



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO CON SENSOR
DE DETECCIÓN DE PROFUNDIDAD DE AGUA Y MONITOREO
DE PRECIPITACIONES FLUVIALES EN EL DISTRITO DE
PUNO - 2023**

TESIS

PRESENTADA POR:

WILTON ANTONY QUISPE CORNEJO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PUNO – PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO CON SENSOR DE DETECCIÓN DE PROFUNDIDAD DE AGUA Y MONITOREO DE PRECIPITACIONES FLUVIALES EN EL DISTRITO DE PUNO - 2023

AUTOR

WILTON ANTONY QUISPE CORNEJO

RECuento DE PALABRAS

23690 Words

RECuento DE CARACTERES

131031 Characters

RECuento DE PÁGINAS

128 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

7.5MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 19, 2024 8:26 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 19, 2024 8:27 AM GMT-5

● 11% de similitud general


El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)


Christian Augusto Romero Goyzueta
INGENIERO ELECTRÓNICO
CIP 133009


Karlo D. Alexander C. Cantuta Chigoro
Cabo Directa de Investigación EPTD
"Voto al Reporte Técnico, mas no al
Contenido de la Tesis"



DEDICATORIA

Dedico este proyecto a la ciudad de Puno y a todos aquellos comprometidos con la investigación en ámbitos de la responsabilidad del agua. Su bienestar y seguridad fueron la inspiración detrás de cada paso en la creación de este sistema de monitoreo hidrológico. Que esta contribución tecnológica sirva como un pequeño pero significativo aporte para un futuro más resiliente y sostenible.

Wilton Antony Quispe Cornejo



AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todos los que contribuyeron al éxito de este proyecto. Agradezco a las personas involucradas por el apoyo, a mis docentes cuya dedicación fue fundamental, y a aquellos que, de una forma u otra, hicieron posible este avance en el monitoreo hidrológico. Su compromiso y esfuerzo colectivo son invaluable, y este logro es tanto suyo como mío.

Wilton Antony Quispe Cornejo



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.2.1. Hipótesis General.....	16
1.2.2. Hipótesis Específicas	16
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.3.1. Objetivo General.....	16
1.3.2. Objetivos Específicos.....	17
1.4. METODOLOGÍA	17
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.1.1. Antecedentes Nacionales	18
2.1.2. Antecedentes Internacionales.....	19



2.2. PRECIPITACIONES FLUVIALES.....	26
2.2.1. Precipitación convectiva	28
2.2.2. Precipitación orográfica	28
2.2.3. Precipitación frontal.....	28
2.3. SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.....	29
2.3.1. Sistema de adquisición de datos analógicos	32
2.3.2. Sistema de adquisición de datos digitales	34
2.3.3. Sensores	36
2.3.4. Convertidor analógico a digital.....	38
2.3.5. Adquisición y control de datos en tiempo real.....	41
2.4. SENSOR DE NIVEL DE AGUA	45
2.4.1. Sensor Óptico.....	46
2.4.2. Líquido De Capacitancia.....	47
2.4.3. Sensor De Nivel De Diapasón	48
2.4.4. Líquido Del Diafragma	48
2.4.5. Sensor De Nivel De Agua Flotante.....	49
2.4.6. Líquido Ultrasónico	49
2.4.7. Indicador De Nivel Por Radar.....	50
2.5. SENSOR DE LLUVIA.....	50
2.6. ARDUINO.....	56
2.6.1. Arquitectura Y Operación.....	58
2.6.2. Méritos y ventajas	59

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	60
---	-----------



3.2. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	60
3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	61
3.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	62
3.5. SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.....	62
3.5.1. Microcontrolador Arduino Uno	64
3.5.2. Sensor de Profundidad	67
3.5.3. Sensor de Lluvia	70

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

V. CONCLUSIONES	113
VI. RECOMENDACIONES	115
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116
ANEXOS.....	122

Área: Telecomunicaciones

Tema: Internet de las Cosas

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 24 de julio del 2024



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Visualización de una señal analógica.	33
Figura 2 Estructura de un convertido.	39
Figura 3 Estructura de un convertido.	40
Figura 4 Arduino UNO.	57
Figura 5 Diagrama de adquisición de datos.	64
Figura 6 Microcontrolador Arduino Uno.	67
Figura 7 Sensor de profundidad de agua electrónico.	68
Figura 8 Módulo y sensor de profundidad de agua.	69
Figura 9 Diagrama del sensor de profundidad.	70
Figura 10 Sensor de lluvia.	71
Figura 11 Sensor de lluvia.	72
Figura 12 Diagrama del módulo de adquisición de datos.	73
Figura 13 Módulo y sensor de lluvia.	74
Figura 14 Código Arduino lectura de sensores.	76
Figura 15 Código Arduino lectura de sensores.	76
Figura 16 Código Arduino lectura de sensores.	76
Figura 17 Código Arduino lectura de sensores.	77
Figura 18 Código Arduino lectura de sensores.	77
Figura 19 Código Arduino lectura de sensores.	78
Figura 20 Modulo y sensores en la intemperie.	79
Figura 21 Módulo y sensores con protección para microcontrolador y Ethernet Shield.	79
Figura 22 Monitor Serial con sensor sin lluvia.	81



Figura 23	Modulo con 50% de lluvia y profundidad.	82
Figura 24	Monitor Serial con 50% de lluvia.....	83
Figura 25	Modulo con 90% de lluvia y profundidad.	84
Figura 26	Monitor Serial con 90% de lluvia.....	85
Figura 27	Sensor con protección para partes sensibles.....	86
Figura 28	Código Arduino para enviar datos al servidor.....	88
Figura 29	Código Arduino para enviar datos al servidor.....	89
Figura 30	Código Arduino para enviar datos al servidor.....	90
Figura 31	Código Arduino para enviar datos al servidor.....	91
Figura 32	Página web de los datos recolectados.....	93
Figura 33	Página web de los datos recolectados.....	95
Figura 34	Módulo recolectados datos.	96
Figura 35	Página web de los datos recolectados.....	98
Figura 36	Acumulación de agua.	99
Figura 37	Registros de la base de datos.	100
Figura 38	Estadígrafo de la data.	101
Figura 39	Registros de la base de datos.	102
Figura 40	Lluvia vs Tiempo.....	103
Figura 41	Profundidad vs Tiempo.	104
Figura 42	Profundidad y Lluvia vs Tiempo.	105
Figura 43	Envase con medida en mL.....	106
Figura 44	Módulo de sensores sin agua.	107
Figura 45	Monitor serial sin presencia de agua.	108
Figura 46	Envase con medida en 100 mL.....	108
Figura 47	Monitor serial con 100 mL de agua.....	109



Figura 48	Monitor serial con 100 mL de agua.....	110
Figura 49	Monitor serial con 500 mL de agua.....	111
Figura 50	Módulo de sensores con 500 mL.....	111
Figura 51	Envase con medida en 500 mL.....	112



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1: Código de Arduino	122
ANEXO 2: Módulo de recolección de datos	125
ANEXO 3: Declaración jurada de autenticidad de tesis.....	127
ANEXO 4: Autorización para el depósito de tesis o trabajo de investigación en el repositorio institucional	128



ACRÓNIMOS

IoT:	Internet de las Cosas.
SAT:	Sistema de Alta Temperatura.
DB:	Base de Datos.
ADC:	Convertidor Analógico-Digital
DAC:	Convertidor Digital-Analógico
RS-232:	Estándar de Comunicación en Serie.
LAN:	Red de Área Local
WAN:	Red de Área Amplia
C++:	Lenguaje de Programación C++.
Ethernet:	Tecnología de Red para la Conexión a Internet.
DAS:	Sistema de Adquisición de Datos
IC:	Circuito Integrado
CPU:	Unidad Central de Proceso
ROM:	Memoria de Sólo Lectura
RAM:	Memoria de Acceso Aleatorio



RESUMEN

El proyecto se enfoca en diseñar e implementar un módulo con sensor para la detección de la profundidad del agua y el monitoreo de precipitaciones en Puno. La necesidad de un sistema preciso y eficiente surge de la importancia de gestionar adecuadamente los recursos hídricos y prevenir desastres naturales en una región propensa a inundaciones. Se propone identificar variables clave para monitorear las precipitaciones y detectar la profundidad del agua con precisión. La metodología utilizada es de nivel aplicativo y no experimental, ya que no se manipulan variables independientes. El proyecto comienza con un análisis exhaustivo de los factores que influyen en el comportamiento del agua, seguido del diseño e implementación del sensor y del módulo de monitoreo. Los resultados han demostrado que el módulo es una contribución valiosa para el monitoreo en Puno, validando la necesidad de sistemas precisos y eficientes. La viabilidad de soluciones tecnológicas con plataformas de código abierto como Arduino y sensores especializados se ha confirmado. La identificación de variables clave ha mejorado la comprensión del comportamiento hidrológico en la región, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones y estrategias de gestión de recursos hídricos más efectivas. El proyecto concluyó exitosamente con el diseño e implementación del módulo, que se integra con un servidor en la nube y presenta los datos a través de una página web. Esta solución integral y accesible facilita el monitoreo y la toma de decisiones. El logro subraya la adaptabilidad de las plataformas de código abierto para resolver desafíos específicos en el monitoreo hidrológico, sugiriendo posibles aplicaciones en otros contextos geográficos y climáticos.

Palabras claves: IoT, Precipitación fluvial, Sensor, Servidor, Monitoreo.



ABSTRACT

The project focuses on designing and implementing a module with a sensor for detecting water depth and monitoring precipitation in Puno. An accurate and efficient system is needed to properly manage water resources and prevent natural disasters in a flood-prone region. It is proposed to identify key variables to monitor precipitation and detect water depth accurately. The methodology used is at an applicative and non-experimental level since independent variables are not manipulated. The project begins with a comprehensive analysis of the factors that influence water behavior, followed by the design and implementation of the sensor and monitoring module. The results have shown that the module is a valuable contribution to monitoring in Puno, validating the need for accurate and efficient systems. The viability of technological solutions with open-source platforms such as Arduino and specialized sensors has been confirmed. Identifying key variables has improved the understanding of hydrological behavior in the region, providing a solid foundation for future research and more effective water resources management strategies. The project concluded successfully with the design and implementation of the module, which is integrated with a cloud server and presents the data through a web page. This comprehensive and accessible solution facilitates monitoring and decision-making. The achievement underlines the adaptability of open-source platforms to solve specific challenges in hydrological monitoring, suggesting possible applications in other geographical and climatic contexts.

Keywords: IoT, River precipitation, Sensor, Server, Monitoring.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Este proyecto se basa en la necesidad de contar con un sistema eficiente y preciso para el monitoreo de las precipitaciones fluviales en el distrito de Puno. Las precipitaciones fluviales son un fenómeno natural que puede tener consecuencias significativas, como inundaciones y desbordamientos de ríos, lo que a su vez puede poner en riesgo a la población y sus propiedades. Es fundamental desarrollar y poner en práctica un módulo que incluya un sensor para detectar la profundidad del agua y monitorear las precipitaciones en los ríos. Esto resulta crucial para mejorar la administración de los recursos hídricos y prevenir desastres naturales. Contar con información precisa y actualizada en tiempo real sobre el nivel del agua en los ríos y otros cuerpos de agua nos permitirá tomar decisiones oportunas e informadas en términos de planificación y respuesta. La identificación de variables clave para el monitoreo de las precipitaciones fluviales y la detección precisa de la profundidad del agua es fundamental para comprender los factores que influyen en el comportamiento del agua y establecer estrategias de mitigación de riesgos. Mediante el uso de un sensor de detección de profundidad de agua, será posible medir de manera precisa los niveles de agua en tiempo real y transmitir la información de forma confiable a un sistema centralizado de monitoreo. La meticulosa elección de tecnologías y métodos de medición asegurará la precisión y confiabilidad de los datos recolectados, estableciendo una sólida base para la toma de decisiones. Además, al diseñar e implementar un módulo dedicado al monitoreo de las precipitaciones fluviales, será posible recopilar y procesar eficientemente los datos provenientes del sensor, así como presentarlos de manera clara y accesible para su análisis y toma de decisiones.



1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo diseñar e implementar un módulo con sensor de detección de profundidad de agua y monitoreo de precipitaciones fluviales en el distrito de Puno?

1.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Hipótesis General

El diseño e implementación de un módulo con sensor de detección de profundidad de agua permitirá el monitoreo de precipitaciones fluviales en el distrito de Puno.

1.2.2. Hipótesis Específicas

- Se puede identificar variables para monitorear las precipitaciones fluviales y detectar la profundidad del agua en el distrito de Puno.
- Es posible diseñar e implementar un sensor de detección de profundidad de agua.
- Se puede diseñar e implementar un módulo para monitorear las precipitaciones fluviales.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo General

Diseñar e implementar un módulo con sensor de detección de profundidad de agua y monitoreo de precipitaciones fluviales en el distrito de Puno.



1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar las variables que permitan el monitoreo de precipitaciones fluviales y la detección de profundidad de agua en el distrito de Puno.
- Diseñar e implementar un sensor de detección de profundidad de agua.
- Diseñar e implementar un módulo para el monitoreo de precipitaciones fluviales.

1.4. METODOLOGÍA

El nivel de esta investigación es aplicativo, porque se desea solucionar el problema y lo podemos hacer mediante una intervención que, en el ámbito de la tecnología, es realizar un diseño e implementación (Carrasco Díaz, 2019).

Esta investigación se diseñará de forma no experimental porque las variables independientes se obtienen de la naturaleza del entorno de estudio y no se podrá manipularlas por parte del investigador (Carlessi & Reyes Mesa, 2021)

El enfoque de esta investigación se refiere a la naturaleza del estudio, en este caso es cuantitativa porque la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica (Hernández Sampieri & Mendoza, 2020).

También, se utilizarán arquitecturas IoT para el sistema a implementar. Dado que habrá etapas de observación y medición de componentes fluviales, así como los hallazgos a través del análisis de los datos recolectados el estudio también será cuantitativo.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Título: Prototipo de bajo costo para medir la calidad de agua con IOT

En este estudio realizado en Juliaca, se propuso la implementación de un modelo basado en IoT (Internet of Things) para evaluar la calidad del agua. Se diseñó la estructura y se creó un prototipo usando sensores de pH y turbidez conectados al Arduino Uno. Luego, se realizó la calibración de los sensores y se obtuvieron los resultados correspondientes. Los datos obtenidos mostraron que las muestras de agua de pozos manuales tenían un pH promedio de 6,69, mientras que las muestras de agua potable tenían un pH promedio de 7,21. Estas medidas se encuentran dentro de los límites aceptables debido al reglamento de calidad humana del agua DS n° 031-2010-SA para pH establecido. Para la turbidez del agua, se ha determinado que el nivel máximo permitido no debe exceder las 5 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez) e idealmente debe mantenerse por debajo de 1 NTU. Sin embargo, los resultados arrojaron que la turbidez promedio en pozos manuales fue de 671.63, mientras que en agua potable el promedio fue de 770.28, superando los límites establecidos por la normativa sobre calidad de agua para uso humano DS Pueblo N° 031.-2010-SA así en lo que respecta a la turbidez. Se debe prestar más atención a la importancia del agua y cómo la usamos, ya que es un recurso fundamental para nuestro futuro. Es importante tomar medidas para mejorar la calidad del agua, particularmente en términos de



turbidez, y para garantizar un suministro de agua seguro y saludable para todos (Gonzales Barrantes, 2020).

Título: Sistema de transmisión de datos adquiridos del pluviómetro HOBO RG3 basado en LoRa para zonas remotas. Universidad de Ingeniería y Tecnología

El objetivo de este estudio fue abordar la necesidad de un sistema de monitoreo en áreas remotas para mitigar los impactos causados por los desastres naturales. Si bien las organizaciones se especializan en el estudio y monitoreo de parámetros hidrometeorológicos, como la intensidad de la lluvia, utilizando pluviómetros, los sistemas de transmisión existentes no son compatibles con las redes celulares, satelitales y móviles o Bluetooth en estas áreas remotas. Para superar esta limitación, el estudio propone desarrollar un sistema de transmisión basado en LoRa para el pluviómetro HOBO RG3. Este sistema recopila datos de medición de lluvia y los envía a la nube para que el público acceda y revise las mediciones de precipitación. El sistema utiliza técnicas de bajo consumo y consta de una unidad principal y cuatro enrutadores, cada uno equipado con un microcontrolador de 32 bits, una interfaz de recepción, un transceptor de radiofrecuencia y un puerto basado en un microcontrolador ESP32 (Macazana Huaranga, 2021).

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Título: Evaluación de protocolos de comunicación para una red inalámbrica de monitoreo de precipitaciones en zonas urbanas. Universidad de la Costa

Las redes de monitoreo de precipitaciones son esenciales para proporcionar alertas y generar modelos predictivos para proteger a las



comunidades en riesgo de inundaciones durante las lluvias intensas. Estas redes utilizan protocolos de comunicación inalámbrica para enviar datos de precipitación a un centro de datos central en tiempo real, eliminando la necesidad de viajar físicamente al sitio de medición. Sin embargo, usar el protocolo GPRS en el Sistema de Alerta de Crecidas Repentinas (SAT) de Barranquilla es costoso y consume mucha energía. Para abordar este problema, el estudio analizó tres protocolos de comunicación inalámbrica de baja potencia. El objetivo era determinar qué método sería el más adecuado para un sistema de alerta temprana para monitorear las precipitaciones en Barranquilla. Las clasificaciones se basan en una variedad de métricas, como las características de configuración de la conexión, el consumo de energía y los costos de implementación del dispositivo. Los investigadores crearon y caracterizaron una red de sensores inalámbricos y luego probaron su rendimiento utilizando el software Radio Mobile. Al comparar el rendimiento de cada protocolo de comunicación con las métricas de red GPRS anteriores, el estudio determinó que el protocolo LoRaWAN era una opción viable y eficaz (Ortega González, 2021).

Título: Sistema de Alerta Temprana para la Predicción del Nivel de Peligrosidad en Inundaciones Pluviales Repentinas.

Las inundaciones por tormentas en áreas urbanas ocurren cuando llueve intensamente a corto plazo y no se puede drenar adecuadamente. Esto hace que el agua inunde las calles y estructuras vecinas. El establecimiento de sistemas de alerta temprana es una medida fundamental para reducir los riesgos asociados a estas crecidas repentinas. El objetivo de esta tesis doctoral es desarrollar y aplicar un sistema de alerta temprana (SAT) para detectar y evaluar el riesgo de inundaciones repentinas en cuencas urbanas. Se creó un sistema de alerta



temprana (SAT) que recopila información en tiempo real sobre las precipitaciones en una cuenca urbana. Utilizando modelos hidrodinámicos, se estima el nivel y la velocidad del flujo de agua en la calle. Estos datos se utilizan para generar alertas de peligro, que se muestran a través de la aplicación web y se envían a los usuarios registrados a través de la red social. El sistema de alerta temprana consta de dos partes principales: diseño de sistemas y modelado hidrodinámico. El diseño del sistema incluye elementos relacionados con la recopilación, comunicación, almacenamiento y visualización de datos. Los modelos hidrodinámicos describen cómo la precipitación se convierte en niveles de peligro y cómo varían en el espacio y el tiempo. Este sistema de alerta temprana (SAT) se implementó como ejemplo en la ciudad de Barranquilla, donde las inundaciones repentinas son frecuentadas por ríos peligrosos. El arroyo con una longitud de aproximadamente 4,5 km fue seleccionado como objeto principal de investigación. Durante eventos de lluvia intensa, los datos de nivel de agua y velocidad recolectados por los sensores se comparan con los resultados obtenidos por el modelo propuesto. Esto ha demostrado la efectividad del modelo para brindar alertas oportunas a la comunidad ante el riesgo (Melisa Andrea, 2019).

Título: Diseño e implementación de un pluviómetro digital basado en tecnologías de comunicación de bajo consumo. Universidad de Cundinamarca

Contar con un sistema de pluviómetros es fundamental para implementar medidas de prevención de desastres, ya que proporciona información fundamental sobre la cantidad de lluvia registrada en un área en particular. El monitoreo continuo de la intensidad de la lluvia permite que las agencias de protección civil y los bomberos actúen rápidamente en posibles emergencias, brindando



oportunidades para que las comunidades se preparen y respondan a los desafíos causados por las fuertes lluvias. Este proyecto tiene como objetivo diseñar e implementar un pluviómetro digital utilizando tecnologías de comunicación de bajo consumo y largo alcance. Su finalidad es medir y enviar datos a un sistema de monitoreo ubicado en Fusagasugá. Para ello se ha realizado un análisis de las condiciones climáticas a las que estará expuesto el dispositivo. Además, también se tuvieron en cuenta aspectos como la cobertura de la red, el suministro eléctrico y la accesibilidad de los puntos de medición con el fin de desarrollar un sistema eficiente para la zona de estudio (Ruiz Cano & Herrera Vega, 2023).

Título: Desarrollo de un sistema de adquisición, transmisión y monitoreo para una red de sensores de precipitación

En la era actual, varias tecnologías han logrado grandes avances, incluidos los protocolos de comunicación, las redes, el almacenamiento en la nube y los sensores. Estos avances han facilitado la implementación de procesos que benefician a la sociedad. En particular, en estudios industriales y meteorología, estos avances son especialmente relevantes. En estas áreas es necesario el control, seguimiento y visualización de diversas variables para obtener un registro completo de datos y realizar un análisis preciso de la precipitación en un área en particular. El avance de la automatización industrial ha puesto de relieve la necesidad de un centro de control y seguimiento que facilite el seguimiento en tiempo real de los procesos. Antes de la introducción de sensores y tecnología inalámbrica en la investigación meteorológica, la recopilación de datos se basaba principalmente en estaciones meteorológicas y barcos en el mar. Actualmente, cualquier individuo tiene la capacidad de acceder a datos y registros climáticos a través de dispositivos electrónicos, como teléfonos móviles. Esto ha permitido un



mejor conocimiento y comprensión del comportamiento climático. En el campus de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá se ha establecido una red de medición de precipitaciones con el objetivo de realizar diversos estudios sobre la dinámica de las precipitaciones en la ciudad. El objetivo es realizar una evaluación precisa de los procesos de precipitación-escorrentía y su impacto en la infraestructura de drenaje urbano. Lograr esto requiere un sistema de seguimiento y visualización de datos que pueda ser utilizado por investigadores de una variedad de disciplinas. En este contexto, se ha integrado la experiencia de la Universidad La Salle en estas áreas para dar una solución rápida y eficaz. El sistema de monitoreo inalámbrico cubre un área de aproximadamente dos kilómetros desde el punto de captura de la señal, lo que permite un monitoreo completo y una representación visual de los datos (Edgar & Jhon, 2020).

Título: Diseño de un sistema de alerta temprana para prevención de inundaciones en la zona de Yautepec, Morelos

Este estudio propone la creación de un sistema de alerta temprana de inundaciones (SATI) específicamente para el municipio de Yautepec, ubicado en Morelos. El crecimiento de la población en áreas cercanas a los ríos y la urbanización excesiva han creado inundaciones frecuentes. Estos fenómenos meteorológicos extremos representan una amenaza inminente y provocan importantes pérdidas económicas. Para reducir los daños causados por inundaciones, se sugiere la instalación de SATI. Para comprender las consecuencias de las inundaciones en Yautepec, se realizó un levantamiento histórico en el que se seleccionaron tres fechas clave para el análisis: 4 de julio de 2003, 17 y 25 de agosto de 2010. Estas fechas se utilizan como referencia para el diseño de SATI. El sistema de recomendación se divide en dos áreas principales: operativo, cuya función es recopilar datos preliminares de diversas entidades



como CONAGUA, INEGI y SMN, y preventivo, cuyo objetivo es realizar vigilancia en campo. El sistema de recomendación se divide en dos áreas principales: acción y prevención. El organismo operativo se encarga de recopilar datos iniciales de organismos como CONAGUA, INEGI y SMN, mientras que el organismo preventivo se dedica a monitorear los niveles de caudal en campo y tomar acciones preventivas antes y después de la inundación. El departamento de operaciones también es responsable de realizar el análisis hidrológico, donde el uso de un modelo de flujo de lluvia bidimensional (HEC-HMS) proporcionará el gráfico de salida hidrográfico en el área donde se realizará el modelo hidráulico (IBER). Una vez que los modelos se hayan recopilado y calibrado con precisión, será posible generar mapas de inundaciones y riesgos. Estas herramientas serán extremadamente importantes en el desarrollo de SATI y en la toma de decisiones informadas en las situaciones de inundación en Yautepec (Peñaloza García, 2021).

