



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y

TELECOMUNICACIONES



**DISEÑO DE UN SISTEMA INALÁMBRICO PARA EL CONTROL
DE BOMBEO DE AGUA PARA LA CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. LESLY CAROLINA SALLUCA LUQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO Y DE TELECOMUNICACIONES

JULIACA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y

TELECOMUNICACIONES

DISEÑO DE UN SISTEMA INALÁMBRICO PARA EL CONTROL DE BOMBEO DE AGUA PARA LA CIUDAD DE JULIACA

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. LESLY CAROLINA SALLUCA LUQUE

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


M. Sc. ABELARDO LEON MIRANDA

PRIMER MIEMBRO

:


Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

SEGUNDO MIEMBRO

:


Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS

ASESOR DE TESIS

:


Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES – P19



**UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1702-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 06 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 17816 presentado por el (la) Bachiller: **LESLY CAROLINA SALLUCA LUQUE** 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. **LESLY CAROLINA SALLUCA LUQUE**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA INALÁMBRICO PARA EL CONTROL DE BOMBEO DE AGUA PARA LA CIUDAD DE JULIACA**, 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** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
- * **2do Miembro** : Ing. CARLOS ALEJANDRO CÁCERES VARGAS

ARTICULO SEGUNDO. – RECONOCER como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Ing. **ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN.**

ARTICULO TERCERO . – APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **LESLY CAROLINA SALLUCA LUQUE**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA INALÁMBRICO PARA EL CONTROL DE BOMBEO DE AGUA PARA LA CIUDAD DE JULIACA** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Electrónico y de Telecomunicaciones.** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : viernes 13 de diciembre del 2024
- * **HORA** : 11:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 205 - 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.



cc.
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 764-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 12 de agosto del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 9643 por el señor (a): **LESLY CAROLINA SALLUCA LUQUE** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 756 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 001 - 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): **LESLY CAROLINA SALLUCA LUQUE**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA INALÁMBRICO PARA EL CONTROL DE BOMBEO DE AGUA PARA LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Electrónico 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 Electrónica 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° 001 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA INALÁMBRICO PARA EL CONTROL DE BOMBEO DE AGUA PARA LA CIUDAD DE JULIACA**, 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): **LESLY CAROLINA SALLUCA LUQUE**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Electrónico y de Telecomunicaciones**, con el Tema Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA INALÁMBRICO PARA EL CONTROL DE BOMBEO DE AGUA PARA LA CIUDAD DE JULIACA** 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), **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



[Signature]
Dr. MILTON QUISEP HUANCA
DECANO
CIP. 47790



[Signature]
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 383-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 05 de junio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 2813, presentado el o (la) Bachiller **LESLY CAROLINA SALLUCA LUQUE** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 195 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** 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 o (la) Bachiller: **LESLY CAROLINA SALLUCA LUQUE** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA INALÁMBRICO PARA EL CONTROL DE BOMBEO DE AGUA PARA LA CIUDAD DE JULIACA**, 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 **Mgtr. Giovanni Jose Huacasi Supo** 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° 004 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA INALÁMBRICO PARA EL CONTROL DE BOMBEO DE AGUA PARA LA CIUDAD DE JULIACA**.

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 o (la) Bachiller: **LESLY CAROLINA SALLUCA LUQUE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Electronico y de Telecomunicaciones, con el Tema Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA INALÁMBRICO PARA EL CONTROL DE BOMBEO DE AGUA PARA LA CIUDAD DE JULIACA** 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) docente Ing. **ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**.

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 CIENCIAS PURAS

[Signature]
DECANO
EUCANG
Cif. 47790



[Signature]
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



DISEÑO DE UN SISTEMA INALÁMBRICO PARA EL MONITOREO Y BOMBEO DE AGUA PARA LA CIUDAD DE JULIACA

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

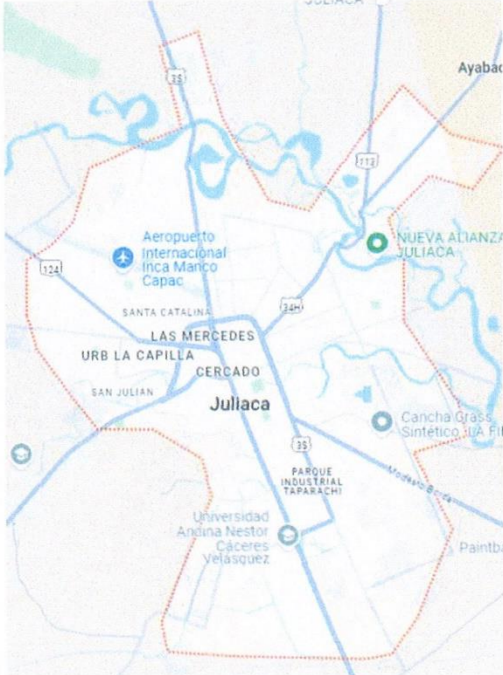
1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	11%
2	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
3	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1%
4	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1%
5	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
7	proyectosconarduino.com Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%



METADATOS COMPLEMENTARIOS

DISEÑO DE UN SISTEMA INÁLAMBRICO PARA EL CONTROL DE BOMBEO DE AGUA PARA LA CIUDAD DE JULIACA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	LESLY CAROLINA SALLUCA LUQUE
Tipo de documentación de identidad	DNI
Numero de documento de identidad	75553950
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-5499-2206
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SÁNCHEZ CARREÓN
Tipo de documentación de identidad	DNI
Numero de documento de identidad	02064066
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8065-6533
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	ABELARDO LEON MIRANDA
Tipo de documentación de identidad	DNI
Numero de documento de identidad	40198643
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documentación de identidad	DNI
Numero de documento de identidad	02383061
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	CARLOS ALEJANDRO CÁCERES VARGAS
Tipo de documentación de identidad	DNI
Numero de documento de identidad	29591476
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de las Telecomunicaciones
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Financiamiento propio por el autor
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno



	<p>Distrito: Juliaca</p> <p>Coordenadas:</p> <p>Latitud: -15.478561822640163</p> <p>Longitud: -70.11444735083994</p> <p>URL :</p> <p>https://maps.app.goo.gl/bnhLu2xhtjTNck5j8</p> 
<p>Año o rango de años en que se realizó la investigación</p>	<p>Marzo 2024 – Diciembre 2024</p>
<p>URL de disciplinas OCDE</p> <p>https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</p>	<p>Ingeniería eléctrica, Ingeniería electrónica</p> <p>URL :</p> <p>https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.00</p> <p>Telecomunicaciones</p> <p>URL :</p> <p>https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.05</p> <p>Sistemas de automatización, Sistemas de control</p> <p>URL :</p> <p>https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.03</p>

UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 DIRECTOR

 Dr. Efraín Perillo Sosa



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo Lesly Carolina Salluca Luque, identificado con DNI Nro. 75553950, 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:

“Diseño de un sistema inalámbrico para el control de bombeo de agua para la ciudad de Juliaca”

Asesorado por: Ing. Adwar Ranulfo Sánchez Carreón

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 20 de Marzo del 2025


Firma del Asesor


Firma del Estudiante



Huella



DEDICATORIA

A mis abuelos, Antonio y Guillermina, cuya presencia desde el cielo me guía y fortalece constantemente. A mis padres, Mauro y Biviana, ejemplos de amor incondicional y entrega constante, quienes han sido el sostén firme a lo largo de mi recorrido.

A mis hermanas, Deyna y Estefany, compañeras de alegrías y guardianas de secretos, con quienes comparto un vínculo imborrable.

A mi amor eterno, Dante, quien ha sido mi fiel compañero en esta aventura, inspirándome en cada meta y animándome en cada sueño.

A mí misma, por seguir adelante con determinación, encontrando fuerza en cada latido y construyendo un camino de esfuerzo y superación constante.



AGRADECIMIENTO

En cada línea de esta tesis se refleja un profundo agradecimiento, por cada abrazo brindado, cada consejo ofrecido y cada sonrisa que iluminó mis días. Por el respaldo continuo y la fe firme que depositaron en mis aspiraciones. Por ser refugio en momentos difíciles y motivación en mi andar.

A mis docentes, sabios orientadores en el sendero del conocimiento, a la universidad que ha sido espacio de formación y evolución personal, y a mis compañeros de estudio, con quienes compartí este trayecto académico.

A la vida misma, por cada enseñanza recibida,
Y por permitirme seguir avanzando en cada instante vivido.

A quienes amo, les expreso mi eterno agradecimiento y afecto sincero, por ser la claridad en mis días grises y el abrigo en las tormentas.

Gracias por darme el impulso, la inspiración y el motivo más profundo para seguir adelante. Ustedes representan el mayor valor en esta obra y en mi existencia.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.2.1. Problema general	4
1.2.2. Problemas específicos	4
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.3.1. Técnica.....	4
1.3.2. Social.....	5
1.3.3. Tecnológica	5
1.4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	6
1.4.1. Objetivo general	6
1.4.2. Objetivos específicos.....	6
1.5. HIPÓTESIS	6
1.5.1. General.....	6
1.5.2. Específicas	6
1.6. VARIABLES	7



1.6.1. Variable dependiente..... 7

1.6.2. Variable independiente..... 7

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... 8

2.2. MARCO TEÓRICO..... 11

 2.2.1. Control de bombeo de agua..... 11

 2.2.2. Servidor Web – SCADA 18

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN..... 27

3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN..... 27

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN..... 27

3.4. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN..... 27

3.5. OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN..... 27

3.6. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN..... 28

3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS..... 28

 3.7.1. Técnicas..... 28

 3.7.2. Instrumentos, recolección de datos..... 28

3.8. SIMULACIÓN DEL MAQUETA..... 28

3.9. ÁMBITO DE ESTUDIO..... 28

3.10. ESQUEMA DE BLOQUE DEL FUNCIONAMIENTO..... 29

 3.10.1. Tipo de Control Utilizado: Control Lógico Discreto (Lógico Binario) 30

 3.10.2. Características del Control Lógico Utilizado..... 30

 3.10.3. Principios de Control Aplicados..... 31



- 3.10.4. Beneficios del Control Lógico Discreto 32
- 3.11. DISEÑO DE UN SISTEMA INALÁMBRICO PARA EL CONTROL DE BOMBEO DE AGUA 32
- 3.12. CONFIGURACIÓN DE LA SECCIÓN DE ENVÍO Y RECEPCIÓN DE DATOS POR WIFI DEL ESP32..... 37
- 3.13. CONFIGURACIÓN DE LA SECCIÓN DE VISUALIZACIÓN Y CONTROL CON PANTALLA TFT 40
- 3.14. SECCIÓN DE RELEVADORES 45
- 3.15. SECCIÓN DE CENSADO DE NIVEL DE AGUA..... 47
- 3.16. SECCIÓN DE CENSADO DE NIVEL DE AGUA..... 53
- 3.17. SECCIÓN DE CONTROL MANUAL 57
- 3.18. SECCIÓN DE REDUCCIÓN DE VOLTAJE (STEPDOWN) 59
- 3.19. SERVIDOR WEB – SCADA 61

CAPITULO IV

RESULTADOS

- 4.1. DISEÑO DEL SISTEMA INALÁMBRICO PARA EL CONTROL DE BOMBEO DE AGUA 70
 - 4.1.1. Sección de envío y recepción de datos por WIFI del ESP32 71
 - 4.1.2. Sección de visualización y control con pantalla TFT 77
 - 4.1.3. Sección de Relevadores..... 82
 - 4.1.4. Sección de censado de nivel de agua 87
 - 4.1.5. Sección de censado de caudal de agua..... 93
 - 4.1.6. Sección de control manual 96
 - 4.1.7. Sección de reducción de voltaje (StepDown) 99
 - 4.1.8. Servidor Web – SCADA 102
- 4.2. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN DE LA MAQUETA DEL SISTEMA INALÁMBRICO PARA EL CONTROL DE BOMBEO DE AGUA..... 107



CONCLUSIONES	109
RECOMENDACIONES.....	110
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
ANEXOS.....	113



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Presupuesto de Inversión de la maqueta del sistema inalámbrico para el control de bombeo de agua	107
--	-----



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pozo de agua domiciliario	12
Figura 2 Mini Bomba de 12v para piscina	13
Figura 3 Tanque de almacenamiento de agua – Reservorio.....	13
Figura 4 Sensor de flujo de caudal – FS300A.....	14
Figura 5 Sensor Transductor Ultrasónico - JSN-SR04T.....	14
Figura 6 Placa de desarrollo JOY-iT NodeMCU ESP32.....	15
Figura 7 Pantalla TFT 4” Táctil.....	15
Figura 8 IDE Arduino.....	16
Figura 9 Distribución de pines ESP32.....	18
Figura 10 Servidor XAMPP	21
Figura 11 Lenguajes de Códigoción de servidor y Web.....	22
Figura 12 Protocolo de comunicaciones ModBus	24
Figura 13 Esquema de la conexión y funcionamiento del Servidor Web para controlar el bombeo de agua	29
Figura 14 Bosquejo general	34
Figura 15 Esquema de configuración del sistema inalámbrico para el control de bombeo de agua.....	35
Figura 16 Esquema de configuración del Servidor Web	36
Figura 17 Bosquejo del ESP32	38
Figura 18 Implementación del módulo ESP32	38
Figura 19 Código para envío de datos por WIFI del ESP32.....	39
Figura 20 Código para envío de datos por WIFI del ESP32.....	39
Figura 21 Esquema del envío y recepción de datos por WIFI del ESP32.....	40



Figura 22 Bosquejo de la pantalla TFT y SD Card	41
Figura 23 Implementación de la pantalla TFT y SD Card.....	42
Figura 24 Código de la pantalla TFT de 4 pulgadas.....	42
Figura 25 Código de la SD Card	43
Figura 26 Esquema de la visualización de la pantalla TFT	44
Figura 27 Bosquejo de los relevadores	45
Figura 28 Implementación del módulo relevador de cuatro canales	45
Figura 29 Código de los tres relevadores.....	46
Figura 30 Esquema de la configuración de los relevadores.....	46
Figura 31 Modos de configuración para el sensor SCT013	47
Figura 32 Configuración de sensor ultrasonido JSN-SR04T.....	48
Figura 33 Bosquejo del circuito del sensor JSN-SR04T.....	50
Figura 34 Implementación del PCB de comparación e interpretación de la señal	51
Figura 35 Código para los dos sensores de nivel JSN-SR04T.....	52
Figura 36 Esquema de la configuración de los sensores de nivel JSN-SR04T.....	52
Figura 37 Bosquejo del circuito del sensor de flujo de agua FS300A.....	54
Figura 38 Funcionamiento del sensor de flujo de agua FS300A.....	55
Figura 39 Código para el sensor de flujo de agua FS300A.....	56
Figura 40 Esquema de la configuración del sensor de flujo de agua FS300A.....	56
Figura 41 Bosquejo del circuito de control manual.....	57
Figura 42 Implementación del circuito de control manual	57



Figura 43 Código para los tres botones del control manual	58
Figura 44 Esquema de la configuración de los botones del control manual.....	59
Figura 45 Bosquejo del circuito de reducción de voltaje (StepDown).....	60
Figura 46 Implementación del circuito de reducción de voltaje (StepDown)	60
Figura 47 Esquema de los componentes del Servidor Web.....	61
Figura 48 Base de datos y tablas en phpMyAdmin	61
Figura 49 Estructura de la tabla "data"	62
Figura 50 Script de captura y guardado en la BBDD.....	63
Figura 51 Pantalla principal – SCADA.....	64
Figura 52 Gráficos – SCADA	64
Figura 53 Script de creación de gráficos – SCADA.....	65
Figura 54 INPUTS– SCADA	66
Figura 55 Script de creación de INPUTS – SCADA	67
Figura 56 Indicadores de estado – SCADA.....	68
Figura 57 Script de creación de INDICADORES – SCADA.....	68
Figura 58 Script de creación de BOTÓN – SCADA.....	69
Figura 59 Script para el cambio de estado del botón – SCADA.....	69
Figura 60 Maqueta de simulación para el control de bombeo de agua	70
Figura 61 Foto del ESP-WROOM-32E.....	71
Figura 62 Script de envío de datos en el ESP32.....	72
Figura 63 Script para la recepción de datos en el ESP32	73
Figura 64 Código de instauración del boton deslizantes – SCADA.....	73
Figura 65 Maqueta inicial del ESP-WROOM-32E	74



Figura 66 Case fabricado para el ESP-WROOM-32E por Impresión 3D – Tevo Tornado.....	75
Figura 67 Esquema de la sección de envío y recepción de datos por WIFI del ESP32.....	76
Figura 68 Foto de la pantalla TFT de 4 pulgadas y 480 x 320 pixeles.	77
Figura 69 Script para la calibración del panel táctil	78
Figura 70 Script para dibujar el botón	78
Figura 71 Script para el censado del botón	79
Figura 72 Maqueta inicial de la pantalla TFT y SD Card	80
Figura 73 Case fabricado para la PANTALLA TFT y SD Card por Impresión 3D – Tevo Tornado.....	81
Figura 74 Esquema de la sección de visualización y control con pantalla TFT	82
Figura 75 Foto del ESP32 Relay x4	83
Figura 76 Foto de la bomba de agua	83
Figura 77 Script de encendido y apagado del ESP32 Relay x2	84
Figura 78 Script de censado del botón de la pantalla TFT para encender y apagado del “ESP32 Relay x2”	84
Figura 79 Maqueta inicial de los relevadores y ESP32	85
Figura 80 Case fabricado para la bomba de agua y las mangueras de succión y elevación.....	86
Figura 81 Esquema de la sección de relevadores para su encendido y apagado..	87
Figura 82 Foto de los dos sensores JSN-SR04	89
Figura 83 Foto del circuito de acoplamiento del sensor JSN-SR04	90
Figura 84 Script de censado de nivel de agua con JSN – SR04T	90



Figura 85 Maqueta inicial para el censado del nivel de agua JSN – SR04T	91
Figura 86 Case fabricado para el sensor JSN-SR04 por Impresión 3D – Tevo Tornado.....	92
Figura 87 Esquema de la sección de censado de nivel de agua JSN – SR04T93	
Figura 88 Foto del sensor de caudal de agua FS300A	94
Figura 89 Configuración del sensor de flujo de caudal FS300A.....	94
Figura 90 Script de censado del flujo de caudal del FS300A	95
Figura 91 Maqueta inicial para el censado del flujo de agua con FS300A	95
Figura 92 Esquema de la sección de censado del flujo de agua con FS300A .	96
Figura 93 Foto del control manual.....	96
Figura 94 Script para el control manual.....	97
Figura 95 Maqueta inicial del control manual	98
Figura 96 Esquema de la sección control manual.....	98
Figura 97 Foto electrónico de reducción de voltaje por DC.....	99
Figura 98 Servidor Web – SCADA – Control de bombeo de agua	100
Figura 99 Servidor Web – SCADA – Monitoreo del nivel de agua	101
Figura 100 Data almacenada en la BBDD de la tabla “data”.....	102
Figura 101 Script de captura y guardado en la BBDD.....	103
Figura 102 Pantalla principal – SCADA – funcionamiento	104
Figura 103 Gráficos – SCADA – funcionamiento	104
Figura 104 Script de actualización de gráficos – SCADA.....	105
Figura 105 Script de actualización de INPUTS – SCADA	105
Figura 106 Script de actualización de INDICADORES – SCADA	106



RESUMEN

El trabajo de tesis tuvo como objetivo el diseño de un sistema inalámbrico para el control de bombeo de agua para la ciudad de Juliaca, donde se elaboró una maqueta de simulación del sistema de bombeo, donde se incluyó tres recipientes que simulen (Fuente de agua potable, pozo y reservorio elevado) Además, se implementó un servidor web tipo SCADA que integra una base de datos orientada a la conservación de información. La investigación se basó en una metodología tecnológica de aplicación práctica, desarrollada a través de un diseño experimental con un enfoque cuantitativo. Se consideraron todos los sistemas de control de bombeo de agua como la población, seleccionándose específicamente el sistema de control de bombeo mediante microcontroladores junto a un servidor web como muestra.

Los resultados que se obtuvieron fueron que el sistema inalámbrico fue diseñado mediante un servidor web (SCADA) el cual se diseñó mediante los lenguajes HTML, CCS, JS y PHP, por lo cual se pudo controlar la activación de bomba de agua desde el servidor web y recepcionar los datos y a su vez almacenarlos en un BBDD creada den phpMyAdmin, los dispositivos electrónicos fueron Esp32 Relay x2, relevadores, sensor de nivel JSN – SR04T, sensor de caudal FS300A y una pantalla TFT de 4 pulgadas, mientras que la maqueta fue elaborada mediante accesorios como, recipientes, accesorios de plomería, impresión 3D y los componentes electrónicos, finalmente se creó una base de datos denominada "SICBA" y una tabla "data", en donde tiene guarda la información de los tres sensores y su estado.

Palabras Clave: Sistema inalámbrico, control, bombeo de agua



ABSTRACT

Das Ziel der Diplomarbeit war die Entwicklung eines drahtlosen Systems zur Steuerung der Wasserförderung für die Stadt Juliaca, wo ein Simulationsmodell des Pumpensystems entwickelt wurde, das drei Behälter umfasst, die (Trinkwasserquelle, Brunnen und Hochbehälter) und einen Webserver (SCADA) mit einer Datenbank für die Speicherung von Informationen simulieren.

Die Forschungsmethodik war technologisch, anwendungsbezogen, experimentell und quantitativ. Die Grundgesamtheit waren die Wasserpumpensteuerungssysteme, während die Stichprobe das Wasserpumpensteuerungssystem mit Mikrocontrollern und Webserver war

The results obtained were that the wireless system was designed by means of a web server (SCADA) which was designed using the HTML, CCS, JS and PHP languages, so it was possible to control the activation of the water pump from the web server and receive the data and in turn store them in a database created in phpMyAdmin. the electronic devices were Esp32 Relay x2, relays, JSN level sensor – SR04T, FS300A flow sensor and a 4-inch TFT screen, while the model was made using accessories such as containers, plumbing accessories, 3D printing and electronic components, finally a database called "SICBA" and a "data" table were created. where it has stored the information of the three sensors and their status.

Keywords: Wireless system, control, water pumping



INTRODUCCIÓN

La administración adecuada del agua se ha convertido en un reto esencial en numerosas ciudades del mundo, sobre todo en aquellas ubicadas en regiones con acceso restringido a este recurso. En el caso de Juliaca, situada en el altiplano peruano, se observan serias complicaciones relacionadas con la cantidad y la distribución del agua. El incremento de la demanda, impulsado por el crecimiento demográfico y la expansión urbana, ha acentuado estos problemas, haciendo imprescindible la implementación de soluciones innovadoras que garanticen un suministro hídrico sostenible y confiable.

En este contexto, la creación de un sistema inalámbrico para el control del bombeo se plantea como una opción prometedora. El propósito principal del proyecto es desarrollar una herramienta que permita gestionar el agua de manera más eficiente mediante la automatización y la supervisión en tiempo real de los procesos de bombeo. Para lograrlo, se propone integrar tecnologías de comunicación inalámbrica junto a un sistema SCADA, lo que facilitará un control avanzado y una visualización detallada de los parámetros operativos.

El desarrollo del proyecto se estructuró en dos fases clave:

1. En primer lugar, se determinó el conjunto de requisitos que debía satisfacer el sistema inalámbrico, utilizando una maqueta que simulaba el funcionamiento de los sensores empleados.
2. Acto seguido, se llevaron a cabo pruebas para evaluar la eficiencia de cada componente, con especial atención a las Scripts encargadas de la configuración y la ejecución
3. Posteriormente, se ensambló cada uno de los componentes en una maqueta, que consta de tres recipientes emulando, fuente e ingreso de agua, pozo y reservorio.
4. Finalmente, se probó cada uno de los componentes en conjunto para probar su correcto funcionamiento.



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el ámbito mundial, disponer de agua potable continúa siendo un reto considerable, en particular en las zonas urbanas y periurbanas en vías de desarrollo. De acuerdo con datos proporcionados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y UNICEF, a pesar de las diversas iniciativas emprendidas para mejorar la disponibilidad de agua, se estima que cerca de 2.2 mil millones de personas aún no cuentan con servicios seguros de agua potable. Esta carencia repercute de manera adversa en la salud, la calidad de vida y el desarrollo sostenible de las comunidades.

Para abordar este problema, las nuevas tecnologías en el control del suministro de agua, como los avances en microcontroladores y servidores web, presentan nuevas oportunidades para enfrentar estos retos. La integración de sistemas de control de bombeo de agua basados en microcontroladores con plataformas web permite un monitoreo remoto y en tiempo real del suministro de agua, lo que facilita la detección temprana de problemas y la optimización de la distribución. Aunque hay tecnologías y soluciones disponibles a nivel mundial, es crucial adaptar estas soluciones a las condiciones y necesidades específicas de cada comunidad. En ciudades como Juliaca, es esencial considerar factores



como la topografía, los recursos disponibles, el clima y las capacidades técnicas y económicas de la población. La importancia de la investigación y el desarrollo local radica en que el diseño de un sistema de control de bombeo de agua utilizando microcontroladores y servidores web para viviendas en Juliaca no solo aborda un problema local, sino que también puede servir como un caso de estudio relevante a nivel internacional. Desarrollar soluciones innovadoras adaptadas a contextos locales es fundamental para avanzar hacia un acceso equitativo y sostenible al agua potable globalmente.

En Perú, a pesar de los esfuerzos realizados en las últimas décadas para mejorar el acceso al agua potable, siguen existiendo retos significativos, especialmente en áreas urbanas. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), alrededor del 9% de la población urbana no cuenta con acceso a fuentes de agua mejoradas. El uso ineficiente del agua en viviendas y edificaciones urbanas contribuye a la escasez y al desperdicio de recursos hídricos. Muchas familias en Juliaca no tienen sistemas de control efectivos para el bombeo y la distribución del agua, resultando en un uso excesivo e insostenible del recurso. La falta de sistemas de monitoreo y gestión centralizada dificulta la detección temprana de problemas en el suministro de agua y la implementación de medidas correctivas. Esto aumenta la vulnerabilidad a interrupciones del servicio y una gestión ineficaz de los recursos hídricos. Enfrentar estos desafíos requiere una demanda creciente de soluciones tecnológicas innovadoras que puedan mejorar la eficiencia y la confiabilidad del suministro de agua en Juliaca y otras ciudades peruanas. La integración de tecnologías como microcontroladores y servidores web en sistemas de control de bombeo de agua ofrece una oportunidad para abordar estos problemas de



manera efectiva y sostenible. La investigación y el desarrollo de soluciones adaptadas a contextos locales son cruciales para resolver los desafíos específicos de Juliaca en términos de acceso al agua potable y gestión de recursos hídricos. Este proyecto de tesis no solo enriquecerá el conocimiento técnico en ingeniería electrónica y telecomunicaciones, sino que también tendrá un impacto positivo en la calidad de vida de los habitantes de Juliaca y otras comunidades similares en Perú.

En Juliaca, se enfrentan problemas relacionados con el suministro de agua, como la Infraestructura Obsoleta y Deficiente, ya que muchas ciudades lidian con infraestructuras de agua que están desactualizadas o en mal estado, lo que provoca pérdidas de agua, presiones inadecuadas en las redes y dificultades para abastecer áreas periféricas. La Ineficiencia en el Uso del Agua también es un problema, ya que el uso ineficiente del agua en viviendas y edificaciones urbanas lleva a una demanda excesiva y a la escasez de agua, situación que se agrava en áreas sin sistemas de control efectivos para el bombeo y la distribución. Además, la Gestión y Monitoreo Limitados dificultan la detección temprana de fugas, el control del consumo y la optimización de la distribución del agua.

Por lo tanto, el presente proyecto busca diseñar un sistema para el control del bombeo de agua mediante un sistema de control remoto, utilizando un servidor web (SCADA). Para ello, se empleará un microcontrolador ESP32, así como sensores de caudal, un sensor de nivel y una bomba de agua. El servidor web (SCADA) será diseñado utilizando Códigoción en HTML, CSS y JavaScript para el control del bombeo de agua.



1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿De qué manera diseñar un sistema inalámbrico para el control de bombeo de agua para la ciudad de Juliaca?

