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C	CPU 1215C	CPU 1217C
Dimensiones físicas (mm)		90 x 100 x 75		110 x 100 x 75	130 x 100 x 75	150 x 100 x 75
Memoria de usuario	Trabajo	50 KB	75 KB	100 KB	125 KB	150 KB
	Carga	1 MB	2 MB	4 MB		
	Remanente	10 KB				
E/S locales integradas	Digital	6 entradas/ 4 salidas	8 entradas/ 6 salidas	14 entradas/ 10 salidas		
	Analógico	2 entradas			2 entradas/2 salidas	
Tamaño de la memoria imagen de proceso	Entradas (I)	1024 bytes				
	Salidas (Q)	1024 bytes				
Área de marcas (M)		4096 bytes		8192 bytes		
Ampliación con módulo de señales (SM)		Ninguna	2	8		
Signal board (SB), Battery Board (BB) o Communication Board (CB)		1				
Módulo de comunicación (CM) (ampliación en el lado izquierdo)		3				
Contadores rápidos	Total	Se han configurado un máximo de 6 para usar cualquier entrada integrada o de SB.				
	1 MHz	-				De Ib.2 a Ib.5
	100/80 kHz	De Ia.0 a Ia.5				
	30/120 kHz	-	De Ia.6 a Ia.7	De Ia.6 a Ib.5		De Ia.6 a Ib.1
	200 kHz ³					
Salidas pulsadas ²	Total	Se han configurado un máximo de 4 para usar cualquier salida integrada o de SB				
	1 MHz	-				De Qa.0 a Qa.3
	100 kHz	De Qa.0 a Qa.3				De Qa.4 a Qb.1
	20 kHz	-	De Qa.4 a Qa.5	De Qa.4 a Qb.1		--
Memory Card		SIMATIC Memory Card (opcional)				
Registros (Data logs)	Número	Como máximo 8 abiertos a la vez				
	Tamaño	500 MB por registro o limitado por la memoria de carga máxima disponible				
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real		20 días típ./12 días mín. a 40 °C (condensador de alto rendimiento sin mantenimiento)				
Puerto de comunicación Ethernet PROFINET		1			2	
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales		2.3 µs/instrucción				
Velocidad de ejecución booleana		0.08 µs/instrucción				

¹ La velocidad más lenta se aplica cuando el HSC está configurado para el modo de operación en cuadratura.

² Para modelos de CPU con salidas de relé, se debe instalar una Signal Board (SB) digital para emplear las salidas de impulsos.

³ Se dispone de hasta 200 kHz con la SB 1221 DI x 24 V DC 200 kHz y la SB 1221 DI 4 x 5 V DC 200 kHz.

Los diferentes modelos de CPU ofrecen una gran variedad de funciones y prestaciones que permiten crear soluciones efectivas destinadas a numerosas aplicaciones. Para más información sobre una CPU en particular, consulte los datos técnicos (Página 1391).

Tabla 1- 2 Bloques, temporizadores y contadores que soporta el S7-1200

Elemento		Descripción					
Bloques	Tipo	OB, FB, FC, DB					
	Ta- maño	Modelo de CPU	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C	CPU 1215C	CPU 1217C
		Bloques lógicos	50KB	64KB	64KB	64KB	64KB
		Bloques de datos enlazados ¹	50KB	75KB	100KB	125KB	150KB
	Bloques de datos no enlazados ²	256KB	256KB	256KB	256KB	256KB	
	Cantidad	Un total de hasta 1024 bloques (OB + FB + FC + DB)					
	Profundidad de anidamiento	16 desde el OB de ciclo o arranque; 6 desde cualquier OB de evento de alarma ³					
Observar	Se puede observar a la vez el estado de 2 bloques lógicos						
OB	Ciclo del programa	Varios					
	Arranque	Varios					
	Alarmas de retardo	4 (1 por evento)					
	Alarmas cíclicas	4 (1 por evento)					
	Alarmas de proceso	50 (1 por evento)					
	Alarmas de error de tiempo	1					
	Alarmas de error de diagnóstico	1					
	Enchufe o desenchufe de módulos	1					
	Fallo de rack o estación	1					
	Hora	Varios					
	Estado	1					
	Actualizar	1					
Perfil	1						
Temporizadores	Tipo	CEI					
	Cantidad	Solo limitada por el tamaño de la memoria					
	Almacenamiento	Estructura en DB, 16 bytes por temporizador					

Anexo N°5: Datasheet HMI TP1500 Comfort

SIEMENS

Hoja de datos

6AV2124-0QC02-0AX1

SIMATIC HMI TP1500 Comfort, Comfort Panel, mando táctil, Pantalla TFT panorámica de 15", 16 millones de colores, Interfaz PROFINET, Interfaz MPI/PROFIBUS DP, memoria de configuración de 24 MB, WEC 2013, configurable a partir de WinCC Comfort V14 SP1 con HSP