Título: Análisis de información pluviométrica disponible como insumo para la formulación de políticas, instrumentos y estrategias para la gestión del riesgo en el territorio, caso de estudio

El propósito de este documento es revisar la información pluviométrica disponible y su relevancia en el desarrollo de políticas y estrategias de gestión de riesgos en un área determinada. Se enfatiza la importancia de que los gobiernos locales cuenten con profesionales capacitados y habilidades analíticas para tomar decisiones informadas basadas en esta información. El artículo presenta un proyecto que ilustra cómo la información sobre precipitaciones, obtenida de fuentes como IDEAM y otros servicios de información geográfica, puede utilizarse para desarrollar políticas y estrategias efectivas que resulten alineadas con los conceptos de gestión de riesgos, territorio y planificación organizacional.



El municipio de Bello en la provincia de Antioquia se utiliza como estudio de caso para ilustrar el problema en el contexto colombiano. Bello ha experimentado un impacto significativo debido a las fuertes lluvias de los últimos años, exacerbado por el desarrollo territorial no planificado. Estas condiciones han dado lugar a situaciones de emergencia y han provocado la pérdida de vidas, economía y medios de vida de las personas. A pesar de las precauciones tomadas por las autoridades locales en el pasado, todavía existen desafíos en el territorio. El documento proporciona un análisis detallado de la información de precipitación específica para el municipio de Bello, incluidos datos sobre eventos naturales relacionados con la precipitación, análisis del ciclo anual, impactos y pérdidas humanas, daños a la infraestructura, deforestación, amenaza de deslizamientos, escenarios de cambio climático, tiempo de recurrencia e indicadores de riesgo de la ciudad. Esta información es una valiosa herramienta para analizar los problemas del territorio y apoyar la toma de decisiones (León González, Moreno Martínez, & Cuervo Aponte, 2023).

Título: Framework IoT aplicado a monitoreo de precipitaciones de la provincia del Chaco

En la provincia del Chaco aumentan las inundaciones y sus impactos negativos en la agricultura, la ganadería y la sociedad en general debido a las fuertes lluvias de los últimos años. Estas inundaciones también contribuyen a la propagación de enfermedades debido al exceso de agua subterránea a largo plazo. Ante este problema, es fundamental contar con datos confiables y accesibles, especialmente en lo que respecta a las precipitaciones, para poder tomar decisiones informadas. En este sentido, este trabajo de investigación y desarrollo se centra en la necesidad de recopilar datos precisos y en tiempo real que puedan



posibilitar los planes de emergencia existentes y ayudar a la toma de decisiones. Para ello se propone establecer un marco de IoT (Internet de las Cosas) para monitorear las lluvias en toda la provincia del Chaco, desde la recolección de datos con un pluviómetro hasta la transmisión de cables de fibra óptica, el procesamiento de datos, la generación de alarmas y la recolección de estadísticas en tiempo real (Aguirre, Ibañez, Basilio, & Gramajo, 2019).

2.2. PRECIPITACIONES FLUVIALES

El contacto físico entre el agua en movimiento y el curso real de los ríos y arroyos se conoce como proceso fluvial. Estas actividades son importantes y cruciales en la transferencia de escombros de rocas de niveles superiores a niveles inferiores, así como en la denudación de las superficies terrestres. El movimiento del agua es en gran medida responsable de la erosión del terreno en la mayor parte del mundo, incluida la disolución de montañas y la formación de llanuras. El proceso de erosión, acelerado por el agua de lluvia que se acumula en los cursos de agua, no sólo deteriora el suelo, sino que también produce materiales que los ríos utilizan para esculpir los valles por los que discurren. Antes de llegar al océano, los materiales sedimentarios que han sido erosionados de un lugar son transportados a otro, donde luego se depositan (Arciniega Zavala & Pastas Montes, 2023). La interacción del flujo de un canal de agua con los sedimentos transportados desde la cuenca de drenaje superior da como resultado la formación de la llanura ribereña y el propio canal del río en sitios consecutivos. La pendiente y la rugosidad del cauce de un río tienen un impacto significativo en la velocidad del flujo. Un canal más accidentado reduce la velocidad del flujo, mientras que una pendiente más pronunciada la aumenta. La pendiente de un río se correlaciona aproximadamente con el cambio de elevación del terreno. La pendiente suele ser alta en el nacimiento, comúnmente en áreas montañosas, pero progresivamente se aplanan con irregularidades



esporádicas hasta que, en las llanuras a lo largo del curso posterior del río, generalmente se vuelve bastante suave. Los grandes arroyos suelen comenzar como torrentes muy turbulentos y terminar como ríos debido a esto. Los ríos transportan cantidades significativas de sedimentos río abajo durante las épocas de inundaciones, principalmente debido a la erosión de los lechos de los ríos causada por el agua que fluye y la desintegración de las capas superiores de las colinas y las laderas de los valles por la lluvia (Navarro, Puma, Ttito, Valeriano, & Cañapataña, 2021). Otros factores que contribuyen a la erosión de la superficie de la Tierra y al aporte de sedimentos a los ríos son los glaciares, las heladas y el viento. Debido a que la capacidad de un río para transportar materiales depende en gran medida de su velocidad, los torrentes con una caída rápida cerca de la fuente de un río pueden derribar rocas, cantos rodados y piedras enormes. Estos son parcialmente arrojados a través de llanuras durante las inundaciones y gradualmente se muelen por desgaste a medida que avanzan hasta convertirse en guijarros, grava, arena y limo antes de ser llevados por el río principal al mar. El tamaño de los materiales depositados en el lecho del río disminuye a medida que disminuye la velocidad y se reduce la capacidad de la corriente para mover materiales. El movimiento de sedimentos ha sido un tema de investigación en ingeniería desde los inicios de la hidráulica aplicada contemporánea. El principio de Arquímedes no podría utilizarse para explicar cómo el agua en movimiento puede levantar y transportar sedimentos pesados, ya que las partículas de sedimento suelen ser más pesadas que el volumen de agua que desplazan (Arroyo Palacios & Castillo Herrera, 2021). De ello surgió la necesidad de otra justificación. En este contexto, las investigaciones del siglo XX distinguen entre "carga en la cama" y "carga suspendida". El primero está formado por partículas más grandes, que son rodadas o empujadas hacia el lecho de la corriente o, si la velocidad es lo suficientemente alta, "saltan" o saltan, desde la cresta de una onda a otra. Las partículas



más pequeñas, o sedimentos suspendidos, por el contrario, pueden permanecer en suspensión durante mucho tiempo y, por tanto, pueden ser transportadas a grandes distancias.

2.2.1. Precipitación convectiva

Cuando el aire caliente y húmedo asciende por convección y se enfría, crea nubes cumulonimbus o nubes de desarrollo vertical, que son capaces de generar precipitaciones tipo tormenta. Esto sucede en circunstancias atmosféricas inestables. Típico de tormentas de verano en la zona templada y latitudes cálidas.

2.2.2. Precipitación orográfica

Ocurre cuando fluye un gran volumen de aire húmedo y encuentra un respiro importante en el camino. A medida que asciende por encima de ella, la masa de aire se enfría y finalmente alcanza el punto de rocío, donde se condensa y forma precipitación.

2.2.3. Precipitación frontal

Se desarrollan cuando masas de aire con diversas temperaturas y niveles de humedad crean un frente o zona de contacto sin mezclarse, lo cual es característico de los climas templados. En esta circunstancia se pueden desarrollar tres tipos diferentes de frentes:

- Cuando una masa de aire frío en movimiento se cruza con una masa de aire caliente, la masa de aire frío viaja por debajo de ella y empuja la masa de aire caliente hacia arriba. A medida que se condensa, se crean nubes cumulonimbus y precipitaciones tormentosas.



- Frente cálido: Cuando una masa de aire cálido cruza sobre una masa de aire frío, se forman estratos con desarrollo horizontal que provocan fuertes lluvias.
- Cuando un frente cálido se mueve más lentamente y es seguido por un frente frío que se mueve más rápidamente, se forma un frente ocluido. Tiene tendencia a doblarse y generar ondulaciones cuando el aire frío se desvía en dirección sur y el aire cálido en dirección norte debido a las imperfecciones en la superficie de contacto y la fricción entre las dos masas (Soto, Soriano, & Laura, 2020).

2.3. SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Los Sistemas de Adquisición de Datos, comúnmente abreviados como DAS o DAQ, son sistemas diseñados para medir y seguir algún tipo de sistema físico, y convertir estos datos en una forma que puede ser visualizada y manipulada en una computadora. El diseño y la implementación de DAS es un campo complicado. Los primeros DAS fueron diseñados por IBM en la década de 1960 y eran enormes conjuntos de computadoras y hardware. Con el desarrollo del campo, han surgido sistemas más genéricos y, en consecuencia, ahora es posible medir y analizar casi cualquier forma de sistema físico. Actualmente, los DAS se utilizan en muchos campos diferentes, desde la producción industrial hasta experimentos científicos, y el tipo de sistema utilizado varía según cada aplicación. En general, sin embargo, los tipos de DAS se pueden dividir en tres componentes: los sensores utilizados para recopilar datos de los sistemas físicos, la circuitería utilizada para enviar estos datos a una computadora y el sistema informático en el que se pueden ver y analizar. Si estás configurando un DAS, estos son también los tres factores que se deben considerar. El tiempo dedicado a pensar exactamente qué datos necesitas recopilar y cómo deseas trabajar con los datos una vez recopilados puede ahorrar



tiempo y dineros significativos más adelante. Echemos un vistazo a algunas de las opciones más comunes en estos tres campos.

Los sensores para el diseño de cualquier DAS debe comenzar con el sistema físico que se está midiendo. Con la variedad de sensores disponibles en la actualidad, es posible medir casi cualquier propiedad física del sistema en el que estás interesado. Por lo tanto, se debe hacer una consideración cuidadosa sobre el tipo exacto de datos que necesitas recopilar. Por ejemplo, podría ser útil poder rastrear la temperatura de tu impresora industrial, pero necesitas pensar si esta información realmente será útil para ti. Ejemplos de fenómenos comunes que se miden mediante DAS son la temperatura, la intensidad de la luz, la presión del gas, el flujo de fluidos y la fuerza. Para cada variable que se va a medir, existe un tipo particular de sensor. Los sensores, en este sentido, son esencialmente transductores que transforman la energía física en energía eléctrica. Por ejemplo, un sensor de presión básico se activará y se activará por la presión que está midiendo, y pasará esta información como una señal electrónica al DAS. Por esta razón, es importante reconocer que no es posible medir todas las variables que deseas sin afectar el propio sistema. Esto se debe a que cualquier sensor afectará al sistema que está diseñado para medir y le quitará energía. Esto es especialmente importante si el sistema que se está midiendo funciona con pequeñas tolerancias, porque la adición incluso de un pequeño sensor a estos sistemas puede drenar demasiada energía de ellos para un funcionamiento efectivo.

El procesamiento de Señales por lo general, los DAS utilizan hardware dedicado para enviar señales desde los sensores a los sistemas informáticos que recopilarán y analizarán los datos. Convertir una señal desordenada, a veces ruidosa, de un sistema físico en un formato que se pueda utilizar y manipular en una computadora puede ser complicado. Uno de los primeros obstáculos a superar en este sentido es la intensidad de



la señal. Como se mencionó anteriormente, por lo general, los sensores están diseñados para consumir la menor cantidad de energía posible del sistema que se está utilizando para medir. En la práctica, esto también significa que la señal que emiten tiene una intensidad muy baja y debe amplificarse para ser útil. Por lo tanto, es fundamental utilizar un amplificador que pueda amplificar la señal de manera limpia. Un amplificador ruidoso finalmente deformará y coloreará los datos recopilados, lo que en algunos casos puede hacerlos inútiles. Otro aspecto a tener en cuenta al diseñar un DAS es el tipo de señal que se utilizará para enviar datos entre las diferentes partes de tu sistema. La mayoría de los sensores emitirán una señal analógica de un solo extremo. Aunque este tipo de señal es bueno para capturar el estado en bruto del sistema que se está midiendo, también es muy susceptible al ruido y la distorsión. Una solución común para este problema es convertir la señal que proviene de los sensores en una señal diferencial, que es mucho más estable y más fácil de trabajar (Jauré, 2019).

Para el hardware y Software de Computadora es la que manipula la señal amplificando y limpiando, debe ser introducida en un sistema informático para su recopilación y análisis. En la actualidad, la mayoría de los DAS utilizan hardware de PC estándar, lo que significa que, si los componentes del sistema fallan, pueden ser reemplazados fácilmente con elementos disponibles en el mercado. En primer lugar, la señal debe convertirse en un formato digital que la computadora pueda comprender. Por lo general, esto se hace utilizando los puertos preexistentes en una PC, como los puertos paralelos, USB, etc. Otra opción es utilizar tarjetas conectadas a ranuras en la placa base. Con este segundo enfoque, un problema común es que el número de puertos en una tarjeta PCI es insuficiente para aceptar todas las entradas necesarias. Para solucionar este problema, se utiliza una caja de conexiones para combinar múltiples señales en una sola entrada. Las tarjetas DAS a menudo contienen múltiples componentes que pueden



realizar el procesamiento de señales antes de enviar la señal al software. En las tarjetas más avanzadas, estas funciones son accesibles a través de un bus por un microcontrolador, aunque algunos sistemas más económicos utilizan lógica cableada. Para ambos tipos de tarjetas, a menudo se necesitan controladores de dispositivos propietarios.

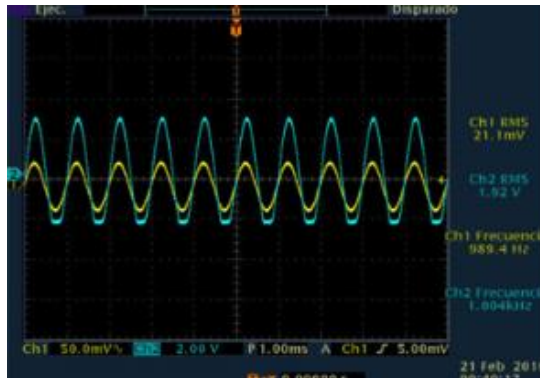
2.3.1. Sistema de adquisición de datos analógicos

Las señales analógicas estándar todavía se utilizan en sistemas de control industrial para comunicar datos entre el proceso y la maquinaria de control. En los sistemas industriales se utilizan ampliamente señales potentes de bucle de corriente de 4 a 20 mA que pueden transmitirse fácilmente a distancias de hasta 6000 pies, así como señales de 5 y 10 voltios. Las soluciones integradas del sistema de adquisición de datos (DAS) de Maxim se destacan en esta nota de aplicación. Las soluciones DAS de Maxim traducen señales analógicas industriales comunes con la menor cantidad de componentes externos, ahorrando espacio en la placa, energía y tiempo de diseño. Los sistemas de control industrial continúan utilizando señales analógicas convencionales para la transmisión de datos entre el proceso y el equipo de control, aunque el bus de campo digital todavía está disponible en una variedad de configuraciones. Por ejemplo, en una planta química, los transmisores de proceso transforman las indicaciones de temperatura y presión de bajo nivel en señales confiables de bucle de corriente de 4 a 20 mA que pueden transmitirse fácilmente a distancias de hasta unos pocos miles de pies. En entornos de automatización industrial, los sensores de velocidad y posición para máquinas herramienta y manipuladores automatizados producen señales de voltaje unipolares y bipolares que comúnmente son de 0 V a 5 V, 0 V a 10 V, 5 V o 10 V. Además, es una práctica común utilizar señales del popular

elemento sensor de temperatura PT100 directamente, sin convertirlas primero a un rango convencional como 10 V o 20 mA (González Mateos, 2022).

Figura 1

Visualización de una señal analógica.



Nota: (Moreno Rocha y Medina Guzmán, 2021)

El PT100 es un RTD de platino (Pt) que muestra una resistencia de 100 Ω a temperatura ambiente. Tiene una característica de resistencia lineal contra la temperatura y proporciona una señal de salida a un nivel respetablemente alto (>100 mV cuando se alimenta con una fuente de corriente de 1 mA). Los PLC (controladores lógicos programables), PCS (sistemas de control de procesos) o (más recientemente) IPC (computadoras personales industriales) implementan la función de control en un contexto de proceso. Todas las señales analógicas deben transformarse en números digitales antes de que una computadora pueda leerlas, ya que estos dispositivos son sistemas digitales que ejecutan software específico de los procesos en los que se utilizan. En un sistema de control, placas o cajas denominadas "periféricos analógicos" realizan la conversión A/D. Se conectan a la CPU mediante el bus de plano posterior del sistema o un bus de campo si están montados de forma remota (en una máquina, por ejemplo). Estos módulos periféricos también contienen numerosos componentes analógicos de precisión y de señal mixta, además de circuitos digitales (para comunicarse con la CPU). La



falta de espacio y potencia es un obstáculo importante a la hora de crear periféricos analógicos cuando se necesitan más canales por placa o paquetes más pequeños (para montar en una máquina). Los siguientes circuitos describen un método para digitalizar hasta ocho canales en un solo chip y ofrecen técnicas de acondicionamiento de señales (Moreno Rocha & Medina Guzmán, 2021).

2.3.2. Sistema de adquisición de datos digitales

Este conocimiento es necesario para comprender el funcionamiento de un sistema de recopilación de datos. Se puede utilizar un sistema de recopilación de datos, por ejemplo, para probar la temperatura de una bobina calefactora que se utiliza para calentar un objeto a una temperatura particular. Al tomar una lectura de temperatura del serpentín calefactor, se puede determinar su eficacia. La adquisición de datos, que se logra con un sistema de adquisición de datos, es el término para el proceso sencillo de monitorear y registrar la temperatura. Al determinar y documentar la diferencia de potencial en el flujo de corriente a través de una resistencia eléctrica, por ejemplo, se utiliza un sistema de recopilación de datos. Para facilitar una mayor investigación, los eventos eléctricos y físicos se miden y registran utilizando un dispositivo de recopilación de datos. Un sistema de recopilación de datos utiliza software para llevar a cabo sus tareas y es capaz de procesar y almacenar datos rápidamente de diversas formas. Los sistemas de adquisición de datos pueden recopilar información de un sistema real y almacenarla de manera accesible para su posterior análisis científico o de ingeniería. Los sistemas para adquirir datos son portátiles o controlables de forma remota. Cuando se deben tomar lecturas de una muestra que puede manipularse físicamente, se utilizan métodos portátiles de captura de datos. Los sistemas de adquisición remota de datos se utilizan para obtener mediciones DAQ remotas



cuando la interacción humana directa con un elemento no es factible o esencial (Carhuavilca Vela, 2021). La naturaleza del proceso que se monitorea y el sentido común son los que deciden la frecuencia de muestreo, a veces denominada frecuencia o F . Los transductores emiten señales durante la captura de datos digitales, que luego una computadora puede digitalizar. Desafortunadamente, una computadora sólo puede almacenar muestras discretas de formas de onda de tiempo analógicas continuas, que luego se descomponen en señales. El número de muestras por unidad de tiempo obtenidas de una señal continua, que puede cuantificarse en hercios, es esencialmente lo que determina la tasa de muestreo o frecuencia de muestreo. La tasa de muestreo es un factor en la recopilación de datos que puede tener un impacto en cómo se interpreta una tendencia. Los patrones importantes pueden pasarse por alto u oscurecerse si la frecuencia de muestreo es demasiado lenta (Jorge Enrique, Nelson, & Fredy Alonso, 2021). Cuando se trata de computadoras actuales, la vieja defensa de no tener suficiente memoria o espacio en disco ya no es cierta. Para comprender la recopilación de datos, es necesario tener un conocimiento sólido de las tasas de muestreo. Los clientes frecuentemente desean velocidades de muestreo rápidas mientras realizan pruebas a corto plazo. A través del análisis a largo plazo de los procesos con velocidades de muestreo de un segundo o menos, y el almacenamiento de datos que asume diversas formas dependiendo de las demandas del cliente, se pueden obtener interpretaciones más precisas de los datos. El último eslabón de la cadena DAQ es la computadora. El propósito de la computadora es recopilar todos los datos que pasan a través del hardware DAQ para su procesamiento adicional. Para que los datos recopilados tengan sentido, es necesario hacer algo más que simplemente conectar el equipo DAQ a una computadora. Para que los hallazgos



sean comprensibles y relevantes, aún es necesario un software DAQ que utilice datos del hardware DAQ. El hardware DAQ y el usuario están separados entre sí por este software de recopilación de datos. Las computadoras son esenciales para realizar cálculos de orden superior utilizando los datos recopilados del DAQ (Pérez Barreto, 2019).

2.3.3. Sensores

Un sensor es un dispositivo que detecta entradas de cualquier tipo del mundo físico y reacciona ante ellas. La luz, el calor, el movimiento, la humedad, la presión y una variedad de otros fenómenos ambientales pueden ser todos elementos de entrada. La salida es a menudo una señal que se traduce en una pantalla que pueden ver los humanos en el sitio del sensor o que se envía electrónicamente a través de una red para ser leída o sometida a más procesamiento. El Internet de las cosas (IoT) depende de sensores. Hacen factible desarrollar un ecosistema para recopilar información sobre un entorno particular y procesarla para que pueda ser monitoreado, gestionado y controlado de manera más efectiva. Los sensores de IoT se emplean en una variedad de situaciones, incluidos hogares, exteriores, automóviles, aviones, entornos industriales y otros. Los sensores se conectan (Molina, Pichunman, Martínez-Jimenez, & PlaceresRemior, 2021).

Los sensores desempeñan un papel crucial en la vida contemporánea. Probablemente esté utilizando un mouse, que tiene un sensor óptico, si está leyendo este texto en una computadora. Cada vez que tocas la pantalla de un teléfono inteligente, se utiliza un sensor táctil. Un sensor es una herramienta que recopila información física de su entorno y la transforma en información que



puede ser utilizada por una máquina o un humano para comprenderla. La mayoría de los sensores (que transforman los datos en datos electrónicos) son electrónicos, pero otros son más simples, como un termómetro de vidrio que muestra datos visuales. Las personas utilizan sensores para medir la temperatura, determinar la distancia, identificar el humo, controlar la presión y una variedad de otras cosas. Los sensores desempeñan un papel crucial en la vida contemporánea. Probablemente esté utilizando un mouse, que tiene un sensor óptico, si está leyendo este texto en una computadora. Cada vez que tocas la pantalla de un teléfono inteligente, se utiliza un sensor táctil. Un sensor es una herramienta que recopila información física de su entorno y la transforma en información que puede ser utilizada por una máquina o un humano para comprenderla. La mayoría de los sensores (que transforman los datos en datos electrónicos) son electrónicos, pero otros son más simples, como un termómetro de vidrio que muestra datos visuales. Las personas utilizan sensores para medir la temperatura, determinar la distancia, identificar el humo, controlar la presión y una variedad de otras cosas. Hay varios tipos diferentes de sensores. Hay varios tipos diferentes de sensores en un automóvil típico. Los sensores de presión de los neumáticos muestran cuando un neumático necesita aire adicional o está desinflado. Los sensores ultrasónicos son una característica de los automóviles autónomos como el Tesla que utilizan ondas sonoras para medir la distancia entre el automóvil y otros objetos a su alrededor. Los sensores de movimiento se utilizan en los sistemas de seguridad del hogar para rastrear el movimiento de elementos en su mayoría más grandes. Un sistema de infrarrojos pasivos (PIR) es el tipo de sensor de movimiento más popular para la vigilancia del hogar, ya que puede detectar radiación infrarroja en su entorno. Además, la tecnología de sensores se emplea ampliamente en equipos



médicos. Los mioelectrodos son sensores de entrada utilizados en tecnología protésica. Los mioelectrodos captan una señal eléctrica cuando un paciente contrae los músculos. Los termómetros miden la temperatura, mientras que los sensores de latidos cardíacos rastrean y detectan el pulso de los pacientes (Veneros, y otros, 2020).