1.2.2. Problemas específicos

PE1. ¿ Qué dispositivos electrónicos se emplean para controlar el bombeo de agua en Juliaca?

PE2. ¿ Cómo se desarrolla el servidor web que facilite el control del bombeo de agua en esta ciudad?

PE3. ¿Cuál es la estructura de la base de datos necesaria para gestionar el bombeo de agua en Juliaca?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Técnica

Deficiencias en la Infraestructura: Juliaca, al igual que muchas otras ciudades en Perú, enfrenta serios problemas con su infraestructura de agua. Las redes de distribución pueden estar desactualizadas, mal dimensionadas o en mal estado, lo que resulta en pérdidas de agua y presiones insuficientes en el suministro.

Acceso Limitado a Agua Potable: A pesar de los esfuerzos por mejorar el acceso, hay áreas en Juliaca donde el acceso a agua potable sigue siendo limitado o inexistente, especialmente en zonas periféricas o en hogares con pocos recursos.

Gestión Ineficiente del Suministro: La administración del suministro de agua en Juliaca puede ser deficiente, con problemas para monitorear el consumo, identificar fugas o realizar mantenimiento preventivo en la infraestructura.



1.3.2. Social

Acceso Equitativo al Agua: El desarrollo de un sistema de control para el bombeo de agua en las viviendas de Juliaca contribuirá a mejorar la equidad en el acceso al agua potable en la ciudad, especialmente en áreas donde el suministro es irregular o insuficiente.

Eficiencia en el Uso del Recurso: Al facilitar un control más exacto del bombeo y la distribución de agua, el sistema propuesto ayudará a minimizar las pérdidas y a optimizar el uso del recurso, fomentando tanto la sostenibilidad ambiental como la económica.

Mejora en la Calidad de Vida: Un suministro de agua más confiable y eficiente impactará directamente en la calidad de vida de los residentes de Juliaca, al proporcionarles agua potable segura para consumo, higiene y otras necesidades fundamentales.

1.3.3. Tecnológica

Microcontroladores: Los microcontroladores proporcionan una plataforma versátil y asequible para el control de sistemas en tiempo real. Su habilidad para integrar sensores y actuadores los convierte en una opción excelente para aplicaciones de control de bombeo de agua.

Servidores Web y Tecnologías IoT: La combinación de sistemas de control de bombeo con servidores web permite la supervisión remota y en tiempo real del suministro de agua. Esto facilita la detección temprana de problemas y la optimización de la distribución, accesible desde dispositivos móviles o computadoras.



1.4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.4.1. Objetivo general

Diseñar un sistema inalámbrico para el control de bombeo de agua para la ciudad de Juliaca.

1.4.2. Objetivos específicos

OE1. Determinar los dispositivos electrónicos que intervienen en el control de bombeo de agua para la ciudad de Juliaca

OE2. Crear servidor web para el control de bombeo de agua para una la ciudad de Juliaca.

OE3. Crear el esquema de la base de datos para el control de bombeo de agua para la ciudad de Juliaca.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. General

Con el servidor web se tendrá un mejor control del bombeo de agua dentro de la vivienda de la ciudad de Juliaca.

1.5.2. Específicas

HE1. Con la elección de los componentes electrónicos correctos permite que los dispositivos funcionen de forma correcta.

HE2. Con el servidor web se obtendrá una visualizar y control con mejor sencillez y eficiencia el bombeo de agua para las viviendas de la ciudad de Juliaca.

HE3. La base de datos permitirá tener una historial y control de bombeo de agua y de fallas.



1.6. VARIABLES

1.6.1. Variable dependiente

- Servidor Web
- ❖ Códigoción de la interfaz
- ❖ BBDD

1.6.2. Variable independiente

- Control de bombeo de agua
- ❖ Control del encendido y apagado
- ❖ Monitoreo del caudal de ingreso
- ❖ Visualización del estado de la bomba de agua



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La presente tesis se enfocó en el diseño e implementación de un sistema SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) aplicado a una estación de bombeo de agua operando a presión constante. El objetivo principal fue suplir la falta de experiencia en automatización y control de procesos industriales mediante el empleo de un PLC. Los resultados obtenidos revelaron que el método de sintonización más eficiente fue el Lambda Robusto, alcanzando un tiempo de establecimiento de 237,6 segundos durante el régimen transitorio y un sobreimpulso mínimo del 0,21%. Estos valores reflejan un desempeño favorable con escasa oscilación en el estado estacionario, lo que valida su eficacia. El sistema SCADA desarrollado logró una integración completa de las funciones de monitoreo y control, tanto de forma local a través del panel KTP como de manera remota mediante la interfaz HMI del software. Asimismo, se registró un tiempo de respuesta de 500 milisegundos ante cualquier acción, lo que permite una supervisión en tiempo real sin necesidad de presencia física, consolidando su viabilidad como solución precisa y escalable para aplicaciones industriales de mayor envergadura.



En la tesis de (Murillo, 2018) el proyecto fue desarrollado en la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ibarra, con el propósito de implementar un sistema SCADA destinado a optimizar el suministro de agua en la estación de bombeo Yuyucocha. Para ello, se instaló un PLC Master M340 de la marca Schneider en el cuarto de control de dicha estación. Este controlador se encarga de recopilar información de todas las variables operativas provenientes de los pozos conectados a través de una red de fibra óptica. Además, fue programado para generar alertas ante posibles fallos en la comunicación, problemas en el funcionamiento del variador, variaciones en los niveles de agua o alteraciones en el estado de las bombas. En resumen, gracias a la implementación del sistema SCADA utilizando el software Intouch y una red de comunicación basada en Ethernet y fibra óptica, se logró automatizar los pozos 1, 2 y 3, así como la estación de bombeo ubicada en Yuyucocha, permitiendo una gestión más eficiente y confiable del recurso hídrico.

Según (Lossio, 2012) el objetivo principal de esta tesis es contribuir técnicamente mediante la propuesta de criterios de diseño para sistemas de abastecimiento de agua en zonas rurales de nuestra región. Para ello, se han tenido en cuenta las normativas nacionales vigentes y la experiencia acumulada en el diseño, construcción, evaluación y transferencia de estos sistemas, desarrollada en los últimos años por la Universidad de Piura.

CONCLUSIÓN: La tesis ha formulado una metodología para el diseño de los componentes esenciales de los sistemas de agua potable en las áreas rurales de la costa norte del Perú. Se ha aplicado una tecnología adaptada a las condiciones climáticas locales, que resulta fácil de mantener, respetuosa con el medio ambiente y está integrada con un Código de educación sanitaria. Además,



se ha fortalecido la capacidad organizativa de la comunidad y se ha destacado el papel de la mujer en el desarrollo de la misma.

Para (Zegarra, 2019) el propósito de esta investigación fue desarrollar un modelo operativo para reservorios de almacenamiento que cuenten con tres fuentes de alimentación, enfocándose en el reservorio RP04. Se aplicó una metodología científica con un diseño no experimental del tipo aplicativo y de nivel explicativo-descriptivo. La población de estudio abarcó los reservorios de almacenamiento del distrito de Puente Piedra, eligiéndose como muestra el reservorio RP04. Además, se empleó la técnica de observación directa, utilizando una ficha para la recolección de datos. **CONCLUSIÓN:** Al calcular la operación del reservorio RP04 con un sistema de alimentación por gravedad, se encontró que la población actual es de 17,070 habitantes, según datos proporcionados por Sedapal. Se calculó un caudal máximo diario ($Q_{\text{máx.D}}$) de 38.53 l/s y una velocidad de 0.6 m/s, parámetros que cumplen con las normativas establecidas en el RNE OS.010. Además, se determinó un diámetro de 350 mm. Sin embargo, aunque el sistema de gravedad permite la alimentación durante las 24 horas del día, actualmente solo opera 17 horas al día, lo que indica que el sistema de gravedad no es viable.

En el trabajo de (Rodríguez, 2019) el objetivo de esta tesis es alcanzar y documentar los logros de la implementación del sistema automatizado propuesto. Los resultados obtenidos indican que la propuesta diseñada cumple efectivamente con el propósito de la tesis, permitiendo una toma de decisiones precisa y confirmando que la operatividad del proyecto es adecuada. En conclusión, se valida la implementación del proyecto y se confirma que el



simulador creado es altamente representativo de la realidad, adaptándose a condiciones muy reales.

Según (Osorio, 2018) El objetivo central del proyecto fue automatizar las estaciones, incluyendo las cámaras de acceso al sector y el reservorio del sistema de distribución de agua potable del A.H. San Pedro de Carabayllo, en el distrito de Carabayllo, así como monitorizar los equipos instalados de forma remota.

CONCLUSIÓN: En las pruebas de los enlaces de radio en la frecuencia libre de 5.8 GHz se registraron niveles óptimos tanto en el RSSI como en el SNR, lo que se logró gracias al software de configuración y diagnóstico provisto por el fabricante del equipo de radio.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Control de bombeo de agua

Según (Cruzado & Angeles, 2019) el control de bombeo de agua en viviendas es un elemento crucial dentro de la infraestructura hídrica, especialmente en zonas donde el suministro de agua es limitado o irregular. Este sistema facilita la distribución eficiente y controlada del agua potable desde las fuentes de abastecimiento hasta los hogares, asegurando un suministro fiable y equitativo para los residentes. A continuación, se presentará una descripción detallada de un sistema de control de bombeo de agua para viviendas, incluyendo sus componentes, funcionamiento y beneficios:

2.2.1.1. Componentes del sistema de control de bombeo de agua

A. Fuente de Agua: Puede ser un pozo, una cisterna, una red de suministro público o cualquier otra fuente de abastecimiento de agua.

Figura 1

Pozo de agua domiciliario



Nota: Obtenido de la web de <https://diariovoces.com.pe/>

B. **Bomba de Agua:** es el equipo responsable de trasladar el agua desde la fuente hasta los tanques de almacenamiento o directamente a los puntos de consumo en las viviendas. Dependiendo de las necesidades específicas, puede ser una bomba sumergible, una bomba de superficie o algún otro tipo adecuado para la situación (Cruzado & Angeles, 2019).

Figura 2

Mini Bomba de 12v para piscina



Nota: Obtenido de la web de <https://naylampmechatronics.com/>

C. Tanque de Almacenamiento: Almacena el agua bombeada para su distribución posterior a las viviendas. Contribuye a mantener un suministro continuo durante los períodos de baja demanda y facilita el control del flujo de agua (Cruzado & Angeles, 2019).

Figura 3

Tanque de almacenamiento de agua – Reservorio



Nota: Obtenido de la web de <https://www.launion.digital/>

D. Válvulas de Control: Regulan el flujo de agua a lo largo del sistema, permitiendo ajustar tanto la presión como la cantidad de agua suministrada de acuerdo con las necesidades de los usuarios (Cruzado & Angeles, 2019).

Figura 4

Sensor de flujo de caudal – FS300A



Nota: Obtenido de la web de <https://naylampmechatronics.com/>

E. Sensores de Nivel y Presión: Supervisan los niveles de agua en los tanques de almacenamiento y la presión en la red, ofreciendo información en tiempo real sobre el estado del sistema (Cruzado & Angeles, 2019).

Figura 5

Sensor Transductor Ultrasónico - JSN-SR04T

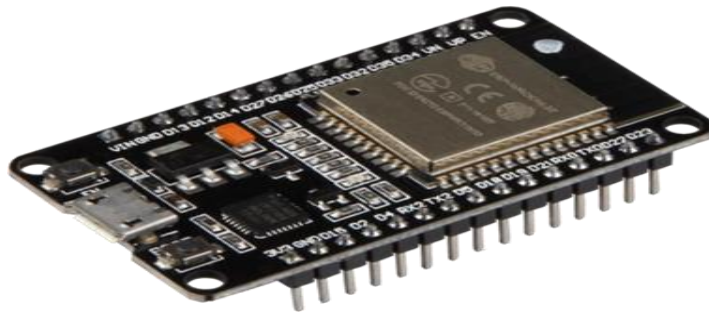


Nota: Obtenido de la web de <https://naylampmechatronics.com/>

F. **ESP32:** El ESP32 se refiere a una serie de chips SoC de bajo costo y bajo consumo energético, que incorporan tecnología Wi-Fi y Bluetooth de manera dual integrada (Loor & Alvarez, 2022).

Figura 6

Placa de desarrollo JOY-iT NodeMCU ESP32



Nota: Obtenido de la web de <https://naylampmechatronics.com/>

G. : Puede ser una pantalla LCD TFT de 4 pulgadas, un panel de control o una aplicación móvil, que permite a los usuarios supervisar y controlar el sistema, establecer horarios de funcionamiento y recibir alertas en caso de anomalías (Loor & Alvarez, 2022).

Figura 7

Pantalla TFT 4" Táctil



Nota: Obtenido de la web de <https://naylampmechatronics.com/>

2.2.1.2. Lenguaje C++ - Arduino

Aunque comúnmente se dice que Arduino posee un lenguaje propio, en realidad se programa utilizando C++. Lo que Arduino ofrece es un entorno simplificado gracias a su núcleo y bibliotecas, que facilitan tareas como el control de pines de entrada y salida, la gestión de puertos de comunicación y otras funciones específicas del hardware. Estas bibliotecas se integran de forma automática en el entorno de desarrollo (IDE) de Arduino, lo que evita que el usuario tenga que incluirlas manualmente (Loor & Alvarez, 2022).

Para (Loor & Alvarez, 2022) el lenguaje de Códigoción que utiliza Arduino es C++, pero no corresponde al C++ estándar. Es una versión adaptada basada en avr-libc, una biblioteca en C de alta calidad diseñada para funcionar con el compilador GCC en microcontroladores AVR de Atmel. Además, se incluyen diversas herramientas de código abierto especialmente pensadas para estos microcontroladores.

Figura 8

IDE Arduino



Nota: Obtenido de la web de <https://es.wikipedia.org/>



2.2.1.3. Funcionamiento del inalámbrico del control

1. **Detección de Demanda:** Los sensores realizan un monitoreo continuo de los niveles de agua en los tanques de almacenamiento y de la presión en la red. Cuando se detecta una demanda de agua, el controlador activa la bomba para iniciar el bombeo (Lopez, 2013).
2. **Control de la Bomba:** El controlador regula la velocidad de la bomba o el tiempo de funcionamiento para asegurar un suministro constante de agua, previniendo tanto el desbordamiento como la falta de agua.
3. **Regulación de Presión:** Las válvulas de control regulan la presión en la red de acuerdo con las necesidades de los usuarios, asegurando un suministro adecuado en todas las viviendas conectadas al sistema (Lopez, 2013).
4. **Monitoreo y Alertas:** El sistema supervisa constantemente su estado y envía alertas a los usuarios en caso de problemas, como niveles bajos de agua en los tanques o fallos en la bomba.
5. **Optimización de la Eficiencia:** A través de la recopilación y análisis de datos, el sistema es capaz de identificar patrones de consumo y optimizar el funcionamiento de la bomba y las válvulas, con el fin de minimizar el desperdicio de agua y reducir los costos operativos (Lopez, 2013).

2.2.1.4. Beneficios del sistema de control de bombeo de agua

1. **Suministro Confiable:** Asegura un suministro continuo de agua potable, incluso en áreas con infraestructura hídrica limitada o deficiente (Lopez, 2013).
2. **Ahorro de Energía:** Optimiza el rendimiento de la bomba y las válvulas, lo que reduce el consumo de energía y los costos asociados.



A. Arquitectura y Especificaciones Técnicas:

1. Núcleos de Procesamiento: El ESP32 está provisto de dos núcleos de procesamiento Xtensa LX6, capaces de operar a velocidades de hasta 240 MHz. Esta configuración de doble núcleo permite la ejecución simultánea de múltiples tareas, lo que optimiza la eficiencia y el rendimiento del sistema.
2. Memoria: Ofrece diversas opciones de memoria, incluyendo memoria flash integrada para el almacenamiento de Códigos y datos, así como memoria RAM para la ejecución del código y almacenamiento temporal. La cantidad de memoria varía según el modelo específico del ESP32.
3. Conectividad: Una de las características más destacadas del ESP32 es su amplia capacidad de conectividad. Soporta Wi-Fi 802.11 b/g/n/e/i, además de Bluetooth v4.2 y Bluetooth Low Energy (BLE). Esta capacidad de comunicación inalámbrica facilita la interacción con otros dispositivos y redes, haciéndolo ideal para aplicaciones en el Internet de las cosas (IoT).
4. Interfaces Periféricas: El ESP32 incluye múltiples interfaces periféricas, como puertos UART, SPI, I2C, GPIO y PWM. Estas interfaces permiten conectar una variedad de dispositivos y sensores externos, aumentando su versatilidad y posibilidades de expansión.
5. Seguridad: Integra funciones avanzadas de seguridad, como cifrado de datos, autenticación y control de acceso, que garantizan la protección de la información transmitida y almacenada en el dispositivo.
6. Bajo Consumo de Energía: A pesar de su potencia y capacidad de procesamiento, el ESP32 está diseñado para ser eficiente en términos de consumo energético, lo que lo hace adecuado para aplicaciones que funcionan con batería o energía solar (Lopez, 2013).



B. Aplicaciones y casos de uso:

1. Internet de las Cosas (IoT): Gracias a su capacidad de conectividad y bajo consumo energético, el ESP32 se emplea en una variedad de aplicaciones IoT, tales como monitoreo remoto, control de dispositivos inteligentes en el hogar, agricultura de precisión y rastreo de activos.
2. Automatización del Hogar: El ESP32 es utilizado en sistemas de automatización doméstica para gestionar luces, sistemas de seguridad, calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), así como otros dispositivos conectados en el hogar.
3. Dispositivos Portátiles: Debido a su tamaño compacto y eficiencia energética, el ESP32 es ideal para aplicaciones portátiles, como rastreadores de actividad física, monitores de salud y dispositivos de asistencia personal.
4. Desarrollo de Maquetas y Educación: El ESP32 es muy apreciado por los entusiastas de la electrónica y estudiantes por su facilidad de uso y la amplia disponibilidad de recursos de desarrollo. Se utiliza en proyectos de prototipado rápido, laboratorios de investigación y en la enseñanza de tecnología.
5. Control de Sistemas Embebidos: Gracias a su capacidad de procesamiento y a sus diversas opciones de entrada/salida, el ESP32 se emplea en el control de sistemas embebidos, incluyendo aplicaciones en robótica, automatización industrial y sistemas de control de acceso.

C. Plataforma de desarrollo y herramientas

1. Entorno de Desarrollo Integrado (IDE): Espressif Systems ofrece un entorno de desarrollo integrado denominado Espressif IoT Development Framework (ESP-IDF). Este entorno permite Código y depurar aplicaciones para el ESP32 usando lenguajes como C y C++.



2. Plataformas de Desarrollo Alternativas: Además del ESP-IDF, hay otras plataformas disponibles para el ESP32, como Arduino IDE, PlatformIO y MicroPython. Estas alternativas proporcionan diferentes niveles de abstracción y facilidad de uso, adaptándose a diversos niveles de experiencia de los desarrolladores.
3. Documentación y Comunidad de Desarrolladores: Espressif Systems ofrece una extensa documentación técnica, tutoriales y ejemplos de código para ayudar a los desarrolladores a sacar el máximo provecho del ESP32. Asimismo, existe una activa comunidad de desarrolladores que intercambia conocimientos, experiencias y recursos en foros y redes sociales.

2.2.2.2. Servidor Web

Para (Chavarria & Gudiño, 2017) Un servidor web es un componente fundamental en la infraestructura de Internet y redes privadas, cuya función principal es entregar contenido web a los clientes que lo solicitan, generalmente mediante los protocolos HTTP (Hypertext Transfer Protocol) o su versión segura, HTTPS. Estos servidores almacenan, procesan y suministran páginas web, archivos, aplicaciones y otros recursos a los usuarios finales.

Funcionamiento de un servidor web

1. Recepción de peticiones: Cuando un cliente, como un navegador, realiza una solicitud HTTP, esta es captada por el servidor web, que se encarga de atenderla.
2. Dirección de la solicitud: El servidor evalúa cómo debe tratar la petición. Puede responder con un archivo estático, ejecutar un programa o reenviar la solicitud a otro módulo, como una base de datos o una aplicación web.
3. Ejecución del procesamiento: En los casos donde se requiere una respuesta dinámica, el servidor ejecuta los procesos necesarios, como correr un script o consultar una base de datos.

4. Creación de la respuesta: Con base en la información solicitada, el servidor construye una respuesta que puede consistir en una página HTML estática, contenido dinámico, un archivo para descarga u otro tipo de recurso.
5. Transmisión de la respuesta: Finalmente, el servidor envía la respuesta generada al cliente a través de la red.

Figura 10

Servidor XAMPP

Nota: Obtenido de la web de <https://www.apachefriends.org/>

Figura 11

Lenguajes de Códigoción de servidor y Web

Nota: Obtenido de la web de <https://www.cursosgis.com/>

2.2.2.3. Sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)

Según (Almachi & Naranjo, 2021) Un sistema SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) es una solución tecnológica que integra software y hardware para supervisar y controlar procesos industriales en tiempo real. Es



fundamental en sectores como la energía, la manufactura, el suministro de agua y el transporte, donde la supervisión precisa y el control eficiente son esenciales para garantizar operaciones seguras y continuas.

Componentes principales de un sistema SCADA

1. Unidades Terminales Remotas (RTU): Dispositivos instalados en el campo que recopilan datos de sensores y actuadores, transmitiéndolos al sistema SCADA. También pueden ejecutar comandos recibidos para controlar equipos locales.
2. Controladores Lógicos Códigobles (PLC): Son dispositivos Códigobles que gestionan procesos en tiempo real. Los PLC interactúan con las RTUs y otros elementos del campo para llevar a cabo acciones específicas de acuerdo con las directrices del sistema SCADA (Almachi & Naranjo, 2021).
3. Controladores Lógicos Códigobles (PLC): Equipos que automatizan procesos industriales mediante la ejecución de secuencias de control predefinidas. Pueden funcionar de manera autónoma o en conjunto con las RTU.
4. Interfaz Hombre-Máquina (HMI): Plataforma gráfica que permite a los operadores interactuar con el sistema, visualizar datos en tiempo real, recibir alertas y enviar comandos de control.
5. Servidor SCADA: Centro de procesamiento que almacena, analiza y gestiona la información recopilada por las RTU y PLC. Coordina las funciones del sistema y facilita la toma de decisiones basadas en datos actuales.
6. Red de Comunicación: Infraestructura que conecta todos los componentes del sistema, permitiendo la transmisión de datos entre dispositivos de campo y estaciones de control. Puede incluir tecnologías como Ethernet, fibra óptica o enlaces inalámbricos (Almachi & Naranjo, 2021).

Figura 12

Protocolo de comunicaciones ModBus



Nota: Obtenido de la web de <https://www.everelettronica.com/>



2.2.2.3.1. Funcionalidades

1. Monitoreo en tiempo real: El sistema SCADA ofrece visualizaciones gráficas actualizadas constantemente sobre los procesos industriales, mediante el uso de tablas, gráficos y notificaciones, lo que permite a los operadores observar el desempeño y detectar fallos de forma inmediata.
2. Control remoto: A través de la interfaz HMI, los usuarios pueden interactuar con los dispositivos y procesos, realizando modificaciones y ajustes en tiempo real para asegurar un funcionamiento óptimo del sistema.
3. Gestión de alarmas: El SCADA emite alertas automáticas al detectar condiciones inusuales o peligrosas, facilitando una respuesta rápida por parte del operador para evitar fallas o incidentes.
4. Registro y análisis de información: El sistema guarda datos históricos sobre el comportamiento de los procesos, lo que permite realizar evaluaciones posteriores e identificar patrones o tendencias que contribuyen a mejorar la eficiencia operativa.
5. Integración con otros sistemas: Los sistemas SCADA pueden enlazarse con plataformas externas de control y administración, como los sistemas de gestión de activos (EAM), planificación de recursos empresariales (ERP) y gestión de la cadena de suministro (SCM), brindando así una visión global y articulada del entorno industrial (Almachi & Naranjo, 2021).

5.1.1.1.1. Seguridad

Dada la importancia crítica de los sistemas SCADA en infraestructuras críticas, la seguridad es una consideración fundamental. Los sistemas SCADA implementan medidas de seguridad robustas, que incluyen:

1. Verificación de Identidad y Permisos: Se establece un sistema de control de acceso basado en roles, garantizando que solo los usuarios con autorizaciones específicas puedan ingresar al sistema y realizar acciones determinadas.
2. Protección de Información: La implementación de técnicas de cifrado asegura que los datos transmitidos entre los componentes del sistema SCADA



mantengan su integridad y confidencialidad, protegiéndolos contra accesos no autorizados.

3. Defensas Perimetrales y Monitoreo de Intrusiones: Se utilizan cortafuegos y sistemas de detección de intrusos para proteger el sistema SCADA frente a posibles amenazas y accesos indebidos (Almachi & Naranjo, 2021).



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación realizada se clasifica como tecnológica, ya que tiene como propósito abordar una problemática social actual mediante la aplicación de conocimientos científicos, específicamente en Códigoción y tecnologías (Gallardo Echenique, 2017).

3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Es de tipo aplicativo, dado que busca resolver un problema específico y puede ser implementada en la práctica (Gallardo Echenique, 2017).

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se trata de una investigación experimental, ya que se llevaron a cabo diversas pruebas hasta lograr que el tablero estableciera comunicación con el servidor (Gallardo Echenique, 2017).

3.4. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Además, es de enfoque cuantitativo, ya que se pretende demostrar una hipótesis basada en las mediciones obtenidas de los sensores utilizados.

3.5. OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN

Para la investigación el objeto de estudio será el tablero que integra, esp32, relay de cuatro canales, pantalla tft de 4", pulsadores) mientras que para el servidor web fue necesario el IDE VS Code, XAMPP y PhpMyAdmin.



3.6. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

Enfoque Científico: La investigación se fundamenta en la aplicación de métodos reconocidos por la comunidad científica, como ensayos y verificaciones, para garantizar la validez de los resultados obtenidos.

3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

3.7.1. Técnicas

Metodología Aplicada: Se emplearon diversas técnicas, incluyendo la revisión de literatura especializada, Códigoción de sistemas embebidos y análisis mediante regresión lineal de datos, para abordar el problema planteado

3.7.2. Instrumentos, recolección de datos

Servidor Web:

- Utilización de PhpMyAdmin para la gestión de bases de datos.
- Desarrollo de la interfaz utilizando HTML, CSS y JavaScript.

Módulo de Monitoreo:

- Implementación de sensores de ultrasonido y caudal para la recolección de datos.
- Integración de una bomba de agua controlada por el sistema

3.8. SIMULACIÓN DEL MAQUETA

Simulación del Maqueta: Para la simulación del hardware, se utilizó el software Proteus, mientras que el servidor web fue probado mediante el uso de Visual Studio Code y PhpMyAdmin.

