



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



**ELABORACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL
CONTROL Y MONITOREO DEL CONSUMO DE AGUA
POTABLE MEDIANTE UN SERVIDOR WEB**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. VICTOR RONALD MACHACA LIMAHUAY

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRÓNICO Y DE TELECOMUNICACIONES**

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

**ELABORACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL
CONTROL Y MONITOREO DEL CONSUMO DE AGUA
POTABLE MEDIANTE UN SERVIDOR WEB**


TESIS PRESENTADA POR:

Bach. VICTOR RONALD MACHACA LIMAHUAY


PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:


INGENIERO ELECTRÓNICO Y DE TELECOMUNICACIONES

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE : 
M. Sc. ABELARDO LEON MIRANDA

PRIMER MIEMBRO : 
Ing. CARLOS ALEJANDRO CÁCERES VARGAS

SEGUNDO MIEMBRO : 
Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

ASESOR DE TESIS : 
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES – P19



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 183-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 02 de abril del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 1459 presentado por el (la) Bachiller: **VICTOR RONALD MACHACA LIMAHUAY** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones 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. **VICTOR RONALD MACHACA LIMAHUAY**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ELEBORACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE MEDIANTE UN SERVIDOR WEB**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES** para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico y de Telecomunicaciones.

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** : M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA
- * **1er Miembro** : Ing. CARLOS ALEJANDRO CÁCERES VARGAS
- * **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, Mgtr. **SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**.

ARTICULO TERCERO . – APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **VICTOR RONALD MACHACA LIMAHUAY**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ELEBORACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE MEDIANTE UN SERVIDOR WEB** para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico y de Telecomunicaciones. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Viernes 11 de abril del 2025
- * **HORA** : 10:00 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 Electrónica y Telecomunicaciones quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Mgtr. **WALTER J. LIZARRAGA ARMAZA**
DECANO (e)
CIP. 70808



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1584-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 25 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 16942 por el señor (a): **VICTOR RONALD MACHACA LIMAHUAY** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1406 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 004- 2024 del integrante del comité de investigación **EPIET** 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): **VICTOR RONALD MACHACA LIMAHUAY**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ELEBORACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE MEDIANTE UN SERVIDOR WEB**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Electronico** y de **Telecomunicaciones**.

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 Electronica y Telecomunicaciones** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 004- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ELEBORACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE MEDIANTE UN SERVIDOR WEB**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES**.

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): **VICTOR RONALD MACHACA LIMAHUAY**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Electronico** y de **Telecomunicaciones**, con el Tema Titulado: **ELEBORACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE MEDIANTE UN SERVIDOR WEB** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**.

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 Electronica y Telecomunicaciones** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. **MILTHON QUISPE HUANCA**
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. **Eirain Paredón Sosa**
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1052-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 17 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 11127, presentado el señor (a) **VICTOR RONALD MACHACA LIMAHUAY** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO – N° 916-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 006 -2024 del integrante del comité de investigación EPIET 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): **VICTOR RONALD MACHACA LIMAHUAY** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **ELEBORACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE MEDIANTE UN SERVIDOR WEB**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Electronico y de Telecomunicaciones**.

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 Electronica y Telecomunicaciones** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 006 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **ELEBORACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE MEDIANTE UN SERVIDOR WEB**.

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): **VICTOR RONALD MACHACA LIMAHUAY**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Electronico y de Telecomunicaciones, con el Tema Titulado: **ELEBORACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE MEDIANTE UN SERVIDOR WEB** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES**.

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 **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**.

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 Electronica y Telecomunicaciones** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. Efraín Parillo Bosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



ELABORACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE MEDIANTE UN SERVIDOR WEB

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

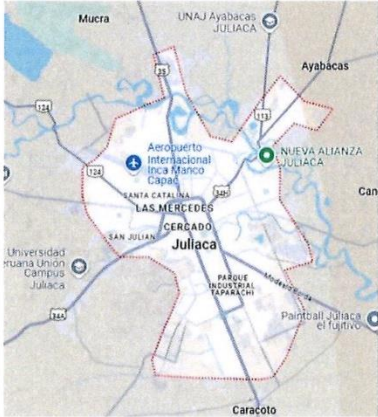
1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	8%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.ulasalle.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE Trabajo del estudiante	<1%
8	proyectosconarduino.com Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.espe.edu.ec Fuente de Internet	<1%
10	repository.javeriana.edu.co Fuente de Internet	<1%
11	repositorio.ujcm.edu.pe	



METADATOS COMPLEMENTARIOS

TÍTULO DE LA TESIS	
ELABORACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE MEDIANTE UN SERVIDOR WEB	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	VICTOR RONALD MACHACA LIMAHUAY
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	45052743
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-6994-1847
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02383061
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0008-8660-8733
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	ABELARDO LEON MIRANDA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40198643
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	29591476
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 las telecomunicaciones – P19
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	Ubicación País: Perú Región: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Coordenadas: Longitud: -15.5017248 Latitud: -70.1241917 URL maps https://maps.app.goo.gl/7rQGwDCNrXfp34Bi7
	
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2024 – Abril 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Telecomunicaciones https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.05 Sistemas de automatización, Sistemas de control https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.03



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

Dr. Fritz Willy Mamani Andza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo VICTOR RONALD MACHACA LIMAHUAY, identificado con DNI Nro. 45052743, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
- Programa de Segunda Especialidad,**
- Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

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

ELABORACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE MEDIANTE UN SERVIDOR WEB

Asesorado por: Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

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 29 de Mayo del 2025

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mi madre que a sabido formarme con buenos hábitos, sentimientos y valores lo cual me ayudó a seguir adelante en los momentos más difíciles

También dedicó a mi querida hija, quien a sido mi mayor motivación para nunca rendirme y seguir adelante y nunca rendirme y ser un ejemplo para ella



AGRADECIMIENTO

El principal agradecimiento a Dios quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios

Y a todas las personas que de una y otra forma me apoyaron en la realización de este trabajo



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema	1
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1. Problema principal.....	4
1.2.2. Problemas secundarios.....	4
1.3. Justificación	5
1.4. Objetivos de la investigación	7
1.4.1. Objetivo general	7
1.4.2. Objetivos específicos	7
1.5. Importancia	7
1.6. Limitaciones.....	8
1.7. Variables.....	8



CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes 9

 2.1.1. Internacionales 9

 2.1.2. Nacionales 11

2.2. Estado del arte 13

 2.2.1. Sistema electrónico de control y monitoreo del consumo de agua potable 13

 2.2.2. Servidor Web 16

2.3. Bases teóricas 18

 2.3.1. Sistema electrónico 18

 2.3.2. Monitoreo del consumo de agua 18

 2.3.3. Control de flujo de agua 19

 2.3.4. Servidor Web 19

 2.3.5. Microcontrolador ESP32 19

 2.3.6. Sensores de Flujo de Agua 19

 2.3.7. Electroválvula 19

 2.3.8. Internet de las Cosas (IoT) 20

 2.3.9. Interfaz de Usuario 20

 2.3.10. Automatización del Control de Agua 20



CAPITULO III

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

3.1. Métodos de investigación 21

 3.1.1. Enfoque de la investigación 21

 3.1.2. Nivel de la investigación..... 21

 3.1.3. Tipo de la investigación..... 21

 3.1.4. Diseño de la investigación..... 22

3.2. Modalidad y estudio de casos..... 22

 3.2.1. Metodología de la investigación 22

 3.2.2. Población y muestra..... 22

3.3. Métodos y técnicas de recogida de información 23

 3.3.1. Técnicas..... 23

 3.3.2. Instrumentos, recolección de datos..... 23

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de datos..... 24

 4.1.1. Configuración de la Fase de envío y recepción de datos por WIFI . 26

 4.1.2. Configuración de la Fase de visualización y control con pantalla TFT 29

 4.1.3. Fase de Relevadores y control de válvulas solenoides..... 32

 4.1.4. Fase de censado de nivel de agua 34

 4.1.5. Fase de reducción de voltaje (StepDown)..... 36



4.1.6. Servidor Web – SCADA	37
4.2. Diseminación de los hallazgos.....	43
4.2.1. Elaboración del sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua	43
4.2.2. Programa del sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua	50
4.2.2.1. Elaboración del Servidor Web – SCADA.....	52
4.2.2.2. Base de datos	54
4.2.2.3. Recepción de datos y guardado – esp-post.php	55
CONCLUSIONES.....	61
RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXOS	66



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sensor de flujo de agua 1/2" YF-S201 14

Figura 2 Válvula solenoide 1/2" 12VDC (NC) 14

Figura 3 Controlador ESP32 DevKit v1.0 15

Figura 4 Controlador ESP32 DevKit v1.0 17

Figura 5 Lenguajes de programación 18

Figura 6 Pictografía esquemático general del Sistema electrónico de control y monitoreo de consumo de agua 25

Figura 7 Pictografía esquemático del Esp32 DevKit v1.0 26

Figura 8 Pictografía esquemático USB a TTL con CH340 26

Figura 9 Pictografía esquemático del control de voltaje de 5V a 3V3..... 27

Figura 10 Puesta en marcha del Esp32 Pico D4 27

Figura 11 Software para compartir información a través de WIFI utilizando el ESP32. 27

Figura 12 Una forma de enviar información usando WIFI con el gadget ESP32. 28

Figura 13 Pictografía de bloques del envío y recepción de datos por WIFI del ESP32 28

Figura 14 Pictografía esquemático de la pantalla TFT y SD Card 29

Figura 15 Encender la pantalla y la tarjeta de memoria. 29

Figura 16 Programa para pantalla de 4 pulgadas con TFT. 30

Figura 17 Crear un programa para su tarjeta SD 31

Figura 18 Pictografía de bloques de la visualización de la pantalla TFT 31

Figura 19 Pictografía esquemático de los relevadores 32

Figura 20 Configuración de la caja de interruptores de cuatro vías..... 32

Figura 21 Programa de los tres relevadores..... 33



Figura 22	Pictografía de bloques de la configuración de los relevadores.....	33
Figura 23	Pictografía esquemático del circuito del sensor de flujo de agua FS300A.....	35
Figura 24	El sensor de flujo de agua FS300A	35
Figura 25	Programa para el sensor de flujo de agua FS300A de ½”	35
Figura 26	Guía ilustrada para la configuración del sensor de flujo de agua FS300A.....	36
Figura 27	Pictografía esquemático del circuito de reducción de voltaje (StepDown)	36
Figura 28	Iniciando el proceso que reduce la electricidad (StepDown)	37
Figura 29	Pictografía que muestra partes de un servidor web.	37
Figura 30	Base de datos y tablas en phpMyAdmin	38
Figura 31	Estructura de la tabla “data”	38
Figura 32	Un método para capturar y almacenar en la base de datos.	39
Figura 33	Pantalla principal – Servidor Web / SCADA	39
Figura 34	Gráficos – SCADA.....	40
Figura 35	Sub rutina de creación de gráficos – SCADA.....	40
Figura 36	INPUTS– SCADA.....	41
Figura 37	Indicadores de estado – SCADA.....	42
Figura 38	Sub rutina de creación de INDICADORES – SCADA.....	42
Figura 39	Maqueta del sistema electrónico para gestionar la cantidad de agua que utilizamos	43
Figura 40	Primer prototipo del sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua.....	44
Figura 41	Segundo prototipo del sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua.....	45
Figura 42	Tercer prototipo del sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua.....	46



Figura 43. Tercer prototipo del sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua.....	47
Figura 44 Case fabricado por Impresión 3D – Creality CR10.....	48
Figura 45 Pictografía de configuración del Tablero de monitoreo y control.....	49
Figura 46 Programa principal del sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua	50
Figura 47 Programa principal del sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua	51
Figura 48 Servidor Web – SCADA – Control y monitoreo del consumo de agua	52
Figura 49 Servidor Web – SCADA – Control y monitoreo del consumo de agua	53
Figura 50 Data almacenada en la BBDD de la tabla “data”	54
Figura 51 Sub rutina de captura y guardado en la BBDD.....	55
Figura 52 Pantalla principal – SCADA - funcionamiento	56
Figura 53 Gráficos – SCADA – funcionamiento.....	57
Figura 54 Subrutina de actualización de gráficos – SCADA.....	57
Figura 55 Subrutina de actualización de INPUTS – SCADA	58
Figura 56 Subrutina de actualización de INDICADORES – SCADA	59
Figura 57 Pictografía de configuración del Servidor Web.....	59
Figura 58 Consumo de Potencia en estado de Reposo	68
Figura 59 Consumo de Potencia en estado de Funcionamiento	68



RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito principal el desarrollo de un sistema electrónico destinado al control y monitoreo del consumo de agua potable, utilizando para ello un servidor web. Como parte del proceso, se implementó una máquina de simulación que permitió validar la operatividad del sistema propuesto.

La metodología aplicada se enmarcó dentro del tipo de investigación tecnológica, con un nivel aplicativo, diseño experimental y enfoque cuantitativo. La población objeto del estudio estuvo conformada por sistemas electrónicos orientados al control y monitoreo, mientras que la muestra se centró específicamente en aquellos diseñados para la gestión del consumo de agua potable a través de una plataforma web.

El sistema fue construido utilizando componentes electrónicos como el microcontrolador ESP32 DevKit v1.0, módulos de relevadores de dos canales, un regulador Step-Down LM2596, una pantalla TFT de 4 pulgadas, sensores de flujo de agua modelo FS300A y válvulas solenoides. El servidor web tiene la capacidad de recibir datos en tiempo real, almacenarlos en una base de datos y posteriormente representarlos mediante una interfaz que incluye dos campos de entrada (INPUTs) y gráficos lineales. También se incorporaron botones de control ON/OFF para las válvulas solenoides, así como indicadores que reflejan su estado operativo. Entre los principales resultados obtenidos destaca la Puesta en marcha de un servidor web basado en arquitectura SCADA, el cual permitió desarrollar una interfaz gráfica interactiva capaz de mostrar los datos captados por dos sensores de flujo de agua. Asimismo, se habilitó el control remoto del encendido y apagado de válvulas solenoides directamente desde la plataforma, integrando además indicadores visuales para representar el estado de las cargas conectadas.

Palabras clave: Servidor web, controlar y monitorear, agua.



ABSTRACT

The main purpose of this research work was the development of an electronic system for the control and monitoring of drinking water consumption, using a web server. As part of the process, a simulation machine was implemented to validate the operability of the proposed system.

The methodology applied was framed within the type of technological research, with an applicative level, experimental design and quantitative approach. The study population consisted of electronic systems oriented to control and monitoring, while the sample was specifically focused on those designed for the management of drinking water consumption through a web platform.

The system was built using electronic components such as the ESP32 DevKit v1.0 microcontroller, two-channel relay modules, an LM2596 Step-Down regulator, a 4-inch TFT display, model FS300A water flow sensors and solenoid valves. The web server has the capability to receive real-time data, store it in a database, and then represent it through an interface that includes two input fields (INPUTs) and line graphs. ON/OFF control buttons for the solenoid valves were also incorporated, as well as indicators that reflect their operating status. Among the main results obtained was the implementation of a web server based on SCADA architecture, which allowed the development of an interactive graphic interface capable of displaying the data captured by two water flow sensors. Also, remote control of the solenoid valves on and off was enabled directly from the platform, integrating also visual indicators to represent the status of the connected loads.

Keywords: Web server, control and monitoring, water.



INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el aumento progresivo en la demanda de agua potable, acompañado por el acelerado crecimiento urbano, ha evidenciado la urgencia de incorporar tecnologías innovadoras que favorezcan una gestión más racional y eficiente de este recurso esencial. La disponibilidad de agua ya es un problema mundial, en particular en ciudades, cuencas suburbanas y regiones pericuencales, donde las tuberías presentan fugas, consumos no autorizados y no se implementa una supervisión adecuada en tiempo real. Es en estos casos donde el desarrollo y el uso de herramientas tecnológicas cobran una importancia crucial para la gestión adecuada de los recursos hídricos, su uso sostenible y su persistencia ante el aumento de la escasez de agua.

La madurez de la tecnología electrónica y la comunicación a larga distancia han permitido la monitorización en tiempo real y el control automático de procesos. En concreto, los sistemas SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) han demostrado su eficacia en la inspección de procesos a distancia y se han utilizado ampliamente en sistemas de gestión de recursos hídricos. La incorporación de servidores web en estos sistemas ha mejorado su eficacia, ya que permite la monitorización y el control remoto de recursos mediante interfaces gráficas en cualquier terminal con conexión a internet, lo que facilita la toma de decisiones más eficientes sobre la marcha.

Este estudio tiene como objetivo desarrollar un sistema eléctrico para la monitorización y el control del agua potable mediante un servidor web. Está diseñado para ofrecer una forma asequible e intuitiva de medir y controlar el caudal de agua en el hogar o la empresa. La arquitectura del sistema se basa en ESP32 DevKit v1. 0, conocido por su conectividad Wi-Fi integrada y su compatibilidad con aplicaciones del



Internet de las Cosas (IoT), con la capacidad de recopilar y transmitir datos a la plataforma web en tiempo real. Además, incluye sensores de flujo de agua y válvulas solenoides, que se controlan mediante una interfaz gráfica de usuario implementada con tecnologías web como HTML, CSS, JavaScript y PHP.

El dispositivo se ensambla alrededor de una placa electrónica que alberga otros componentes, como el regulador de voltaje reductor LM2596, relés de doble canal para la activación de válvulas y una pantalla TFT de 4 pulgadas que muestra localmente la información capturada. Para comprobar la operatividad de la implementación, se construyó un modelo de simulación que emula un entorno físico, compuesto por un tanque de agua y dos boquillas de descarga, donde se colocaron los sensores y las válvulas para realizar pruebas funcionales.

Un servidor web es un componente esencial del sistema SCADA. No solo recopila y registra datos en una base de datos, sino que también los representa gráficamente en gráficos lineales que visualizan los valores de caudal en tiempo real. Además, botones interactivos controlan el estado de las electroválvulas y se proporciona información visual sobre su estado, lo que resulta en una experiencia de usuario intuitiva y eficiente.

Esta propuesta no solo busca organizar el consumo, sino también minimizar las pérdidas mediante la racionalización del uso. La posibilidad de detectar fugas y prácticas de consumo anormales también aumenta gracias a la monitorización continua y al acceso remoto a la información, con el fin de tomar medidas preventivas ante eventualidades graves. Esta característica es especialmente importante en el contexto actual de recursos limitados de agua potable, donde un uso más eficiente de los recursos debe ser una tarea conjunta de usuarios y gestores de recursos.



Resumen: En resumen, este proyecto demuestra cómo podemos utilizar la tecnología inteligente para monitorizar y gestionar el agua potable. Funciona en hogares y en grandes instalaciones como una fábrica. Y todo esto en un hogar que nos acerca a un uso más inteligente y responsable del agua, y a medidas más activas para contribuir a su preservación y uso sostenible para las generaciones futuras.



CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema

Problemática global y local en el acceso al agua potable

Un gran desafío hoy en día es proporcionar agua potable a todos en el mundo. Según las Naciones Unidas, más de 2 mil millones de personas carecen de acceso a agua potable, lo que genera problemas de salud, desigualdad social y estancamiento económico. Esta problemática se intensifica con la aceleración del cambio climático, el crecimiento demográfico, la urbanización desordenada y las deficiencias en infraestructura hídrica.

Uno de los aspectos más críticos en la gestión del agua es el elevado nivel de desperdicio e ineficiencia en su uso. Se estima que alrededor del 30% del agua potable que circula en redes urbanas se pierde debido a fugas, conexiones no autorizadas y la carencia de sistemas tecnológicos adecuados para su control. Estas pérdidas no solo implican un alto costo económico, sino que también comprometen la sostenibilidad del recurso hídrico, especialmente en regiones con escasez crítica.



Incluso en países desarrollados, donde el acceso es más amplio, los sistemas de distribución presentan deficiencias. Muchas infraestructuras son obsoletas y no incorporan tecnologías de monitoreo en tiempo real, lo que limita la capacidad para detectar y resolver fallas como fugas o cambios abruptos en la demanda. Esta falta de innovación tecnológica reduce la eficiencia operativa y eleva el riesgo de racionamiento.

En los países en desarrollo, la situación empeora porque no se destina suficiente dinero a la construcción de nuevas instalaciones ni a la supervisión de la tecnología. En muchas zonas rurales, el agua que bebe la gente no está limpia. Esto es muy peligroso para la salud. El agua sucia causa muchas enfermedades y es una de las principales razones por las que, lamentablemente, tantos niños no sobreviven.

Frente a este escenario, la incorporación de sistemas electrónicos basados en tecnologías del Internet de las Cosas (IoT) se perfila como una solución eficaz. El uso de cosas como el ESP32, sensores de flujo y válvulas solenoides nos ayuda a observar el uso del agua en vivo, detectar fugas de forma temprana y controlar el flujo de agua desde lejos mediante sitios web. Estas innovaciones facilitan una gestión más eficiente y sostenible del recurso, especialmente cuando se integran en infraestructuras ya existentes.