Información general	
Designación del tipo de producto	TP1500 Comfort
Display	
Tipo de display	TFT
Diagonal de pantalla	15,4 in
Achura del display	331,2 mm
Altura del display	207 mm
Nº de colores	16 777 216
Resolución (píxeles)	
• Resolución de imagen horizontal	1 280 Pixel
• Resolución de imagen vertical	800 Pixel
Retroiluminación	
• MTBF de la retroiluminación (con 25 °C)	80 000 h
• Retroiluminación variable	SI, 0-100 %
Elementos de mando	
Fuentes de teclado	
• Teclas de función	
— Nº de teclas de función	0

— N° de teclas de función con LED	0
• Teclas con LED	No
• Teclas del sistema	No
• Teclado numérico	Si; Teclado en pantalla
• Teclado alfanumérico	Si; Teclado en pantalla
Manejo táctil	
• Variante con pantalla táctil	Si
Ampliaciones para conducción de proceso	
• Teclas directas (botones táctiles como periferia de entrada S7)	40
Diseño/montaje	
Posición de montaje	vertical
Montaje vertical (formato retrato) posible	Si
Montaje horizontal (formato apaisado) posible	Si
Máx. ángulo de inclinación permitido sin ventilación externa	35°
Tensión de alimentación	
Tipo de tensión de la alimentación	DC
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	1,7 A
Intensidad transitoria de conexión Pt	0,5 A ² s
Potencia	
Consumo de potencia activa, tip.	41 W
Procesador	
Tipo de procesador	X86
Memoria	
Flash	Si
RAM	Si
memoria usable para datos de usuario	24 Mbyte
Tipo de salida	
Info LED	No
Power LED	No
Error LED	No
Acústica	
• Zumbador	No
• Altavoz	Si
Hora	

Reloj	
• Reloj de hardware (en tiempo real)	Si
• Reloj por software	Si
• Respaldado	Si; Duración del búfer típica: 6 semanas
• Sincronizable	Si
Interfaces	
Nº de interfaces Industrial Ethernet	2; 2 puertos (switch) + puerto independiente
Nº de interfaces RS 485	1; RS 422 / 485 combinada
Nº de interfaces RS 422	0; junto con RS 485
Nº de interfaces RS 232	0
Nº de interfaces USB	2; USB 2.0
Nº de interfaces 20 mA (TTY)	0
Nº de interfaces paralelas	0
Nº de otras interfaces	0
Número de slot para tarjetas SD	2
Con interfaces a SW	No
Industrial Ethernet	
• LED de estado Industrial Ethernet	3
• Nº de puertos del switch integrado	2
Protocolos	
PROFINET	Si
Soporta protocolo para PROFINET IO	Si
IRT	Si
PROFIBUS	Si
MPI	Si
Protocolos (Ethernet)	
• TCP/IP	Si
• DHCP	Si
• SNMP	Si
• DCP	Si
• LLDP	Si
Propiedades WEB	
• HTTP	Si
• HTTPS	Si
• HTML	Si
• XML	Si
• CSS	Si
• Active X	Si
• JavaScript	Si
• Java VM	No
Funcionamiento redundante	

Listado por impresora	
• Avisos	Sí
• Informe (informe de turno)	Sí
• Copia de pantalla	Sí
• Impresión electrónica en archivo	Sí; PDF, HTML
Juegos de caracteres	
• Fuentes de teclado	
— USA (Inglés)	Sí
Transferencia (carga/descarga)	
• MPI/PROFIBUS DP	Sí
• USB	Sí
• Ethernet	Sí
• Mediante medio de memoria externo	Sí
Aceptamiento al proceso	
• S7-1200	Sí
• S7-1500	Sí
• S7-200	Sí
• S7-300/400	Sí
• LOGO!	Sí
• Win AC	Sí
• SINUMERIK	Sí; Con paquete opcional SINUMERIK a partir de WinCC V15
• SIMOTION	Sí
• Allen Bradley (EtherNet/IP)	Sí
• Allen Bradley (DF1)	Sí
• Mitsubishi (MC TCP/IP)	Sí
• Mitsubishi (FX)	Sí
• OMRON (FINS TCP)	No
• OMRON (LINK/Multilink)	Sí
• Modicon (Modbus TCP/IP)	Sí
• Modicon (Modbus)	Sí
• OPC UA Client	Sí
• OPC UA Server	Sí
Herramientas/auxiliares para configuración	
• Backup/Restore	Sí
• Backup/Restore automáticos	Sí
• Simulación	Sí
• Conmutación de dispositivo	Sí
Periferia/Opciones	
Periféricos	
• Impresora	Sí