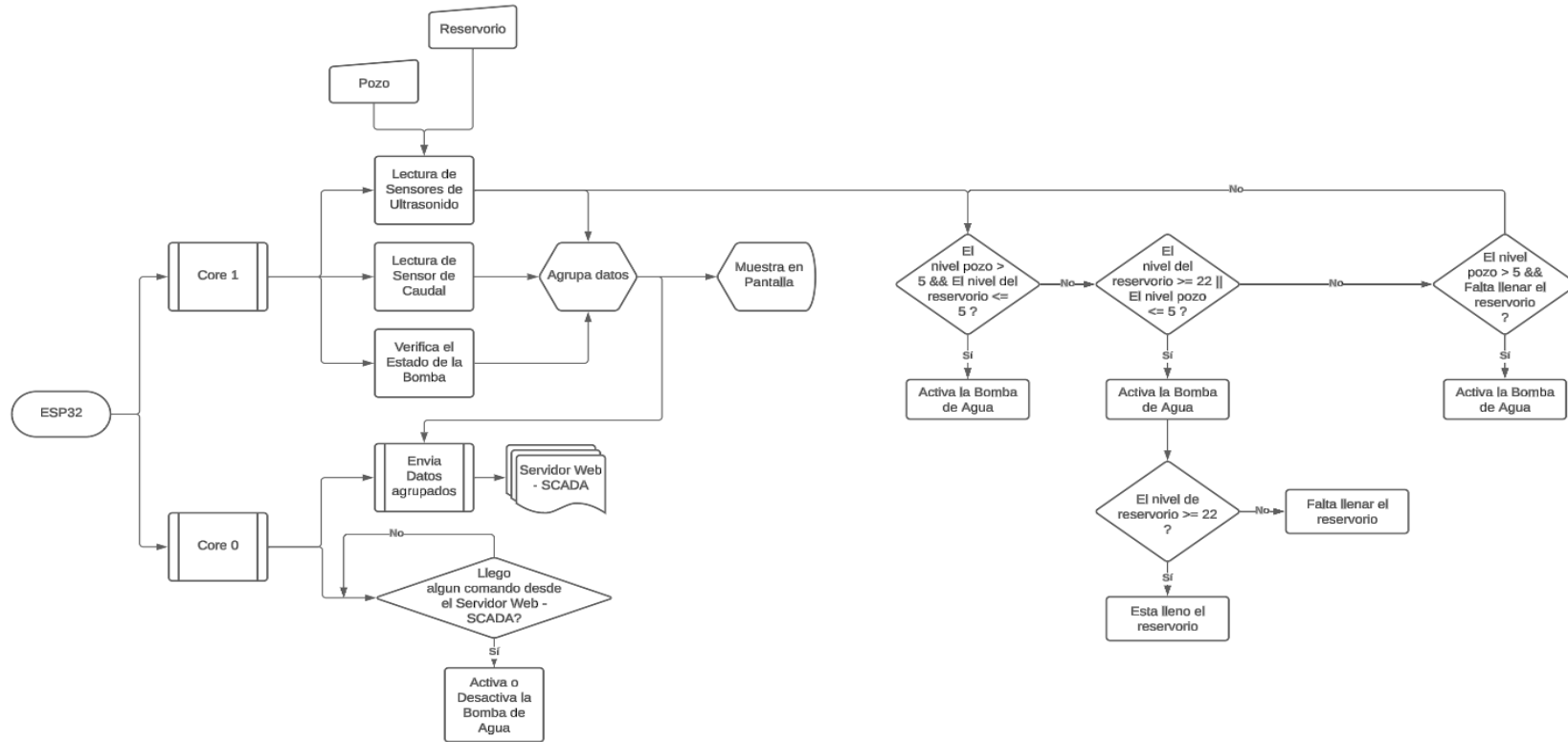
3.9. ÁMBITO DE ESTUDIO

Ubicación del Desarrollo: El proyecto se llevó a cabo en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román, departamento de Puno, con el objetivo de beneficiar a los hogares de dicha localidad.

3.10. ESQUEMA DE BLOQUE DEL FUNCIONAMIENTO

Figura 13

Esquema de la conexión y funcionamiento del Servidor Web para controlar el bombeo de agua



Nota: Hecho por la tesista



3.10.1. Tipo de Control Utilizado: Control Lógico Discreto (Lógico Binario)

El sistema implementado utiliza un **control lógico discreto**, basado en decisiones condicionales que responden a los estados específicos de los niveles de agua en el pozo y en el reservorio elevado. Este tipo de control es un **control por eventos** donde las acciones (como la activación de la bomba de agua) se ejecutan únicamente cuando se cumplen condiciones predefinidas, evitando activaciones innecesarias o no deseadas.

3.10.2. Características del Control Lógico Utilizado

A. Decisiones Condicionales:

El flujo lógico mostrado en el Esquema se basa en condiciones binarias (Sí/No, Verdadero/Falso) que evalúan los niveles de agua en el sistema:

- **Condición de encendido de la bomba:**
 - Si el **nivel del pozo** es suficiente (> 5 unidades) y el **nivel del reservorio** es bajo (≤ 5 unidades), se activa la bomba.
 - Si el **nivel del reservorio** es mayor o igual a un umbral predefinido (22 unidades) o el **nivel del pozo** es bajo, la lógica impide la activación de la bomba.
 - Se considera también la condición especial de "Falta llenar el reservorio" para evitar falsos encendidos.

De esta manera, se logra un control eficiente, garantizando que la bomba funcione únicamente cuando sea necesario.

B. Control Histerético (*Anti-Fluctuaciones*):

El sistema evita que la bomba se encienda y apague de manera constante



(flickering) cada vez que el nivel del reservorio baja un poco. Esto se logra utilizando **umbrales de control**:

- Un nivel mínimo de activación para el **reservorio** (≤ 5 unidades).
- Un nivel máximo (≥ 22 unidades) que determina cuando el reservorio está lleno.

Esta histeresis añade estabilidad al sistema al introducir una zona de **retardo controlado**.

C. Control Manual y Automático Integrado:

- **Control Automático:** La lógica del sistema maneja de forma autónoma el llenado del reservorio según los niveles detectados por los sensores.
- **Control Manual:** Existe un mecanismo de arranque manual a través de un botón físico y la pantalla TFT, permitiendo activar la bomba bajo supervisión humana. Esta funcionalidad proporciona redundancia y flexibilidad al sistema.

D. Visualización y Supervisión en el SCADA:

La integración del sistema SCADA, desarrollado en HTML, CSS, JS y PHP, permite:

- **Monitoreo remoto** del nivel del pozo y del reservorio.
- **Control remoto** de la bomba de agua (encendido y apagado).
- **Almacenamiento de datos** en una base de datos (SICBA), lo que facilita la trazabilidad y análisis del comportamiento del sistema a lo largo del tiempo.

3.10.3. Principios de Control Aplicados

El control implementado se basa en los siguientes principios:

1. **Control por Estados:** Cada decisión depende del estado actual de los niveles de agua (alto, bajo, suficiente).



2. **Control Preventivo:** Se toman decisiones para evitar el vaciado excesivo del pozo y garantizar el llenado completo del reservorio.
3. **Eficiencia Energética:** La lógica evita activaciones innecesarias de la bomba, optimizando el consumo de energía eléctrica.
4. **Redundancia:** La posibilidad de control manual y la integración con el sistema SCADA garantizan el funcionamiento continuo incluso en casos de falla del sistema automático.

3.10.4. Beneficios del Control Lógico Discreto

- **Simplicidad y robustez:** La lógica condicional implementada es fácil de comprender y depurar, asegurando estabilidad en el sistema.
- **Escalabilidad:** Es posible añadir más sensores o niveles de control sin alterar significativamente la estructura actual.
- **Adaptabilidad:** Permite ajustes en los umbrales de control para adaptarse a diferentes condiciones de operación del pozo y del reservorio.

Monitoreo remoto y control en tiempo real: Gracias al SCADA, los usuarios pueden observar y operar el sistema desde cualquier ubicación.

3.11. DISEÑO DE UN SISTEMA INALÁMBRICO PARA EL CONTROL DE BOMBEO DE AGUA

A. Para implementar la maqueta de bombeo de agua se elaboró:

1. Sección de envío y recepción de datos por WIFI del EPS32
2. Sección de visualización y control con pantalla TFT
3. Sección de Relevadores
4. Sección de censado de nivel de agua
5. Sección de censado de caudal de agua



6. Sección de control manual

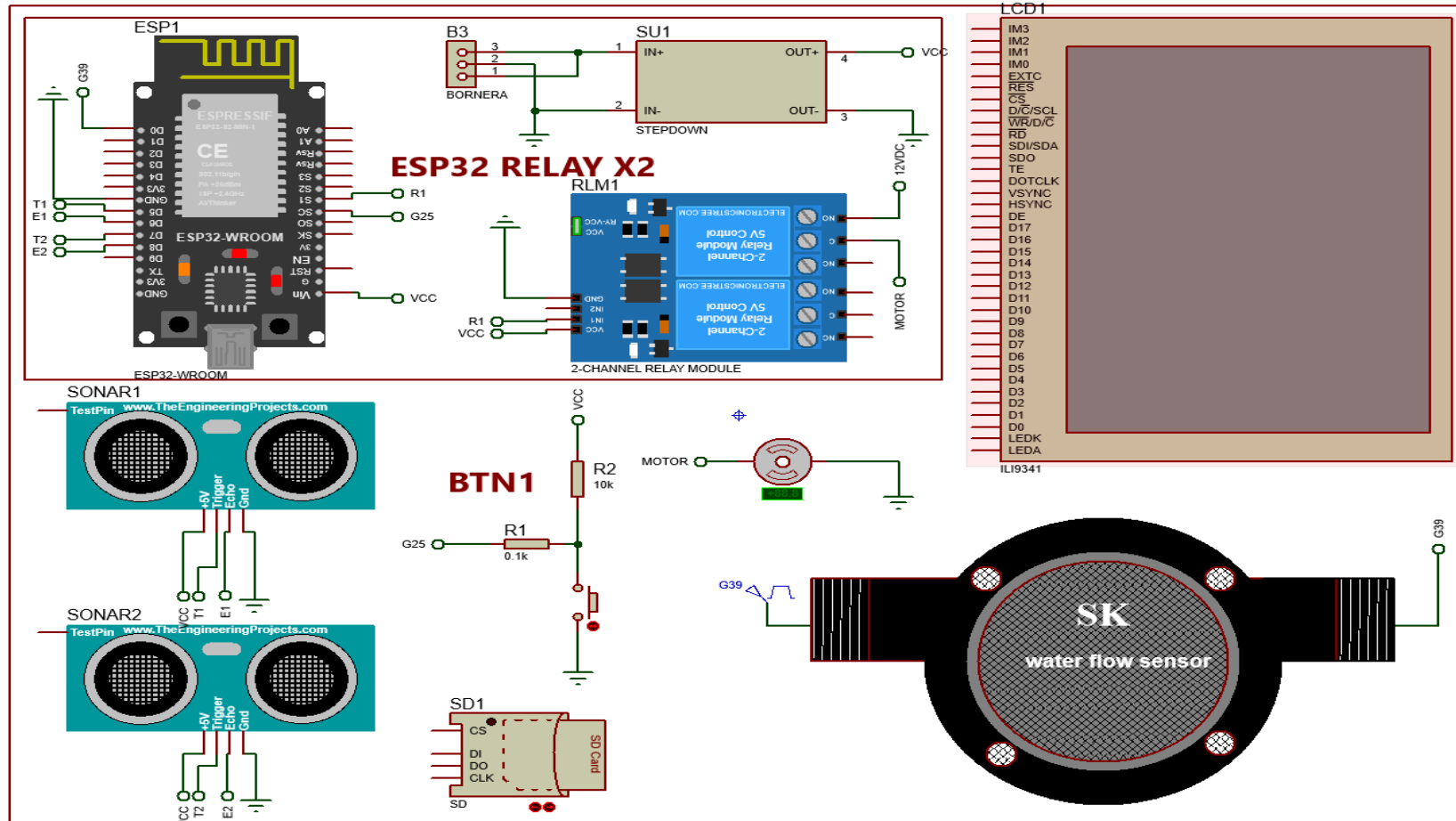
7. Sección (StepDown)

B. Para la implementación del servidor web para control de bombeo de agua

1. Servidor Web - SCADA

Figura 14

Bosquejo general

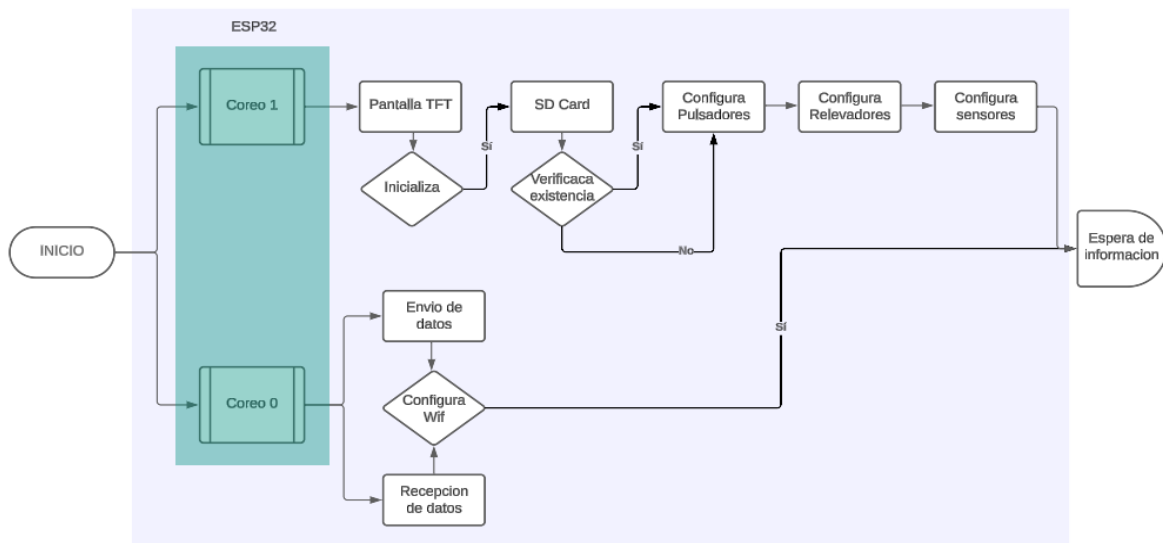


Nota: Hecho por la tesista

A. Esquema de la configuración del sistema inalámbrico para el control de bombeo de agua

Figura 15

Esquema de configuración del sistema inalámbrico para el control de bombeo de agua



Nota: Hecho por la tesista

Núcleo 1: Gestión de periféricos y sensores

Este núcleo se encarga de las siguientes funciones:

1. **Pantalla TFT:** Establece la configuración de los pines y la comunicación necesaria para el funcionamiento de la pantalla.
2. **Tarjeta SD:** Si se detecta una tarjeta SD, se guarda en ella la configuración del panel táctil de la pantalla TFT.
3. **Pulsadores:** Configura una entrada para permitir el control manual mediante un pulsador.
4. **Relevadores:** Configura un relevador de 5 V DC para activar una bomba de agua de 12 V DC.

5. **Sensores:** Configura los pines TRIGGER y ECHO de dos sensores JSN-SR04T y establece la interrupción para el sensor de caudal.

Núcleo 0: Comunicación Wi-Fi

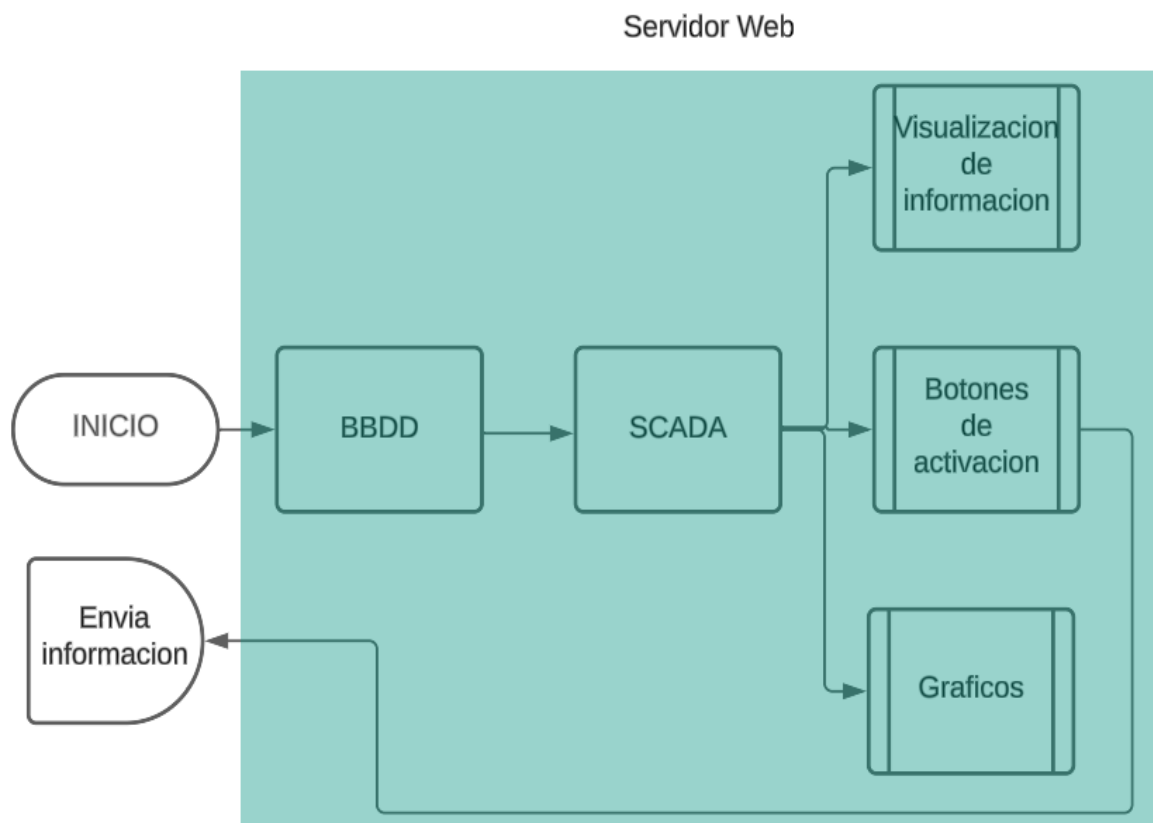
Este núcleo se dedica a las tareas de comunicación inalámbrica:

1. **Envío de datos:** Configura la conexión Wi-Fi y envía los datos recopilados por los tres sensores a un archivo PHP (esp-post.php) en el servidor web.
2. **Recepción de datos:** Configura la conexión Wi-Fi para estar en espera de datos entrantes que activarán los relevadores.

B. Esquema de la configuración del Servidor Web

Figura 16

Esquema de configuración del Servidor Web



Nota: Realizado por la tesista.



1. Base de Datos (BBDD): Se creó una base de datos compuesta por siete columnas utilizando la interfaz de PhpMyAdmin, destinada al almacenamiento de la información recopilada.

2. Sistema SCADA: Este sistema se divide en tres componentes principales:

- **a. Visualización:** Encargada de mostrar los datos almacenados en la base de datos, provenientes de los dos sensores ultrasónicos JSN-SR04T y del sensor de caudal.
- **b. Botones:** Incluye un botón deslizable que, al ser activado, envía información al ESP32 a través de una conexión Wi-Fi.
- **c. Gráficos:** Para facilitar la interpretación de los datos, se diseñaron cuatro gráficos que también exhiben los valores registrados por los sensores de corriente

3.12. CONFIGURACIÓN DE LA SECCIÓN DE ENVÍO Y RECEPCIÓN DE DATOS POR WIFI DEL ESP32

El ESP32 está diseñado con capacidades de comunicación Wi-Fi en la banda de 2.4 GHz, permitiendo la transmisión y recepción de datos. Para facilitar esta comunicación, se requiere el uso de archivos PHP externos y una fuente de alimentación estable.

Especificaciones Técnicas:

- Voltaje de Operación: 3.3V
- Interfaz de Comunicación: Wi-Fi

3.12.1. Bosquejo del circuito

Figura 17

Bosquejo del ESP32

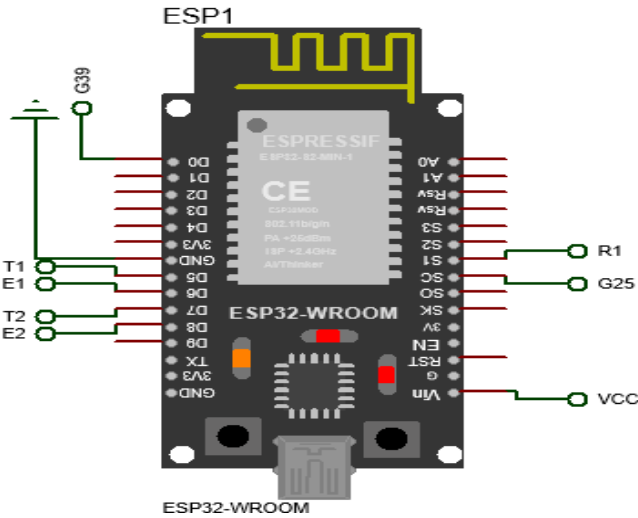
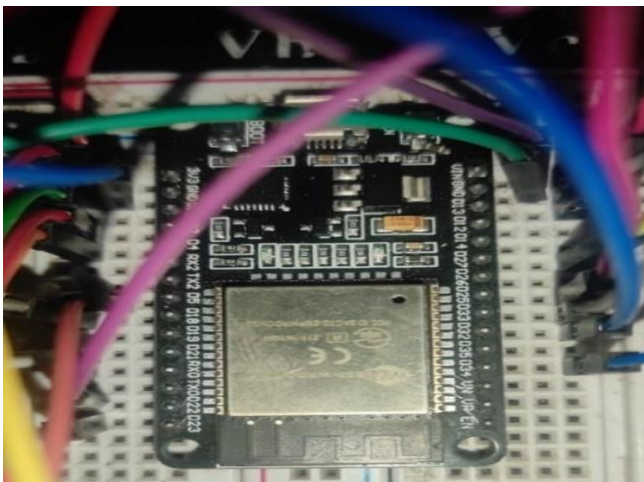


Figura 18

Implementación del módulo ESP32





3.12.2. Código de configuración del envío de datos

Figura 19

Código para envío de datos por WIFI del 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: Hecho por la tesista

3.12.3. Código de configuración de la recepción de datos

Figura 20

Código para envío de datos por WIFI del ESP32

```

/*-----CORE 0-----*/
TaskHandle_t tarea0;
#include <WiFiClient.h>
#include <WebServer.h>

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

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;
}

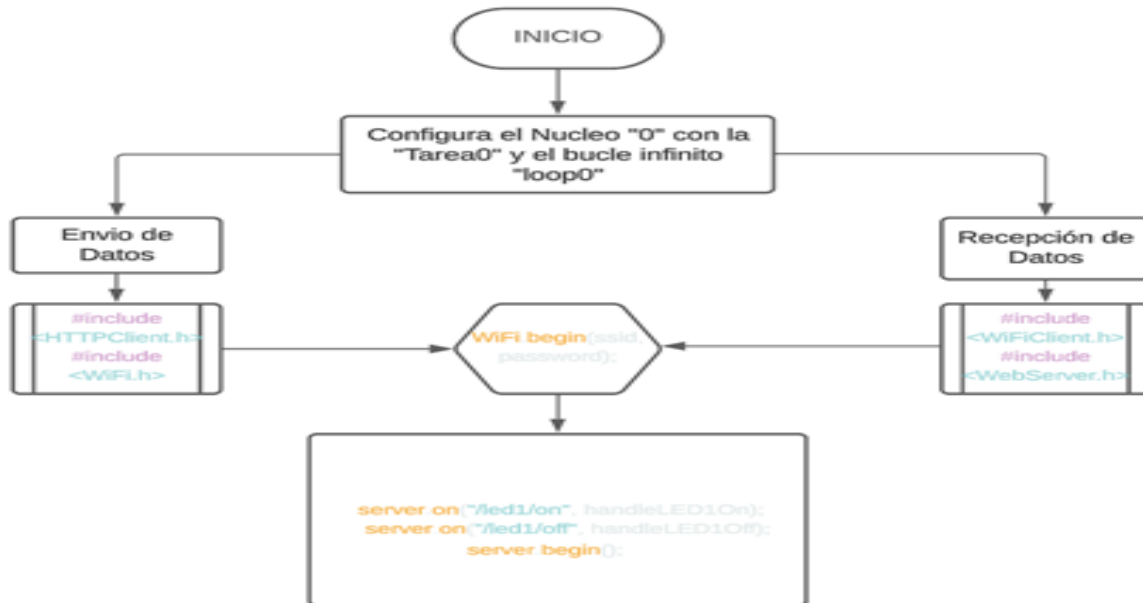
```

Nota: Realizado por la tesista.

3.12.4. Esquema de la configuración del envío y recepción de datos

Figura 21

Esquema del envío y recepción de datos



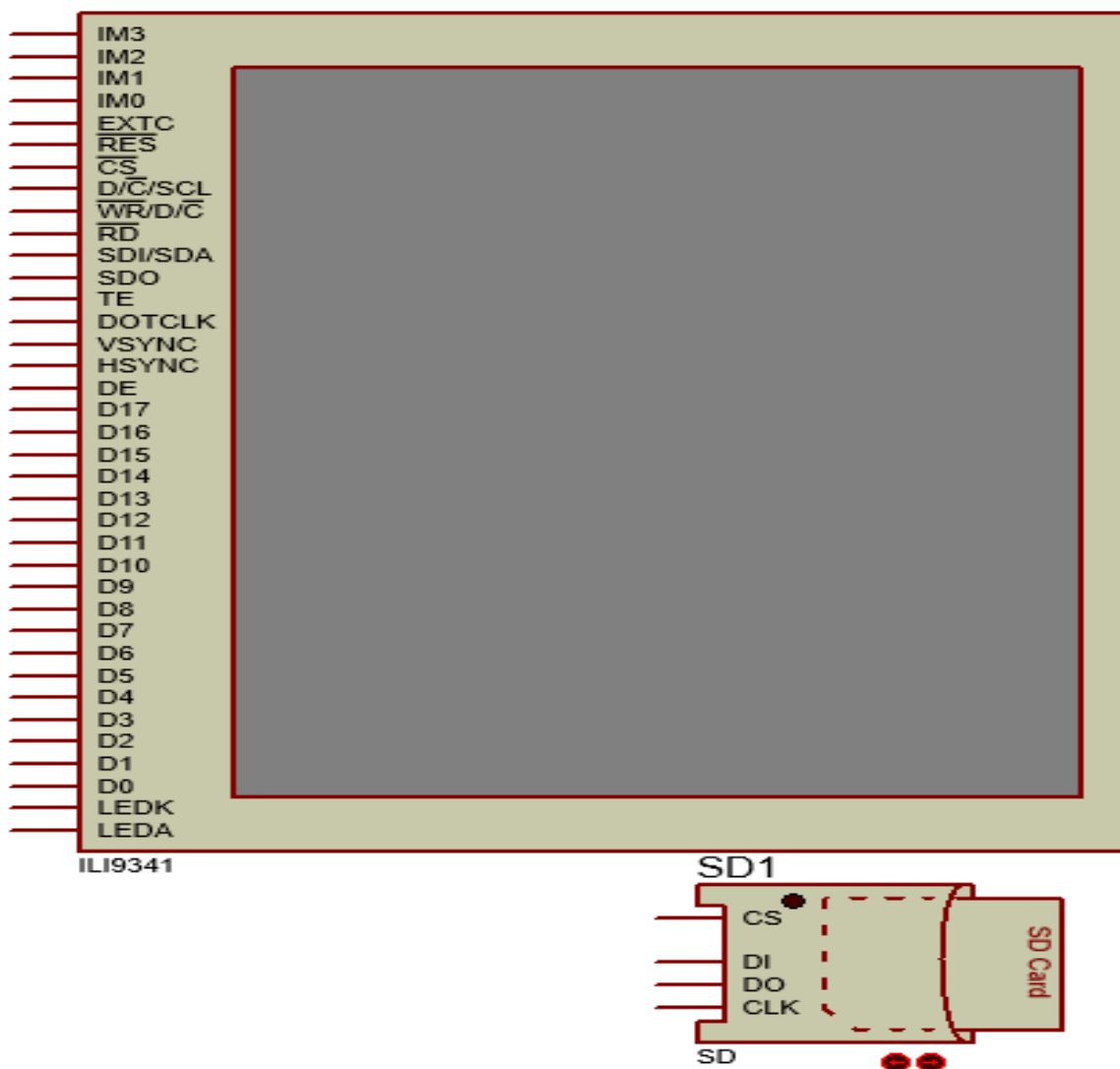
Nota: Realizado por la tesista.

3.13. CONFIGURACIÓN DE LA SECCIÓN DE VISUALIZACIÓN Y CONTROL CON PANTALLA TFT

3.13.1. Bosquejo del circuito de la pantalla TFT y SD Card

Figura 22

Bosquejo de la pantalla TFT y SD Card



Nota: Realizado por la tesista.

Figura 23

Implementación de la pantalla TFT y SD Card



Nota: Realizado por la tesista.

