Informe de análisis
Compilatio Magister+ | ZEGEL-PE

# G07.PROTOTIPO ALTERNADO DE BOMBAS

ID : acdbd51e2d13631ef499b053a0f9b44e6476910f



**9%**
Textos sospechosos

**Nombre del fichero** : G07.PROTOTIPO ALTERNADO DE BOMBAS.txt
**Tamaño del archivo original** : 3,57 MB
**Número de palabras** : 12.081

**Depositante** : Jerson Sanchez Ramos
**Fecha de depósito** : 28 de septiembre de 2026
**Tipo de carga** : interface
**fecha de fin de análisis** : 28 de septiembre de 2026

## Resumen (sección 1/3)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



### Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

**Similitudes** — **5%**

Sintáctica 2% | Semántica 3%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



**Detección de IA** — **8%**

Textos con formulaciones estilísticamente similares a las de un texto generado por IA.
Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.



**Idiomas no reconocidos** — **4%**

Pasajes en los que parte del vocabulario utilizado no forma parte del diccionario de la lengua.
Puede tratarse de un intento del autor de modificar el texto para evitar ser detectado.



### No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

**Textos entre comillas** — **<1%**

Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.

## Fuentes de similitudes (sección 2/3)

### Similitudes

5%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



### Fuente principal detectada

| N° | Descripciones | Similitudes | Ubicaciones |
|---|---|---|---|
| 1 | SISTEMAS DE CONTROL DE 2 BOMBAS ALTERNADAS... Detección semántica<br>es.slideshare.net/slideshow/sistemas-de-control-de-2-bombas-alternadas... | <1% | |
| 2 | Diseño de abastecimiento de agua potable para el... Detección semántica<br>hdl.handle.net/20.500.12672/18640 | <1% | |
| 3 | Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte:... Detección semántica<br>repositorio.utn.edu.ec/jspui/handle/123456789/16474 | <1% | |
| 4 | repositorio.continental.edu.pe Detección semántica<br>repositorio.continental.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/2bbf54d0-5... | <1% | |
| 5 | Implementación de un sistema de monitoreo de nivel... Detección semántica<br>repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/35850 | <1% | |
| 6 | Diseño de un sistema automático para el control y... Detección semántica<br>repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/16474 | <1% | |
| 7 | dspace.ups.edu.ec Detección semántica<br>dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23972/1/UPS-GT004130.pdf | <1% | |
| 8 | Influencia del tablero de arranque de bombas... Detección semántica<br>repositorio.continental.edu.pe/gestion/items/8441e80b-7502-4967-9a7e-... | <1% | |
| 9 | Documento de otro usuario #c4b280 Detección semántica<br>Viene de de otro grupo | <1% | |
| 10 | Diseño del sistema automatizado de alimentación y control de...<br>dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23972 | <1% | |
| 11 | Documento de otro usuario #909898 Detección semántica<br>Viene de de otro grupo | <1% | |

### Fuente ignorada

| Descripciones | Similitudes | Ubicaciones |
|---|---|---|
| Huamani Jhon, Victorio Ariana #cd30d7 Detección semántica<br>Viene de de mi grupo | 2% | |
| (PDF) Diseño e implementación de sistema automatizado en... Detección semántica<br>www.academia.edu/104803278/Dise%C3%B1o_e_implementaci%C3%B3n_de_sistema... | 1% | |

**INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR PRIVADO "IDAT"**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS EN ELECTRICIDAD INDUSTRIAL**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA EL CONTROL Y SUPERVISION DE UN SISTEMA DE ALTERNADO DE BOMBAS UTILIZANDO TECNOLOGÍA IOT**

**Trabajo de aplicación profesional para obtener el título Profesional Técnico en Electricidad Industrial**

ELVIS JHAFAR ESPINOZA BUENO (0009-0001-6515-2078)

DAVID ALI MANTARI NOA (0009-0008-1061-0933)

**Lima – Perú 2025**



**Dedicatoria**

*A nuestras familias, por su amor*

*incondicional, por su apoyo constante y ser siempre*

*nuestras fuentes de inspiración en este camino.*



**Agradecimiento**

*En primer lugar a Dios por darnos la*

*paciencia y sabiduría. A nuestro profesor por su*

*tiempo, paciencia y guía para alcanzar el éxito de*

*este proyecto.*



**Tabla de contenido**

**Resumen Ejecutivo** .....

**Introducción** .....

**Capítulo I.: Generalidades**.....

Planteamiento del Problema .....

Justificación del Estudio.....

Justificación social. .....

Justificación económica. .....

Justificación tecnológica. .....

Justificación ambiental. .....

Antecedentes Del Proyecto.....

Nacionales .....

Internacionales .....

Normativa y Reglamentación .....

Normas Nacionales.....

Normas Internacionales. .....

**CAPITULO II: Objetivos y Soluciones .....**

Objetivos .....

Objetivo general.....

Objetivos específicos. .....

5 22 22 23 23 24 25 25 29 **31** 31 32 33 34 35 36 42 43 45 45 46 47

Planteamiento de soluciones .....

Soluciones Alternativas.....

Soluciones Elegida y Justificada .....

Ventajas Comparativas. .....

Planificación de tiempo y actividades del proyecto .....

MARCO TEÓRICO .....

Marco Conceptual .....

Estado de la Tecnología .....

**CAPÍTULO III: Memoria Descriptiva .....**

Descripción general del proyecto .....

Diseño Mecánico .....

Diagrama de Bloques .....

Diagrama de Flujo del Proceso .....

Especificación Técnica General .....

Especificaciones Técnicas de Componentes .....

Diagrama de Etapas .....

CÁLCULOS Y CONSIDERACIONES DE DISEÑO .....

SISTEMA ELÉCTRICO .....

Diagramas Eléctricos .....

Diagrama eléctrico con la conexión ESP32 .....

Circuito de Suministro y Alimentación. .....

