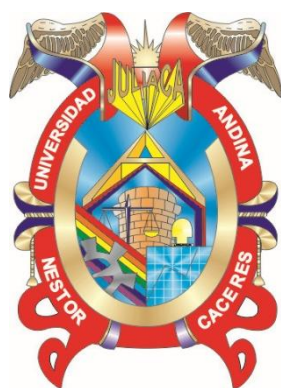




UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA



**DESARROLLO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE CONTROL Y MONITOREO
DEL PROCESO DE DESORCIÓN DE MINERALES EN EL ENTORNO
INDUSTRIA 4.0**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ARSENIO PABLO CASTILLO CHOQUE

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECATRÓNICO**

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
DESARROLLO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE CONTROL Y MONITOREO
DEL PROCESO DE DESORCIÓN DE MINERALES EN EL ENTORNO
INDUSTRIA 4.0

TESIS PRESENTADA POR:
Bach. ARSENIO PABLO CASTILLO CHOQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECATRÓNICO

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

: 
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

PRIMER MIEMBRO

: 
M. Sc. ABELARDO LEON MIRANDA

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

ASESOR DE TESIS

: 
Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN P-21



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 532-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 25 de junio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU-4271 presentado por el (la) Bachiller: **ARSENIO PABLO CASTILLO CHOQUE** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **ARSENIO PABLO CASTILLO CHOQUE**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **DESARROLLO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE CONTROL Y MONITOREO DEL PROCESO DE DESORCIÓN DE MINERALES EN EL ENTORNO DE INDUSTRIA 4.0**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
- * **1er Miembro** : M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA
- * **2do Miembro** : Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **ARSENIO PABLO CASTILLO CHOQUE**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **DESARROLLO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE CONTROL Y MONITOREO DEL PROCESO DE DESORCIÓN DE MINERALES EN EL ENTORNO DE INDUSTRIA 4.0** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 03 de julio del 2025
- * **HORA** : 11:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 204 - FICP

ARTÍCULO CUARTO. - DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

DECANO (a)
CIP. 70008



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1954-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 31 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 18750 por el señor (a): **ARSENIO PABLO CASTILLO CHOQUE** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1574- 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) formato N° 020- 2024 del integrante del comité de investigación EPIM de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **ARSENIO PABLO CASTILLO CHOQUE**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **DESARROLLO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE CONTROL Y MONITOREO DEL PROCESO DE DESORCIÓN DE MINERALES EN EL ENTORNO DE INDUSTRIA 4.0**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Ing. **Adwar Ranulfo Sanchez Carreón** de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 020- 2024 **aprobandolo** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **DESARROLLO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE CONTROL Y MONITOREO DEL PROCESO DE DESORCIÓN DE MINERALES EN EL ENTORNO DE INDUSTRIA 4.0**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **ARSENIO PABLO CASTILLO CHOQUE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: **DESARROLLO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE CONTROL Y MONITOREO DEL PROCESO DE DESORCIÓN DE MINERALES EN EL ENTORNO DE INDUSTRIA 4.0** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
Dr. Efraim Quispe Sandoval
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1016-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 16 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 9020, presentado el señor (a) **ARSENIO PABLO CASTILLO CHOQUE** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 798 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 027-2024 del integrante del comité de investigación **EPIM** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **ARSENIO PABLO CASTILLO CHOQUE** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **DESARROLLO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE CONTROL Y MONITOREO DEL PROCESO DE DESORCIÓN DE MINERALES EN EL ENTORNO DE INDUSTRIA 4.0**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Ing. **Adwar Ranulfo Sanchez Carreón** de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 027-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **DESARROLLO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE CONTROL Y MONITOREO DEL PROCESO DE DESORCIÓN DE MINERALES EN EL ENTORNO DE INDUSTRIA 4.0**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **ARSENIO PABLO CASTILLO CHOQUE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: **DESARROLLO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE CONTROL Y MONITOREO DEL PROCESO DE DESORCIÓN DE MINERALES EN EL ENTORNO DE INDUSTRIA 4.0** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Edwin Castillo Zosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



ARSENIO PABLO CASTILLO CHOQUE

DESARROLLO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE CONTROL Y MONITOREO DEL PROCESO DE DESORCIÓN DE MINERALES ...

 TESIS DE PREGRADO

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::13016:540870318

Fecha de entrega

15 dic 2025, 11:52 GMT-5

Fecha de descarga

15 dic 2025, 12:09 GMT-5

Nombre del archivo

T036_44814051_T.docx

Tamaño del archivo

18.2 MB

84 páginas

8795 palabras

46.992 caracteres



TESIS UANCV

12% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 10%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
DESARROLLO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE CONTROL Y MONITOREO DEL PROCESO DE DESORCIÓN DE MINERALES EN EL ENTORNO INDUSTRIA 4.0	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	ARSENIO PABLO CASTILLO CHOQUE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	44814051
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0004-8518-0633
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02429806
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-1482-3669
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ABELARDO LEON MIRANDA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40198643
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02064066



Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la instrumentación – P21
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Longitud oeste: -15.481851250200059, - Latitud sur: -70.12075060454241  Url: https://goo.su/sXOd
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2023 - diciembre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.01 Mecánica aplicada https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.02

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAJÓN
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS
DIRECTOR
Dr. Fritz Wally Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ARSENIO PABLO CASTILLO CHOQUE, identificado con DNI Nro. **44814051** en mi condición de egresado de:

- ☒ Escuela Profesional
☐ Programa de Segunda Especialidad,
☐ Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA MECATRÓNICA

informo que he elaborado el/la ☒ Tesis o ☐ Trabajo de Investigación, ☐ Trabajo Académico denominada:

DESARROLLO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE CONTROL Y MONITOREO DEL PROCESO DE DESORCIÓN DE MINERALES EN EL ENTORNO INDUSTRIA 4.0

Asesorado por: **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca __21__ de agosto del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

A mi mamá luchona. Esta tesis es el resultado de tu amor, apoyo y sacrificio en mi viaje educativo. Tus palabras de aliento, tu perseverancia y tu ejemplo constante han sido mi inspiración. Cada día que trabajaste duramente y cada vez que me diste tu cariño son tesoros que valoro profundamente. Esta tesis es un tributo a ti, mi fuente inagotable de fortaleza y amor en mi búsqueda de conocimiento. A través de tus enseñanzas y cariño, has dejado una huella imborrable en mi vida, y mi éxito académico es un reflejo de tu inquebrantable dedicación. Te amo con todo mi corazón y esta tesis es mi modesta forma de agradecerte por todo lo que has hecho por mí.



AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder desarrollar todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño y ejemplo me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades y problemas.

Son muchos los docentes que han sido parte, de mi camino universitario, y a todos ellos les quiero agradecer por transmitirme los conocimientos necesarios

Agradecerles a todos mis compañeros los cuales muchos de ellos se han convertido en mis amigos y colegas de trabajo. Gracias por las horas compartidas, los trabajos realizados en conjunto.

Por último, agradecer a la universidad que me ha exigido tanto, pero también me ha permitido obtener mi tan anhelado título.



INDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1. 2 Formulación del problema	1
1. 2. 1 Problema general	1
1. 2. 2 Problemas específicos	1
1. 4 Objetivos de la investigación	2
1. 4. 1 Objetivo general	2
1. 4. 2 Objetivos específicos	2
1. 5 Hipótesis	2
1. 5. 1 Hipótesis general	2
1. 5. 2 Hipótesis específicas	2
1. 6 Variables de investigación	3
1. 7 Operacionalización de variables	4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2. 1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION	5
2. 1. 1 Nivel internacional	5
2. 1. 2 Nivel nacional	6
2. 2 MARCO CONCEPTUAL	6
2. 2. 1 ¿Qué es Adquisición de Datos - DAQ o DAS?	6
2. 3 Tratamiento del sistema SCADA	7
2. 3. 1 Qué utilidad tiene el sistema SCADA	7
2. 3. 2 Softwares de sistema SCADA	8
2. 4 Sistemas IOT Industrial	8
2. 4. 1 IoT industrial y la Industria 4.0	8
2. 4. 2 Softwares de sistemas IOT	9
2. 5 Proceso de desorción de minerales.	10
2. 5. 1 Recuperación de oro con tecnología carbón activado.	10
2. 6 Calderas industriales	10



2. 6. 1 Tipos de caldera.....	10
2. 7 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS:.....	12
2. 7. 1 SCADA.....	12
2. 7. 2 PLC (Controlador Lógico Programable):.....	12
2. 7. 3 TIA Portal:	12
2. 7. 4 STEP 7:.....	13
2. 7. 5 LabVIEW:	13
2. 7. 6 NI OPC Server:	13
2. 7. 7 Node-RED:.....	13
2. 7. 8 Ubidots:	13
2. 7. 9 Sensor de Temperatura tipo K:.....	13
2. 7. 10 Sensor de Corriente:	13
2. 7. 11 Variador de Frecuencia	14
2. 7. 12 Transmisor de Señales:.....	14
2. 7. 13 PUT/GET:.....	14
2. 7. 14 Dashboard:.....	14
2. 7. 15 Snap7:.....	14

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3. 1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	16
3. 2 AMBITO DE LA INVESTIGACION	16
3. 3 POBLACION Y MUESTRA	16
3. 4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACION.....	16
3. 5 RECOGIDA DE DATOS.....	17
3. 6 Selección de componentes y equipos.	17
3. 7 Comunicación de TIA portal y LabVIEW 2023.....	19
3. 7. 1 Creación del proyecto en TIA PORTAL.	19
3. 7. 2 Instalación y desarrollo en LabVIEW.	21
3. 8 Programación en LabVIEW.....	25
3. 8. 1 Configuración de Pulsadores en LabVIEW.....	25
3. 8. 2 Programaciones de Simulación de tuberías.....	27
3. 8. 3 Programaciones de pulsadores en LabVIEW.	30
3. 8. 4 Programaciones de grafica LabVIEW.	30
3. 9 Programación en Node red.	34
3. 9. 1 Creación de pulsadores en desde ubidots.....	36
3. 9. 2 Lectura de señales analógicas Node- red y ubidots.....	39
3. 10 Desarrollo e implementación del proceso.....	45



CAPITULO IV RESULTADO Y DISCUSION

4. 1 Presentación	47
4. 1. 1 Pruebas de funcionamiento de la bomba de agua y variador.	47
4. 1. 2 Pruebas de funcionamiento del quemador a gas.	48
4. 1. 3 Pruebas de funcionamiento del transformador.	49
4. 1. 4 Pruebas de medición de voltaje y corriente.	50
4. 1. 5 Pruebas de control PID.....	51
4. 1. 6 Pruebas de control remoto NODE- RED y UBIDOTS	53
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXOS.....	58



INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Adquisición de datos	7
Figura 2 Selección del controlador en TIA PORTAL.	20
Figura 3 Designación de IP al controlador.....	20
Figura 4 Comunicación PUT/GET interlocutor remoto.	21
Figura 5 Configuración de NI OPC server.	22
Figura 6 Ingreso de Datos digitales y Analógicos.....	22
Figura 7 Comunicación de PLC y OPC server	23
Figura 8 Configuración y creación de OPC client.....	23
Figura 9 Pantalla de desarrollo LabVIEW.....	24
Figura 10 Paleta de control en LabVIEW	24
Figura 11 Configuración de pulsadores en LabVIEW.....	25
Figura 12 Navegador de imágenes de LabVIEW.	26
Figura 13 Pulsador personalizado en LabVIEW.....	26
Figura 14 Creando la estructura básica de While loop.....	27
Figura 15 Diagrama de bloques estructura While loop.....	28
Figura 16 Secuencia de funciones para tuberías.	28
Figura 17 Estructura para finalización de la simulación.....	29
Figura 18 Programación de todo el ciclo de secuencias.	29
Figura 19 Programación de Pulsadores.	30
Figura 20 Control de bomba de líquido.	31
Figura 21 Control de temperatura de la caldera.	31
Figura 22 Sistema SCADA en el sistema electrolisis.	32
Figura 23 Sistema SCADA de la planta de desorción de minerales.....	33
Figura 24 Emulación de la planta virtual SCADA.	33
Figura 25 Pantalla de ejecución Node- Red.....	34
Figura 26 Creamos una salida con INJECT.	35
Figura 27 Configurando la salida en JSON	35
Figura 28 Salida con complementos en Ubitods.	36
Figura 29 Creación de s7 1200 devices.	36
Figura 30 Visualización de variables "Salida fuente".....	37
Figura 31 agregar una imagen widget.....	37
Figura 32 Configuración como switch "salida fuente".....	38



Figura 33 bloque de comunicación en node- red y ubidots.	38
Figura 34 programación de función en node red.	39
Figura 35 Configuración de entradas digitales y analógicos.	39
Figura 36 Declaración de variables analógicas en Node-red.	40
Figura 37 La entrada analógica 0 " sensor de temperatura".	40
Figura 38 Configuración de nodo SNAP 7 en node-red.	41
Figura 39 Programación de función para mostrar datos en Ubidots.	41
Figura 40 Comunicación con ubidots, token y device label.	42
Figura 41 Programación de Nodos en ubidots	42
Figura 42 Lectura analógica en Ubidots.	43
Figura 43 creación de un visualizador analógico.....	43
Figura 44 Visualizador de señal analógica.	44
Figura 45 paleta de componentes en UBIDOTS.	44
Figura 46 Planta de desorcion de minerales	45
Figura 47 Computador y pantalla con sistema SCADA.	45
Figura 48 Control y operación del sistema de desorción mediate un sistema SCADA.....	46
Figura 49 Control de quemador de gas en la caldera.....	49
Figura 50 Control de fuente de alimentracion de 150 A DC.	50
Figura 51 Medición de corriente en la celda electrolítica 34.38 A.	50
Figura 52 Medición con el instrumento 2.6 voltios en DC.....	51
Figura 53 pruebas de control PID.....	51
Figura 54 Simulación de control en TIA PORTAL.	52
Figura 55 Grafica de control PID en TIA PORTAL.	52
Figura 56 Configuración de Ubidots, salidas digitales y Analógicos.....	53
Figura 57 Pruebas de entradas digitales y salidas.	53



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tabla de operación de variable independiente.	4
Tabla 2 Tabla de operación de variable dependiente.	4
Tabla 3 Tabla de calificaciones y validación de parámetros.	17
Tabla 4 Características de controlador Lógico Programable.	18
Tabla 5 Características de sensor de temperatura.	18
Tabla 6 Características del sensor de corriente.....	19
Tabla 7 Características del variador de Velocidad.....	19
Tabla 8 El control del sistema es mediante el sistema SCADA.	48



RESUMEN

En estudio titulado “Desarrollo y adquisición de datos de control y monitoreo del proceso de desorción de minerales en el entorno de la Industria 4.0”, se desarrolla una metodología para monitorear las características físicas y químicos que son parte de la desorción de minerales, con el fin de implementar un control más avanzado y preciso.

El proceso considera varias variables, como los sistemas de calentamiento de líquidos en mezclas, ya que, de acuerdo con estudios metalúrgicos, es necesario mantener una temperatura de 80 grados Celsius. Otra variable importante es el sistema de electrólisis, en el cual también es esencial controlar ciertos parámetros.

El propósito del estudio es obtener la integración e interacción de estas variables a través de sistemas SCADA y la incorporación de tecnología IoT, permitiendo el control y monitoreo del proceso desde cualquier lugar con acceso a internet en el país.

Para ello, se implementan sistemas SCADA, el software LabVIEW y sistemas IOT, lo que permite una interacción y control más eficiente de los parámetros del proceso. Esto se lleva a cabo mediante el uso de sensores, controladores lógicos programables Siemens S7-1200 DC/DC/DC y computadoras para la gestión de SCADA.

Palabras Claves: Control remoto, adquisición de datos, implementación, PLC s7 1200 CPU 1214, Sensores, Automatización de procesos.



ABSTRACT

In the study entitled "Development and acquisition of control and monitoring data for the mineral desorption process in the Industry 4.0 environment", a methodology is developed to monitor the physical and chemical characteristics that are part of mineral desorption, in order to implement more advanced and precise control.

The process considers several variables, such as liquid heating systems in mixtures, since, according to metallurgical studies, it is necessary to maintain a temperature of 80 degrees Celsius. Another important variable is the electrolysis system, in which it is also essential to control certain parameters.

The purpose of the study is to obtain the integration and interaction of these variables through SCADA systems and the incorporation of IoT technology, allowing control and monitoring of the process from any location with internet access in the country.

To do this, SCADA systems, LabVIEW software and IOT systems are implemented, which allows more efficient interaction and control of the process parameters. This is accomplished by using sensors, Siemens S7-1200 DC/DC/DC programmable logic controllers and computers for SCADA management.

Keywords: Remote control, data acquisition, implementation, PLC s7 1200 CPU 1214, Sensors, Process automation.



INTRODUCCIÓN

En el mundo, la búsqueda y recuperación de minerales se ha vuelto altamente rentable, lo que lleva a que empresas y organizaciones dedicadas a esta actividad busquen constantemente tecnología avanzada que optimice la recuperación de minerales.

Actualmente, los procesos de recuperación de minerales mediante desorción se llevan a cabo de forma manual, especialmente en el control de parámetros físicos y químicos. Esto incluye la regulación de la temperatura de la caldera y el sistema de electrólisis en la recuperación de oro.

En el capítulo I se identifican las problemáticas más relevantes, estableciendo objetivos para mejorar el sistema en el proceso de desorción.

En el capítulo II se realiza una revisión de antecedentes de la investigación, sirviendo como punto de partida para el desarrollo.

En el capítulo III se realiza la investigación mediante la metodología y línea de investigación orientadas a la experimentación y la obtención de datos desarrollo y modificación de variables de estudio.

En el capítulo IV se analiza e interpreta los resultados para evaluar los parámetros fisicoquímicos en el proceso de desorción.

Finalmente, se concluyen y se recomienda de manera sintetizando los resultados obtenidos durante la experimentación en el proceso.



CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1. 1 Descripción del problema.

El proceso de desorción tiene variables que actualmente se desarrollan de manera manual como es el control de temperatura en las calderas, así como también el control de corriente en sistema electrolisis. Básicamente el proceso tiene una duración de 3 a 4 días en donde se tiene que estar operando. Esto implica constante supervisión presencial hasta que termine el proceso.

Esto implica estar pendiente en todo el tiempo lo que perjudica de manera directa en el descanso del personal de esta manera generando problemas ergonómicos en el operador.