3.13.2. Código de configuración de la pantalla TFT de 4 pulgadas

Figura 24

Código de la pantalla TFT de 4 pulgadas

```
#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 INCIA 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();
```

Nota: Realizado por la tesista



3.13.3. Código de configuración de la SD Card

Figura 25

Código de la SD Card

```
#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);

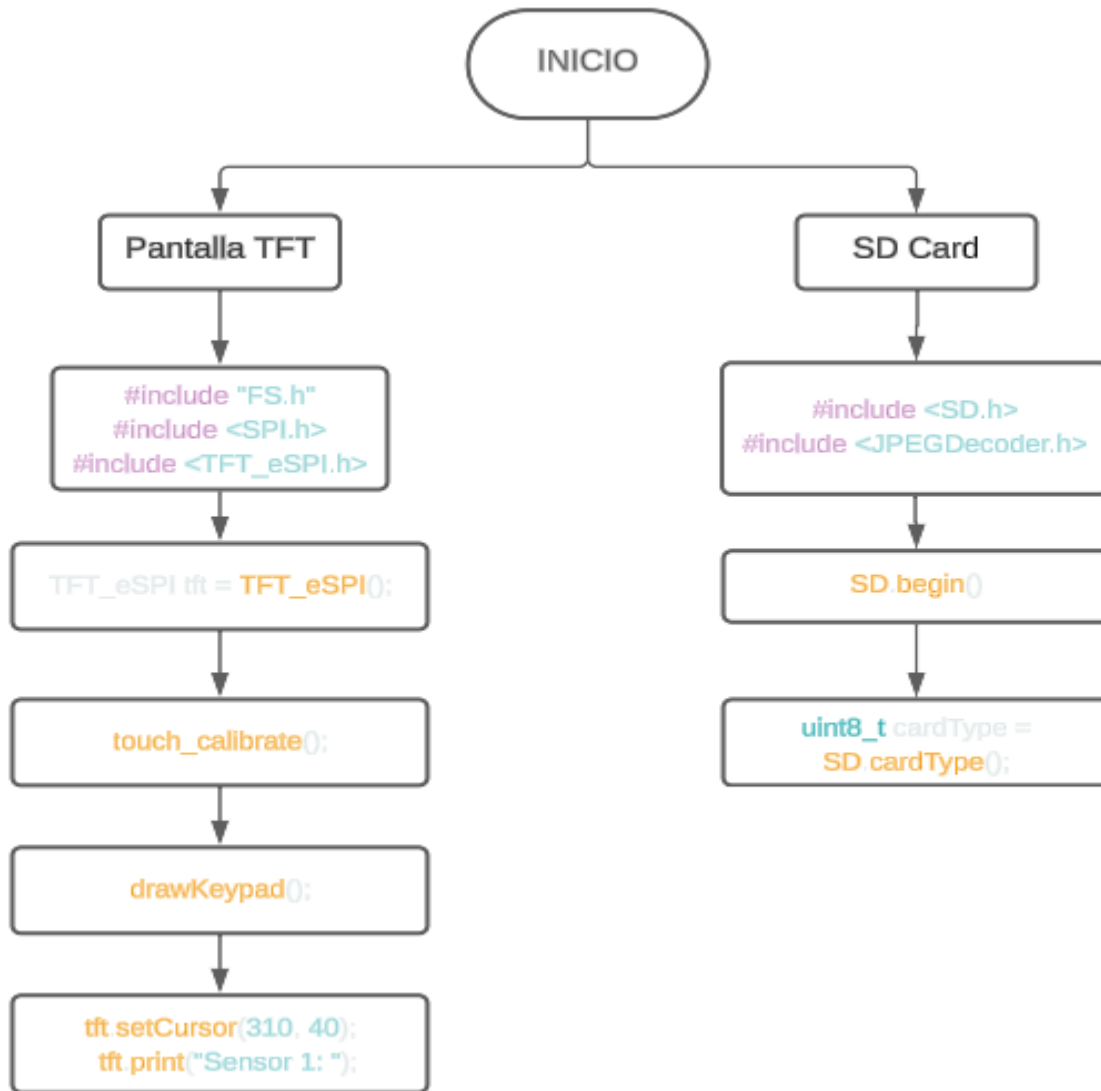
Serial.println("initialisation done.");
```

Nota: Realizado por la tesista.

3.13.4. Esquema de la configuración de la pantalla TFT y SD Card

Figura 26

Esquema de la visualización de la pantalla TFT



Nota: Realizado por la tesista.

3.14. SECCIÓN DE RELEVADORES

3.14.1. Bosquejo del circuito de Relevadores

Figura 27

Bosquejo de los relevadores

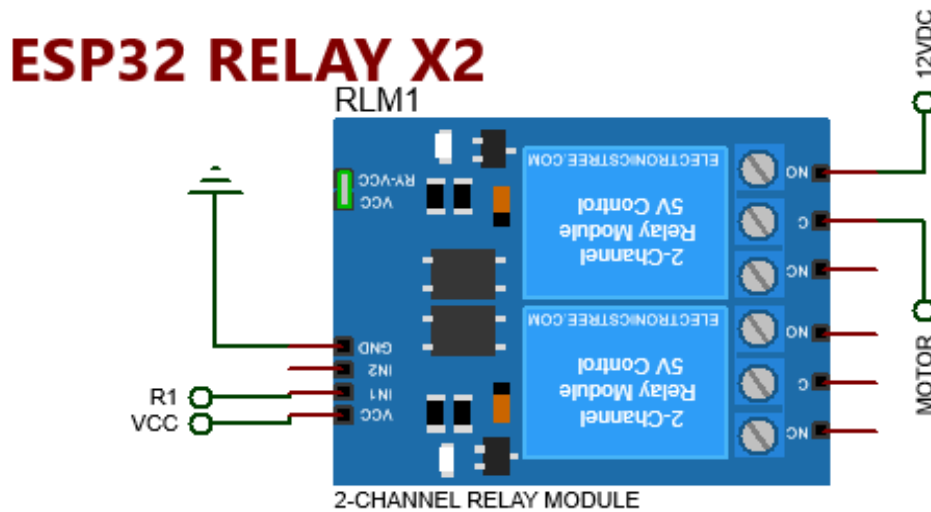


Figura 28

Implementación del módulo relevador de cuatro canales



3.14.2. Código de configuración de la sección de los relevadores

Figura 29

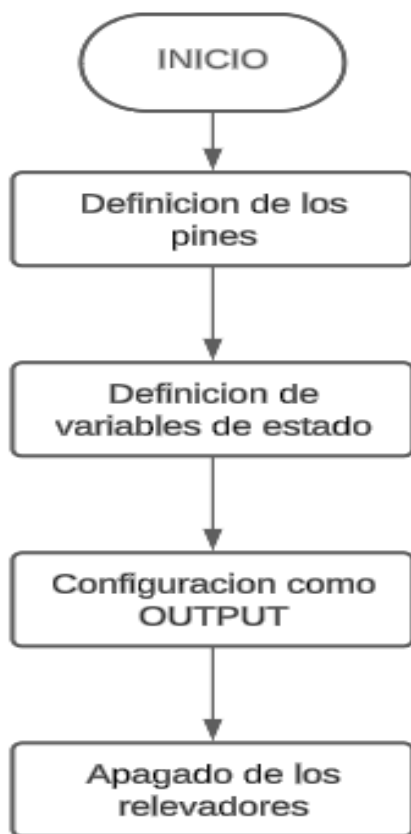
Código de los tres relevadores

```
#define LED_PIN1 32
static bool ledState1 = true;
pinMode(LED_PIN1, OUTPUT);
digitalWrite(LED_PIN1, HIGH);
```

3.14.3. Esquema de la configuración de los relevadores

Figura 30

Esquema de la configuración de los relevadores



Nota: Realizado por la tesista.

3.15. SECCIÓN DE CENSADO DE NIVEL DE AGUA

Para el censado del nivel de agua fue necesario la utilización tanto para el pozo como el reservorio, para lo cual fue necesario:

- Sensor JSN-SR04T
- PCB de comparación e interpretación de la señal

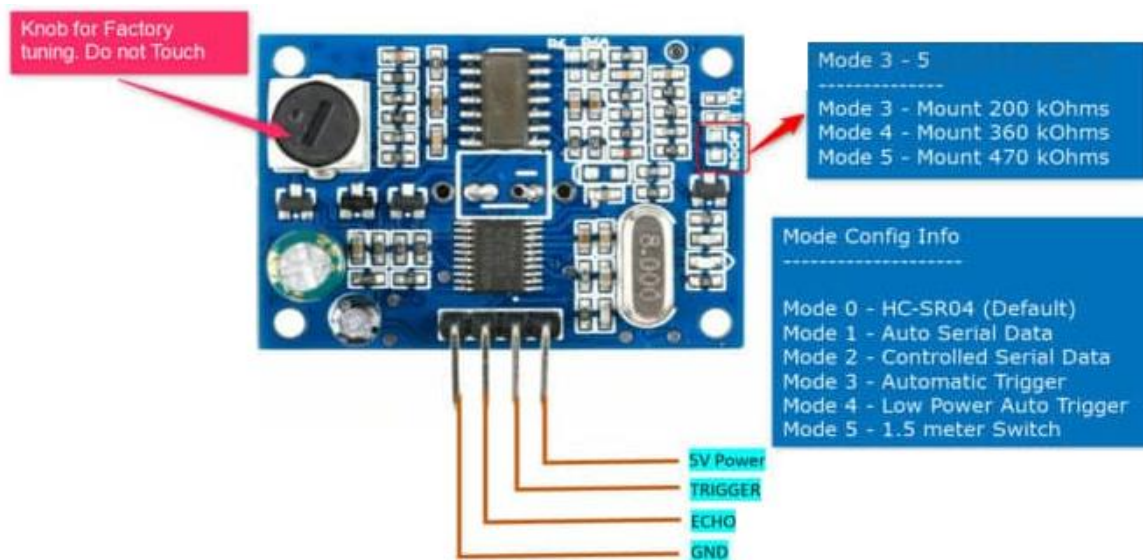
3.15.1. Calibración del sensor JSN-SR04T

El sensor JSN-SR04T es único. Admite múltiples modos de operación. Uno de los modos es el famoso modo HC-SR04, que acepta una señal de disparo y proporciona un pulso de señal de eco correspondiente al tiempo que tarda el sonido en viajar y rebotar en cualquier objeto.

Puede utilizar la siguiente referencia para consultar rápidamente los pines del módulo del sensor ultrasónico resistente al agua JSN-SR04T.

Figura 31

Modos de configuración para el sensor SCT013



Nota: Realizado por la tesista.

A. Modo 0 del sensor JSN-SR04T

En el Modo 0, el sensor imita el funcionamiento del sensor ultrasónico HC-SR04. Este es el modo predeterminado en el que llega la PCB.

B. Modo 1 del sensor JSN-SR04T

¿Qué tal un sensor ultrasónico que calcule la distancia por sí solo y le diga el valor medido en serie? Eso es lo que hace el Modo 1. No hay presión sobre el ESP32. Nada que calcular. Simplemente reciba la distancia medida desde el sensor directamente a través del puerto serie.

Para activar el Modo 1, corte los pads pequeños relacionados con el pad M1.

Figura 32

Configuración de sensor ultrasonido JSN-SR04T



Nota: Realizado por la tesista.



C. Modo 2 del sensor JSN-SR04T

Este modo es el mismo que el modo 1. En este caso, el sensor no envía los datos automáticamente. Debe enviar una solicitud a través del puerto serie.

Para activar el Modo 2, corte los pads pequeños relacionados con el pad M2.

D. Modo 3 del sensor JSN-SR04T

El Modo 3 es el mismo que el Modo 1 (Modo HC-SR04). Aquí no esperará la señal de activación del host (ESP32). Se activará automáticamente cada 200 ms y le dará el pulso en la entrada de eco.

Para activar el Modo 3, coloque una resistencia de 200 K ohmios en el panel "modo".

E. Modo 4 del sensor JSN-SR04T

El Modo 4 es el mismo que el Modo 1 (Modo HC-SR04) con un consumo de energía ultrabajo.

Para activar el Modo 4, coloque una resistencia de 360 K ohmios en la almohadilla de "modo".

F. Modo 5 del sensor JSN-SR04T

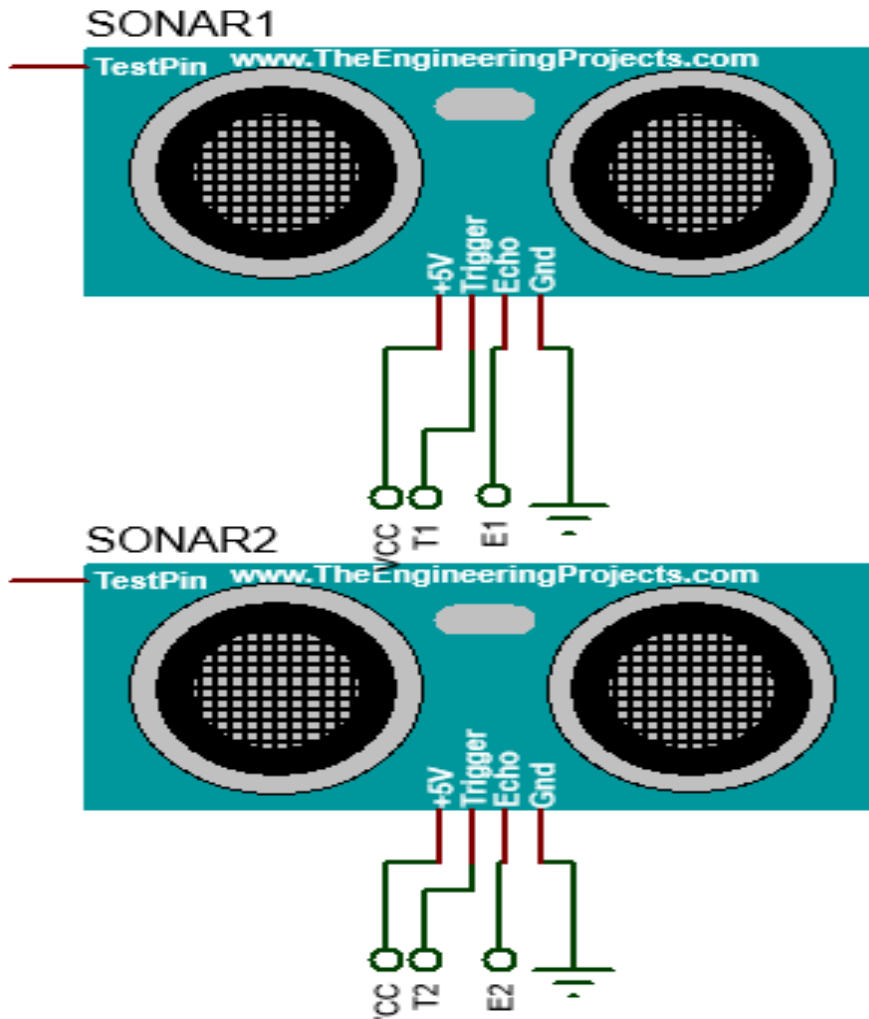
El modo 5 actúa como un interruptor preconfigurado. El pin de eco alternará cuando el sensor detecte cualquier objeto dentro de una distancia de 1,5 m.

Para activar el Modo 5, coloque una resistencia de 470 K ohmios en la almohadilla de "modo".

3.15.2. Bosquejo del circuito del sensor JSN-SR04T

Figura 33

Bosquejo del circuito del sensor JSN-SR04T



Nota: Realizado por la tesista.

Figura 34

Implementación del PCB de comparación e interpretación de la señal



Nota: Realizado por la tesista.

3.15.3. Código de configuración de la sección de censado de nivel de agua

Para el Código de envío de datos fue necesario realizar una Script:

1. Declaración de los pines para los sensores de nivel de agua:

- a. `#define ECHO_PIN_POZO 13`
- b. `#define TRIG_PIN_POZO 14`
- c. `#define ECHO_PIN_RESERVORIO 27`
- d. `#define TRIG_PIN_RESERVORIO 26`

2. Realización de la Script de censado de nivel de agua

- a. `int medirDistancia()`

Figura 35

Código para los dos sensores de nivel JSN-SR04T

```
// Pines para sensores JSN-SR04T
#define ECHO_PIN_POZO 13
#define TRIG_PIN_POZO 14
#define ECHO_PIN_RESERVORIO 27
#define TRIG_PIN_RESERVORIO 26

// Función para medir la distancia con el sensor JSN-SR04T
int medirDistancia(int trigPin, int echoPin) {
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);

  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);

  long duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  int distance = duration * 0.0344 / 2;

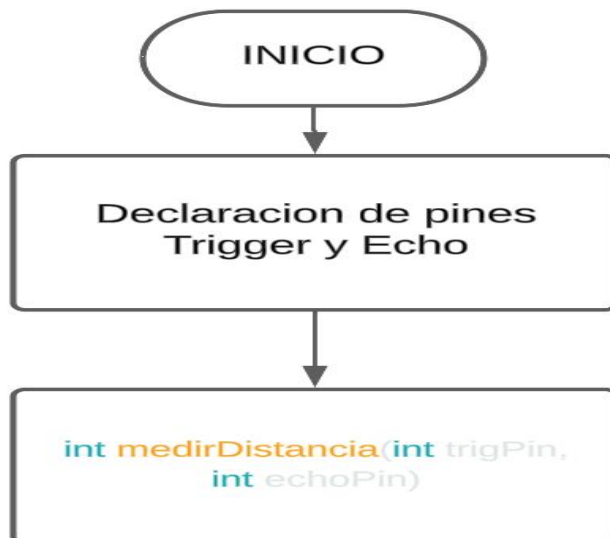
  return distance;
}
```

Nota: Realizado por la tesista.

3.15.4. Esquema de la configuración de los sensores de nivel JSN-SR04T

Figura 36

Esquema de la configuración de los sensores de nivel JSN-SR04T



Nota: Realizado por la tesista.



3.16. SECCIÓN DE CENSADO DE NIVEL DE AGUA

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

El sensor de flujo tipo turbina que se usará con Arduino combina un diseño mecánico simple con una operación técnica más compleja. Su estructura básica incluye una turbina que gira al paso del agua, pero su funcionamiento se complejiza al integrar un sensor de efecto Hall que permite medir el caudal. Aunque no se profundizará aquí en el principio físico del efecto Hall, este no es indispensable para la implementación práctica del sensor.

Cuando el agua atraviesa el cuerpo del medidor, hace girar la turbina ubicada en su interior. A mayor caudal, mayor será la velocidad de giro de las paletas. Un pequeño imán incorporado en la turbina genera una señal eléctrica cada vez que pasa frente al sensor de efecto Hall. Esta señal se traduce en pulsos que permiten medir las revoluciones por minuto (RPM), lo que a su vez permite calcular el caudal mediante una fórmula sencilla.

La conversión de la frecuencia de pulsos (en Hz) al caudal (litros por minuto) varía según el modelo del sensor y puede verse influenciada por factores como la presión, la densidad del fluido e incluso el caudal mismo. Para obtener resultados precisos, se utiliza un coeficiente de conversión proporcionado por el fabricante, aunque en la práctica es común realizar ajustes mediante calibraciones experimentales. Factores de conversión para cada sensor de flujo según el fabricante:

Sensor de 1/4»: S

Sensor de 1/2»: 7,5

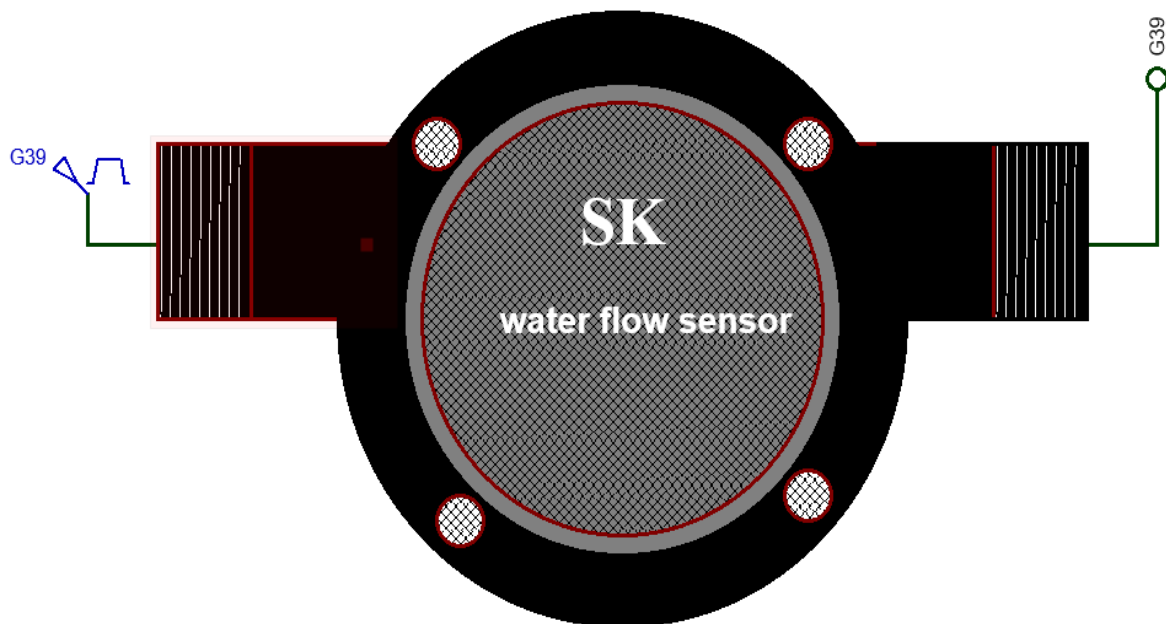
Sensor de 3/4»: 5,5

Sensor de 1": 4,8

3.16.2. Bosquejo del circuito del sensor de flujo de agua FS300A

Figura 37

Bosquejo del circuito del sensor de flujo de agua FS300A



Nota: Realizado por la tesista.

Figura 38

Funcionamiento del sensor de flujo de agua FS300A



Nota: Realizado por la tesista.

3.16.3. Código de configuración de la sección de censado del flujo de agua FS300A

Para el Código de envío de datos fue necesario realizar una Script:

1. Declaración de los pines para los sensores de nivel de agua:
 - a. `#define FLOW_SENSOR_PIN 36`
 - b. `volatile int flow_frequency;`
2. Configuración de los pines
 - a. `pinMode(FLOW_SENSOR_PIN, INPUT);`
3. Configuración de interrupciones
 - a. `attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(FLOW_SENSOR_PIN), flow, RISING);`
4. Realización de la Script de censado de nivel de agua
 - a. `Void flow()`

Figura 39

Código para el sensor de flujo de agua FS300A

```
// Pin para el sensor de caudal
#define FLOW_SENSOR_PIN 36

// Variables para medir el caudal
volatile int flow_frequency;
unsigned int l_hour;
unsigned int l_hour_ant;

// Configurar sensor de caudal
pinMode(FLOW_SENSOR_PIN, INPUT);

attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(FLOW_SENSOR_PIN), flow, RISING);

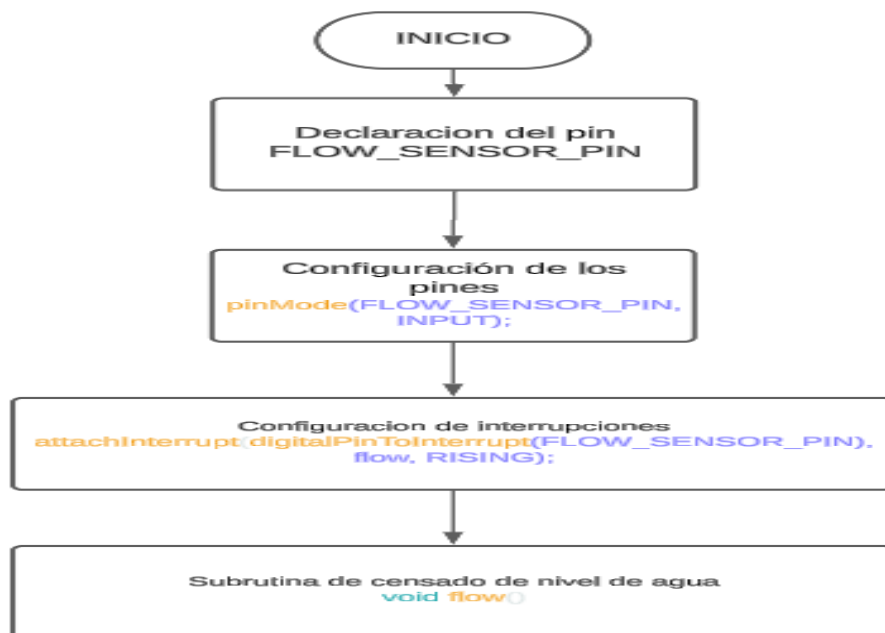
// Interrupción del sensor de caudal
void flow() { // void IRAM_ATTR flow(){}
  flow_frequency++;
}
```

Nota: Realizado por la tesista.

3.16.4. Esquema de la configuración del sensor de flujo de agua FS300A

Figura 40

Esquema de la configuración del sensor de flujo de agua FS300A



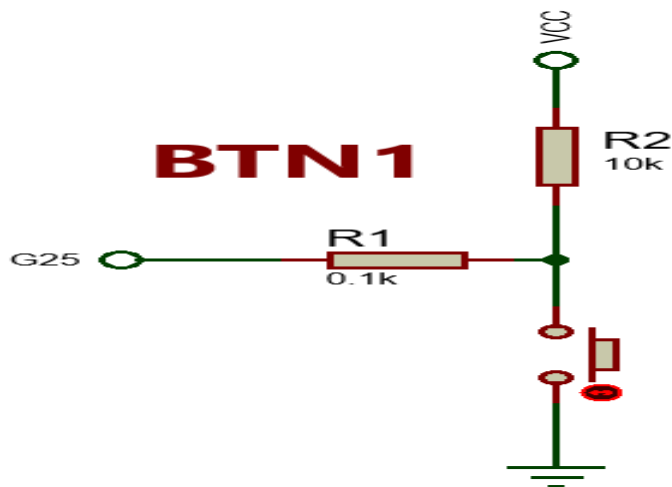
Nota: Realizado por la tesista.

3.17. SECCIÓN DE CONTROL MANUAL

3.17.1. Bosquejo del circuito de control manual

Figura 41

Bosquejo del circuito de control manual



Nota: Realizado por la tesista.

Figura 42

Implementación del circuito de control manual



Nota: Realizado por la tesista.



3.17.2. Código de configuración de la sección de control manual

Figura 43

Código para los tres botones del control manual

```
#define BUTTON_PIN1 25 // Pin para el botón 1
bool buttonState1 = false; // Estado del botón 1
pinMode(BUTTON_PIN1, INPUT_PULLUP);

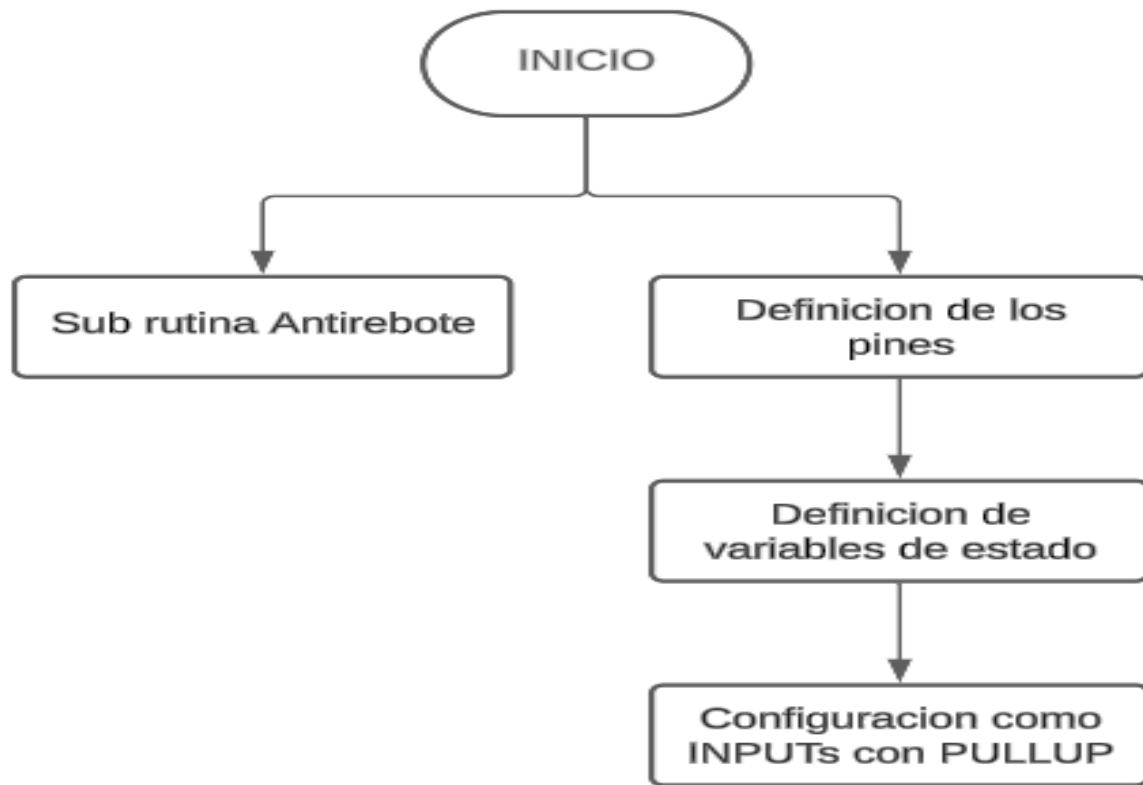
void handleButton(int buttonPin, bool &buttonState, unsigned long &lastDebounceTime, int ledPin, bool state,
  if (millis() - lastDebounceTime > debounceDelay) {
    if (digitalRead(buttonPin) == LOW) {
      state = !state; //!buttonState;
      lastDebounceTime = millis();
      digitalWrite(ledPin, state ? HIGH : LOW);
      if (numbot == 1) ledState1 = !ledState1;
      if (numbot == 2) ledState2 = !ledState2;
      if (numbot == 3) ledState3 = !ledState3;
    }
  }
}
```

Nota: Realizado por la tesista.