6 48 49 50 53 53 54 54 55 55 57 59 59 60 61 62 62 63

Circuito de Mando. .....

Circuito de Fuerza. .....

Sistema de puesta a tierra .....

SISTEMAS MECÁNICOS .....

Diagramas Mecánicos.....

SISTEMA DE SOFTWARE .....

Diagrama de flujo .....

54

Librerías Usadas. .....

Firmware y Software (a utilizar). .....

56

57

Programa Lógico o Datos de Configuración. .....

58

ÁREAS TRANSVERSALES DE IMPACTO .....

Ámbito de Seguridad y Salud Ocupacional. .....

Ámbito de Conservación del Medio Ambiente. .....

Ámbito de Eficiencia Energética. .....

Ámbito de Calidad. .....

Otros Ámbitos. .....

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRESUPUESTOS.....

7 63 65 67 70 70 71 72 74 74 74 75 78 81 82 83 86 87 88 **89**

Costos de Equipamiento (Hardware y Software). .....

Costos de Gestión y Otros. .....

Resultados del Proyecto .....

OPERACIÓN .....

Consideraciones de Seguridad para la Operación. .....

Manual de Usuario u Operación de Puesta en Marcha. .....

71

Procedimiento de Puesta en Marcha: .....

Tabla de Causas de Fallos y Soluciones en la Operación.....

MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....

Diagrama Gantt de Mantenimiento Preventivo. .....

Procedimiento de Mantenimiento Preventivo. .....

Materiales, Equipos y Herramientas. .....

MANTENIMIENTO CORRECTIVO .....

81

Procedimiento de Mantenimiento Correctivo. .....

Materiales, Equipos y Herramientas. .....

Ficha de Mantenimiento Correctivo. .....

CONCLUSIONES.....

RECOMENDACIONES .....

**Referencias Bibliográficas .....**

8

**Resumen Ejecutivo**

En el distrito metropolitano de lima está surgiendo un crecimiento de empresas e edificios (comerciales, residenciales e industriales) que dependen de sistemas de bombeo de agua eficientes. El principal desafío que conlleva este proyecto es la falta de automatización en los sistemas de alternado de bombas convencionales, los cuales tienden a operar de forma

ineficiente, provocando un desgaste prematuro de los componentes de dicho sistema, mayor consumo energético y la imposibilidad de realizar supervisión remota. Por lo cual se justifica la necesidad de implementar un prototipo para el control y supervisión de un sistema de alternado de bombas utilizando tecnología IOT. El sistema a desarrollar integra microprocesador, pantalla, motores y sensores para monitorear la presión, el caudal y el estado de las bombas, conectados a una plataforma en la nube que permite el control y la supervisión desde cualquier lugar mediante una aplicación móvil o laptop lo que facilita la detección de fallos y el mantenimiento predictivo en tiempo real.

Palabras clave:

Módulos Relé, Microprocesador ESP. 32, Blynk.



**Introducción**

En el distrito metropolitano de lima está surgiendo un crecimiento de empresas e edificios (comerciales, residenciales e industriales) que dependen de sistemas de bombeo de agua eficientes. El principal desafío que conlleva este proyecto es la falta de automatización en los sistemas de alternado de bombas convencionales, los cuales tienden a operar de forma ineficiente, provocando un desgaste prematuro de los componentes de dicho sistema, mayor consumo energético y la imposibilidad de realizar supervisión remota.

Este presente trabajo desarrolla un sistema prototipo de alternado de bombas controlado y supervisado mediante la tecnología IoT, el objetivo es optimizar el funcionamiento y la vida útil de los equipos a emplear mediante un sistema que nos permita su monitoreo remoto y un control eficiente. A través de la integración de sensor, un microcontrolador ESP32 y una aplicación móvil, se logrará un sistema capaz de satisfacer necesidades en aplicaciones industriales y residenciales.

Definiendo la problemática actual asociada al desgaste prematuro de las bombas debido a un uso ineficiente, justifica la relevancia de poder implementar un sistema automatizado basado en tecnología IoT como la plataforma Blynk ya que nos permitirá conectar con código y que permitirá a que nos conectemos a los dispositivos a través de la nube implementando este sistema nos permitirá transformar el sistema de bombas en una inteligente, eficiente y adaptable que no solo resolverá problemas operativos, sino que

también abre la puerta a innovaciones futuras y mayores ahorros en tiempo y recursos. Identificaremos las posibles soluciones al problema que nos plantemos y a la vez abordaremos los fundamentos del alternado de bombas, los principios del internet de las cosas (IoT)-(Blynk) y las tecnologías utilizadas como el microprocesador ESP32 y los protocolos de comunicación inalámbrica. La combinación del alternado de bomba con



tecnologías IoT y el microprocesador ofrece una solución eficiente y de bajo costo para mejorar la operatividad y supervisión del sistema de bombeo. Con el uso de protocolos inalámbricos adecuados podremos garantizar una comunicación confiable y accesible que gestionara de forma inteligente y sostenible.

Los componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos utilizados en este proyecto trabajan de forma conjunta para garantizar un funcionamiento eficiente, una supervisión y control en tiempo real y un mantenimiento optimizado. Los componentes utilizados en lo eléctrico son la fuente de alimentación, relés y protecciones. Los electrónicos son el ESP32, sensor (nivel), módulos relé y una fuente para corriente continua y en lo mecánico se usa bomba, tuberías, válvulas y soporte. No cabe mencionar que para el ESP32 se utilizó un software para la programación para el control de las bombas y la plataforma Blynk que nos ayudara a conectarnos y que enviara datos a nuestra móvil o laptop mediante wi-fi en cual podrá monitorear y controlar el sistema desde cualquier lugar que se encuentre. Se utiliza diagramas de flujo, bloque, eléctricos y electrónicos que nos ayudara a entender la interconexión y funcionamiento del sistema.