Situación en el Perú

En el contexto peruano, la gestión del agua potable se ve afectada por factores geográficos, climáticos y socioeconómicos. Aunque el país cuenta con abundantes recursos hídricos en determinadas regiones, la distribución es marcadamente desigual. Aproximadamente el 97% del agua disponible se concentra en la región amazónica, habitada por solo el 30% de la población. En



contraste, el 70% de los peruanos reside en la costa, donde solo se encuentra el 3% del agua, lo que genera una escasez estructural, particularmente en grandes ciudades como Lima.

La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) señala que alrededor del 40% del agua potable que se distribuye en zonas urbanas se pierde por fugas, conexiones ilegales y el deterioro de las redes de distribución. Estas pérdidas impactan tanto en la disponibilidad como en la sostenibilidad financiera de los sistemas de abastecimiento.

El crecimiento urbano sin planificación ha sobrecargado las infraestructuras, que no están diseñadas para responder a la demanda creciente. Además, la falta de tecnologías modernas para la detección y control de fugas ha llevado a situaciones donde el suministro es irregular y el agua se raciona, especialmente en épocas secas.

Caso de Estudio: Ciudad de Juliaca

Juliaca, una ciudad andina al sur de Perú, a más de 3800 metros sobre el nivel del mar, enfrenta desafíos únicos relacionados con el clima, el terreno y el crecimiento. El agua es escasa debido a la baja recarga de los acuíferos y la estacionalidad de las lluvias, lo que significa que la demanda de agua supera la oferta.

Uno de los problemas más graves es la deficiencia del suministro de agua potable, un sistema antiguo y dañado que, además, presenta un alto nivel de pérdidas por fugas. El crecimiento urbano no planificado de la ciudad, donde las viviendas están dispersas y no están conectadas a la red, también dificulta la prestación efectiva del servicio. El robo y el mantenimiento deficiente contribuyen al uso improductivo del recurso.



Además, la calidad del agua representa una amenaza para la salud pública. Sistemas de alcantarillado insuficientes. La gestión deficiente de los residuos sólidos ha contaminado innumerables fuentes de agua, dejando en mayor riesgo a los más pobres, que dependen de fuentes de agua alternativas, como cisternas o la lluvia.

En este contexto, utilizar un sistema digital para gestionar y controlar la cantidad de agua potable que utilizamos es una opción inteligente y práctica. El uso de tecnologías como ESP32, junto con sensores de flujo y electroválvulas, permitiría implementar un sistema capaz de monitorear en tiempo real el consumo doméstico, detectar anomalías como fugas o sobreuso, y controlar de forma remota la distribución. Estos sistemas pueden mejorar el uso del agua, reducir el desperdicio y realmente ayudar a que todos en Juliaca tengan acceso justo al agua potable.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. *Problema principal*

¿De qué manera elaborar un sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua potable mediante un servidor web?

1.2.2. *Problemas secundarios*

1. ¿Cuáles son los dispositivos electrónicos para el sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua potable?
2. ¿Cuáles el diseño para el sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua potable?
3. ¿De qué manera realizar el servidor web para el control y monitoreo del consumo de agua potable?



1.3. Justificación

Hoy en día, nos enfrentamos a un gran problema: no tenemos suficiente agua potable y necesitamos usarla con prudencia. Existe una solución tecnológica genial para ayudarnos con esto. Se trata de un sistema que monitorea nuestra cantidad de agua y ayuda a controlarla. Esto es fundamental ahora que el clima está cambiando, cada vez más personas viven en el planeta y nos mudamos a las ciudades. Todo esto agrava aún más nuestros problemas de agua. Particularmente, en zonas como Juliaca, ubicada en el departamento de Puno, esta situación se ve agravada por condiciones geográficas adversas y una infraestructura hídrica limitada.

La ineficiencia en la gestión y distribución del agua potable en estas regiones genera serios impactos sociales, económicos y sanitarios. A ello se suma la carencia de tecnologías de monitoreo en tiempo real en las redes de distribución, lo que conlleva pérdidas de hasta un 40% del recurso hídrico en determinadas zonas. Este nivel de desperdicio compromete tanto la sostenibilidad ambiental como la estabilidad financiera de las entidades encargadas del servicio. Además, gran parte de la población no cuenta con herramientas que le permitan conocer su consumo en tiempo real, lo cual dificulta la adopción de hábitos de uso racional y consciente del agua.

En este sentido, el presente proyecto tiene como finalidad desarrollar un sistema que facilite a los usuarios finales supervisar y gestionar de manera eficiente el uso del agua potable en sus viviendas o instalaciones, a través de una plataforma web interactiva. Esta solución tecnológica busca reducir el desperdicio hídrico, detectar fugas o consumos anómalos y, en general, fomentar un consumo más inteligente del recurso. Asimismo, se espera que el sistema proporcione datos útiles



y en tiempo real a las entidades proveedoras, permitiendo una gestión más eficaz de la infraestructura hídrica y una rápida respuesta ante fallas o pérdidas.

Este proyecto no pretende resolver un problema aislado, sino crear una experiencia local que pueda replicarse en el futuro, con el marco cultural necesario para la conservación del agua. Al disponer de información y poder monitorear el caudal de agua a distancia, los usuarios pueden ajustar su comportamiento y ahorrar dinero, además de proteger el medio ambiente. Esta herramienta ayudará a las entidades gestoras a tomar decisiones inteligentes basadas en datos.

La puesta en marcha del sistema se realizará por etapas. Inicialmente, se seleccionarán e integrarán los componentes electrónicos principales, que consistirán en sensores de caudal, válvulas solenoides y el microcontrolador ESP32. Estos serán los componentes básicos del sistema para registrar datos y controlar el agua automáticamente. Posteriormente, se creará una interfaz web intuitiva que pueda utilizarse mediante tecnologías como HTML, CSS y JavaScript, y scripts de backend, para que exista una interfaz entre el hardware y la base de datos que se encargará del almacenamiento y análisis de los datos recopilados.

Un aspecto esencial del proyecto consistirá en el desarrollo de un modelo educativo que reproduzca un entorno doméstico con tres sensores de caudal y tres válvulas solenoides. Este modelo facilitará la validación del sistema y permitirá realizar modificaciones antes de su construcción. Además, servirá como apoyo educativo para demostrar la viabilidad y rentabilidad de la propuesta.

Por último, se probará exhaustivamente el sistema para confirmar su corrección, fiabilidad y rendimiento. Tras la evaluación, se informarán los resultados obtenidos, lo que servirá de referencia para demostrar el potencial de escalabilidad



de esta solución tecnológica en otros contextos con problemas similares de gestión del agua. Esta herramienta se incorporará a una red inteligente para la gestión sostenible del agua potable, mejorando así la salud social y el medio ambiente.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Elaborar un sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua potable mediante un servidor web.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Determinar los dispositivos electrónicos para el sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua potable.
2. Determinar el diseño para el sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua potable.
3. Realizar el servidor web para el control y monitoreo del consumo de agua potable.

1.5. Importancia

La creación de maquetas y simulaciones con estos componentes no solo facilita el diseño y la prueba de estos sistemas en entornos controlados, sino que también ofrece una herramienta educativa valiosa para formar a ingenieros y técnicos en la Puesta en marcha y mantenimiento de estas tecnologías. En última instancia, la difusión de este tipo de soluciones tecnológicas puede desempeñar un papel crucial en la lucha contra la crisis del agua potable a nivel global.

1.6. Limitaciones

Para la verificación del funcionamiento del código de programación se realizó una maqueta de simulación donde se pretende verificar error.

El sistema está a nivel de prototipo es por ello que es posible encontrar fallas o errores en el funcionamiento.

1.7. Variables

VARIABLES DE ESTUDIO	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de Medición
Independiente: Sistema electrónico de control y monitoreo del consumo de agua potable	El sistema incluye un medidor de flujo de caudal diseñado para supervisar el consumo de agua en la toma principal de una vivienda. Los datos son capturados, registrados y analizados por un sistema de control que procesa la información y la transmite a través de Bluetooth® hacia una aplicación móvil o un servidor web.	Se realizará una maqueta de simulación donde se verificará todos los valores.	Sensores	Sensor de flujo de agua 1/2" YF-S201	Razón
			Actuador	Válvula solenoide	
			Controlador	ESP32	
			Display	TFT 4"	
Dependiente: Servidor Web	Un servidor web, también conocido como servidor HTTP, es un software que ejecuta aplicaciones en el lado del servidor, permitiendo conexiones con el cliente de manera bidireccional o unidireccional, así como de forma síncrona o asíncrona, generando y enviando respuestas en diversos lenguajes o aplicaciones del lado del cliente.	Mediante XAMPP y programación en HTML, PHP, JS y CSS se realizará una interfaz.	Energía	Fuente Switching 12V	Razón
			BBDD	Phpmyadmin	
			Servidor Web	HTML CSS PHP JS	



CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

En la tesis de grado de (Maraza, 2021) Nuestro objetivo era crear un medidor de agua inteligente con tecnología IoT. Esto permite a las personas verificar y controlar fácilmente su consumo de agua. El sistema propuesto integra una interfaz de usuario desarrollada sobre la plataforma Blynk.cc, la cual es compatible con dispositivos móviles que operan bajo sistemas Android e iOS, facilitando el acceso remoto al monitoreo. Para el núcleo del sistema se utilizó el microcontrolador ESP32, una plataforma de código abierto que, si bien comparte similitudes con Arduino en términos de programación, ofrece capacidades superiores al incluir conectividad WiFi y soporte para comunicación BLE (Bluetooth Low Energy). El desarrollo del firmware se realizó mediante el entorno PlatformIO, utilizando un lenguaje de programación estructurado basado en C y Processing. Agregamos sensores YF-S201 a nuestra configuración para verificar con precisión el caudal de agua. Además, instalamos sensores FZ0430 para controlar el nivel de electricidad, lo cual es fundamental para garantizar un funcionamiento correcto y fiable.



En el trabajo de (Useche, 2023) El propósito central del trabajo consistió en la creación de un sistema destinado al monitoreo del consumo de agua en litros dentro de espacios residenciales, utilizando tecnologías basadas en el Internet de las Cosas (IoT) y redes LoRaWAN. La iniciativa contempló tanto el diseño como la puesta en marcha de un prototipo de medidor inteligente, ajustado a los lineamientos establecidos por la norma Icontec NTC-ISO 4064-1, e incorporando dispositivos comerciales como nodos y un Gateway. El sistema desarrollado permite llevar a cabo un seguimiento del uso de agua en viviendas mediante conectividad LoRaWAN, y se complementa con una interfaz web que ofrece al usuario información visual sobre el consumo, la condición operativa de los nodos, el nivel de carga de batería y otros datos relevantes. Los ensayos efectuados validaron la precisión del sistema, con un margen de error relativo promedio por debajo del 2 %. Además, durante las pruebas en entornos tanto interiores como exteriores, utilizando una sola unidad Gateway, las gráficas de potencia recibida evidenciaron variaciones propias de fenómenos de desvanecimiento a corta distancia.

En el trabajo de (Cunalata, 2020) El propósito de este proyecto fue diseñar un sistema electrónico destinado al monitoreo del consumo de agua en la localidad de San Vicente de Picaihua, ubicada en el cantón Ambato. La solución permite al usuario acceder remotamente a la información sobre su consumo hídrico y recibir alertas relacionadas con el uso durante determinados periodos, lo cual contribuye a evitar demoras en el pago de la factura. Esta configuración utiliza un sensor de flujo para registrar la cantidad de agua del grifo que consumimos a diario. Analiza la primera lectura del día para determinar el consumo. Una computadora económica recopila estos datos y controla una válvula que regula el agua que entra en la casa.



Asimismo, se incluye un punto de acceso que opera mediante el protocolo de comunicación bidireccional MQTT (Message Queue Telemetry Transport), permitiendo el intercambio de información. Los datos recogidos son almacenados y administrados en un servidor, que los presenta a través de una página web donde se visualiza el consumo total, la fecha y hora de la lectura, el nombre del usuario y el número del medidor. El sistema desarrollado responde a las deficiencias de los métodos convencionales de medición, los cuales dependen de lecturas manuales realizadas en intervalos mensuales. En cambio, el prototipo ofrece una supervisión continua y precisa en tiempo real.

2.1.2. Nacionales

En el trabajo de (Paredes, 2021) El objetivo central consistió en la Puesta en marcha de un sistema SCADA destinado a automatizar el llenado de reservorios utilizados para la distribución de agua potable en la ciudad de Lambayeque. Este sistema permite gestionar de manera eficiente dicho proceso, evitando el desborde de los depósitos. La solución fue desarrollada siguiendo los principios metodológicos del sistema SCADA y apoyándose en un prototipo funcional, cuya operatividad fue validada conforme a los estándares ISO 9001 y 14001, así como mediante la evaluación de los propios usuarios. Los resultados obtenidos reflejan una lectura precisa de los datos proporcionados por los sensores integrados en el prototipo, además de un control eficaz de los dispositivos desde la aplicación. En síntesis, la Puesta en marcha demuestra el valor de las tecnologías electrónicas modernas aplicadas a la automatización de procesos, ya que disminuyen la carga operativa y eliminan errores propios de la gestión manual, que frecuentemente produce resultados inexactos.



En el trabajo de (Bamonde & Pulache, 2021) El propósito principal fue desarrollar una solución tecnológica sustentada en el Internet de las Cosas (IoT) para administrar el consumo de agua en instalaciones domésticas de gasfitería. Los resultados obtenidos reflejan que el sistema de control de agua, basado en IoT, generó un efecto favorable. En promedio, se logró reducir el consumo diario en 34.8 litros por vivienda, lo que representa un ahorro mensual de S/ 1.80, concordando con el valor de referencia de 1.77 establecido por la SUNASS. La gestión del consumo se realiza de forma precisa, eficiente y confiable, evidenciando que el volumen de agua potable conservado es considerable y que los costos del servicio pueden disminuir proporcionalmente.

Para (Cari, 2022) El propósito fue evaluar los resultados obtenidos en las acciones de control y vigilancia orientadas a asegurar una calidad adecuada del agua para consumo humano. Estos hallazgos constituyen una base para optimizar el suministro en los anexos del distrito de Ichuña, en comparación con años previos y otras zonas. Se efectuaron muestreos en cuatro ubicaciones: el reservorio y tres domicilios correspondientes a las primeras tres conexiones, cuyos registros se mantuvieron dentro de los parámetros establecidos. En 2019, evaluamos la calidad del agua en seis lugares. Solo el agua de la comunidad de Ichuña presentaba un nivel de contaminación superior al permitido. También trabajamos para mejorar la calidad del agua en 19 grupos comunitarios, brindándoles cuatro sesiones de capacitación. En total, revisamos los sistemas de agua en seis lugares: Umalzo, Yanahuara, Antajahua, Maycunaca, Santa Cruz de Oyo y Oyo en Ichuña, Moquegua. Esto nos permitió asegurarnos de que el servicio de agua mejorara.



2.2. Estado del arte

2.2.1. Sistema electrónico de control y monitoreo del consumo de agua potable

El "Sistema Electrónico de Control y Monitoreo del Consumo de Agua Potable" constituye una solución tecnológica integral creada para administrar de manera eficaz el uso del agua en ambientes residenciales o industriales. Este sistema responde a la necesidad de optimizar la gestión de los recursos hídricos, especialmente en zonas donde la escasez y la distribución desigual del agua son problemáticas significativas, como en la ciudad de Juliaca, situada en el altiplano peruano.

El sistema está formado por diversos componentes esenciales, cada uno con una función específica destinada a asegurar una medición exacta, el control en tiempo real y la comunicación eficiente de los datos relacionados con el consumo de agua:

2.2.1.1. Sensores de flujo de agua

Los sensores de flujo son pequeñas herramientas electrónicas que se colocan en las tuberías para medir la cantidad de agua que circula por ellas. Estos equipos pueden medir el caudal de agua en litros por minuto u otras unidades, suministrando información en tiempo real sobre el consumo del recurso. La exactitud y fiabilidad de estos sensores son fundamentales para asegurar que el sistema identifique cualquier irregularidad, como fugas o consumos inusuales, facilitando así una respuesta rápida.

Figura 1

Sensor de flujo de agua 1/2" YF-S201



Nota. Desde el sitio web <https://naylampmechatronics.com/>

2.2.1.2. Electroválvulas

Las electroválvulas son dispositivos que regulan automáticamente el paso del agua. Su apertura o cierre se realiza según las señales electrónicas recibidas desde el sistema de control.

Figura 2

Válvula solenoide 1/2" 12VDC (NC)



Nota. Desde el sitio web <https://naylampmechatronics.com/>

2.2.1.3. Microcontrolador ESP32

El ESP32 funciona como el núcleo del sistema, desempeñando el papel de unidad central de procesamiento. Este microcontrolador recibe la información proveniente de los sensores de flujo y gestiona las electroválvulas según las instrucciones definidas en su programación. Además, cuenta con conectividad Wi-

Fi, lo que le posibilita transmitir datos en tiempo real a un servidor web. Su eficiencia energética y su potencia de procesamiento lo convierten en una opción adecuada para aplicaciones que requieren monitoreo y control en tiempo real.

Figura 3

Controlador ESP32 DevKit v1.0



Nota. Desde el sitio web <https://naylampmechatronics.com/>

2.2.1.4. UPS Suministro de energía

Este equipo actúa como un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) empleando una batería tipo 18650 para suministrar energía a microcontroladores como Arduino, ESP32 o Micro:bit, entre otros. También puede funcionar como una fuente portátil de energía para cargar teléfonos móviles y otros dispositivos que utilicen puertos USB. Su flexibilidad se debe a que ofrece salidas de voltaje de 3V y 5V. La carga de la batería está controlada por un microcontrolador que protege contra sobrecargas, y cuenta con luces LED que indican el nivel de carga o cuando la batería está completamente llena.



2.2.1.5. Funcionamiento del Sistema

El funcionamiento del sistema es el siguiente: cuando el agua circula por las tuberías equipadas con sensores de flujo, estos miden el volumen de agua consumido y envían los datos al microcontrolador ESP32. Este microcontrolador procesa la información y la envía al servidor web para su almacenamiento y análisis. En caso de detectar un comportamiento irregular en el consumo, como un flujo excesivo que podría señalar una fuga, el microcontrolador puede activar las electroválvulas para cerrar automáticamente el paso del agua, previniendo pérdidas innecesarias.

2.2.1.6. Impacto del Sistema

La Puesta en marcha de un "Sistema Electrónico de Control y Monitoreo del Consumo de Agua Potable" tiene el potencial de transformar la manera en que los recursos hídricos son gestionados en entornos urbanos y semiurbanos. Al proporcionar una solución que combina monitoreo en tiempo real, control remoto y análisis de datos, este sistema ayuda a optimizar el uso del agua, reducir desperdicios y, en última instancia, contribuir a la sostenibilidad del recurso. Además, al involucrar a los usuarios en la gestión activa de su consumo de agua, este sistema fomenta una mayor conciencia y responsabilidad en el uso de un recurso tan vital como el agua.

2.2.2. Servidor Web

Un servidor web desempeña un papel fundamental en el mundo online y también en las redes privadas. Facilita el acceso al contenido web cuando se lo solicita, principalmente mediante HTTP o HTTPS, que es la versión segura. Su principal función es almacenar, gestionar y compartir páginas web, archivos, aplicaciones y mucho más con los usuarios.

Figura 4

Controlador ESP32 DevKit v1.0



Nota. Desde el sitio web <https://naylorlampmechatronics.com/>

2.2.2.1. Características:

1. Escalabilidad: Los servidores web están diseñados para gestionar numerosas solicitudes simultáneamente. Pueden crecer añadiendo más hardware o distribuyendo las solicitudes.
2. Medidas de seguridad: Los servidores web mantienen los datos seguros y privados mediante diferentes medidas de seguridad, como verificar quién es usted, cifrar datos, bloquear accesos no deseados y detectar cualquier intrusión.
3. Compatibilidad con varios protocolos: Además de los protocolos HTTP y HTTPS, los servidores web pueden soportar otros como FTP (Protocolo de transferencia de archivos), SMTP (Protocolo simple de transferencia de correo) y otros más.

Figura 5

Lenguajes de programación



Nota. Desde el sitio web <https://naylampmechatronics.com/>

2.2.2.2. Sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition):

Un sistema SCADA es una combinación de programas y máquinas que supervisan, gestionan y controlan procesos de forma inmediata en lugares como fábricas y servicios importantes. Es fundamental en áreas como la electricidad, la fabricación de productos, el agua y el transporte de mercancías o personas. Esto se debe a que una supervisión minuciosa y un control correcto garantizan un funcionamiento seguro y eficiente de todo.

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Sistema electrónico

Un sistema electrónico es un conjunto de dispositivos o componentes que trabajan de manera coordinada para procesar información a través de señales eléctricas.

2.3.2. Monitoreo del consumo de agua

El monitoreo del consumo de agua se refiere al seguimiento y registro continuo del volumen de agua utilizado en un hogar o instalación. Mediante el uso



de sensores de flujo, es posible obtener datos precisos del caudal de agua en tiempo real, lo que permite identificar patrones de uso, detectar fugas y optimizar el consumo de agua.

2.3.3. Control de flujo de agua

El control del flujo de agua implica la regulación del caudal que pasa a través de una tubería, usualmente mediante el uso de electroválvulas.