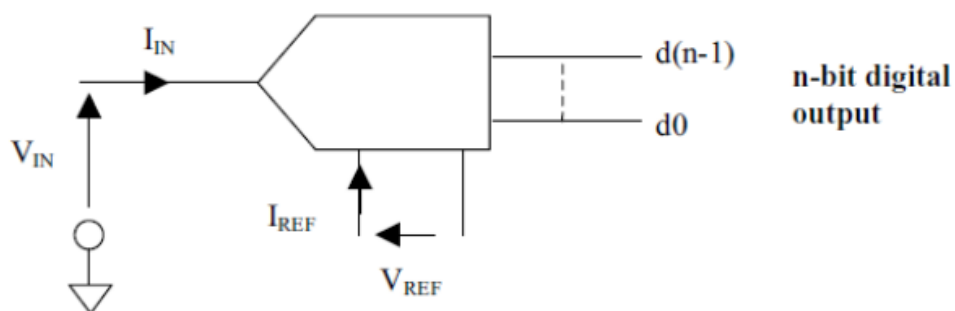
2.3.4. Convertidor analógico a digital

Los circuitos controlados por microprocesadores, Arduinos, Raspberry Pis y otros circuitos lógicos digitales similares pueden conectarse con el mundo exterior gracias a convertidores analógicos a digitales o ADC. Muchos sistemas digitales interactúan con su entorno detectando las señales analógicas de dichos transductores porque en el mundo real, las señales analógicas tienen valores que cambian continuamente y se originan en numerosas fuentes y sensores que pueden monitorear el sonido, la luz, la temperatura o el movimiento. Los circuitos digitales, por el contrario, funcionan con señales binarias, que tienen sólo dos estados discretos, un "1" lógico (ALTO) o un "0" lógico (BAJO), mientras que las señales analógicas pueden ser continuas y dar un número infinito de distintos valores de tensión (Otero Naranjo, 2021). Los convertidores analógico-digital (A/D) son circuitos eléctricos que pueden convertir entre dos dominios separados de impulsos analógicos en constante cambio y, como resultado, señales digitales discretas. En esencia, un convertidor analógico a digital captura un voltaje analógico en un momento determinado y genera un código de salida digital que representa este voltaje. La resolución de un convertidor A/D determina cuántos dígitos binarios, o bits, se utilizan para representar un valor de voltaje analógico. Si bien hay muchos chips convertidores de analógico a digital, como la serie ADC08xx, disponibles de varios fabricantes, también es posible construir un ADC

sencillo utilizando componentes discretos. El proceso de tomar una señal de voltaje analógica y convertirla en una señal digital equivalente se puede realizar de muchas maneras diferentes (Unai & Javier, 2021). Utilizar codificación paralela, a menudo denominada convertidores flash, simultáneos o de comparación múltiple, es un método sencillo y directo. En esta técnica, se utilizan comparadores para detectar varios niveles de voltaje e informar sus estados de conmutación a un codificador. Para crear un código de salida análogo para una determinada resolución de n bits, los convertidores A/D paralelos "Flash" emplean una serie de comparadores y referencias de voltaje vinculados pero espaciados uniformemente producidos por una red en serie de resistencias de precisión.

Figura 2

Estructura de un convertido.

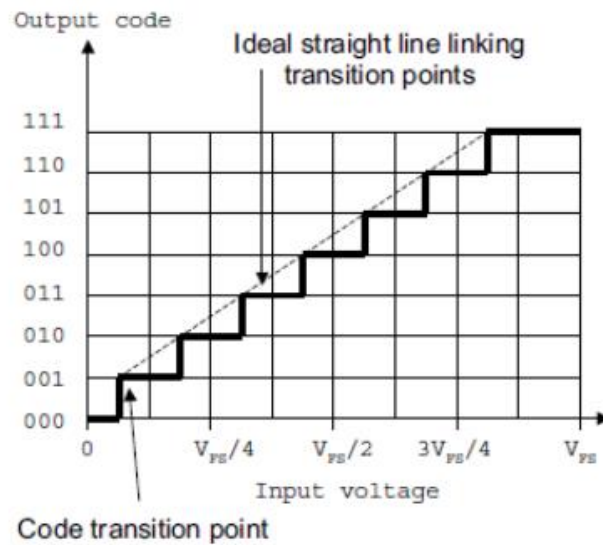


Nota: (Peña Moro, 2021)

El beneficio de los convertidores paralelos o flash es que se pueden construir rápidamente y no necesitan relojes de sincronización, ya que comparan los voltajes analógicos proporcionados a las entradas del comparador con un voltaje de referencia de inmediato. Un convertidor analógico a digital, a menudo conocido como convertidor ADC, transforma una señal analógica en digital.

Figura 3

Estructura de un convertido.



Nota: (Peña Moro, 2021)

Un tipo de circuito integrado, o IC, que cambia directamente una señal de forma continua a forma discreta es este convertidor. Es posible expresar este convertidor como A/D, ADC o A a D. El ADC por sí solo sirve como inverso del DAC. El símbolo de un convertidor analógico a digital se ve a continuación. Existen varios métodos para convertir una señal analógica a digital. Varios proveedores ofrecen en el mercado la serie ADC08xx y otras variedades de chips ADC. Por lo tanto, el uso de componentes discretos permite la construcción de un ADC sencillo (Peña Moro, 2021).



2.3.5. Adquisición y control de datos en tiempo real

Un sistema de adquisición de datos en tiempo real (DAS), que permite la recopilación, el procesamiento y el análisis de datos de diversas fuentes en tiempo real o casi en tiempo real, es una parte esencial de muchas empresas. Estos sistemas son esenciales para una variedad de usos, incluido el monitoreo ambiental, la atención médica, la automatización industrial y la investigación científica. Ofrecen la capacidad de adquirir datos de sensores, instrumentos y otras fuentes, evaluarlos rápidamente y luego decidir o iniciar acciones basadas en los conocimientos adquiridos (García, 2019). Arquitectura y sus componentes:

Un sistema típico de recopilación de datos en tiempo real incluye las siguientes partes esenciales:

- Los datos provienen de sensores e instrumentos, que incluyen desde cámaras y espectrómetros hasta transductores de presión y sensores de temperatura. Los sucesos físicos son traducidos por sensores en impulsos eléctricos, que posteriormente son recopilados por el DAS.
- Las señales sin procesar de los sensores suelen ser erráticas o poco fiables. Para mejorar la calidad de la señal y prepararla para el procesamiento digital, los procesos de acondicionamiento de señales incluyen amplificación, filtrado y conversión de analógico a digital.
- Las señales analógicas continuas de los sensores se convierten mediante convertidores analógicos a digitales (ADC) en valores digitales discretos que las computadoras pueden manejar.
- Unidad de procesamiento de datos: esta parte se encarga del procesamiento de datos digitales. Es posible que se incluya un microcontrolador, FPGA



(Field-Programmable Gate Array) o una unidad de procesamiento específica. En ocasiones, es posible que los datos se transmitan a un grupo informático diferente, especialmente cuando se realizan análisis complicados.

- Memoria: Antes del procesamiento, los datos se guardan brevemente en la memoria. Esto permite la recopilación, organización y almacenamiento en búfer de flujos de datos para un procesamiento eficaz.
- Los datos se envían desde sensores e instrumentos a la unidad de procesamiento mediante una variedad de interfaces de comunicación, que incluyen USB, Ethernet, Wi-Fi y protocolos industriales específicos como Modbus o bus CAN.
- Los sistemas DAS en tiempo real se gestionan y controlan mediante interfaces de software. Esto podría tomar la forma de una aplicación personalizada, un panel de control basado en web o incluso API para la integración de sistemas de software.
- Reloj en tiempo real: Con frecuencia se incluye un reloj en tiempo real en el DAS para proporcionar marcas de tiempo precisas de los puntos de datos. Esto es esencial para crear gráficos de series temporales y conectar datos de diversas fuentes.
- Dependiendo de la aplicación, el DAS puede utilizar los datos que ha recopilado para generar diferentes resultados o acciones. Esto podría implicar cualquier cosa, desde cambiar la configuración del proceso en un entorno industrial hasta emitir una alerta cuando se cruzan umbrales clave (Aguilar, Brito, Altamirano, & Sánchez, 2019).

Características y factores clave:



- Frecuencia de muestreo y resolución: la frecuencia de muestreo controla la frecuencia con la que se recopilan datos, mientras que la resolución describe el grado de información que se registra. Las aplicaciones que buscan información precisa requieren velocidades de muestreo y resoluciones más altas.
- Minimizar la latencia es crucial en los sistemas en tiempo real. Los retrasos en la recopilación y el procesamiento de datos se denominan latencia y son cruciales en aplicaciones donde se requieren decisiones o acciones rápidas.
- Sincronización de datos: el análisis preciso depende de la captura de datos sincronizada cuando hay varios sensores involucrados. La desalineación de datos se evita mediante una sincronización precisa.
- Escalabilidad: un DAS debería poder manejar más sensores o fuentes de datos a medida que se agregan. El sistema puede responder a necesidades cambiantes gracias a su escalabilidad.
- Seguridad e integridad de los datos: dado que los datos se recopilan de múltiples fuentes, es fundamental garantizar que estén protegidos durante su transmisión y almacenamiento. Para proteger los datos confidenciales, se utilizan con frecuencia técnicas de cifrado y autenticación.
- Los sensores están sujetos a variaciones con el tiempo o como resultado de las condiciones ambientales. Para preservar la precisión de los datos, los sistemas DAS pueden incluir procedimientos para la calibración y corrección del sensor.
- Redundancia y tolerancia a fallos: Es posible que se necesite redundancia en los componentes para aplicaciones críticas para evitar la pérdida de datos en caso de fallos de hardware.



Las aplicaciones para este tipo de sistemas son las siguientes:

- Automatización industrial: los sistemas DAS se utilizan para rastrear y gestionar operaciones industriales, maximizando la efectividad y manteniendo la calidad del resultado final.
- La captura de datos en tiempo real es esencial para muchos campos científicos, como la biología, la química y la física, ya que permite a los investigadores analizar procesos dinámicos.
- Monitoreo ambiental: DAS se utiliza para monitorear el estado del aire, el agua, la actividad sísmica y el clima, lo que ayuda con la gestión y predicción de desastres.
- Investigación biomédica y sanitaria: los sistemas DAS recopilan información del paciente, realizan un seguimiento de los signos vitales y ayudan en estudios médicos que avanzan en la terapia y el diagnóstico.
- Las aplicaciones aeroespaciales y de defensa emplean estos sistemas para vigilancia, monitoreo de sistemas complicados y recopilación de datos durante las pruebas de vuelo.

Los avances tecnológicos modernos están respaldados por sistemas de recopilación de datos en tiempo real, que nos brindan las herramientas para recopilar, procesar y analizar rápidamente datos de numerosas fuentes. Sus aplicaciones abarcan sectores y campos académicos, fomentando la creatividad, el juicio informado y la automatización (Ruiz Ariza, 2019). Para convertir los datos sin procesar en conocimientos utilizables, el diseño y la implementación de dichos sistemas necesitan un conocimiento profundo de los sensores, el procesamiento de señales, la transferencia de datos y las interfaces de software.



2.4. SENSOR DE NIVEL DE AGUA

El sensor de nivel de agua es una herramienta que detecta un nivel de líquido excesivamente alto o bajo en un recipiente estacionario. Los dos tipos de dispositivos de medición de nivel de líquido son de contacto y sin contacto, respectivamente. La medición de contacto a la que nos referimos como transmisor de nivel de agua de tipo entrada emite una señal eléctrica basada en la altura del nivel del líquido. Ahora es un transmisor de nivel de agua que se utiliza con frecuencia. El sensor de nivel de agua funciona convirtiendo la presión en su superficie frontal en la altura del nivel del líquido cuando se inserta en el líquido que se va a medir a una profundidad específica. $P = \rho \cdot g \cdot H + P_0$ es la fórmula de cálculo. En la ecuación $H + P_0$, P es la presión del sensor sobre la superficie del líquido, ρ es la densidad del líquido, g es la aceleración local de la gravedad, P_0 es la presión de la atmósfera sobre la superficie del líquido y H es la profundidad del sensor en el líquido. El sensor de nivel es una herramienta que se utiliza para medir y rastrear niveles de líquidos (y ocasionalmente sólidos). El sensor convierte los datos observados en una señal eléctrica cuando se identifica el nivel del líquido (Mosquera Barrionuevo, 2022). Los sensores de nivel se utilizan principalmente para vigilar ríos, tanques de petróleo y embalses.

- Estructura simple: no hay componentes móviles o elásticos, lo que aumenta en gran medida la confiabilidad y elimina la necesidad de mantenimiento continuo durante el funcionamiento. El proceso es fácil y práctico.
- Fácil instalación: cuando se use, conecte el cable adecuadamente en un extremo antes de insertar el otro extremo de la sonda de nivel de agua en la solución que se está probando.
- Los rangos de medición son opcionales. Se puede medir el nivel del agua entre 1 y 200 metros, y se pueden fabricar otros rangos bajo pedido.



- Amplia variedad de usos: apropiado para medir el nivel de líquido en ambientes de alta temperatura y alta presión, así como en ambientes con altos niveles de corrosión y contaminación. El seguimiento de las mareas se puede realizar construyendo un medidor electrónico del nivel del agua en la orilla del río.
- Amplia gama de medios de medición: se pueden realizar mediciones de alta precisión utilizando agua, aceite o pasta con alta viscosidad, y un amplio rango de compensación de temperatura no se ve afectado por las propiedades eléctricas, de formación de espuma o de deposición del medio de medición.
- Larga vida útil: el sensor de nivel de líquido normalmente tiene una vida útil de 4 a 5 años en un entorno típico y de 2 a 3 años en un entorno duro.
- Gran funcionalidad: Tiene la capacidad de conectarse directamente a un medidor con pantalla digital para mostrar el valor en tiempo real o a varios controladores para establecer límites superiores e inferiores para regular la cantidad de agua en el contenedor.
- Medición precisa: el sensor incorporado de alta calidad tiene una alta sensibilidad, una reacción rápida y refleja con precisión las variaciones mínimas del nivel de líquido estático o que fluye.
- Variedad de tipos: Hay muchos diseños estructurales diferentes para sensores de nivel de líquido, incluidos los tipos de entrada, de varilla recta, de brida, de rosca, inductivos, de rosca y de flotador. Puede satisfacer los requisitos de medición de cada ubicación (Huaman, Ilizarbe, Perilla, Montes, & Curasma, 2022).

2.4.1. Sensor Óptico

Utiliza un sensor óptico de estado sólido. Emplean fototransistores y LED infrarrojos conectados ópticamente, que se utilizan mientras el sensor está en el



aire. La luz infrarroja escapará del cabezal del sensor cuando se sumerja en el líquido, cambiando la salida. Estos sensores pueden detectar casi cualquier líquido, esté presente o no. Tienen poca sensibilidad a la luz de fondo, no se ven afectados por la espuma en el aire ni por las diminutas burbujas de los líquidos. Su capacidad para funcionar de forma fiable durante largos períodos de tiempo sin mantenimiento los hace valiosos en circunstancias en las que los cambios de estado deben registrarse de forma inmediata y precisa. Las ventajas son la medición sin contacto, la excelente precisión y la rápida reacción (Caro Galvis & Ballesteros Rueda, 2020). La precisión de la medición se verá afectada por el vapor de agua; por lo tanto, evite utilizarlo bajo la luz solar directa.

2.4.2. Líquido De Capacitancia

En el circuito, los interruptores de nivel de capacitancia emplean dos electrodos conductores que a menudo están hechos de metal y están bastante juntos. El circuito finaliza cuando el electrodo se sumerge en el líquido. Beneficios: Se puede utilizar para medir si el nivel de líquido en el contenedor sube o baja. La capacitancia entre los electrodos se puede determinar haciendo que el electrodo y el recipiente tengan la misma altura. El líquido no puede existir sin capacitancia. Un contenedor está completamente representado por una capacitancia que está llena. Los valores medidos de "vacío" y "lleno" deben registrarse antes de que se muestre el nivel de líquido utilizando medidores calibrados configurados en 0% y 100%. Las desventajas son que el electrodo debe limpiarse o recalibrarse ya que la corrosión alterará la capacitancia del electrodo (Cedeño Nuñez & Sanchez Paredes, 2019).



2.4.3. Sensor de Nivel de Diapasón

Una herramienta de interruptor de nivel de líquido basada en la idea del diapasón es el indicador de nivel del diapasón. La resonancia del cristal piezoeléctrico impulsa la vibración del interruptor, que es cómo funciona. Cada cosa resuena a una frecuencia específica. El tamaño, la masa, la forma, la fuerza y otras características del artículo afectan su frecuencia de resonancia. Una ilustración común de la frecuencia de resonancia de un objeto es una serie de vasos de vidrio idénticos. Al golpear mientras se llena de agua a varias alturas, puedes tocar un instrumento. Los beneficios son que no se necesita calibración y no se ve afectado en absoluto por el flujo, las burbujas, los diferentes tipos de líquido, etc (Maz Ventura & Vela Ortiz, 2019). Por otro lado, las contras son que es incompatible con medios viscosos.

2.4.4. Líquido del Diafragma

El interruptor de nivel neumático utiliza un diafragma empujado por la presión del aire y se conecta a un microinterruptor dentro del cuerpo principal del dispositivo. La presión interna en el tubo sensor aumenta a medida que aumenta el nivel del líquido, lo que eventualmente activa el microinterruptor. El interruptor se abre cuando baja el nivel del líquido, lo que hace que también baje la presión del aire. Los beneficios incluyen el hecho de que no se requiere electricidad en el tanque, la capacidad de emplear una variedad de líquidos y el hecho de que los líquidos no entrarán en contacto con el interruptor (Herrera, Jones, & Santana, 2020). El hecho de que sea un dispositivo mecánico significa que eventualmente requerirá mantenimiento.



2.4.5. Sensor de Nivel de Agua Flotante

El primer sensor de nivel fue un interruptor de flotador. Son piezas de maquinaria. El brazo está unido al flotador hueco. El brazo se moverá hacia arriba y hacia abajo cuando el flotador suba y baje en el líquido. Si el nivel del líquido baja, el brazo se puede conectar a un indicador de nivel que cambia de lleno a vacío, o se puede conectar a un interruptor mecánico o magnético que controla el encendido/apagado. Una forma asequible y eficiente de medir el nivel del agua en el pozo de bombeo del sótano es utilizar interruptores de flotador para las bombas. El interruptor de flotador tiene la capacidad de medir cualquier tipo de líquido y puede funcionar sin una fuente de energía. Son más grandes que otros interruptores y requieren un uso más frecuente ya que son mecánicos, en comparación con otros interruptores de nivel.

2.4.6. Líquido Ultrasónico

Un microprocesador gestiona el indicador de nivel digital conocido como indicador de nivel ultrasónico. El sensor (transductor) en la medición emite el pulso ultrasónico. La superficie del líquido refleja la onda sonora, que luego es captada por el mismo sensor. Un cristal piezoeléctrico la transforma en una señal eléctrica. La distancia a la superficie del líquido se mide utilizando el intervalo de tiempo entre la transmisión y la recepción de la onda sonora. El sensor ultrasónico de nivel de agua funciona sobre la base de una onda de sonido de pulso de alta frecuencia que emite el transductor ultrasónico (sonda), se refleja en la superficie del material que se está midiendo y luego es captada por el transductor y convertida en una señal eléctrica. la duración de la propagación de la onda sonora. Varía en proporción directa a la separación entre la superficie del objeto y la onda



sonora. La ecuación $S=CT/2$ se puede utilizar para representar la relación entre la distancia de transmisión de la onda de sonido S , la velocidad del sonido C y el tiempo de transmisión del sonido T . Los beneficios incluyen medición sin contacto, una gama casi ilimitada de medios medidos y una amplia gama de aplicaciones para medición de altura de diferentes líquidos y sólidos (Paredes Sandoval, 2021). Las desventajas suelen ser la temperatura ambiental actual y el polvo tienen un impacto significativo en la precisión de la medición.

2.4.7. Indicador de Nivel por Radar

Un dispositivo de medición del nivel de líquido basado en el concepto de viaje en el tiempo se denomina nivel de líquido por radar. La onda del radar viaja a la velocidad de la luz y los componentes eléctricos pueden transformar el tiempo de funcionamiento en una señal de nivel. Cuando los pulsos de alta frecuencia de la sonda chocan con la superficie del material, se reflejan de regreso a la sonda y son captados por el receptor del medidor, donde la señal de distancia se traduce en una señal de nivel. Estos pulsos se mueven a la velocidad de la luz a través del espacio (Rivera Oquendo & Villarreal Yepes, 2021). Amplio rango de uso, resistente a cambios de temperatura, polvo, vapor, etc. Contras: El eco de interferencia es simple de fabricar, lo que reduce la precisión de la medición.

2.5. SENSOR DE LLUVIA

El agua es una necesidad básica en la vida de todas las personas, pero también es crucial ahorrarla y mantenerla adecuadamente. Por lo tanto, se proporciona un sensor de lluvia para detectar lluvia en campos agrícolas y crear una alerta cuando lo haga para que podamos tomar las medidas adecuadas para preservar el agua y proteger los cultivos. Como resultado, podemos elevar los niveles del agua subterránea mediante un proceso de



recarga submarina. Este sensor reconoce la lluvia y alerta a quienes necesitan saberlo en una variedad de industrias, incluido el riego, las comunicaciones de automóviles, la automatización del hogar, etc. En este artículo se incluye una descripción general del funcionamiento de un sensor de lluvia. Un sensor de lluvia es un dispositivo que detecta gotas de lluvia u otras formas de precipitación. Este tipo de sensor funciona como un interruptor. La almohadilla sensora y el módulo del sensor son los dos componentes de este sensor. El módulo sensor recibe los datos de la plataforma sensora cada vez que cae lluvia sobre su superficie, los procesa y los emite como una señal analógica o digital (Amaro-Loza, Pedrozo-Acuña, Sánchez-Huerta, Sánchez-Vargas, & Vergara-Alcaraz, 2022). Por tanto, la salida de este sensor es tanto analógica (AO) como digital (DO).

Los detalles de los sensores de lluvia, incluidos varios parámetros y valores, se muestran a continuación.

- Voltajes de funcionamiento entre 3,3 y 5V
- 15 mA es la corriente operativa.
- La almohadilla sensora tiene una placa de níquel en una cara y mide 5 cm x 4 cm.
- LM393 es el chip comparador.
- AO (voltaje de salida analógico) y DO (voltaje de conmutación digital) son los tipos de salida.
- Las dimensiones del módulo PCB son 3,2 cm por 1,4 cm.
- La sensibilidad se puede cambiar usando las luces LED rojas/verdes del Trimpot para indicaciones de potencia y salida.

El funcionamiento del sensor de lluvia es bastante sencillo. La almohadilla sensora tiene varias pistas de cobre expuestas que funcionan colectivamente como una resistencia variable o potenciómetro. Dependiendo de la cantidad de agua que caiga sobre la



superficie de la almohadilla sensora, su resistencia se alterará en esta situación. Por tanto, la resistencia en este caso es inversamente proporcional al volumen de agua.

Más agua en la almohadilla del sensor da como resultado una mejor conductividad y una menor resistencia. De manera similar, cuando hay menos agua en la superficie, hay baja conductividad y alta resistencia. Por lo tanto, la resistencia es el factor clave que determina la salida de este sensor.

- El sensor de lluvia solo requiere 4 pines para conectarse y es extremadamente sencillo de operar.
- El pin de salida analógica (AO) transmite señales analógicas entre 5 V y 0 V de fuente de voltaje.
- Pin de salida digital (DO): este pin proporciona al circuito comparador interno una salida digital y puede conectarse a una placa Arduino o a un relé de 5 V.
- Es una conexión a tierra, el pin de tierra.
- Pin VCC: este pin suministra al sensor de lluvia una fuente de voltaje que oscila entre 3,3 V y 5 V. Aquí, el voltaje aplicado al sensor afectará cómo cambia la salida analógica.