Se describe las instrucciones para el uso del sistema y las recomendaciones para su mantenimiento preventivo como correctivo. Se establece las mejores prácticas para garantizar un funcionamiento continuo y eficiente del sistema además de poder identificar posibles problemas y poder solucionarlo lo más pronto posible. El proyecto busca demostrar la viabilidad del sistema que aproveche las ventajas de la tecnología IoT para mejorar procesos convencionales ofreciendo una solución innovadora, eficiente y accesible.



**Capítulo I.: Generalidades**

**Planteamiento del Problema**

En el distrito del Cercado de Lima están apareciendo nuevos edificios multifamiliares en las cuales sus instalaciones de suministro de agua son fundamentales para el funcionamiento diario. Uno de los principales problemas que tienen estas empresas y edificios es que tienen un sistema tradicional de bombeo de agua que no cuentan con una automatización en la alternancia de las bombas.

Esto ocasiona que una sola bomba opere de manera continua, mientras las demás permanecen inactivas. Como resultado, esa bomba sufre un mayor desgaste de sus componentes, lo que incrementa los costos de mantenimiento y genera un mayor consumo de energía. Este problema es relevante dentro del contexto de este proyecto, ya que afecta directamente la eficiencia y la vida útil del sistema de bombeo.

Los sistemas de bombeo de agua se encargan de que el agua llegue a todos los puntos de consumo, manteniendo la presión y el flujo adecuado; sin embargo, algunos sistemas operan de manera ineficiente por la falta de control y supervisión en tiempo real esto impide poder realizar un mantenimiento predictivo o tomar decisiones en situaciones críticas. Una de las edificaciones multifamiliares es EL NUEVO AMANECER que tiene problemas con el abastecimiento de agua en los departamentos ya que no cuentan con un sistema de bombeo alternado de control y supervisión, el cual está teniendo conflictos con los inquilinos de dicho multifamiliar ocasionando insatisfacción a los residentes, pérdidas de clientes y por ende pérdidas monetarias.



**Justificación del Estudio**

La aparición de nuevos multifamiliares en el distrito del Cercado de Lima genera exigencias de un mejor sistema alternado de bombas que pueda brindar un buen servicio de suministro de agua durante las 24 horas de todos los días.

No cabe mencionar que los equipos industriales hoy en día han llegado a pasar de una operación manual a lo automatizado, siendo esta la mejor solución para evitar malos momentos a lo futuro. Por el crecimiento de edificios multifamiliares y otros sectores empresariales requieren de un buen sistema de control y supervisión de las bombas de agua ya que así se evitaran molestias y interrupciones por la falta de abastecimiento de agua.

***Justificación social.*** La aplicación de un sistema de alternado de bombas con control

y supervisión mediante IoT brindara un importante beneficio social al mejorar la continuidad y confiabilidad del suministro de agua en comunidades y entornos donde es indispensable su uso. Cabe mencionar que los sistemas tradicionales generan desgaste prematuro y fallas por el uso desigual entre las bombas, esto afecta directamente a la población. Con el alternado automático y una supervisión remota, se detectarán las fallas a tiempo, logrando reducir los costos de mantenimiento y garantizando un servicio más seguro y eficiente.

***Justificación económica.*** El uso de un sistema de alternado de bombas con supervisión IoT va hacer favorable económicamente porque evitara el desgaste desigual de los equipos y disminuirá los gastos como en reparaciones y mantenimiento. El compartir las horas de trabajo por igual entre las bombas y hacer un monitoreo en tiempo real, se evitara fallas costosas y desplazamientos innecesarios del personal técnico. Al lograr el uso eficiente de las bombas reducirá el consumo energético y prolongara su vida útil de las bombas.

***Justificación tecnológica.*** La implantación de tecnología IoT en el alternado de bombas desplazara los sistemas tradicionales esto permitirá el monitoreo en tiempo real, la automatización y una detección temprana de fallas; por medio de sensores,



microcontroladores y plataformas en la nube. El sistema registra variables críticas, alternara automáticamente las bombas y enviara alertas ante anomalías. La supervisión remota ayuda el control desde cualquier lugar y mejora la respuesta ante emergencias. También permitirá futuras mejoras como mantenimiento predictivo y gestión energética.

***Justificación ambiental.*** La utilización de un sistema de alternado de bombas con tecnología IoT ayuda al cuidado del medio ambiente, al mejorar el consumo energético y disminución del desgaste de los equipos, evitando así la producción de residuos.

El alternado automático reparte el trabajo entre las bombas y reduce el consumo de energía, mientras que el monitoreo en tiempo real permite detectar fallas o fugas que podrían causar desperdicio de agua.

## Antecedentes Del Proyecto

### *Nacionales*

**“Diseño e implementación de sistema automatizado en cuarto de bombas para el suministro de agua potable en edificio Torres Paz”.** La investigación busca diseñar e

implementar un sistema automatizado de bombeo de agua a presión constante y velocidad variable para el edificio multifamiliar Torres Paz, en Barranco. Se ejecutara desde el cuarto de bombas, a partir de la cisterna de almacenamiento hasta las redes principales del agua potable, por lo cual empleara PLC y variadores de velocidad para su control. Se registró problemas como la baja controlabilidad de los sistemas hidroneumáticos usados y la vinculación con tableros de control externos. Recomendando como solución, el uso de tuberías de fierro galvanizado para la instalación, seleccionar e implementar las electrobombas necesarias y levantar un tablero de control propio, asimismo empleando variadores de frecuencia y programación personalizada del PLC. El sistema final consta de tres electrobombas y un tablero automatizado conectado a sensores de nivel en la cisterna y a un transmisor de presión, permitiendo el encendido y apagado automático. Finalmente, se 14 realizaron pruebas operativas para comprobar su correcto funcionamiento. (PAHUARA ROJAS, 2020).