2.3.4. Servidor Web

Un servidor web es un programa que envía archivos de páginas web a usuarios mediante un sistema llamado HTTP. Esto les permite acceder a información en internet mediante navegadores.

2.3.5. Microcontrolador ESP32

El ESP32 es un microcontrolador con conectividad Wi-Fi y Bluetooth, ampliamente utilizado en proyectos de Internet de las Cosas (IoT). Es ideal para aplicaciones de monitoreo remoto debido a su capacidad de conexión a redes inalámbricas, bajo consumo de energía y amplia capacidad de procesamiento.

2.3.6. Sensores de Flujo de Agua

Los sensores de flujo de agua son equipos diseñados para medir el volumen de líquido que circula a través de una tubería durante un tiempo específico.

2.3.7. Electroválvula

Una electroválvula es una válvula controlada eléctricamente que permite regular el flujo de líquidos. Se compone de un solenoide que, al recibir una señal eléctrica, abre o cierra el paso del fluido.



2.3.8. Internet de las Cosas (IoT)

El Internet de las Cosas (IoT) es un concepto que implica la conexión de dispositivos electrónicos mediante internet, lo que les permite recolectar y compartir datos.

2.3.9. Interfaz de Usuario

La interfaz de usuario es el medio a través del cual los usuarios interactúan con el sistema. En este caso, se desarrolla una interfaz web que permite al usuario visualizar datos de consumo de agua en tiempo real y controlar el estado de las electroválvulas.

2.3.10. Automatización del Control de Agua

La automatización del control del agua significa utilizar dispositivos y sistemas tecnológicos para gestionar el flujo de agua por sí solo, dependiendo de reglas o situaciones específicas.



CAPITULO III

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

3.1. Métodos de investigación

3.1.1. *Enfoque de la investigación*

De naturaleza cuantitativa, ya que el modelo de simulación se somete a una evaluación para determinar su eficacia operativa.

3.1.2. *Nivel de la investigación*

Este proyecto emplea una metodología de investigación aplicada, basada en los conocimientos adquiridos a través de la formación vocacional (Fernandez Collado & Baptista Lucio, S.E.).

3.1.3. *Tipo de la investigación*

- Para este proyecto, encontramos respuestas usando lo que ya sabemos de la ciencia y la tecnología. Resolvimos el problema siguiendo estos pasos:
 - ❖ Investigación tecnológica: Necesitábamos analizar el problema con detenimiento y estudiarlo de forma organizada. Esto nos permitió recopilar todos los detalles importantes. Después, pudimos crear un



buen plan para nuestro proyecto y asegurarnos de cumplir nuestros objetivos.

- ❖ Investigación aplicada: Centrado en solucionar un problema que afecta a la gente hoy en día.
- ❖ Investigación experimental: Lo implementamos para realizar numerosas pruebas. Estas pruebas ayudan a encontrar las mejores piezas para que el proyecto funcione correctamente. (Fernandez Collado & Baptista Lucio, S.E.).

3.1.4. Diseño de la investigación

Se realizará una investigación empírica, se fabricarán un total de tres dispositivos y se evaluará su funcionalidad para comprobar su precisión.

3.2. Modalidad y estudio de casos

3.2.1. Metodología de la investigación

Utilizaremos pruebas y controles científicos que los expertos consideran buenos y correctos.

3.2.2. Población y muestra

3.2.2.1. Población

Sistemas electrónicos para el control y monitoreo.

3.2.2.2. Muestra

Sistemas electrónicos para el control y monitoreo del consumo de agua potable mediante un servidor web.



3.3. Métodos y técnicas de recogida de información

3.3.1. Técnicas

- Revisión bibliográfica
- Programación C++
- Diseño PCB

3.3.2. Instrumentos, recolección de datos

- ESP32
- Pantalla TFT 4"
- Relay dos canales y electroválvulas
- Sensor de caudal



CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de datos

A. Para implementar la maqueta para el Sistema electrónico de control y monitoreo de consumo de agua:

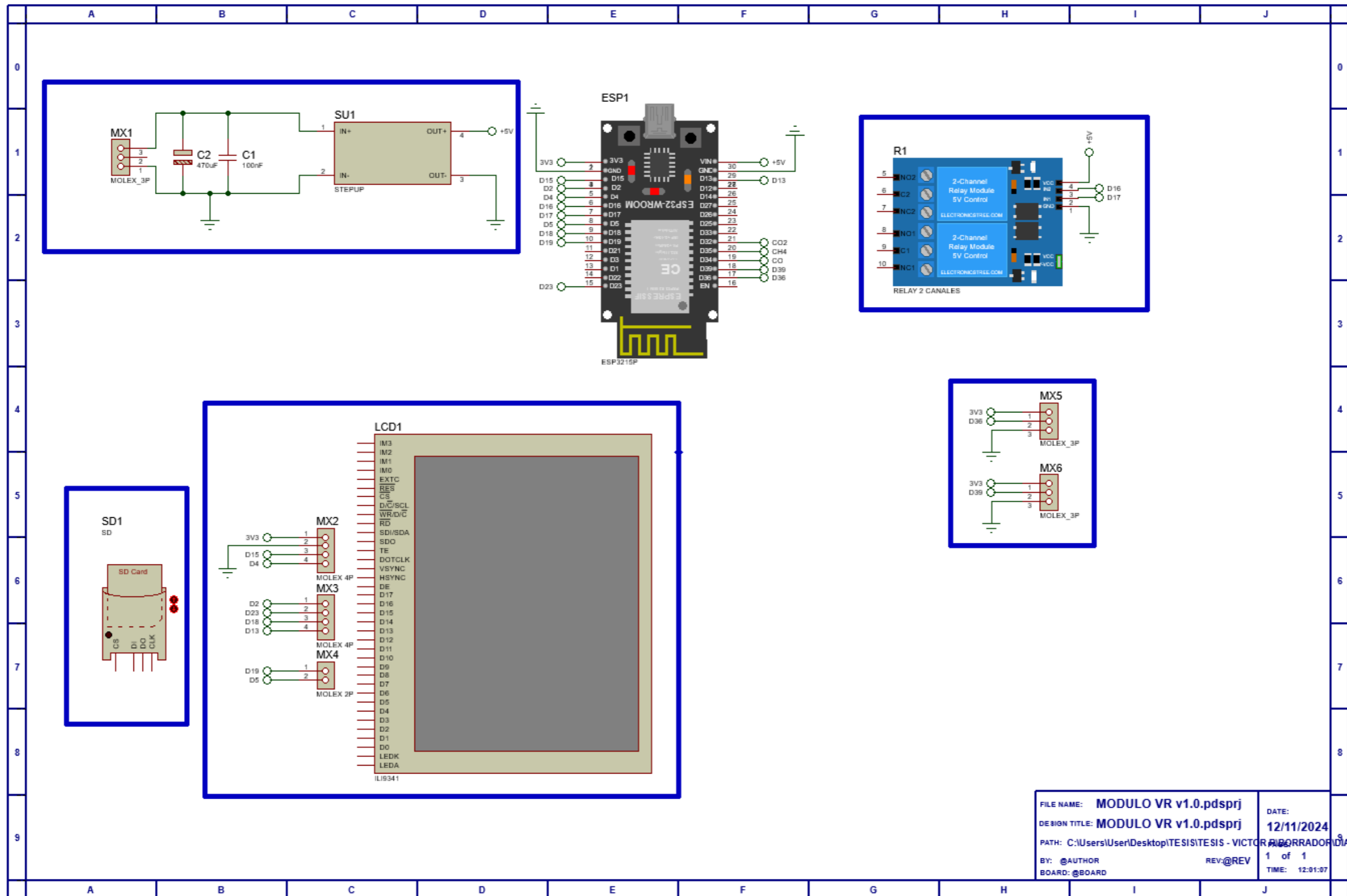
1. Envío y recepción de información Wi-Fi con EPS32
2. Visualización y control de elementos en la pantalla TFT
3. Activación y desactivación de relés y electroválvulas
4. Comprobación del movimiento del agua
5. Fase de descenso

B. Para la Puesta en marcha del servidor web para control y monitorear las el consumo de agua se elaboró:

1. Servidor Web - SCADA

Figura 6

Pictografía esquemático general del Sistema electrónico de control y monitoreo de consumo de agua



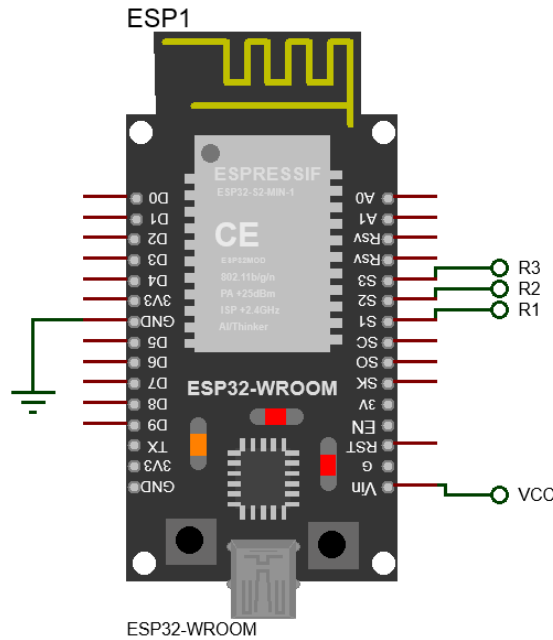
Nota: Elaborado por el auto

4.1.1. Configuración de la Fase de envío y recepción de datos por WIFI

4.1.1.1. Pictografía esquemático del Esp32 DevKit v1.0

Figura 7

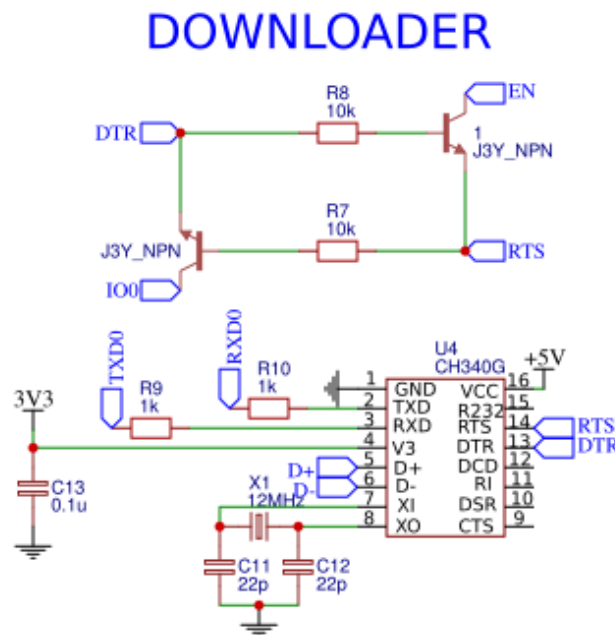
Pictografía esquemático del Esp32 DevKit v1.0



Nota. Extraído del software Proteus

Figura 8

Pictografía esquemático USB a TTL con CH340

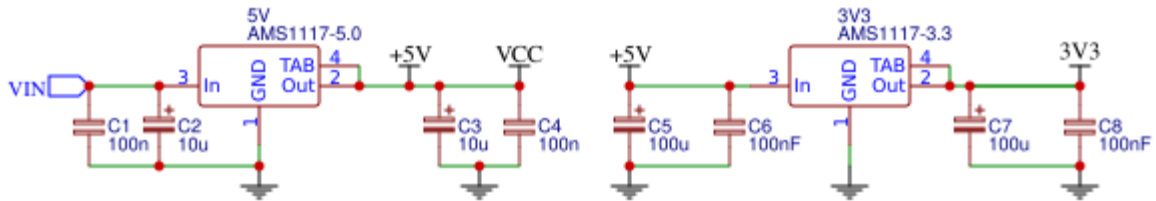


Nota: Desde el sitio web <https://oshwlab.com/>

Figura 9

Pictografía esquemático del control de voltaje de 5V a 3V3

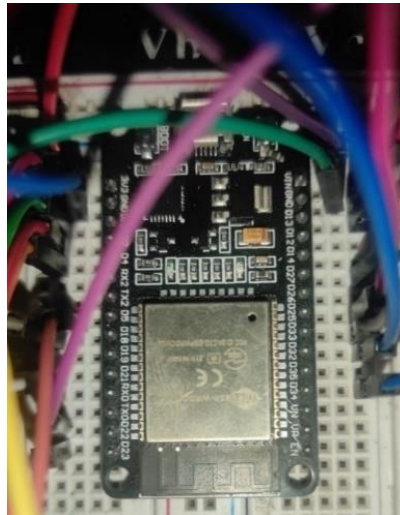
VOLTAGE REGULATOR



Nota: Desde el sitio web <https://oshwlab.com/>

Figura 10

Puesta en marcha del Esp32 Pico D4



Nota: Evidencia tomada por el tesista

4.1.1.2. Programa de configuración del envío de datos por WIFI del ESP32

Figura 11

Software para compartir información a través de WIFI utilizando el ESP32.

```
/*-----CORE 0-----*/
TaskHandle_t tarea0;
#include <HTTPClient.h>
#include <WiFi.h>
WebServer server(80);
xTaskCreatePinnedToCore(loop0, "tarea0", 2500, NULL, 1, &tarea0, 0);

WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(1000);
  //Serial.println("Conectando a la red WiFi...");
  //digitalWrite(LED_PIN1, !digitalRead(LED_PIN1));
}
```

Nota. Ejecutado por el tesista

4.1.1.3. Programa de configuración de la recepción de datos por WIFI del ESP32

Figura 12

Una forma de enviar información usando WIFI con el gadget ESP32.

```
/*-----CORE 0-----*/
TaskHandle_t tarea0;

void handleLED1On() {
  digitalWrite(LED_PIN1, LOW);
  server.sendHeader("Access-Control-Allow-Origin", "*");
  server.send(200, "text/plain", "LED 1 encendido");
  ledState1 = false;
}

void handleLED1Off() {
  digitalWrite(LED_PIN1, HIGH);
  server.sendHeader("Access-Control-Allow-Origin", "*");
  server.send(200, "text/plain", "LED 1 apagado");
  ledState1 = true;
}

void handleLED2On() {
  digitalWrite(LED_PIN2, LOW);
  server.sendHeader("Access-Control-Allow-Origin", "*");
  server.send(200, "text/plain", "LED 2 encendido");
  ledState2 = false;
}

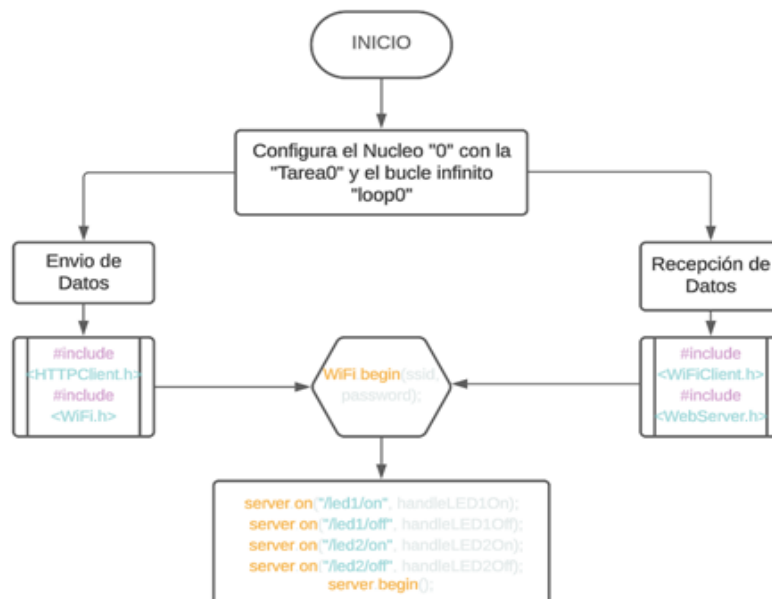
void handleLED2Off() {
  digitalWrite(LED_PIN2, HIGH);
  server.sendHeader("Access-Control-Allow-Origin", "*");
  server.send(200, "text/plain", "LED 2 apagado");
  ledState2 = true;
}
```

Nota. Ejecutado por el tesista

4.1.1.4. Pictografía con bloques para mostrar cómo enviar y recibir información a través de WIFI usando el ESP32.

Figura 13

Pictografía de bloques del envío y recepción de datos por WIFI del ESP32



4.1.2.2. Programa de configuración de la pantalla TFT de 4 pulgadas

Figura 16

Programa para pantalla de 4 pulgadas con TFT.

```
#include "FS.h"
#include <SPI.h>
#include <TFT_eSPI.h>
TFT_eSPI tft = TFT_eSPI();
touch_calibrate();
#define KEY_X 120 // Centre of key
#define KEY_Y 65 // POSICION EN Y DONDE INICIA LOS BOTONES
#define KEY_W 240 // Width and height
#define KEY_H 60 // ALTO DE LOS BOTONES
#define KEY_SPACING_X 20 // X and Y gap
#define KEY_SPACING_Y 40 // ESPACIO EN Y ENTRE BOTONES
#define KEY_TEXTSIZE 1 // Font size multiplier

// Using two fonts since numbers are nice when bold
#define LABEL1_FONT &FreeSansOblique12pt7b // Key label font 1
#define LABEL2_FONT &FreeSansBold12pt7b // Key label font 2

tft.init();
drawKeypad();

tft.setTextColor(TFT_WHITE);
tft.setTextSize(1);

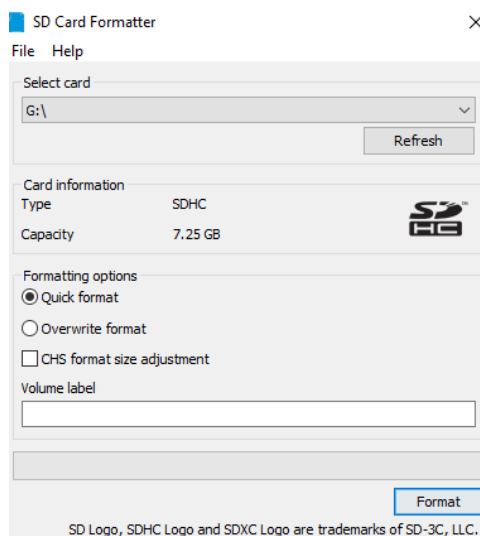
tft.setCursor(310, 40);
tft.print("Sensor 1: ");

tft.setCursor(310, 150);
tft.print("Sensor 2: ");
```

Nota: Ejecutado por el tesista

4.1.2.3. Preparación del SD

Para que la tarjeta funcione con el lector, debe estar configurada en formato FAT32. Para ello, seleccione la unidad que desea formatear y haga clic en "FORMATEAR".