El módulo sensor de lluvia tiene una almohadilla sensora con dos pistas en serie de cobre niquelado. Dos pines de cabecera en esta plataforma están conectados internamente a los rieles de cobre de la plataforma. El propósito principal de estos dos pines de cabecera es conectar la almohadilla sensora y el módulo del sensor de lluvia mediante dos cables de puente. En este caso, una ruta de la plataforma sensora recibe una fuente de alimentación de +5 V desde un pin del módulo del sensor de lluvia, mientras que el otro pin de la plataforma suministra la energía de retorno. Esta almohadilla suele ofrecer una enorme resistencia y es menos conductora en condiciones secas. Por tanto, es



imposible suministrar electricidad de una ruta a otra. Aquí, la cantidad de agua en la superficie de la almohadilla sensora tiene un impacto importante en la resistencia. Cuando el agua toca la superficie de la almohadilla del sensor, su resistencia disminuye y su conductividad mejora. Por lo tanto, a medida que aumenta el volumen de agua en la superficie de la plataforma, puede transferir una enorme energía a través de varios caminos. LM393 IC, LED de salida y LED de alimentación son algunas de las partes vitales que se encuentran en el módulo del sensor. Se incluye una resistencia variable en el módulo del sensor de lluvia. El objetivo principal de esto es ajustar la sensibilidad del sensor de lluvia. Para hacer esto, gire la perilla preestablecida. La sensibilidad del sensor de lluvia aumentará si se gira la perilla en la dirección del reloj. Este sensor tendrá menos sensibilidad cuando se gire en sentido antihorario (Soledispa Pillajo, 2022). El objetivo principal del LED de alimentación de este módulo es indicar si la fuente de alimentación del sensor está encendida o no. El LED ROJO se encenderá tan pronto como se encienda la fuente de alimentación de este sensor. Cuando el sensor de lluvia detecte una gota de agua o lluvia, el LED ROJO se encenderá. De manera similar, si el módulo no detecta lluvia, el LED ROJO se apagará. Primero se debe utilizar un cable de puente para conectar la almohadilla sensora al módulo del sensor. Ahora, los pines GND y VCC de los módulos del sensor de lluvia están conectados a un pin de fuente de alimentación de 5 V. Después de eso, gire la perilla del potenciómetro para ajustar la sensibilidad del sensor de lluvia y fije el voltaje umbral en el terminal no inversor del IC LM393 en el estado seco de la almohadilla. A medida que aumenta el número de gotas de lluvia sobre la superficie de la almohadilla, también aumenta la conductividad y la resistencia de la almohadilla. Después de eso, se puede aplicar un voltaje más bajo al terminal de entrada inversora del IC LM393 desde el pad. Luego, este IC utiliza el voltaje umbral para evaluar este voltaje. La salida del sensor de lluvia pasa a BAJA en esta condición porque el voltaje de entrada



es bajo en comparación con el voltaje umbral. La almohadilla tiene una alta resistencia y baja conductividad cuando no hay lluvia en su superficie. Luego se aplicará el alto voltaje a través de la plataforma. Como resultado, la entrada inversora del IC puede recibir el alto voltaje del pad. Una vez más, el circuito integrado utiliza el voltaje umbral para evaluar este voltaje. Como resultado, este voltaje de entrada es mayor que el voltaje umbral en esta condición. Como resultado, la potencia del módulo sensor aumenta. El circuito de alarma para un sensor de lluvia se muestra a continuación. Este circuito se puede construir con una variedad de piezas, incluido un módulo sensor de lluvia, un suministro de 9 V, un timbre, una resistencia variable de 300 K y un transistor BC547B, entre otros. El transistor BC547B, que funciona como interruptor en el circuito siguiente, es un componente crucial. El sensor de lluvia reacciona rápidamente ante la lluvia o las gotas de lluvia. Se puede utilizar una resistencia variable para cambiar la sensibilidad del circuito. El agua es un tremendo conductor de electricidad, por lo tanto, si llueve sobre las tiras de sensores, el circuito se encenderá. Después de que el transistor recibe el voltaje necesario para encenderse, se activa el zumbador adjunto. El zumbador de este circuito sirve en este caso como alarma para alertar al usuario. La tira del sensor debe estar muy estrechamente vinculada al circuito para un rendimiento óptimo. Este sensor se puede crear utilizando una variedad de técnicas según sus preferencias y necesidades. Uno de los primeros tipos de sensores es este. Como su nombre lo indica, a este sensor se le adjunta una taza o recipiente que recoge agua para que sirva como pluviómetro. Por lo tanto, esto ayudará al sensor a determinar si activar o no los aspersores. El principal inconveniente de este sensor es que no puede distinguir entre lluvia y escombros, lo que puede provocar que el ciclo de riego se interrumpa incorrectamente. Cuando el sensor tiene un recipiente menos profundo, el viento puede sacar el agua del contenedor, lo que causa problemas asociados. También se conocen como vasos recolectores de agua de



lluvia y funcionan con sistemas inalámbricos. Los sensores conductivos utilizan tecnología de punta y su principio de funcionamiento es la conductividad. Debajo del recipiente de este sensor se encuentran principalmente dos electrodos. Cuando el agua llega a estos electrodos, se completa un circuito y se activa un interruptor. Este sistema puede diferenciar entre agua y desechos, pero si los desechos alcanzan el mismo nivel que el agua después de una limpieza rápida, es posible que los aspersores se apaguen demasiado pronto. Por ello, tanto los sistemas colectores de agua como los sensores de lluvia conductivos tienen problemas con los contenedores abiertos. Este tipo de sensor se ha vuelto muy popular con el tiempo y se considera el más preciso. Este sensor tiene un disco de corcho que crece absorbiendo la lluvia. Tan pronto como se reúne una cantidad específica, se activa un interruptor (Sánchez Sánchez & González Ramos, 2019). Cuanto más tiempo permanezca húmedo y extendido, más tiempo permanecerán apagados los aspersores, ya que el riego programado no comenzará hasta que el disco se haya secado y haya vuelto a su tamaño normal. Este mecanismo ha sido incluido a su mando ya que ha demostrado ser preciso y eficiente. El uso principal de los sensores de congelación es detectar lluvia y heladas. Una vez que el agua ha circulado por las tuberías de los aspersores, determinan si se corre el riesgo de romperlas detectando la temperatura. Los sensores más costosos son los de este tipo. Estos son algunos de los beneficios de los sensores de lluvia.

- Al apagar el sistema de riego cuando llueve, el sensor de lluvia se utiliza para ahorrar dinero. para que se pueda disminuir la cantidad de energía utilizada.
- teoría subyacente simple
- Utiliza menos electricidad para funcionar.
- El precio de un solo sensor es menor.
- La instalación de sistemas que utilizan sensores de lluvia es bastante sencilla.



- Al utilizarlos sólo cuando sea necesario, varios sistemas basados en sensores de lluvia, como los sistemas de riego y los limpiaparabrisas de automóviles, tendrán una vida útil más larga.

Los siguientes son algunos usos de los sensores de lluvia: dado que la lluvia se detecta durante los meses de riego, son partes cruciales de los sistemas automatizados utilizados en la agricultura. Estos permiten que el sistema de riego se apague automáticamente cuando recibe una cantidad deseada de lluvia y que reanude su funcionamiento en circunstancias predeterminadas una vez que el módulo sensor se haya secado.

2.6. ARDUINO

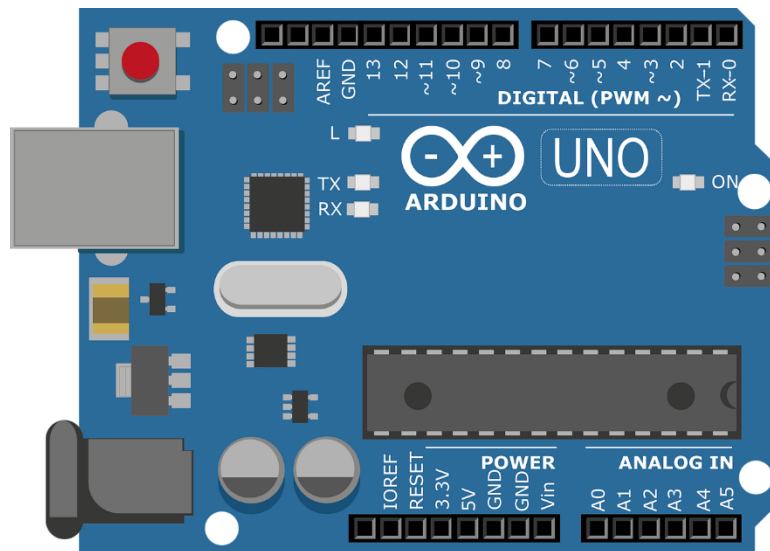
En el mundo de la electrónica no se tiene la menor duda sobre el éxito de Arduino. Hicieron algunos progresos importantes allí. Hicieron que la electrónica fuera asequible para la gente normal que quería fabricar cosas sin tener que perder tiempo aprendiendo sobre electrónica, bloques de construcción y quién sabe qué más. Sin duda, es una herramienta fantástica para la creación de prototipos. Lo hicieron bien. Cuando obtienes una placa Arduino por primera vez, probablemente te apresuras a que el LED integrado parpadee, luego probablemente intentas escribir en una pantalla LCD y luego continúas. Cuando lo sabes, ya estás trabajando con sensores en el mar de Arduino. Para que todos entiendan por qué Arduino no es un microcontrolador, pensé que sería preferible describir uno.

Un chip integrado llamado "microcontrolador" tiene un núcleo de procesamiento, RAM, ROM y pines de E/S. La mayoría de los llamados sistemas integrados se construyen utilizando microcontroladores. cosas como tostadoras, lavadoras y otros electrodomésticos (Tenorio, Bolaños, & Arce, 2022). Algunos microcontroladores

populares son ATmega32, ATmega128 y PIC16. El microcontrolador ATmega32 se ilustra en la imagen siguiente únicamente como punto de referencia.

Figura 4

Arduino UNO.



Nota: (Rivera Collazos y Sánchez Buitrago, 2022)

Para realizar proyectos interactivos, Arduino se creó como un microcontrolador de código abierto que es fácil de programar, borrar y reprogramar. Los sistemas informáticos pequeños con memoria y potencia limitadas se conocen como microcontroladores. En otros términos, un microcontrolador es un microchip que tiene memoria, capacidades de lectura y escritura, entradas y salidas y que está montado en una placa de circuito. La herramienta Arduino se lanzó por primera vez en 2005. La placa Arduino se creó para proporcionar a estudiantes, aficionados y profesionales una plataforma sencilla y asequible para construir sistemas y dispositivos que pudieran interactuar con el entorno utilizando actuadores y sensores. Está disponible una plataforma informática de código abierto llamada Arduino para crear y configurar dispositivos eléctricos basados en placas de microcontroladores económicas (Jiménez Ramírez & Ángel Español, 2020).



2.6.1. Arquitectura Y Operación

La plataforma electrónica de código abierto Arduino presenta un paquete de software que se utiliza para programar el componente de hardware. Está diseñado para fabricar numerosos productos basados en electrónica y automóviles que sean fáciles de implementar para diseñadores, aficionados y estudiantes para crear un entorno interactivo y vivo. Massimo Banzi creó la idea de Arduino, que es fácil de usar y de programar. El nombre "Pic" hoy se refiere a la computadora inteligente programable construida en 1976 que se sugiere en sistemas integrados. La arquitectura Harvard es la base de la placa procesadora Arduino. Tanto el código del programa como los datos del programa se almacenan en una memoria separada. Mientras que el programa de memoria flash almacena el código de datos, la memoria de programa también incluye almacenamiento de datos y memoria de datos. el microprocesador Atmega328 de 32kb y los 2kb de SRAM. Su EPROM tiene un tamaño de 1 KB y funciona a una velocidad de reloj de 16 MHz. Los registros de pila se incluyen en el diseño del microcontrolador PIC para preservar y devolver el funcionamiento de la RAM. EEPROM, RAM, temporizadores o contadores, puertos de E/S, memoria flash, CCP, USART, comparador, SSP, PSP, ADC, ICSP y LCD son componentes importantes de Pic. PIC18, PIC básico, PIC de rango medio mejorado y PIC de rango medio son las cuatro categorías en las que se divide. La función de ping de lectura y escritura digital de Arduino permite a los usuarios leer y escribir el valor de un pin de entrada. El modo de E/S se configura mediante el pin de modo. El valor que se utiliza para devolver e imprimir el valor de los datos de entrada se lee y escribe mediante operaciones de lectura y escritura analógicas. Al ajustar la velocidad de bits, el pin serie se utiliza para configurar la comunicación serie (Disla Tejada &



Escanio Ledesma, 2021). La gestión de dispositivos externos de los ordenadores PDP está respaldada por la foto. En comparación con otros controladores, el funcionamiento es bastante fiable y la programación es muy sencilla. Los edificios de Pic imitan a los de Harvard. Es fácil de usar y rápidamente personalizable mediante memoria flash.

2.6.2. Méritos y ventajas

Utiliza la menor cantidad de energía y presenta una interfaz que es fácil de programar en comparación con otros microcontroladores actualmente en el mercado. Tiene un precio razonable y ofrece una sencilla interfaz de circuito analógico. Dado que Arduino es de código abierto, los usuarios pueden crear sus propios kits usándolo. Se puede utilizar cualquier sistema operativo, incluidos Macintosh, Windows y Linux, para construir el kit con Arduino. Combina el popular lenguaje de programación con código Arduino, que puede modificarse y ampliarse según sea necesario. Los principiantes pueden entenderlo con facilidad. El controlador pic tiene una longitud de código limitada debido a su diseño RISC. El controlador Pic solo tiene un acumulador y no puede acceder a su memoria de programa en esta situación. La robótica, los productos eléctricos basados en infrarrojos, los hogares inteligentes automatizados y la detección de defectos en cables subterráneos son sólo algunas de las aplicaciones de Arduino (Gómez-Meza, Matute-Arias, & Negrete Peña, 2021). El uso de microcontroladores pic en la industria se debe a su bajo consumo de energía. Ofrece las formas más efectivas y convenientes de admitir herramientas de hardware y software, incluidos simuladores, depuradores y compiladores.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

La muestra recopilada para este estudio se caracteriza por tener un tamaño reducido, lo que elimina la necesidad de extraer una muestra representativa y permite abordar directamente la totalidad de la población (Martínez, 2020). En específico, se trabajó con una cantidad de datos equivalente a 8609 registros por cada sensor o parámetro medido en este análisis. Estos datos fueron adquiridos mediante un sistema especializado de recopilación de datos, con lecturas realizadas a una frecuencia de una muestra por minuto a lo largo de aproximadamente 7 días. Es importante destacar que estas lecturas se llevaron a cabo desde el día 20 de noviembre del 2023 hasta el 27 de noviembre del 2023 en el distrito de Puno, abarcando así un período representativo para obtener una visión integral de los comportamientos y variaciones en los datos recopilados. Este enfoque de trabajo con la población total fortalece la validez y la exhaustividad de los resultados obtenidos en este estudio.

3.2. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La recopilación de datos desempeña un papel crucial en este estudio, ya que la obtención de mediciones óptimas es fundamental para evitar sesgos relacionados con factores ambientales, como la presencia de ubicaciones ciegas u ocultas. En el contexto específico de este caso de estudio, la existencia de tales ubicaciones podría resultar perjudicial para la recopilación de datos y, como consecuencia, afectar el análisis de la información, generando conjuntos de datos no limpios ni óptimos. Es importante destacar que la recopilación de datos conlleva un costo significativo, especialmente en el ámbito



de la calidad. En el caso específico de la detección de la profundidad del agua y el monitoreo de las precipitaciones fluviales, se requieren conjuntos de datos de gran tamaño que abarquen una variabilidad adecuada. Es por esta razón que se ha optimizado el sistema de adquisición de datos. Esta optimización tiene como objetivo garantizar lecturas precisas de los efectos ambientales que se buscan medir en todos los escenarios posibles. El sistema se ha diseñado para ofrecer una recopilación de datos óptima, lo que, a su vez, permite obtener información de alta calidad en el distrito de Puno. Este enfoque asegura la fiabilidad y la validez de los resultados, al tiempo que minimiza la posibilidad de distorsiones causadas por condiciones ambientales adversas.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se llevó a cabo mediante un enfoque experimental respaldado por sólidos fundamentos lógicos y los pilares robustos de la ciencia. Como culminación de este proceso, se logró desarrollar un prototipo de módulo equipado con sensores para la detección de la profundidad del agua y el monitoreo de precipitaciones fluviales. Este prototipo se erige como una herramienta esencial para la recopilación de datos, cuyo propósito primordial es proporcionar la materia prima necesaria para análisis subsiguientes. Los datos generados por estos sensores se almacenan en una base de datos de considerable tamaño, estratégicamente ubicada en el distrito de Puno. Esta elección de ubicación no solo garantiza la representatividad de los datos recopilados, sino que también contribuye a la creación de un conjunto de datos robusto y exhaustivo. La instalación en el distrito de Puno se ha planificado con precisión para abarcar una diversidad de condiciones ambientales, asegurando así la captura de información relevante y variada. Este enfoque experimental y la implementación de tecnología avanzada no solo demuestran el compromiso con la rigurosidad científica, sino que también subrayan la importancia de obtener datos precisos y significativos para avanzar



en la comprensión de la dinámica del agua y las precipitaciones fluviales en el contexto específico de la región de Puno.

3.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN

En el curso de esta investigación, se adoptó un enfoque experimental, orientado a abordar de manera sistemática y rigurosa las incógnitas planteadas, mediante la formulación de hipótesis en la recopilación de datos a través de sensores destinados a medir comportamientos físico-ambientales. Este diseño experimental se fundamenta en la aplicación de pruebas en entornos con condiciones controladas, permitiendo así la contrastación empírica de la hipótesis previamente establecida. La metodología experimental aplicada en este estudio proporciona una estructura sólida para la investigación, ya que permite la observación y medición directa de los fenómenos físicos y ambientales bajo condiciones específicas. La recopilación de datos mediante sensores ofrece una base cuantitativa que respalda la evaluación y análisis de los comportamientos estudiados. Es crucial destacar que este enfoque experimental no solo se limita a la obtención de datos, sino que también se enfoca en la implementación de pruebas en condiciones controladas. Este aspecto es fundamental para validar la hipótesis formulada, ya que se busca replicar y observar los fenómenos en un entorno donde variables no deseadas o incontroladas sean mínimas, permitiendo así aislar y examinar los efectos de interés. (Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

3.5. SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Denominados también como Sistemas de Adquisición de Datos (DAQ), estos sistemas engloban tanto un sistema de medición como una computadora capaz de evaluar propiedades eléctricas o físicas, registrándolas para su ulterior análisis. La noción de DAQ fue introducida en 1963, centrándose principalmente en la supervisión o control de



una entidad física mediante software. IBM marcó un hito al presentar la primera computadora diseñada exclusivamente para tareas de adquisición de datos, conocida como el Sistema de Adquisición de Datos IBM 7700. Este último fue sustituido en 1964 por un sistema más potente, el IBM 1800, especializado en control y adquisición de datos. Con el avance tecnológico, las capacidades informáticas han experimentado cambios drásticos, permitiéndonos procesar y almacenar datos de manera eficiente. Los sistemas DAQ ilustran este progreso de manera ejemplar, siendo capaces de capturar datos de sistemas reales y almacenarlos en un formato fácilmente accesible para su revisión en contextos científicos o de ingeniería. Dada la naturaleza intuitiva de los sistemas DAQ, estos instrumentos de medición computarizados son esenciales en diversas áreas que requieren precisión, como la construcción, la electrónica, la producción y la manufactura, por mencionar algunas. Los sistemas DAQ pueden ser portátiles o utilizarse de forma remota. La portabilidad es ventajosa cuando es necesario tomar lecturas de una muestra con la que se puede interactuar físicamente, mientras que las mediciones remotas se llevan a cabo en lugares donde la presencia humana resulta incompatible. Aunque las máquinas IBM de la década de 1960 eran imponentes con una altura de 6 pies, los sistemas DAQ modernos son compactos, manteniendo una potencia considerable que supera ampliamente a sus predecesores. Los avances electrónicos de años recientes han posibilitado máquinas elegantes que no comprometen la precisión de la medición.

Con estos conceptos previamente establecidos, se establece que el sistema de adquisición de datos utilizado en esta investigación se ajustará al esquema presentado en la Fig. 5.

Figura 5

Diagrama de adquisición de datos.



Nota: Elaboración propia.

3.5.1. Microcontrolador Arduino Uno

La placa de desarrollo Arduino Mega 2560 se construye sobre la base del microcontrolador Atmega2560 AVR, que pertenece a la clase de microcontroladores de 8 bits. La tecnología del microchip ATmega16U2 es utilizada en este dispositivo de desarrollo. La programación de esta placa se realiza mediante el uso del lenguaje de cableado/procesamiento. En cuanto a la conectividad, el Arduino Mega 2560 proporciona 54 pines para entrada y salida digital, de los cuales 14 pines pueden emplearse como salidas PWM, y cuenta con



16 pines analógicos. Estas especificaciones delimitan las características fundamentales de este microcontrolador.

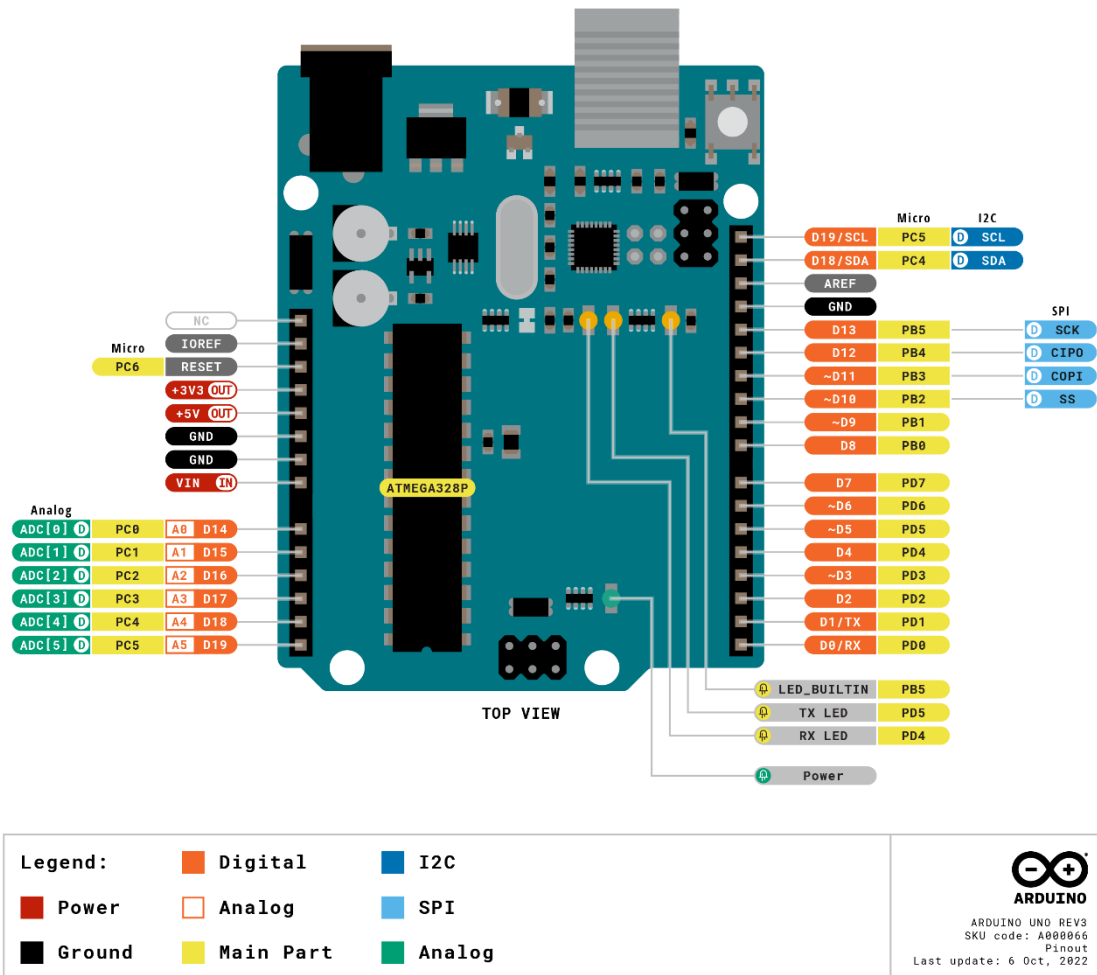
- Las características fundamentales del hardware de Arduino Mega 2560 contribuyen significativamente a su versatilidad y funcionalidad. Entre estas características destacadas se encuentran:
- Microcontrolador Atmega2560 AVR: Este componente esencial, siendo un microcontrolador de 8 bits, constituye el núcleo del hardware, proporcionando la capacidad de procesamiento necesaria para la ejecución de programas y la realización de tareas específicas.
- Tecnología del Microchip ATmega16U2: La integración de esta tecnología en el diseño del Arduino Mega 2560 resulta crucial para una gestión eficiente de la comunicación y la programación de la placa.
- Lenguaje de Cableado/Procesamiento: La capacidad de programar la placa mediante el lenguaje de cableado/procesamiento simplifica el desarrollo de proyectos y facilita la interacción con el hardware.
- Conectividad: Con un total de 54 pines para entrada y salida digital, que incluyen 14 pines configurables como salidas PWM, además de contar con 16 pines analógicos, el Arduino Mega 2560 proporciona una amplia variedad de opciones de conectividad, permitiendo la interacción con diversos componentes y periféricos.
- Compatibilidad con Shields: El hardware de Arduino Mega 2560 es compatible con "shields", que son placas de expansión diseñadas para agregar funciones específicas al sistema, como módulos de comunicación, sensores y actuadores.