1,2

*Figura 1- Electrobombas ya instaladas en podio y tanque*

(PAHUARA ROJAS, 2020)

*Figura 2- Diagrama de bloques*

(PAHUARA ROJAS, 2020)

15

**“Influencia del tablero de arranque de bombas alternadas para reducir el tiempo de desabastecimiento de agua en el I.E.S.T.P Andrés Avelino Cáceres Dorregaray – 2025”.** El trabajo desarrolla un prototipo para controlar un tablero de electrobombas desde un dispositivo móvil. El diseño considera el torque de las bombas, ya que influye en el tiempo de llenado de los tanques; por ello, a de utilizar un simulador que muestra el comportamiento del torque con diferentes diagramas y genera una curva de corriente. Se incorpora un sensor inteligente con conexión WiFi, capaz de activar el tablero, alternar las bombas y programar tiempos de funcionamiento. El prototipo fue ejecutado y probado con éxito, logrando ser aplicable también para otros sistemas de arranque, como fajas transportadoras o puertas levadizas. La metodología empleada fue el método sistémico.

(CALDERON QUISPE, 2025)

*Figura 3- Diagrama técnico de tablero de bomba*

(CALDERON QUISPE, 2025)

16

**“Control de 02 electrobombas alternadas para la estación de peajes autopistas del norte”.** El objetivo de este proyecto es mejorar un tablero de control manual que será utilizado por el cliente de Servicios Integrales Corporativos Génesis. Para reconocer el problema usaron las herramientas como diagramas de Pareto, de ideas y encuestas con la ayuda del personal técnico de mantenimiento. Se demostró que depende de un operador para

supervisar el llenado de tanque elevado, lo que provoca riesgos de reboses y desabastecimiento. La propuesta plantea instalar un tablero automático con alternancia para dos electrobombas, utilizando un controlador Siemens Logo, así como sensores de nivel en la cisterna y el tanque elevado para automatizar el encendido y apagado. El desarrollo del proyecto nos permitirá aplicar competencias técnicas y metódicas, contribuyendo a la formación profesional necesaria para obtener el título emitido por SENATI. (ZAVALA HERRERA, 2023)

*Figura 4- Diagrama de control de 02 electrobombas alternadas con PLC*

(ZAVALA HERRERA, 2023)



***Internacionales***

7, 10

**"Diseño del sistema automatizado de alimentación y control de bombas para agua potable en la cabecera parroquial de Limonal".** Este trabajo se basó en solucionar el problema de abastecimiento de agua potable en algunas zonas del cantón Daule, Guayas. Ya que estas eran abastecidas de agua por ciertas horas para ello, se diseñó un sistema automatizado de control y alimentación de bombas para la cisterna que recibe agua del sistema de agua potable. En lo cual se diseñará un sistema eléctrico controlado por un PLC y sensores de nivel para monitorear el agua en la cisterna y el tanque elevado, asegurando un suministro eficiente y continuo de agua a la zona las 24 horas del día, cubriendo todas las zonas. **(MALDONADO SAMANIEGO, 2022)**

7

*Figura 5- Estructura de red de Comunicación Industrial*

(MALDONADO SAMANIEGO, 2022)

**“Implementación de un sistema de monitoreo de nivel de agua mediante un controlador lógico programable en el tanque de almacenamiento de agua tratada en la empresa Fuentes San Felipe S.A.”.** Este proyecto se basa de implementar un sistema de monitoreo de nivel de agua en un tanque de la empresa Fuentes San Felipe S.A., ubicada en Latacunga, Cotopaxi. La falta de un sistema adecuado ha ocasionado desbordes cuando no hay operarios disponibles para el procedimiento de cerrado de válvula. Por lo cual se requiere de un monitoreo adecuado y la solución propuesta incluye instalar un transmisor de nivel que enviará señales a un PLC, el cual controlará automáticamente el nivel del agua y a su vez activará o desactivará la bomba para evitar desbordamientos. Esto nos permitirá optimizar la producción, reducir pérdidas económicas y mejoría en la seguridad laboral. **(CAIZA GUALLICHICO, 2023)**

*Figura 6- Monitoreo de nivel de agua mediante un controlador lógico programable.*

(CAIZA GUALLICHICO, 2023)

**“Diseño de un sistema automático para el control y monitoreo digital de la planta de tratamiento de aguas residuales en la empresa Terrafértil S.A.”.** Este proyecto se basa en el diseño de un sistema de control y monitoreo digital para optimizar el tratamiento de aguas residuales en Terrafértil S.A. Se propone una mejora la cual es un sistema avanzado con una interfaz hombre-máquina (IHM) para facilitar la interacción del operador. La investigación implico a realizar una recolección de datos rigurosa, que permitió identificar los requisitos de funcionamiento y expectativas de los usuarios. El sistema diseñado permite una supervisión y control continuo en tiempo real, mejorando la capacidad de respuesta ante desviaciones y contribuyendo a la modernización de la planta. **(CATUCUAGO ALCOSER, 2024)**

*Figura 7- Diagrama de función de nivel 1 planta de tratamiento*

(CATUCUAGO ALCOSER, 2024)



**Normativa y Reglamentación**

***Normas Nacionales.***

**CNE Utilización 2011:** Esta es la norma principal que regula las instalaciones eléctricas en baja y media tensión

**NTP 370.310** - Instalaciones eléctricas en edificaciones

**NTP IEC 60364** - Instalaciones eléctricas de baja tensión

**NTP 370.011** - Conductores y Cables Eléctricos

**NTP 370.420** - Compatibilidad electromagnética (EMC)

**NTP 399.030** - Sistemas de protección contra sobretensiones

Normativa de Energías Renovables (Ley N° 28832)

Norma Técnica Peruana de Protección Contra Incendios (NTP 399.031)

Norma de Seguridad y Salud en el Trabajo con Electricidad (Ley N° 29783 y D.S. 024-2016-EM).

***Normas Internacionales.***

**IEC (International Electrotechnical Commission)**

IEC 60364 - Instalaciones eléctricas de baja tensión

IEC 60947 - Aparatos de maniobra y control de baja tensión

IEC 61000 - Compatibilidad electromagnética (EMC).