4.1.2.4. Programa de configuración de la SD Card

Figura 17

Crear un programa para su tarjeta SD

```
#include <SD.h>
#include <JPEGDecoder.h>

if (!SD.begin(5, tft.getSPIInstance())) {
  Serial.println("Card Mount Failed");
  return;
}

uint8_t cardType = SD.cardType();

if (cardType == CARD_NONE) {
  Serial.println("No SD card attached");
  return;
}

Serial.print("SD Card Type: ");
if (cardType == CARD_MMC) {
  Serial.println("MMC");
} else if (cardType == CARD_SD) {
  Serial.println("SDSC");
} else if (cardType == CARD_SDHC) {
  Serial.println("SDHC");
} else {
  Serial.println("UNKNOWN");
}

uint64_t cardSize = SD.cardSize() / (1024 * 1024);
Serial.printf("SD Card Size: %lluMB\n", cardSize);

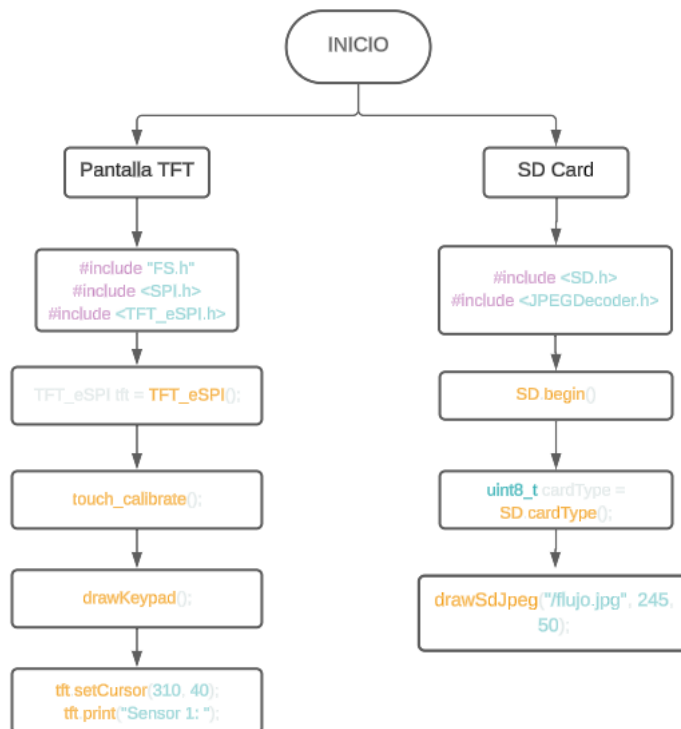
Serial.println("initialisation done.");
```

Nota. Ejecutado por el tesista

4.1.2.5. Pictografía de bloques de la configuración de la pantalla TFT y SD Card

Figura 18

Pictografía de bloques de la visualización de la pantalla TFT



4.1.3. Fase de Relevadores y control de válvulas solenoides

4.1.3.1. Pictografía esquemática del circuito de Relevadores

Figura 19

Pictografía esquemático de los relevadores

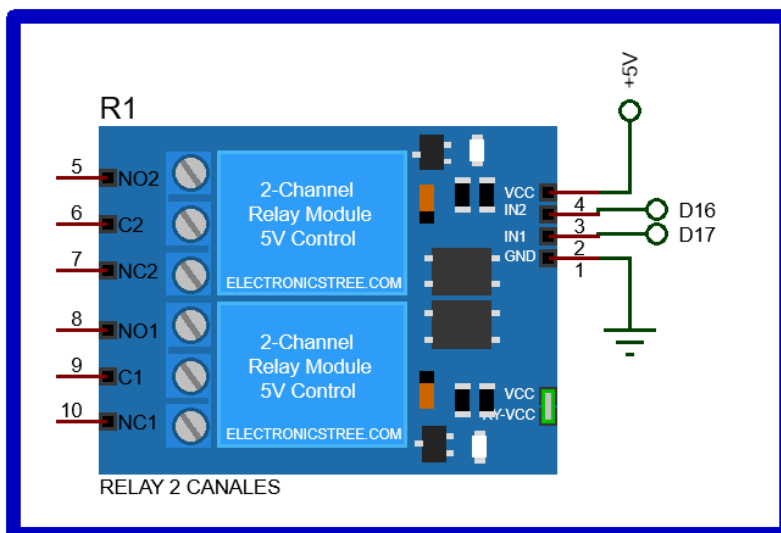
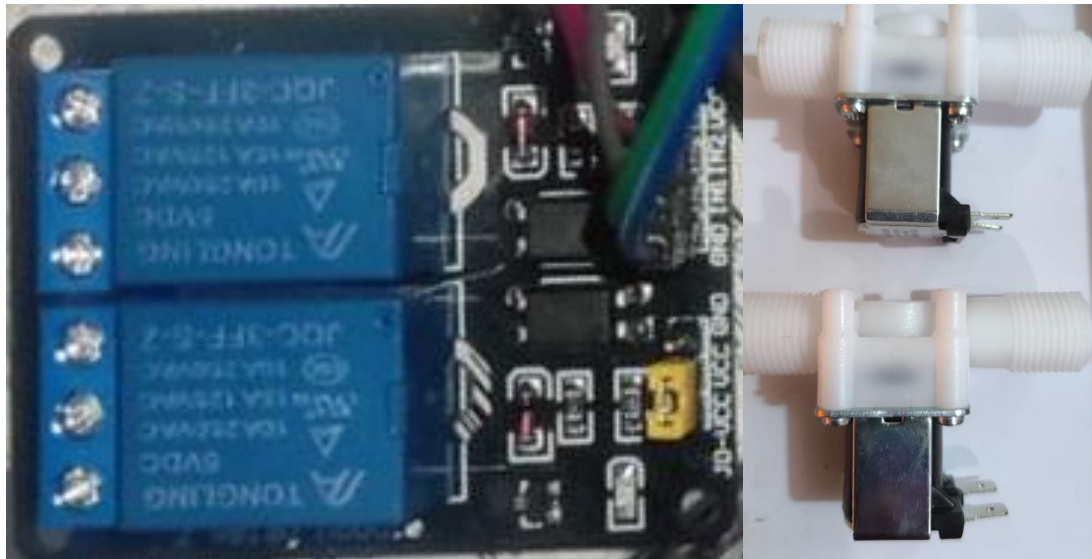


Figura 20

Configuración de la caja de interruptores de cuatro vías



Nota: Ejecutado por el tesista

4.1.3.2. Programa de configuración de la Fase de los relevadores

Figura 21

Programa de los tres relevadores

```
#define LED_PIN1 16
#define LED_PIN2 17

static bool ledState1 = true;
static bool ledState2 = true;
pinMode(LED_PIN1, OUTPUT);
pinMode(LED_PIN2, OUTPUT);

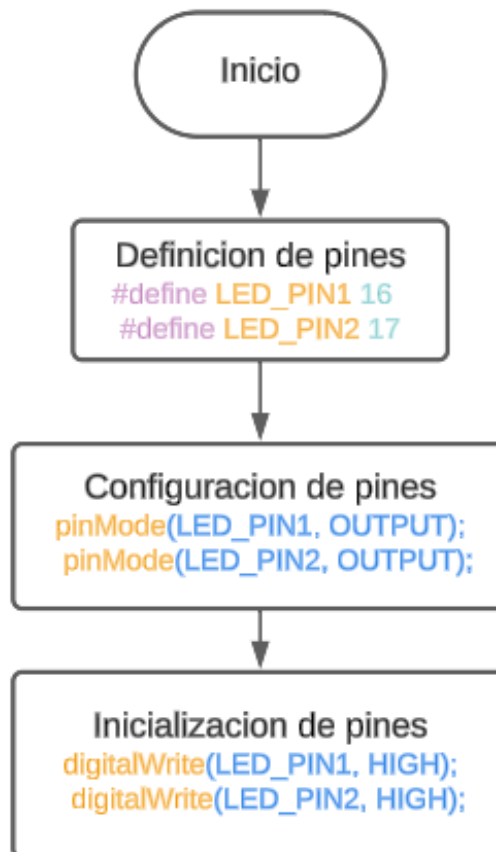
digitalWrite(LED_PIN1, HIGH);
digitalWrite(LED_PIN2, HIGH);
```

Nota: Ejecutado por el tesista

4.1.3.3. Pictografía de bloques de la configuración de los relevadores

Figura 22

Pictografía de bloques de la configuración de los relevadores



Nota: Ejecutado por el tesista



4.1.4. Fase de censado de nivel de agua

4.1.4.1. Calibración del sensor de flujo de agua 3/4" FS300A

El sensor de flujo que usamos con Arduino es como un molino de viento: fácil de usar pero tiene algunas partes técnicas complicadas. Su principio básico es que una turbina gira al pasar el agua por su interior, mientras que utiliza un sensor de efecto Hall para medir dicho flujo.

El agua circula dentro del medidor, haciendo girar el rotor interior. El rotor gira más rápido cuanto más agua fluye. Un imán en el rotor genera un pulso cada vez que pasa por el sensor, lo que permite determinar las revoluciones por minuto (RPM) de la hélice y, a partir de ello, calcular el caudal mediante una fórmula simple.

La transformación de la frecuencia de pulsos (Hz) a caudal volumétrico (litros por minuto) depende del modelo específico del sensor y factores como la presión, la densidad del líquido y el flujo mismo.

Para obtener el caudal, se utiliza un factor de conversión proporcionado por el fabricante, aunque este valor generalmente debe ajustarse experimentalmente para mayor precisión.

La fórmula que relaciona la frecuencia de pulsos con el caudal es:

$$f(\text{Hz}) = K \times Q(\text{L}/\text{min}),$$

Para calcular Q, que es la cantidad de líquido que fluye por minuto, usamos esta fórmula: $Q = f / K$.

Los factores de conversión varían según el tipo de sensor:

Sensor de 1/4": S

Sensor de 1/2": 7.5

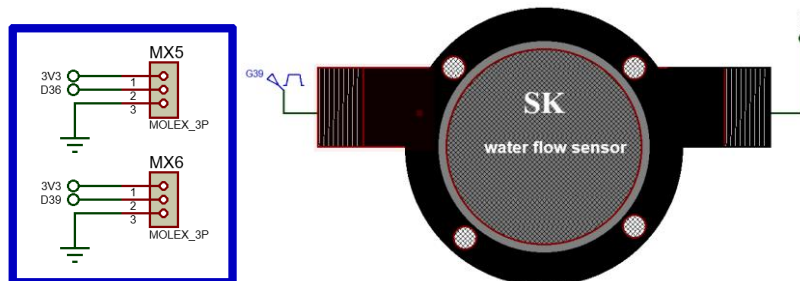
Sensor de 3/4": 5.5

Sensor de 1": 4.8

4.1.4.2. Pictografía esquemática del circuito del sensor de flujo de agua FS300A

Figura 23

Pictografía esquemático del circuito del sensor de flujo de agua FS300A



Nota. Elaborado por el autor

Figura 24

El sensor de flujo de agua FS300A



Nota. Elaborado por el autor

4.1.4.3. Programa de configuración de la Fase de censado del flujo de agua FS300A

Figura 25

Programa para el sensor de flujo de agua FS300A de 1/2"

```
#define FLOW_SENSOR1_PIN 36
#define FLOW_SENSOR2_PIN 39

volatile int flow_frequency;
unsigned int l_hour;
unsigned int l_hour_ant;

pinMode(FLOW_SENSOR1_PIN, INPUT);
pinMode(FLOW_SENSOR2_PIN, INPUT);

attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(FLOW_SENSOR1_PIN), flow1, RISING);
attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(FLOW_SENSOR2_PIN), flow1, RISING);

void flow1(){
  flow_frequency++;
}

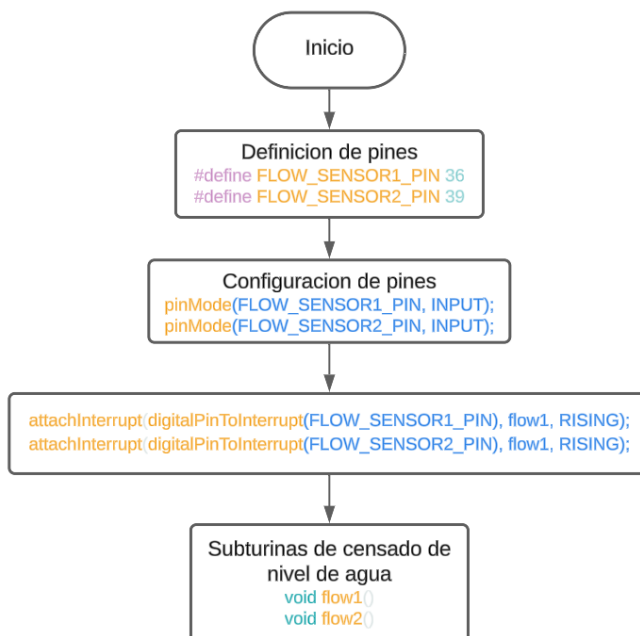
void flow2(){
  flow_frequency1++;
}
```

Nota: Elaborado por el autor

4.1.4.4. Pictografía de bloques de la configuración del sensor de flujo de agua FS300A

Figura 26

Guía ilustrada para la configuración del sensor de flujo de agua FS300A



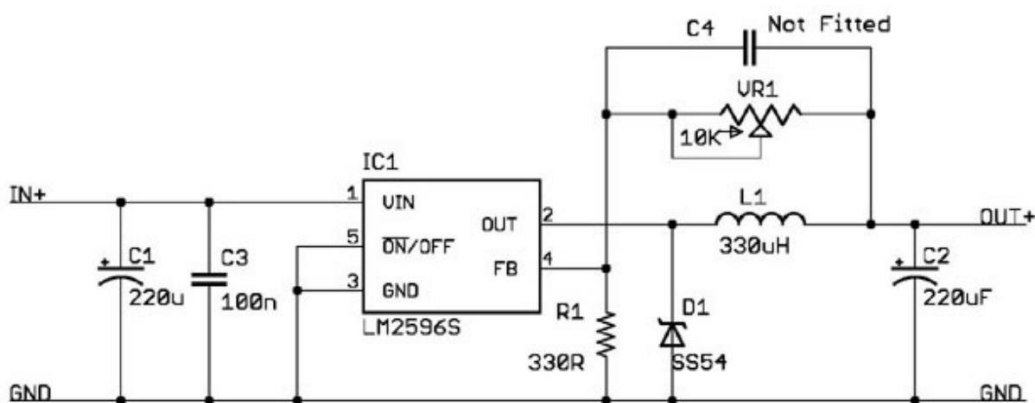
Nota: Elaborado por el autor

4.1.5. Fase de reducción de voltaje (StepDown)

4.1.5.1. Pictografía esquemática del circuito de la Fase de reducción de voltaje (StepDown)

Figura 27

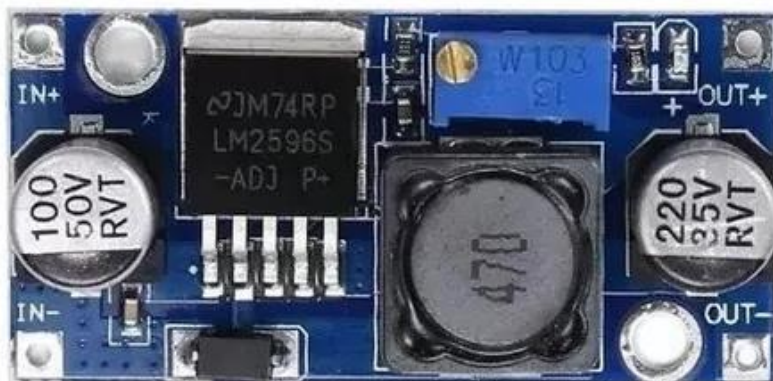
Pictografía esquemático del circuito de reducción de voltaje (StepDown)



Nota: Desde el sitio web <https://www.teslaelectronic.com.pe/>

Figura 28

Iniciando el proceso que reduce la electricidad (StepDown)



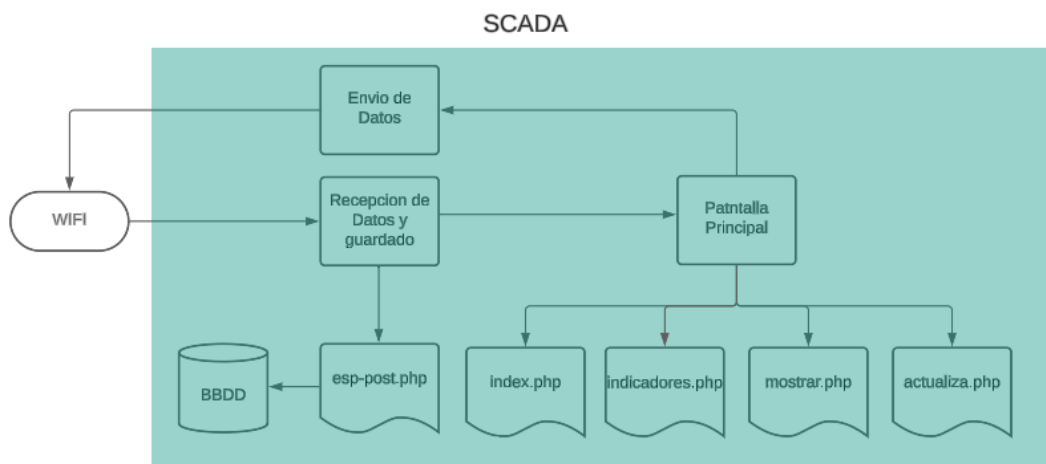
Nota. Desde el sitio web <https://www.teslaelectronic.com.pe/>

4.1.6. Servidor Web – SCADA

4.1.6.1. Pictografía de bloques de los componentes del Servidor Web

Figura 29

Pictografía que muestra partes de un servidor web.



Nota. Ejecutado por el tesista

4.1.6.2. Base de datos

- A. Usamos el software XAMPP y su herramienta phpMyAdmin para crear un espacio llamado "CMCA" para almacenar información. Este espacio tiene una tabla llamada "data" para almacenar información.

Figura 30

Base de datos y tablas en phpMyAdmin



Nota: Ejecutado por el tesista

- B. La tabla muestra muchas columnas con detalles que el ESP32 recopiló sobre los sensores que está utilizando actualmente:

Figura 31

Estructura de la tabla "data"

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra	Acción
<input type="checkbox"/>	1 ID	int(11)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT	Cambiar Eliminar Más
<input type="checkbox"/>	2 EST_C1	varchar(2)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
<input type="checkbox"/>	3 EST_C2	varchar(2)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
<input type="checkbox"/>	4 F_C1	varchar(6)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
<input type="checkbox"/>	5 F_C2	varchar(6)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
<input type="checkbox"/>	6 FECHA	varchar(10)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
<input type="checkbox"/>	7 HORA	varchar(10)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más

Nota. Ejecutado por el tesista

4.1.6.3. Recepción de datos y guardado – esp-post-php

- A. Para obtener la información enviada por EPS32, necesitábamos crear una pieza especial que pudiera recibir la información y guardarla de forma segura en la base de datos. Para ello, usamos el método `$_POST`.

Al final, reunimos toda la información bajo un solo nombre: "\$data". Para ello, seguimos un patrón de nomenclatura específico para cada dato.

Figura 32

Un método para capturar y almacenar en la base de datos.

```
$EST_C1 = $_POST["EST_C1"];
$EST_C2 = $_POST["EST_C2"];

$F_C1 = $_POST["F_C1"];
$F_C2 = $_POST["F_C2"];

date_default_timezone_set("America/Lima");
$FECHA = date("d-m-Y");
$HORA = date("H:i:s");

$data = "".$EST_C1.""', ''.$EST_C2.""', ''.$F_C1.""', ''.$F_C2.
        ''.$FECHA.""', ''.$HORA.""';

$data = strval($data);
```

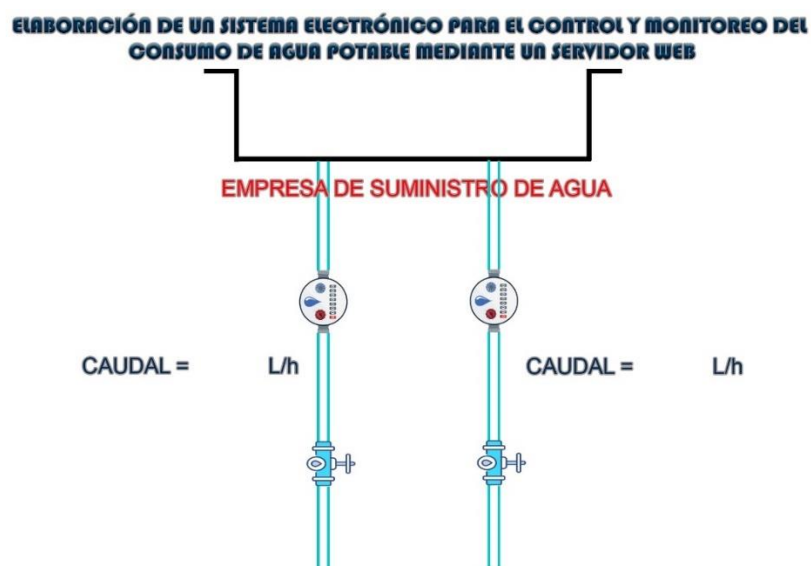
Nota. Ejecutado por el tesista

4.1.6.4. Pantalla principal – index.php

- a) Para la pantalla principal, usamos Photoshop para mezclar y modificar imágenes. Esto creó la interfaz de usuario del sistema SCADA.

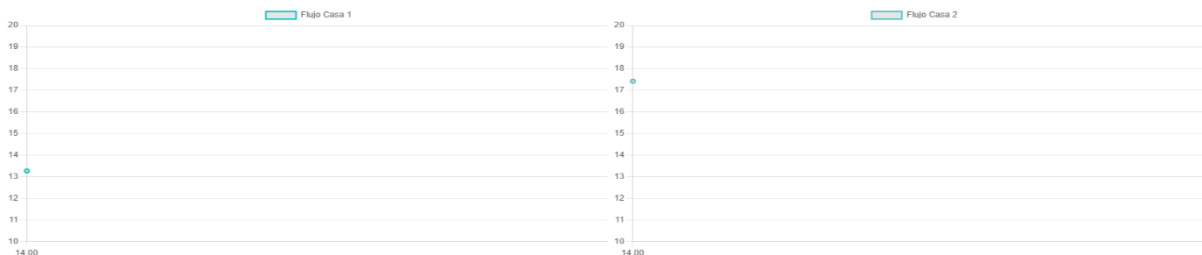
Figura 33

Pantalla principal – Servidor Web / SCADA



Nota. Ejecutado por el tesista

- b) Creamos dos gráficos para mostrar la información del sensor. Obtienen nuevos números de la base de datos cada 100 ms y se actualizan.

Figura 34*Gráficos – SCADA*

Nota. Ejecutado por el tesista

Hicimos las imágenes usando una parte especial escrita en el lenguaje de codificación JS.

Figura 35*Sub rutina de creación de gráficos – SCADA*

```
var ctx = document.getElementById('miGrafico1').getContext('2d');
var miGrafico2;
// Crear el gráfico de líneas inicial
miGrafico2 = new Chart(ctx, {
  type: 'line',
  data: {
    labels: [], // Etiquetas de tiempo
    datasets: [
      {
        label: 'Flujo Casa 1',
        data: [], // Valores del gráfico
        fill: false,
        borderColor: 'rgba(7, 192, 192, 1)',
        borderWidth: 2
      }
    ]
  },
  options: {
    responsive: false,
    maintainAspectRatio: false,
    scales: {
      y: {
        beginAtZero: true
      }
    }
  }
});
```

Nota. Ejecutado por el tesista

- c) Para mostrar numéricamente los valores de ambos sensores, se incorporaron tres campos de entrada (INPUTS), denominados:

- d) Además, se implementó una subrutina adicional llamada “/actualiza.php” que permite la actualización continua de los valores mostrados en los INPUTS.