3.17.3. Esquema de la configuración de los botones de control manual

Figura 44

Esquema de la configuración de los botones del control manual



Nota: Realizado por la tesista.

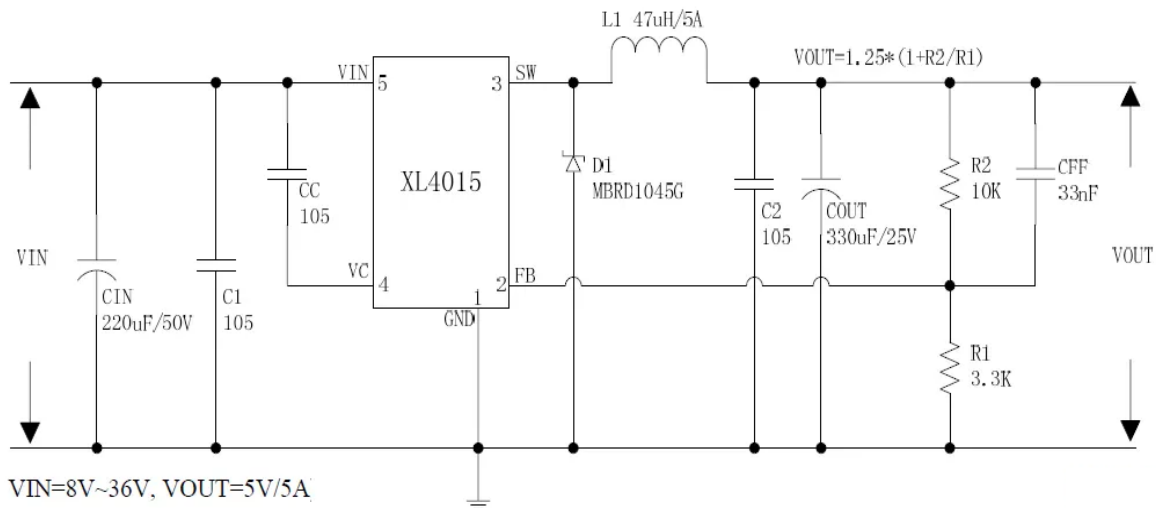
3.18. SECCIÓN DE REDUCCIÓN DE VOLTAJE (STEPDOWN)

Para garantizar un suministro de energía estable a los sensores de corriente y a la pantalla TFT, se incorporó un convertidor DC-DC step-down de 5V. Este dispositivo permite regular el voltaje proveniente de las baterías de Li-Ion, asegurando que los componentes operen dentro de sus especificaciones técnicas.

3.18.1. Bosquejo del circuito de la sección de reducción de voltaje (StepDown)

Figura 45

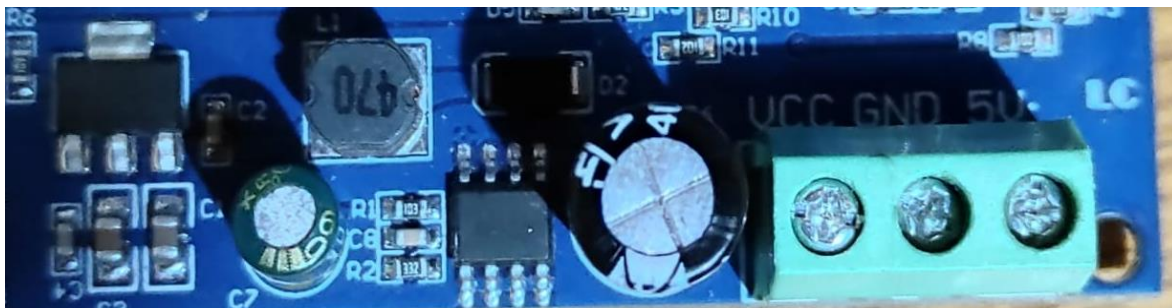
Bosquejo del circuito de reducción de voltaje (StepDown)



Nota: Obtenido de la web de <https://electgpl.blogspot.com/>

Figura 46

Implementación del circuito de reducción de voltaje (StepDown)



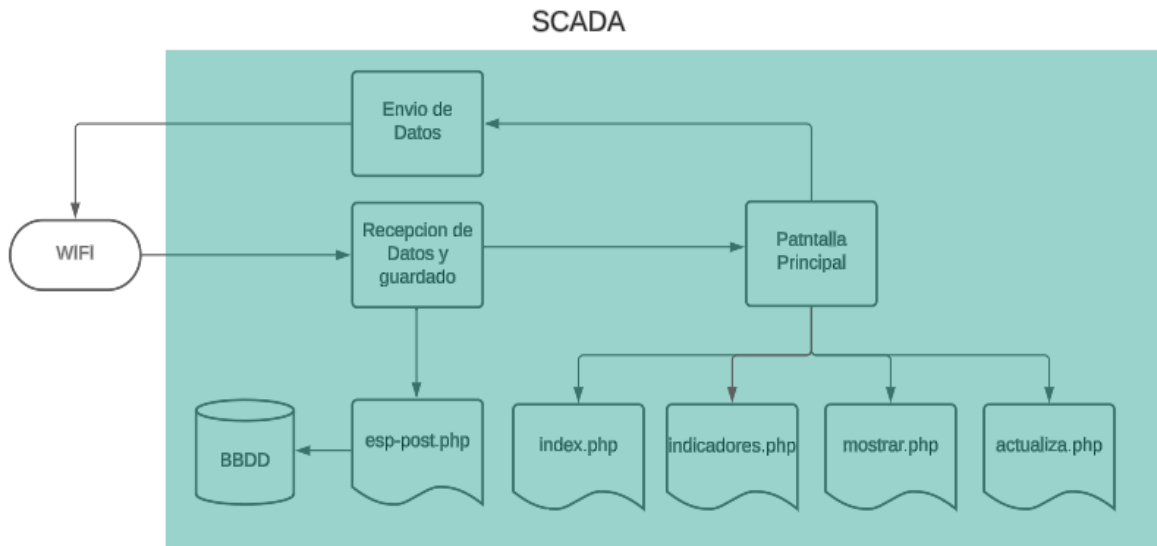
Nota: Obtenido de la web de <https://electgpl.blogspot.com/>

3.19. SERVIDOR WEB – SCADA

3.19.1. Esquema de los componentes del Servidor Web

Figura 47

Esquema de los componentes del Servidor Web



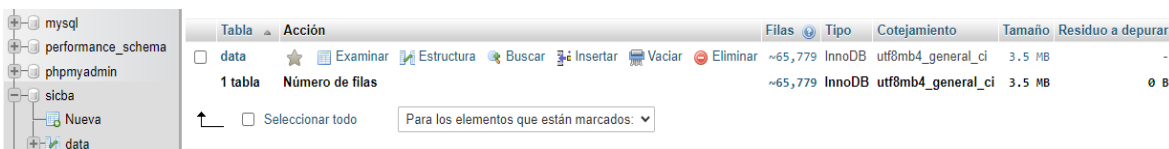
Nota: Realizado por la tesista.

3.19.1.1. Base de datos

A. Para gestionar el almacenamiento de datos, se configuró una base de datos utilizando el entorno de desarrollo XAMPP y su herramienta de administración phpMyAdmin. Se creó una base de datos denominada "SICBA" y dentro de ella, una tabla llamada "data" para organizar y almacenar la información requerida.

Figura 48

Base de datos y tablas en phpMyAdmin



Nota: Realizado por la tesista.



B. La tabla "data" de la base de datos "SICBA" almacena los datos recibidos del ESP32, correspondientes a las mediciones de los sensores de corriente.

- a. ID
- b. EST_C1
- c. C_F1
- d. N_P2
- e. N_R3
- f. FECHA
- g. HORA

Figura 49

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)	utf8mb4_general_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
<input type="checkbox"/>	3 C_F1	varchar(6)	utf8mb4_general_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
<input type="checkbox"/>	4 N_P2	varchar(6)	utf8mb4_general_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
<input type="checkbox"/>	5 N_R3	varchar(6)	utf8mb4_general_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
<input type="checkbox"/>	6 FECHA	varchar(10)	utf8mb4_general_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
<input type="checkbox"/>	7 HORA	varchar(10)	utf8mb4_general_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más

Nota: Realizado por la tesista.

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

- A. Para la captura de los datos enviados por el EPS32 fue necesario desarrollar una Script para la recepción de los datos y guardado en la BBDD, mediante el método `$_POST`
- B. Los valores de cada dato se combinan en una única cadena siguiendo la estructura `"$.EST_C2."`, para su posterior almacenamiento en la base de datos.



Figura 50

Script de captura y guardado en la BBDD

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

$C_F1 = $_POST["C_F1"];
$N_P2 = $_POST["N_P2"];
$N_R3 = $_POST["N_R3"];

$FECHA= $_POST["FECHA"];
$HORA = $_POST["HORA"];

$data =      "".$EST_C1.""', ''.$C_F1.""', ''.$N_P2.""', ''.$N_R3.
            ''.$FECHA.""', ''.$HORA.""';
```

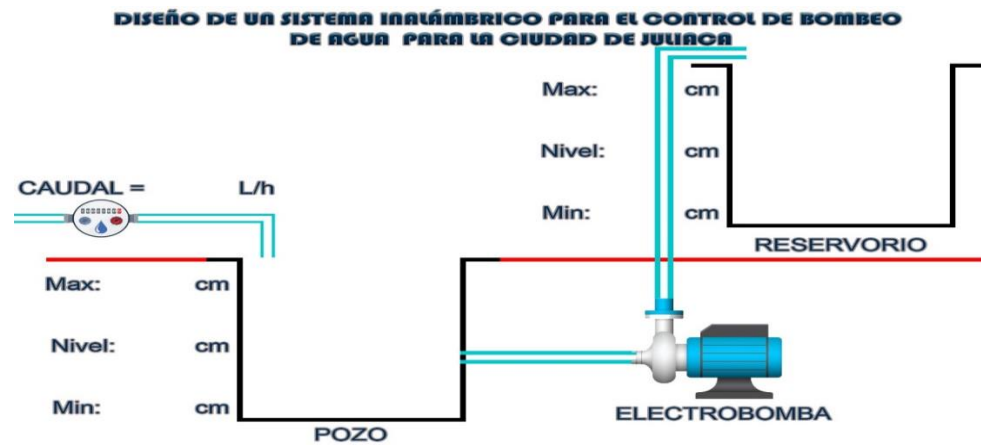
Nota: Realizado por la tesista.

3.19.1.3. Pantalla principal – index.php

a) Para la pantalla principal del sistema, se diseñó una interfaz de usuario que integra diversas imágenes editadas en Photoshop. Este proceso permitió crear una interfaz SCADA personalizada, adaptada a las necesidades específicas del proyecto.

Figura 51

Pantalla principal – SCADA

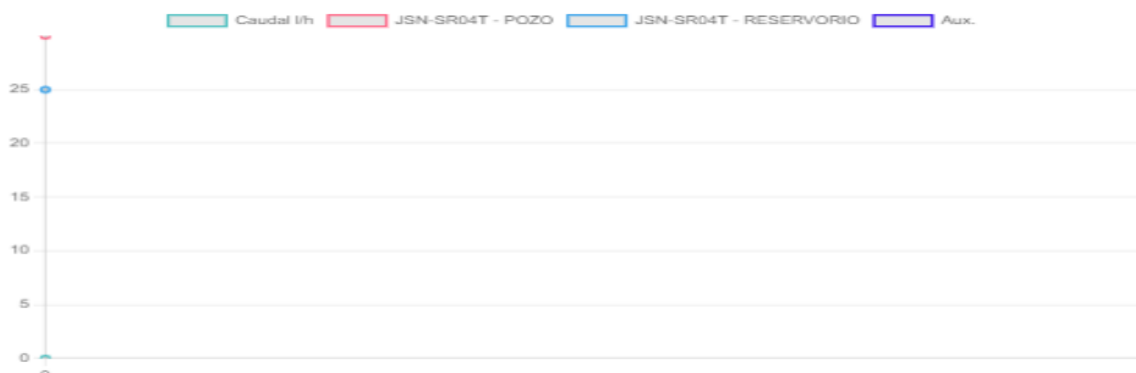


Nota: Realizado por la tesista.

b) Se diseñaron cuatro gráficos interactivos para visualizar los datos provenientes de los sensores. Estos gráficos se actualizan automáticamente cada 500 milisegundos, mostrando en tiempo real los valores almacenados en la base de datos.

Figura 52

Gráficos – SCADA



Nota: Realizado por la tesista.

La creación de los gráficos fue necesario una sub rutina elaborado en el lenguaje de Códigoción JS, designando como:



a. Caudal l/h

i.Color: verde

b. JSN-SR04T - Pozo

i.Color: rojo

c. JSN-SR04T - Reservorio

i.Color: azul – celeste

d. Aux.

i.Color: morado

Figura 53

Script de creación de gráficos – SCADA

```
// Crear el gráfico de líneas inicial
miGrafico = new Chart(ctx, {
  type: 'line',
  data: {
    labels: [], // Etiquetas de tiempo
    datasets: [
      {
        label: 'Caudal l/h',
        data: [], // Valores del gráfico
        fill: false,
        borderColor: 'rgba(75, 192, 192, 1)',
        borderWidth: 2
      },
      {
        label: 'JSN-SR04T - POZO',
        data: [],
        fill: false,
        borderColor: 'rgba(255, 99, 132, 1)',
        borderWidth: 2
      },
      {
        label: 'JSN-SR04T - RESERVORIO',
        data: [],
        fill: false,
        borderColor: 'rgba(54, 162, 235, 1)',
        borderWidth: 2
      },
      {
        label: 'Aux.',
        data: [],
        fill: false,
        borderColor: 'rgba(54, 15, 235, 1)',
        borderWidth: 2
      }
    ]
  }
});
```

Nota: Realizado por la tesista.



c) Para mostrar los valores numéricos de los tres sensores, se incorporaron tres campos de entrada (INPUTS) en la interfaz:

a. #C_F1

b. #N_P2

c. #N_R3

d) Como se observa, fue necesario implementar una Script adicional para actualizar constantemente los valores de los campos de entrada, denominada “/actualiza.php”.

Figura 54

INPUTS– SCADA

CAUDAL = **L/h**

Nivel: **cm**

Nivel: **cm**

Nota: Realizado por la tesista.

Figura 55

Script de creación 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
      $('#C_F1').val(data.objeto[0].campo2);
      $('#N_P2').val(data.objeto[0].campo3);
      $('#N_R3').val(data.objeto[0].campo4);

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

Nota: Realizado por la tesista.

3.19.1.4. Pantalla principal – indicadores.php

a) Para representar el estado de las cargas, se implementaron indicadores circulares que cambian de color:

- **Círculo rojo:** indica que la carga está apagada.
- **Círculo verde:** indica que la carga está encendida. [MDN Web Docs+3webtutoriales.com+3Reddit+3](#)

b) Estos indicadores fueron desarrollados utilizando JavaScript, asignándoles identificadores como "Indicador1" para su manipulación y actualización dinámica.

c) Además, se creó una Script adicional denominada “/indicadores.php” para actualizar constantemente los valores de los indicadores, asegurando que la interfaz refleje en tiempo real el estado de las cargas

Figura 56

Indicadores de estado – SCADA



Nota: Realizado por la tesista.

Figura 57

Script 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"];
        }
    }

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

    echo json_encode(array(
        'indicador1' => $colorIndicador1,
    ));
}
```

Nota: Realizado por la tesista.



3.19.1.5. Pantalla principal – Boton

a) Para activar las cargas se colocó un botón interactivo cambiante:

a. Ovalo: rojo

i. Apagado

b. Ovalo: verde

i. Encendido

b) El botón fue desarrollado en php y css colocando con el nombre:

a. Btn1

c) Como se aprecia también fue necesario otra Script para poder enviar el valor de cambio de estado al esp32.

Figura 58

Script de creación de BOTÓN – SCADA

```
<!-- Botones de Encendido/Apagado -->
<label class="switch" id="btn1">
  <input type="checkbox" id="toggleLed1">
  <div class="slider"></div>
  <span class="on-off-text" id="onOffText1">Apagado</span>
</label>
```

Figura 59

Script para el cambio de estado del botón – SCADA

```
toggleLed1.addEventListener('change', function() {
  if (this.checked) {
    enviarSolicitud("led1/on");
    document.getElementById('onOffText1').textContent = 'Encendido';
  } else {
    enviarSolicitud("led1/off");
    document.getElementById('onOffText1').textContent = 'Apagado';
  }
});
```

Nota: Realizado por la tesista.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. DISEÑO DEL SISTEMA INALÁMBRICO PARA EL CONTROL DE BOMBEO DE AGUA

A. Maqueta de Simulación

Figura 60

Maqueta de simulación para el control de bombeo de agua



Nota: Realizado por la tesista.

4.1.1. Sección de envío y recepción de datos por WIFI del ESP32

4.1.1.1. Foto electrónico del esp32

Para la transmisión y recepción de datos mediante conexión Wi-Fi, se empleó el módulo ESP-WROOM-32E con 4 MB de memoria flash. De esta capacidad, se utilizó aproximadamente 1.06 MB para el almacenamiento del programa y datos necesarios para la operación del sistema.

Figura 61

Foto del ESP-WROOM-32E



Nota: Realizado por la tesista.

4.1.1.2. Script de envío de datos

Para el envío de información de los dos sensores de nivel y el sensor de flujo de agua fue necesario la activación del segundo núcleo del ESP-WROOM-32E, para que se encargue del envío de información al Código "esp-post.php"



Figura 62

Script de envío de datos en el ESP32

```
void loop0(void *pvParameters) {
  while (true) {
    server.handleClient();
    //-----
    //-----
    if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) { //Check WiFi connection status

      HTTPClient http;

      if (ledState1 == true) {
        valTablaSME_Data[0] = (String)0;
      }else{
        valTablaSME_Data[0] = (String)2;
      }

      if (l_hour > 0) {
        valTablaSME_Data[1] = (String)l_hour;
      } else {
        valTablaSME_Data[1] = (String)0;
      }

      if (altura_pozo > 0) {
        valTablaSME_Data[2] = (String)altura_pozo;
      } else {
        valTablaSME_Data[2] = (String)0;
      }

      if (altura_reservorio > 0) {
        valTablaSME_Data[3] = (String)altura_reservorio;
      } else {
        valTablaSME_Data[3] = (String)0;
      }

      String datos_a_enviar;
      for (int i = 0; i < 6; i++) {
        datos_a_enviar += (String)etiTablaSME_Data[i] + "=" + valTablaSME_Data[i] + "&";
      }

      Serial.println(datos_a_enviar);

      http.begin("http://192.168.100.13/SICBA/php/esp-post.php");
      http.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form-urlencoded"); //Preparamos
```

Nota: Realizado por la tesista.

4.1.1.3. Script de recepción de datos

Para poder recibir información desde el botón del sistema SCADA, fue necesario habilitar el segundo núcleo del ESP-WROOM-32E. Este núcleo se encargó específicamente de gestionar y mantenerse en espera de los datos entrantes en el ESP32. Por otro lado, en el entorno del sistema SCADA se

implementó un botón deslizable que facilita la interacción y el control desde la interfaz.

Figura 63

Script para la recepción de datos en el ESP32

```
server.handleClient();  
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;  
}
```

Nota: Realizado por la tesista.

Figura 64

Código de instauración del boton deslizantes – SCADA

```
<!-- Botones de Encendido/Apagado -->  
<label class="switch" id="btn1">  
    <input type="checkbox" id="toggleLed1">  
    <div class="slider"></div>  
    <span class="on-off-text" id="onOffText1">Apagado</span>  
</label>
```

Nota: Realizado por la tesista.

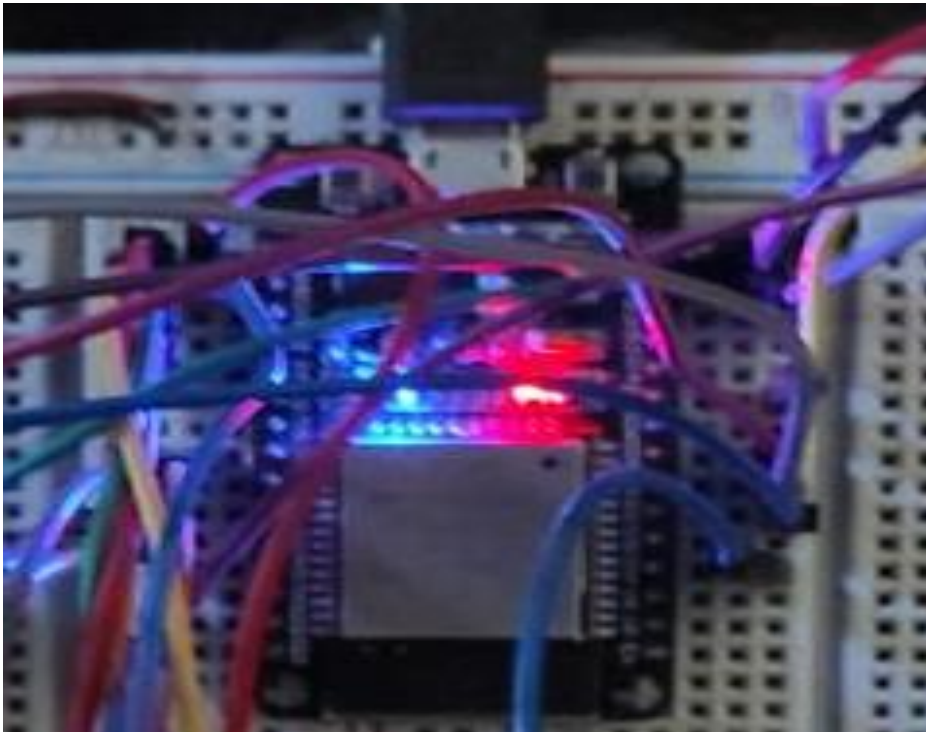
4.1.1.4. Maqueta inicial de implementación

Para la fase inicial de pruebas del Maqueta, se utilizó una protoboard como plataforma para verificar la interconexión y funcionamiento de los componentes electrónicos. Esta herramienta permitió realizar conexiones temporales sin

necesidad de soldadura, facilitando ajustes y modificaciones durante la fase de desarrollo

Figura 65

Maqueta inicial del ESP-WROOM-32E



Nota: Realizado por la tesista.

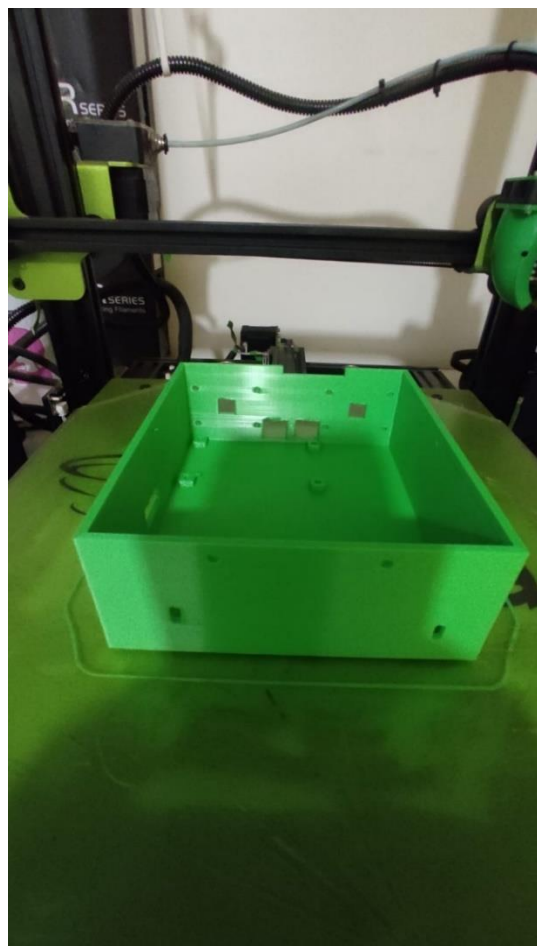
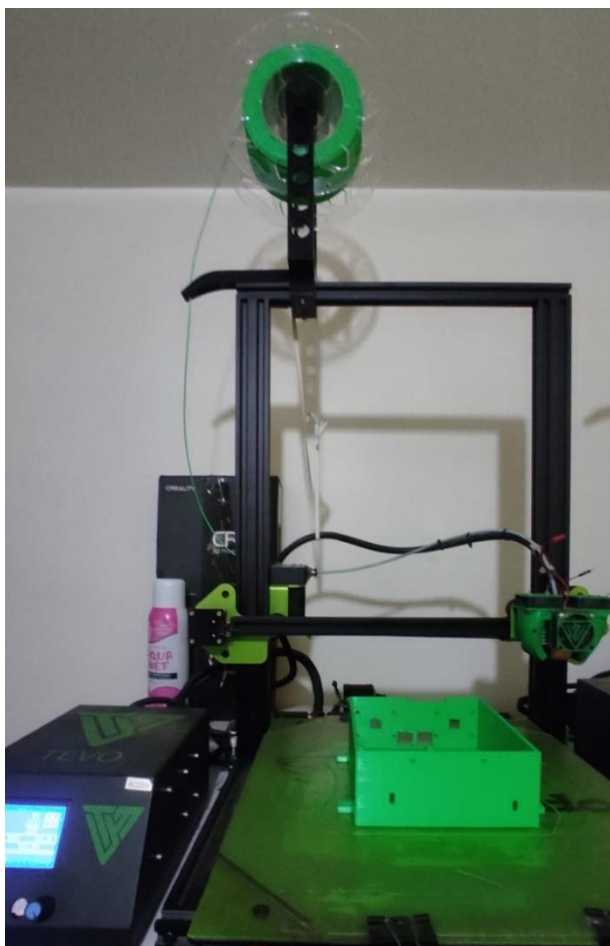
4.1.1.5. Fabricación del case protector

Para integrar el módulo ESP-WROOM-32E al tablero, se diseñó una carcasa personalizada utilizando el software de modelado 3D SolidWorks. Posteriormente, se fabricó mediante impresión 3D utilizando una impresora Tevo Tornado, asegurando una adaptación precisa y funcional del componente en el sistema:

1. Filamento negro PLA de 1.75 mm
2. Pernos M3
3. Tevo Tornado

Figura 66

Case fabricado para el ESP-WROOM-32E por Impresión 3D – Tevo Tornado

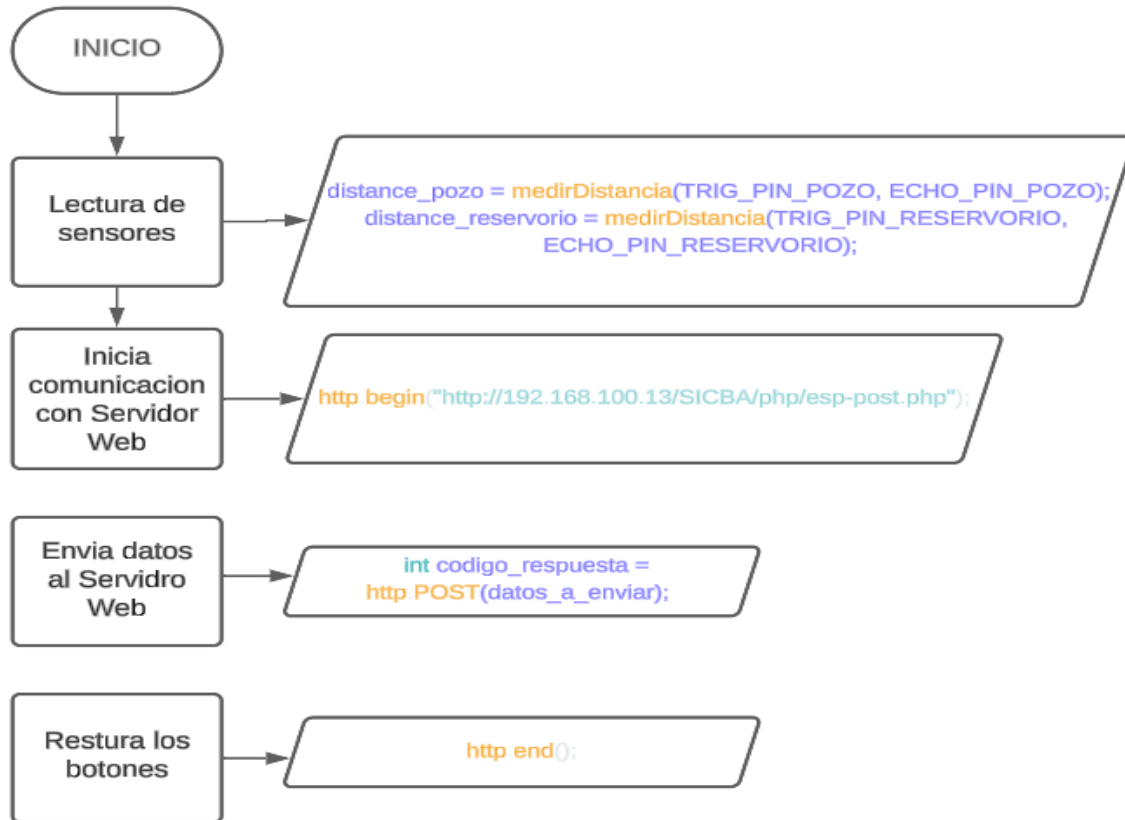


Nota: Realizado por la tesista.