1. 2 Formulación del problema

1. 2. 1 *Problema general*

¿De qué manera se puede mejorar el control y supervisión del proceso de desorción basado en la industria 4?

1. 2. 2 *Problemas específicos*

PE1: Como se realiza la implementación de los controladores lógicos programables y sensores para mejorar el control.

PE1: De qué manera se puede mejorar la supervisión de parámetros del proceso de desorción de minerales.



PE1: cómo se puede desarrollar la plataforma basado en sistemas IOT para la supervisión del proceso.

1. 3 Justificación.

Actualmente, se tiene un proceso basado en control y operación mediante un personal, y no se puede desarrollar un sistema HMI local por falta de memorias, por lo que se opta el desarrollo del sistema SCADA, con sistemas IOT para mejorar el monitoreo a distancias.

1. 4 Objetivos de la investigación

1. 4. 1 Objetivo general

Desarrollar los sistemas SCADA para control y monitoreo de parámetros que se obtienen mediante sensores industriales basado en la industria 4.0.

1. 4. 2 Objetivos específicos

OE1: Realizar la instrumentación industrial tecnológica, mediante sensores y controladores en el proceso de desorción.

OE2: Desarrollar el sistema SCADA para la supervisión de parámetros del proceso desorción.

OE1: Realizar y desarrollar la interacción del proceso con sistemas ubidots para control y monitoreo remota.

1. 5 Hipótesis

1. 5. 1 Hipótesis general

los sistemas SCADA mejoran el control y supervisión del proceso ya que se puede visualizar toda la planta.

1. 5. 2 Hipótesis específicas

HE1: la instrumentación industrial Adecuada hace posible la interacción de datos del proceso de desorción.

HE2: Los sistemas SCADA mejoran el control supervisión del proceso de desorción.



HE3: El desarrollo de los sistemas ubidots hace posible la supervisión y control de distancias.

1. 6 Variables de investigación.

1. 6. 1 Variable independiente.

desarrollo y adquisición de datos en sistemas SCADA

1. 6. 2 Variable Dependiente.

control y supervisión del proceso de desorción

1. 7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Tabla de operación de variable independiente.

Tabla de operación de variable			
Variables independientes: desarrollo y adquisición de datos en sistemas SCADA			
variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Desarrollo y adquisición de datos en sistemas SCADA	Se realiza un sistema SCADA para la interacción de datos de control y monitoreo para el proceso de desorción	Control de temperatura	• Fuego • Grados Celsius. • ebullición
		Control de corriente	• grados Celsius • amperaje
		Control de voltaje Temporización del quemador a gas	• voltaje • sonido • luces • velocidad.

Nota: variable independiente.

Tabla 2

Tabla de operación de variable dependiente.

Tabla de operación de variable			
Variables dependientes: control y supervisión del proceso de desorción.			
variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
control y supervisión del proceso de desorción.	El proceso de desorción es controlado y monitoreado mediante sistemas SCADA y plataformas	control de temperatura en las caderas	• set point • lectura de temperatura actual
		control de corriente y voltaje en los sistemas de electrolisis	• seleccionar voltaje • lectura de corriente • set point de corriente.

Nota: variable dependiente.



CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2. 1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

2. 1. 1 *Nivel internacional*

Este proyecto implementó un sistema SCADA realizar el control de temperatura y nivel en un software de prácticas, orientado a estudiantes de Ingeniería Electrónica. Busca desarrollar habilidades en automatización industrial, promoviendo inventiva, ejecución y desarrollo en la industria mediante tecnología aplicada, uso de autómatas programables y acceso web para monitoreo. (Chiliguano Espín, 2015)

El estudio propone el control automático de nivel y temperatura, utilizando un PLC y HMI. Este sistema garantiza calidad e higiene en el llenado, cumpliendo normas de exportación mediante sensores de nivel y temperatura conectados al PLC, regulando así el vapor y asegurando precisión en peso y temperatura del producto. (Salazar Velarde, 2015).

En esta investigación de implementación de SCADA, para supervisar un proceso industrial, donde se aplica la inteligencia artificial y la lógica difusa. A demás simulando el entorno en CODESYS. Enfocado en el ensamblaje vehicular, el sistema optimizó el control y supervisión de posicionamiento de piezas, cumpliendo los estándares industriales (Sabando García, 2020).

2. 1. 2 Nivel nacional

Este trabajo presenta una pantalla de monitoreo y obtención de datos para evaluar la eficiencia de sistemas fotovoltaicos (FV), registrando parámetros como irradiancia y temperatura. Cumpliendo con la norma IEC 61724-1, permite a instaladores y clientes optimizar rendimiento y calcular el retorno de inversión mediante ensayos y visualización de datos energéticos diarios. (Carhuavilca Vela, 2021).

Este estudio propone desarrollo y ejecución para la obtención de datos ultrasónicos en FPGA para aplicaciones médicas. Incluye la excitación de transductores, digitalización, almacenamiento y transmisión de datos a una computadora. Se detallan diseño, simulación y comparación con equipos comerciales, destacando ventajas tecnológicas locales y criterios de diseño específicos. (Santos Llave, 2014).

Este informe de tesis presenta la implementación y automatización para mejorar la eficiencia del pintado de vehículos en Lambayeque. Incluye control y supervisión de variables mediante simulaciones en SolidWorks y LabVIEW. Los colores base son controlados por electroválvulas a través de una TAD y una pantalla HMI programada en lenguaje G. (Chanamé Burga, 2014).

2. 2 MARCO CONCEPTUAL

2. 2. 1 ¿Qué es Adquisición de Datos - DAQ o DAS?

La obtención de datos (DAQ o DAS) es cuando se valora parámetros y se anota los parámetros de los fenómenos físicos para su análisis, permitiendo así estudiar diferentes variables mediante sensores y dispositivos, y facilitando la interpretación de resultados en investigaciones científicas e industriales. (garcia, 2015)

Figura 1

Adquisición de datos



Nota: proceso para medir fenómenos físicos

¿Qué mide un sistema DAQ?

Un DAC convierte señales digitales en analógicas. Se mide por su resolución (bits), rango de salida (voltaje/corriente), velocidad de muestreo, linealidad y niveles de ruido, determinando precisión y calidad en la conversión.

¿Qué mide un sistema DAS?

Un DAS (Sistema de Adquisición de Datos) captura y convierte señales físicas en datos digitales mediante sensores y convertidores A/D, para luego almacenarlos y analizarlos con software especializado.

2. 3 Tratamiento del sistema SCADA

Los sistemas digitales de monitoreo y control son esenciales en las industriales, ya que esta manera mejora la eficiencia, para tratar datos para su análisis y mejora en la producción. (21, 2024).

2. 3. 1 Qué utilidad tiene el sistema SCADA

Es un software que permite observar y obtener parámetros. De manera que está formado por software y hardware utilizado en las empresas:

- Para manipular y observar de manera remota y local.

- Observar, escoger e introducir en el sistema parámetros en tiempo real.
- Obtener parámetros directamente de sensores, válvulas, motores y la interfaz HMI.
- Guardar todos los acontecimientos que sucede en el proceso productivo.
- Crear pantallas de alarma para las fallas que suceden en el proceso productivo.
- Mantenimiento preventivo con parámetros obtenidos.
- Mejorar la producción con los parámetros obtenidos.

2. 3. 2 Softwares de sistema SCADA

Un software SCADA es un entorno integrado para crear aplicaciones de supervisión y control. Existen dos tipos de plataformas: dedicadas y abiertas. También se diferencian en la arquitectura: desde un PC único hasta sistemas distribuidos en red. Finalmente, pueden tener o no requisitos estrictos en tiempo real, siendo los DCS los más avanzados. (21, 2024).

2. 4 Sistemas IOT Industrial.

El Internet de las Cosas (IoT) es un ecosistema en expansión de objetos inteligentes que, sin ser equipos informáticos convencionales, pueden recolectar información, transmitir datos o recibir órdenes a través de la red. (Packard, 2024)

2. 4. 1 IoT industrial y la Industria 4.0

El IoT ha revolucionado la industria mediante la automatización y el monitoreo avanzado, impulsando la Industria 4.0. Esta integración mejora la eficiencia, seguridad y mantenimiento predictivo, reduciendo tiempos de inactividad. La supervisión remota optimiza las operaciones de campo, mientras que, en planta, los sensores garantizan la calidad del producto, permitiendo ajustes constantes y mayor consistencia. (Packard, 2024).

2. 4. 2 Softwares de sistemas IOT.

Los principales programas IoT industriales para la recopilación, observación y resguardo de datos disponibles en eManager. (data, 2024)

2. 4. 2. 1. Adquisición y visualización de datos.

ChirpStack: es un sistema de acceso abierto para redes IoT basadas en LoRaWAN. (data, 2024)

Node-RED: Es una solución de código abierto para el diseño de flujos de trabajo, creada para interconectar dispositivos, APIs y servicios en el IoT. Con una interfaz visual basada en nodos, permite crear y desplegar fácilmente flujos de datos y automatizaciones complejas sin programación avanzada. (data, 2024)

La suite TICK: formada por Telegraf, InfluxDB, Chronograf y Kapacitor, es un conjunto de soluciones de InfluxData diseñadas para administrar y examinar datos en tiempo real en aplicaciones IoT y sistemas de supervisión. (data, 2024)

MariaDB: es una plataforma de administración de bases de datos relacionales de libre acceso, basada en MySQL. y altamente compatible con él. Diseñado para ofrecer rendimiento, escalabilidad y seguridad. (data, 2024)

PostgreSQL: Es una plataforma de administración de bases de datos relacionales de código abierto, reconocida por su solidez, capacidad de expansión y cumplimiento de los estándares SQL. Soporta tipos de datos complejos, consultas avanzadas, transacciones ACID y extensiones de almacenamiento de datos no relacionales (como JSON y XML), lo que permite manejar datos estructurados y semiestructurados. (data, 2024).

2. 5 Proceso de desorción de minerales.

La desorción es el proceso para extraer oro adsorbido en carbón activado mediante el uso de soluciones desorbentes. En la industria, destacan dos métodos eficaces y aplicables: el Zadra a presión y el desarrollado por Anglo American Research Laboratories (AARL). (carbotecnia, 2024)

2. 5. 1 Recuperación de oro con tecnología carbón activado.

Se utiliza en la minería para recuperar oro de soluciones de lixiviación con cianuro. Este material poroso adsorbe iones metálicos y ácidos, capturando contaminantes en sus poros y eliminándolos de la solución, un proceso conocido como adsorción. (carbotecnia, 2024)

2. 6 Calderas industriales.

Una caldera industrial es un equipo que genera vapor o agua caliente a alta presión por medio de la quema de: gas, petróleo, biomasa o carbón o por medio de electricidad. Este vapor o líquido se emplea en diversos procedimientos industriales, incluyendo calefacción, producción de energía, esterilización y elaboración de productos. (sypysa, 2024)

2. 6. 1 Tipos de caldera

Existen varios tipos de calderas, que se clasifican según su funcionamiento, el combustible que utilizan, o el diseño de su estructura. A continuación, te detallo algunos de los tipos más comunes:

2. 6. 1. 1. Según el combustible utilizado:

- Calderas de gas: Utilizan gas natural o propano. Son comunes en viviendas y pequeñas industrias.
- Calderas de gasóleo (fuel oil): Funcionan con gasóleo o aceite, y son utilizadas principalmente en industrias o en zonas donde no hay suministro de gas.

- Calderas eléctricas: Usan electricidad como fuente de energía para calentar el agua. Son ideales para espacios pequeños y donde no se puede usar gas o gasóleo.
- Calderas de biomasa: Funcionan con combustibles orgánicos como pellets, madera o restos agrícolas.
- Calderas de carbón: Utilizan carbón como combustible, y aunque son menos comunes en la actualidad, todavía se utilizan en algunas industrias.

2. 6. 1. 2. 2. Según la presión de trabajo:

- Calderas de baja presión: Son aquellas que operan a menos de 3 bar y son las más comunes en instalaciones domésticas e industriales de pequeña escala.
- Calderas de alta presión: Se utilizan en aplicaciones de generación de energía en la industria, donde se requieren presiones superiores a 10 bar.

2. 6. 1. 3. Según el diseño o la forma:

- reactor de agua caliente: Utilizada para calefacción o agua sanitaria.
- Calderas de vapor: son utilizadas principalmente en aplicaciones industriales ya que son gases y temperaturas de alta presión.
- Calderas de condensación: es cuando se recupera el calor del vapor de agua producido durante la combustión, lo que mejora la eficiencia energética.

2. 6. 1. 4. Según la configuración:

- Calderas horizontales: El cuerpo de la caldera está dispuesto de manera horizontal. Son más comunes en instalaciones de tamaño medio y grande.

- Calderas verticales: Se utilizan en lugares con espacio limitado o en aplicaciones más pequeñas, con un diseño vertical para ahorrar espacio.

2. 6. 1. 5. Según el uso:

- Calderas industriales: De mayor tamaño y potencia, se utilizan en procesos industriales, generación de energía, o en grandes instalaciones comerciales.
- Calderas domésticas: Son de menor tamaño y se utilizan en viviendas, tanto para calefacción o uso sanitario doméstica.
- Calderas de calefacción central: Especialmente diseñadas para proporcionar calefacción por medio de sistemas radiadores o suelos radiantes.

2. 7 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS:

2. 7. 1 SCADA

Sistema de control industrial utilizado para supervisar y controlar procesos a distancia, mediante la adquisición de datos en tiempo real. Se utiliza en entornos como plantas industriales, energía, minería y procesos automatizados.

2. 7. 2 PLC (Controlador Lógico Programable):

Dispositivo electrónico utilizado en sistemas de automatización para controlar y monitorear procesos industriales. Programado mediante software especializado (por ejemplo, STEP 7), permite la interacción con sensores y actuadores.

2. 7. 3 TIA Portal:

Plataforma de software de Siemens para la programación, configuración y monitoreo de PLCs y sistemas de automatización industrial.

2. 7. 4 STEP 7:

Paquete de software dentro del TIA Portal para programar los PLC Siemens, como la serie S7-1200. Permite realizar lógicas de control, configuración de redes y diagnóstico de sistemas.

2. 7. 5 LabVIEW:

Entorno de programación gráfica desarrollado por National Instruments, utilizado para el desarrollo de sistemas de adquisición de datos, automatización de procesos y control. Funciona mediante bloques gráficos (G language).

2. 7. 6 NI OPC Server:

Servidor de comunicación OPC (OLE for Process Control) desarrollado por National Instruments. Permite la integración de datos entre PLCs y aplicaciones como LabVIEW, asegurando interoperabilidad entre distintos dispositivos industriales.

2. 7. 7 Node-RED:

Herramienta de programación visual basada en flujos, utilizada para conectar dispositivos hardware y servicios en la web. Permite crear dashboards, conectividad con IoT y sistemas SCADA mediante nodos predefinidos.

2. 7. 8 Ubidots:

Plataforma IoT (Internet de las Cosas) para monitoreo y visualización de datos en la nube. Permite la creación de dashboards interactivos y control remoto de *dispositivos mediante APIs y tokens de autenticación*.

2. 7. 9 Sensor de Temperatura tipo K:

Sensor industrial que mide la temperatura mediante la diferencia de potencial eléctrico entre dos metales distintos. Su rango típico va de 0 a 500 °C.

2. 7. 10 Sensor de Corriente:

Dispositivo que mide la intensidad de corriente eléctrica. En este caso, se utiliza para monitorear corriente continua (DC) en un proceso de electrólisis, con un rango de 0 a 200 A.

2. 7. 11 Variador de Frecuencia

Dispositivo utilizado para controlar la velocidad y el par de un motor eléctrico al modificar la frecuencia de alimentación. En sistemas SCADA, permite ajustar el flujo de líquidos mediante el control de bombas.

2. 7. 12 Transmisor de Señales:

Dispositivo que convierte señales físicas (como temperatura o corriente) en señales eléctricas estándar (como 0-10 V o 4-20 mA) para facilitar la lectura por parte del PLC.

2. 7. 13 PUT/GET:

Protocolos de comunicación que permiten el intercambio de datos entre dos PLCs o entre un PLC y otro dispositivo. En TIA Portal, se utilizan para habilitar conexiones remotas.

2. 7. 14 Dashboard:

Interfaz gráfica donde se visualizan los datos recolectados por el sistema SCADA. Puede incluir indicadores, botones, gráficas, y controles interactivos.

2. 7. 15 Snap7:

Librería open-source utilizada para comunicar aplicaciones externas con PLC Siemens S7 mediante el protocolo S7 nativo, empleada comúnmente en Node-RED y LabVIEW.

2. 7. 16 Shift Register:

Estructura lógica en programación de LabVIEW utilizada para almacenar y actualizar valores entre iteraciones en un bucle, útil para crear secuencias de control.



2. 7. 17 While Loop:

Estructura de programación en LabVIEW que ejecuta repetidamente un conjunto de instrucciones mientras se cumpla una condición.

2. 7. 18 Case Structure:

Estructura de control de flujo en LabVIEW que permite ejecutar diferentes bloques de código según condiciones o valores específicos (similares a "if-else").

2. 7. 19 Variable Local:

Elemento de programación que permite compartir valores entre diferentes partes de un diagrama de bloques en LabVIEW sin necesidad de conexiones directas.

2. 7. 20 Electrólisis:

Proceso químico que utiliza una corriente eléctrica para inducir una reacción química no espontánea. En este caso, se emplea para la desorción de minerales.

2. 7. 21 Desorción de Minerales:

Proceso metalúrgico en el que se recuperan metales preciosos (como el oro) adsorbidos en carbón activado, mediante calor y soluciones químicas, asistido por sistemas automatizados.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3. 1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

En la investigación” desarrollo y adquisición de datos de manipulación y observación del proceso de desorción de minerales en el entorno industria 4.0”, La investigación se su enfoque es cuantitativo del diseño experimental. El estudio se realiza de manera explicativa la variación de los parámetros que se requieren controlar.

3. 2 AMBITO DE LA INVESTIGACION

Se realiza en el sector minero, en ámbito de proceso de desorción de minerales donde se realiza la optimización de tiempo en la supervisión y control del comportamiento de variables. El estudio se realiza de manera experimental en el laboratorio de ingeniería mecatrónica.

3. 3 POBLACION Y MUESTRA

En la instrumentación del proceso de desorción, se delimita en la automatización del control de temperatura en la caldera del proceso mediante sensores, controladores, Softwares SCADA.

3. 4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACION

Las técnicas para la obtención de parámetros son según la experimentación y observación directa, y la corroboración de datos mediante instrumentos de medición industrial.