IEC 61000 - Compatibilidad electromagnética (EMC).

21

**ISO (International Organization for Standardization)**

ISO 5199 - Bombas centrífugas de proceso, requisitos de diseño y funcionamiento

ISO 50001 - Sistemas de gestión de energía

ISO/IEC 30141 - Arquitectura de referencia para IoT.

**IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)**

IEEE 802.11 - Redes inalámbricas (Wi-Fi)

22

## CAPITULO II: Objetivos y Soluciones

### Objetivos

***Objetivo general.***

Implementar un sistema de prototipo de alternado de bombas con control supervisión utilizando la tecnología IoT.

***Objetivos específicos.***

**Objetivo específico N° 1.** Proyectar el sistema de alternado de bombas automático asimismo definir la arquitectura electrónica, control y comunicación IoT.

**Objetivo específico N° 2.** Ejecutar la implementación del modelo funcional integrado con los actuadores, sensores y el módulo IoT para lograr una buena supervisión y

control remota.

**Objetivo específico N° 3.** Realizar una plataforma IoT para poder monitorear en tiempo real el prototipo del sistema de bombas alternadas.

**Planteamiento de soluciones**

***Soluciones Alternativas.***

**Solución 1:** El Implemento del sistema IoT utilizando redes MESH o LoRa ya que permite la comunicación entre dispositivos, logrando la supervisión remota incluso en áreas sin acceso a Wi-Fi o red celular.

**Solución 2:** El Alternado y la supervisión de las bombas mediante sensores conectados por Bluetooth, permitiendo que dispositivos móviles cercanos tengan acceso a los



datos.

**Solución 3:** Usar un controlador lógico programable (PLC) para una buena gestión al alternado de las bombas. Este tipo de control se supervisa solo localmente sin tecnología IoT, pero brinda un sistema robusto y confiable.

***Soluciones Elegida y Justificada***

Nosotros en ese caso no solo le estamos implementando un sistema de alternado, sino que también se le está implementando la tecnología IOT (plataforma blynk/Esp32) esto va a permitir poder controlar (monitorear) el sistema de bombeo desde nuestro dispositivo móvil o cualquier aparato tecnológico, sin tener la necesidad de estar personalmente en la misma área.

***Ventajas Comparativas.***

**Cuadro de Ventajas Comparativas**

*Tabla 1- Cuadro de Ventajas Comparativas*

24

**Planificación de tiempo y actividades del proyecto**

**Nombre del proyecto: DISEÑO E IMPLEMENTACON DE UN SISTEMA PROTOTIPODE ALTERNADO DE BOMBAS CON CONTROL Y SUPERVISIÓN UTILIZANDO TECNOLOGÍA IOT**

**PLAN DE TRAJABO**

N º

**Requerimiento Funcional Acciones Como lo Logramo s**

**Materiales S 1**

**S 2**

**S 3**

**S 4**

**S 5**

**S 6**

**S 7**

**S 8**

**S 9**

**S1 0**

**S1 1**

**S1 2**

1 Diseño del Sistema

Diseño Conceptual Diagramas de Bloques Diseño en Autocad Esquemas electricos Arquitectura de Informacion Simulacion y Analisis

Computadora/Lapto p y celular para pruebas Planos Software para Simulaciones

Diseño Mecanico y Electrico

Diseño Elctronico y Interfaz de Usuario

2 Adquisiscion de Materiales

Analisis de costo y Negociacion Solicitud de Cotizaciones Analisis de Costo Generacion de Ordenes de Compras Recepcion y Control de Calidad

Computadora/Lapto p Planos Movilidad

Investigacion de Proveedores

Gestion de Compras

3 Instalacion del Sistema

Instalar los Motores Montaje de hardware (motores, etc.) Conexión de Tuberias Conexiones Electricas Montaje de los Sensores

Planos Herramientas de Instalacion Materiales para la Instalacion Sensores, Computadora/Lapto p Microprocesador ESP32

Instalacion del Sistema de Agua

Cableado y Conexión Electrica

Instalacion de Sensores y Actuadores

4 Programacion y Configuracion

Programacion del Microprocesador

Calibracion de Sensores Plataforma de Control Ajustes y Optimizacion Pruebas Iniciales

Computadora/Lapto p para pruebas Software para Simulacion Herramientas para Prueba Configuracion de la Conectividad IoT

5 Pruebas y Ajustes

Pruebas exhaustivas de todos los componentes.

Pruebas de componentes individuales y de integracion. Simular diferentes escenarios de Operación.

Computadora/Lapto p para pruebas Software para Simulacion Herramientas para Prueba

Pruebas de Estrés y Monitoreo de datos.

6 Documentacion y Capacitacion

Documentacion del Sistema

Documentand o el diseño del sistema, (hardware y software). Capacitacion tecnica (charlas) Soporte Tecnico

Computadora/Lapto p Software para Simulacion Planos Asistencia Tecnica y Soporte

*Tabla 2- Planificación de tiempo y actividades del proyecto*

25

**MARCO TEÓRICO**

***Marco Conceptual***

En este apartado se explican los conceptos que se van a usar para diseñar e

implementar el sistema de alternado automático de bombas que detalla la arquitectura de la

supervisión, control y comunicación IoT.