Figura 36

INPUTS– SCADA



Nota: Ejecutado por el tesista

4.1.6.5. Pantalla principal – indicadores.php

- a. Para mostrar el estado de las cargas se utilizaron indicadores circulares que cambian de color:
 - Círculo rojo : Apagado
 - Círculo verde : Encendido
- b. Estos indicadores fueron programados en JavaScript (JS) y se nombraron como:
 - Indicador1
 - Indicador2
- c. Asimismo, se implementó una subrutina adicional llamada “/indicadores.php” para actualizar de forma continua los valores de estos indicadores.

Figura 37

Indicadores de estado – SCADA

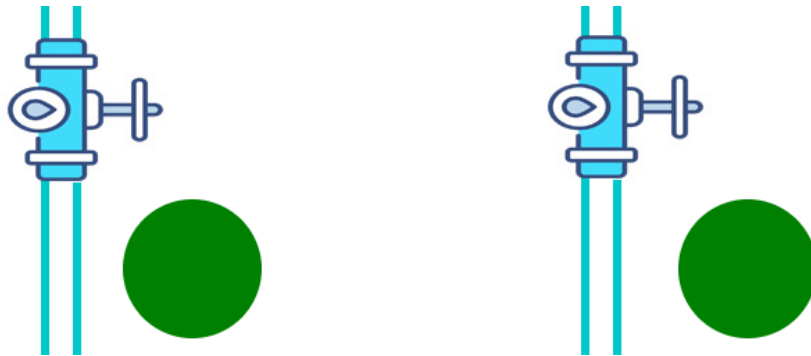


Figura 38

Sub rutina de creación de INDICADORES – SCADA

```
$inc = include("con_db.php");
if ($inc){
    $consulta = "SELECT * FROM data WHERE ID=(SELECT MAX(ID) AS ID FROM data)";
    $resultado = mysqli_query($conex, $consulta);

    if($resultado){
        while($row = $resultado->fetch_array()){
            $ID = $row['ID'];

            $valorSensor1 = $row["EST_C1"];
            $valorSensor2 = $row["EST_C2"];
        }
    }

    $colorIndicador1 = $valorSensor1 > 0 ? 'verde' : 'rojo';
    $colorIndicador2 = $valorSensor2 > 0 ? 'verde' : 'rojo';
}
```

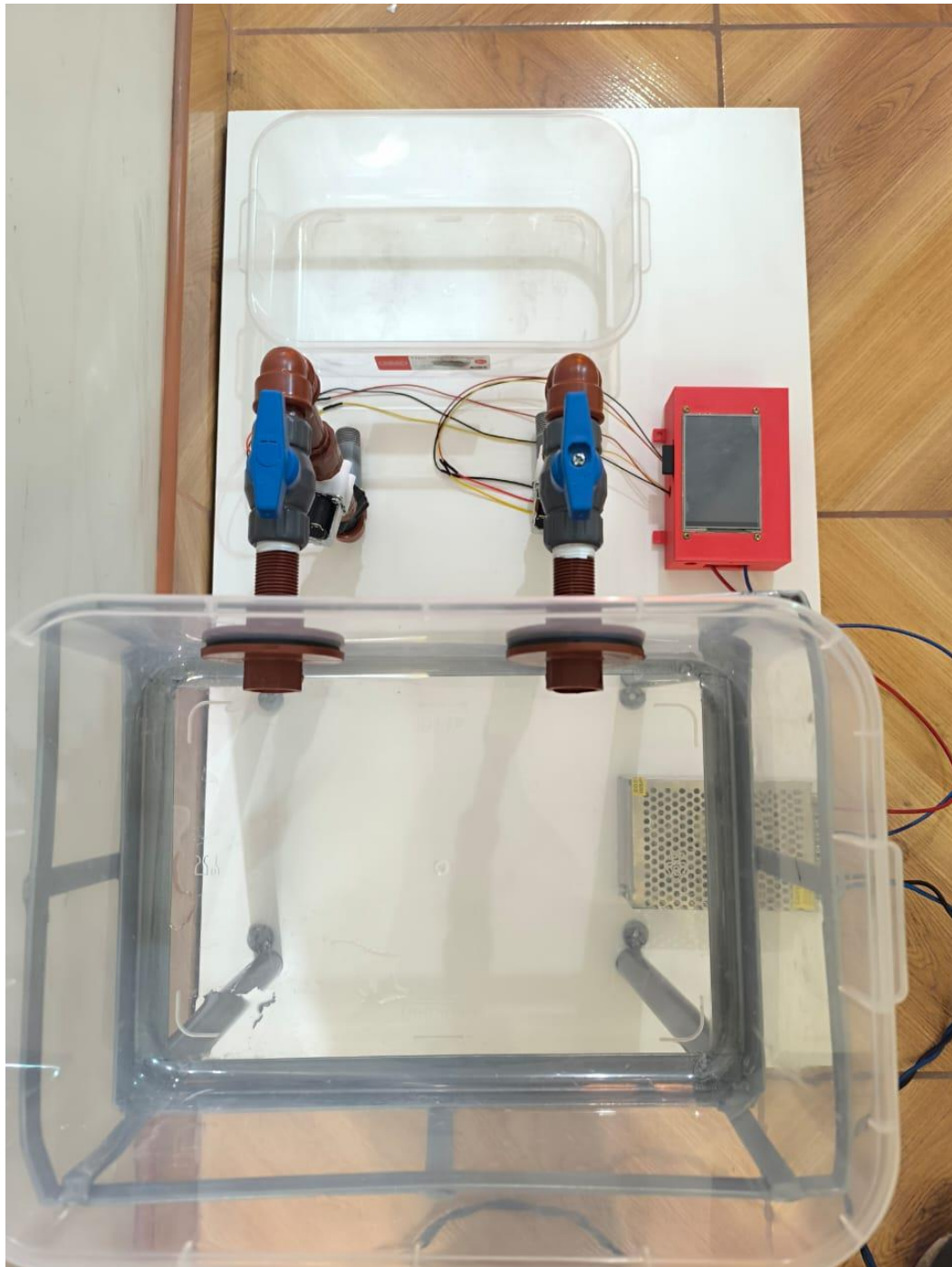
Nota: Ejecutado por el tesista

4.2. Diseminación de los hallazgos

4.2.1. *Elaboración del sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua*

Figura 39

Maqueta del sistema electrónico para gestionar la cantidad de agua que utilizamos



Nota Evidencia tomada por el tesista

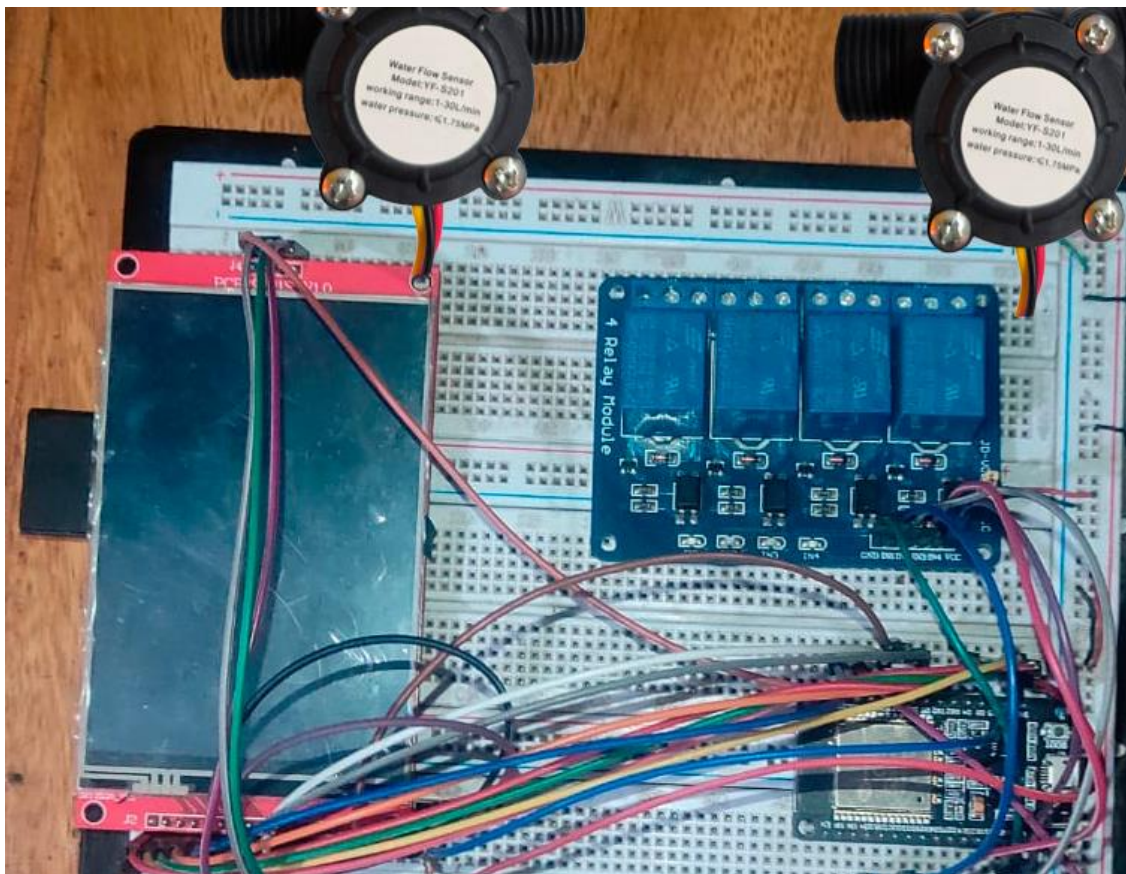
4.2.1.1. Primer Prototipo

El primer modelo se realizó mediante un sistema que permite construir sobre un tablero, empleando cables DuPont para las interconexiones y así verificar el correcto funcionamiento del circuito. Los componentes principales utilizados fueron:

- a. ESP32 Devkit v1.0
- b. Pantalla TFT de 4 pulgadas
- c. Relé de 4 canales (utilizado únicamente en el primer prototipo)
- d. Módulo Step-Down LM2596

Figura 40

Primer prototipo del sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua



Nota. Fotografía realizado por el autor

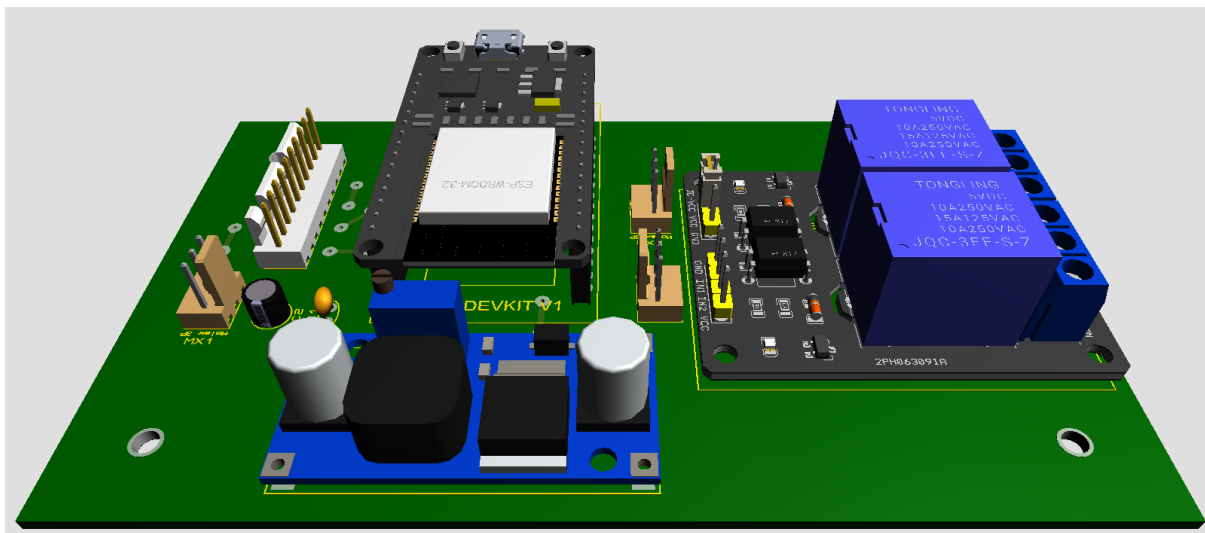
4.2.1.2. Segundo Prototipo

Para la segunda versión, redujimos el tamaño del dispositivo eligiendo piezas fáciles de encontrar. También creamos una placa especial de baquelita con la ayuda del software Proteus. Todas las piezas funcionaron a la perfección, incluyendo las de alimentación y los sensores de flujo de agua, considerando el alto consumo energético de estos últimos.

- a. Los elementos empleados en este prototipo fueron:
- b. ESP32 Devkit v1.0
- c. Pantalla TFT de 4 pulgadas
- d. Relé de 4 canales (empleado únicamente en el primer prototipo)
- e. Módulo Step-Down LM2596
- f. Fuente Switching de 12V y 5 Amp

Figura 41

Segundo prototipo del sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua



Nota. Evidencia tomada por el tesista

4.2.1.3. Tercer prototipo

Para la primera versión, hicimos el dispositivo más pequeño eligiendo módulos que pudiéramos encontrar fácilmente y creando un circuito en baquelita con el software Proteus. Se confirmó que los componentes funcionaban adecuadamente, sin presentar inconvenientes ni en el suministro eléctrico ni en la lectura de los sensores FS300A. Además, se diseñó una carcasa protectora impresa en 3D para alojar todos los componentes electrónicos, asegurando la integridad física y facilitando su manejo.

1. Los elementos utilizados para este prototipo fueron:
2. ESP32 Devkit v1.0
3. Pantalla TFT de 4 pulgadas
4. Relé de 4 canales (empleado solo en el primer prototipo)
5. Módulo Step-Down LM2596
6. Fuente Switching de 12V y 5 Amp
7. Carcasa impresa en 3D
8. Filamento PLA de 1.75 mm para impresión
9. Tornillos y tuercas de 3 mm para montaje

Figura 42

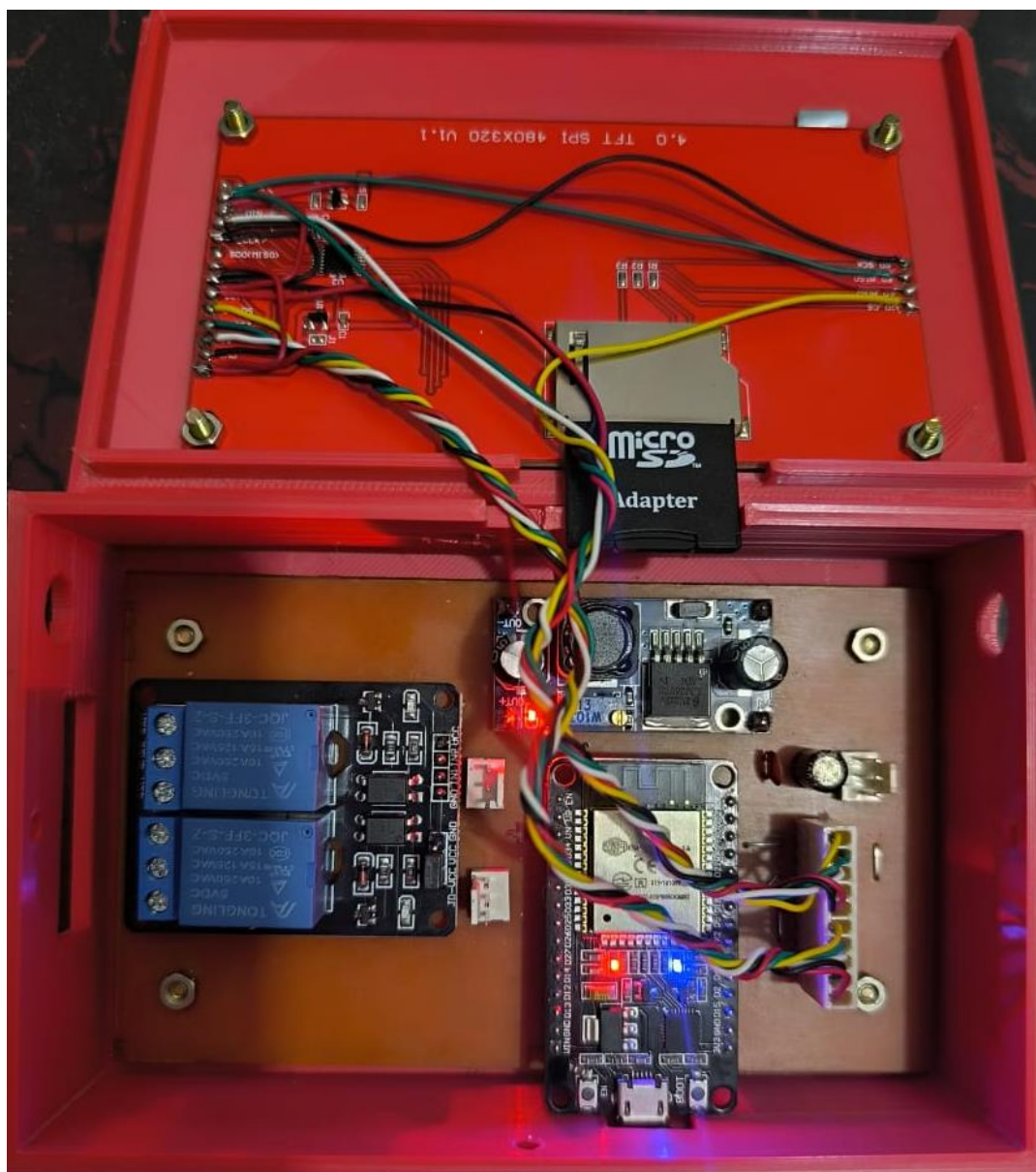
Tercer prototipo del sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua



Nota. Evidencia tomada por el tesista

Figura 43.

Tercer prototipo del sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua



Nota. Evidencia tomada por el tesista

4.2.1.4. Mecanización del Case del sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua

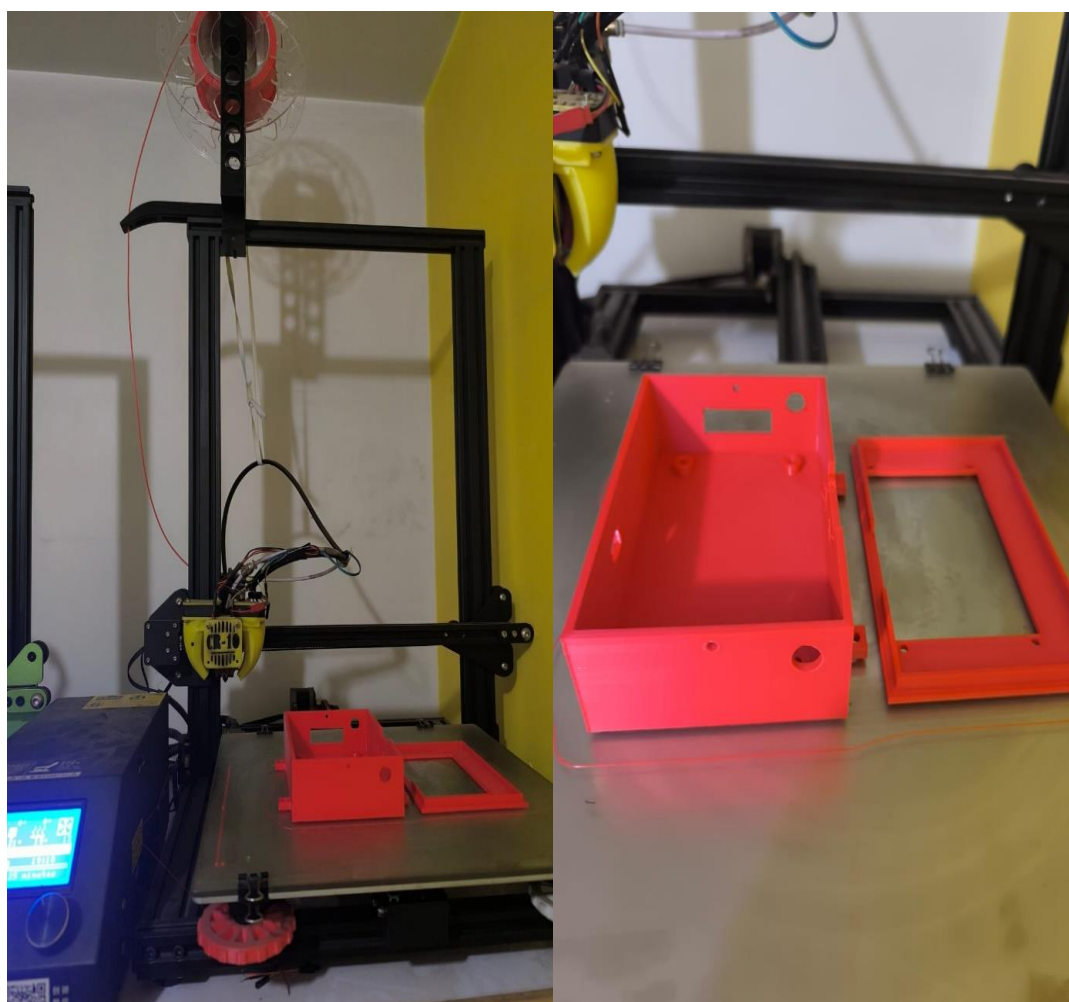
Para garantizar una cobertura robusta y una presentación estética adecuada de los dispositivos, se diseñó una carcasa utilizando un software de modelado 3D.