La validación de datos se realizará de manera que se hacen pruebas y se realizan una calificación del funcionamiento y comportamiento de parámetros analógicos y digitales, según la tabla.

Tabla 3

Tabla de calificaciones y validación de parámetros.

INDICADOR	Deficiente 0 a 05	Regular 06 a 10	Bueno 11 a 15	Muy bueno 16 a 20
claridad				
objetividad				
Organización				
Suficiencia				
intencionalidad				
Consistencia				
metodología				

Nota: validación de datos y parámetros del sistema.

3. 5 RECOGIDA DE DATOS

3. 6 Selección de componentes y equipos.

3. 6. 1 Selección de componentes de control

La implementación del sistema SCADA se realiza mediante controladores Lógicos programables y sensores digitales y analógicos. Se realiza la transferencia de datos y aquí sisón de parámetros para realizar el control adecuado.

3. 6. 1. 1. Controlador lógico programables

Se ha utilizado un controlador lógico programable de siemens S7 1200 CPU 1215, DC/DC/DC, Con el fin de poder controlar de manera efectiva el consumo de corriente y la temperatura del líquido en el proceso de desorción de minerales.

Tabla 4

Características de controlador Lógico Programable.

PRODUCTO	CARACTERISTICA
Numero de producto	6ES7215-1AG40-0XB0
Nombre de producto	S7 1200 CPU 1215 DC/DC/DC
Versión	V4.6
Paquete de programación	STEP 7 V18 o superior
Entradas digitales	14
Salidas a transistor	10
Entradas Analógicas	2 de 0 a 10 v DC
Salidas Analógicas	2 de 0 a 20 mA

Nota: Tipo de controlador industrial**3. 6. 1. 2. Sensor de temperatura y transmisor**

Se ha utilizado sensor de tipo K (termocupla), y para poder lectura se utiliza un amplificador de ohm a 0 a 10 v, con el fin de controlar y monitorear la temperatura.

Tabla 5

Características de sensor de temperatura.

PRODUCTO	CARACTERISTICA
Sensor de temperatura	Tipo K
Rango de medición	0 a 500 grados Celsius
Alimentación	24v DC
transmisor de temperatura tipo k	Tipo K
Rango de transmisión	0 a 500 °c
Marca	SOWAKAM

Nota: Tipo de sensor industrial**3. 6. 1. 1. Sensor de Corriente y transmisor**

Se ha utilizado sensor de corriente XUYANGQIDIAN para lectura corriente continua en el rectificador, de manera que se puede manejar y monitorear el flujo de corriente.

Tabla 6

Características del sensor de corriente

PRODUCTO	CARACTERISTICA
Sensor de corriente	bobina
Rango de medición	0 a 200 amperios DC
Alimentación	24v DC
Marca	XUYANGQIDIAN
tolerancia	+/- 0.1%

Nota: Tipo de sensor industrial

3. 6. 1 Selección de componentes de fuerza

La implementación del sistema SCADA se realiza con actuadores de fuerza como variadores, solenoides, chisperos. Para lo cual se realizará una lista componentes de componentes.

3. 6. 1. 1. Variador de velocidad

Se ha utilizado un variador de frecuencia para modificar la velocidad de flujo de agua, para mantener una corriente

Tabla 7

Características del variador de Velocidad.

PRODUCTO	CARACTERISTICA
Variador de frecuencia	Sinamic V20
Rango de funcionamiento	220- 380
Alimentación	monofásico
Salidas analógicas	0 a 10 v – 4 a 20 mA
Entradas analógicas	0 a 10 v – 4 a 20 mA

Nota: Tipo de actuador industrial

3. 7 Comunicación de TIA portal y LabVIEW 2023

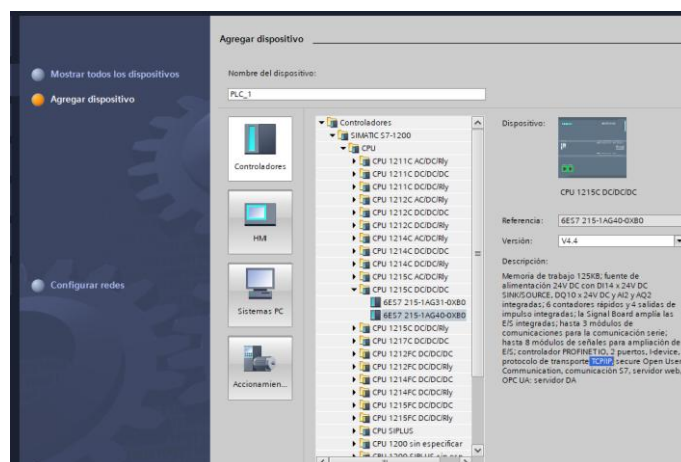
3. 7. 1 Creación del proyecto en TIA PORTAL.

En el software de TIA PORTAL se inicia con la creación de un proyecto de investigación por nombre "sistemas_SCADA", continuando con la configuración del controlador que se tiene disponible, que es un PLC S7 1200 CPU 1215 de la

serie. 6ES7 215-1AG40-0XB0, con protocolo de transporte de TCP/IP. Como se muestra en la figura.

Figura 2

Selección del controlador en TIA PORTAL.

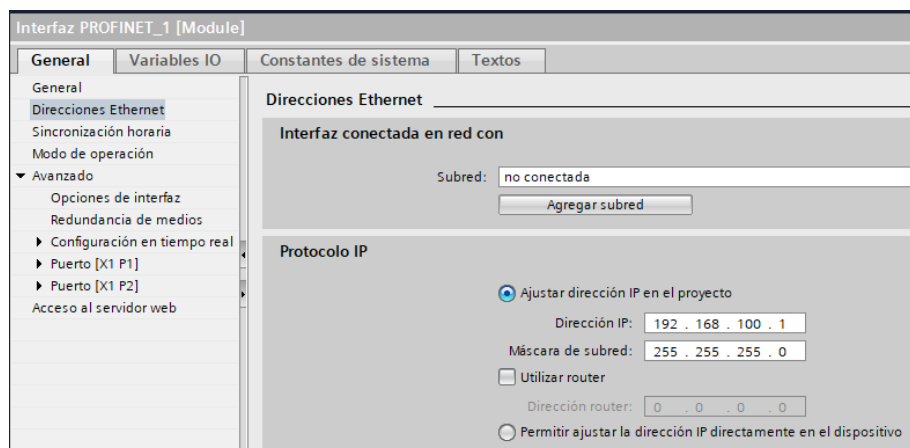


Nota: El PLC es DC/DC/DC de año 2022

En el software se puede realizar la designación del IP que va a trabajar el controlador, 192.168.100.1, y una máscara de sub red de 255.255.255.0. y que va a realizar una comunicación TCP/IP.

Figura 3

Designación de IP al controlador.

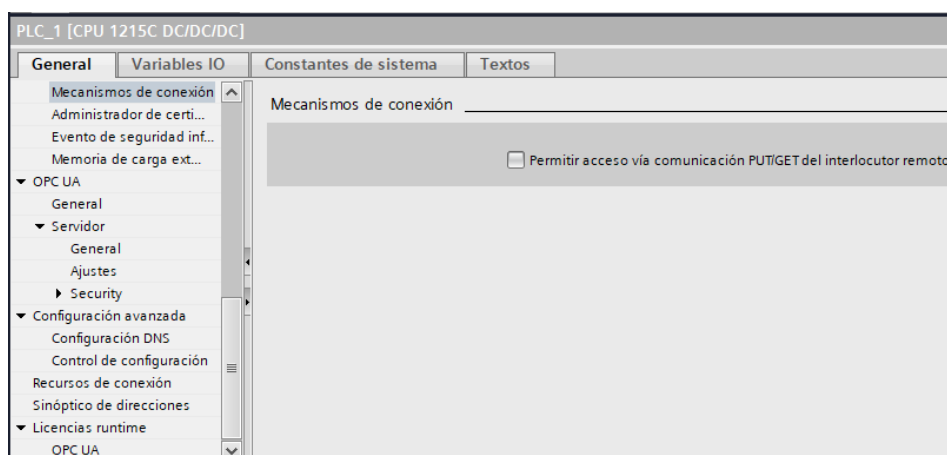


Nota: El PLC es DC/DC/DC de año 2022

En el software también se puede realizar la habilitación de mecanismos de conexión, permitir acceso vía comunicación PUT/GET del interlocutor remoto como se muestra en la figura.

Figura 4

Comunicación PUT/GET interlocutor remoto.



Nota: El PLC es DC/DC/DC de año 2022.

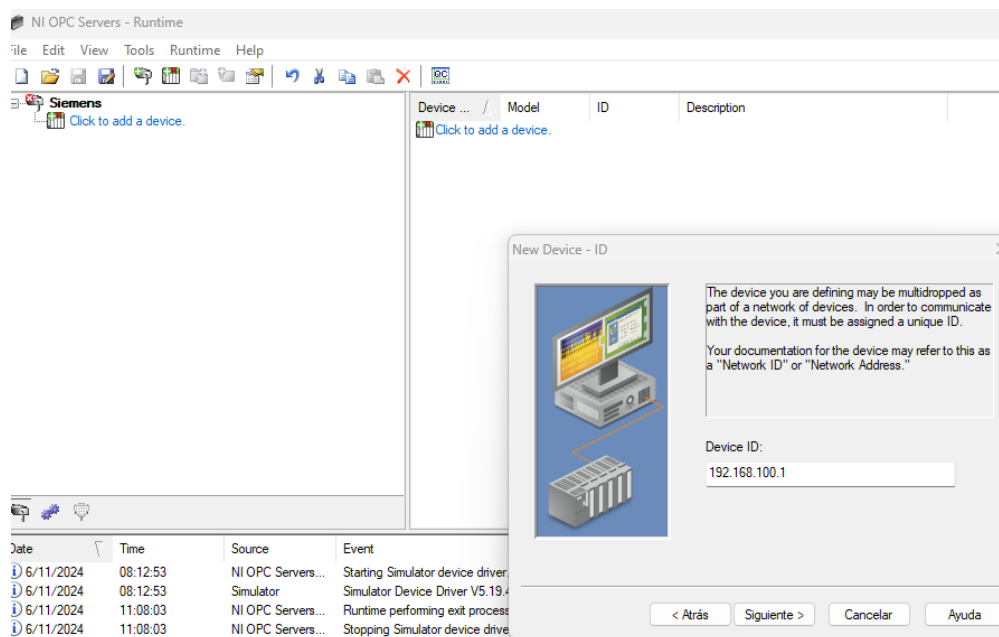
3. 7. 2 Instalación y desarrollo en LabVIEW.

La instalación para esta investigación se ha realizado con software de la comunidad de LabVIEW, con licencias solo con fines demostrativos y temporales para considerar uno de los softwares que puede trabajar para desarrollo de sistemas SCADA.

Se inicia NI OPC server – run time para configurar y añadir el módulo PLC s7 1200, se debe añadir la tarjeta y la IP del servidor, Una vez que se añadió se puede ingresar los datos digitales y analógicos.

Figura 5

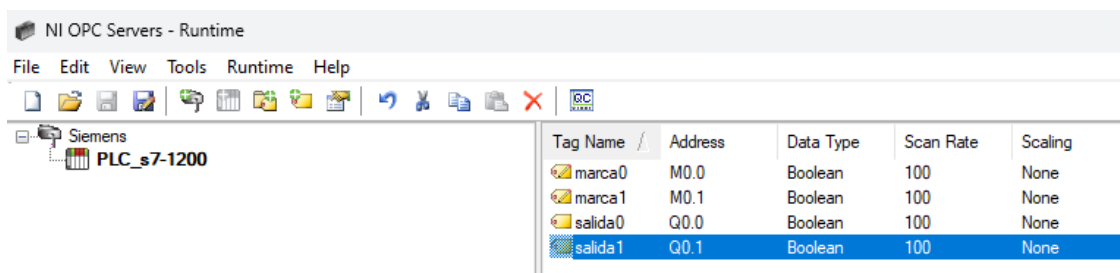
Configuración de NI OPC server.



Nota: Añadir el PLC y computadora

Figura 6

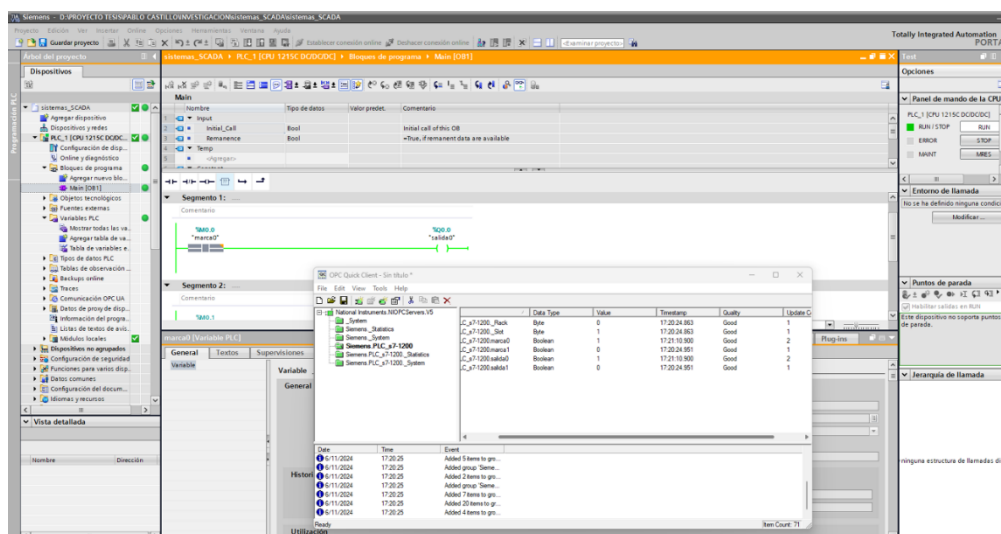
Ingreso de Datos digitales y Analógicos.



Nota: Añadir datos al PLC y computadora

Se realiza pruebas de comunicación con NI OPC server con la simulación de software de TIA portal V16, en donde se aprecia la comunicación, como demuestra de manera la figura.

Figura 7
Comunicación de PLC y OPC server

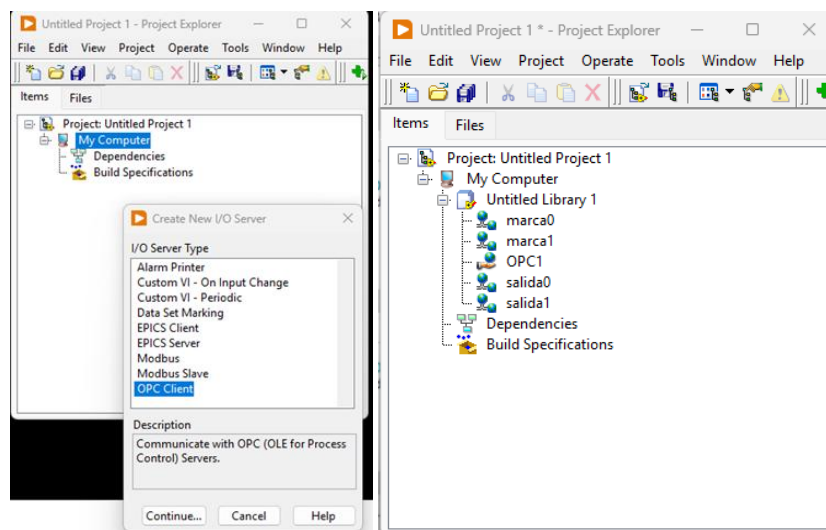


Nota: comunicación con OPC server y S7 1200

Realizar la configuración y la creación de OPC client, National instrument.

NIOPCServer.vs en el pantalla de LabVIEW.

Figura 8
Configuración y creación de OPC client.

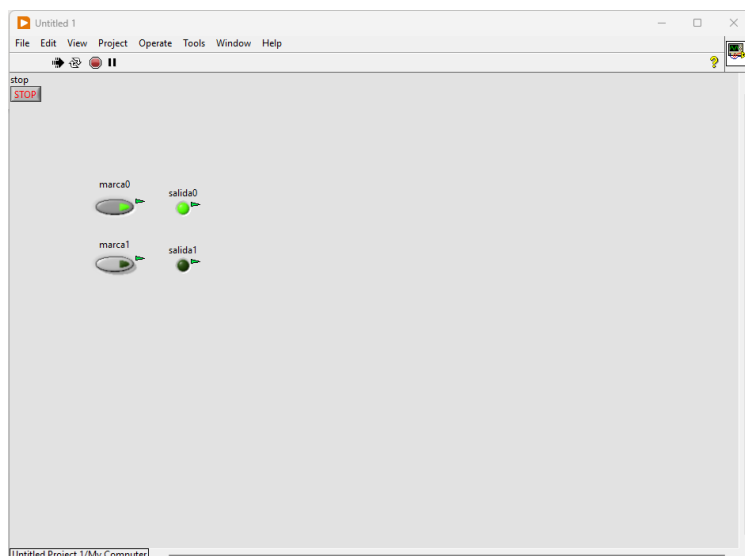


Nota: Software de LABVIEW 2022 comunidad

De esta manera se realiza la comunicación y transferencia de datos digitales en el desarrollo en el sistema SCADA.

Figura 9

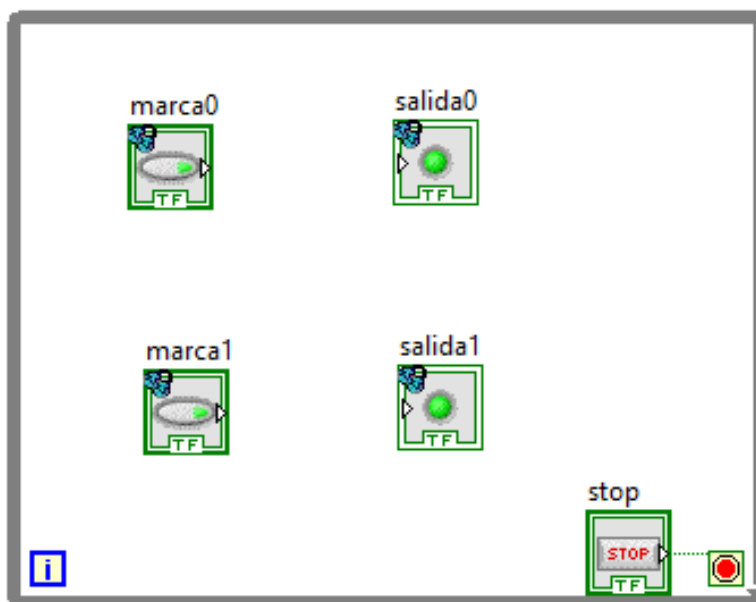
Pantalla de desarrollo LabVIEW



Nota: Pruebas de comunicación en LABVIEW

Figura 10

Paleta de control en LabVIEW



Nota: Pruebas de comunicación en LABVIEW

3. 8 Programación en LabVIEW.