- **Opciones Flexibles de Alimentación:** El dispositivo ofrece flexibilidad en cuanto a la alimentación, permitiendo su conexión tanto a través de un puerto USB como mediante una fuente de alimentación externa.
- **Arquitectura de Código Abierto:** La base de código abierto del Arduino Mega 2560 respalda la colaboración y la participación activa de la comunidad de desarrolladores, promoviendo la mejora continua del sistema.
- **Amplia Comunidad y Soporte:** La existencia de una comunidad activa y un amplio respaldo en línea facilita la resolución de problemas, el acceso a recursos y el intercambio de conocimientos relacionados con el hardware de Arduino Mega 2560.

Figura 6

Microcontrolador Arduino Uno.



Nota: (Microlog, 2023)

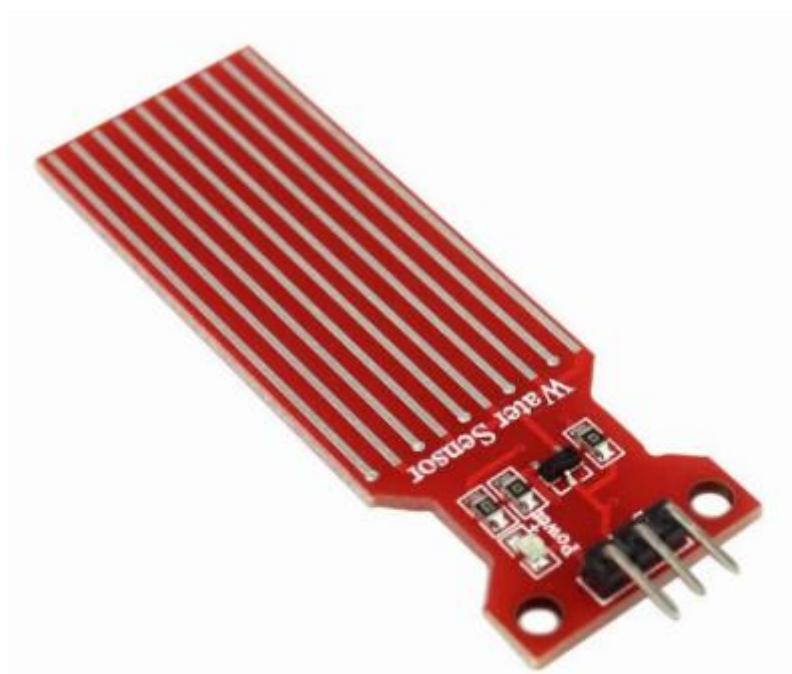
3.5.2. SENSOR DE PROFUNDIDAD

El dispositivo sensor de nivel de agua representa una herramienta de reconocimiento de nivel/caída de agua altamente accesible y eficiente desde el punto de vista económico. Este sensor se caracteriza por su capacidad para medir el nivel de agua al detectar las trazas de gotas/volumen de agua a lo largo de una serie de cables paralelos expuestos. La conversión de la señal del agua a una forma analógica se ejecuta de manera sencilla, y los valores analógicos resultantes se pueden interpretar directamente en la

placa de desarrollo Arduino. Este proceso facilita la consecución del efecto deseado de activar una alarma en respuesta al nivel del agua. Este dispositivo se destaca por su facilidad de uso y su eficacia en la medición precisa del nivel de agua, siendo además una solución económica para aplicaciones que requieren monitoreo continuo de niveles hídricos. La técnica de medición basada en trazas de gotas/volumen de agua demuestra ser una aproximación práctica y confiable para determinar el nivel de agua con precisión.

Figura 7

Sensor de profundidad de agua electrónico.



Nota: (ElecBee, 2023)

La funcionalidad de conversión de señales hídricas a valores analógicos simplifica la integración con la plataforma de desarrollo Arduino, proporcionando así una interfaz eficiente para la implementación de sistemas de alarma de nivel. La versatilidad de este sensor lo hace idóneo para una variedad de contextos, desde la vigilancia de inundaciones hasta la monitorización de niveles de líquidos en tanques industriales.

- Las características de dicho sensor son las siguientes:

- Voltaje de funcionamiento: 3-5V
- Corriente de funcionamiento: menos de 20mA
- Tipo de sensor: Analógico
- Área de detección: 40mm x 16mm
- Temperatura de funcionamiento: -40-+85

Figura 8

Módulo y sensor de profundidad de agua.

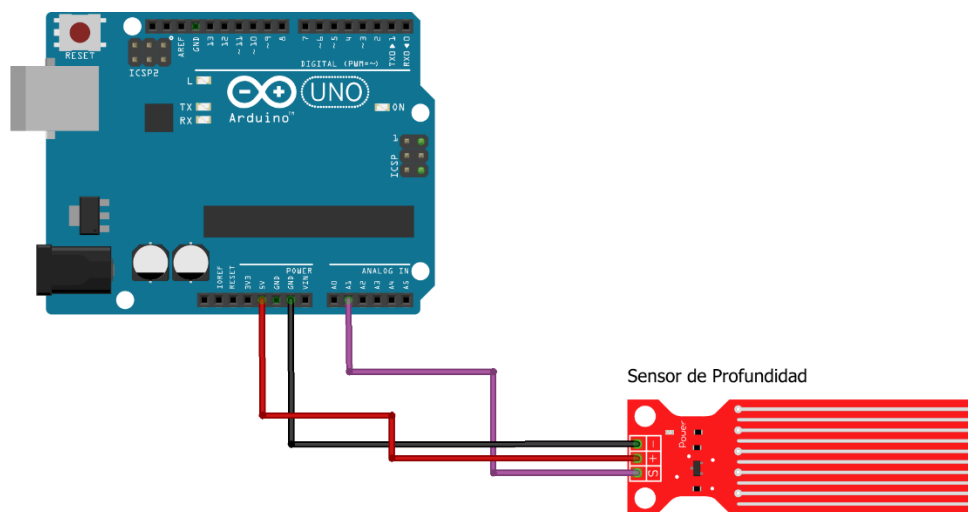


Nota: Elaboración propia.

La integración exitosa del sensor de nivel de agua con la plataforma Arduino demuestra ser una estrategia efectiva para abordar las necesidades de monitoreo hídrico en diversos contextos. Los resultados destacan la capacidad del sistema para proporcionar mediciones precisas.

Figura 9

Diagrama del sensor de profundidad.



Nota: Elaboración propia.

En la Fig. 9 se tiene el diagrama del sensor de profundidad conectado al Arduino, dicho sensor se conecta energizándose por medio del Arduino y la emisión de los datos se hace por medio de la entrada analógica A1.

3.5.3. Sensor de Lluvia

Este dispositivo tiene la capacidad de identificar las gotas de lluvia, lo que lo hace adecuado para sistemas de detección diseñados para activar funciones cuando comienza a llover. Este módulo está compuesto por una serie de pistas conductivas impresas en una placa de baquelita, con una separación mínima entre las pistas. Su funcionamiento se basa en la generación de un cortocircuito al entrar en contacto con la humedad. El agua crea un camino de baja resistencia entre las pistas con polaridad positiva y aquellas conectadas a GND. Para evitar daños al microcontrolador, se implementan resistencias de 10K en cada conductor, limitando la corriente que fluye durante el cortocircuito generado al mojarse la

placa. El circuito de control, encargado de suministrar energía al módulo, incluye un amplificador operacional, específicamente el circuito integrado LM392.

Figura 10

Sensor de lluvia.



Nota: (Solectro, 2023)

Este componente amplifica el pequeño diferencial de voltaje producido cuando una gota de agua incide sobre las pistas del módulo. En este punto se genera la señal de salida, que puede ser de tipo analógico o digital. La señal digital alterna entre los estados HIGH y LOW, dependiendo de la presencia de agua sobre las pistas de la placa. Por otro lado, la salida analógica proporciona un nivel de voltaje que varía en función de la cantidad de agua presente en el módulo.

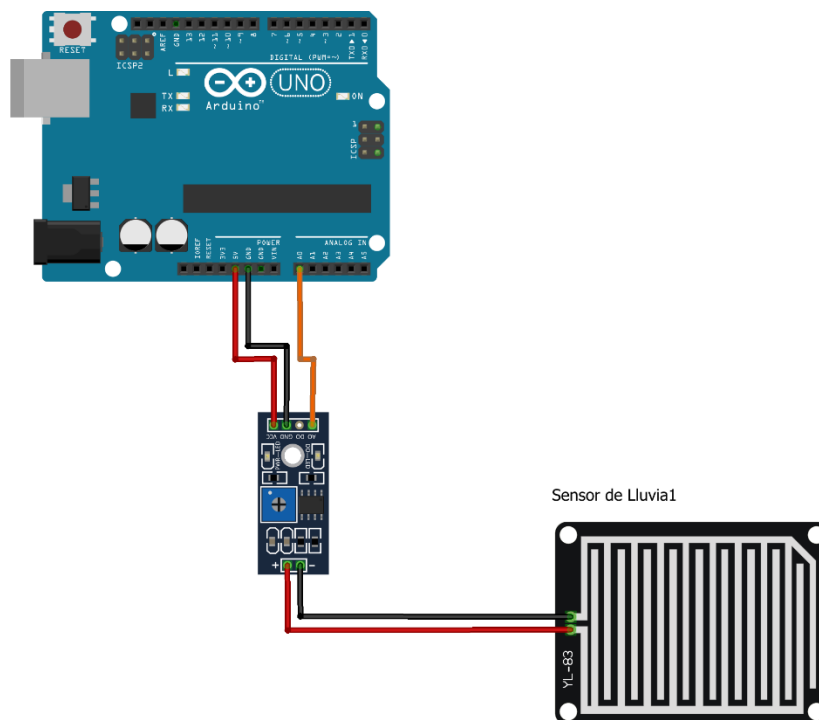
- La sensibilidad es susceptible de ajuste a través de un potenciómetro.
- Dispone de un indicador LED que señala el estado operativo.
- Ofrece salidas tanto digitales como analógicas.
- Configuración de conexiones:

- VCC: Debe ser conectado a la fuente de alimentación positiva (3 ~ 5 V),
- GND: Conexión a la red eléctrica negativa,
- DO: Salida de la señal TTL de conmutación,
- AO: Salida analógica.

En la siguiente figura se representa un sensor de lluvia conectado a un circuito que interpreta los datos emitidos de manera analógica por el sensor. Estos datos, una vez interpretados por el circuito intermedio, se envían al Arduino a través de una señal analógica, la cual se introduce en la entrada analógica A0 del Arduino.

Figura 11

Sensor de lluvia.



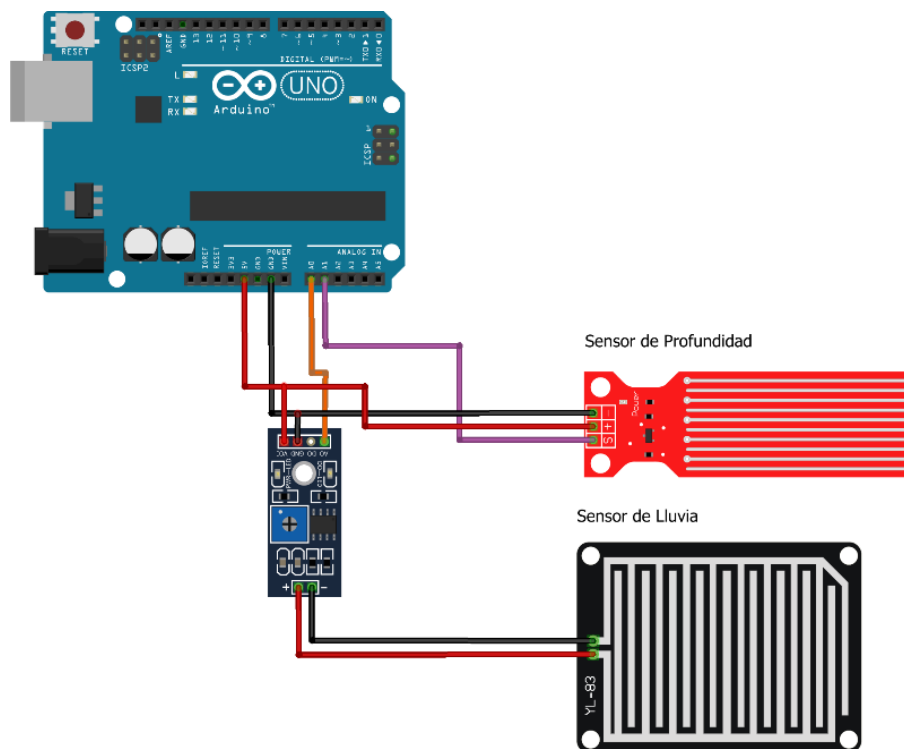
Nota: Elaboración propia.

El gráfico siguiente ilustra el conjunto integral que alberga ambos sensores, facilitando así la tarea de recolección de datos, abarcando tanto el sensor

de lluvia como el sensor de profundidad. Adjuntamos imágenes del módulo instalado en una ubicación estratégica, complementadas con un diagrama detallado que mejora la comprensión y visualización de las interconexiones entre los sensores dentro del módulo y el microcontrolador Arduino.

Figura 12

Diagrama del módulo de adquisición de datos.



Nota: Elaboración propia.

Este conjunto de imágenes y diagramas no solo brinda una representación visual del dispositivo en funcionamiento, sino que también se erige como una herramienta esencial para comprender las disposiciones físicas y electrónicas de los sensores en el módulo. La inclusión de un diagrama que delinea con precisión las conexiones entre los sensores y el microcontrolador Arduino contribuye significativamente a la claridad y comprensión del diseño del sistema. Este enfoque gráfico avanzado no solo refuerza la presentación de la configuración

técnica, sino que también facilita la replicación y el mantenimiento del sistema en distintos entornos y aplicaciones.

Figura 13

Módulo y sensor de lluvia.



Nota: Elaboración propia.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La programación del Arduino se dividió en dos etapas clave para garantizar un desarrollo efectivo y un funcionamiento óptimo del sistema. En la primera etapa, se priorizó la programación inicial de los sensores. Este enfoque permitió realizar pruebas iniciales para verificar la precisión de la lectura de los datos y facilitó la identificación de posibles ajustes o modificaciones necesarias. Este proceso de prueba inicial fue esencial para asegurar que cada sensor operara de manera correcta y coherente. En el capítulo anterior, se detallaron las conexiones que se establecieron finalmente para asegurar el correcto funcionamiento del sistema. Estas conexiones fueron el resultado de un proceso iterativo, donde se realizaron ajustes conforme se avanzaba en la programación y las pruebas. La documentación de estas conexiones en el capítulo anterior proporciona un registro claro y preciso de la configuración final, ofreciendo una guía para replicar y comprender la arquitectura implementada. En la segunda etapa de programación, una vez confirmada la correcta lectura de los sensores y establecidas las conexiones finales, se procedió a desarrollar la lógica de comunicación y transferencia de datos. Esta fase incluyó la implementación de protocolos de envío de datos hacia el servidor, asegurando una transmisión eficiente y segura de la información recopilada. Es importante destacar que durante ambas etapas de programación se siguieron buenas prácticas de desarrollo de software, como la modularización del código y la documentación adecuada. La modularización facilita la comprensión y el mantenimiento del código, mientras que la documentación detallada proporciona información esencial para futuros desarrollos o para cualquier persona que interactúe con el sistema.

Figura 14

Código Arduino lectura de sensores.

```
1  /// Definir entradas analogicas
2  int sensor_lluvia = A0;
3  int sensor_agua = A1;
```

Nota: Elaboracion propia.

Se definen dos variables enteras (`sensor_lluvia` y `sensor_agua`) y se les asignan los valores correspondientes a las entradas analógicas A0 y A1 del Arduino, respectivamente. Estos serán los pines a los que están conectados los sensores en la placa.

Figura 15

Código Arduino lectura de sensores.

```
5  /// Definir variables para almacenar lecturas analogicas
6  int valor_sensor_lluvia = 0;
7  int valor_sensor_agua = 0;
```

Nota: Elaboracion propia.

Se crean dos variables enteras (`valor_sensor_lluvia` y `valor_sensor_agua`) que se utilizarán para almacenar las lecturas analógicas de los sensores de lluvia y agua, respectivamente. Inicialmente, se les asigna el valor 0.

Figura 16

Código Arduino lectura de sensores.

```
9  void setup() {
10     /// Iniciar parametros de monitor serial
11     Serial.begin(9600);
12 }
```

Nota: Elaboracion propia.

En la función `setup()`, se inicia la comunicación serie a una velocidad de 9600 baudios mediante `Serial.begin(9600)`. Esto permite la comunicación entre el Arduino y

un monitor serial, que es una herramienta útil para imprimir información y depurar el código durante la ejecución.

Figura 17

Código Arduino lectura de sensores.

```
14 void loop() {  
15     // Leer valores de los sensores mediante entradas analogicas con la funcion analogRead  
16     valor_sensor_lluvia=1023 - analogRead(sensor_lluvia);  
17     valor_sensor_agua=analogRead(sensor_agua);
```

Nota: Elaboracion propia.

Utilizando la función `analogRead()`, se leen los valores analógicos de los sensores de lluvia y agua. Para el sensor de lluvia, se resta el valor leído de 1023 para invertir el rango de lectura.

Figura 18

Código Arduino lectura de sensores.

```
19     // Imprimir valores en monitor serial  
20     Serial.print("Lluvia: ");  
21     Serial.println(valor_sensor_lluvia);  
22     Serial.print("Profundidad: ");  
23     Serial.println(valor_sensor_agua);
```

Nota: Elaboracion propia.

Se utilizan las funciones `Serial.print()` y `Serial.println()` para imprimir en el monitor serial los valores leídos de los sensores de lluvia y agua, respectivamente.

Figura 19

Código Arduino lectura de sensores.

```
24  
25     /// Tiempo de muestreo o lectura de sensores - 60 segundos  
26     delay(60000);  
27 }
```

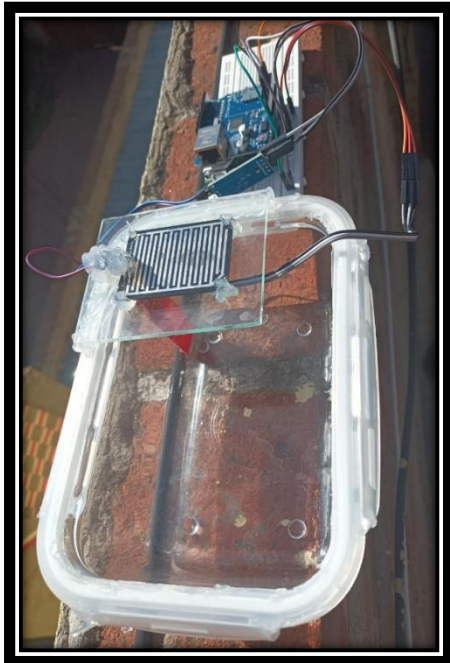
Nota: Elaboracion propia.

Se introduce un retraso de 60 segundos utilizando la función `delay()`. Esto determina el tiempo entre cada lectura de los sensores, estableciendo un intervalo de muestreo de un minuto.

En esta instancia, se describe visualmente el módulo que alberga dos sensores distintivos: uno destinado a la medición de la cantidad de lluvia y otro diseñado para evaluar la profundidad del agua. La fotografía proporciona una visión tangible de la implementación práctica de estos componentes esenciales en el contexto del sistema de monitoreo. La disposición física de los sensores en el módulo sugiere una cuidadosa planificación para optimizar su rendimiento y funcionalidad. La ubicación estratégica de cada sensor, posiblemente respaldada por consideraciones técnicas y ambientales, demuestra la meticulosidad en el diseño del sistema:

Figura 20

Modulo y sensores en la intemperie.

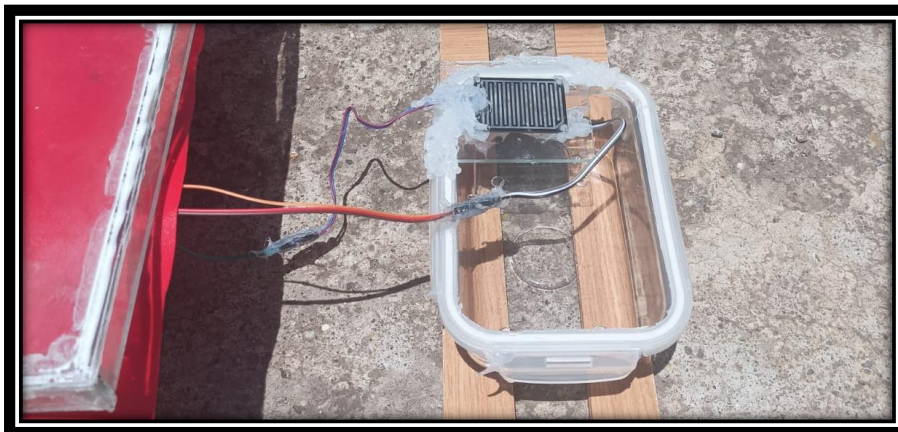


Nota: Elaboracion propia.

También se puede observar la tarjeta Arduino UNO con el Ethernet Shield, por supuesto, éstos deben ser protegidos como se verá a continuación.

Figura 21

Módulo y sensores con protección para microcontrolador y Ethernet Shield.



Nota: Elaboración propia.



La imagen captura un escenario representativo de valores registrados en condiciones de módulo seco y ausencia de lluvia, donde los datos visualizados en el monitor serial de Arduino se aproximan a cero. Este estado de referencia proporciona una línea base esencial para la interpretación de lecturas ulteriores cuando se introduce el componente de lluvia en el entorno de los sensores. Los valores cercanos a cero, según la imagen y la información proveniente del monitor serial, sugieren que, en ausencia de lluvia o condiciones húmedas significativas, los sensores exhiben lecturas mínimas o nulas. Esta observación respalda la hipótesis de que los sensores están diseñados para detectar cambios sustanciales en la humedad o en la presencia de lluvia, enfocándose en la variabilidad de las condiciones ambientales. Este estado base, al ser documentado y comprendido, establece una referencia crucial para la calibración y la interpretación de datos en futuras mediciones. Los valores próximos a cero, cuando el módulo está seco y no hay lluvia, proporcionan un punto de comparación vital para evaluar la magnitud y la dirección de las fluctuaciones en las lecturas de los sensores cuando se presentan condiciones meteorológicas adversas. Es importante destacar que este tipo de información es fundamental para la validación y la fiabilidad de los datos recopilados. La imagen y los valores asociados proporcionan un marco visual y cuantitativo para comprender las lecturas iniciales y establecer expectativas fundamentales en la interpretación de las mediciones subsiguientes bajo diferentes condiciones climáticas. En un contexto de ingeniería, este nivel de detalle y control sobre los parámetros de referencia es esencial para garantizar la precisión y la utilidad del sistema de monitoreo en su conjunto.

Figura 22

Monitor Serial con sensor sin lluvia.

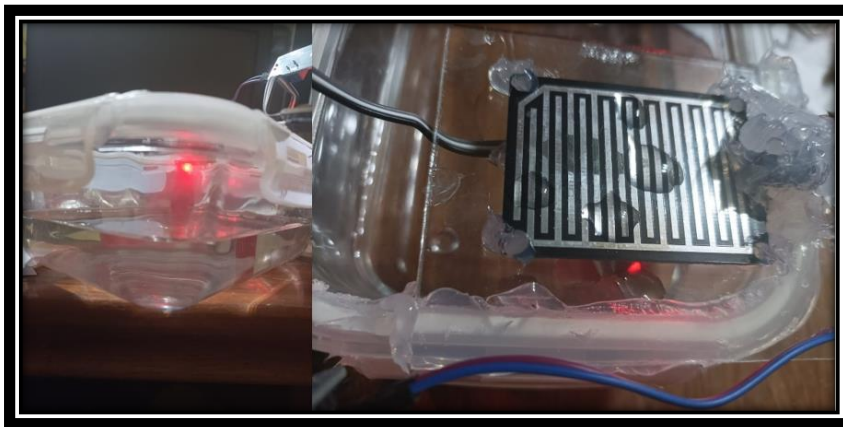
```
COM6 (Arduino/Genuino Uno)
Lluvia: 3
Profundidad: 1
Lluvia: 6
Profundidad: 2
Lluvia: 6
Profundidad: 2
Lluvia: 5
Profundidad: 2
Lluvia: 6
Profundidad: 2
Lluvia: 5
Profundidad: 2
Lluvia: 5
Profundidad: 2
Lluvia: 5
Profundidad: 2
Lluvia: 6
Profundidad: 2
```

Nota: Elaboracion propia.

Las imágenes capturan un escenario en el cual el módulo ha sido sometido a condiciones de prueba con aproximadamente un 50% de lluvia y una profundidad equivalente. Los resultados obtenidos, reflejados en valores específicos de 668 para la lluvia y 577 para la profundidad, ofrecen una visión cuantitativa de la respuesta de los sensores ante condiciones meteorológicas específicas. El valor de 668 para la lluvia indica una lectura que es considerablemente mayor que cero, lo cual es coherente con la presencia de lluvia en una proporción del 50%.