Posteriormente, esta carcasa fue fabricada mediante impresión 3D con la impresora Creality CR-10.

- Los materiales y equipos necesarios para la fabricación fueron:
- Filamento PLA de 1.75 mm, color rojo
- Pernos M3 para el montaje y fijación de los componentes
- Impresora 3D Creality CR-10

Figura 44

Case fabricado por Impresión 3D – Creality CR10

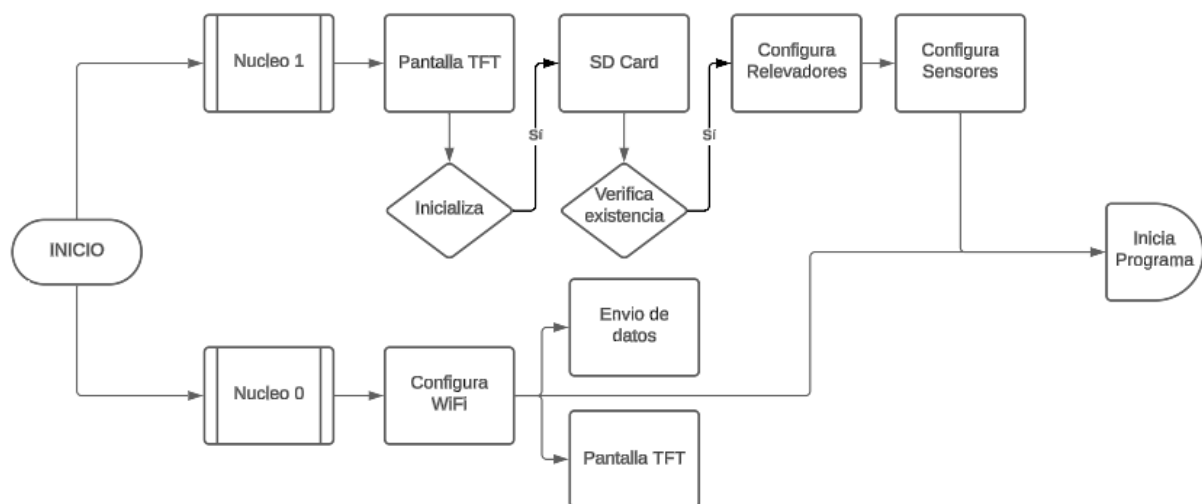


Nota: Evidencia tomada por el tesista

4.2.1.5. Pictografía de bloques del sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua

Figura 45

Pictografía de configuración del Tablero de monitoreo y control



Nota: Ejecutado por el tesista

El ESP32 está configurado para aprovechar sus dos núcleos de procesamiento de la siguiente manera:

Núcleo 1:

1. Control de la pantalla TFT, incluyendo la configuración de pines y la comunicación con el dispositivo.
2. Gestión de la tarjeta SD; si una tarjeta está presente, carga las imágenes almacenadas en ella.
3. Configuración y control de tres relés de 5 Vdc que activan los tres contactores.
4. Lectura de tres entradas analógicas provenientes de los sensores.

Núcleo 0:

1. Configure el Wi-Fi para que los tres sensores puedan enviar la información recopilada al archivo esp-post.php en el sitio web.
2. Recepción de datos de activación para los relés, permaneciendo en espera para ejecutar las órdenes recibidas a través de la red Wi-Fi.

4.2.2. Programa del sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua

Figura 46

Programa principal del sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua

```
void loop(void) {  
  
    //server.handleClient();  
  
    uint16_t t_x = 0, t_y = 0; // To store the touch coordinates  
  
    // Pressed will be set true is there is a valid touch on the screen  
    bool pressed = tft.getTouch(&t_x, &t_y);  
  
    // / Check if any key coordinate boxes contain the touch coordinates  
    for (uint8_t b = 0; b < 3; b++) { //b<15  
  
        if (pressed && key[b].contains(t_x, t_y)) {  
            key[b].press(true); // tell the button it is pressed  
        } else {  
            key[b].press(false); // tell the button it is NOT pressed  
        }  
    }  
  
    // Check if any key has changed state  
    for (uint8_t b = 0; b < 3; b++) { //b<15  
  
        if (b < 3) tft.setFreeFont(LABEL1_FONT);  
        //else tft.setFreeFont(LABEL2_FONT);  
  
        if (key[b].justReleased()) key[b].drawButton(); // draw normal  
  
        if (key[b].justPressed()) {  
  
            tft.fillRect(345, 40, 150, 50, TFT_BLACK);  
  
            key[b].drawButton(true); // draw invert  
  
            // Update the number display field  
            tft.setTextDatum(TL_DATUM); // Use top left corner as text  
            tft.setFreeFont(&FreeSans18pt7b); // Choose a nice font that fits  
            tft.setTextColor(DISP_TCOLOR); // Set the font colour  
        }  
    }  
}
```

Nota: Ejecutado por el tesista

Figura 47

Programa principal del sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua

```
// Draw the string, the value returned is the width in pixels
int xwidth = tft.drawString(numberBuffer, DISP_X + 4, DISP_Y + 12);

// Now cover up the rest of the line up by drawing a black rectangle. No flicker this way
// but it will not work with italic or oblique fonts due to character overlap.
// tft.fillRect(DISP_X + 4 + xwidth, DISP_Y + 1, DISP_W - xwidth - 5, DISP_H - 2, TFT_BLACK);

//delay(10); // UI debouncing
}
}
////////////////////////////////////////////////////////////////////
//uint16_t t_x = 0, t_y = 0;
//bool pressed = tft.getTouch(&t_x, &t_y);

// Resto del código...

// Check if button "1" is just pressed
if (key[0].justPressed()) {
    // Toggle LED state
    //static bool ledState1 = false;
    ledState1 = !ledState1;
    digitalWrite(LED_PIN1, ledState1 ? HIGH : LOW);

    // Update status
    status(ledState1 ? "LED ON" : "LED OFF");
}
if (key[1].justPressed()) {
    // Toggle LED state
    //static bool ledState2 = false;
    ledState2 = !ledState2;
    digitalWrite(LED_PIN2, ledState2 ? HIGH : LOW);

    // Update status
    status(ledState2 ? "LED ON" : "LED OFF");
}
}
```

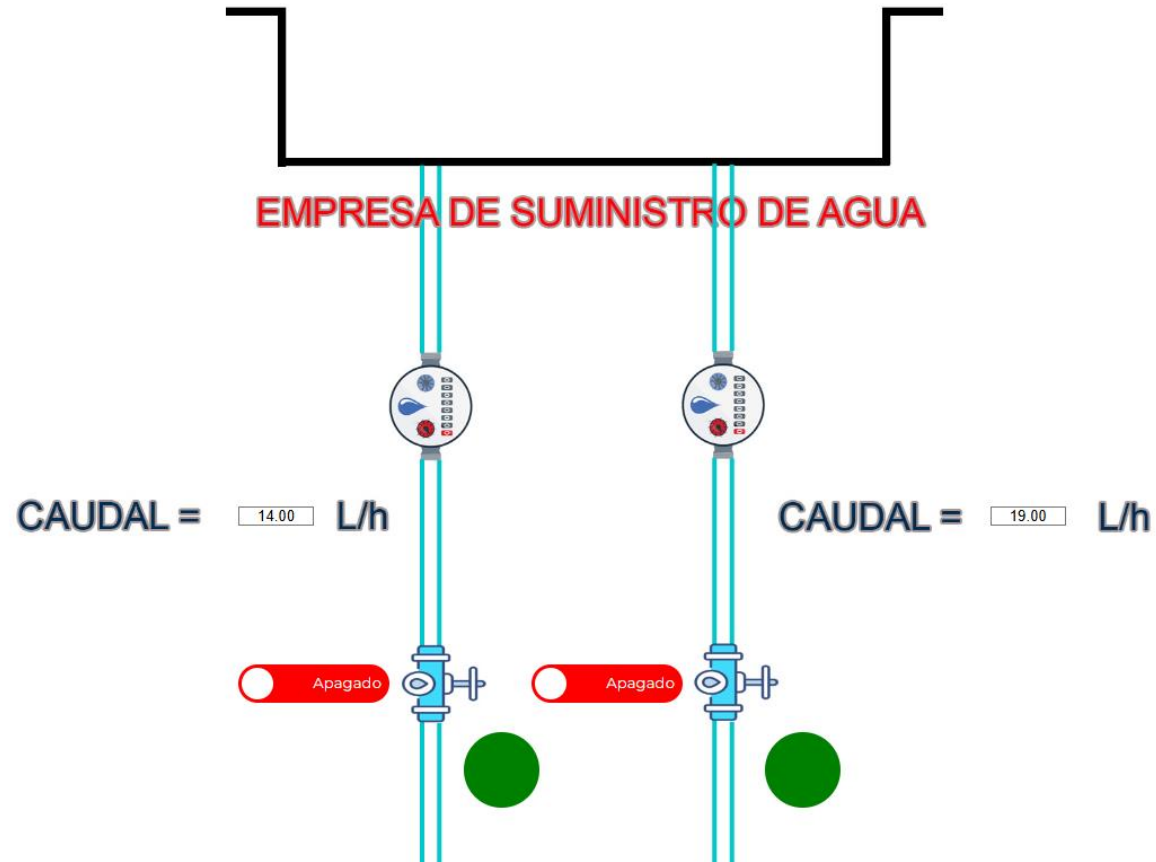
Nota: Ejecutado por el tesista

4.2.2.1. Elaboración del Servidor Web – SCADA

Figura 48

Servidor Web – SCADA – Control y monitoreo del consumo de agua

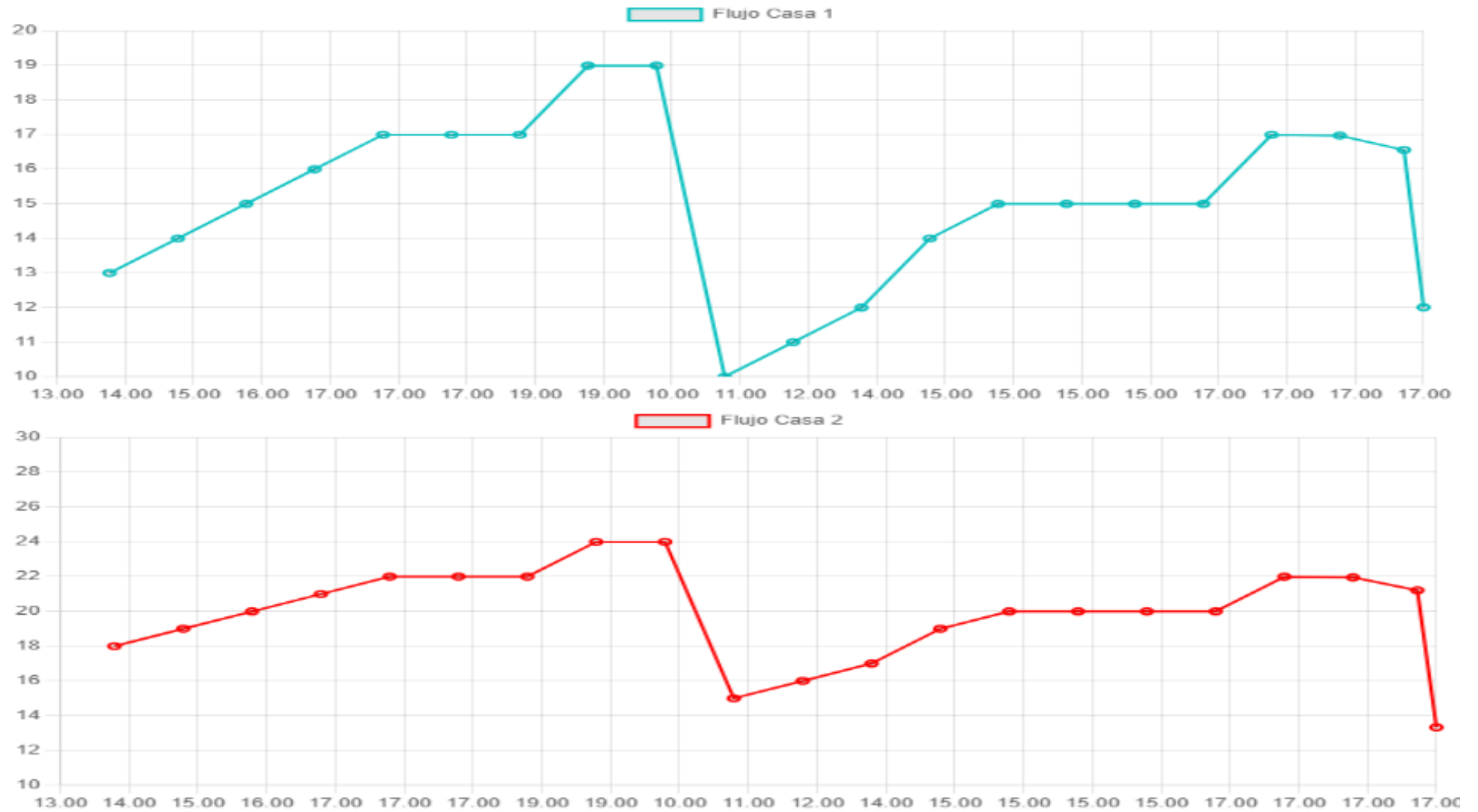
ELABORACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE MEDIANTE UN SERVIDOR WEB



Nota: Ejecutado por el tesista

Figura 49

Servidor Web – SCADA – Control y monitoreo del consumo de agua



Nota: Ejecutado por el tesista

4.2.2.2. Base de datos

El ESP32 envía información. Una base de datos llamada "CMCA" y una tabla llamada "datos" mantienen esta información segura.

Figura 50

Data almacenada en la BBDD de la tabla "data"

	ID	EST_C1	EST_C2	F_C1	F_C2	FECHA	HORA
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78618	1	1	15.00	20.00	12-11-2024	17:28:44
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78617	1	1	14.00	19.00	12-11-2024	17:28:44
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78616	1	1	13.00	18.00	12-11-2024	17:28:43
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78615	1	1	12.00	17.00	12-11-2024	17:28:43
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78614	1	1	11.00	16.00	12-11-2024	17:28:42
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78613	1	1	10.00	15.00	12-11-2024	17:28:42
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78612	1	1	9.00	14.00	12-11-2024	17:28:42
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78611	1	1	19.00	24.00	12-11-2024	17:28:42
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78610	1	1	18.00	23.00	12-11-2024	17:28:41
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78609	1	1	17.00	22.00	12-11-2024	17:28:41
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78608	1	1	16.00	21.00	12-11-2024	17:28:40
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78607	1	1	15.00	20.00	12-11-2024	17:28:40
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78606	1	1	14.00	19.00	12-11-2024	17:28:40
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78605	1	1	13.00	18.00	12-11-2024	17:28:38
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78604	1	1	12.00	17.00	12-11-2024	17:28:37
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78603	1	1	11.00	16.00	12-11-2024	17:28:37
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78602	1	1	10.00	15.00	12-11-2024	17:28:35
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78601	1	1	9.00	14.00	12-11-2024	17:28:35
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78600	1	1	19.00	24.00	12-11-2024	17:28:34
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78599	1	1	18.00	23.00	12-11-2024	17:28:34
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78598	1	1	17.00	22.00	12-11-2024	17:28:34
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78597	1	1	16.00	21.00	12-11-2024	17:28:33
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78596	1	1	15.00	20.00	12-11-2024	17:28:33
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78595	1	1	14.00	19.00	12-11-2024	17:28:31
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	78594	1	1	13.00	18.00	12-11-2024	17:28:31

Nota: Ejecutado por el tesista

4.2.2.3. Recepción de datos y guardado – esp-post.php

Usamos un marcador especial llamado \$data en PHP para recopilar información. Esta información proviene del ESP32 cuando envía un mensaje mediante HTTP POST. Luego, la guardamos de forma segura en la tabla de datos de la base de datos CMCA. De esta forma, se garantiza el registro y la persistencia de los datos provenientes de los sensores para su posterior análisis y monitoreo.

Figura 51

Sub rutina de captura y guardado en la BBDD

```
$servername = "localhost";
$database = "cmca";
$username = "root";
$password = "";
// Create connection
$conn = mysqli_connect($servername, $username, $password, $database);
// Check connection
if (!$conn) {
    die("Connection failed: " . mysqli_connect_error());
}

echo "Connected successfully";
/*($N_SE, $V_RS, $V_RT, $V_ST, $V_PROM, $V_RN, $V_SN, $V_TN, $V_LPROM,
    $I_R, $I_S, $I_T, $I_PROM, $P, $Q, $S, $F)*/
if ($EST_C1 != ""){
    $sql = "INSERT INTO data (EST_C1, EST_C2, F_C1, F_C2, FECHA, HORA)
        VALUES ($data)";
    if (mysqli_query($conn, $sql)) {
        echo "New record created successfully";
    } else {
        echo "Error: " . $sql . "<br>" . mysqli_error($conn);
    }
    mysqli_close($conn);
} else {
    echo "No hay datos a ingresar ...";
}
```

Nota: Ejecutado por el tesista

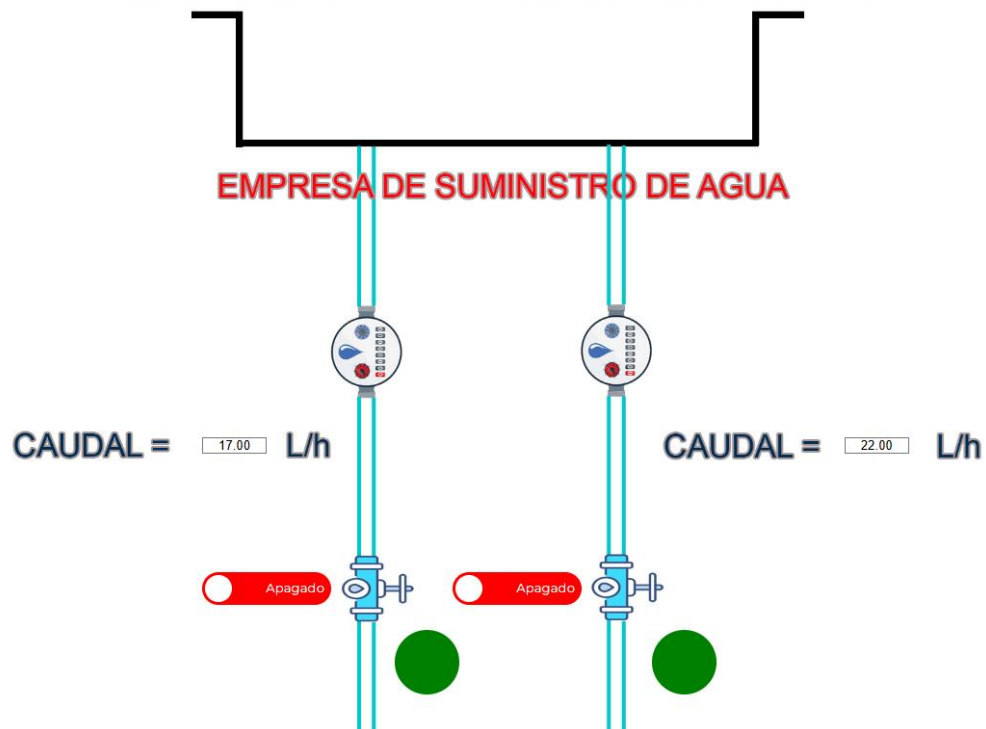
4.2.2.4. Pantalla principal – index.php

- a) En la pantalla principal, hay tres botones deslizables que permiten encender y apagar los dispositivos conectados. Asimismo, se incorporaron dos campos de entrada (INPUTS) destinados a mostrar en tiempo real los valores numéricos de los caudales, los cuales son extraídos directamente de la base de datos para ofrecer una visualización precisa y actualizada.