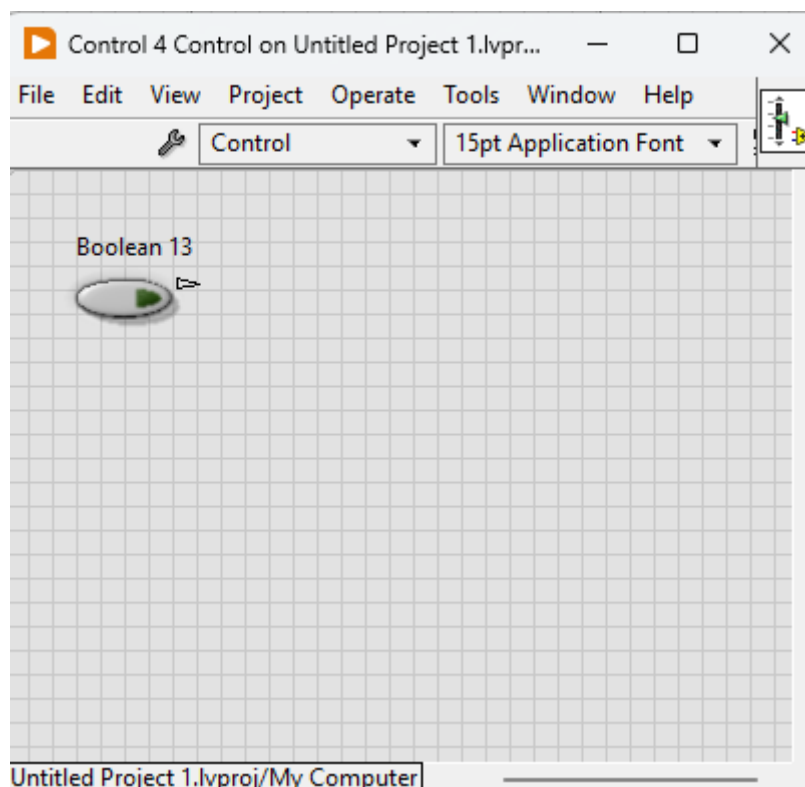
La programación basada en bloques en el software de LabVIEW se realiza programación de las animaciones del del proceso que será enlazado con el proceso real.

3. 8. 1 Configuración de Pulsadores en LabVIEW

La configuración de los pulsadores en el software de LabVIEW se realiza con el fin de personalizar el sistema SCADA, para ellos se abre en propiedades la opción de advanced la opción de customize..

Figura 11

Configuración de pulsadores en LabVIEW.



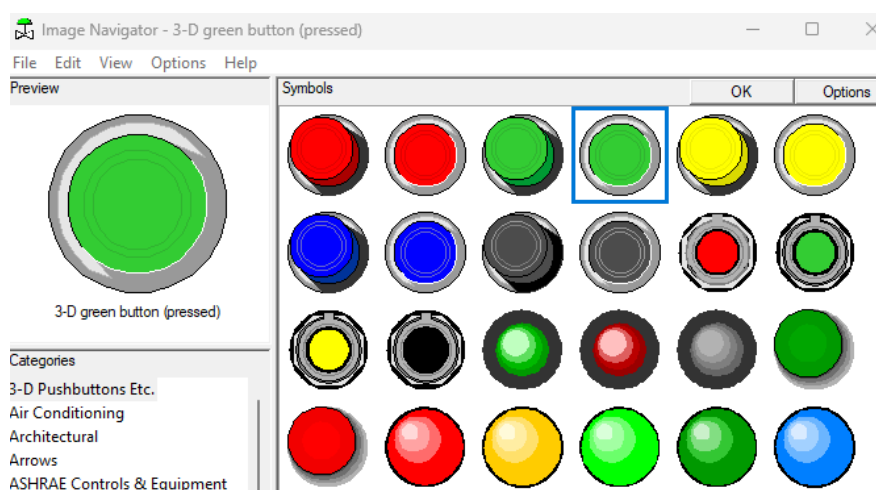
Nota: Configuración en LabVIEW.

En este apartado se realiza el cambio de Icono para tener pulsadores personalizados en la plataforma de LabVIEW, para ello se dirige a herramientas DSC y luego se selecciona el apartado de imágenes.

Se dispone de una biblioteca de componentes de la cual se pueden escoger los pulsadores deseados para personalizar el panel. Se selecciona la imagen del pulsador, se arrastra hasta el panel de personalización, y luego se copia la imagen importada en la opción "Importar imagen" del pulsador.

Figura 12

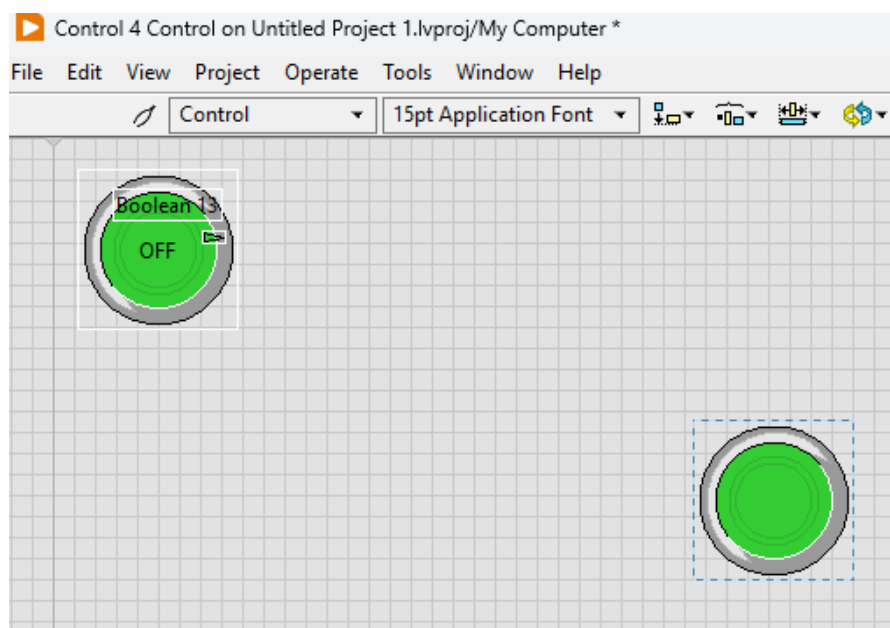
Navegador de imágenes de LabVIEW.



Nota: carpeta de imágenes en LABVIEW.

Figura 13

Pulsador personalizado en LabVIEW.



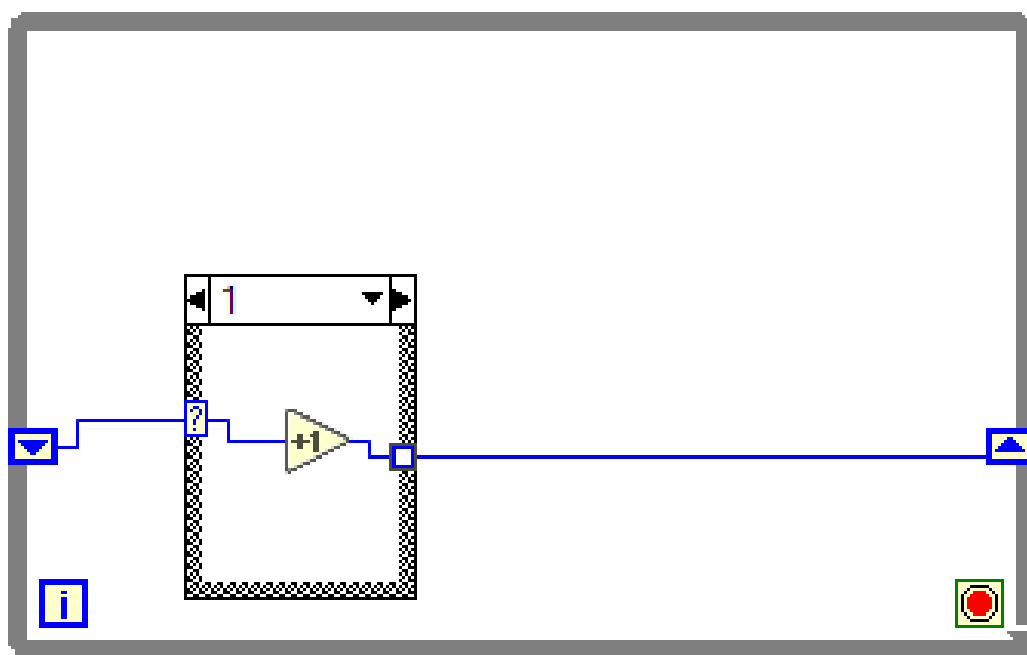
Nota: Pulsador personalizado en LABVIEW.

3. 8. 2 Programaciones de Simulación de tuberías.

La programación de simulación se realiza en bloques de programas, donde se crea una estructura de While loop, y crear case structure, y crear un shiftstructure para crear una secuencia de funciones. Y añadir la función de incrementar.

Figura 14

Creando la estructura básica de While loop.

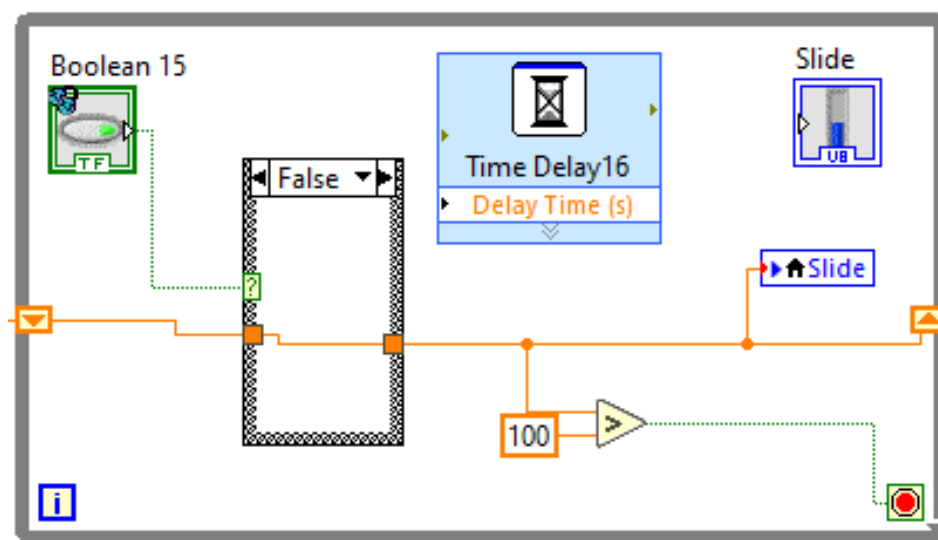


Nota: carpeta de imágenes en LABVIEW.

Dentro de la estructura While loop se crea un botón para iniciar la emulación de tuberías de líquido, y además se debe insertar el slider de simulación y se crea un variable local y conectarlo a la línea de tiempo, además se añadirá un timer para la ejecución del proceso en 0.1 segundos. Y se realiza una lógica de que si llega al 100% se apagará automáticamente como se muestra en la figura.

Figura 15

Diagrama de bloques estructura While loop

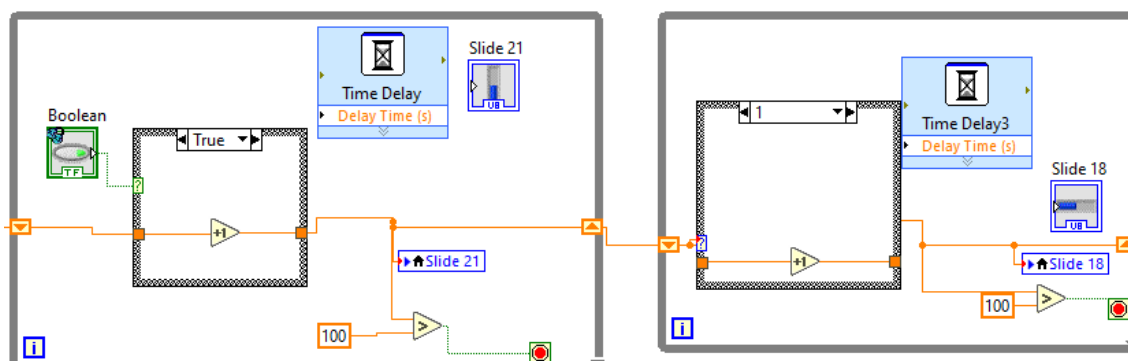


Nota: Inicio de secuencia en tuberías.

De la misma forma se realiza una serie de estructuras secuenciales para generar una simulación casi realista en donde en ves del botón se remplaza con la función de línea datos y se implementa una función de suma en un tiempo de 0.1 s. Igual que las anteriores se realiza una lectura de datos y se realiza la función de que si llego al 100% se apaga.

Figura 16

Secuencia de funciones para tuberías.

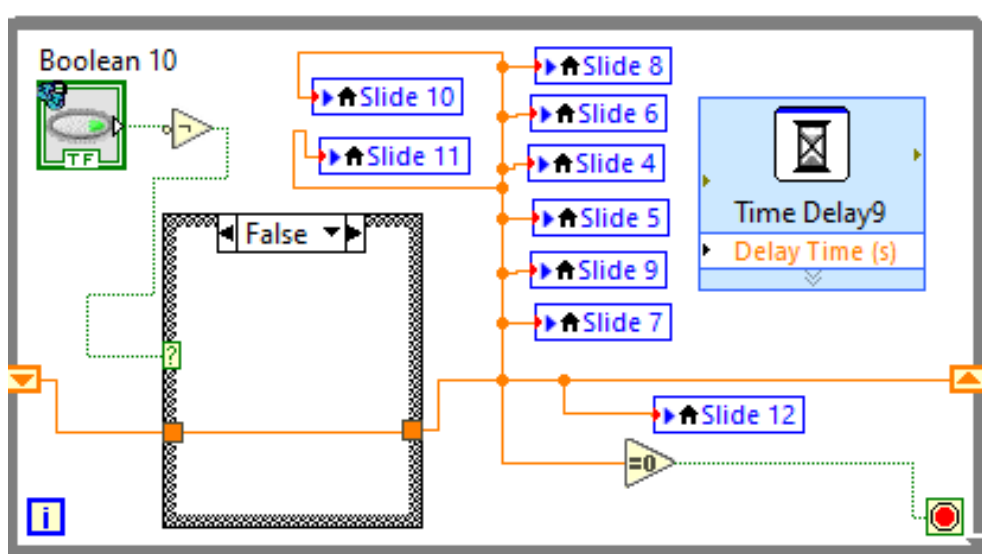


Nota: Inicio de secuencia en tuberías.

Para finalizar la secuencia se realiza la misma estructura principal que realimentara al inicio, formando un bucle de funciones. En la ultima fusión se realiza para la finalización de la presentación en donde la simulación regresa a su estado inicial. Para ello se crea variables locales y se iguala a 0 en un tiempo de 0.1 s

Figura 17

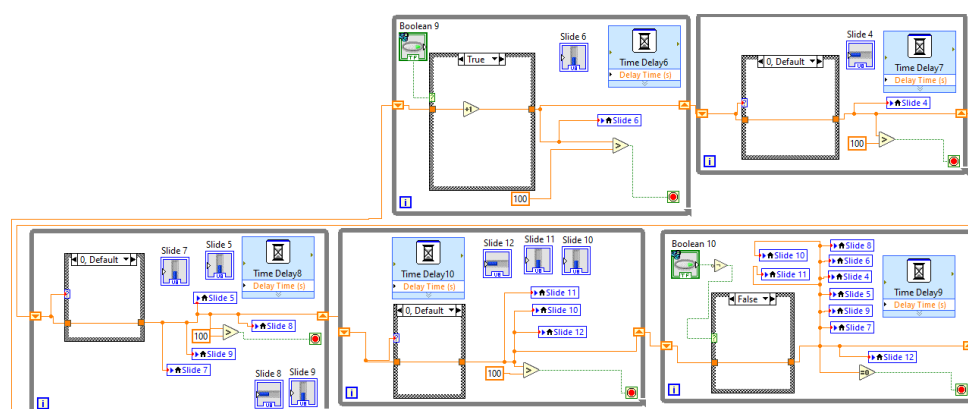
Estructura para finalización de la simulación.



Nota: reinicio de la simulación de funciones.

Figura 18

Programación de todo el ciclo de secuencias.



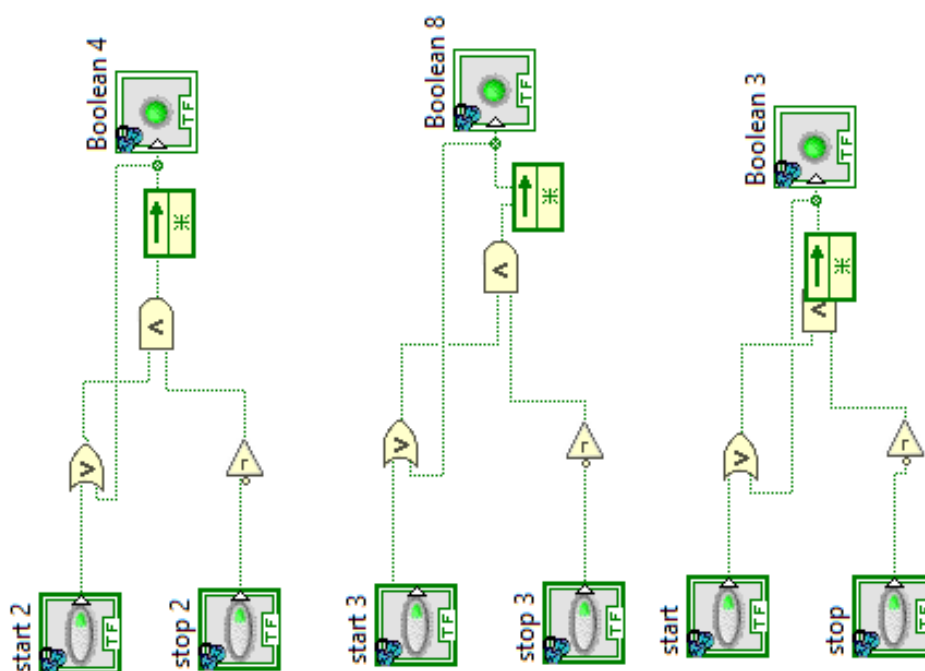
Nota: secuencia de funciones de simulación.