**Tecnología IoT en Sistemas de Automatización:** La tecnología de internet de las

cosas hace que los dispositivos físicos como por ejemplo bombas de agua se comuniquen

entre sí; recopilando, intercambiando y actuando en base de datos en tiempo real y que a su vez permite la supervisión mediante la conexión a internet. No cabe mencionar que esta tecnología ha conseguido la revolución en el control y monitoreo en tiempo real con respecto a dispositivos industriales y domésticos logrando no solo él envió de información a distancia sino también en la recolección de datos relevantes para optimizar el buen funcionamiento de los sistemas. La IoT ofrece una plataforma de control y supervisión remota para el proyecto de bombas alternadas logrando una gestión eficiente del sistema alternado de las bombas. **(TecnoFuturo.net., 2025)**

*Figura 8- Tecnología IoT en Sistemas de Automatización*

(WEG, 2021)





**Sistemas de Alternado de Bombas:** El alternado de bomba se refiere al uso de 2 o más bombas en turnos alternos, para hacer distribuir la carga de trabajo de forma equitativa y lograr que los equipos tengan una mejor duración. Esta técnica de trabajo se usa en sistemas de abastecimiento de agua, sistemas de enfriamiento y en proceso industriales donde se necesita un fluido continuo de líquidos. Hay varias formas de técnicas de alternado como el uso de relés de tiempo, sensores de flujo y sistemas de control de automatizados que logran que las bombas operen de manera secuencial. (Studoku, 2019)

*Figura 9- Sistemas de Alternado de Bombas*

(Hidroserviceperu.com, 2019)

**Control y Supervisión en Sistemas Automatizados:** El control y supervisión de sistemas automatizados nos permite monitorear y gestionar el estado operativo de los equipos desde un punto específico el control automatizado en un sistema de alternado de bombas nos permite la activación y desactivación de las bombas en función de condiciones predeterminadas, mientras que la supervisión nos ofrece información en tiempo real sobre el





estado de cada bomba mandando alertas de fallos y datos de rendimiento, esto nos ayuda y garantiza que el sistema funcione de manera eficiente y minimice los posibles riesgos de interrupciones en el sistema. (geprom.com, 2025)

*Figura 10- Control y Supervisión en Sistemas Automatizados*

(Sendra)

**Sensor de nivel de Agua:** Dispositivo que mide y monitoriza la cantidad o altura de agua ya sea en un tanque, recipiente o deposito. Estos sensores convierten la medición del nivel en una señal eléctrica o digital, detectara el nivel sea alto o bajo para proceder a tomar decisiones automáticas en el sistema para así evitar desbordes en el tanque.

*Figura 11- Sensor de Nivel de Agua*

(MEDICION Y CONTROL)

**ESP32:** El ESP32 es un microcontrolador altamente integrado que combina capacidades avanzadas de computación, flexibilidad en un solo chip y conectividad inalámbrica desarrollado por Espressif Systems. Es una solución popular en aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT), gracias a su alto rendimiento, a su bajo costo y versatilidad. Está compuesto por un Procesador con memoria RAM hasta 520 KB SRAM, tiene conectividad Wi-fi compatible con 802.11 b/g/n., tiene bluetooth, entradas y salidas (GPIOs) que son hasta 36 pines GPIO, almacenamiento de archivos en la memoria flash, está diseñado para aplicaciones de bajo consumo con varios modos de ahorro de energía su consumo típico en deep sleep: <10 uA.

Es compatible con IDEs como Arduino IDE para su programación y desarrollo se puede realizar aplicaciones comunes como la automatización del hogar, monitoreo ambiental, sistemas embebidos y proyectos DIY. (WIKIPEDIA)

*Figura 12- Microprocesador ESP32*

(MTLAB)

**Actuadores:** Son dispositivos que convierten energía en movimiento, en un sistema automatizado el actuador recibe señales de control y las convierte en movimiento mecánico para realizar una acción específica. Los controladores son piezas claves en un sistema de control y automatización ya que permitirá la ejecución física de tareas basadas en la

información que proporciona los sensores y sistemas de control. La función principal es realizar una acción física en respuesta a la señal de control que puede ser: Control de posición y movimiento Lineal o Rotativo por ejemplo los actuadores pueden mover objetos en línea recta o en un patrón rotativo. Ejemplo: motor, bombas, válvulas. (Electronic Components, 1989)

*Figura 13- Actuadores*

(Electronic Components, 1989)

***Estado de la Tecnología***

**Investigación Descriptiva:** Las técnicas de investigación descriptiva se concentran en brindar una representación más precisa y detallada de los hechos observados.

Un resumen de la primera fase de exploración de nuestro proyecto es la visualización y el conocimiento del proceso del funcionamiento del equipo de manera manual donde el usuario manipula el equipo de alternado de bombas para tomar en cuenta los problemas, dificultades y peligros que puedan existir.

En el segundo caso se pasa a describir las soluciones a través del proceso funcional para posteriormente a ello poder visualizar los errores que se puede corregir con nuestro sistema de automatizado mediante la tecnología IoT.

**Investigación Explicativa:** Para llevar a cabo este proceso, se necesitará una



computadora o laptop para acceder a recursos en línea, a los motores de búsqueda y a manuales técnicos, así como la suite de Microsoft Office para organizar y presentar los hallazgos.

En resumen, la primera fase de constante e inadecuada manipulación de los componentes del sistema de alternado de bombas se da por el desconocimiento o poco interés del personal encargado en manejo del equipo.

**Investigación Exploratoria:** Se pretende explorar nuevas ideas o tecnologías que

estén relacionados con nuestro proyecto, examinaremos tecnologías emergentes como el uso de logaritmos de predicción para lograr detectar fallos en las bombas, integrar sensores adicionales como monitoreo de temperatura o presión. Podríamos analizar las plataformas como Blynk y MQTT para evaluar la capacidad de monitoreo en tiempo real.

**Investigación Aplicada:** Resolveremos los problemas prácticos mediante la adaptación de tecnología. Nos centraremos como integrar componentes IoT como (ESP32, relés, sensores) en un sistema funcional. En lo cual se aplicará la electrónica y programación para construir el prototipo. El uso del ESP32 aquí es por su capacidad de conectividad Wi-fi y bluetooth así nos ayuda a que sea más fácil el control remoto de las bombas.