Figura 52

Pantalla principal – SCADA - funcionamiento

ELABORACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE MEDIANTE UN SERVIDOR WEB



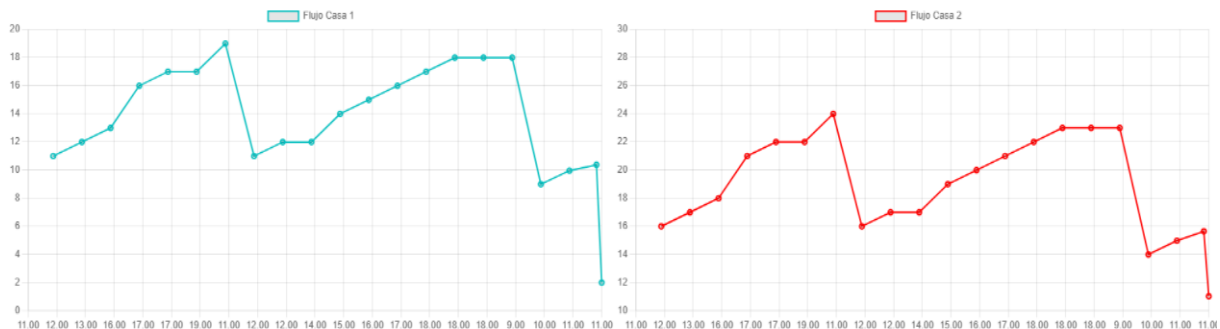
Nota: Ejecutado por el tesista

- b) Para mostrar lo que detectaron los sensores, colocamos dos gráficos en movimiento que muestran los números de la base de datos. Estos gráficos se actualizan automáticamente cada 100 milisegundos, lo que permite un monitoreo en tiempo real del comportamiento de los

sensores. Para lograr esta actualización continua, se desarrolló una subrutina en lenguaje JavaScript, la cual consulta periódicamente los datos almacenados y actualiza los gráficos de manera eficiente.

Figura 53

Gráficos – SCADA – funcionamiento



Nota. Ejecutado por el tesista

Figura 54

Subrutina de actualización de gráficos – SCADA

```
function actualizarGrafico(nuevoDato) {  
    //-----GRAFICOS I-----  
    // Realizar una solicitud AJAX para obtener datos actualizados  
    console.log("NUEVO DATO", nuevoDato);  
    // Actualizar el gráfico con los nuevos datos  
    miGrafico2.data.labels.push(nuevoDato.campo2);  
    miGrafico2.data.datasets[0].data.push(nuevoDato.campo2);  
  
    var maxValor = Math.max(...miGrafico2.data.datasets.reduce((acc, dataset) => acc.concat(dataset.data, []));  
    var minValor = Math.min(...miGrafico2.data.datasets.reduce((acc, dataset) => acc.concat(dataset.data, []));  
  
    miGrafico2.options.scales.y.max = Math.ceil(maxValor / 10) * 10;  
    miGrafico2.options.scales.y.min = Math.floor(minValor / 10) * 10;  
  
    miGrafico2.update();  
  
    //-----GRAFICOS POTENCIAS-----  
    // Realizar una solicitud AJAX para obtener datos actualizados  
    console.log("NUEVO DATO", nuevoDato);  
    // Actualizar el gráfico con los nuevos datos  
    miGrafico3.data.labels.push(nuevoDato.campo3);  
    miGrafico3.data.datasets[0].data.push(nuevoDato.campo3);  
  
    var maxValor = Math.max(...miGrafico3.data.datasets.reduce((acc, dataset) => acc.concat(dataset.data, []));  
    var minValor = Math.min(...miGrafico3.data.datasets.reduce((acc, dataset) => acc.concat(dataset.data, []));  
  
    miGrafico3.options.scales.y.max = Math.ceil(maxValor / 10) * 10;  
    miGrafico3.options.scales.y.min = Math.floor(minValor / 10) * 10;  
  
    miGrafico3.update();  
  
    if (miGrafico2.data.labels.length > 20) {  
        miGrafico2.data.labels.shift();  
        miGrafico2.data.datasets[0].data.shift();  
        miGrafico3.data.labels.shift();  
        miGrafico3.data.datasets[0].data.shift();  
    }  
}
```

Nota: Ejecutado por el tesista

- c) Para la visualización numérica de los valores obtenidos por los sensores, se implementaron cuatro campos de entrada tipo INPUT, en los cuales se muestran los datos capturados desde la base de

datos (BBDD). Estos campos se actualizan automáticamente cada 100 milisegundos para garantizar la visualización en tiempo real. Para lograr esta funcionalidad, se desarrolló una subrutina en lenguaje JavaScript encargada de realizar solicitudes periódicas al servidor y actualizar los valores en los INPUTs de manera dinámica.

Figura 55

Subrutina de actualización de INPUTS – SCADA

```
function actualizarFormulario() {
  $.ajax({
    url: "./actualiza.php", // Cambia a la URL de tu script de actualización
    type: "GET",
    dataType: "json",
    success: function(data) {
      //console.log('EXTRAYENDO DATA..');
      //console.log("DATA", data.objeto[0].campo2);
      // Actualizar los valores de los campos del formulario
      $('#F_C1').val(data.objeto[0].campo2);
      $('#F_C2').val(data.objeto[0].campo3);

      actualizarGrafico(data.array[0]);
    },
    error: function() {
      //console.log(function());
      console.log('Error al obtener datos del servidor.');
```

Nota: Ejecutado por el tesista

4.2.2.5. Pantalla principal – indicadores.php

Para la visualización del estado de las cargas conectadas, se implementaron cuatro indicadores circulares en la interfaz gráfica. Estos indicadores reflejan en tiempo real el estado de cada carga (encendido o apagado), utilizando una codificación por colores: verde para "encendido" y rojo para "apagado". La información de estado se obtiene directamente desde la base de datos (BBDD) y se actualiza cada 100 milisegundos. Para llevar a cabo esta actualización automática y continua, se desarrolló una subrutina en JavaScript que consulta periódicamente el servidor y actualiza los indicadores en función de los datos más recientes.

Figura 56

Subrutina de actualización de INDICADORES – SCADA

```
$inc = include("con_db.php");
if ($inc){
    $consulta = "SELECT * FROM data WHERE ID=(SELECT MAX(ID) AS ID FROM data)";
    $resultado = mysqli_query($conex, $consulta);

    if($resultado){
        while($row = $resultado->fetch_array())
        {
            $ID = $row['ID'];

            $valorSensor1 = $row["EST_C1"];
            $valorSensor2 = $row["EST_C2"];

        }

        $colorIndicador1 = $valorSensor1 > 0 ? 'verde' : 'rojo';
        $colorIndicador2 = $valorSensor2 > 0 ? 'verde' : 'rojo';

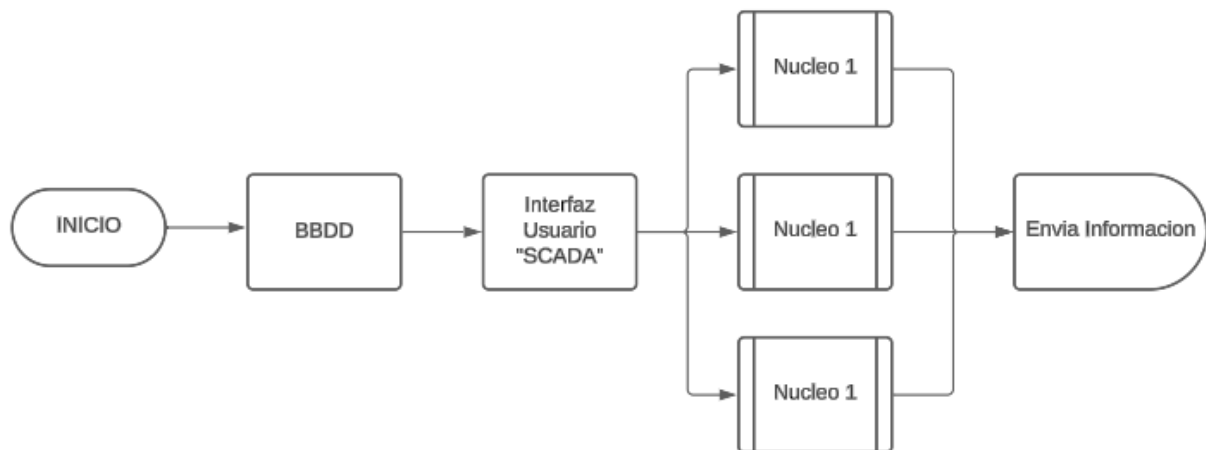
        /*echo json_encode(array(
            'indicador1' => $colorIndicador1,
            'indicador2' => $colorIndicador2,
            'indicador3' => $colorIndicador3
        ));*/
    }
}
```

Nota: Ejecutado por el tesista

4.2.2.6. Pictografía de bloques de la configuración del Servidor Web

Figura 57

Pictografía de configuración del Servidor Web



Nota: Ejecutado por el tesista

1. Base de Datos (BBDD):

La base de datos fue creada utilizando la interfaz gráfica **phpMyAdmin** del paquete **XAMPP**, y está compuesta por 8 columnas. Esta estructura permite



el almacenamiento ordenado y eficiente de la información enviada por el ESP32, correspondiente a los valores capturados por los sensores de corriente y los estados de operación del sistema.

2. Sistema SCADA:

El sistema SCADA fue estructurado en tres secciones principales para facilitar la supervisión y el control remoto de las cargas:

a. Visualización:

Se implementaron tres campos de entrada (inputs) que muestran en tiempo real los valores de los sensores de corriente, extraídos directamente de la base de datos. Estos valores se actualizan constantemente mediante subrutinas desarrolladas en JavaScript.

b. Control mediante Botones:

Se integraron tres botones deslizables (tipo "switch") en la interfaz, los cuales permiten enviar comandos de encendido y apagado hacia el microcontrolador **ESP32** mediante comunicación WiFi, permitiendo el control remoto de las cargas.

c. Gráficos de Monitoreo:

Para ofrecer una visualización más intuitiva y detallada del comportamiento de los sensores, se incorporaron **cuatro gráficos dinámicos** que representan visualmente los datos capturados por los sensores de corriente. Estos gráficos también se actualizan automáticamente en intervalos definidos, facilitando el análisis del sistema en tiempo real



CONCLUSIONES

- PRIMERA:** Se desarrolló un servidor web de tipo SCADA utilizando los lenguajes de programación HTML, CSS, JavaScript y PHP. A través de esta implementación, se logró crear una interfaz gráfica que permite mostrar los datos provenientes de dos sensores de flujo de agua, controlar de forma remota el encendido y apagado de las electroválvulas desde el entorno web, así como incluir indicadores visuales que reflejan el estado actual de las cargas.
- SEGUNDA:** Los componentes electrónicos empleados para construir la maqueta de simulación incluyeron el ESP32 DevKit v1.0, un módulo de relevadores de dos canales, el convertidor StepDown LM2596, una pantalla TFT de 4 pulgadas, el sensor de flujo de agua FS300A y una válvula solenoide.
- TERCERA:** Para implementar el sistema electrónico de control y monitoreo, fue indispensable la creación de una maqueta que simula el ingreso de agua desde un reservorio y dos salidas controladas mediante válvulas solenoides y sensores de flujo, además de incorporar un módulo encargado del control y supervisión.
- CUARTA:** El servidor web está diseñado para recibir los datos y almacenarlos en la base de datos, los cuales posteriormente se visualizan en la interfaz mediante dos campos de entrada (INPUT) y dos gráficos de tipo lineal. Asimismo, incorpora dos botones tipo ON/OFF para controlar el encendido y apagado de las válvulas solenoides, junto con dos indicadores que reflejan el estado actual de dichas válvulas.



RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Se sugiere optimizar la interfaz gráfica del sistema SCADA incorporando funcionalidades complementarias, como alertas automáticas o señales visuales, que se activen cuando los caudales de agua superen límites establecidos previamente. Esta mejora permitiría a los usuarios reaccionar de manera oportuna y eficiente, ayudando a prevenir posibles fugas o consumos inusuales.
- SEGUNDA:** Para mejorar la exactitud y operatividad del sistema de monitoreo, se recomienda incorporar sensores complementarios, como detectores de presión y sensores de nivel en el reservorio. Esta integración permitirá una supervisión más precisa del flujo hídrico, optimizando el control y la gestión del consumo de agua potable de forma más completa.
- TERCERA:** Considerando que el sistema emplea un servidor web para el control y monitoreo a distancia, es recomendable aplicar protocolos de seguridad como HTTPS y mecanismos de autenticación mediante contraseñas o tokens, especialmente cuando se maneje información sensible.
- CUARTA:** Se sugiere incorporar una función automatizada al sistema que posibilite el control automático de las válvulas solenoides según parámetros como el flujo de agua o el nivel del reservorio. Esto disminuiría la dependencia de la operación manual y mejoraría la eficiencia en el uso del agua, especialmente al detectar consumos anómalos o posibles fugas.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias Valencia, S., & Peñaranda, F. (Setiembre de 2015). La investigación eticamente reflexionada. *Scielo*, 33(3).
- Bamonde, F., & Pulache, J. (2021). *Sistema de Control de Consumo de Agua Doméstico enfocado al internet de las cosas 2021*. Piura: Universidad Cesar Vallejo.
- Cari, U. (2022). *Vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano del distrito de Ichuña, region Moquegua 2019*. Moquegua: Universidad Jose Carlos Mariategui.
- Castro, E., & Tristan, A. (2018). *Sistema Scada con georreferenciación para la determinación de disponibilidad hídrica en reservorios de agua en el valle de pampas*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Cunalata, D. (2020). *Sistema electrónico de monitoreo del consumo de agua potable mediante arquitectura IoT y comunicación MQTT en una vivienda del sector San Vicente de Picahua Canton Ambato*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (S.E.). *Metodología de la Investigación*. MEXICO D.F.: MC GRAW HILL EDUCATION.
- Gallardo Echenique, E. E. (2017). *Metodología de la Investigación*. Huancayo: Universidad Continental.
- Hernandez Sampieri, R., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6TA ed.). (M. A. Toledo Castellanos, Ed.) C. D. Mexico: Mc Graw Hill Education.
- Maker Store. (30 de 10 de 2023). *Maker Store*. Obtenido de Maker Store: <https://maker-store.es/>
- Maraza, J. (2021). *Prototipo de medidor de agua IoT para el control y monitoreo del consumo de agua potable en hogares de la ciudad de la Paz*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.



- Monje, A. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa*. Colombia: Universidad Sur colombiana.
- NayLamp. (30 de 10 de 2023). *NayLamp*. Obtenido de NayLamp: <https://naylampmechatronics.com/>
- Negrete, J. (2019). *Diseño de un sistema Scada con radioenlaces para mejorar la distribución de agua potable en la ciudad de Chiclayo por parte de la empresa Epsel s.a*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Luiz Gallo.
- Osorio, J. (2018). *Automatización del sistema de distribución de agua potable del esquema san pedro de Carabayllo - distrito de Carabayllo*. Lima: Universidad Tecnológica del Peru.
- Pahuara, F. (2020). *Diseño e Puesta en marcha de Sistema Automatizado en Cuarto de Bombas para el Suministro de Agua Potable en Edificio Torres Paz*. Lima: Universidad Tecnológica del Peru. Recuperado el 6 de 11 de 2023, de <file:///G:/PENDIENTES/TESIS%20-%20LUIS/ESTADO%20DEL%20ARTE/Dise%C3%B1o%20e%20Implementaci%C3%B3n%20de%20Sistema%20Automatizado%20en%20Cuarto%20de%20Bombas%20para%20el%20Suministro%20de%20Agua%20Potable%20en%20Edificio%20Torres%20Paz.pdf>
- Paredes, K. (2021). *Sistema de control y monitoreo para la distribución del agua potable en la ciudad de Lambayeque*. Lambayeque: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Ponce, Y. (2017). *Análisis de la satisfacción del servicio de agua potable y desagüe y sus determinantes en la ciudad de Juliaca - 2017*. Juliaca: Universidad Nacional del Altiplano.
- Rios, G., & Carranza, Y. (2018). *En los hogares usualmente hay fugas que no son detectadas y el agua se desperdicia de manera constante. Este problema; en los hogares que cuentan con un sistema de tanques y bombas, es mayor pues ocasiona que la bomba de agua se active más veces de lo nec*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Recuperado el 1 de 11 de 2023, de <chrome->



extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/2135/BC-TES-TMP-1005.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SDielect. (30 de 10 de 2023). *SDielect*. Obtenido de SDielect: <https://ssdielect.com/>

Seda Juliaca. (6 de 11 de 2023). *Seda Juliaca*. Obtenido de Seda Juliaca: <https://sedajuliaca.com/>

Torres, J., & Chanoluisa, S. (2015). *Diseño e Puesta en marcha de un sistema de control en una planta de llenado de tanques a escala usando un transmisor de nivel y algoritmo PID para pruebas en el laboratorio de automatización industrial*. GUAYAQUIL.

Useche, N. (2023). *Sistema de monitoreo de consumo de agua en hogares, basado en tecnologías del internet de las cosas IoT y redes LoRaWAN*. Bogota: Pontificia Universidad Javeriana.

Zegarra, C. (2019). *Modelos de operación de reservorios de almacenamiento de agua potable del distrito puente piedra, provincia de lima en el 2018*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.



ANEXOS



ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: ELABORACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE MEDIANTE UN SERVIDOR WEB

PROBLEMAS	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	VARIABLES	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p>Problema General 1.- ¿ De qué manera elaborar un sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua potable mediante un servidor web ?</p> <p>Problemas Específicos A- ¿ Cuáles son los dispositivos electrónicos para el sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua potable ? B.- ¿ Cuáles el diseño para el sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua potable ? C.- ¿ De qué manera realizar el servidor web para el control y monitoreo del consumo de agua potable?</p>	<p>Objetivos General <i>Elaborar un sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua potable mediante un servidor web .</i></p> <p>Objetivos Específicos A.- <i>Determinar los dispositivos electrónicos para el sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua potable.</i> B.- <i>Determinar el diseño para el sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua potable .</i> C.- <i>Realizar el servidor web para el control y monitoreo del consumo de agua potable .</i></p>	<p>El proyecto de elaboración de un sistema electrónico para el control y monitoreo del consumo de agua potable mediante un servidor web es fundamental en el contexto actual debido a la creciente escasez de recursos hídricos y la necesidad de una gestión eficiente del agua. A nivel global, el cambio climático, el crecimiento demográfico y la urbanización están ejerciendo una presión sin precedentes sobre las fuentes de agua potable. En regiones como Juliaca, en el departamento de Puno, la situación es particularmente crítica debido a la geografía y las limitaciones de la infraestructura existente. La escasez de agua, combinada con la mala gestión y distribución ineficiente, genera serios problemas sociales, económicos y de salud pública.</p>	<p>Variable Independiente Sistema electrónico de control y monitoreo del consumo de agua potable</p> <p>Variable Dependiente Servidor Web</p>	<p>Hipótesis General Si se implementa un sistema electrónico basado en sensores de flujo y electroválvulas controlado por un ESP32, entonces se podrá realizar un monitoreo preciso y un control eficiente del consumo de agua potable en tiempo real, mejorando la gestión del recurso hídrico en la vivienda.</p> <p>Hipótesis específicas A.- Si se seleccionan y configuran adecuadamente dispositivos electrónicos como sensores de flujo, electroválvulas y un ESP32, entonces se garantizará la funcionalidad y eficiencia del sistema de control y monitoreo del agua, permitiendo un control preciso y confiable del recurso. B.- Si se diseña un sistema electrónico que integra de manera óptima los dispositivos de medición, control y comunicación, entonces se logrará un sistema robusto y escalable capaz de operar bajo diversas condiciones ambientales y de uso, asegurando un monitoreo continuo y preciso del consumo de agua. C.- Si se desarrolla un servidor web con una interfaz gráfica intuitiva y funcional, entonces los usuarios podrán monitorear en tiempo real el consumo de agua y controlar de manera remota el sistema de distribución, mejorando la eficiencia y el manejo del agua en la vivienda.</p>	<p>TIPO:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tecnológico <p>ENFOQUE:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Aplicativo <p>NIVEL:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Cuantitativo <p>DISEÑO:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Experimental

ANEXO 2: CONSUMO DE POTENCIA EN ESTADO DE REPOSO Y FUNCIONAMIENTO**Figura 58***Consumo de Potencia en estado de Reposo*

ÍTE M	Descripción	Fuente Switching		
		Voltaje (V)	Corriente (mA)	Potencia (W)
1	PCB Control y Monitoreo de Consumo de Agua	12	450	5.4

Nota: Realizado por el autor

Figura 59*Consumo de Potencia en estado de Funcionamiento*

ÍTE M	Descripción	Fuente Switching		
		Voltaje (V)	Corriente (mA)	Potencia (W)
1	PCB Control y Monitoreo de Consumo de Agua	12	800	9.6

Nota: Realizado por el autor

Se tuvo dos tipos de consumo de Potencia, la primera en reposo fue con una Voltaje de 12 voltios provenientes de la fuente y 450 mA, dando una potencia de 5.4 W. también se tuvo una corriente de 800 mA cuando está en funcionamiento dando una potencia de 9.6 W.



ANEXO 3: TIPO DE CONTROL Y ANALIZAR – ON / OFF

El control ON/OFF, también llamado bang–bang, es la forma más elemental de control en lazo cerrado, donde la señal de salida alterna únicamente entre dos estados: activado o desactivo. Este método emplea realimentación para comparar constantemente la variable de proceso con un valor de consigna, decidiendo la transición basándose en dicha comparación. En sistemas de flujo, como el tuyo, se utilizan sensores de caudal que generan pulsos proporcionales al flujo de agua y válvulas solenoides que responden de forma binaria al controlador. Para evitar conmutaciones excesivas alrededor del punto de consigna, se introduce una banda de histéresis que reduce el “rebote” y la frecuencia de encendidos/apagados. En tu maqueta, este esquema permitió accionar las electroválvulas y registrar el consumo en tiempo real con eficiencia y confiabilidad.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CONTROL ON/OFF

- La estrategia consiste en medir la variable de proceso (caudal) y contrastarla con un umbral predefinido: si está por debajo, el actuador se activa; si lo supera, se desactiva.
- No hay grados intermedios de apertura parcial: el sistema solo admite “todo o nada”, lo que simplifica el algoritmo de control y el hardware requerido.
- Este planteamiento prescinde de acciones proporcionales, integrales o derivativas, apoyándose únicamente en la comparación binaria contra el setpoint.



PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

- El sensor de flujo (FS300A) convierte la velocidad de rotación de un rotor interno en impulsos eléctricos digitales, generando una señal ON/OFF a cada paso de agua.
- El ESP32 DevKit v1.0 contabiliza estos pulsos para estimar el caudal en litros/minuto y compara el resultado con el valor de referencia definido en el firmware.
- Según la diferencia, el microcontrolador activa o desactiva un relevador de dos canales, que a su vez conmuta la bobina de la válvula solenoide para permitir o bloquear el paso de agua.

CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS

- **Simplicidad:** Su diseño y puesta en marcha requieren un esquema muy básico, ideal para prototipos y entornos académicos.
- **Bajo costo:** Al no necesitar moduladores PWM ni circuitos analógicos complejos, los componentes son económicos y fáciles de conseguir.
- **Robustez:** Menos partes móviles y electrónicas implican menor probabilidad de fallo, lo cual es deseable en proyectos de campo.
- **Limitaciones:** La respuesta binaria provoca oscilaciones (overshoot) alrededor del setpoint y "chattering" si no se aplica histéresis, lo que puede generar desgaste prematuro.



PUESTA EN MARCHA PRÁCTICA EN TU TESIS

- Para conmutar las válvulas solenoides se utilizó un relevador que conecta 220 V a la bobina cuando el ESP32 emite la señal de activación, logrando un control ON/OFF absoluto del flujo.
- El sensor FS300A (1/2") ofrece contactos normalmente abiertos que cierran al detectar flujo, proporcionando robustez y facilidad de montaje.
- Los módulos StepDown LM2596 garantizaron un voltaje estable de 5 V para el ESP32 y 12 V para los relevadores, asegurando la fiabilidad del sistema bajo diferentes condiciones de carga.

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- **Histéresis:** Definir una banda de histéresis adecuada evita conmutaciones rápidas ("chattering") y prolonga la vida útil de los relevadores.
- **Calibración:** Es esencial ajustar el umbral de encendido/apagado mediante pruebas prácticas, correlacionando la frecuencia de pulsos con el caudal real medido.
- **Filtrado de ruido:** Incluir rutinas de software para descartar pulsos fugaces minimiza activaciones erróneas y protege tanto el sensor como los componentes eléctricos.



ANEXO 4: SOFTWARE SCADA EN PC

Un sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) es una plataforma tecnológica que integra hardware y software para supervisar, controlar y adquirir datos en tiempo real de procesos industriales o infraestructuras críticas. Cuando se implementa en una computadora personal (PC), el SCADA actúa como una estación maestra que centraliza la información proveniente de dispositivos de campo, permitiendo a los operadores visualizar, analizar y gestionar operaciones desde una interfaz gráfica intuitiva.

COMPONENTES PRINCIPALES DE UN SCADA EN PC

1. **Interfaz Hombre-Máquina (HMI):** Es la representación visual del proceso, donde se muestran Pictografías, indicadores y controles interactivos que permiten al operador monitorear y manipular el sistema.
2. **Base de Datos Histórica:** Almacena datos recopilados a lo largo del tiempo, facilitando análisis de tendencias, generación de informes y toma de decisiones basada en información histórica.
3. **Módulo de Comunicaciones:** Gestiona la interacción entre la PC y los dispositivos de campo (como PLCs o RTUs), utilizando protocolos estándar para asegurar una transmisión de datos eficiente y confiable.
4. **Sistema de Alarmas y Eventos:** Detecta condiciones anómalas o críticas en el proceso, alertando al operador mediante señales visuales o auditivas, y registrando eventos para su posterior análisis.

FUNCIONALIDADES CLAVE

- **Supervisión en tiempo real:** Permite observar el estado actual del proceso, identificando rápidamente cualquier desviación o falla.
- **Control remoto:** Facilita la operación de equipos y sistemas desde la PC, ajustando parámetros o activando dispositivos según sea necesario.
- **Adquisición y registro de datos:** Captura información relevante del proceso, almacenándola para análisis y cumplimiento de normativas.



- **Análisis y generación de informes:** Proporciona herramientas para interpretar los datos recopilados, apoyando la optimización del proceso y la toma de decisiones estratégicas.

APLICACIONES comunes

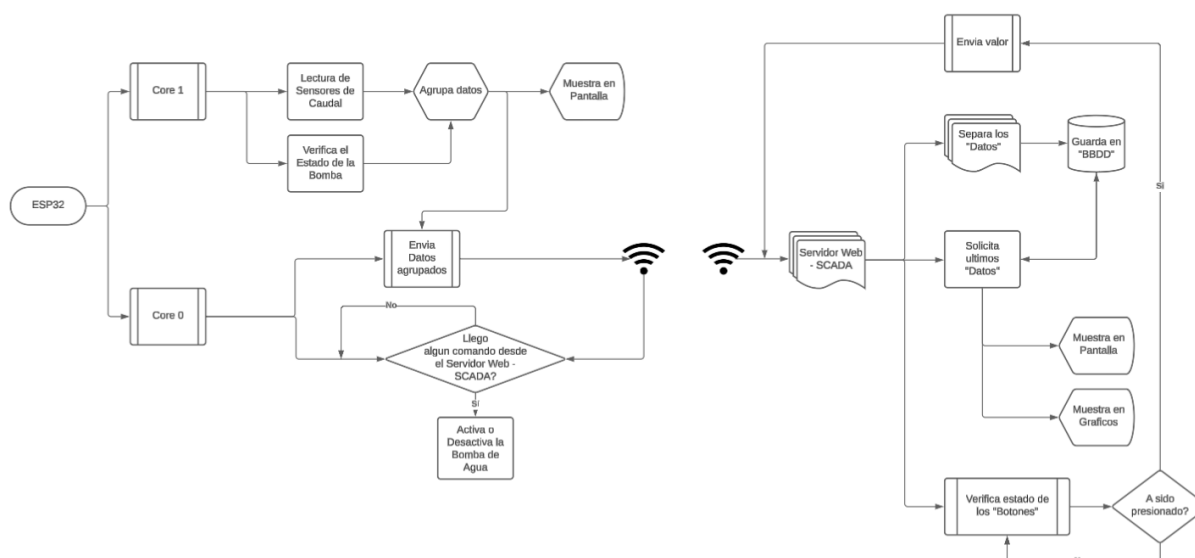
Los sistemas SCADA en PC se utilizan ampliamente en sectores como:

- **Distribución de agua y tratamiento de aguas residuales:** Monitoreo y control de flujos, niveles y calidad del agua.
- **Generación y distribución de energía eléctrica:** Supervisión de subestaciones, líneas de transmisión y consumo energético.
- **Industria manufacturera:** Control de líneas de producción, maquinaria y sistemas de calidad.
- **Transporte y logística:** Gestión de sistemas ferroviarios, tráfico vehicular y operaciones portuarias.

VENTAJAS DE IMPLEMENTAR SCADA EN PC

- **Flexibilidad y escalabilidad:** Facilita la adaptación del sistema a diferentes tamaños y complejidades de procesos.
- **Integración con otras tecnologías:** Permite la conexión con sistemas empresariales (como ERP o MES), mejorando la coordinación y eficiencia operativa.
- **Reducción de costos:** Al centralizar el control y monitoreo, se optimizan recursos y se minimizan tiempos de inactividad.
- **Mejora en la toma de decisiones:** El acceso a información precisa y en tiempo real permite respuestas más rápidas y efectivas ante situaciones críticas.

ANEXO 5: EXPLICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA



1. CAPTURA Y PREPROCESADO EN EL ESP32 (LADO "CORE 1")

A. Lectura de sensores de caudal

- El ESP32, en su Core 1, recibe los pulsos del sensor de flujo FS300A. Cada pulso equivale a un volumen concreto de agua que ha atravesado el sensor.
- A través de interrupciones o de una rutina de conteo periódico, el microcontrolador contabiliza estos pulsos y calcula, en tiempo real, el caudal instantáneo (litros/minuto).

B. Verificación del estado de la bomba

- De forma paralela, Core 1 comprueba la entrada que indica si la electroválvula (o bomba) está energizada. Esto puede hacerse leyendo un pin digital que refleja el estado del relevador.

C. Agrupación de datos

- Cada cierto intervalo (por ejemplo, cada segundo o cada 5 s), Core 1 reúne los valores de caudal y el estado de la bomba en un único "paquete de datos".
- Este paquete contiene al menos:
 - Marca temporal (timestamp)



- Caudal medido
- Estado ON/OFF de la electroválvula

D. Presentación local (opcional)

- Inmediatamente después de agruparlos, esos datos pueden enviarse a la pantalla TFT 4" para una supervisión local:
 - Se muestran números de caudal
 - Iconos o LEDs virtuales que indiquen si la válvula está abierta o cerrada

2. ENVÍO DE DATOS AL SCADA (INTERFAZ WIFI)

A. Envía datos agrupados

- Core 1 pasa el paquete de datos al módulo de comunicaciones WiFi del ESP32.
- Se realiza una petición HTTP (GET/POST) o un socket TCP/MQTT hacia el servidor web SCADA alojado en tu PC.

B. Recepción en el Servidor SCADA

- El servidor (Apache/PHP) recibe la petición con los datos encriptados o en JSON.
- Se activa el script PHP encargado de procesar esa información.

3. PROCESAMIENTO EN EL SERVIDOR WEB – SCADA (PC)

A. Separación y validación de datos

- El script PHP “separa” el JSON/paquete recibido en sus componentes (caudal, estado de válvula, timestamp).
- Valida integridad (¿datos fuera de rango? ¿formato correcto?).

B. Guardado en Base de Datos

- Una vez validados, los datos se insertan en la BBDD (por ejemplo MySQL), tabla datos_caudal.



- Cada registro nuevo incorpora el timestamp junto a los valores numéricos y booleanos.

C. Respuesta al ESP32

- Si todo ha ido bien, el PHP devuelve una respuesta (HTTP 200 OK) y puede incluir un "payload" vacío o con un posible comando.

D. Consulta de últimos datos para HMI

- Independientemente del envío, otro script PHP se encarga de consultar periódicamente (o al refrescar la página) los últimos N registros de la BBDD.
- Esos registros se envían al frontend (HTML/JS) para representar:
 - **Dos gráficas lineales:** caudal vs. tiempo y estado de válvula vs. tiempo.
 - **Inputs numéricos:** mostrar el valor de caudal más reciente y el estado actual de la válvula.

E. Verificación de botones ON/OFF

- En la interfaz web existen dos botones (solenoides 1 ON/OFF y solenoide 2 ON/OFF).
- Un pequeño script JS "polling" (o uso de WebSockets) revisa cada X ms si el usuario ha pulsado alguno.

F. Generación y envío de comandos

- Si el usuario pulsa "ON" o "OFF" en la HMI, el frontend envía una petición al servidor (otro endpoint PHP) indicando:
 - Qué válvula
 - Acción deseada (activar/desactivar)
- El servidor guarda el evento en la BBDD de "comandos" y, en la misma respuesta HTTP, incluye el nuevo estado que debe ejecutar el ESP32.



4. RECEPCIÓN DE COMANDOS EN EL ESP32 (LADO "CORE 0")

A. Escucha de peticiones

- En Core 0, el ESP32 abre un canal de comunicación con el servidor (puede ser un cliente HTTP periódico o un socket MQTT).
- Cada ciclo de escucha pregunta: "¿Hay un nuevo comando pendiente en el servidor SCADA?"

B. Procesamiento de la orden

- Si la respuesta indica "activar válvula" o "desactivar válvula", Core 0 envía la señal digital adecuada al relevador.
- El relevador conmuta la alimentación de la bobina de la electroválvula, abriendo o cerrando el paso de agua.

C. Confirmación de ejecución

- Tras cambiar el estado, Core 0 puede notificar al Core 1 o directamente generar un nuevo paquete de datos donde incluya el "nuevo estado de bomba", cerrándose así el lazo de control.

5. CICLO CONTINUO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL

A. Bucle de lectura → envío → registro → visualización

- El ESP32 repite continuamente la lectura de caudal, el envío de datos y la comprobación de comandos.
- El servidor SCADA recibe, guarda y refresca la HMI en tiempo real.

B. Interacción humano-máquina

- El operador ve, en su navegador, gráficas que avanzan según entran nuevos datos y tiene a mano los botones para intervenir manualmente.

C. Histórico y análisis

- Gracias a la BBDD histórica, se pueden generar informes de consumo diario, comparar picos de demanda y optimizar la lógica de control en futuras versiones.



6. Ventajas De Este Esquema Dual-Core Y Cliente-Servidor

- **Separación de tareas en el ESP32:**
 - Core 1 dedicado a adquisición y envío evita bloqueos si el Core 0 está ocupado procesando comandos.
 - Core 0 se enfoca exclusivamente en la lógica de control ON/OFF, mejorando la capacidad de respuesta ante órdenes.
- **Escalabilidad y modularidad:**
 - Un PC puede monitorizar múltiples ESP32, cada uno con dos o más solenoides.
 - El SCADA puede ampliarse con alarmas, reportes automáticos o integración con otros sistemas (ERP, SMS, correo).
- **Robustez y trazabilidad:**
 - Cada acción queda registrada y puede auditarse.
 - Si hay un fallo de comunicación, el ESP32 puede cachear localmente los últimos datos y reintentarlo.



ANEXO 6: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

1. Puesta en marcha exitosa del servidor web (SCADA)

La puesta en marcha de la interfaz HTML/CSS/JS/PHP demuestra que el objetivo principal—contar con un punto central de supervisión y control remoto—se cumplió cabalmente. El hecho de visualizar en tiempo real los valores de los dos sensores de flujo y el estado de las válvulas solenoides prueba la correcta integración de hardware y software, confirmando que la arquitectura cliente-servidor es adecuada para aplicaciones de monitoreo de recursos .

2. Selección y desempeño de los dispositivos electrónicos

El uso de un ESP32 DevKit v1.0 junto a relevadores de dos canales, módulo StepDown LM2596, pantalla TFT 4", sensor FS300A y electroválvulas proporcionó un conjunto equilibrado entre costo, tamaño y funcionalidad. La capacidad de alimentación estable (gracias al LM2596) y la precisión suficiente del sensor FS300A garantizan lecturas de caudal confiables, lo que valida la elección de componentes para prototipos de pequeña minería o instalaciones domiciliarias .

3. Funcionamiento de la maqueta de simulación

La maqueta reproduce de forma fidedigna el flujo de agua desde un "reservorio" hasta dos salidas controladas por electroválvulas, mostrando que el esquema de control ON/OFF es capaz de gestionar procesos hidráulicos simples con un control binario. El acople entre el sensor de flujo y la lógica de toma de decisiones del ESP32 asegura que cualquier variación en el caudal se traduzca casi instantáneamente en una acción de apertura o cierre de válvula, validando la factibilidad de este tipo de control en aplicaciones de campo .

4. Almacenamiento y visualización de datos

El sistema demuestra no solo la adquisición de datos, sino también su



persistencia en la base de datos y su presentación mediante dos gráficas lineales y dos campos numéricos. Esto confirma que, además de la supervisión en tiempo real, la herramienta permite realizar análisis históricos básicos y generar reportes de consumo, ampliando su utilidad para gestión y toma de decisiones a mediano plazo .

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Rendimiento y confiabilidad

- **Frecuencia de muestreo vs. latencia:** Con lecturas agrupadas cada segundo (o intervalo definido), se observó que el retardo total—sensor → ESP32 → servidor → HMI—se mantiene por debajo de 1 s, adecuado para procesos de baja dinámica. No obstante, para aplicaciones críticas de respuesta ultrarrápida, sería necesario evaluar protocolos más ligeros (MQTT) o aumentar la prioridad de Core 0/1 en el ESP32.
- **Estabilidad de la alimentación:** El StepDown LM2596 mantuvo un voltaje de 5 V (ESP32) y 12 V (relevadores) con desviaciones menores al ± 0.2 V durante pruebas de carga, lo cual es suficiente para evitar resets y falsas conmutaciones.

2. Precisión de medición

- El sensor FS300A mostró una variación de lectura de hasta ± 3 % en caudales bajo 1 L/min, atribuible al tamaño del rotor interno y la non-linealidad al mínimo flujo. Para mejorar la exactitud, podría incorporarse un filtro de Kalman en firmware o calibraciones diferenciadas por rango de flujo.

3. Comportamiento del control ON/OFF

- **Oscilaciones cercanas al setpoint:** Se registraron ciclos de apertura/cierre frecuentes cuando el caudal rondaba el umbral de



decisión. La introducción de histéresis (p.ej. banda ± 0.1 L/min) podría reducir el "chattering" y prolongar la vida de los relevadores.

- **Sencillez vs. fine-tuning:** Si bien el control binario resultó contundente y fácil de implementar, no permite modulaciones suaves de flujo. Para aplicaciones que requieran variación continua, habría que contemplar un control PI o PID con válvulas proporcionales.

4. Usabilidad y escalabilidad de la HMI

- La interfaz web demostró buena respuesta en navegadores de escritorio, pero la carga de gráficas (librerías JS) introduce un retardo de renderizado de hasta 300 ms en equipos modestos. Para un despliegue en dispositivos móviles o modelos "edge", convendría explorar dashboards más livianos (p.ej. SVG puro o websockets).
- El sistema actual permite expandirse a múltiples puntos de muestreo sin cambios en la arquitectura: bastaría replicar la tabla de datos y los endpoints PHP, lo que facilita su escalado a complejos de mayor tamaño.

5. Limitaciones y oportunidades de mejora

- **Seguridad:** La comunicación HTTP simple es vulnerable a ataques "man-in-the-middle". La Puesta en marcha de HTTPS y autenticación fortalecerá la integridad de los datos y el control remoto.
- **Almacenamiento histórico:** Si bien la base de datos almacena cada lectura, no se han instrumentado rutinas de compactación ni limpieza de registros, lo cual puede afectar el rendimiento a largo plazo. Se recomienda programar tareas de archivado y agregación de datos.



 Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez <small>INGENIERÍA ELECTRÓNICA VTELECOMUNICACIONES</small>										
TÍTULO:	ELABORACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE MEDIANTE UN SERVIDOR WEB									
AUTOR:	VICTOR RONALD MACHACA LIMAHUAY									
VALIDACIÓN DE LOS SENSORES UTILIZADOS										
ITEM	SENSOR	ERROR (V)	LINEALIDAD	CALIFICACIÓN		COMENTARIOS				
				MALO	REGULAR		BUENO			
1	FS300A	10.00%	1.0%			X				
VALIDACIÓN DE LOS DATOS DE CALIBRACIÓN										
MEDICIONES DEL CAUDAL										
MEDICION ES	Sensor 1 Caudal (L/h)	Caudal 1 Medido (L/h)	Sensor 2 Caudal (L/h)	Caudal 1 Medido (L/h)	MEDICION ES	Sensor 1 Caudal (L/h)	Caudal 1 Medido (L/h)	Sensor 2 Caudal (L/h)	Caudal 2 Medido (L/h)	
1	15.00	15.00	20.00	19.00	8.00	15.20	15.00	18.00	19.00	
2	14.00	15.00	21.00	19.00	9.00	15.10	15.00	15.00	19.00	
3	13.00	15.00	22.00	19.00	10.00	14.00	15.00	16.00	19.00	
4	13.50	15.00	21.00	19.00	11.00	13.00	15.00	18.00	19.00	
5	14.20	15.00	19.00	19.00	12.00	19.00	15.00	19.00	19.00	
6	14.10	15.00	18.00	19.00	13.00	15.80	15.00	21.00	19.00	
7	15.10	15.00	19.50	19.00	14.00	12.20	15.00	20.50	19.00	
PRECISION							COMENTARIOS			
Sensor de caudal		82%	L/h	MALO	REGULAR	BUENO	X			
APELLIDOS Y NOMBRES: LEON MIRANDA ABELARDO PROFESIÓN: ING. ELECTRÓNICO REGISTRO No CIP: 99075 EMAIL: globa-1bec@hotmail.com No CELULAR: 95160028							 Abelardo León Miranda ING. ELECTRONICO CIP 99075 Firma y Sello			



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 29-05-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: VICTOR RONALD MACHACA LIMAHUAY

Dirección: Av. Ferrocarril Nro 438 - Juliaca

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 45052743

Teléfono: 983032387 email: machacavictor374@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO ELECTRÓNICO Y DE TELECOMUNICACIONES

Asesor: Mgr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: ELABORACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE MEDIANTE UN SERVIDOR WEB

Palabras claves, (3 a 5 términos): Servidor web, controlar y monitorear, agua

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1, 2}?

2

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, entré 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 Título 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 LAS TELECOMUNICACIONES - P19


Firma de Autor



huella digital

29-05-2025

Fecha