3. 8. 3 Programaciones de pulsadores en LabVIEW.

La programación de los pulsadores se realiza como boléanos, realizado un algoritmo para cerrar circuito y abrir circuito. En la investigación se tiene 3 grupos de controles, la bomba, caldera y electrolisis.

Figura 19

Programación de Pulsadores.



Nota: Pulsadores para bomba, caladera, electrolisis.

3. 8. 4 Programaciones de grafica LabVIEW.

La programación grafica en la LabVIEW, se realiza en 3 partes control de flujo de líquido, control de caldera, control de electrolisis en el proceso de desorción de minerales.

En el proceso de control de flujo de líquido de mezcla es bombeado a la caldera del proceso de desorción, para ello se realiza el bombeo y recirculación de la mezcla. Por lo que se realiza la implementación de un variador de velocidad que será controlador mediante el sistema de desorción.

Figura 20

Control de bomba de líquido.

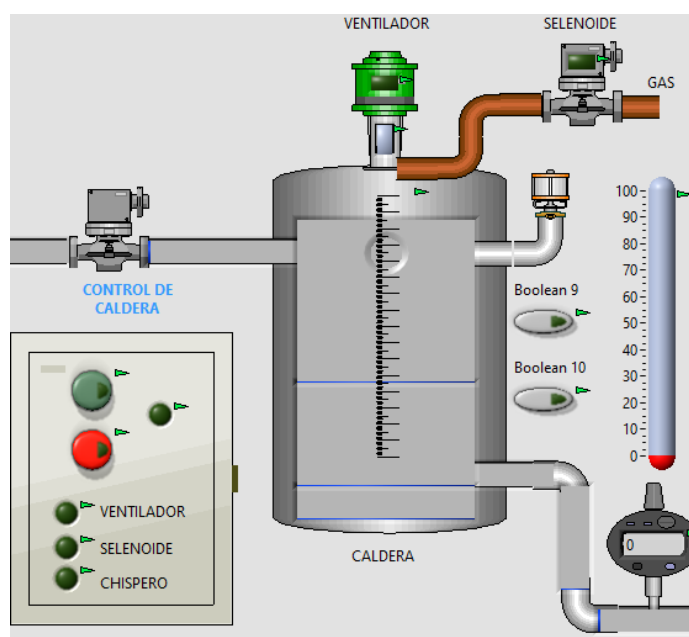


Nota: Control de bomba desde LabVIEW

En el proceso de control de la caldera de líquido se trabaja, con sistema automatizado de control de temperatura, mediante el control del quemador, gas, chisperos de cocina. Se implemento el control y monitoreo en LabVIEW.

Figura 21

Control de temperatura de la caldera.

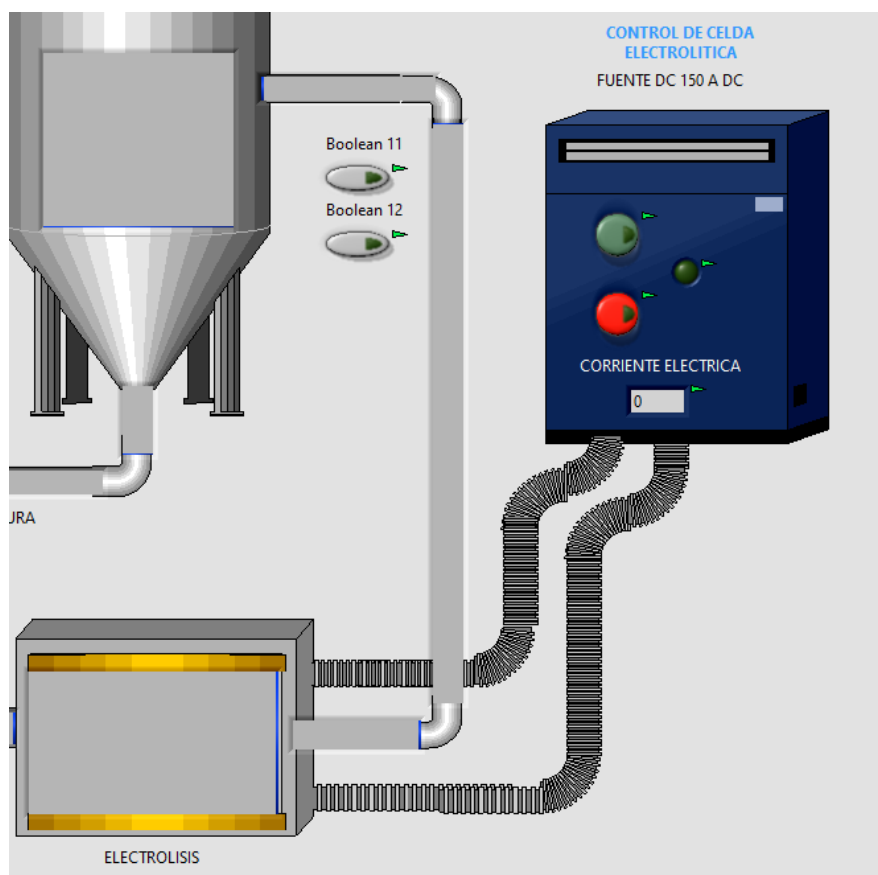


Nota: Control de caldera desde LabVIEW

En el proceso de control de electrolisis de minerales se implementa el control e interacción de datos. Como es el control de voltaje y control de corriente eléctrica en el rectificador de corriente DC DE 150 amperios.

Figura 22

Sistema SCADA en el sistema electrolisis.

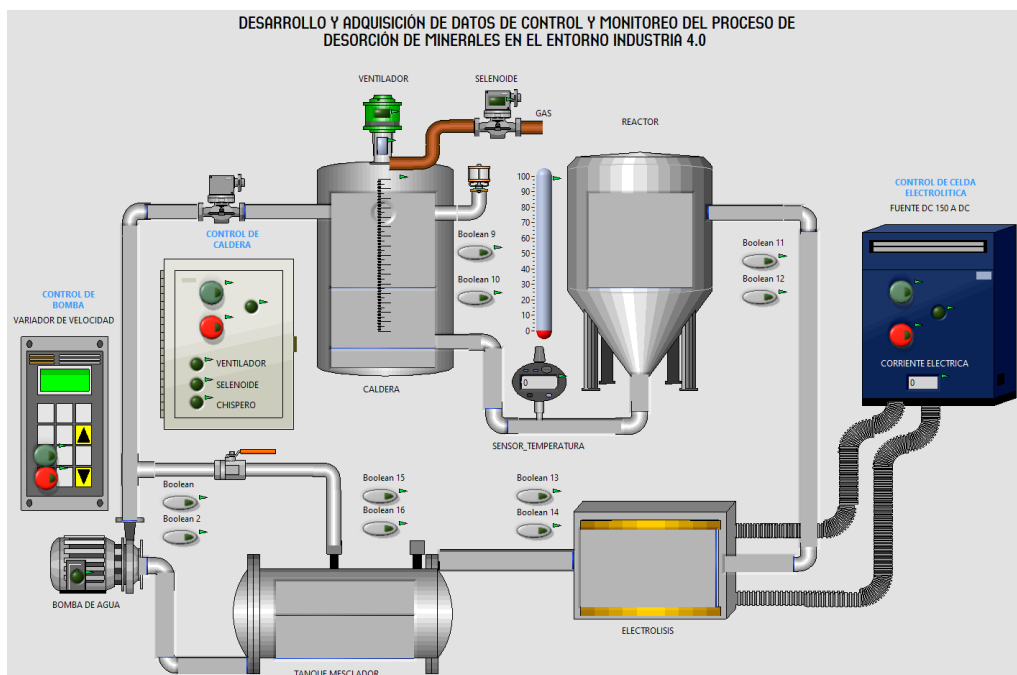


Nota: Control de electrolisis desde LabVIEW

De esta forma se desarrolla en control y supervisión en el software LabVIEW de manera interactiva y animada, controlando y supervisando parámetros digitales y analógico. El funcionamiento se realiza en ambas partes tanto en la planta real como en la planta virtual de manera sincronizada.

Figura 23

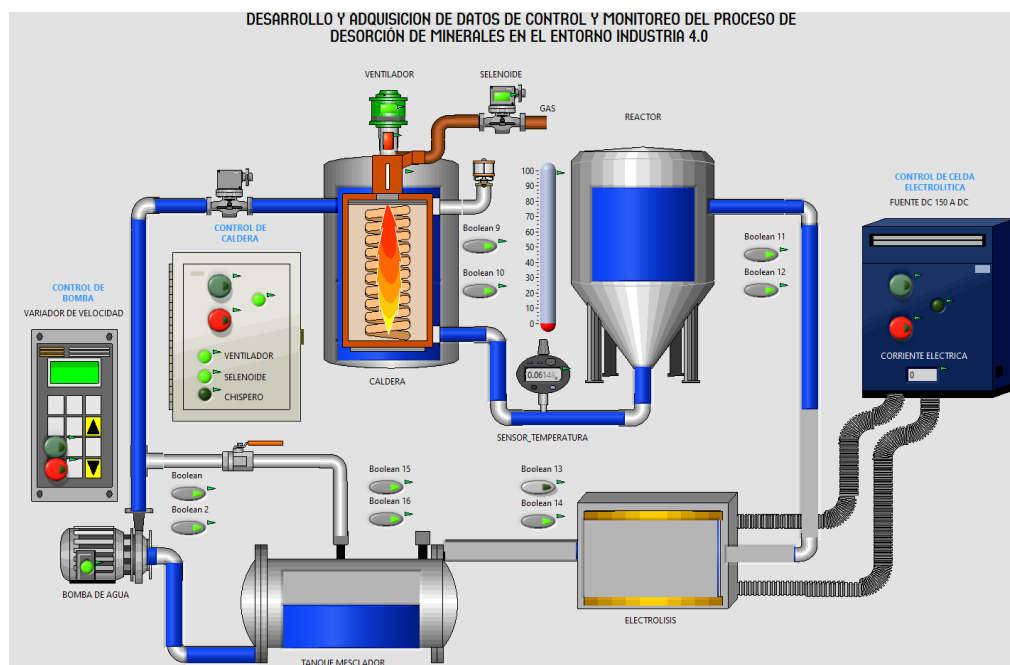
Sistema SCADA de la planta de desorción de minerales.



Nota: plataforma de estudio LabVIEW comunidad.

Figura 24

Emulación de la planta virtual SCADA.



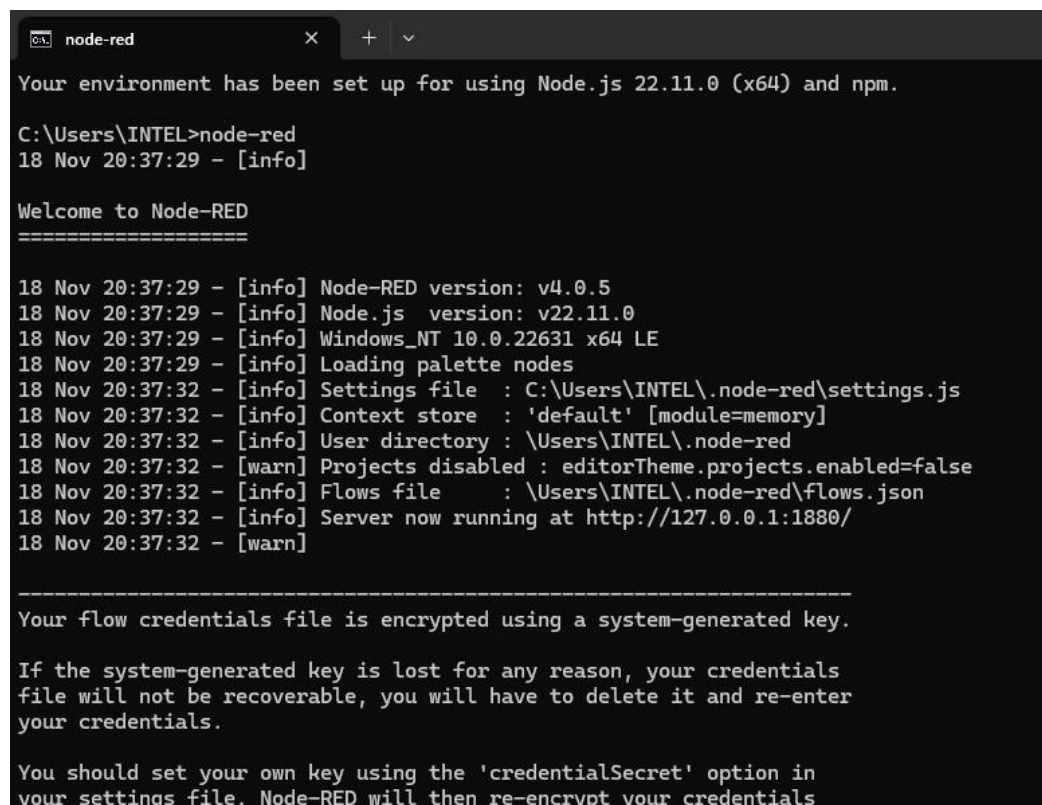
Nota: plataforma de estudio LabVIEW comunidad.

3. 9 Programación en Node red.

La programación basada en nodos en el software de Node-Red para vamos a ejecutar cmd node red, escribiendo node-red y aparecerá la siguiente pantalla en donde nos da la bienvenida y un url <http://127.0.0.1:1880/>.

Figura 25

Pantalla de ejecución Node- Red.



```
node-red
Your environment has been set up for using Node.js 22.11.0 (x64) and npm.

C:\Users\INTEL>node-red
18 Nov 20:37:29 - [info]

Welcome to Node-RED
=====

18 Nov 20:37:29 - [info] Node-RED version: v4.0.5
18 Nov 20:37:29 - [info] Node.js version: v22.11.0
18 Nov 20:37:29 - [info] Windows_NT 10.0.22631 x64 LE
18 Nov 20:37:29 - [info] Loading palette nodes
18 Nov 20:37:32 - [info] Settings file : C:\Users\INTEL\.node-red\settings.js
18 Nov 20:37:32 - [info] Context store : 'default' [module=memory]
18 Nov 20:37:32 - [info] User directory : \Users\INTEL\.node-red
18 Nov 20:37:32 - [warn] Projects disabled : editorTheme.projects.enabled=false
18 Nov 20:37:32 - [info] Flows file : \Users\INTEL\.node-red\flows.json
18 Nov 20:37:32 - [info] Server now running at http://127.0.0.1:1880/
18 Nov 20:37:32 - [warn]

-----

Your flow credentials file is encrypted using a system-generated key.

If the system-generated key is lost for any reason, your credentials
file will not be recoverable, you will have to delete it and re-enter
your credentials.

You should set your own key using the 'credentialSecret' option in
your settings file. Node-RED will then re-encrypt your credentials
```

Nota: cmd pantalla para ejecutar.

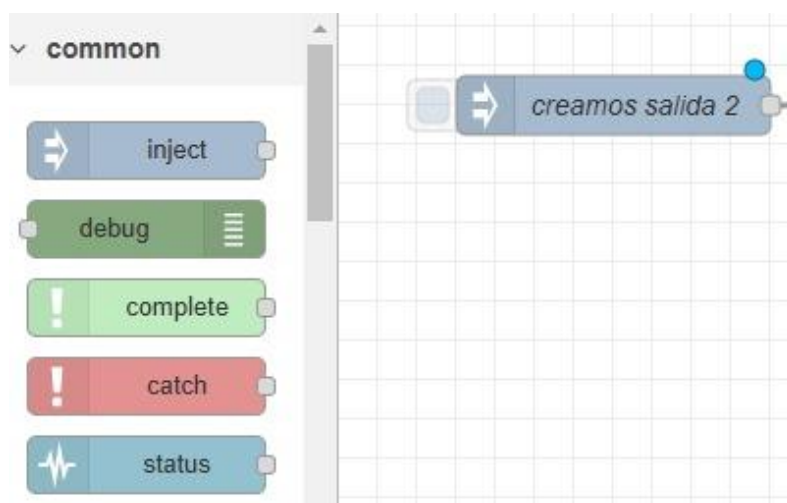
Se realiza la instalación de complementos en node red, para instalar la comunicación con el PLC S7 1200 CPU 1215 CPU 1215 DC/DC/DC. El plugin node-red-contrib-s7 esto se puede realizar mediante la paleta de comandos o en cmd de node red ejecutando los siguientes parámetros. “**npm install node-red-contrib-s7**”, se instalará los nodos de comunicación.

La instalación de nodos para ubidots se realiza de la misma forma descargando complementos 'ubidots-nodered', de manera que se pueda hacer la comunicación.

Vamos a crear un botón mapa mandar una señal digital mediante node-red a ubidots. Para ello se crea un "Inject", Se crea la salida en formato JSON como "salida_fuente".

Figura 26

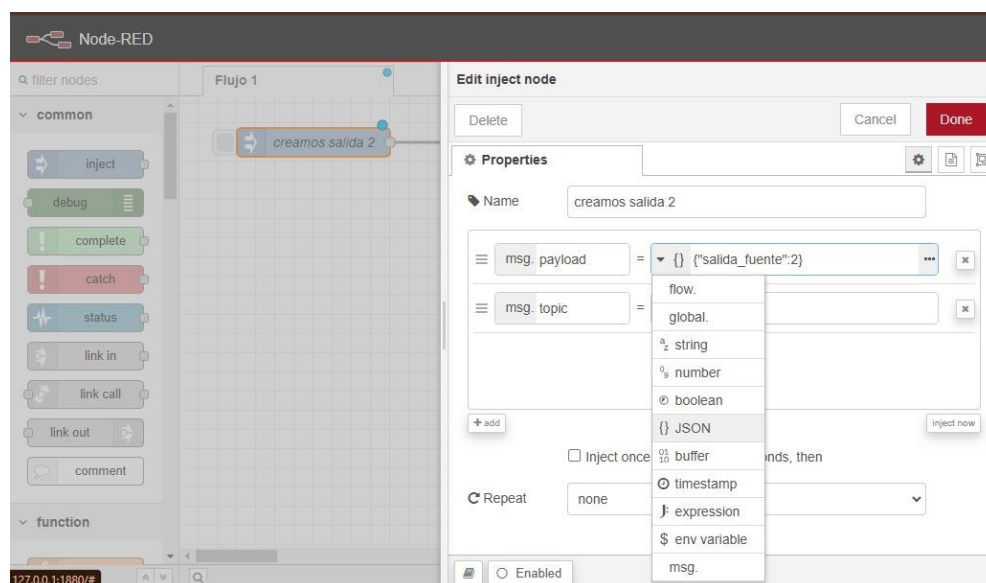
Creamos una salida con INJECT.