Anexo N°6: Programación propia del proyecto en TIA Portal

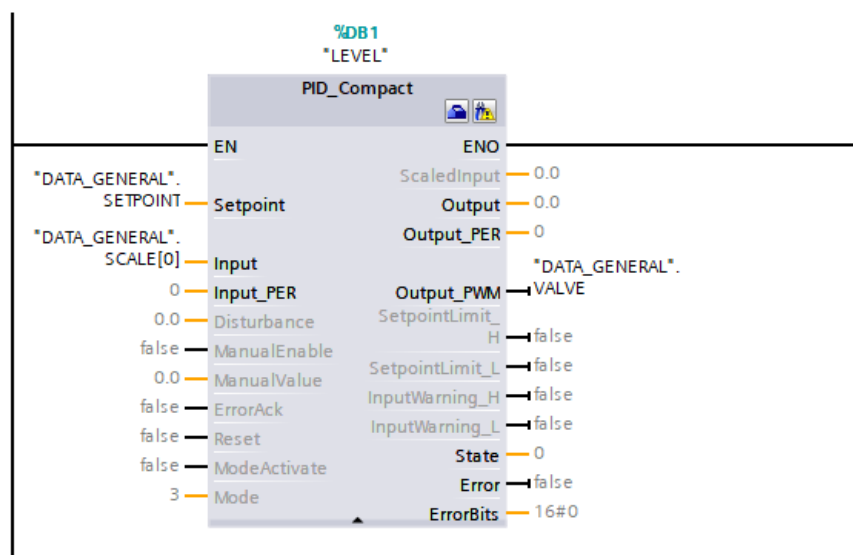
Comment

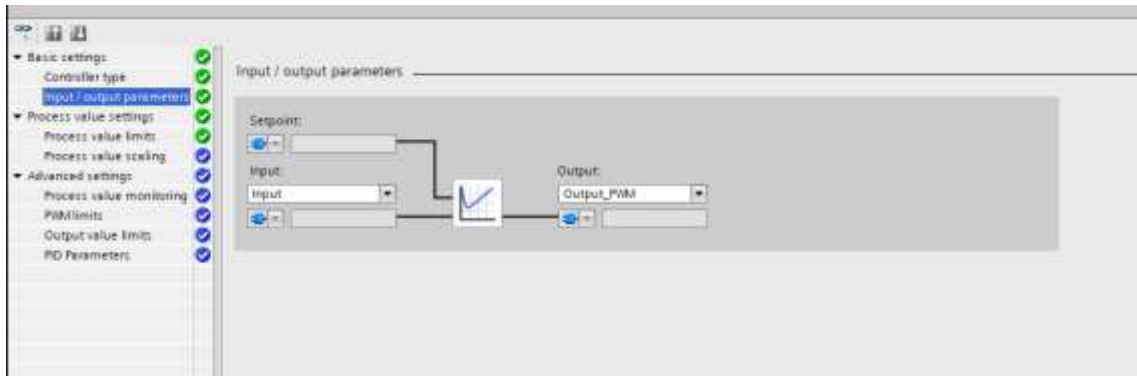
```

1
2 // sensor de nivel
3 //
4 #SAL[0] := NORM_X(MIN := 0, VALUE := #VALUE[0], MAX := 27648);
5 #SCALE[0] := SCALE_X(MIN := #MIN[0], VALUE := #SAL[0], MAX := #MAX[0]);
6 // sensor de presion
7 //
8 #SAL[1] := NORM_X(MIN := 0, VALUE :=#VALUE[1], MAX := 27648);
9 #SCALE[1] := SCALE_X(MIN := #MIN[1], VALUE := #SAL[1], MAX := #MAX[1]);
10 // sensor de densidad
11 //
12 #SAL[2] := NORM_X(MIN := 0, VALUE := #VALUE[2], MAX := 27648);
13 #SCALE[2]:= SCALE_X(MIN := #MIN[2], VALUE := #SAL[2], MAX := #MAX[2]);
14
15 // sensor de presion
16 //
17 #SAL[3] := NORM_X(MIN := 0, VALUE := #VALUE[3], MAX := 27648);
18 #SCALE[3] := SCALE_X(MIN := #MIN[3], VALUE := #SAL[3], MAX := #MAX[3]);
19

```

DATA_GENERAL									
Name	Data type	Start value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint	Comment	
Static									
MIN	Array[0..4] of Int			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MIN_NIVEL	
MAX	Array[0..4] of Int			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MAX_NIVEL	
SAL	Array[0..4] of Real			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NIVEL	
PLACAS_JUNTAS	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	INDICADOR DE PLACAS JUNTAS	
SETPOINT	Real	30.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SETPOINT DE RESERVOIR DE NIVEL	
VALUE	Array[0..4] of Int			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VALOR DE SIMULACION EN SENSORES	
DENSIDAD	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SENSOR DE DENSIDAD	
motobombas_Pulpa	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MOTOBOMBAS PULPA	
FILTRADO	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	INDICADOR DE APERTURA DE MEMBRANA Y FL.	
valve_aire	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VALVULA DE AIRE	
LIMPIEZA	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ETAPA DE LIMPIEZA	
VALVE	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
SCALE	Array[0..4] of Real			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
DTA_GENERAL_	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		