Figura 23

Modulo con 50% de lluvia y profundidad.



Nota: Elaboracion propia.

Los datos recopilados por este sensor representan la conductividad presente en el dispositivo, que en este caso consiste en dos contactos unidos a pistas conductoras entrelazadas a una corta distancia, sin que haya contacto directo entre ellas. Cuando agua se deposita sobre la superficie, los dos conductores entran en contacto eléctrico, lo cual puede ser detectado por el sensor.

Este dato es esencial para entender la capacidad del sistema para detectar y cuantificar la cantidad de lluvia, proporcionando información valiosa para aplicaciones de monitoreo meteorológico o ambiental. En cuanto a la profundidad del agua, la lectura de 577 sugiere una respuesta del sensor que correlaciona con una profundidad intermedia. Esta información es fundamental para evaluar la capacidad del sistema para medir cambios en los niveles de agua, lo cual es crucial en contextos como la monitorización de cuerpos de agua o la gestión de recursos hídricos. Este escenario de prueba demuestra la versatilidad del módulo al adaptarse y proporcionar mediciones precisas en condiciones variables. La capacidad para ofrecer lecturas cuantitativas específicas en situaciones de lluvia y profundidad del agua es un indicador positivo de la eficiencia y la precisión del sistema en la detección de cambios ambientales relevantes.

Figura 24

Monitor Serial con 50% de lluvia.

```
COM6 (Arduino/Genuino Uno)
|
|
Lluvia: 668
Profundidad: 577
Lluvia: 665
Profundidad: 573
Lluvia: 668
Profundidad: 544
Lluvia: 667
Profundidad: 543
Lluvia: 667
Profundidad: 538
Lluvia: 668
Profundidad: 536
Lluvia: 668
Profundidad: 534
Lluvia: 668
Profundidad: 534
Lluvia: 669
Profundidad: 535
Lluvia: 668
Profundidad: 535
```

Nota: Elaboracion propia.

Las imágenes presentan los resultados de las pruebas del módulo bajo condiciones de lluvia y profundidad aproximadas al 90%.

Figura 25

Modulo con 90% de lluvia y profundidad.



Nota: Elaboracion propia.

Los valores registrados, específicamente 855 para la lluvia y 544 para la profundidad, proporcionan información cuantitativa valiosa sobre la capacidad del sistema para medir niveles más altos de lluvia y cambios en la profundidad del agua. La observación de que los valores no alcanzan el rango teórico completo de 0 a 1023, que es inherente a la conversión analógica a digital del microcontrolador, plantea una cuestión interesante desde el punto de vista técnico. Este fenómeno puede atribuirse a factores como la precisión inherente de los sensores, el acondicionamiento de la señal, posibles limitaciones en la electrónica, o incluso variaciones naturales en el rendimiento de los componentes. Es importante destacar que estas discrepancias entre el rango teórico y los valores prácticos son comunes en sistemas de medición y sensorización, y su comprensión es esencial para interpretar adecuadamente los datos recopilados. En la práctica, factores como la tolerancia de los componentes, la variabilidad ambiental y otros elementos pueden influir en las mediciones y generar diferencias con respecto a los valores teóricos esperados. Este hallazgo proporciona una oportunidad para profundizar en el análisis y la calibración del sistema. La exploración de las causas subyacentes de

esta discrepancia permitiría optimizar el rendimiento del módulo y mejorar la precisión de las mediciones.

Figura 26

Monitor Serial con 90% de lluvia.

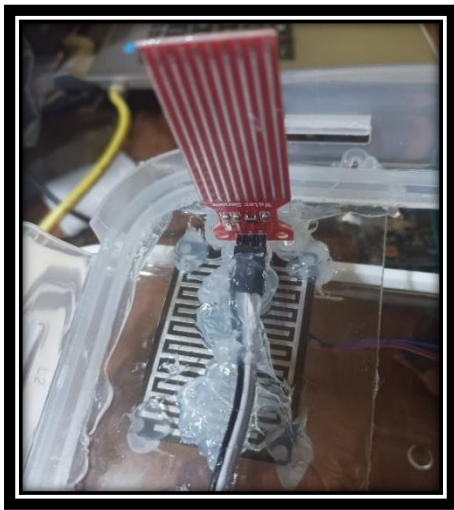
```
COM6 (Arduino/Genuino Uno)
Lluvia: 765
Profundidad: 544
Lluvia: 855
Profundidad: 543
Lluvia: 819
Profundidad: 544
Lluvia: 786
Profundidad: 553
Lluvia: 766
Profundidad: 552
Lluvia: 749
Profundidad: 549
Lluvia: 736
Profundidad: 547
Lluvia: 729
Profundidad: 545
```

Nota: Elaboracion propia.

Es posible que se requieran ajustes en el software, el hardware o en la configuración general del sistema para alinear más estrechamente las lecturas con el rango teórico esperado. En resumen, la documentación visual y cuantitativa de las pruebas bajo condiciones de lluvia y profundidad al 90% proporciona una visión crítica del rendimiento del módulo. La identificación de discrepancias entre los valores prácticos y el rango teórico establece la base para futuras investigaciones y optimizaciones con el objetivo de mejorar la precisión y la confiabilidad del sistema de medición.

Figura 27

Sensor con protección para partes sensibles.



Nota: Elaboracion propia.

La elección de utilizar silicona para proteger partes sensibles de los sensores y ubicar el módulo en la intemperie es una práctica común y efectiva en aplicaciones de ingeniería que involucran componentes electrónicos expuestos a condiciones ambientales adversas. Aquí, se detallan las razones y beneficios asociados con esta elección:

- La silicona es conocida por su resistencia al agua y a la humedad. Al aplicar una capa de silicona sobre partes sensibles de los sensores y otros componentes electrónicos, se crea una barrera impermeable que protege contra la entrada de agua, evitando daños por humedad que podrían afectar la precisión y la durabilidad de los sensores.
- La silicona también actúa como un buen aislante eléctrico. Este atributo es esencial para prevenir cortocircuitos o daños eléctricos causados por la exposición a la lluvia u otros elementos que puedan contener componentes conductivos.
- La silicona es conocida por su estabilidad en una amplia gama de temperaturas. Esta característica es crucial cuando se instala un módulo en exteriores, donde puede estar expuesto a condiciones climáticas variables. La silicona ayuda a mantener la integridad estructural y funcional del módulo en entornos con temperaturas extremas.



- La silicona es un material flexible y duradero, lo que permite que se adapte a diferentes formas y tamaños de componentes. Además, su flexibilidad ayuda a absorber vibraciones y tensiones mecánicas, lo que contribuye a la robustez general del sistema.
- En muchos casos, la silicona es transparente, lo que permite una fácil visualización de los componentes y lecturas visuales, así como el acceso a indicadores o pantallas que puedan formar parte del sistema.
- La silicona generalmente se aplica de manera sencilla mediante procesos de colado o sellado. Esto facilita la aplicación en diferentes componentes del módulo. Además, la silicona suele ser fácil de mantener y reemplazar si es necesario.

Es importante tener en cuenta que, a pesar de los beneficios, se debe considerar la ventilación adecuada para evitar la acumulación de calor dentro del módulo. Asimismo, la elección de silicona específica y su aplicación deben alinearse con las condiciones ambientales específicas a las que estará expuesto el módulo.

Después de llevar a cabo las pruebas correspondientes, se procedió a actualizar el código del Arduino con el fin de establecer la conexión entre los valores medidos y el servidor. Este ajuste permitió la transmisión efectiva de los datos, así como su almacenamiento para su posterior análisis. A continuación, se detalla el código modificado y se explica su funcionamiento.

Figura 28

Código Arduino para enviar datos al servidor.

```
1  #include <SPI.h>
2  #include <Ethernet.h>
3
4  float rain;
5  float deep;
6  float a0;
7  float a1;
8
9  byte mac[] = { 0x54, 0xAB, 0x3A, 0x5B, 0xAD, 0x05 };
10 IPAddress server(108,62,123,70);
11
12 IPAddress ip(172,16,100,133);
13 byte gateway[] = { 172, 16, 100, 1 };
14 byte subnet[] = { 255, 255, 255, 0 };
15 byte myDns[] = { 8, 8, 8, 8 };
16
17 EthernetClient client;
18
19 bool printWebData = true;
20 char sensor_id[] = "WIL-01";
```

Nota: Elaboracion propia.

Se tiene la siguiente explicación del código:

- Se incluyen las librerías SPI y Ethernet necesarias para habilitar la comunicación a través de la interfaz Ethernet Shield.
- Se declaran variables globales para almacenar las lecturas de los sensores (rain y deep) y las lecturas analógicas crudas (a0 y a1).
- La dirección MAC (mac) es una identificación única asociada al hardware de la interfaz Ethernet.
- La dirección IP del servidor (server) es la dirección a la que se enviarán los datos recopilados.

- Se define la dirección IP local (ip), la puerta de enlace (gateway), la máscara de subred (subnet), y el servidor DNS (myDns) para la configuración de la interfaz Ethernet.
- La variable client se utiliza para establecer y gestionar la conexión con el servidor web.
- La variable booleana printWebData se utiliza para determinar si se deben imprimir datos web, aunque en el código actual no se implementa ninguna acción específica.
- El sensor_id es un identificador único asignado al dispositivo.

Figura 29

Código Arduino para enviar datos al servidor.

```
22 void setup(){
23
24     //Ethershield: asignar parámetros IPv4
25     Ethernet.begin(mac, ip, myDns, gateway, subnet);
26     delay(500);
27
28     //Valores iniciales de variables
29     rain = 0.0;
30     deep = 0.0;
31     a0 = 0.0;
32     a1 = 0.0;
33
34 }
```

Nota: Elaboracion propia.

En la función setup, se inicia la conexión Ethernet utilizando la dirección MAC, la dirección IP local, el servidor DNS, la puerta de enlace y la máscara de subred previamente definidos.

Figura 30

Código Arduino para enviar datos al servidor.

```
36 void loop(){
37
38     delay(1000);
39     a0 = analogRead(0);
40     rain = 1023 - a0;
41     a1 = analogRead(1);
42     deep = a1;
43
44     if (client.connect(server, 80)) {
45         client.print("GET /RAINDEEP/formaction_raindeep.php?rain=");
46         client.print(rain);
47         client.print("&deep=");
48         client.print(deep);
49         client.print("&sensor_id=");
50         client.print(sensor_id);
51         client.println(" HTTP/1.1");
52         client.print("Host: ");
53         client.println(server);
54         client.println("Connection: close");
55         client.println();
56
57     } else {
```

Nota: Elaboracion propia.

Se introduce un retraso de 500 milisegundos (`delay(500)`) para permitir que la interfaz Ethernet se inicialice correctamente. Se establecen valores iniciales para las variables que almacenarán las lecturas de los sensores.

Figura 31

Código Arduino para enviar datos al servidor.

```
59     }
60
61     while (client.connected()) {
62         int len = client.available();
63         if (len > 0) {
64             byte buffer[80];
65             if (len > 80) len = 80;
66             client.read(buffer, len);
67             if (printWebData) {
68
69             }
70         }
71     }
72     if (!client.connected()) {
73         client.stop();
74         //delay(28358);
75         delay(58358);
76     }
77
78 }
```

Nota: Elaboracion propia.

La explicación de las dos imágenes anteriores es la siguiente:

- En el bucle principal (loop), se introduce un retraso de 1 segundo (delay(1000)) antes de realizar lecturas de los sensores, proporcionando un intervalo entre envíos de datos al servidor.
- Se leen las entradas analógicas de los sensores de lluvia (a0) y profundidad (a1).
- Las variables rain y deep se calculan a partir de las lecturas analógicas.
- Se intenta establecer una conexión con el servidor web (server) a través del puerto 80 utilizando client.connect.
- Se envía una solicitud GET al servidor web con las lecturas de los sensores y el identificador del sensor.



- La respuesta del servidor se lee en un búfer (buffer), aunque la implementación actual no realiza ninguna acción específica con esos datos.
- Si la conexión con el servidor se pierde, se detiene el cliente y se introduce un retraso significativo antes de repetir el proceso.

Después de llevar a cabo la investigación experimental con respecto a la programación del Arduino, se presentan a continuación los resultados que reflejan un enfoque aplicado de manera efectiva, evidenciando su calidad y relevancia. Se presenta la interfaz web que permite la lectura precisa de las señales de los sensores, las cuales son correctamente registradas y posteriormente cargadas en un servidor. Este sistema posibilita la visualización inmediata de los datos y su almacenamiento para su posterior análisis o conservación como histórico. La interfaz web proporciona una plataforma intuitiva y eficiente para monitorear en tiempo real las lecturas de los sensores, garantizando la confiabilidad de los datos recopilados. La correcta integración con un servidor confiere ventajas adicionales, ya que facilita la accesibilidad remota a los datos almacenados, permitiendo su visualización desde cualquier ubicación con conexión a internet. La capacidad de almacenar los datos no solo brinda un respaldo para futuras consultas, sino que también posibilita la realización de análisis retrospectivos. Esta funcionalidad es esencial para la identificación de patrones a lo largo del tiempo, el seguimiento de tendencias y la detección de posibles anomalías. Además, la disponibilidad de un historial de datos contribuye significativamente a la toma de decisiones informadas en el ámbito de la ingeniería. Es importante destacar que la implementación de esta interfaz web no solo optimiza la eficiencia operativa, sino que también maximiza la utilidad de los resultados obtenidos en el marco de la investigación. La posibilidad de aplicar análisis avanzados a través de esta plataforma proporciona un

valor añadido, permitiendo una comprensión más profunda de los fenómenos observados y abriendo la puerta a futuras investigaciones y mejoras en el diseño del sistema.

Figura 32

Página web de los datos recolectados.

Conexión Satisfactoria!

Lluvia	Profundidad	IP Cliente	ID Sensor	Fecha Hora
781.00	78.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:27:33
787.00	94.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:26:33
777.00	89.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:25:33
725.00	90.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:24:33
665.00	90.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:23:34
648.00	91.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:22:34
642.00	86.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:21:34
645.00	70.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:20:34
636.00	103.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:19:34
614.00	75.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:18:33
591.00	128.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:17:33
584.00	171.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:16:33
44.00	41.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:14:32
16.00	43.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:13:32
18.00	41.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:12:33
6.00	41.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:10:32
6.00	43.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:09:32
9.00	41.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:08:32
0.00	42.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:07:33
3.00	43.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:06:33
0.00	42.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:05:33
8.00	41.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:04:33
3.00	41.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:03:33
7.00	40.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:02:33
6.00	41.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:01:33
5.00	40.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 11:00:32
3.00	41.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 10:59:32
2.00	40.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 10:58:33
0.00	43.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 10:56:32
6.00	42.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 10:55:33
5.00	43.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 10:54:33
6.00	40.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 10:53:32
2.00	41.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 10:52:32
4.00	41.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 10:51:33
0.00	41.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 10:50:33
6.00	40.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 10:49:33
7.00	40.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 10:48:33
2.00	40.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 10:47:32
1.00	42.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 10:46:32

Nota: Elaboracion propia.

La figura anterior se proporciona una visualización detallada de los datos recolectados de los sensores, presentados de manera estructurada para facilitar su interpretación. En la primera columna, se encuentran los datos provenientes del sensor de lluvia, ofreciendo información valiosa sobre las condiciones meteorológicas asociadas a



la precipitación. La columna siguiente muestra las lecturas del sensor de profundidad, proporcionando datos relativos a los niveles o variaciones en cuerpos de agua. Una característica destacada es la inclusión de la dirección IP del dispositivo desde el cual se envió la información. Esta funcionalidad permite rastrear y vincular cada conjunto de datos a su origen específico, posibilitando la recolección remota de información desde distintas ubicaciones geográficas. La identificación de la IP agrega un nivel adicional de contexto a los datos, permitiendo un seguimiento preciso de la ubicación geoespacial de cada sensor. La siguiente columna alberga un ID del sensor, proporcionando una etiqueta única para la identificación de cada dispositivo. Este identificador no solo facilita la organización de los datos, sino que también sirve como una capa adicional de seguridad y control de acceso. Con esta etiqueta, es posible conocer a quién pertenece cada sensor o a qué ubicación específica está asociado, brindando una trazabilidad integral del sistema de monitoreo. Es crucial resaltar la importancia de la inclusión de etiquetas de seguridad, ya que garantizan la integridad y confidencialidad de los datos recopilados. Estas etiquetas no solo permiten identificar la procedencia de los datos, sino que también aseguran que la información sea utilizada de manera autorizada y se respeten los protocolos de privacidad. Finalmente, la última columna de fecha y hora confiere temporalidad a los datos, esencial para su gestión y análisis a lo largo del tiempo. Esta marca temporal posibilita la correlación de eventos, la identificación de patrones estacionales y la realización de análisis temporales, proporcionando una comprensión más profunda de la evolución de los fenómenos observados.

Figura 33

Página web de los datos recolectados.

Conexión Satisfactoria!

Lluvia	Profundidad	IP Cliente	ID Sensor	Fecha Hora
--------	-------------	------------	-----------	------------

Nota: Elaboracion propia.

La figura anterior ilustra una funcionalidad adicional que optimiza la experiencia del usuario al interactuar con la plataforma web de monitoreo. Se implementa un sistema de alerta que informa sobre el estado de la conexión y la recuperación de datos desde el servidor. Este aviso es crucial para garantizar la fiabilidad de la información presentada en la página web, permitiendo a los usuarios estar al tanto de la situación actual de la conexión y de la disponibilidad de datos recopilados. En el escenario en que la conexión experimente alguna interrupción, el sistema de alerta notificará al usuario, proporcionándole información sobre la naturaleza del problema. Esto asegura una experiencia de usuario transparente y permite la toma de medidas inmediatas para restablecer la conexión. La inclusión de un mecanismo de refresco automático en la página web es una característica valiosa. En caso de que se detecte algún error al acceder a la página, este sistema de refresco se activará automáticamente, permitiendo una recuperación rápida y la visualización de datos actualizados y precisos. Este enfoque proactivo minimiza las interrupciones y garantiza que los usuarios siempre tengan acceso a información en tiempo real sin errores percibidos. Adicionalmente, la página web podría incluir mensajes informativos que orienten al usuario sobre posibles soluciones en caso de errores persistentes, proporcionando una experiencia de usuario más completa y satisfactoria. Esto podría incluir instrucciones para verificar la conexión a internet, revisar configuraciones específicas, o contactar al soporte técnico en caso de problemas más complejos.

La representación visual que se observa en la imagen refleja de manera gráfica la disparidad entre las condiciones meteorológicas sin lluvia y con lluvia, como se visualiza a través de la interfaz de la página web donde se centralizan todos los datos recolectados. Este enfoque proporciona una visualización práctica y accesible de las variaciones climáticas registradas por el sistema de monitoreo, brindando una herramienta efectiva para la interpretación de tendencias y patrones.

Figura 34

Módulo recolectados datos.



Nota: Elaboración propia.

Es relevante señalar que este tipo de representación no solo es valiosa para la observación inmediata, sino que también facilita la comparación de datos a lo largo del tiempo, lo que es fundamental para el análisis de patrones climáticos y la toma de decisiones informadas en diversos contextos, desde la gestión de recursos hídricos hasta la planificación urbana. Este enfoque integral en la presentación visual de datos resalta la

capacidad del sistema para ofrecer información climática relevante de manera accesible y eficaz.

En la siguiente imagen se muestra un escenario meteorológico donde se registra precipitación, pero la acumulación de agua no alcanza niveles considerables. Esta condición indica una lluvia de intensidad moderada o suave durante un período de tiempo limitado. La capacidad del sistema para discernir entre niveles variables de precipitación y reflejarlo en la plataforma web es crucial para una monitorización detallada y precisa. La representación visual de esta situación específica destaca la sensibilidad del sistema ante variaciones en la intensidad de la lluvia.

La captura de pantalla proporciona una instantánea visual de la respuesta del módulo a condiciones climáticas específicas, ofreciendo un valioso contexto para la interpretación de los datos. La observación de este fenómeno meteorológico más sutil contribuye a una comprensión más completa de la dinámica climática. Es importante destacar que, aunque la acumulación de agua pueda no ser considerable en este caso particular, la capacidad del sistema para detectar y registrar incluso lluvias de menor intensidad es esencial para la generación de datos precisos y la contextualización de las condiciones meteorológicas.

Este nivel de detalle se traduce en una herramienta valiosa para aplicaciones que requieren información precisa sobre patrones climáticos, especialmente en entornos donde las lluvias ligeras también son de interés.

Figura 35

Página web de los datos recolectados.

Conexión Satisfactoria!

Lluvia	Profundidad	IP Cliente	ID Sensor	Fecha Hora
814.00	31.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:46:36
815.00	30.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:45:36
815.00	29.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:44:36
815.00	29.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:43:36
815.00	29.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:42:36
816.00	30.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:41:36
815.00	29.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:40:37
816.00	29.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:39:37
814.00	31.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:38:37
815.00	32.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:37:37
816.00	30.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:36:38
816.00	31.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:35:38
815.00	31.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:34:38
816.00	31.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:33:38
816.00	31.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:32:37
816.00	29.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:31:37
821.00	31.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:30:38
821.00	29.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:29:38
820.00	32.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:28:38
821.00	30.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:27:38
820.00	31.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:26:38
821.00	29.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:25:36
822.00	29.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:24:36
822.00	29.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:23:35
822.00	31.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:22:35
822.00	31.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:21:36
822.00	29.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:20:36
809.00	30.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:19:36
822.00	30.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:18:36
824.00	29.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:17:36
825.00	29.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:16:36
8.00	19.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:15:36
882.00	31.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:14:35
884.00	29.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:13:35
881.00	30.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:12:35
887.00	30.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:11:35
887.00	31.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:10:35
881.00	29.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:09:36
885.00	30.00	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-24 12:08:36

Nota: Elaboracion propia.

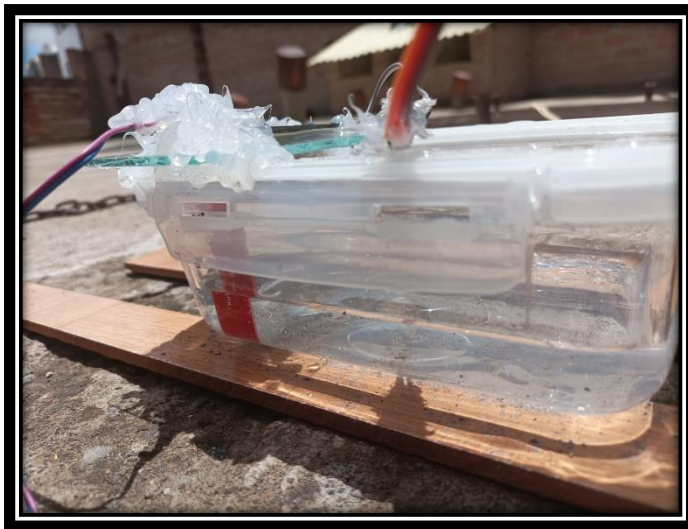
Los datos mostrados en la imagen anterior muestran que las unidades de medida de ambos sensores no están estandarizadas o no tienen una unidad universal. Al recopilar datos del sensor de lluvia y del sensor de profundidad, cuya recopilación se realiza mediante una señal analógica, estos son convertidos a una escala específica de acuerdo al diseño del sistema. En este caso, se interpreta que tanto el sensor de lluvia como el de

profundidad, al mostrar valores más altos, indican una intensidad de lluvia más pronunciada, mientras que valores bajos sugieren una lluvia de baja o nula intensidad.

La siguiente figura proporcionada ilustra el proceso de acumulación de agua en un recipiente durante el día previo a una precipitación pluvial. Este recipiente sirve como un indicador tangible de la duración y la intensidad de la lluvia experimentada en ese período específico. Es importante destacar que los datos relativos a este fenómeno fueron meticulosamente recolectados a través de dos sensores estratégicamente ubicados para obtener mediciones precisas y comprensivas.

Figura 36

Acumulación de agua.



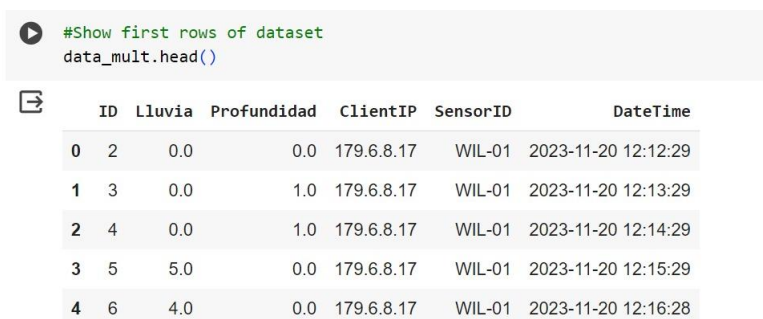
Nota: Elaboración propia.