Nota: Node- red Creando salida para ubidots.

Figura 27

Configurando la salida en JSON

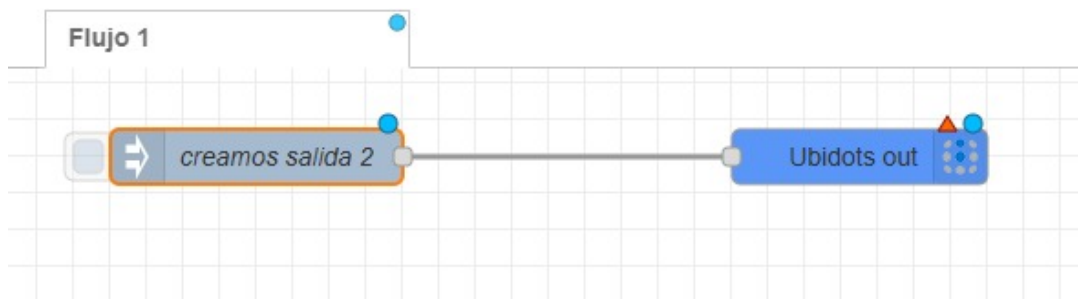


Nota: Node- red Creando salida para ubidots.

3. 9. 1 Creación de pulsadores en desde ubidots.

Figura 28

Salida con complementos en Ubitods.

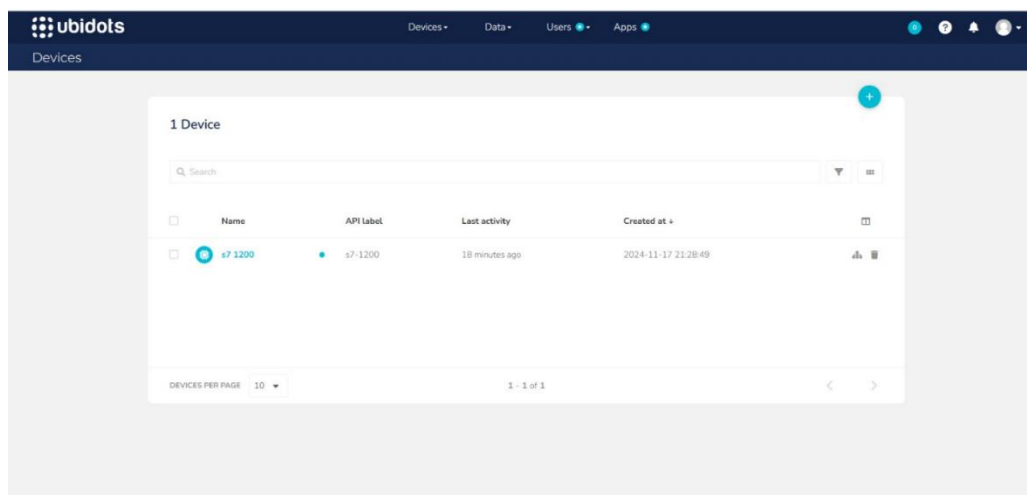


Nota: programación de salidas en Nodos.

vamos a ir a ubidots y abrir con una con código y contraseña, e ingresamos y podemos ver el devices S7 1200 como se muestra en la figura e ingresamos y vamos a visualizar variables "salida-fuente".

Figura 29

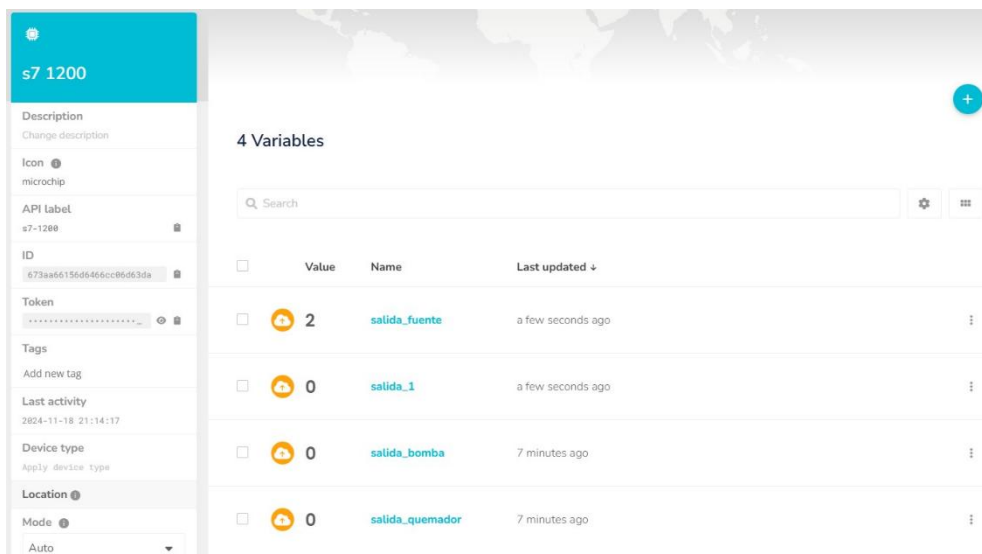
Creación de s7 1200 devices.



Nota: devices s7 1200 en ubidots.

Figura 30

Visualización de variables "Salida fuente".

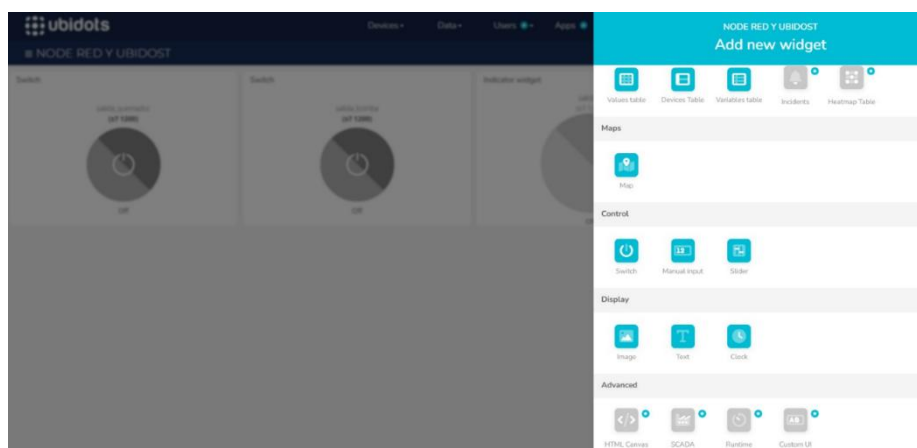


Nota: devices s7 1200 en ubidots.

Creamos un icono en ubidots para la visualización para ello se va en añadir y agregar un visualizador.

Figura 31

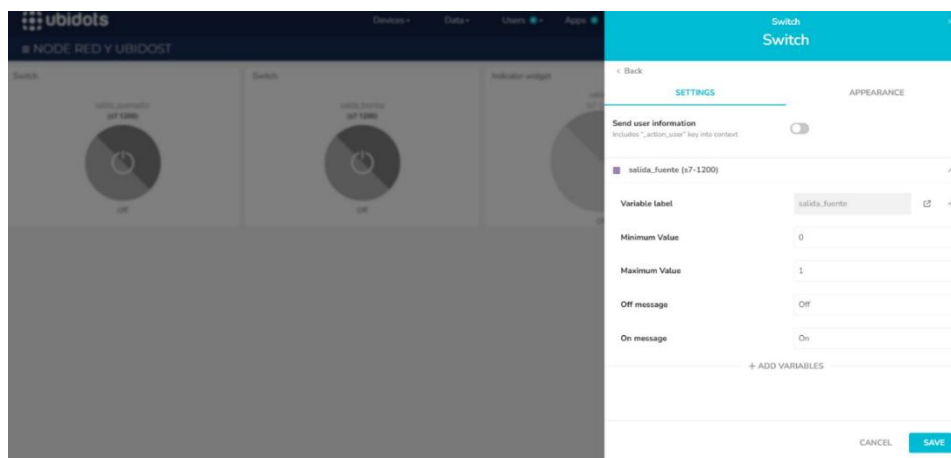
agregar una imagen widget.



Nota: devices s7 1200 en ubidots.

Figura 32

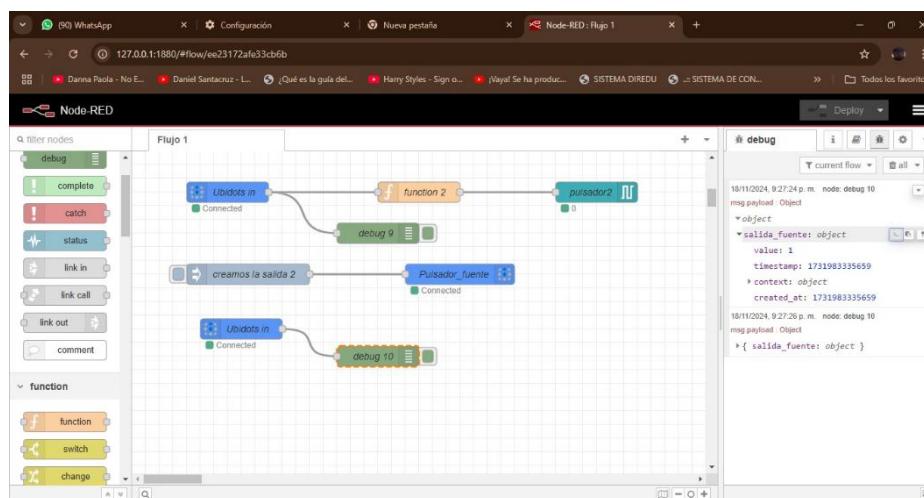
Configuración como switch “salida fuente”.



Nota: devices s7 1200 en ubidots.

Figura 33

bloque de comunicación en node- red y ubidots.

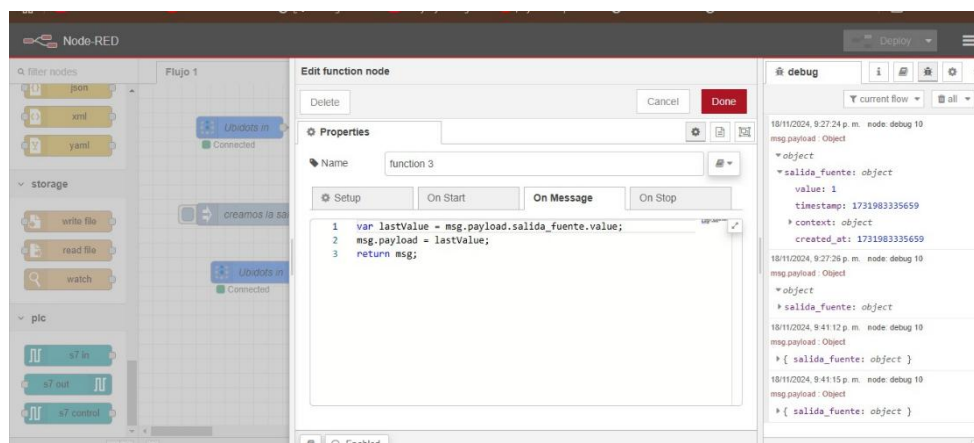


Nota: programacion de Nodos en node -red.

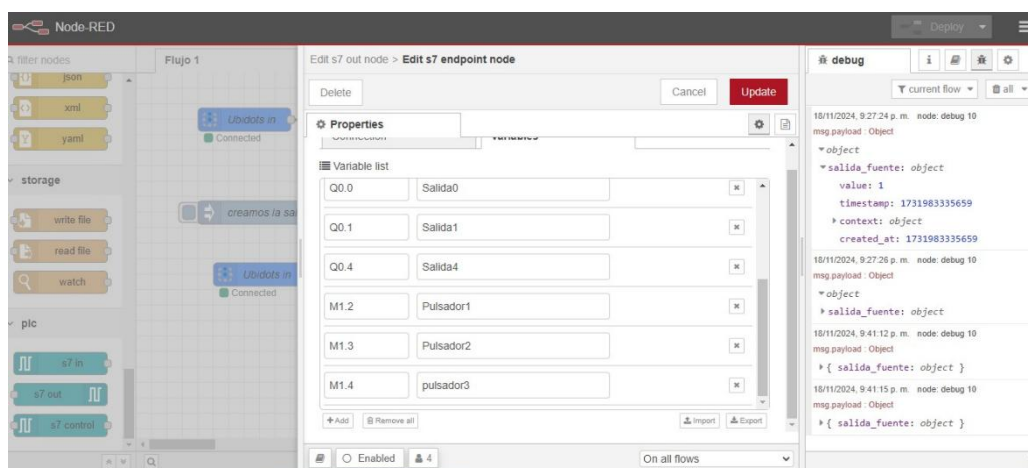
Se realiza la programación de bloque función para escribir al PLC S7 1200 CPU 1214, La programación se realiza de la siguiente manera.

Figura 34

programación de función en node red.

**Nota:** Programación de funciones en node red**Figura 35**

Configuración de entradas digitales y analógicas.

**Nota:** configuración de Node red, entradas y salidas

3. 9. 2 Lectura de señales analógicas Node- red y ubidots.

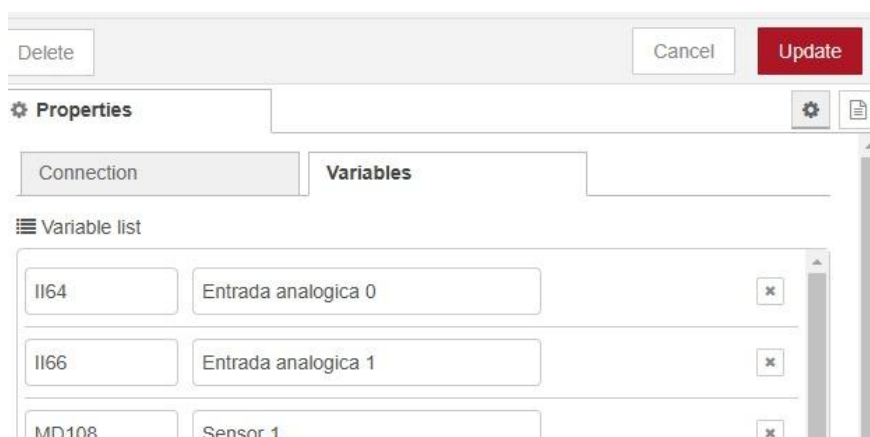
Para la lectura de las señales analógicas se realiza en controlador PLC s7 1200 CPU 1215 DC/DC/DC. mediante las entradas analógicas de iw64 y iw66 que vienen integrados a esta versión de controlador siemens.

Una vez realizada la lectura analógica de los valores enteros se realiza el escalamiento dependiendo de la señal, si es la temperatura en la caldera la señal es de una termocupla tipo K, de 0 A 500 grados. Además, se tiene otro sensor

instalado en el rectificador de corriente," Sensor de corriente ", que se debe escalar de 0 a 200 amperios. En el software de node-red se realiza la declaración de variable como es: la declaración de los variables analógicas el IW64 en node red se escribe como I164, y el IW66 se escribe como I166.

Figura 36

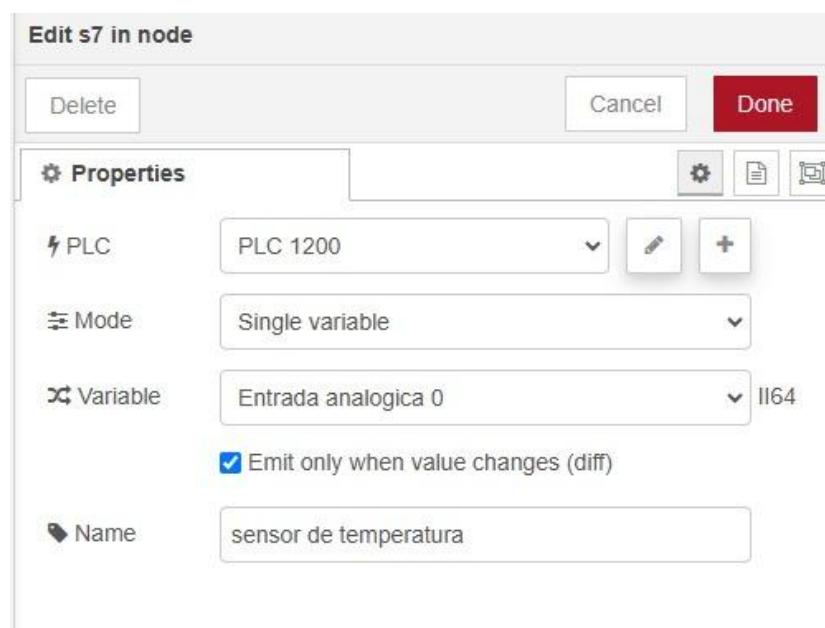
Declaración de variables analógicas en Node-red.



Nota: configuración de Node red, entradas y salidas analógicas.

Figura 37

La entrada analógica 0 " sensor de temperatura".

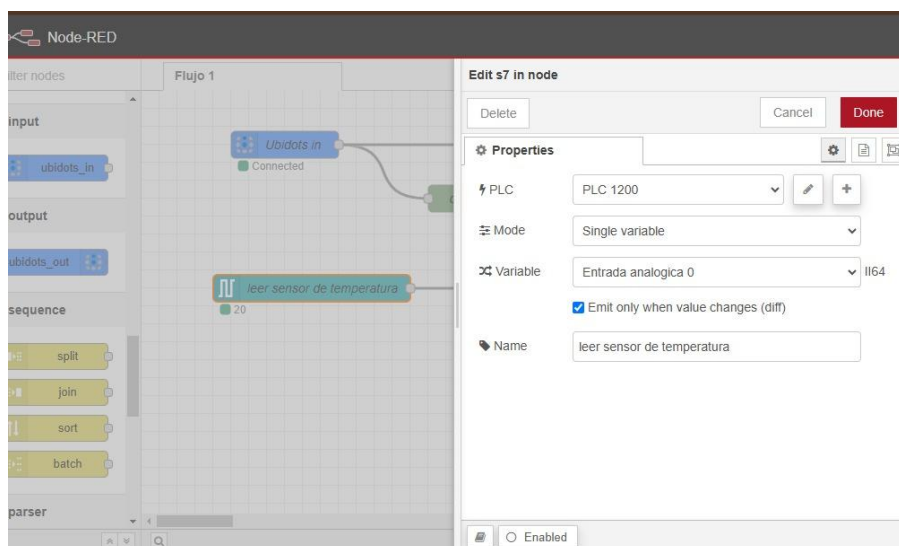


Nota: configuración de Node red, sensor de temperatura.