4.1.1.6. Esquema del funcionamiento

Figura 67

Esquema de la sección de envío y recepción de datos por WIFI del ESP32



Nota: Elaboracion propia.

4.1.2. Sección de visualización y control con pantalla TFT

4.1.2.1. Foto electrónico de la pantalla TFT

Para la visualización de los valores de los sensores de nivel JSN-SR04T y el sensor de caudal y los gráficos del pozo y reservorio, además del botón de activación de la bomba de agua, fue necesario pantalla TFT de 4 pulgadas y 480 x 320 pixeles.

Figura 68

Foto de la pantalla TFT de 4 pulgadas y 480 x 320 pixeles.



Nota: Realizado por la tesista.

4.1.2.2. Script de los botones táctiles

Figura 69

Script para la calibración del panel táctil

```
void touch_calibrate() {
  uint16_t calData[5];
  uint8_t calDataOK = 0;

  // check file system exists
  if (!SPIFFS.begin()) {
    Serial.println("formatting file system");
    SPIFFS.format();
    SPIFFS.begin();
  }

  // check if calibration file exists and size is correct
  if (SPIFFS.exists(CALIBRATION_FILE)) {
    if (REPEAT_CAL) {
      // Delete if we want to re-calibrate
      SPIFFS.remove(CALIBRATION_FILE);
    } else {
      File f = SPIFFS.open(CALIBRATION_FILE, "r");
      if (f) {
        if (f.readBytes((char *)calData, 14) == 14)
          calDataOK = 1;
        f.close();
      }
    }
  }

  if (calDataOK && !REPEAT_CAL) {
    // calibration data valid
    tft.setTouch(calData);
  } else {
    // data not valid so recalibrate
    tft.fillScreen(TFT_BLACK);
    tft.setCursor(20, 0);
    tft.setTextFont(2);
    tft.setTextSize(1);
    tft.setTextColor(TFT_WHITE, TFT_BLACK);

    tft.println("Touch corners as indicated");

    tft.setTextFont(1);
    tft.println();
  }
}
```

Nota: Realizado por la tesista.

Figura 70

Script para dibujar el botón

```
void drawKeypad() {
  // Draw the keys
  for (uint8_t row = 0; row < 1; row++) {
    for (uint8_t col = 0; col < 1; col++) {
      //uint8_t b = col + row * 3;
      uint8_t b = row;

      if (b < 3) tft.setFreeFont(LABEL1_FONT);
      else tft.setFreeFont(LABEL2_FONT);

      key[b].initButton(&tft, KEY_X + col * (KEY_W + KEY_SPACING_X),
        KEY_Y + row * (KEY_H + KEY_SPACING_Y), // x, y, w, h, outline, fill, text
        KEY_W, KEY_H, TFT_WHITE, keyColor[b], TFT_WHITE,
        keyLabel[b], KEY_TEXTSIZE);
      key[b].drawButton();
    }
  }
}
```

Nota: Realizado por la tesista.

Figura 71

Script para el censo del botón

```
for (uint8_t b = 0; b < 1; 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 coord datum
    tft.setFreeFont(&FreeSans18pt7b); // Choose a nice font that fits box
    tft.setTextColor(DISP_TCOLOR); // Set the font colour

    // 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
  }
}

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");
}
```

Nota: Realizado por la tesista.

4.1.2.3. Maqueta de implementación

Para la fase inicial de pruebas del Maqueta, se empleó una protoboard como plataforma para verificar la interconexión y funcionamiento de los componentes electrónicos. Esta herramienta permitió realizar conexiones temporales sin necesidad de soldadura, facilitando ajustes y modificaciones durante la fase de desarrollo:

1. Pantalla TFT de 4 pulgadas y 480 x 320 pixeles
2. Modulo SD Card
3. SD Card de 8 GB, con una imagen de los sensores SCT013

Figura 72

Maqueta inicial de la pantalla TFT y SD Card



Nota: Realizado por la tesista.

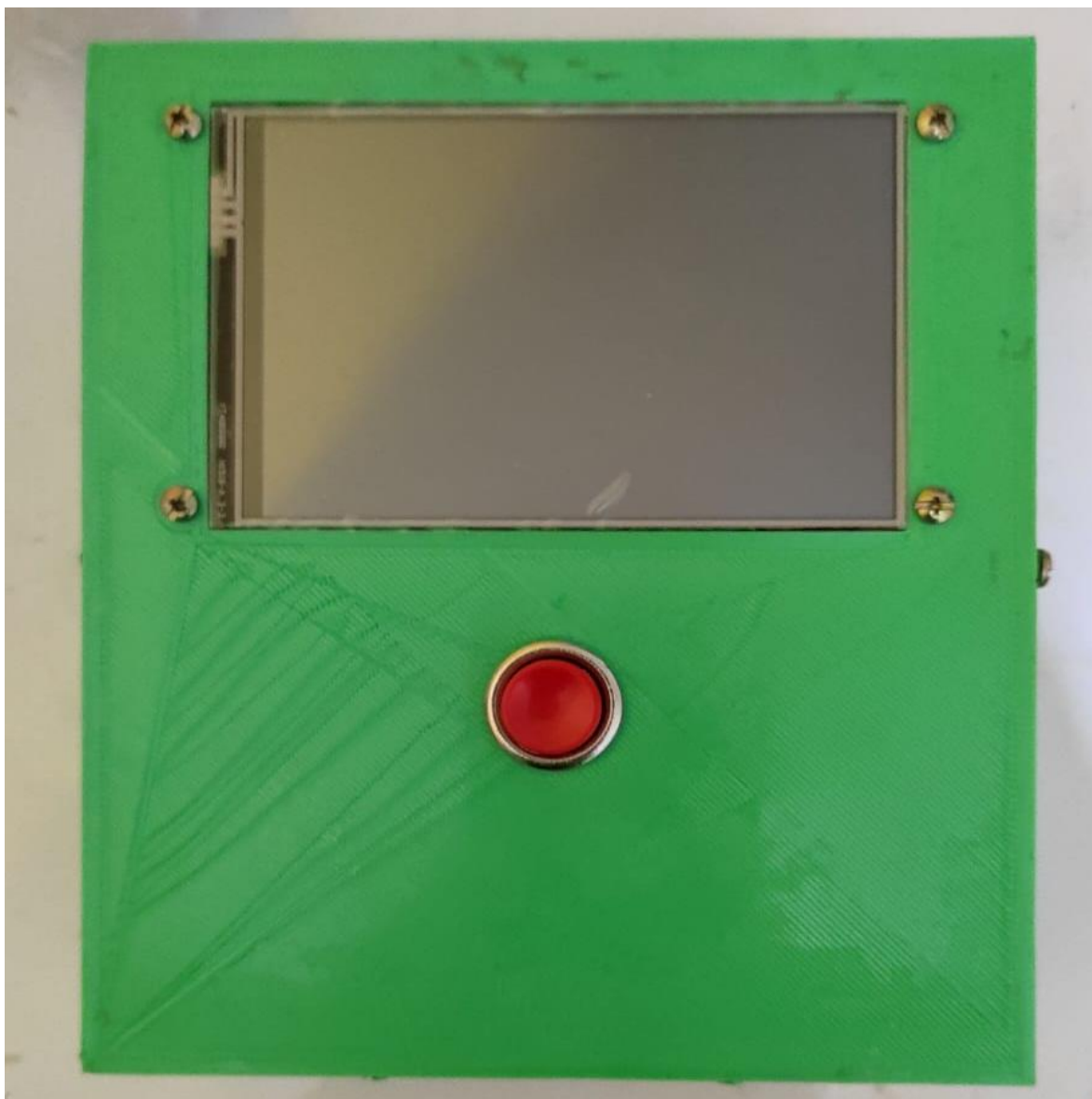
4.1.2.4. Fabricación del case protector

Para integrar la pantalla táctil TFT con tarjeta SD al tablero, se diseñó una carcasa personalizada utilizando el software de modelado 3D SolidWorks. Posteriormente, se fabricó mediante impresión 3D utilizando una impresora Tevo Tornado. Para ello, se requirió:

1. Filamento negro PLA de 1.75 mm
2. Pernos M3

Figura 73

Case fabricado para la PANTALLA TFT y SD Card por Impresión 3D – Tevo Tornado

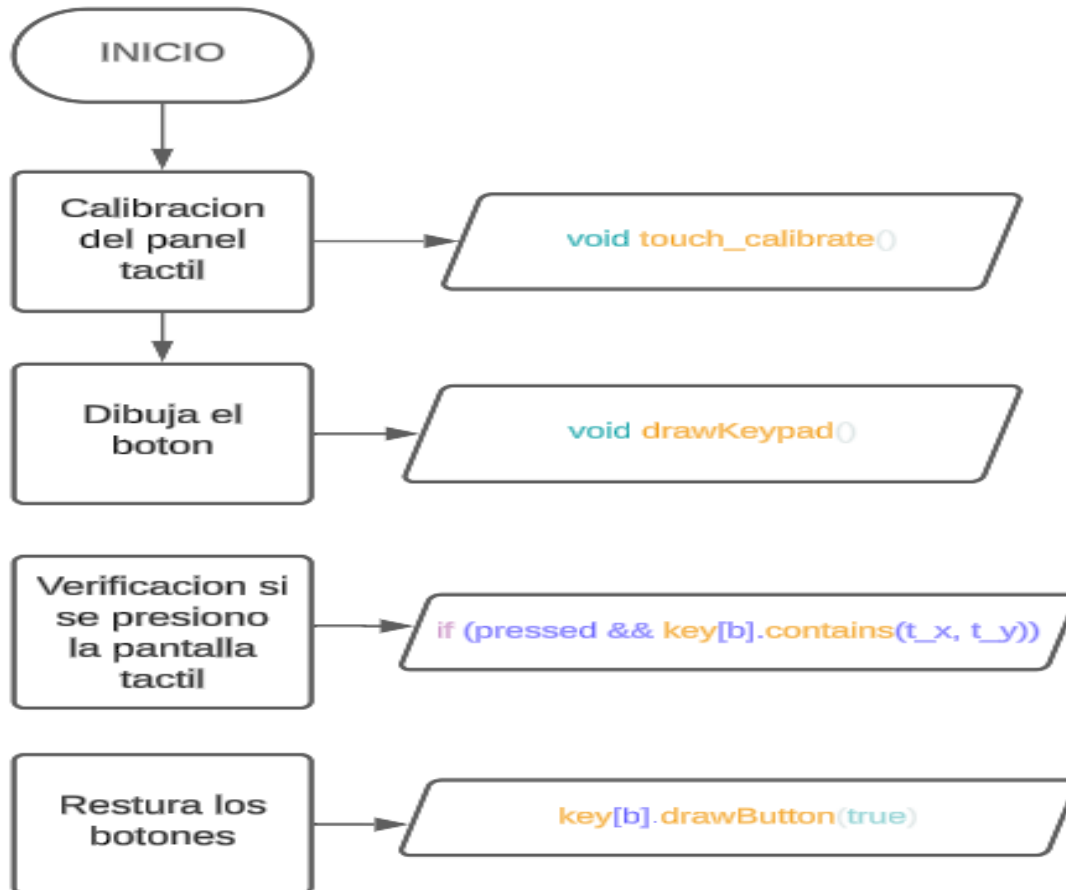


Nota: Realizado por la tesista.

4.1.2.5. Esquema del funcionamiento

Figura 74

Esquema de la sección de visualización y control con pantalla TFT



Nota: Realizado por la tesista.

4.1.3. Sección de Relevadores

4.1.3.1. Foto electrónico de los Relevadores (x2)

Con el objetivo de garantizar un control estable y libre de interferencias o contactos erróneos, y tras realizar pruebas preliminares de funcionamiento, se seleccionó una tarjeta que integra un ESP32 junto con dos módulos de relé, denominada “ESP32 Relay x2”. Uno de estos relés se destina al control de una bomba de agua de 12V y 2A.

Figura 75

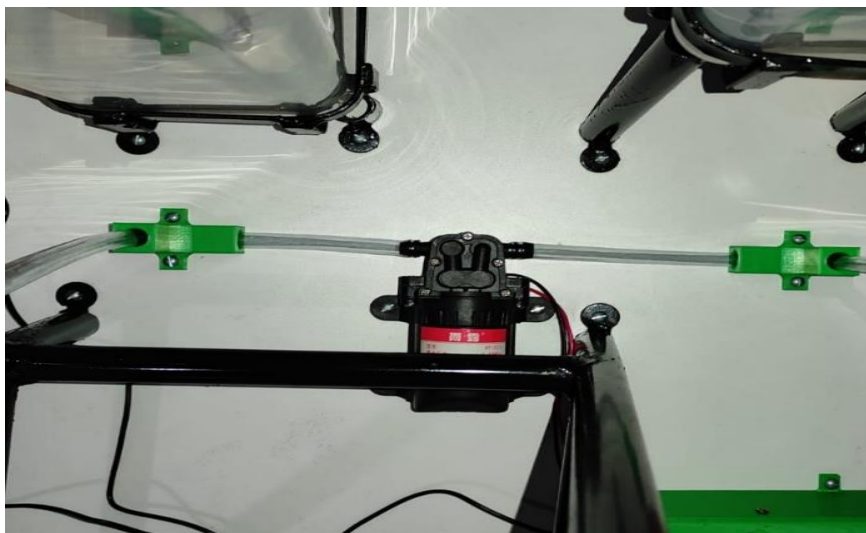
Foto del ESP32 Relay x4



Nota: Elaboracion propia.

Figura 76

Foto de la bomba de agua



Nota: Elaboracion propia.



4.1.3.2. Script de encendido y apagado de los relevadores

Figura 77

Script de encendido y apagado del ESP32 Relay x2

```
void handleButton(int buttonPin, bool &buttonState, unsigned long &lastDebounceTime,
  if (millis() - lastDebounceTime > debounceDelay) {
    if (digitalRead(buttonPin) == LOW) {
      state = !state; //!buttonState;
      lastDebounceTime = millis();
      digitalWrite(ledPin, state ? HIGH : LOW);
      if (numbot == 1) ledState1 = !ledState1;
    }
  }
}
```

Nota: Realizado por la tesista

Figura 78

Script de censado del botón de la pantalla TFT para encender y apagado del "ESP32 Relay x2"

```
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");
}
```

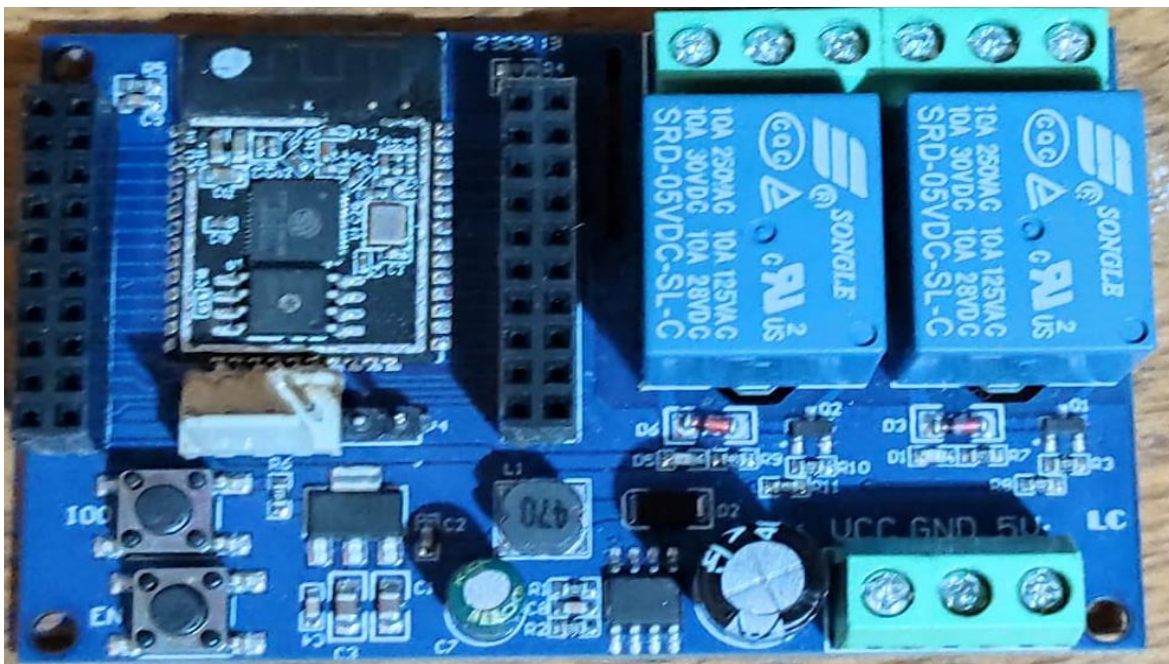
Nota: Realizado por la tesista.

4.1.3.3. Maqueta inicial de implementación

Para la fase inicial de pruebas del Maqueta, se empleó una protoboard como plataforma para verificar la interconexión y funcionamiento de los componentes electrónicos. Esta herramienta permitió realizar conexiones temporales sin necesidad de soldadura, facilitando ajustes y modificaciones durante la fase de desarrollo.

Figura 79

Maqueta inicial de los relevadores y ESP32



Nota: Realizado por la tesista.

4.1.3.4. Fabricación del case protector

Para integrar la pantalla táctil TFT con tarjeta SD al tablero, se diseñó una carcasa personalizada utilizando el software de modelado 3D SolidWorks. Posteriormente, se fabricó mediante impresión 3D utilizando una impresora Tevo Tornado. Para ello, se requirió:

1. Filamento negro PLA de 1.75 mm

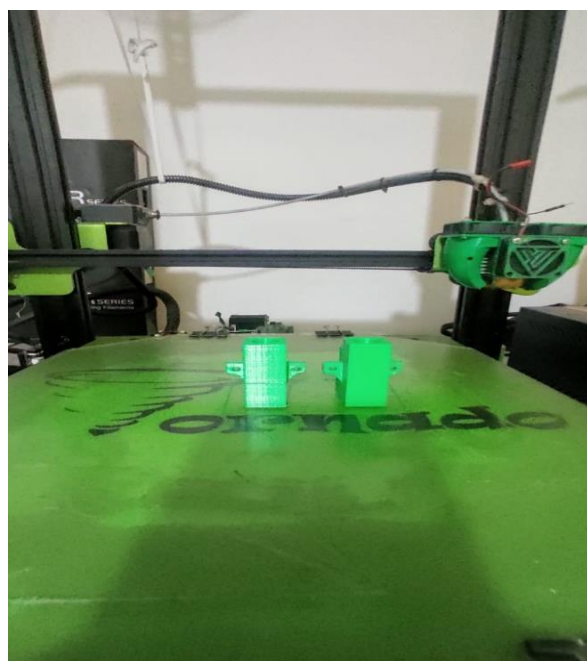
2. Pernos M3

4.1.3.5. Fabricación del case de acople

Para poder instalar la bomba de agua fue necesario realizar acoples para la estructuración de las mangueras hasta los depósitos "Pozo y Reservorio".

Figura 80

Case fabricado para la bomba de agua y las mangueras de succión y elevación

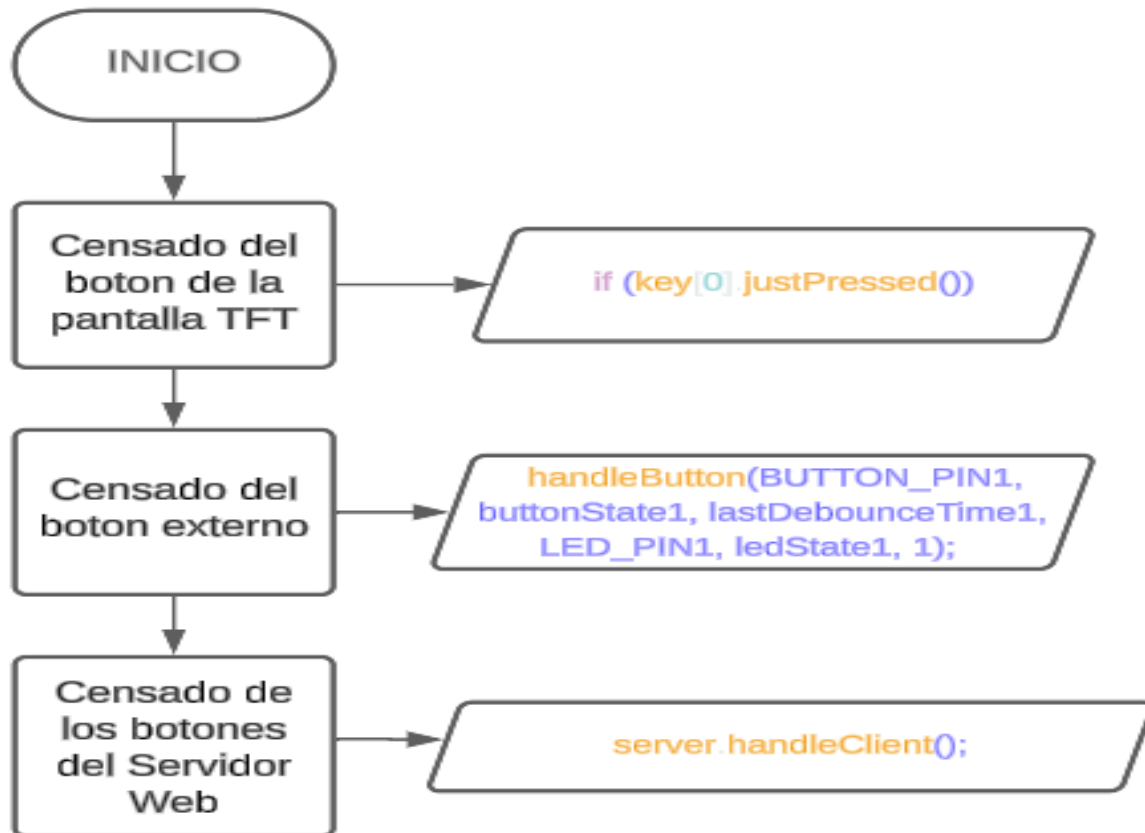


Nota: Elaboracion propia.

4.1.3.6. Esquema del funcionamiento

Figura 81

Esquema de la sección de relevadores para su encendido y apagado



Nota: Realizado por la tesista.

4.1.4. Sección de censado de nivel de agua

4.1.4.1. Cálculo de la medición de distancia del nivel de agua con el JSN-SR04T

El JSN-SR04T es un sensor de ultrasonido resistente al agua que mide distancias utilizando la emisión y recepción de ondas ultrasónicas. Se usa ampliamente en sistemas de medición de nivel de líquidos debido a su precisión y protección IP67, que lo hace ideal para ambientes húmedos y líquidos como el agua.



A. Generación de la Onda Ultrasónica:

El sensor emite un pulso de ultrasonido a través de su transmisor (Trigger). Este pulso viaja en el aire hasta que encuentra un obstáculo (superficie del agua).

B. Reflexión del Pulso:

La superficie del agua refleja el pulso ultrasónico hacia el sensor, y este es recibido por el receptor (Echo).

C. Cálculo del Tiempo de Ida y Vuelta (ToF - Time of Flight):

El sensor mide el **tiempo total** que tarda el pulso en ir hasta la superficie del agua y regresar al sensor.

D. Conversión Tiempo-Distancia:

La distancia entre el sensor y la superficie del agua se calcula utilizando la fórmula básica de movimiento:

$$d = v * \frac{t}{2}$$

Donde:

- ddd: Distancia medida (metros o centímetros).
- vvv: Velocidad del sonido en el aire (aproximadamente **343 m/s** a 20°C).
- ttt: Tiempo total del recorrido de ida y vuelta del pulso ultrasónico (segundos).
- El factor **2** se aplica porque el tiempo medido incluye el viaje de ida y vuelta del pulso.

E. Fórmula Detallada para el Sensor JSN-SR04T

La **distancia (d)** entre el sensor y la superficie del agua se calcula así:

$$d = 343 * \frac{t}{2}$$

- El sensor devuelve el tiempo de ida y vuelta del pulso en microsegundos (μs).
Para convertirlo a segundos, se divide entre 10^6 .

- La fórmula completa es:

$$d(cm) = \frac{343 * t(us)}{2 * 10^4}$$

Simplificando la constante:

$$d(cm) = \frac{t(us)}{58.2}$$

- **T** es el tiempo en microsegundos proporcionado por el sensor.
- **d** es la distancia desde el sensor hasta la superficie del agua en centímetros.

4.1.4.2. Foto electrónico de los sensores de nivel de agua JSN-SR04T

Para el censado de los niveles de agua tanto para el Pozo y Reservorio fue necesario de un sensor de precisión y estabilidad por lo que se optó por el JSN – SR04T.

Figura 82

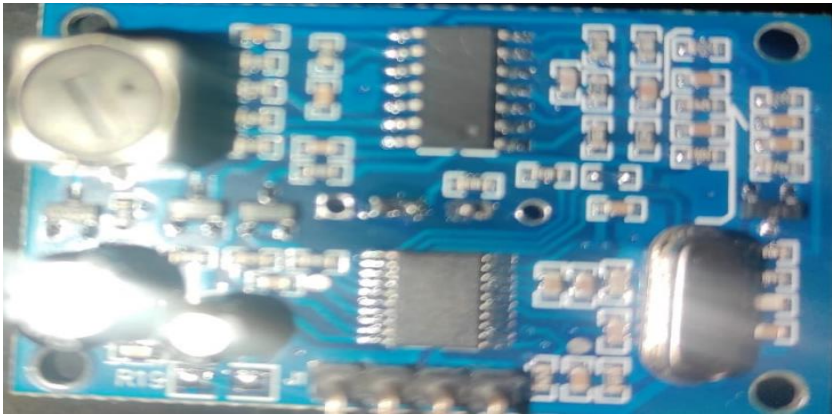
Foto de los dos sensores JSN-SR04



Nota: Realizado por la tesista.