Tras la recolección exhaustiva de datos mediante el sistema detallado previamente, se llevó a cabo un análisis adicional mediante el empleo del lenguaje de programación Python. La herramienta se utilizó para procesar y evaluar los datos almacenados, permitiendo así obtener una comprensión más profunda de la información recopilada. En la figura siguiente, se presentan de manera visual los primeros cinco registros de la base de datos generada. Este conjunto inicial de datos proporciona una

visión preliminar de la información capturada durante el proceso de recolección. Es fundamental resaltar la importancia del uso de Python como herramienta de programación para el análisis de datos, ya que su versatilidad y eficiencia brindan la capacidad de realizar tareas analíticas complejas de manera efectiva. Este enfoque metodológico, respaldado por el poder computacional de Python, contribuye significativamente a la calidad y precisión de los resultados obtenidos durante la fase de análisis de datos.

Figura 37

Registros de la base de datos.



```
#Show first rows of dataset
data_mult.head()
```

	ID	Lluvia	Profundidad	ClientIP	SensorID	DateTime
0	2	0.0	0.0	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-20 12:12:29
1	3	0.0	1.0	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-20 12:13:29
2	4	0.0	1.0	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-20 12:14:29
3	5	5.0	0.0	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-20 12:15:29
4	6	4.0	0.0	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-20 12:16:28

Nota: Elaboracion propia.

En la siguiente imagen, se presentan los estadísticos fundamentales que proporcionan una visión detallada del comportamiento de los datos. Este análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el comando `data_mult.describe()` en el entorno de programación Python. Este comando generó métricas clave, incluyendo el conteo total de observaciones (cont), la media (mean), la desviación estándar (std), el valor mínimo (min), los percentiles 25, 50 (mediana), y 75 (25, 50, 75), así como el valor máximo (max).

El conteo total de observaciones ofrece información sobre la integridad de la base de datos, indicando la cantidad de registros presentes y proporcionando una medida inicial de la cantidad de información disponible. La media y la desviación estándar son

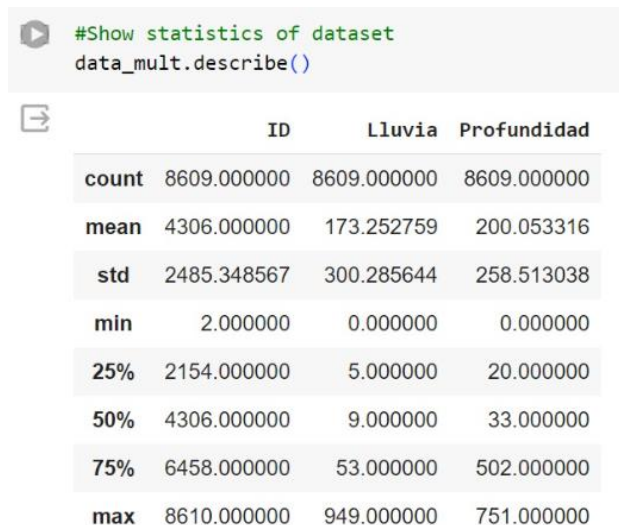
esenciales para comprender la tendencia central y la dispersión de los datos, respectivamente.

Los percentiles 25, 50 y 75 revelan la distribución de los datos en cuartiles, permitiendo una evaluación más detallada de la dispersión y la concentración de los valores. La mediana, situada en el percentil 50, proporciona una medida de tendencia central robusta ante valores extremos.

El valor mínimo y máximo ofrecen límites sobre los cuales se puede basar la interpretación de los datos. Estos extremos son cruciales para identificar posibles valores atípicos o anomalías que puedan afectar la validez de los resultados del análisis.

Figura 38

Estadígrafo de la data.



```
#Show statistics of dataset
data_mult.describe()
```

	ID	Lluvia	Profundidad
count	8609.000000	8609.000000	8609.000000
mean	4306.000000	173.252759	200.053316
std	2485.348567	300.285644	258.513038
min	2.000000	0.000000	0.000000
25%	2154.000000	5.000000	20.000000
50%	4306.000000	9.000000	33.000000
75%	6458.000000	53.000000	502.000000
max	8610.000000	949.000000	751.000000

Nota: Elaboracion propia.

En la imagen presentada se exhiben los registros más recientes de la base de datos, los cuales fueron obtenidos mediante la ejecución del comando `data_mult.tail()` en el entorno de programación Python.

Este comando se utiliza para visualizar las últimas observaciones de la base de datos, brindando así una perspectiva de los datos más recientes recolectados durante el proceso de ingeniería. La representación de los últimos registros es crucial para evaluar cualquier tendencia temporal o patrones emergentes que puedan haber surgido en la fase final de la recopilación de datos.

Además, proporciona una confirmación visual de la integridad de los datos y garantiza que no se hayan producido errores o anomalías en las observaciones más recientes. La capacidad de visualizar los últimos registros a través de `data_mult.tail()` es esencial para contextualizar y validar la información analizada previamente. Este enfoque permite a los ingenieros y analistas mantenerse actualizados sobre la evolución de los datos, garantizando así la relevancia y vigencia de los resultados obtenidos a lo largo del tiempo.

Figura 39

Registros de la base de datos.

```
[ ] #Show last rows of dataset
data_mult.tail()
```

	ID	Lluvia	Profundidad	ClientIP	SensorID	DateTime
8604	8606	19.0	250.0	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-27 11:21:01
8605	8607	11.0	247.0	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-27 11:22:01
8606	8608	6.0	278.0	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-27 11:23:02
8607	8609	7.0	244.0	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-27 11:24:02
8608	8610	11.0	250.0	179.6.8.17	WIL-01	2023-11-27 11:25:02

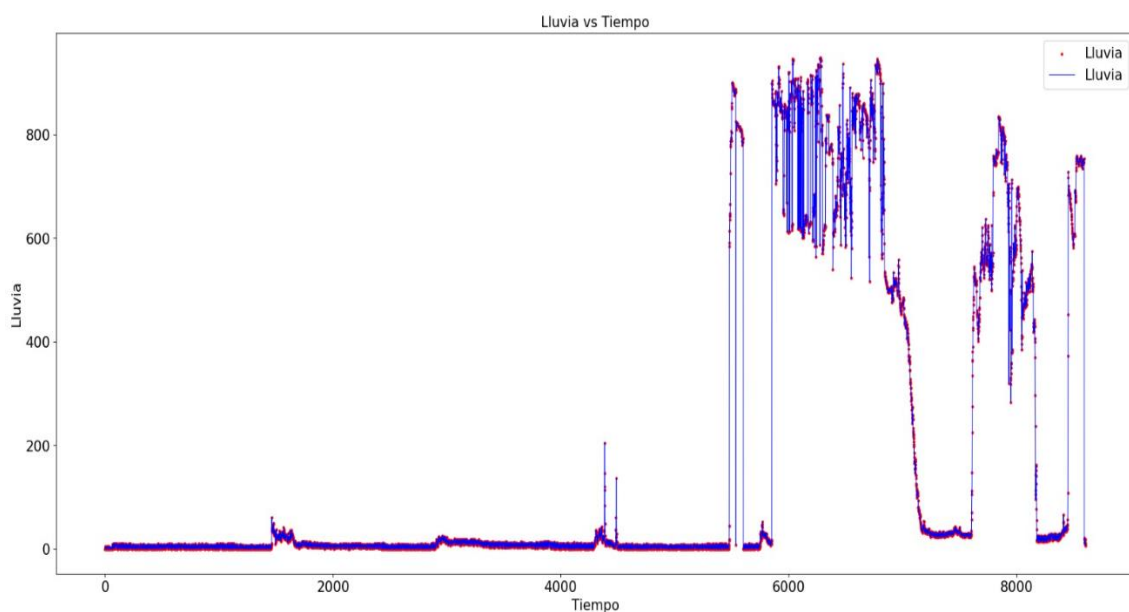
Nota: Elaboracion propia.

En la Figura 39, se presenta una representación gráfica en función del tiempo del sensor de lluvia, lo que permite examinar de manera detallada el comportamiento dinámico de esta variable a lo largo de un período específico. La representación temporal facilita la identificación de patrones, ciclos o cualquier variación significativa en la señal

del sensor de lluvia. Esta representación en el dominio temporal es esencial para comprender la variabilidad de la lluvia a lo largo del tiempo y puede revelar patrones estacionales, tendencias a largo plazo o eventos climáticos particulares. La interpretación de la figura puede ayudar a tomar decisiones informadas sobre el diseño de infraestructuras o sistemas que pueden verse afectados por las condiciones climáticas, brindando así una perspectiva valiosa para aplicaciones en general.

Figura 40

Lluvia vs Tiempo.



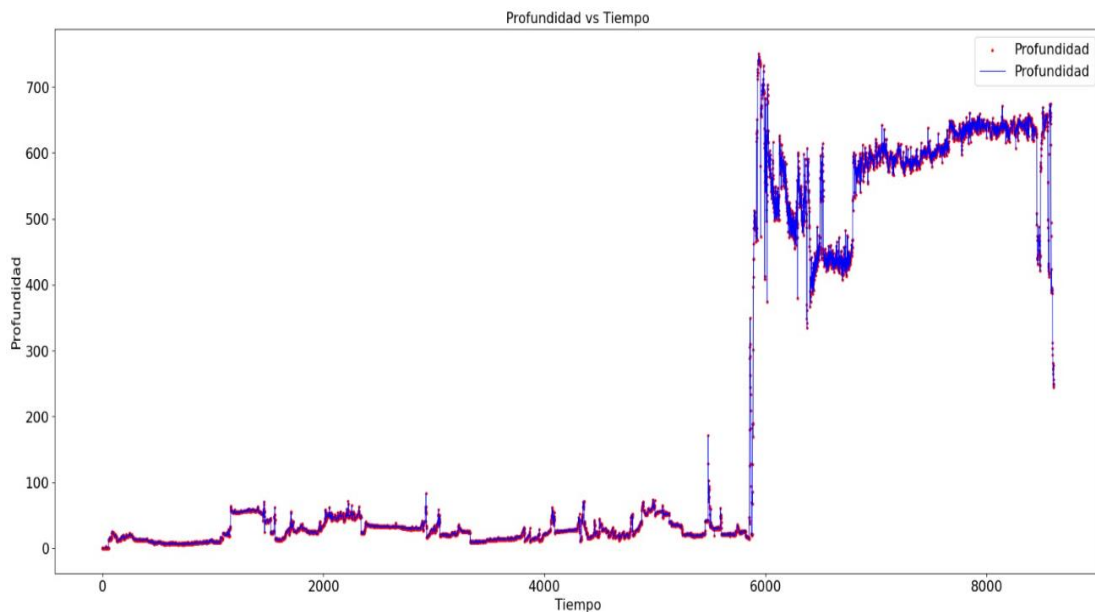
Nota: Elaboracion propia.

En la Figura 40, se exhibe una representación gráfica en función del tiempo del sensor de profundidad que registra el nivel alcanzado por el recipiente durante episodios de lluvia. Esta representación temporal proporciona una visión detallada del comportamiento dinámico de la variable de profundidad, permitiendo analizar cómo varía la cantidad de agua acumulada en el recipiente en respuesta a las condiciones climáticas. La interpretación de esta figura es crucial para entender la relación entre la intensidad de la lluvia y la profundidad del agua registrada. Patrones específicos, como incrementos

repentinos o disminuciones graduales, pueden revelar información valiosa sobre la capacidad de drenaje del área, la eficiencia del recipiente y otros factores hidrológicos relevantes.

Figura 41

Profundidad vs Tiempo.



Nota: Elaboracion propia.

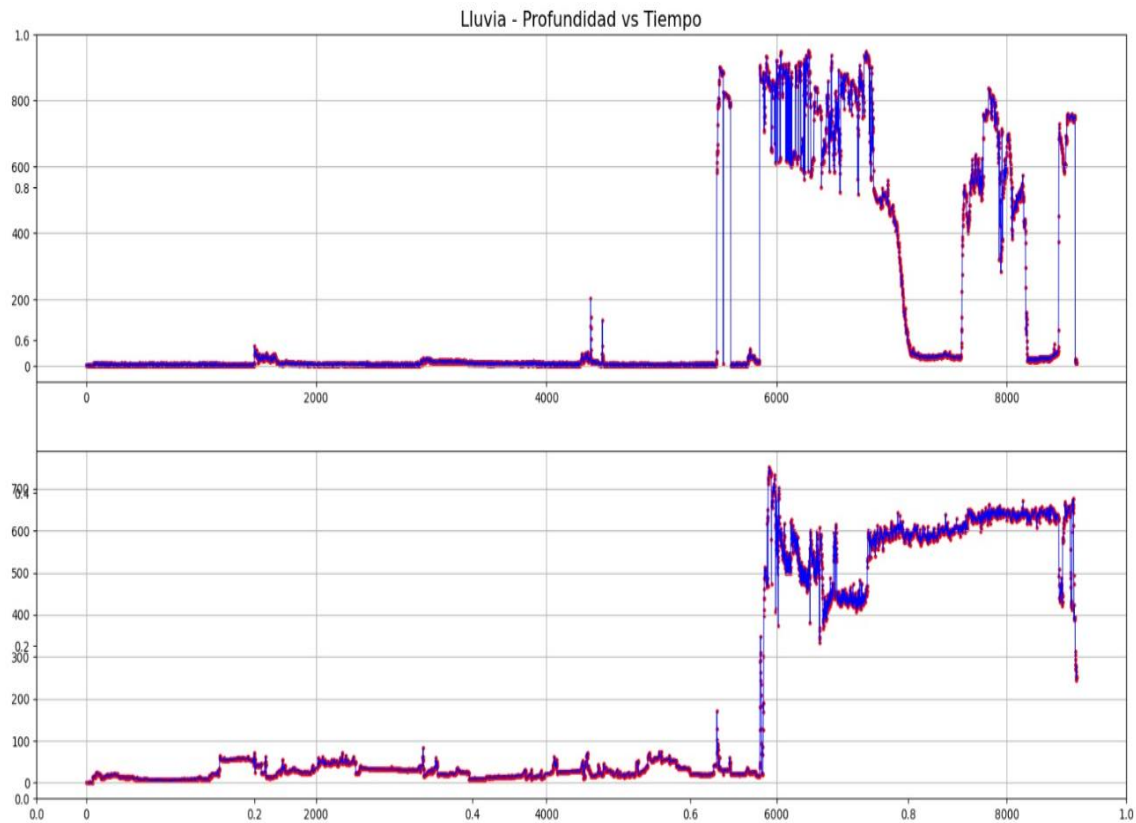
En la Figura 41, se presenta una representación gráfica en función del tiempo que integra las mediciones simultáneas del sensor de profundidad, que registra el nivel de agua en el recipiente durante la lluvia, y el sensor de lluvia, que mide la intensidad de las precipitaciones. Esta representación conjunta proporciona una perspectiva más completa y contextualizada del comportamiento de ambas variables, permitiendo una evaluación más precisa de la relación entre la lluvia y la acumulación de agua.

El análisis simultáneo de ambas variables en el dominio temporal facilita la identificación de correlaciones y patrones de respuesta conjunta. Por ejemplo, puede revelar cómo el nivel de agua en el recipiente responde a cambios específicos en la intensidad de la lluvia, así como el tiempo de retardo entre las dos variables. Estos insights

son fundamentales para comprender la dinámica hidrológica del ambiente y son esenciales para la planificación y diseño de infraestructuras relacionadas con la gestión del agua.

Figura 42

Profundidad y Lluvia vs Tiempo.



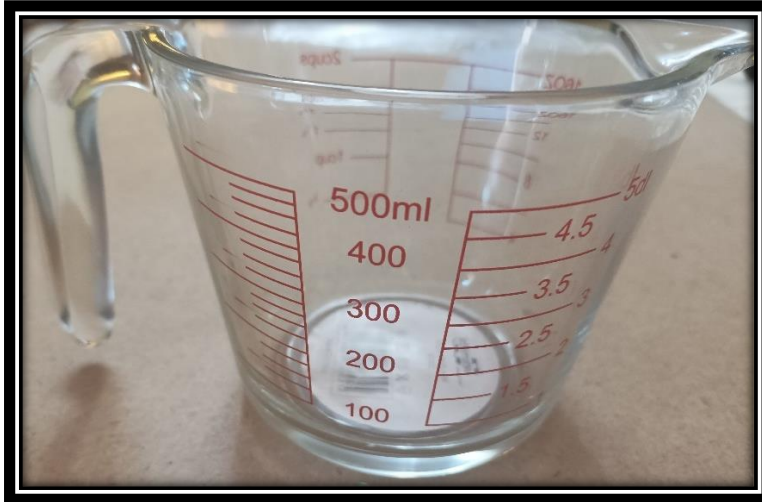
Nota: Elaboracion propia.

A continuación, se presentan los detalles de la calibración e interpretación de los resultados para el sensor de profundidad, porque el sensor de lluvia tiene una función de conocer la presencia de lluvia o no, mientras que el sensor de profundidad tiene una función de indicar la acumulación de agua producto de la lluvia, lo que se interpreta como la intensidad de la lluvia, la metodología inicia usando un envase con medida, las unidades serán los mililitros (mL).

La siguiente figura muestra el envase de referencia, considerando que tiene medidas desde los 100mL hasta 500mL, el módulo de sensores tiene una capacidad similar, por ello se eligió ese envase.

Figura 43

Envase con medida en mL.

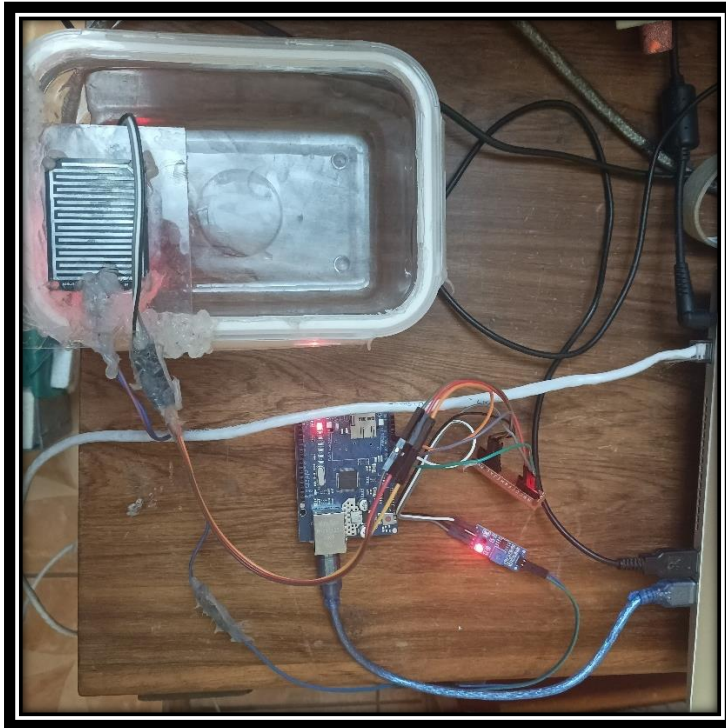


Nota: Elaboracion propia.

A continuación, se puede apreciar en la imagen el módulo de sensores sin agua, para establecer el punto inicial cuando no hay presencia de lluvia. Se nota también la conexión de la tarjeta Arduino UNO a la computadora por cable USB.

Figura 44

Módulo de sensores sin agua.



Nota: Elaboracion propia.

Seguidamente se aprecia en pantalla completa la lectura del monitor serial de Arduino IDE, donde se aprecia un valor de presencia de lluvia de 375 y un valor de profundidad de 20, en este caso nos interesa el valor de la profundidad y consideramos 20 como 0 mL o sin presencia de lluvia.

Figura 45

Monitor serial sin presencia de agua.

```

Rain-Deep-# | Arduino 1.8.4
File Edit Sketch Tools Help

Rain-Deep-#
// Definir entradas analogicas
int sensor_lluvia=A0;
int sensor_agua=A1;

// Definir variables para almacenar lecturas analogicas
int valor_sensor_lluvia=0;
int valor_sensor_agua=0;

void setup()
{
  // Iniciar parametros de monitor serial
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  // Leer valores de los sensores mediante entradas analogicas
  valor_sensor_lluvia=analogRead(sensor_lluvia);
  valor_sensor_agua=analogRead(sensor_agua);
  Serial.print("Lluvia: ");
  Serial.println(valor_sensor_lluvia);
  Serial.print("Profundidad: ");
  Serial.println(valor_sensor_agua);

  /*
  // Imprimir valores por el monitor serial
  if (valor_sensor_lluvia<=500){//para la impresion de los v
}

Sketch uses 2096 bytes (6%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 214 bytes (10%) of dynamic memory, leaving 1834 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
Arduino/Genuino Uno on COM5

```

Nota: Elaboracion propia.

Como siguiente paso se llena con agua el envase con medida hasta 100 mL y el contenido se vierte en el módulo de sensores.

Figura 46

Envase con medida en 100 mL.



Nota: Elaboracion propia.

Seguidamente se aprecia en pantalla completa la lectura del monitor serial de Arduino IDE, donde se aprecia un valor profundidad de 485 y consideramos 485 como 100 mL.

Figura 47

Monitor serial con 100 mL de agua.

The screenshot shows the Arduino IDE interface. The main editor window displays the following code:

```
Rain-Deep-# | Arduino 1.8.4
File Edit Sketch Tools Help

Rain-Deep-#
// Definir entradas analogicas
int sensor_lluvia=A0;
int sensor_agua=A1;

// Definir variables para almacenar lecturas analogicas
int valor_sensor_lluvia=0;
int valor_sensor_agua=0;

void setup()
{
  // Iniciar parametros de monitor serial
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  // Leer valores de los sensores mediante entradas analogicas
  valor_sensor_lluvia=analogRead(sensor_lluvia);
  valor_sensor_agua=analogRead(sensor_agua);
  Serial.print("Lluvia: ");
  Serial.println(valor_sensor_lluvia);
  Serial.print("Profundidad: ");
  Serial.println(valor_sensor_agua);

  /*
  // Imprimir valores por el monitor serial

  if (valor_sensor_lluvia<=500){//para la impresion de los va
```

The serial monitor window (COM5) shows the following output:

```
Lluvia: 462
Profundidad: 491
Lluvia: 464
Profundidad: 488
Lluvia: 461
Profundidad: 487
Lluvia: 467
Profundidad: 477
Lluvia: 467
Profundidad: 478
Lluvia: 461
Profundidad: 485
Lluvia: 455
Profundidad: 486
Lluvia: 459
Profundidad: 483
Lluvia: 460
Profundidad: 481
Lluvia: 460
Profundidad: 480
Lluvia: 460
Profundidad: 481
Lluvia: 458
Profundidad: 484
```

At the bottom, the IDE status bar indicates: "Sketch uses 2096 bytes (6% of program storage space. Maximum is 32256 bytes. Global variables use 214 bytes (10% of dynamic memory, leaving 1834 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.)"

Fuente: Elaboracion propia.

Nuevamente se llena con agua el envase con medida hasta 100 mL y el contenido se vierte en el módulo de sensores para aumentar su contenido hasta 200 mL. Se aprecia un valor profundidad de 505 y consideramos 505 como 200 mL.

Figura 48

Monitor serial con 200 mL de agua.

The screenshot shows the Arduino IDE interface. The main window displays the following code:

```
Rain-Deep-#  
// Definir entradas analogicas  
int sensor_lluvia=A0;  
int sensor_agua=A1;  
  
// Definir variables para almacenar lecturas analogicas  
int valor_sensor_lluvia=0;  
int valor_sensor_agua=0;  
  
void setup()  
{  
  // Iniciar parametros de monitor serial  
  Serial.begin(9600);  
}  
void loop()  
{  
  // Leer valores de los sensores mediante entradas analogicas  
  valor_sensor_lluvia=1023 - analogRead(sensor_lluvia);  
  valor_sensor_agua=analogRead(sensor_agua);  
  Serial.print("Lluvia: ");  
  Serial.println(valor_sensor_lluvia);  
  Serial.print("Profundidad: ");  
  Serial.println(valor_sensor_agua);  
  
  /*  
  // Imprimir valores por el monitor serial  
  
  if (valor_sensor_lluvia<=500){//para la impresion de los v
```

The serial monitor window (COM5) displays the following output:

```
Lluvia: 449  
Profundidad: 509  
Lluvia: 449  
Profundidad: 509  
Lluvia: 449  
Profundidad: 508  
Lluvia: 448  
Profundidad: 506  
Lluvia: 448  
Profundidad: 504  
Lluvia: 448  
Profundidad: 503  
Lluvia: 448  
Profundidad: 501  
Lluvia: 448  
Profundidad: 501  
Lluvia: 448  
Profundidad: 500  
Lluvia: 447  
Profundidad: 500  
Lluvia: 448  
Profundidad: 500  
Lluvia: 443  
Profundidad: 501
```

At the bottom, a status bar indicates: "Done uploading. Sketch uses 2096 bytes (6%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes. Global variables use 214 bytes (10%) of dynamic memory, leaving 1834 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes."