Se puede visualizar que se utiliza un nodo de snap 7, para lectura la señal analógica 0, se puede observar en la figura que ya se realiza la lectura: nos manda la temperatura en 20 grados Celsius.

Figura 38

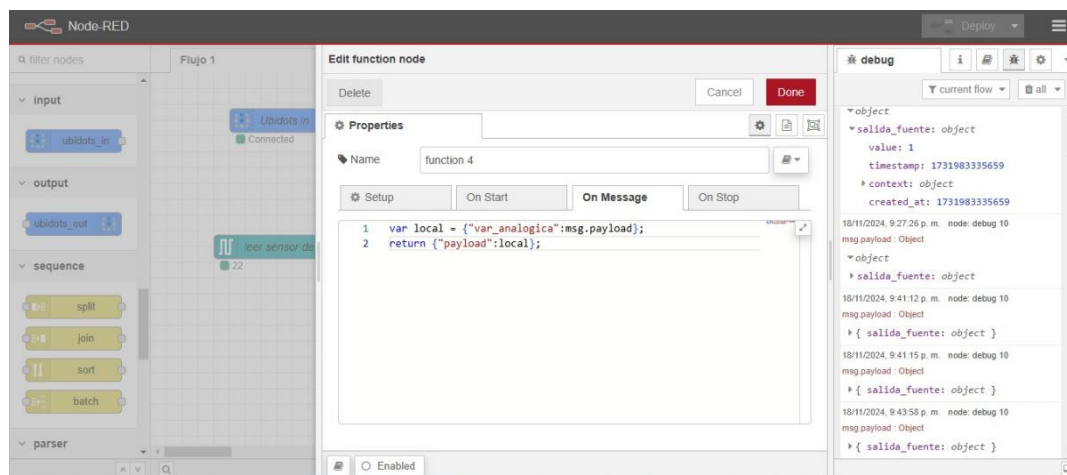
Configuración de nodo SNAP 7 en node-red.



Nota: configuración de Node red, sensor de temperatura.

Figura 39

Programación de función para mostrar datos en Ubidots.

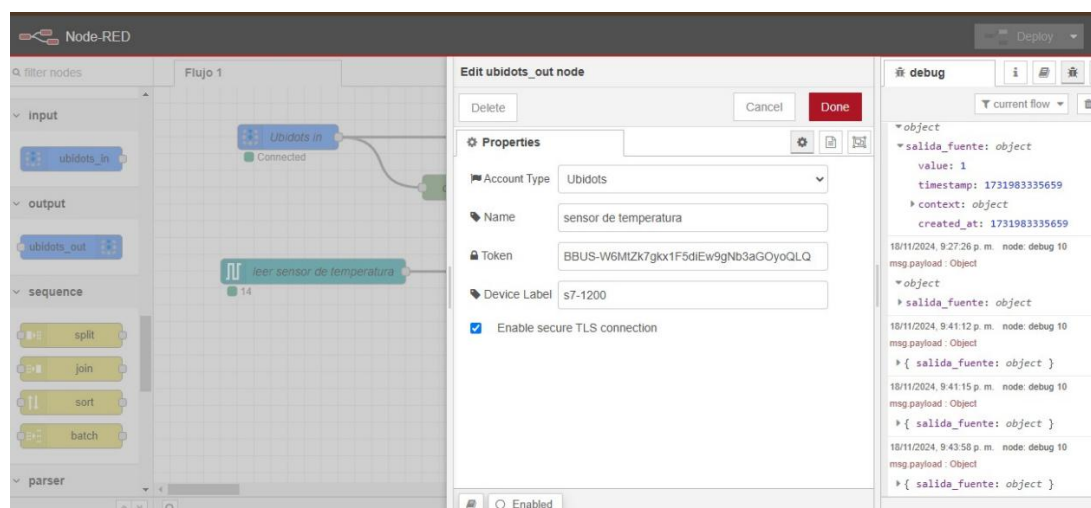


Nota: configuración de Node red, sensor de temperatura.

Se realiza el enlazamiento de node red con ubidots, de manera que es necesario tener la cuenta abierta para poder acceder al token digital y nombre del equipo para poder comunicar node red y ubidots.

Figura 40

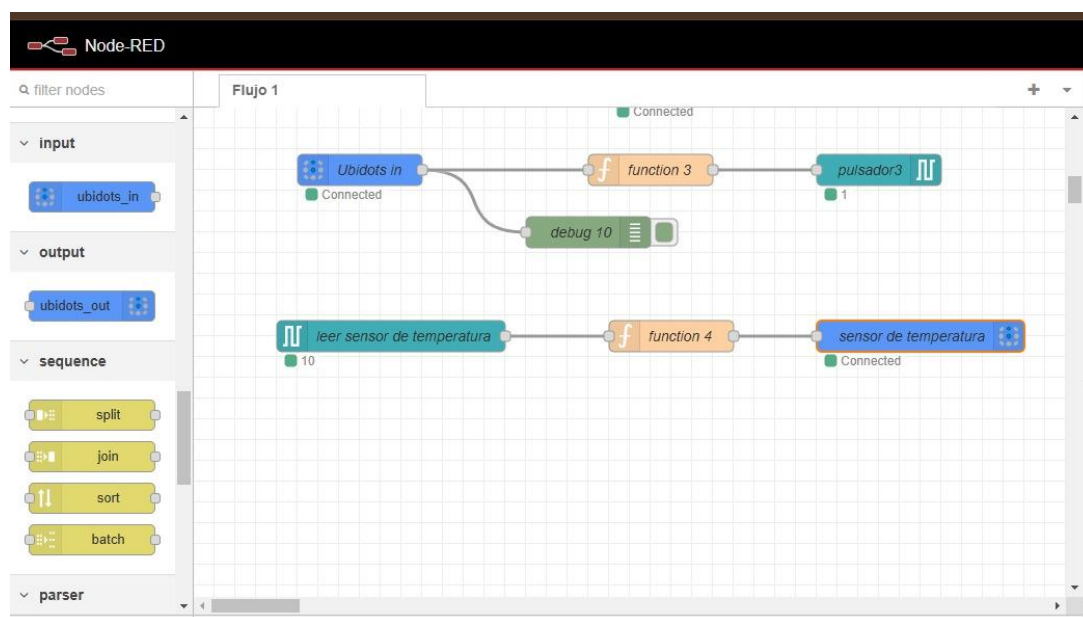
Comunicación con ubidots, token y device label.



Nota: comunicación de node rede y ubidots.

Figura 41

Programación de Nodos en ubidots

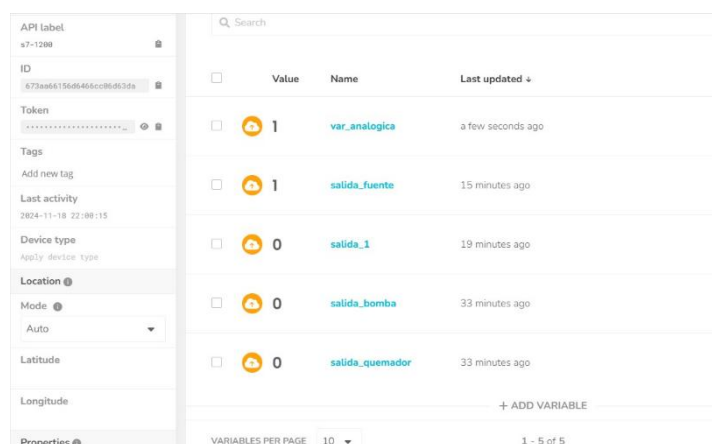


Nota: comunicación de node rede y ubidots.

Se realiza la copia de token y device label en el software ubidots, con el fin de comunicar y enlazar datos y mostrar datos analógicos en una red internet.

Figura 42

Lectura analógica en Ubidots.

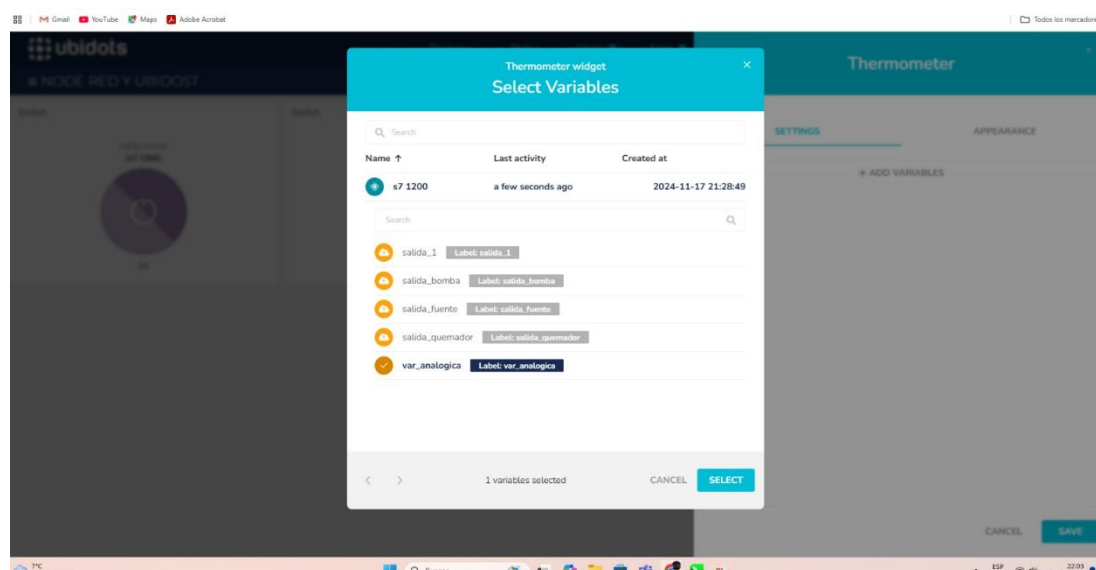


Nota: comunicación de node rede y ubidots.

Se realiza la creación de un visualizador analógico en el software de ubidots con el fin de visualizar la variación analógica de manera grafica.

Figura 43

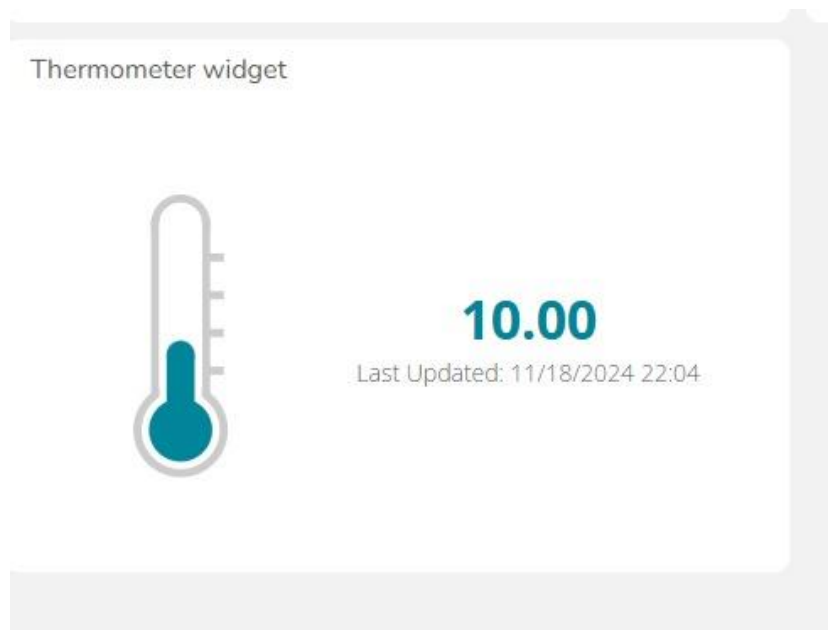
creación de un visualizador analógico.



Nota: comunicación de node rede y ubidots.

Figura 44

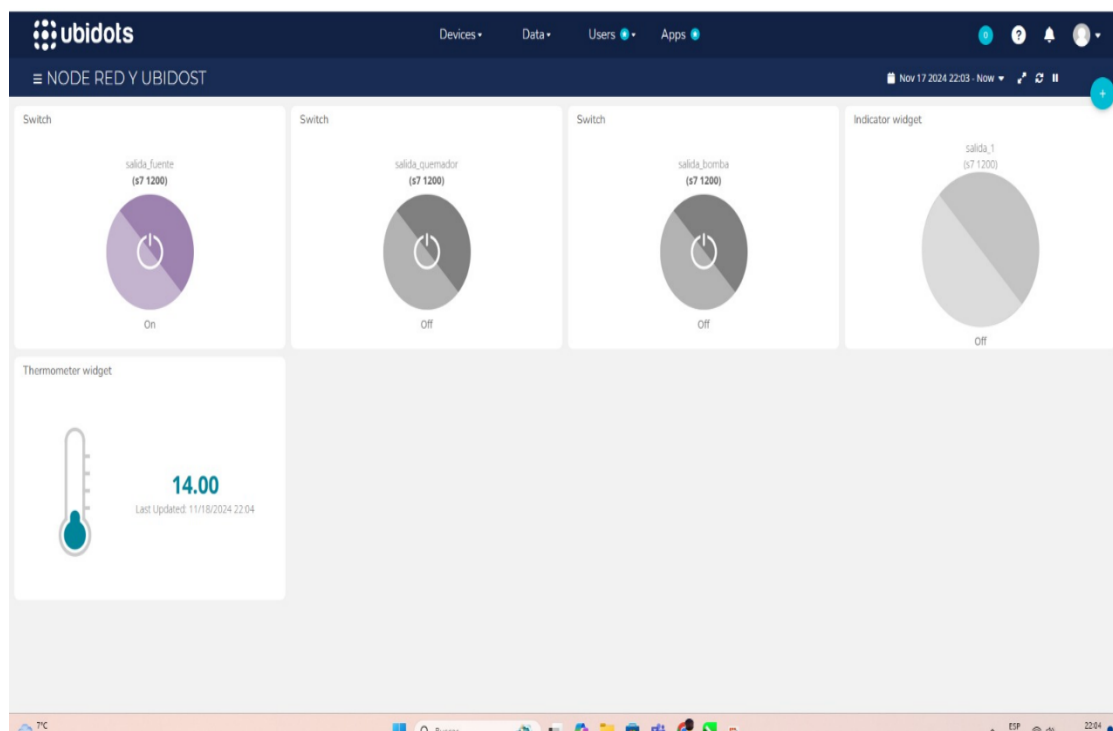
Visualizador de señal analógica.



Nota: comunicación de node red y ubidots.

Figura 45

paleta de componentes en UBIDOTS.



Nota: comunicación de node red y ubidots.

3. 10 Desarrollo e implementación del proceso.

La implementación del proceso de desorción controlada mediante los sistemas SCADA, también se puede controlar y monitorear desde distancia siempre que se tenga la conexión a internet.

Figura 46

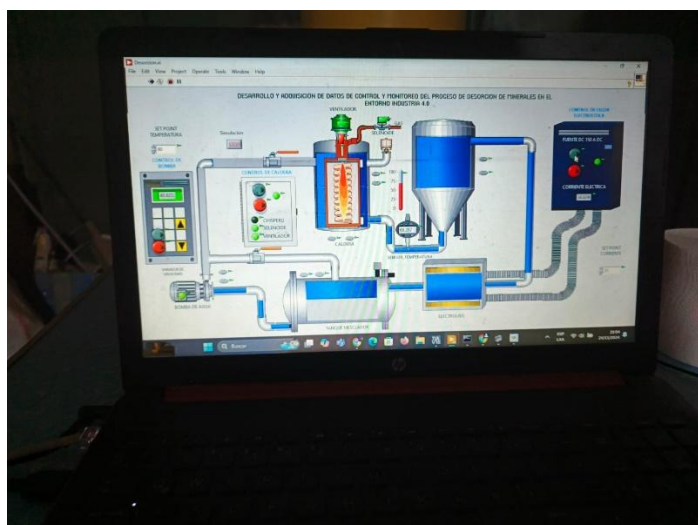
Planta de desorción de minerales



Nota: control local y remoto del proceso de desorción.

Figura 47

Computador y pantalla con sistema SCADA.



Nota: control local y remoto del proceso de desorción.

Figura 48

Control y operación del sistema de desorción



Nota: Operador de pruebas de investigación.



CAPITULO IV

RESULTADO Y DISCUSION

4. 1 Presentación

Se realizan las pruebas del desarrollo y la evaluación de adquisición de datos de control y de supervisión basado en la industria 4.0, integrando sistemas de control remoto y supervisión en el área de minería, “desorción y electrolisis de minerales en la industria “.

4. 1. 1 Pruebas de funcionamiento de la bomba de agua y variador.

Se realiza la prueba de control digital, el control de la bomba se realiza desde un sistema SCADA como se visualiza en la imagen, la comunicación mediante la computadora y el controlador es mediante profinet, y la comunicación de la señal del PLC es la salida analógica del PLC y entrada analógica del variador.

Tabla 8

El control del sistema es mediante el sistema SCADA.



Nota: Se puede visualizar la simulación de funcionamiento.

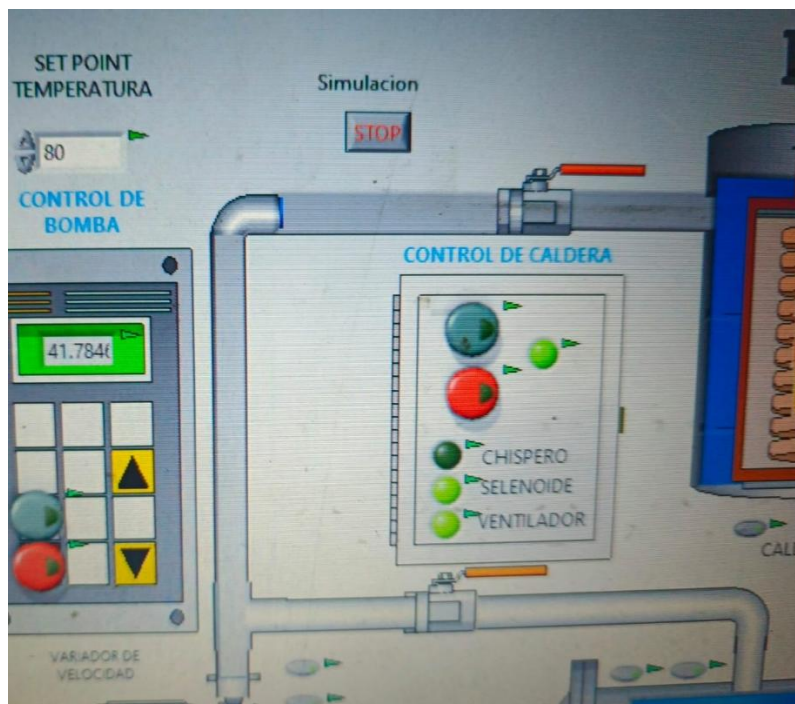
Se realiza la designación de Variable analógico para controlar la velocidad de la bomba.