Figura 83

Foto del circuito de acoplamiento del sensor JSN-SR04



Nota: Realizado por la tesista.

4.1.4.3. Script de censado de nivel de agua con JSN – SR04T

Para realizar la medición de corriente de los tres sensores, fue fundamental llevar a cabo una calibración previa y utilizar una librería específica que facilitara la obtención de datos precisos.

Figura 84

Script de censado de nivel de agua con JSN – SR04T

```
// Función para medir la distancia con el sensor JSN-SR04T
int medirDistancia(int trigPin, int echoPin) {
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);

  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);

  long duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  int distance = duration * 0.0344 / 2;

  return distance;
}
```

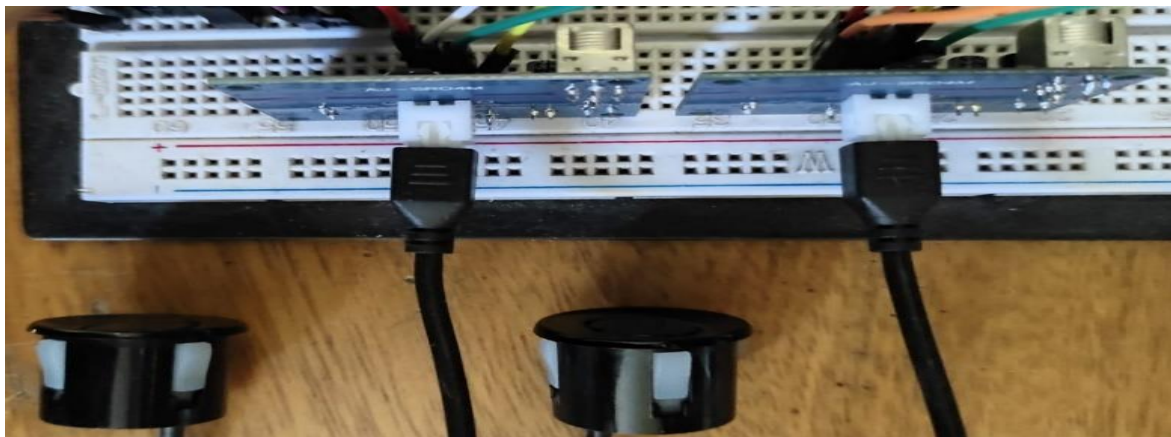
Nota: Realizado por la tesista.

4.1.4.4. Maqueta inicial de implementación

En la fase inicial de pruebas del Maqueta, se empleó un Protoboard como herramienta para comprobar el funcionamiento y la correcta medición de los componentes, asegurando así la estabilidad de la corriente en el sistema.

Figura 85

Maqueta inicial para el censado del nivel de agua JSN – SR04T



Nota: Realizado por la tesista.

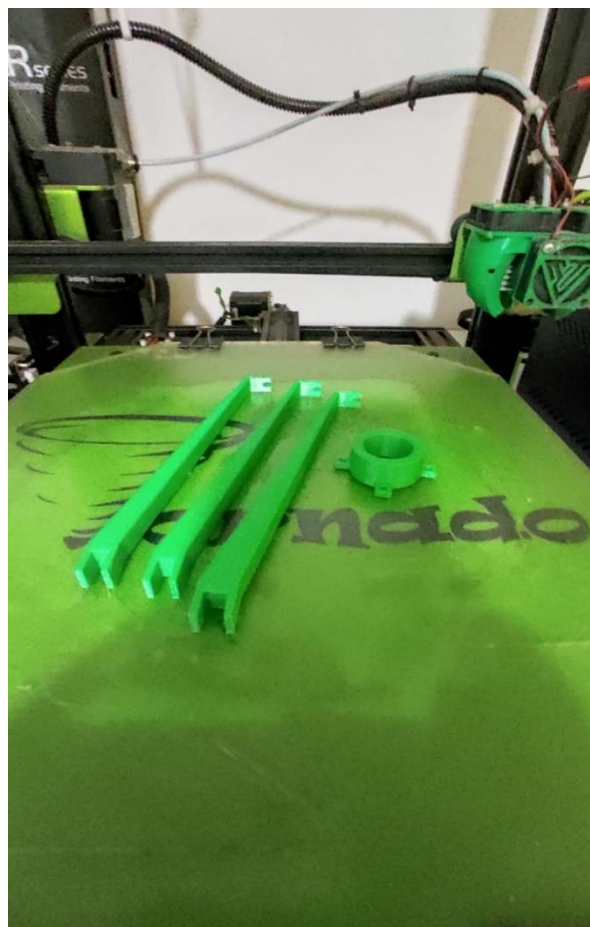
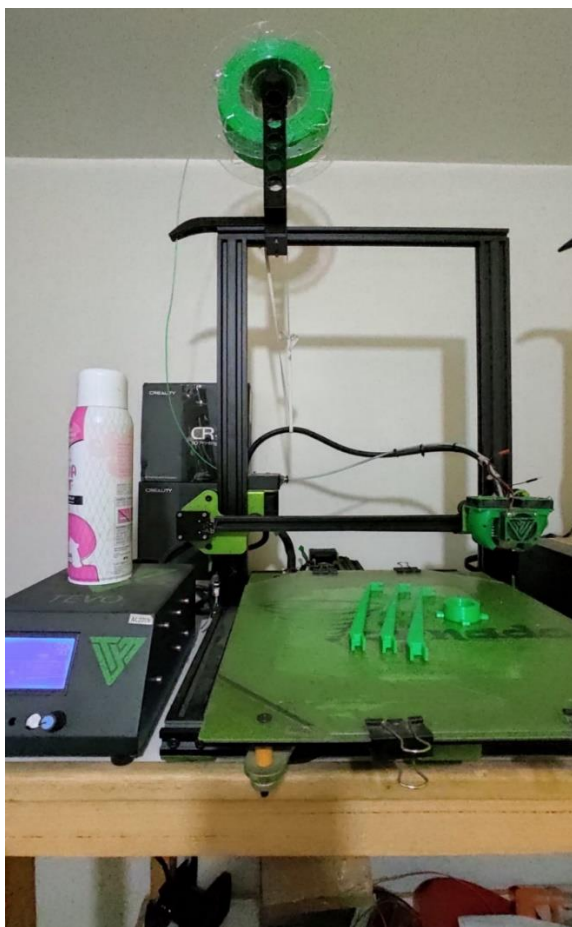
4.1.4.5. Fabricación del case protector

Con el fin de proporcionar una base estable y considerando que el sensor ultrasónico JSN-SR04T posee un rango de medición de 20 a 600 cm, se decidió implementar un soporte estructural. Además de ofrecer una mejor presentación para los módulos, este soporte fue diseñado utilizando un software de modelado 3D y posteriormente fabricado mediante tecnología de impresión 3D, utilizando una impresora Tevo Tornado. Para su elaboración, se requirió lo siguiente:

1. Filamento negro PLA de 1.75 mm
2. Pernos M3
3. Tuerca M3

Figura 86

Case fabricado para el sensor JSN-SR04 por Impresión 3D – Tevo Tornado

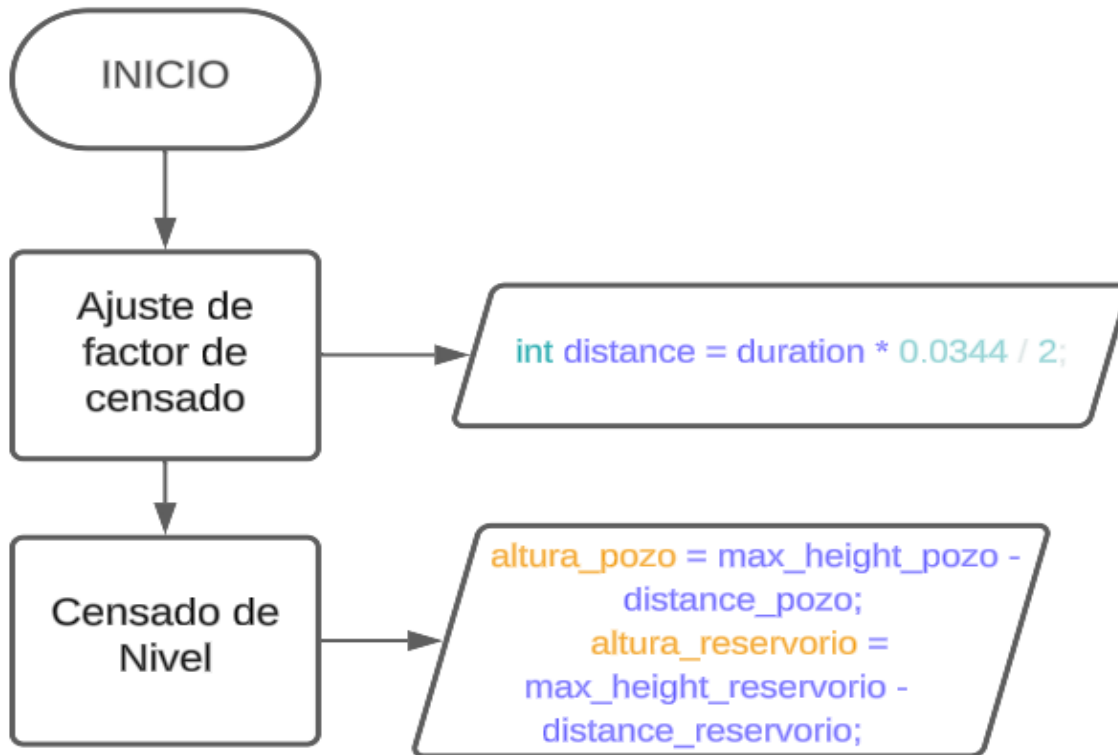


Nota: Realizado por la tesista.

4.1.4.6. Esquema del funcionamiento

Figura 87

Esquema de la sección de censado de nivel de agua JSN – SR04T



Nota: Realizado por la tesista.

4.1.5. Sección de censado de caudal de agua

4.1.5.1. Foto electrónico del sensor de caudal de agua FS300A

Para el censado del caudal de entrada desde la fuente hacia el pozo, se consideró el uso de un sensor de caudal de tipo encoder FS300A.

Figura 88

Foto del sensor de caudal de agua FS300A



Nota: Realizado por la tesista.

4.1.5.2. Script de censado de caudal de agua FS300A

El censado se realiza mediante interrupciones, con la siguiente configuración:

Figura 89

Configuración del sensor de flujo de caudal FS300A

```
attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(FLOW_SENSOR_PIN), flow, RISING);
```

Nota: Realizado por la tesista.

Figura 90

Script de censado del flujo de caudal del FS300A

```
void flow() { // void IRAM_ATTR flow(){  
  flow_frequency++;  
}  
  
// Calcular caudal  
l_hour = (flow_frequency * 60 / 5.5); // Ajustar según el sensor  
flow_frequency = 0;
```

Nota: Realizado por la tesista

4.1.5.3. Maqueta inicial de implementación

En la fase inicial del Maqueta, se utilizó un Protoboard para realizar las pruebas de funcionamiento y asegurar un correcto censado de los componentes, verificando también la estabilidad de la corriente en el sistema.

Figura 91

Maqueta inicial para el censado del flujo de agua con FS300A

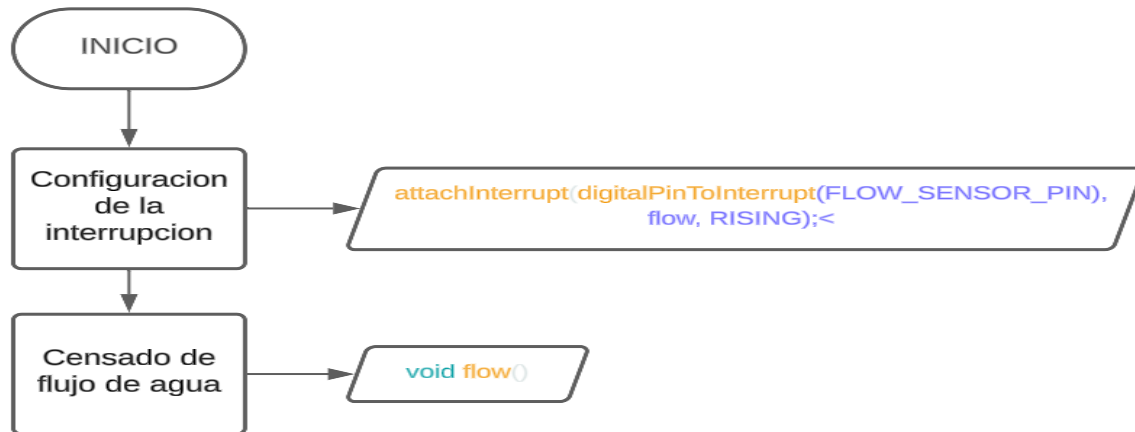


Nota: Realizado por la tesista.

4.1.5.4. Esquema del funcionamiento

Figura 92

Esquema de la sección de censado del flujo de agua con FS300A



Nota: Realizado por la tesista.

4.1.6. Sección de control manual

4.1.6.1. Foto electrónico del control manual

Para el control manual de la bomba de agua fue necesario implementar un botón normalmente abierto (NA).

Figura 93

Foto del control manual



Nota: Realizado por la tesista.

4.1.6.2. Script para el control manual

Para habilitar el control manual, se configuraron interrupciones vinculadas al microcontrolador. Además, con el fin de evitar posibles errores de lectura, se implementaron funciones de verificación y anti-rebote para garantizar una lectura precisa y estable.

Figura 94

Script para el control manual

```
// Manejar antirrebote para cada botón
handleButton(BUTTON_PIN1, buttonState1, lastDebounceTime1, LED_PIN1, ledState1, 1);

void handleButton(int buttonPin, bool &buttonState, unsigned long &lastDebounceTime, int ledPin, bool state)
{
  if (millis() - lastDebounceTime > debounceDelay) {
    if (digitalRead(buttonPin) == LOW) {
      state = !state; //!buttonState;
      lastDebounceTime = millis();
      digitalWrite(ledPin, state ? HIGH : LOW);
      if (numbot == 1) ledState1 = !ledState1;
    }
  }
}
```

Nota: Realizado por la tesista.

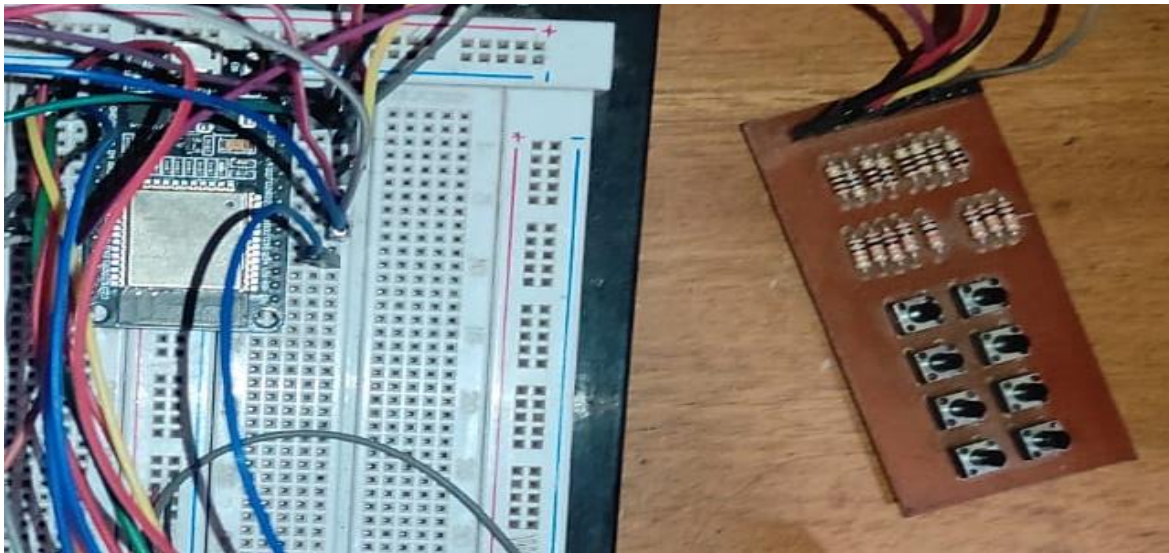
4.1.6.3. Maqueta inicial de implementación

Para la fase inicial de pruebas, en la que se verificó el funcionamiento de los componentes, se utilizó una tarjeta previamente diseñada para asegurar su correcto desempeño. Los materiales empleados en esta etapa fueron:

1. Botones
2. R10 k Ω y R100 Ω
3. Cables jumper

Figura 95

Maqueta inicial del control manual

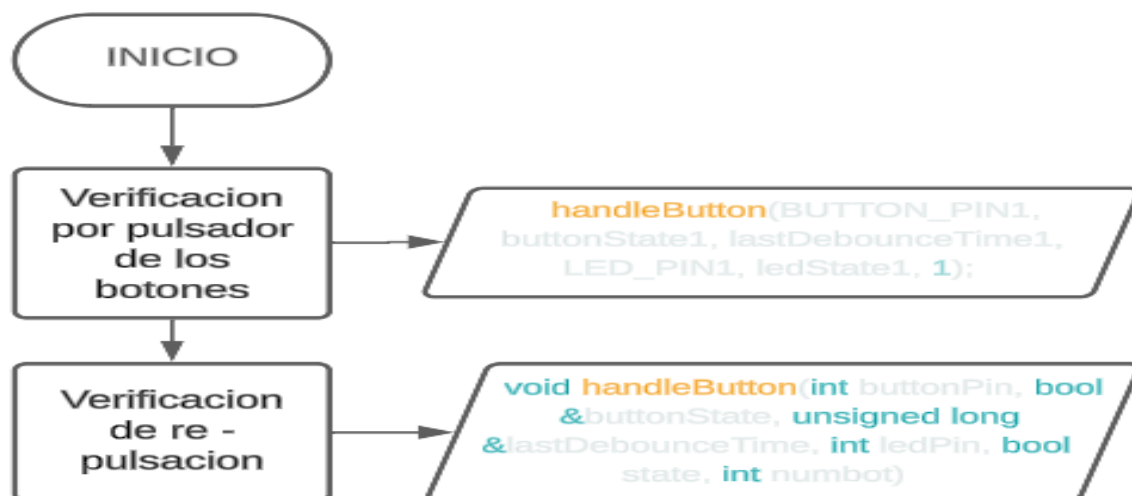


Nota: Realizado por la tesista.

4.1.6.4. Esquema del funcionamiento

Figura 96

Esquema de la sección control manual



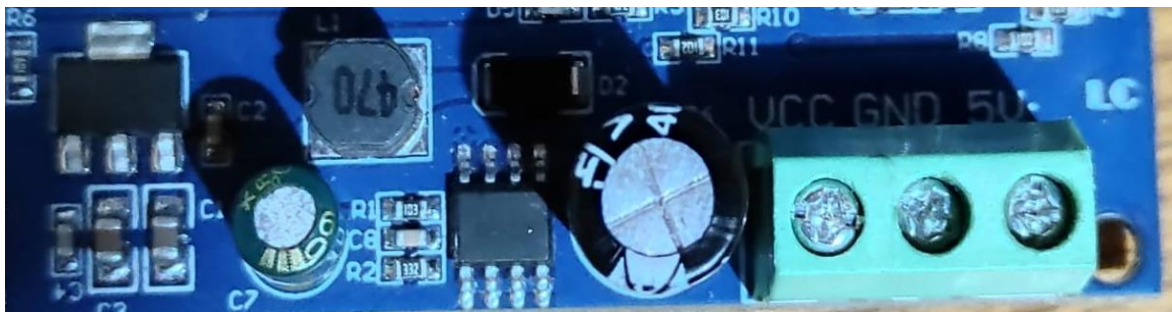
Nota: Realizado por la tesista.

4.1.7. Sección de reducción de voltaje (StepDown)

Para suministrar energía al circuito de control "ESP32 Relay x2" se utilizó una fuente de alimentación conmutada de 12V. Para ello, se hizo uso del circuito interno de reducción y estabilización de voltaje que incorpora la propia placa "ESP32 Relay x2". Esta tarjeta también permite una alimentación directa con voltajes comprendidos entre 7 y 30 VDC.

Figura 97

Foto electrónico de reducción de voltaje por DC

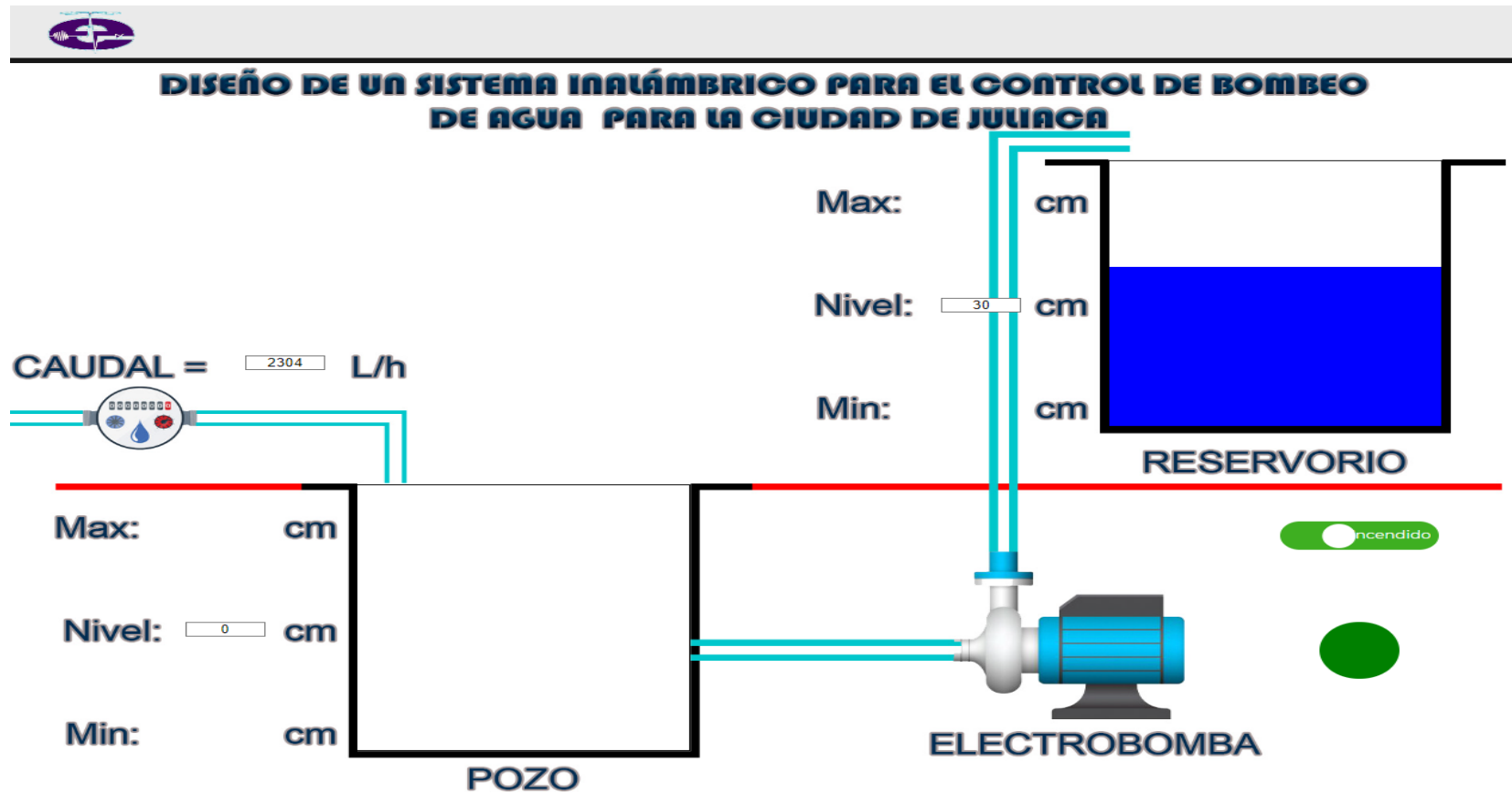


Nota: Realizado por la tesista.

A. Servidor Web para el control de bombeo de agua

Figura 98

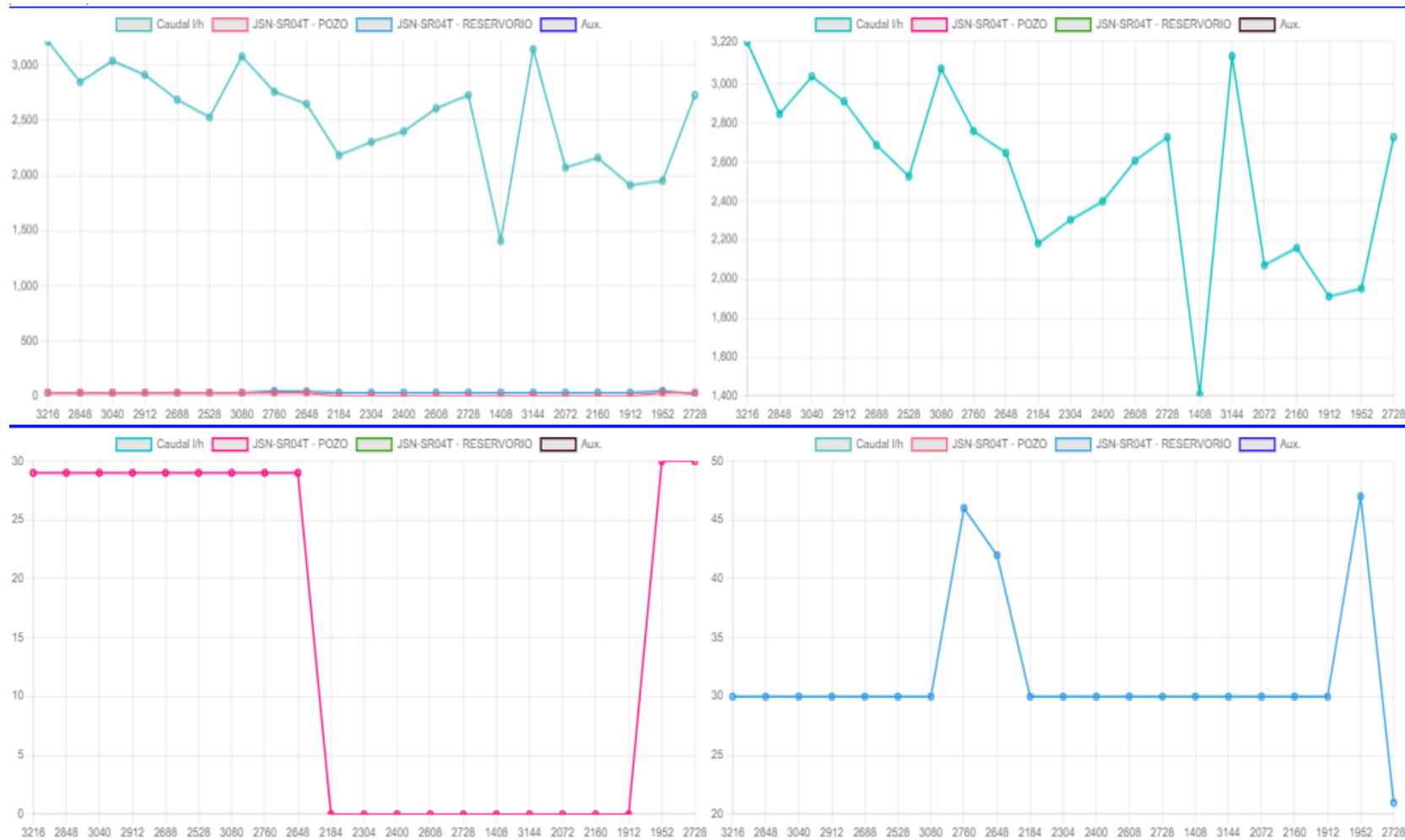
Servidor Web – SCADA – Control de bombeo de agua



Nota: Realizado por la tesista.