Network 3: PROCESO DE FILTRADO

Comment

```

1 // presion de cierre placas juntas
2
3 IF "DATA_GENERAL".SCALE[1] >= 280 AND "DATA_GENERAL".SCALE[1] <= 300 THEN
4     "DATA_GENERAL"."PLACAS JUNTAS" := TRUE;
5 END_IF;
6
7 // Densidad de producto
8
9 IF "DATA_GENERAL".SCALE[2] >= 1650 AND "DATA_GENERAL".SCALE[2] <= 1850 THEN
10     "DATA_GENERAL".DENSIDAD := TRUE;
11 ELSE
12     "DATA_GENERAL".DENSIDAD := FALSE;
13 END_IF;
14
15 // Traslado de contenido de pulpa
16
17 IF "DATA_GENERAL"."PLACAS JUNTAS" = TRUE AND "DATA_GENERAL".DENSIDAD = TRUE THEN
18     "DATA_GENERAL".motobombas_Pulpa := TRUE;
19 END_IF;
20
21 // Apertura de membrana para filtro ,Presion en bares de filtraje Y apagado de motobombas
22
23 IF "DATA_GENERAL".SCALE[3] >= 6 AND "DATA_GENERAL".SCALE[3] <= 7 THEN
24     "DATA_GENERAL".FILTRADO := TRUE;
25 ELSIF "DATA_GENERAL".SCALE[3] = 0 THEN
26     "DATA_GENERAL".motobombas_Pulpa := FALSE;
27 END_IF;
28
29 //apertura de electrovalvula de aire
30
31 IF "DATA_GENERAL".FILTRADO = TRUE AND "DATA_GENERAL".motobombas_Pulpa = FALSE THEN
32     "DATA_GENERAL".valve_aire := true;
33 END_IF;
34
35 // LIMPIEZA
36 IF "DATA_GENERAL".LIMPIEZA = TRUE THEN
37     "DATA_GENERAL".valve_aire := FALSE;
38     "DATA_GENERAL"."PLACAS JUNTAS" := FALSE;
39     "DATA_GENERAL".FILTRADO := FALSE;
40 END_IF;

```


Anexo N°7: Cotización propia del proyecto de tesis

COTIZACIÓN					Cotización: UNAC-221222	
SISTEMA AUTOMATIZADO PARA MEJORAR EL PROCESO DE FILTRACIÓN DE AGENTES CONTAMINANTES DE LOS RELAVES MINEROS					Fecha de cotización: 22/12/2022	
Av. Juan Pablo II N° 306, Bellavista Callao, Perú					Fecha de vencimiento: 23/12/2022	
NUMERO	CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
1	EV	Electro válvulas	5	UND	\$230.00	\$1,150.00
2	SD	Sensor de densidad	1	UND	\$300.00	\$300.00
3	SP	Sensor de Presión	2	UND	\$100.00	\$200.00
4	B50	Bombas de 50 HP	2	UND	\$3,000.00	\$6,000.00
5	B25	Bombas de 25 HP	2	UND	\$2,000.00	\$4,000.00
6	US	Sensor de Ultrasonido	1	UND	\$300.00	\$300.00
7	FP	Filtro de Prensa	1	UND	\$100,000.00	\$100,000.00
8	AC	Compresor de aire	1	UND	\$2,400.00	\$2,400.00
9	WT	Tanque de agua	1	UND	\$0.00	\$0.00
10	PT	Tanque de Pulpa	1	UND	\$0.00	\$0.00
11	LT	Tanque de Licor	1	UND	\$0.00	\$0.00
12	TP	PLC S7-1200	1	UND	\$530.00	\$530.00
13	GW	HMI TP 1500 Comfort	1	UND	\$4,000.00	\$4,000.00
14	ID	Instalación y cableado	1	GB	\$15,000.00	\$15,000.00
15	PD	Programación	1	GB	\$3,000.00	\$3,000.00
16	EC	Calibración de equipos	1	GB	\$1,500.00	\$1,500.00
17	FV	Variadores de frecuencia	4	UND	\$2,800.00	\$11,200.00
Nota:					Subtotal	\$149,580.00
Filtro de Prensa :					IGV	\$26,924.40
- Área de filtración de 1000 m2					Total	\$176,504.40
- Tamaño de placas de 2000 x 2000 mm, 150 und con su respectiva tela filtrante						
- Volumen de cámara de filtro 15010 L						