4. 1. 2 Pruebas de funcionamiento del quemador a gas.

La prueba de control digital, el control del quemador de gas, ya que se realiza una serie de secuencia: primero arranca el chispero y el gas generando la llama, luego se desactiva el chispero, activando el ventilador que direcciona la llama a la caldera.

Figura 49

Control de quemador de gas en la caldera.



Nota: Se puede visualizar la simulación de funcionamiento.

4. 1. 3 Pruebas de funcionamiento del transformador.

las pruebas de control digital, el control del transformador del sistema de electrolisis se realiza mediante el sistema SCADA en el sistema se puede añadir un regulador de voltaje, pero de manera de ejemplo solo se realizó la lectura del consumo que genera las resistencias que se utilizaron para forzarlo.

Figura 50

Control de fuente de alimentacion de 150 A DC.



Nota: Se puede visualizar la simulación de funcionamiento.

4. 1. 4 Pruebas de medición de voltaje y corriente.

De manera que se realiza las pruebas de adquisición de datos a un sistema SCADA, para lo cual se realizara la comparación de datos que nos indica en el sistema SCADA y los instrumentos de medición.

Figura 51

Medición de corriente en la celda electrolítica 34.38 A.



Nota: Validación de parámetros con el instrumento de medición.

Figura 52

Medición con el instrumento 2.6 voltios en DC.



Nota: Validación de parámetros con el instrumento de medición.

4. 1. 5 Pruebas de control PID

De manera que se obteniendo una disminución en el variador de velocidad cuando la corriente supera a la referencia.

Figura 53

pruebas de control PID.

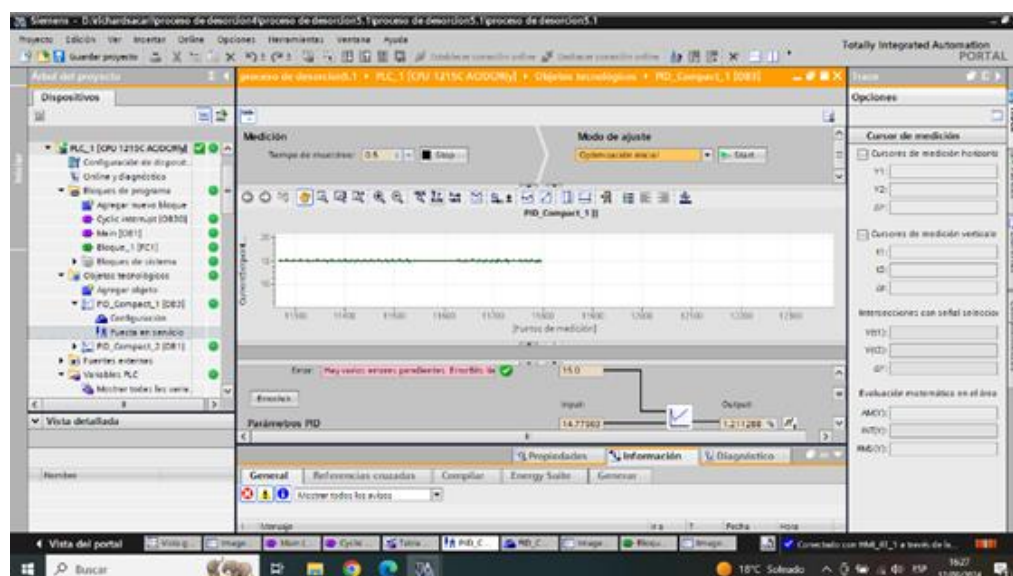


Nota: se realiza las pruebas de control PID en el sistema.

También se puede realizar la visualización en TIA PORTAL el comportamiento de las señales de control PID.

Figura 54

Simulación de control en TIA PORTAL.

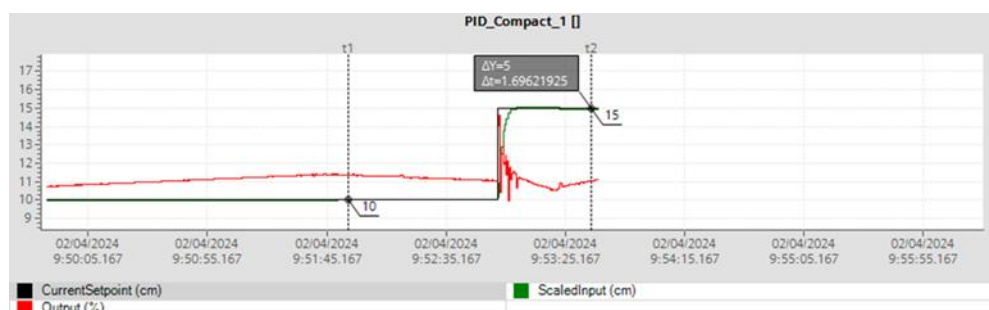


Nota: se realiza las pruebas de control PID en el sistema.

De manera que puede forzar el funcionamiento del controlador PID en el sistema, pero el sistema funcionaria independiente si la resistencia fuera generada por los minerales.

Figura 55

Grafica de control PID en TIA PORTAL.



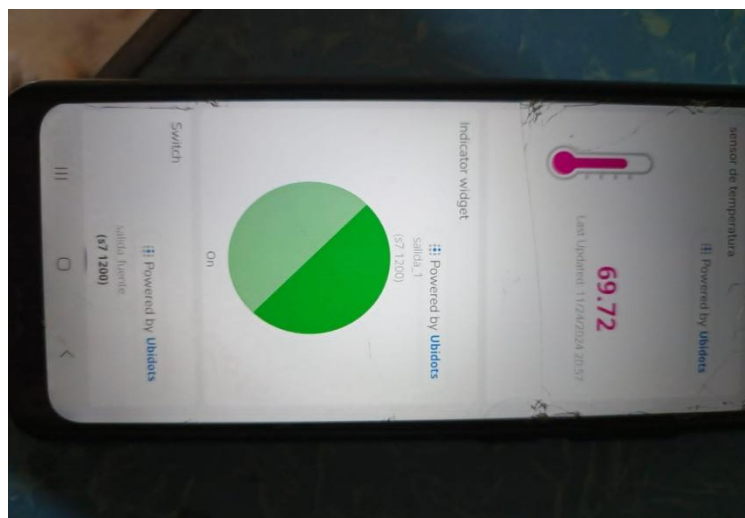
Nota: se realiza las pruebas de control PID en el sistema.

4. 1. 6 Pruebas de control remoto NODE- RED y UBIDOTS

Se realiza la programación de en Node- red, y ubidots en nodos como se muestra en la figura y luego en ubidots, y se realizara las pruebas de control y monitoreo.

Figura 56

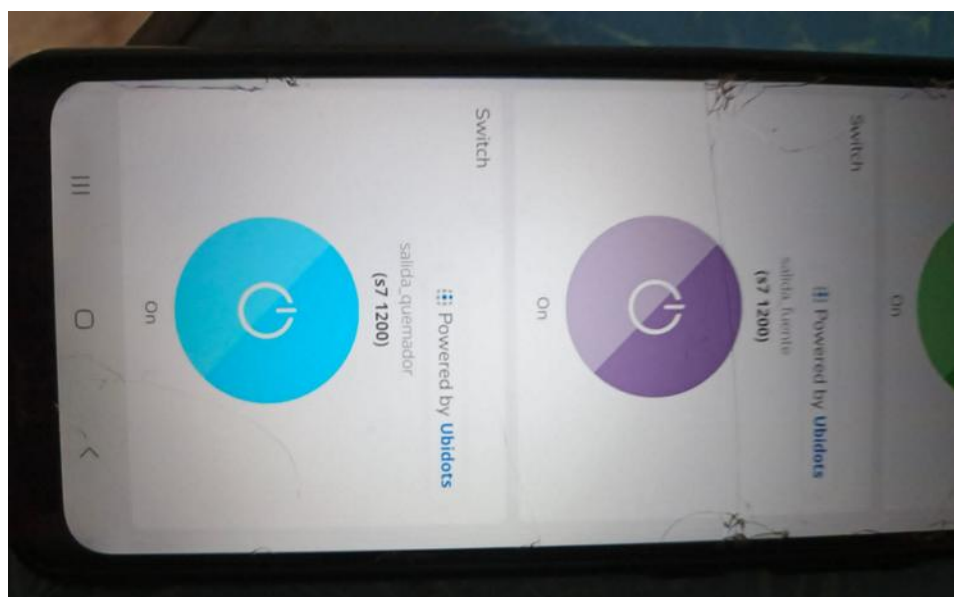
Configuración de Ubidots, salidas digitales y Analógicas.



Nota: se realiza las pruebas de control remota por celular.

Figura 57

Pruebas de entradas digitales y salidas.



Nota: se realiza las pruebas de control remota por celular.



CONCLUSIONES

PRIMERA. - Se ha desarrollado la plataforma ubidots y no de red para lograr la comunicación y control de parámetros digitales y analógicos.

SEGUNDA. - Se ha implementado sensores de corriente y de temperatura para controla y variar los actuadores según la necesidad del sistema.

TERCERA. - Se ha implementado el sistema SCADA en el software de LabVIEW comunidad, ya que está permitido con fines de estudio.

CUARTA. - Se ha realizado la interacción de control local y remoto para controlar y monitorear desde una distancia que se pueda acceder aun red de internet.



RECOMENDACIONES

En el estudio realizado para controlar una plataforma SCADA desde LabVIEW desde una red local, la red remota se podría explorar el uso de otros softwares que permitan implementar toda la funcionalidad de una plataforma SCADA. Esto incluiría no solo el monitoreo de datos analógicos y digitales, como el realizado en Node-RED y Ubidots, sino también el desarrollo de una estructura gráfica completa para una experiencia más visual e interactiva.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- carbotecnia. (13 de 11 de 2024). *carbotecnia*. Obtenido de carbotecnia:
<https://www.carbotecnia.info/asesoria-tecnica-para-la-correcta-aplicacion-de-carbon-activado-en-recuperacion-de-oro/>
- Carhuavilca Vela, A. M. (2021). *Diseño e implementación de un sistema de adquisición de datos para el registro de irradiancia, temperatura y cálculo de productividad energética de los sistemas fotovoltaicos conectados a red*. LIMA: PUCP.
- Chanamé Burga, W. Y. (2014). *Diseño de un sistema automatizado eficiente para el pintado de vehículos*. LIMA: UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN.
- Chiliguano Espín, M. E. (mayo de 2015). *Desarrollo de un sistema scada para el control de variables de temperatura y nivel de la plataforma de entrenamiento para el control de procesos continuos*. Obtenido de
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10164>
- data, P. (13 de 11 de 2024). *Pick data by circutor*. Obtenido de
<https://www.pickdata.net/es/noticias/mejor-software-iot-industrial-adquisicion-visualizacion-almacenamiento-emanager>
- garcia, j. s. (2015). *adquisicion de datos*. Obtenido de
<https://dewesoft.com/es/blog/que-es-adquisicion-de-datos>
- Packard, H. (13 de 11 de 2024). *Hewlett Packard*. Obtenido de
<https://www.hpe.com/lamerica/es/home.html>
- Sabando García, K. A. (2020). *Desarrollo de un sistema SCADA para la supervisión de un proceso industrial utilizando inteligencia artificial*. ecuador: universidad catoliza de santiago Guayaquil.



- Salazar Velarde, D. (2015). *Diseño e implementación de un sistema scada para monitoreo de flujo y temperatura del sistema de llenado aséptico de jugo de maracuyá en la agro industrial fruta de la pasión C*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10430>
- Santos Llave, D. J. (2014). *Diseño e implementación de un sistema de adquisición de datos ultrasónicos en un FPGA*. LIMA, PERU: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA .
- sypysa. (13 de 11 de 2024). *sypysa*. Obtenido de <https://sypysa.com/blog/guia-basica-sobre-calderas-industriales/>



ANEXOS

**Anexo1:
INSTRUMENTOS****INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA****Nombre del proyecto:**

Desarrollo y adquisición de datos de control y monitoreo del proceso de desorción de minerales en el entorno industria 4.0

Objetivo del instrumento:

Evaluar el desempeño, funcionalidad y confiabilidad del sistema automatizado implementado, mediante la observación directa de pruebas técnicas y encuestas a operadores.

Nº	Variable Técnica	Indicador de Evaluación	Resultado Esperado	¿Cumple? (✓/X)	Observaciones
1	Control de bomba con SCADA	Activación remota mediante variable analógica	Control preciso de velocidad		
2	Comunicación PLC-Variador	Señal analógica conectada correctamente	Variador responde sin error		
3	Secuencia del quemador a gas	Encendido, chispero, llama y ventilador	Operación segura y sin fallas		
4	Lectura de corriente y voltaje	Datos en SCADA vs. instrumento físico	Máximo $\pm 5\%$ de diferencia		
5	Funcionamiento del PID	Disminuye velocidad al superar corriente límite	Estabilidad en respuesta		
6	Control remoto vía Node-RED/Ubidots	Control funcional desde dispositivo móvil	Respuesta inmediata y segura		
7	Visualización en TIA Portal	Monitoreo de variables PID	Coincidencia con datos reales		
8	Interacción local y remota	Capacidad para cambiar entre modos de operación	Cambio fluido sin pérdida de datos		



ENCUESTA A USUARIOS (OPERADORES O INGENIEROS)

Instrucciones: Marque con una "X" la opción que más represente su experiencia con el sistema.

1. ¿Qué tan fácil fue operar el sistema SCADA?

☐ Muy difícil ☐ Difícil ☐ Regular ☐ Fácil ☐ Muy fácil

2. ¿El control remoto desde celular funcionó correctamente?

☐ Nunca ☐ A veces ☐ Regular ☐ Casi siempre ☐ Siempre

3. ¿Qué tan precisas fueron las lecturas de corriente y voltaje?

☐ Muy imprecisas ☐ Imprecisas ☐ Aceptables ☐ Precisas ☐ Muy precisas

4. ¿El sistema respondió adecuadamente a condiciones de sobre corriente mediante el PID?

☐ No ☐ Poco ☐ Parcialmente ☐ Adecuadamente ☐ Muy adecuadamente

5. ¿Cómo calificaría la estabilidad general del sistema?

☐ Muy inestable ☐ Inestable ☐ Regular ☐ Estable ☐ Muy estable

INGENIERO



Anexo 2: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO:

DATOS GENERALES:

Título: DESARROLLO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE CONTROL Y MONITOREO DEL PROCESO DE DESORCIÓN DE MINERALES EN EL ENTORNO INDUSTRIA 4.0

APELLIDOS Y NOMBRES:

INSTRUMENTO DE LA INVESTIGACIÓN: Hojas de Evaluación

AUTOR DE INSTRUMENTO: Bach. ARSENIO PABLO CASTILLO CHOQUE

indicador	Deficiente 0 a 5	Regular 6 a 10	Bueno 11 a 15	muy bueno 16 a 20
Claridad				
Objetividad				
Organización				
Suficiencia				
Consistencia				
Metodología				
Ingeniería				

Promedio:

Juliaca, 19 de junio del 2025

INGENIERO

Anexo3:**TRATAMIENTO DE DATOS**

El objetivo del tratamiento de datos es analizar e interpretar la información recolectada mediante los instrumentos de investigación aplicados (ficha técnica de observación y encuestas a usuarios), con el fin de evaluar el rendimiento y funcionalidad del sistema de control y supervisión desarrollado.

Resumen de tratamiento de datos:

Variable Evaluada	Promedio de Error (%)	Conclusión técnica
Lectura de voltaje	2.3%	Dentro del margen aceptable
Lectura de corriente	3.1%	Lectura confiable
Respuesta del PID (tiempo de ajuste)	4.8 seg	Tiempo aceptable
Control remoto (tiempo de respuesta)	1.2 seg	Operación rápida y efectiva

Ítem de Encuesta	Promedio (1–5)	Interpretación
Facilidad de uso del SCADA	4.6	Muy buena aceptación
Precisión percibida de sensores	4.4	Alta confianza en la lectura
Estabilidad del sistema	4.2	Considerado estable por los usuarios
Funcionamiento del control remoto	4.8	Altamente efectivo

ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓNAUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCVFormato digital ☒Fecha de entrega: 21/08/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: <u>ARSENIO PABLO CASTILLO CHOQUE</u>			
Dirección: <u>Jr 10 de noviembre 254</u>	DNI/Carné	de	Extranjería/Pasaporte N°:
	<u>44814051</u>		
Teléfono: <u>948 239 639</u>		email: <u>pablocastillochoque@gmail.com</u>	
Nombres y Apellidos: _____			
Dirección: _____			
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____			
Teléfono: _____		email: _____	
Facultad y/o Escuela de Posgrado: <u>INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS</u>			
Escuela Profesional o Mención: <u>INGENIERÍA MECATRÓNICA</u>			
Título o Grado Académico a optar: <u>INGENIERO MECATRÓNICO</u>			
Asesor: <u>Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI</u>			
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:			
Trabajo de Investigación	☐	Tesis	☒
Trabajo de Suficiencia Profesional	☐	Trabajo Académico	☐
Título: <u>DESARROLLO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE CONTROL Y MONITOREO DEL PROCESO DE DESORCIÓN DE MINERALES EN EL ENTORNO INDUSTRIA 4.0</u>			
Palabras claves, (3 a 5 términos): <u>Control remoto, adquisición de datos, implementación, PLC s7 1200 CPU 1214, Sensores, Automatización de procesos.</u>			
¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2} ?			
<u>1</u>			
¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.			
² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.			



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Titulo ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- ☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- ☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- ☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- ☒ Sí autorizo
- ☐ No autorizo

**Jurisdicción de su Licencia**

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

☒ Internacional

☐ Nacional

Línea de investigación: **Tecnología de la Instrumentación – P21**

Firma de Autor



huella digital

21 de agosto del 2025

Fecha