Figura 99

Servidor Web – SCADA – Monitoreo del nivel de agua



Nota: Realizado por la tesista.

4.1.8. Servidor Web – SCADA

El sistema SCADA cuenta con varios Scripts y funciones a detallar:

4.1.8.1. Base de datos

La información transmitida por el ESP32 es registrada dentro de la base de datos denominada "SICBA", específicamente en la tabla llamada "data", encargada de almacenar todos los datos capturados.

Figura 100

Data almacenada en la BBDD de la tabla "data"

				ID	1	EST_C1	C_F1	N_P2	N_R3	FECHA	HORA	
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78712	2	3792	30	30	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78711	2	3504	30	30	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78710	2	3288	29	30	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78709	2	3504	29	30	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78708	2	3360	30	30	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78707	2	2984	30	30	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78706	2	3440	30	27	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78705	2	2584	24	30	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78704	2	3592	30	30	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78703	2	2840	23	30	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78702	2	2760	44	30	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78701	2	2728	30	30	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78700	2	3088	30	30	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78699	2	2408	37	30	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78698	2	2920	30	16	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78697	2	2800	21	30	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78696	2	2808	30	35	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78695	2	2576	30	30	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78694	2	2576	30	30	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78693	2	2576	30	30	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78692	2	2632	30	30	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78691	2	2448	30	30	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78690	2	2640	29	30	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78689	2	2792	30	30	24/04/2024 18:57:00
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	78688	2	2992	30	31	24/04/2024 18:57:00

Nota: Realizado por la tesista.

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

Para la captura de los datos enviados por el ESP32, se declaró una variable denominada \$data en el lenguaje de programación PHP, la cual tiene como función principal recibir dicha información y almacenarla adecuadamente en la tabla "data" de la base de datos.

Figura 101

Script de captura y guardado en la BBDD

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

echo "Connected successfully";

if ($EST_C1 != ""){
    $sql = "INSERT INTO data (EST_C1, C_F1, N_P2, N_R3, FECHA, HORA)
VALUES ($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 ...";
}
```

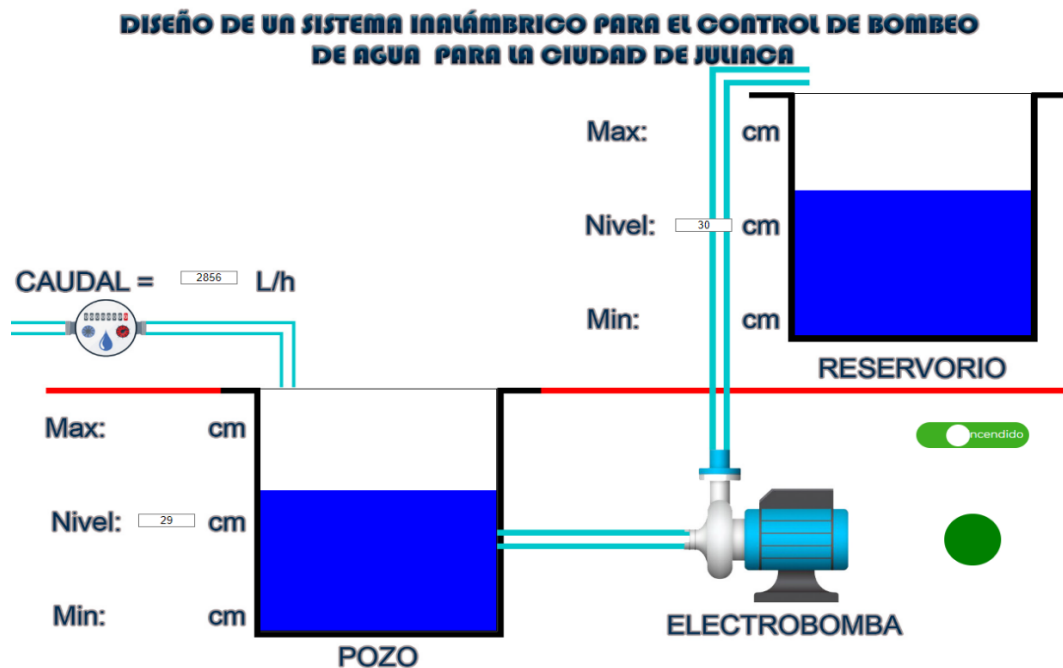
Nota: Realizado por la tesista.

4.1.8.3. Pantalla principal – index.php

a) En la pantalla principal se tiene un boton deslizable "Encendido" y "Apagado", además se tiene tres INPUTS para mostrar los valores numéricos de las corrientes extraídas de la BBDD.

Figura 102

Pantalla principal – SCADA – funcionamiento



Nota: Realizado por la tesista.

b) Para representar visualmente los datos obtenidos de los sensores, se desarrollaron cuatro gráficos que muestran los valores extraídos directamente desde la base de datos. Estos gráficos se actualizan de forma automática cada 500 milisegundos. Para lograr dicha actualización continua, se implementó un script programado en JavaScript que permite refrescar la información en tiempo real.

Figura 103

Gráficos – SCADA – funcionamiento



Figura 104

Script de actualización de gráficos – SCADA

```
function actualizarGrafico(nuevoDato) {  
  
    //-----GRAFICOS VLL-----  
    // Realizar una solicitud AJAX para obtener datos actualizados  
    console.log("NUEVO DATO", nuevoDato);  
    // Actualizar el gráfico con los nuevos datos  
    miGrafico.data.labels.push(nuevoDato.campo2);  
    miGrafico.data.datasets[0].data.push(nuevoDato.campo2);  
    miGrafico.data.datasets[1].data.push(nuevoDato.campo3);  
    miGrafico.data.datasets[2].data.push(nuevoDato.campo4);  
    miGrafico.data.datasets[3].data.push(nuevoDato.campo5);  
  
    /*if (miGrafico.data.labels.length > 20) {  
        miGrafico.data.labels.shift();  
        miGrafico.data.datasets[0].data.shift();  
    }*/  
  
    var maxValor = Math.max(...miGrafico.data.datasets.reduce((acc, dataset) => acc.concat(dataset.data), []));  
    var minValor = Math.min(...miGrafico.data.datasets.reduce((acc, dataset) => acc.concat(dataset.data), []));  
  
    miGrafico.options.scales.y.max = Math.ceil(maxValor / 10) * 10;  
    miGrafico.options.scales.y.min = Math.floor(minValor / 10) * 10;  
  
    miGrafico.update();  
}
```

Nota: Elaboracion propia

c) Para mostrar de forma numérica los datos capturados por los sensores, se implementaron cuatro campos de entrada (INPUTs) que reflejan en tiempo real los valores extraídos desde la base de datos. Estos campos se actualizan automáticamente cada 100 milisegundos mediante un script desarrollado en JavaScript, lo que permite una visualización dinámica y precisa de la información.

Figura 105

Script 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  
            $('#C_F1').val(data.objeto[0].campo2);  
            $('#N_P2').val(data.objeto[0].campo3);  
            $('#N_R3').val(data.objeto[0].campo4);  
  
            actualizarGrafico(data.array[0]);  
        },  
        error: function() {  
            //console.log(function());  
            console.log('Error al obtener datos del servidor.');        }  
    });  
}
```

Nota: Elaboracion propia.

4.1.8.4. Pantalla principal – indicadores.php

Para representar visualmente el estado de las cargas, se implementaron cuatro indicadores con forma circular que cambian de color según la información almacenada en la base de datos. Estos indicadores se actualizan cada 100 milisegundos mediante un script programado en JavaScript, permitiendo una supervisión en tiempo real de cada carga.

Figura 106

Script 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"];

        }
    }

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

    echo json_encode(array(
        'indicador1' => $colorIndicador1,
    ));
}
```

Nota: Realizado por la tesista.



4.2. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN DE LA MAQUETA DEL SISTEMA INALÁMBRICO PARA EL CONTROL DE BOMBEO DE AGUA

Tabla 1

Presupuesto de Inversión de la maqueta del sistema inalámbrico para el control de bombeo de agua

DISEÑO DE UN SISTEMA INALÁMBRICO PARA EL CONTROL DE BOMBEO DE AGUA PARA LA CIUDAD DE JULIACA					
Control					
ÍTEMS	Descripción	Unid	Cantidad	Precio	Total
1	Esp32 Relay x2		1	S/. 125.00	S/. 125.00
2	Pantalla TFT		1	S/. 180.00	S/. 180.00
3	Sensor de nivel JSN SR04		2	S/. 75.00	S/. 150.00
4	Memoria SD Card 8 GB	Und	1	S/. 40.00	S/. 40.00
5	Fuente Switching 12V / 5A		1	S/. 100.00	S/. 100.00
6	Sensor de caudal FS300A		1	S/. 80.00	S/. 80.00
7	Pulsadores NA		1	S/. 5.00	S/. 5.00
8	PCB, resistencia, condensador		3	S/. 10.00	S/. 30.00
9	Impresión 3D	Gbl	1	S/. 150.00	S/. 150.00
10	Acido Férrico 1L	Und	1	S/. 10.00	S/. 10.00
SUB TOTAL					S/. 870.00
Maqueta					
ÍTEMS	Descripción	Unid	Cantidad	Precio	Total
1	Soportes Metálicos	Gbl	1	S/. 350.00	S/. 350.00
2	Recipientes plásticos	Und	3	S/. 35.00	S/. 105.00
3	Válvula de flujo 1/2"	Und	1	S/. 35.00	S/. 35.00
4	Tubo hidro 1/2"	Und	1	S/. 25.00	S/. 25.00
5	Cinta Teflón	Rollo	1	S/. 10.00	S/. 10.00
6	Melamina (Base)	Und	3	S/. 55.00	S/. 165.00
7	Pernos de sujeción	Und	24	S/. 0.50	S/. 12.00
SUBTOTAL					S/. 702.00
Mano de Obra					



ÍTEMS	Descripción	Unid	Cantidad	Precio	Total
1	Ingeniero Electrónico	Pers.	1	S/. 250.00	S/. 250.00
2	Técnico Electricista	Pers.	1	S/. 120.00	S/. 120.00
3	Códigodor	Pers.	1	S/. 500.00	S/. 500.00
				SUB TOTAL	S/. 870.00
				TOTAL	S/. 2,442.00

Nota: Realizado por la tesista.



CONCLUSIONES

- PRIMERA** : Se desarrolló un sistema inalámbrico a través de una interfaz tipo SCADA, diseñada utilizando los lenguajes HTML, CSS, JavaScript y PHP. Esta interfaz permite la visualización en tiempo real de los datos proporcionados por dos sensores de nivel y un sensor de flujo de agua, así como el control del encendido y apagado de una bomba de agua directamente desde el servidor web. También se incluyó un indicador visual que refleja el estado actual de la bomba. El costo total del proyecto, que abarca el circuito de control, la implementación de la maqueta y la mano de obra, ascendió a S/.2442.00.
- SEGUNDA** : Los dispositivos electrónicos necesarios para la elaboración del sistema inalámbrico fue, fuente switching 12Vdc, Esp32 Relay x2, relevadores, sensor de nivel JSN – SR04T, sensor de caudal FS300A y una pantalla TFT de 4 pulgadas.
- TERCERA** : El servidor web fue desarrollado mediante lenguajes estructurados, el cual tiene la capacidad de enviar información hacia la BBDD y a la Esp32 para el control de la bomba de agua y recibir la información enviada por la Esp32.
- CUARTA** : La base de datos se desarrolló utilizando el entorno XAMPP junto con la herramienta phpMyAdmin. En este entorno se configuró una base de datos llamada "SICBA", dentro de la cual se creó una tabla denominada "data", encargada de almacenar los datos provenientes de los tres sensores, así como el estado de cada uno.



RECOMENDACIONES

- PRIMERA** : Se recomienda expandir la cobertura de la red inalámbrica para asegurar que todas las áreas de Juliaca tengan acceso a los beneficios del sistema de control de bombeo.
- SEGUNDA** : Considerar la implementación de tecnologías de redundancia para mejorar la fiabilidad de la red inalámbrica.
- TERCERA** : Utilizar los datos recopilados por el sistema SCADA para mejorar los algoritmos de control y optimizar aún más el uso del agua.
- CUARTA** : Analizar la incorporación de tecnologías innovadoras como el Internet de las Cosas (IoT) y la inteligencia artificial permitiría optimizar los procesos de automatización y dotar al sistema de capacidades predictivas más avanzadas. Esta integración facilitaría una gestión más eficiente, anticipando posibles fallos, ajustando el consumo energético en tiempo real y mejorando la toma de decisiones mediante algoritmos inteligentes.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, H., & Rojas, B. (30 de Julio de 2012). *El Universo*. Obtenido de El Universo: <https://www.eluniverso.com/>
- Chavez Tovar, M. T., & Puente Huaynate, I. N. (2019). *Estudio de pre factibilidad para la instalacion de un aplicativo de recargas de salud a cualquier operadora telefonica en el Peru*. Lima: Universida de Lima.
- CircuitDigest. (11 de 10 de 2023). *CircuitDigest*. Obtenido de CircuitDigest: <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/interfacing-ds3231-rtc-with-arduino-and-diy-digital-clock>
- CircuitDigest-2. (08 de 11 de 2023). *CircuitDigest-2*. Obtenido de CircuitDigest-2: <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/interfacing-micro-sd-card-module-with-arduino>
- CircuitDigest-3. (3 de 11 de 2023). *CircuitDigest-3*. Obtenido de CircuitDigest-3: <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/interfacing-rfid-reader-module-with-arduino>
- CircuitDigest-4. (23 de 10 de 2023). *CircuitDigest-4*. Obtenido de CircuitDigest-4: <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/interfacing-sim800l-module-with-esp32>
- CircuitDigest-5. (24 de 10 de 2023). *CircuitDigest-5*. Obtenido de CircuitDigest-5: <https://circuitdigest.com/article/how-to-secure-esp32-firmware-and-flash-memory-using-esp-idf-framework>
- Cytron. (21 de 9 de 2023). *Cytron*. Obtenido de Cytron: <https://www.cytron.io/tutorial/send-and-receive-sms-using-ttgo-esp32-sim800l>



- Degue. (12 de Octubre de 2023). *Degue*. Obtenido de Degue:
<https://deguez07.medium.com/esp32-with-sd-card-modules-the-master-guide-5d391f6785d7>
- E-gizmo. (11 de 12 de 2023). *E-gizmo*. Obtenido de E-gizmo: https://www.e-gizmo.net/gizmoshop/index.php?route=product/product&product_id=1283
- Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (S.E.). *Metodologia de la Investigacion*. MEXICO D.F.: MC GRAW HILL EDUCATION.
- Gallardo Echenique, E. E. (2017). *Metodologia de la Investigacion*. Huancayo: Universidad Continental.
- Herranz, A. B. (2019). *Desarrollo de aplicaciones para IoT con el modulo ESP32*. Alcala: Universidad de Alcala.
- Códigorfácil. (18 de 11 de 2023). *Códigorfácil*. Obtenido de Códigorfácil:
<https://Códigorfácil.com/blog/arduino-blog/lector-rfid-rc522-con-arduino/>
- Randomnerd. (7 de 11 de 2023). *Randomnerd*. Obtenido de Randomnerd:
<https://randomnerdtutorials.com/esp32-pinout-reference-gpios/>
- Randonmerd. (25 de 9 de 2023). *Randonmerd*. Obtenido de Randonmerd:
<https://randomnerdtutorials.com/arduino-time-attendance-system-with-rfid/>
- Sparkfun. (16 de 9 de 2023). *Sparkfun*. Obtenido de Sparkfun:
<https://learn.sparkfun.com/tutorials/bi-directional-logic-level-converter-hookup-guide>



ANEXOS



ANEXO 1 - MATRIZ DE CONSISTENCIA

DISEÑO DE UN SISTEMA INALÁMBRICO PARA EL CONTROL DE BOMBEO DE AGUA PARA LA CIUDAD DE JULIACA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	VARIABLES	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p>Problema General</p> <p>¿De qué manera diseñar un sistema inalámbrico para el control de bombeo de agua para la ciudad de Juliaca?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuáles son los dispositivos electrónicos que intervienen en el control de bombeo de agua para la ciudad de Juliaca?</p>	<p>Objetivos General</p> <p>Diseñar un sistema inalámbrico para el control de bombeo de agua para la ciudad de Juliaca</p> <p>Determinar los dispositivos electrónicos que intervienen en el control de bombeo de agua para la ciudad de Juliaca</p> <p>Crear servidor</p>	<p>Técnica</p> <p>Deficiencias en la Infraestructura: La ciudad de Juliaca, al igual que muchas otras ciudades peruanas, enfrenta desafíos significativos en su infraestructura de agua. Las redes de distribución pueden estar obsoletas, sub dimensionadas o dañadas, lo que conduce a pérdidas de agua y presiones insuficientes en el suministro.</p> <p>Social</p> <p>Acceso Equitativo al Agua: El diseño de un sistema de control de bombeo</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Control de bombeo de agua</p> <hr/> <p>Variable Dependiente</p> <p>Servidor Web</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Con el servidor web se tendrá un mejor control del bombeo de agua dentro de la vivienda de la ciudad de Juliaca</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>Con la elección de los componentes electrónicos correctos permite que los dispositivos funcionen de</p>	<p>ENFOQUE:</p> <p>Cuantitativo</p> <p>TIPO:</p> <p>Tecnológico</p> <p>NIVEL:</p> <p>Aplicativo</p> <p>DISEÑO:</p> <p>Experimental</p> <p>POBLACIÓN:</p> <p>Sistema de control de bombeo de agua</p> <p>MUESTRA:</p> <p>Sistema de control de bombeo de agua por microcontroladores y servidor web.</p>




<p>¿De qué manera realizar el servidor web para el control de bombeo de agua para una la ciudad de Juliaca?</p> <p>¿Cuál es el esquema de la base de datos para el control de bombeo de agua para la ciudad de Juliaca?</p>	<p>web para el control de bombeo de agua para una la ciudad de Juliaca.</p> <p>Crear el esquema de la base de datos para el control de bombeo de agua para la ciudad de Juliaca.</p>	<p>de agua para viviendas en Juliaca contribuirá a mejorar el acceso equitativo al agua potable en la ciudad, especialmente en áreas donde el suministro es irregular o insuficiente.</p> <p>Tecnológica</p> <p>Microcontroladores: Los microcontroladores ofrecen una plataforma flexible y económica para el control de sistemas en tiempo real. Su capacidad para integrar sensores y actuadores los hace ideales para aplicaciones de control de bombeo de agua.</p>		<p>forma correcta.</p> <p>Con el servidor web se obtendrá una visualización y control con mejor sencillez y eficiencia el bombeo de agua para las viviendas de la ciudad de Juliaca.</p> <p>La base de datos permitirá tener una historial y control de bombeo de agua y de fallas.</p>	
---	--	---	--	---	--

ANEXO 2 - INSTRUMENTOS

YIFA the plastics Ltd
Prodcut Introduction

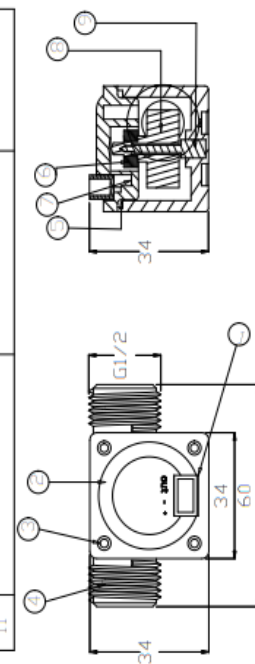
1.Modler:YF-21
2.Product Name:Hall sensor
3.Flow Range: 1-30L/MIN
4.(1)Connection Method



(2)Voltage Range 3.5-24VDC; Pulse Characteristic:F=7G(L/MIN).
(3)Extent of error:±5%.
(4)Flow-Pulse
2L/MIN=16HZ 4L/MIN=32.5HZ 6L/MIN=49.3HZ
8L/MIN=65.5HZ 10L/MIN=82HZ

5.Bom

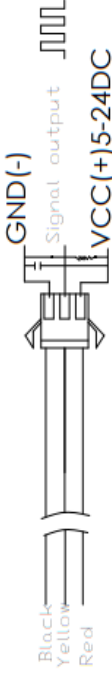
No.	Item	Material	Qty.
1	Connection wire		1
2	Bonnet	PA	1
3	Screw		4
4	Valve body	PA	1
5	Leak press valve		1
6	Magnet		1
7	Hall		1
8	Impeller	POM	1
9	Rustless steel axis	SUS304	1
10			
11			



Flow-Pulse	Flow-Curve	Connection method
-:Flow Range:100L/H-/1800H-L/H		
Flow (L/H)	Frezq.(HZ)	Erro range
120L/H	16	±10
240L/H	32.5	
360L/H	49.3	
480L/H	65.5	
600L/H	82	
720L/H	90.2	

L/H	16	32.5	49.5	65.5	82	90.2	Freq.(HZ)
840							
720							
600							
480							
360							
240							
120							
0							

Connection method:



Product Overview

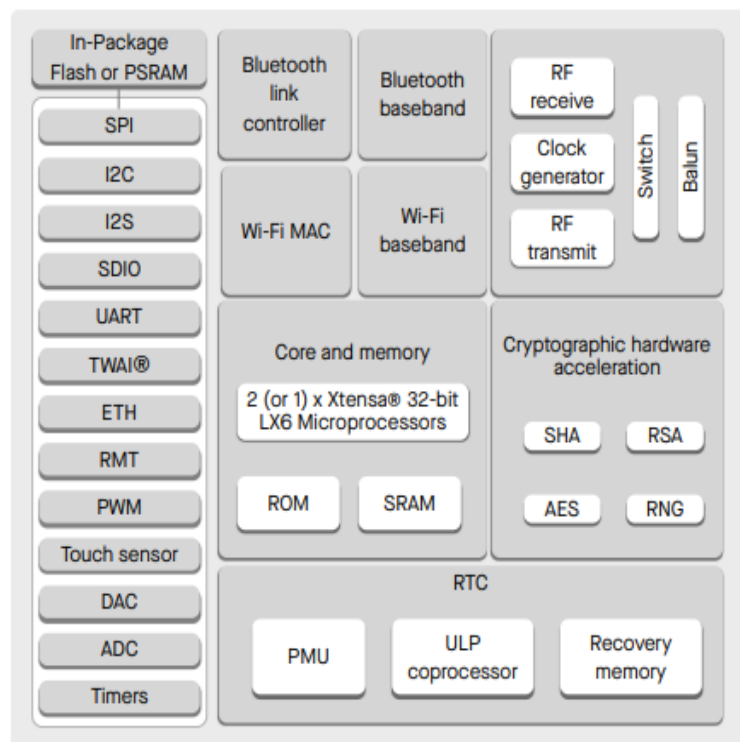
ESP32 is a single 2.4 GHz Wi-Fi-and-Bluetooth combo chip designed with the TSMC low-power 40 nm technology. It is designed to achieve the best power and RF performance, showing robustness, versatility and reliability in a wide variety of applications and power scenarios.

The ESP32 series of chips includes ESP32-D0WD-V3, ESP32-D0WDR2-V3, ESP32-U4WDH, ESP32-S0WD (NRND), ESP32-D0WDQ6-V3 (NRND), ESP32-D0WD (NRND), and ESP32-D0WDQ6 (NRND), among which,

- ESP32-S0WD (NRND), ESP32-D0WD (NRND), and ESP32-D0WDQ6 (NRND) are based on chip revision v1 or chip revision v1.1.
- ESP32-D0WD-V3, ESP32-D0WDR2-V3, ESP32-U4WDH, and ESP32-D0WDQ6-V3 (NRND) are based on chip revision v3.0 or chip revision v3.1.

For details on part numbers and ordering information, please refer to Section 1 [ESP32 Series Comparison](#). For details on chip revisions, please refer to [ESP32 Chip Revision v3.0 User Guide](#) and [ESP32 Series SoC Errata](#).

The functional block diagram of the SoC is shown below.



ESP32 Functional Block Diagram

JSN-SR04T-2.0

20-600 cm Ultrasonic Waterproof Range Finder

JSN-SR04T-2.0 ultrasonic distance measurement module can provide 20cm-600cm non-contact distance sensing function, ranging accuracy up to 2mm; module includes the transceiver of an integrated ultrasonic sensor and control circuit. Mode one usage and the Division's JSN-SR04T-2.0 module.

This product adopts industrial-grade integrated ultrasonic probe design, waterproof type, stable performance, all the MCU on the market. 1, the module performance is stable, the measurement distance is accurate. And foreign SRF05, SRF02 and other ultrasonic rangefinder module comparable. Module high precision, blind (20cm), stable range is the product successfully to the market a strong basis.

Features:



1. small size, easy to use;
2. low voltage, low power consumption;
3. high precision measurement;
4. strong anti-interference;
5. integrated closed waterproof cable probe, suitable for wet, bad measurement occasions

Specifications:

	Pulse width output / Serial Output
Operating Voltage	DC 3.0-5.5V
Working current	Less than 8mA
Probe frequency	40KHz
Farthest range	600cm
Recent range	20cm
Distance accuracy	+ - 1cm
Resolution	1mm
Measuring angle	75 degree
Enter the trigger signal	1,10uS above the TTL pulse 2, the serial port to send instructions 0X55
Output the echo signal	Output pulse width level signal, or TTL
Wiring	3-5.5V (power positive) Trig (RX) RX Echo (output) TX GND (power supply negative)
Product Size	L42 * W29 * H12 mm
Operating temperature	-20 * C to + 70 * C
Product color	PCB board is blue



ANEXO 3 - VALIDEZ DE INSTRUMENTOS

 Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez <small>INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES</small>		TÍTULO: DISEÑO DE UN SISTEMA INALÁMBRICO PARA EL CONTROL DE BOMBEO DE AGUA PARA LA CIUDAD DE JULIACA									
AUTOR: Bach. Lesly Carolina Salluca Luque											
VALIDACION DE LOS SENSORES UTILIZADOS											
ITEM	SENSOR	ERROR	LINEALIDAD	CALIFICACION		COMENTARIOS					
				MALO	REGULAR		BUENO				
1	JSN-SR04T	1.00%	1.0%			X					
2	FS300A	10.00%	1.0%								
VALIDACION DE LOS DATOS OBTENIDOS											
MEDIDOR EN EL TABLERO											
MEDICIONES	Altura (cm)	Medida real (cm)	Caudal (L/h)	Caudal Medido (L/h)	MEDICIONES ES	Altura (cm)	Medida real (cm)	Caudal (L/h)	Caudal Medido (L/h)		
										PRECISION	
1	0.43	0.43	0.25	0.29	6	0.43	0.43	0.29	0.25		
2	0.43	0.43	0.24	1.29	7	0.42	0.43	0.29	0.25		
3	0.44	0.43	0.26	2.29	8	0.43	0.43	0.29	0.25		
4	0.42	0.43	0.23	3.29	9	0.43	0.43	0.29	0.24		
5	0.43	0.43	0.25	4.29	10	0.44	0.43	0.29	0.26		
Promedio	0.43	0.43	0.246	2.29	Promedio	0.43	0.43	0.29	0.25		
Sensor de altura		100%		cm		MALO		REGULAR		BUENO	
Sensor de caudal		82%		L/h				X		X	
Precision/Error:		0%/18%									
COMENTARIOS											
APELLIDOS Y NOMBRES		Sánchez Carreón Adwar Ranulfo									
PROFESION:		Ing. Mecánico Electricista									
REGISTRO No CIP:		98550									
EMAIL:		adwarweb@gmail.com									
No CELULAR:		975101099									
										 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: 20 de Marzo del 2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: Lesly Carolina Salluca Luque

Dirección: Av. Daniel Alomias Robles Mz P Lt 06

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 75553950

Teléfono: 990979692 email: lesly03040@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: Ing. Adwar Ranulfo Sánchez Carreón

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: Diseño de un sistema inalámbrico para el control de bombeo de agua para la ciudad de juliaca

Palabras claves, (3 a 5 términos): Sistema inalámbrico, Control, Bombeo de agua

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

No, los recursos fueron asumidos por el tesista

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller 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

Firma de Autor



huella digital

20 de Marzo del 2025

Fecha