Nota: Elaboracion propia.

Se repite el proceso varias veces hasta llegar a los 500 mL que es casi el contenido total del módulo de sensores.

Entonces para la profundidad se obtiene valores de 20 para 0 mL, 485 para 100 mL, 505 para 200 mL, 530 para 300 mL, 572 para 400 mL y 585 para 500 mL. Se puede notar claramente que es una escala lineal donde 0 mL es 485 y 500 mL es 585, eso hace un incremento en el sensor de profundidad de 100 para un aumento de 500 mL, lo que indica un incremento de profundidad de 20 para un aumento de 100 mL.

A continuación, se ve el valor de 585 para una profundidad de 500 mL en el monitor serial de Arduino IDE.

Figura 49

Monitor serial con 500 mL de agua.

The screenshot shows the Arduino IDE interface. The main window displays the following code:

```
/// Definir entradas analogicas
int sensor_lluvia=A0;
int sensor_agua=A1;

/// Definir variables para almacenar lecturas analogicas
int valor_sensor_lluvia=0;
int valor_sensor_agua=0;

void setup()
{
  /// Iniciar parametros de monitor serial
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  /// Leer valores de los sensores mediante entradas analogicas
  valor_sensor_lluvia=analogRead(sensor_lluvia);
  valor_sensor_agua=analogRead(sensor_agua);
  Serial.print("Lluvia: ");
  Serial.println(valor_sensor_lluvia);
  Serial.print("Profundidad: ");
  Serial.println(valor_sensor_agua);

  /*
  /// Imprimir valores por el monitor serial
  */
}
```

The serial monitor window on the right shows the following output:

```
Lluvia: 436
Profundidad: 598
Lluvia: 439
Profundidad: 595
Lluvia: 440
Profundidad: 591
Lluvia: 437
Profundidad: 589
Lluvia: 440
Profundidad: 587
Lluvia: 439
Profundidad: 585
Lluvia: 447
Profundidad: 571
Lluvia: 442
Profundidad: 580
Lluvia: 441
Profundidad: 580
Lluvia: 442
Profundidad: 578
Lluvia: 441
Profundidad: 575
Lluvia: 438
Profundidad: 578
```

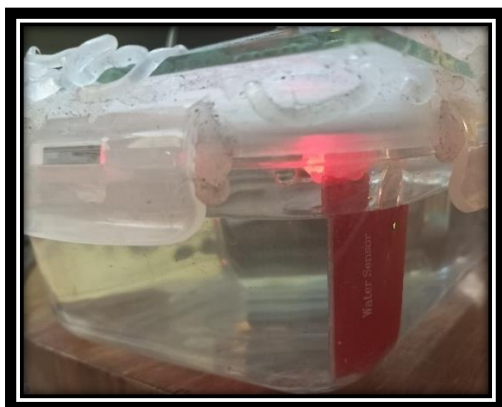
At the bottom, a status bar indicates: "Done uploading. Sketch uses 2096 bytes (6%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes. Global variables use 214 bytes (10%) of dynamic memory, leaving 1834 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes."

Nota: Elaboracion propia.

Se aprecia el módulo de sensores con el sensor de profundidad con agua en 500 mL, llegando así casi a la totalidad de la capacidad del módulo de sensores.

Figura 50

Módulo de sensores con 500 mL.

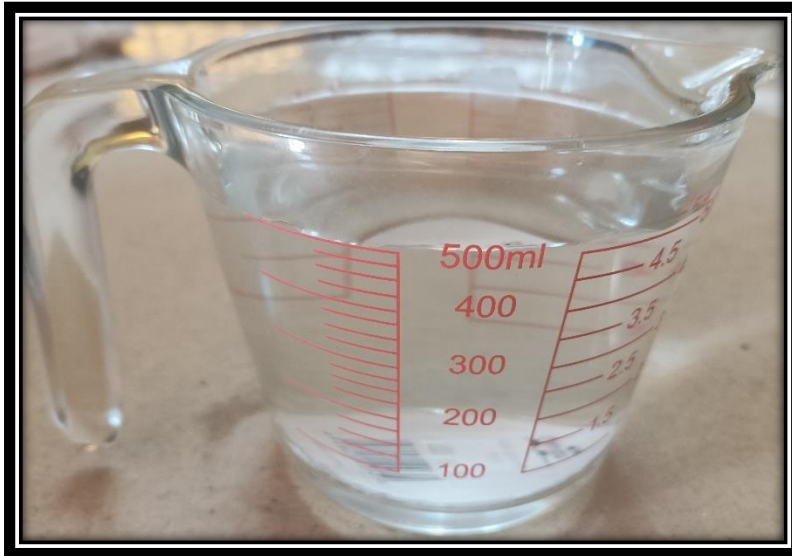


Nota: Elaboracion propia.

Todo este contenido se ha vertido en el envase con medida para comprobar que realmente son 500 mL, lo que se puede apreciar en la imagen siguiente.

Figura 51

Envase con medida en 500 mL.



Nota: Elaboracion propia.



V. CONCLUSIONES

El desarrollo y ejecución de este proyecto de investigación han llevado a la conclusión de que el diseño e implementación de un módulo con sensor de detección de profundidad de agua es una contribución valiosa para el monitoreo de precipitaciones fluviales en el distrito de Puno. La necesidad crítica de contar con sistemas eficientes y precisos para el monitoreo de las precipitaciones fluviales se ha abordado con éxito mediante un enfoque multidisciplinario que incorpora tecnologías innovadoras. El logro del objetivo general de este proyecto ha demostrado ser un hito significativo en la aplicación de tecnologías innovadoras para abordar desafíos hidrológicos. La creación exitosa de un módulo integrado con un sensor de detección de profundidad de agua ha validado la importancia de contar con herramientas eficientes para el monitoreo de precipitaciones fluviales, sentando las bases para futuras investigaciones y aplicaciones en la gestión de recursos hídricos.

La identificación de variables clave ha contribuido no solo a la consecución de los objetivos específicos, sino que también ha enriquecido la comprensión del comportamiento hidrológico en la región de Puno. Este conocimiento detallado sobre las variables pertinentes proporciona una base sólida para investigaciones futuras y la implementación de estrategias de gestión de recursos hídricos más efectivas.

El diseño e implementación exitosos del sensor de detección de profundidad de agua, utilizando la plataforma Arduino y sensores especializados, respaldan la viabilidad de soluciones tecnológicas asequibles y eficaces. Este logro contribuye a la literatura científica y tecnológica, destacando la importancia de la adaptabilidad de las plataformas de código abierto para abordar desafíos específicos en el monitoreo hidrológico.



La culminación del proyecto con el diseño e implementación del módulo ha superado las expectativas. La conexión a un servidor en la nube y la presentación de datos a través de una página web ofrecen una solución integral y accesible para la monitorización y la toma de decisiones. Este componente no solo valida la aplicación práctica de la investigación, sino que también sugiere aplicaciones potenciales en otros contextos geográficos y climáticos.



VI. RECOMENDACIONES

Para mejorar el sistema de monitoreo hidrológico en el distrito de Puno, se sugiere incrementar la precisión del sensor mediante la exploración de dispositivos más precisos, incorporar sensores redundantes para garantizar la fiabilidad, adoptar tecnologías emergentes como inteligencia artificial, ampliar la capacidad de almacenamiento para manejar volúmenes crecientes de datos, explorar tecnologías de transmisión de datos más rápidas, considerar fuentes de energía renovable como paneles solares para mayor autonomía, desarrollar capacidades de autodiagnóstico para intervenciones proactivas y establecer colaboraciones con instituciones de investigación para mantenerse actualizado con las últimas innovaciones en monitoreo hidrológico. Estas recomendaciones buscan fortalecer la efectividad y eficiencia del sistema, consolidando su papel en la gestión de recursos hídricos y la prevención de desastres naturales.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, T., Brito, G., Altamirano, S., & Sánchez, A. (2019). *Monitoreo y Videovigilancia basado en IoT en tiempo real de las Unidades de Transporte Colectivo*. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação. doi:<https://www.proquest.com/openview/517ed4ece55602f206e561174492aaf9/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>
- Amaro-Loza, A., Pedrozo-Acuña, A., Sánchez-Huerta, A., Sánchez-Vargas, C., & Vergara-Alcaraz, E. A. (2022). *Evaluación de las mediciones de lluvia en la Ciudad de México utilizando la red de disdrómetros y su comparación con respecto a la red de pluviómetros de balancín*. Ingeniería del agua. doi:<https://doi.org/10.4995/ia.2022.17217>
- Arciniega Zavala, A. S., & Pastas Montes, J. F. (2023). *Desarrollo de una aplicación móvil para predecir las precipitaciones fluviales en la ciudad de Quito utilizando el algoritmo Random Forest*. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. doi:<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25475>
- Arroyo Palacios, E. D., & Castillo Herrera, J. F. (2021). *Identificación de las cuencas ciegas en el A.H. Las Montero - distrito de Castilla, provincia y departamento de Piura y afectación a la población de la zona frente a precipitaciones pluviales*. Repositorio Institucional UNP. doi:<http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2712>
- Carhuavilca Vela, A. M. (2021). *Diseño e implementación de un sistema de adquisición de datos para el registro de irradiancia, temperatura y cálculo de productividad energética de los sistemas fotovoltaicos conectados a red*. Ingeniero Electrónico - PUCP. doi:<http://hdl.handle.net/20.500.12404/20409>
- Carlessi, H., & Reyes Mesa, C. (2021). *Metodología y diseños en la investigación científica*. Hector H. Carlessi.



- Caro Galvis, E. J., & Ballesteros Rueda, M. Y. (2020). *DESARROLLO DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN DE TEMPERATURA Y NIVEL DE AGUA CON ALERTA LOCAL Y ALERTA TEMPRANA A UN APLICATIVO MÓVIL DESARROLLADO*. Unidades Tecnológicas de Santander. doi:<http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/9730>
- Carrasco Díaz, S. (2019). *Metodología de la Investigación Científica. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. Editorial San Marcos.
- Cedeño Nuñez, P., & Sanchez Paredes, T. (2019). *Diseño de una red iot basada en sensores para monitorear el nivel de agua en un reservorio de espol*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. doi:<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/47438>
- Disla Tejada, N. M., & Escanio Ledesma, H. J. (2021). *Internet de las cosas: diseño, desarrollo e implementación de un prototipo de vivienda domótica integrando las plataformas Arduino y Android*. Repositorio Institucional RI-UNPHU. doi:<https://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/3486>
- ElecBee. (2023). *Módulo de Sensor de nivel de agua de lluvia*. España.
- García, P. A. (2019). *Sistemas embebidos de tiempo real con aplicaciones en bioingeniería*. Universidad Nacional de La Plata. doi:<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/74734>
- Gómez-Meza, J. S., Matute-Arias, S. V., & Negrete Peña, T. J. (2021). *Diseño de un prototipo IoT para el monitoreo de material particulado en espacios reducidos utilizando ESP32 con servidor hospedado en la nube*. Universidad Politécnica Salesiana. doi:<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8079673>
- González Mateos, G. (2022). *Sistema de adquisición de datos en redes submetering con comunicaciones Modbus/TCP*. Máster Universitario en Ingeniería Industrial. doi:<https://buleria.unileon.es/handle/10612/16683>



- Hernández Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). *METODOLOGIA INVESTIGACION LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA 6TA EDICIÓN*. McGraw-Hill Interamericana de España.
- Herrera, R. P., Jones, N. E., & Santana, M. d. (2020). *Sistema IoT para el control del nivel de tanques en Aguas de la Habana*. *Revista Cubana de Transformación Digital*. doi:<https://rctd.uic.cu/rctd/article/view/19>
- Huaman, D. P., Ilizarbe, G. M., Perilla, K. M., Montes, Y. K., & Curasma, R. P. (2022). *Implementación de un prototipo de monitoreo del nivel del agua en el reservorio de Viñas de la ciudad de Pampas de la provincia de Tayacaja*. Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo - UNAT. doi:<https://doi.org/10.47797/llamkasun.v3i1.89>
- Jauré, R. V. (2019). *Desarrollo de sistemas de adquisición de datos y control para uso didáctico*. Universidad Nacional de General Sarmiento. doi:fjaure@campus.ungs.edu.ar
- Jiménez Ramírez, E. V., & Ángel Español, I. D. (2020). *Diseño e implementación de un sistema de información basado en IoT y aplicativos web orientado a piscicultivos*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. doi:<http://hdl.handle.net/11349/27980>
- Jorge Enrique, C. M., Nelson, B. L., & Fredy Alonso, L. S. (2021). *Módulo Terminal Remoto, para la adquisición de datos, monitoreo y control de procesos Agroindustriales - AgricULTIC*. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052021000200245>
- Martínez, R. (2020). *El secreto detrás de una tesis: Cómo logré convertir mi experiencia al hacer una tesis en la solución que todo profesional necesita*. Biblioteca Nacional del Perú.
- Maz Ventura, E., & Vela Ortiz, C. E. (2019). *Sistema automático de supervisión y control de nivel del tanque elevado para garantizar el abastecimiento de agua en la*



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12893/4969>

Microlog. (2023). *Arduino UNO REV3*. Tecnología y Robótica Educativa.
doi:<https://www.micro-log.com/arduino/2324-arduino-uno-rev-3.html>

Molina, A. C., Pichunman, C. H., Martínez-Jimenez, B. L., & PlaceresRemior, A. (2021).
Monitoreo de calidad del agua en sistema de agua potable rural. SciELO.
doi:http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59282021000300060&script=sci_arttext&tlng=pt

Moreno Rocha, C. M., & Medina Guzmán, A. A. (2021). *Implementación de un sistema de adquisición de datos, Convertidor Análogo Digital (CAD) de 16 Bits a bajo ruido*.
REVISTA AGUNKUYÂA.
doi:<https://revia.areandina.edu.co/index.php/Cc/article/view/1994/1968>

Mosquera Barrionuevo, C. A. (2022). *Aplicación de la tecnología iot (internet of things) para la medición de variables hidrometeorológicas en la agricultura sostenible: optimización del recurso hídrico mediante la tecnología iot a través del sensor de nivel de agua, esto con el fin de evita*. Repositorio Digital Institucional de la Escuela Politécnica Nacional.
doi:<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22944>

Navarro, W. M., Puma, L. M., Ttito, Y. N., Valeriano, Y. M., & Cañapataña, M. G. (2021). *ESTIMACIÓN DEL FACTOR DE EROSIVIDAD DE LAS PRECIPITACIONES PLUVIALES EN LA LOCALIDAD JULIACA - PERÚ*. Universidad Nacional de Juliaca. doi:<https://doi.org/10.47190/nric.v3i3.3>

Otero Naranjo, R. (2021). *Realización de un convertidor Digital/Analógico con 12 bits de resolución y 20kHz de ancho de banda basado en un modulador Sigma/Delta de segundo orden y un bit de salida*. Universidad de Sevilla. Departamento de Ingeniería Electrónica. doi:<https://hdl.handle.net/11441/129094>



- Paredes Sandoval, K. D. (2021). *Sistema de control y monitoreo para la distribución del agua potable en la ciudad de Lambayeque*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. doi:<http://hdl.handle.net/20.500.12423/4174>
- Peña Moro, A. (2021). *Test de circuitos integrados*. Universidad de Valladolid. Escuela de Ingenierías Industriales. doi:<https://uvadoc.uva.es/handle/10324/47988>
- Pérez Barreto, J. (2019). *Diseño de una red basada en el bus CAN para la adquisición de datos*. Universidad de la Laguna. doi:<http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/14532>
- Rivera Collazos, M., & Sánchez Buitrago, C. (2022). *Arduino al alcance de todos*. Fundación Universitaria Los Libertadores. Sede Bogotá. doi:<http://hdl.handle.net/11371/5564>
- Rivera Oquendo, J. A., & Villarreal Yepes, D. (2021). *Desarrollo de un sistema de monitoreo y control de riego de agua aplicado a cultivos de café en un sistema a pequeña escala*. Institucion Universitaria Reacreditada en Alta Calidad. doi:<http://siawebpr.itm.edu.co/handle/20.500.12622/4687>
- Ruiz Ariza, J. D. (2019). *Sistema de control y monitoreo de consumo energético para equipos de climatización orientado a internet de las cosas (IOT)*. Corporación Universidad de la Costa. doi:<http://hdl.handle.net/11323/3285>
- Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. doi:ISBN: 978-1-4562-2396-0
- Sánchez Sánchez, D., & González Ramos, C. C. (2019). *Pluviómetro digital: sistema de monitoreo de lluvias*. Instituto Tecnológico Metropolitano. doi:<http://hdl.handle.net/20.500.12622/1506>
- Solectro. (2023). *Modulo Sensor Lluvia*. España.



- Soledispa Pillajo, V. X. (2022). *Implementación de un prototipo de sistema de alerta por detección de desbordamiento de agua lluvia*. Quito : EPN, 2022.
doi:<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22631>
- Soto, S., Soriano, & Laura. (2020). *Precipitación*. Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural.
doi:<https://riunet.upv.es/handle/10251/146445>
- Tenorio, F. M., Bolaños, C. D., & Arce, E. A. (2022). *Prototipo basado en IoT y Arduino® para validar la disponibilidad de estacionamientos en la sede norte de la UNIAJC*. Revista Sapientía. doi:<https://doi.org/10.54278/sapientia.v14i28.119>
- Unai, H. J., & Javier, r. u. (2021). *Cómo hemos enseñado electrónica analógica y digital durante la pandemia*. XV International Conference of Technology.
doi:<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8647719>
- Veneros, J., García, L., Morales, E., Gómez, V., Torres, M., & López-Morales, F. (2020). *Aplicación de sensores remotos para el análisis de cobertura vegetal y cuerpos de agua*. SciELO. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292020000400099>



ANEXOS

ANEXO 1: Código de Arduino

```
//Librerías para Ethershield
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
float rain;
float deep;
float a0;
float a1;
//Ethershield: Dirección MAC, Dirección del servidor de destino
//byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xEE };
byte mac[] = { 0x54, 0xAB, 0x3A, 0x5B, 0xAD, 0x05 };
//char server[] = "ecc-ingenieros.com";
//IPAddress server(23,82,16,187);
IPAddress server(108,62,123,70);
//Ethershield: Dirección IPv4, puerta de enlace, Máscara de Subred y DNS
IPAddress ip(172,16,100,133);
//IPAddress ip(192,168,1,133);
byte gateway[] = { 172, 16, 100, 1 };
//byte gateway[] = { 192, 168, 1, 1 };
byte subnet[] = { 255, 255, 255, 0 };
//byte myDns[] = { 192, 168, 1, 252 };
//byte myDns[] = { 190, 113, 220, 18};
byte myDns[] = { 8, 8, 8, 8 };
//Ethershield: la variable client tiene las funciones de EthernetClient
EthernetClient client;
//Ethershield: variable booleana en verdadero para imprimir datos web
bool printWebData = true;
```



```
//Identificador de este cliente
char sensor_id[] = "WIL-01";
void setup(){
    //Ethershield: asignar parámetros IPv4
    Ethernet.begin(mac, ip, myDns, gateway, subnet);
    delay(500);
    //Valores iniciales de variables
    rain = 0.0;
    deep = 0.0;
    a0 = 0.0;
    a1 = 0.0;
}
void loop(){
    delay(1000);
    //Leer entradas analógicas para lluvia y profundidad de agua
    a0 = analogRead(0);
    rain = 1023 - a0;
    a1 = analogRead(1);
    deep = a1;
    //Si hay conexión con el cliente, usar la IPv4 del servidor por el
    puerto 80
    if (client.connect(server, 80)) {
        //Usar el método GET para el sitio web especificando directorio,
        //archivo .php y las variables incluidas
        client.print("GET /RAINDEEP/formation_raindeep.php?rain=");
        client.print(rain);
        client.print("&deep=");
        client.print(deep);
        client.print("&sensor_id=");
    }
}
```

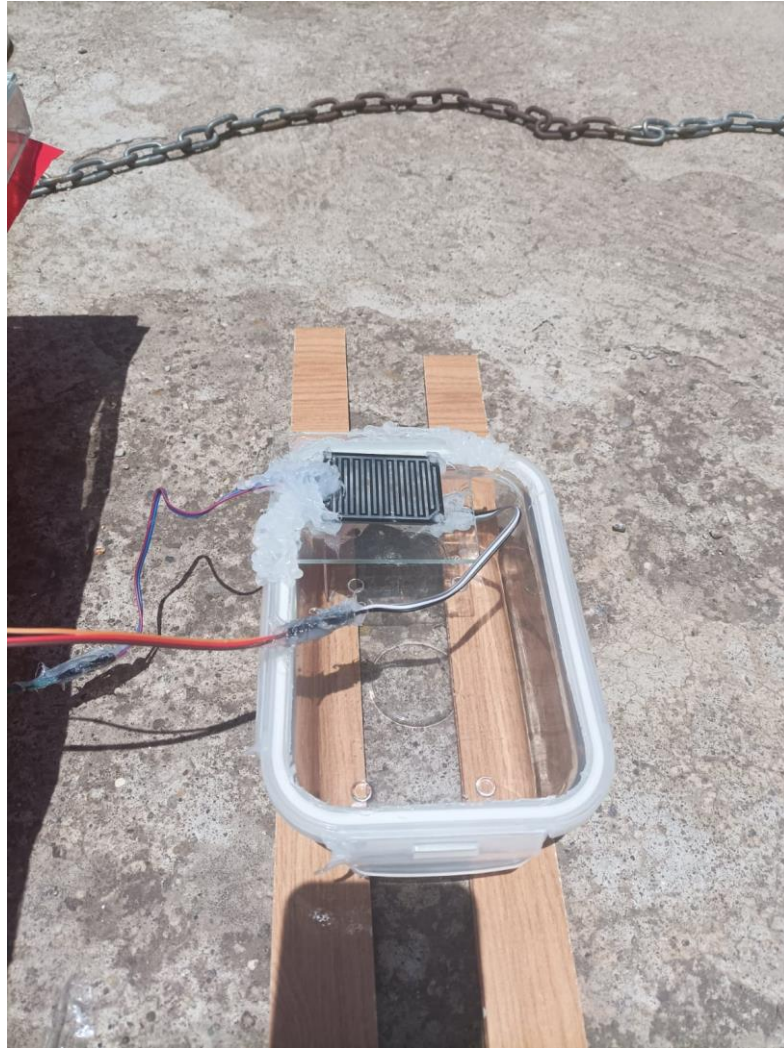


```
client.print(sensor_id);  
client.println(" HTTP/1.1");  
client.print("Host: ");  
client.println(server);  
client.println("Connection: close");  
client.println();  
} else {  
}  
  
//Mientras que haya conexión entre cliente y servidor  
//imprimir datos de respuesta en un buffer  
while (client.connected()) {  
    int len = client.available();  
    if (len > 0) {  
        byte buffer[80];  
        if (len > 80) len = 80;  
        client.read(buffer, len);  
        if (printWebData) {  
        }  
    }  
}  
  
//Si se pierde la conexión terminar el proceso  
if (!client.connected()) {  
    client.stop();  
    //delay(28358);  
    delay(58358);  
}  
}
```



ANEXO 2: Módulo de recolección de datos







ANEXO 3: Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Wilton Antony Quispe Cornejo
identificado con DNI 73063638 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERÍA ELECTRÓNICA

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

“ DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO CON SENSOR DE DETECCIÓN DE
PROFUNDIDAD DE AGUA Y MONITOREO DE PRECIPITACIONES FLUVIALES EN EL
DISTRITO DE PUNO - 2023 ”

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.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 08 de JULIO del 20 24

FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 4: Autorización para el depósito de tesis o trabajo de investigación en el repositorio institucional



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Wilton Antony Quispe Cornejo
identificado con DNI 73063638 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERÍA ELECTRÓNICA

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

“ DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO CON SENSOR DE DETECCIÓN DE PROFUNDIDAD DE AGUA Y MONITOREO DE PRECIPITACIONES FLUVIALES EN EL DISTRITO DE PUNO - 2023 ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 08 de JULIO del 2024


FIRMA (obligatoria)


Huella