**Investigación Comparativa:** Trata de la comparación de diferentes tecnologías, métodos o sistemas existentes para así lograr obtener una mejor opción. Comparamos las plataformas de desarrollo como ESP32 vs. Arduino para el control de las bombas, asimismo los diferentes protocolos de comunicación (MQTT, HTTP) para determinar cuál es más eficiente.

**Investigación Experimental:** Esta investigación es probar hipótesis mediante experimentos controlados. Podremos probar la eficiencia del sistema alternador con distintos tiempos de operación. Asimismo, evaluar la repuesta del sistema ante variaciones en la carga eléctrica o perdida de conectividad.



## CAPÍTULO III: Memoria Descriptiva

### Descripción general del proyecto

En este proyecto se logra desarrollar una buena solución tecnológica que permita mejorar el funcionamiento del sistema de bombeo de agua mediante la automatización, el monitoreo y supervisión remota durante su operatividad. Lo primero que se realiza es la instalación del sistema de bombeo para lo cual se usara los siguientes materiales hidráulicos:

- Electrobombas (2)
- Tanque elevado
- Cisterna
- Tuberías de succión y descarga

Lo segundo será realizar el montaje e instalación del sistema de control y supervisión, que es a lo que se desea realizar, para lo cual los elementos a usar son:

Tablero eléctrico de control

Sensores

Componentes electrónicos para el monitoreo IoT

Nuestro proyecto facilitara el uso del sistema de bombeo mediante la tecnología IoT logrando una buena automatización.

Con la tecnología IoT nos permitirá la integración de sensores, controladores y plataformas para poder realizar el monitoreo y control del sistema de alternado de bombas la cual nos permitirá una supervisión en tiempo real logrando una eficiencia operativa del sistema.

32

***Diseño Mecánico***

Este diseño representa el sistema hidraulico de las bombas de agua en paralelo que van a ser alternadas cuyo proposito es poder garantizar un suministro continuo y lograr un buen funcionamiento en el alternado de bombas y asi conseguir reducir el desgaste mecanico y la mejora en su eficiencia operativa.

*Figura 14- Diseño Mecánico General*



33

***Diagrama de Bloques***

Este diagrama de bloques representa la función general del sistema de alternado de bombas que es controlado mediante la tecnología IoT, por lo cual está conformado por un sensor ultrasónico de nivel de agua, pulsadores de control, además una fuente de alimentación lo cual envían información al microprocesador ESP32. Atraves del dispositivo ESP32 se procesa las señales recibidas y ejecutara la lógica de control programada para poder arrancar, detener y alternar las bombas automáticamente. Asimismo a través del módulo relé doble el sistema accionara las dos bombas de corriente alterna logrando un funcionamiento seguro y eficiente. También nos permitirá el ESP32 la comunicación con una plataforma IoT, lo que nos permitirá una supervisión remota del nivel del agua y a su vez el estado de operación de las bombas en tiempo real.

*Figura 15- Diagrama de Bloque*





***Diagrama de Flujo del Proceso***

En este diagrama de flujo describimos la lógica de funcionamiento del sistema de alternado automático de las bombas con respecto al nivel de agua del tanque o cisterna, el sistema evalúa constantemente el nivel y cuando está bajo se activara la bomba que no fue utilizada. La operación es monitoreada hasta que alcance el nivel deseado haciendo que la bomba se apague y se prepare para el siguiente ciclo.

A su vez el sistema nos permite el monitoreo y control remoto asimismo como la intervención manual permitiendo una operación eficiente, segura y confiable del sistema de bombeo.

*Figura 16- Diagrama de Flujo*



35

***Especificación Técnica General***

**ASPECTO ESPECIFICACIÓN Funcionalidad principal** ✓ Alternancia automática para equilibrar el desgaste. ✓ Supervisión remota en tiempo real. ✓ Seguridad tecnológica mediante monitoreo de variables críticas. **Tipo de sistema** ✓ Sistema de control y supervisión de bombas alternadas

**Seguridad y fiabilidad** ✓ Detección temprana de fallas en variables clave. ✓ Protección contra sobrecarga, funcionamiento de bombas en vacío y picos de corriente. **Potencia del Sistema** ✓ 2 HP (por cada bomba) **Voltaje de operación** ✓ Con 220 VAC / 110 VAC (sistemas monofásicos) para bombas y suministro eléctrico. ✓ Alimentación del sistema de control mediante 5VDC / 3.3 VDC. **Consumo de Corriente**

✓

9 – 11 A

✓ Sistema de control: 0,5 A - 2 A (dependiendo de los módulos de comunicación y sensores integrados). **Unidad de monitoreo**

✓ Microcontrolador ESP32 WROOM-32

**Cantidad de bombas**

✓ 02 bombas centrifugas

**Frecuencia** ✓ 60 Hz

*Tabla 3- Especificación Técnica General*

36

***Especificaciones Técnicas de Componentes***

**Tablero Eléctrico**

Su función es proteger los dispositivos eléctricos, mando, control y supervisión

automático mediante la tecnología IoT y asimismo sirve para centralizar, controlar y

supervisar el sistema de bombas alternadas dándonos la tranquilidad de una operación segura

y automatizada.

**TABLERO ELECTRICO** Marca, modelo Schneider Spacial S3X Dimensiones 60X40X20 cm Peso 9.5 kg Protección IP 65 Tipo Adosable Material acero

*Tabla 4- Características técnicas del Tablero Eléctrico*

**Bombas Centrifugas**

Son los encargados de impulsar y trasladar el agua desde la cisterna hasta el tanque

elevado aumentando su velocidad y presión para lograr moverlo de un punto a otro. Fueron

diseñados para mover grandes volúmenes de agua con menor presión.

**BOMBAS CENTRIFUGAS** Marca, modelo Pedrollo CPM660M Potencia 2 HP Tensión 220V Tipo de fluido Agua limpia Frecuencia 60Hz Altura manométrica 20 a 35 metros

*Tabla 5- Características técnicas de las Bombas*

37

**Fuente de Alimentación**

Es la encargada de convertir la tensión AC de 220V a baja tensión DC. En este caso

la tensión en corriente alterna es de 220V y la transforma en 5V de en corriente continua

garantizando una alimentación estable y segura.

**FUENTE DE ALIMENTACION** Marca, modelo WESTOR S-25-5 Voltaje de Entrada 220/110V Voltaje de Salida 5V DC Potencia o corriente 25W / 5A Protección contra sobrecargas y cortocircuitos Frecuencia 60Hz Altura manométrica 20 a 35 metros

*Tabla 6- Características técnicas de la Fuente de alimentación*

**Interruptor Termomagnético**

Es empleado para la protección de las sobrecargas y cortocircuitos de las instalaciones

eléctricas (cables y conductores) asimismo de los equipos eléctricos del sistema, en este caso

a las bombas de agua.

**INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO** Marca, modelo Schneider Electric 2 x 25A Tensión 220V – 400V Corriente nominal 25A Frecuencia 50 – 60Hz Curva de Disparo C

*Tabla 7- Características técnicas del Interruptor Termomagnético*

**Interruptor Diferencial**

Su función es de proteger a las personas frente a una posible fuga de corriente a tierra

y contactos indirectos ya que se operara en un entorno húmedo. Detectar fuga superiores de

30 mA.

38

**INTERRUPTOR DIFERENCIAL** Marca, modelo Schneider Electric 2 x 20A Curva de Disparo C Tensión 220V – 400V Corriente nominal 20A Frecuencia 50 – 60Hz Sensibilidad a la fuga a tierra 30mA.

*Tabla 8- Características técnicas del Interruptor Diferencial*

**Contactores**

Estos dispositivos son electromecánicos hechos para controlar, interrumpir o

establecer el flujo de energía eléctrica en circuitos de alta potencia en este caso de las bombas

de agua, accionara las cargas de corriente alterna asimismo recibirá señales de bajo voltaje

del relé o del ESP32 para ser controlados y así asegurar un control confiable para los motores

eléctricos.

**CONTACTORES** Marca, modelo Schneider Electric LC1D12BD Conmutación de Tensión **220 V, 380 V, 400 V** y hasta **690 V CA** Corriente nominal 12A- AC-3. Frecuencia 50 – 60Hz Capacidad AC-3

*Tabla 9- Características técnicas de los Contactores*

**Relé Térmico**

Su función también es de proteger al motor cuando se produce sobrecargas

prolongadas o por sobrecalentamiento su papel es de desconectar el motor cuando la corriente

supera el valor adecuado.

39

**RELE TERMICO** Marca, modelo Schneider Electric TeSys LRD14 Protección Contra sobrecarga y fallo de fase Clase de disparo Class 10A Rango de Corriente 7 – 10 A Montaje Con contactores **TeSys D** Contactos auxiliares 1 NO + 1 NC para señalización

*Tabla 10- Características técnicas del Relé Térmico*

**Pilotos Luminosos**

Son usados para brindar una señalización visual referente al sistema como la energía

presente, la bomba en operación o fallas.

**PILOTOS LUMINOSOS** Marca, modelo Schneider Electric/Easy Harmony XA2

Voltaje 220 – 230 V AC a 50/60 Hz. Rango de temperatura **–25 °C a +70 °C.** Grado de Protección **IP65** Diámetro 22mm Frecuencia 50 – 60Hz Resistencia a impulsos 6 kV

*Tabla 11- Características técnicas de los Pilotos Luminosos*

**Selectores (MOA y ALT1 / ALT2)**

Nos ayuda seleccionar el modo de operación del sistema como: manual, off y

automático (MOA). También nos permite seleccionar cuando la bomba esta activa y su modo

de alternancia de las bombas (ALT1 / ALT2). Colabora a un reparto equilibrado del trabajo

con respecto a las bombas.

40

**SELECTORES (MOA y (ALT1 y ALT2))** Marca, Serie Schneider Electric Easy Harmony XA2 Tensión Nominal 240 V AC Corriente Nominal 3 A Frecuencia de Operación 50/60 Hz Numero de Polos 2 polos Grado de Protección **IP65**

*Tabla 12- Características técnicas de los Selectores (MOA y (ALT1 y ALT2))*

**ESP32**

Es un microcontrolador altamente integrado que combina capacidades avanzadas de computación, Es una solución popular en aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT), gracias a su alto rendimiento, a su bajo costo y versatilidad. Está compuesto por un Procesador con memoria RAM hasta 520 KB SRAM, tiene conectividad Wi-fi compatible con 802.11 b/g/n., tiene bluetooth, entradas y salidas (GPIOs) que son hasta 36 pines GPIO.

**MICROCONTROLADOR ESP32** Fabricante Espressif Systems Voltaje de Alimentación 3,3V (máx. 3,6V). Corriente Típica 160 – 260 mA Frecuencia de Operación 80, 160 y 240 MHz CPU Dual-core **Xtensa® LX6** Wi-Fi / Bluetooth Sí / Sí Memoria SRAM 520 KB Memoria Flash 4 MB

*Tabla 13- Características técnicas del ESP32*

**Módulo Relé Doble**

Tiene como principal función permitir la conmutación y el control de dos cargas eléctricas de manera independiente por lo que usa señales de baja tensión provenientes del sistema de control como es el microprocesador ESP32.

41

**MODULO RELE DOBLE** Voltaje de alimentación 5V DC para operar el modulo Entrada de control 3.3V o 5V Número de relés 2 relés independientes Carga de relé (salida) 250V AC O 30V DC Corriente de consumo 70 – 90 mA por relé activado Temperatura de operación –40 °C a +85 °C Dimensiones 50 mm x 40 mm

*Tabla 14- Características técnicas del Módulo Relé Doble*

42

***Diagrama de Etapas***

Esto nos representa la arquitectura de nuestro proyecto conformando el sistema de control y supervisión de las bombas utilizando la tecnología IoT.

La etapa mecánica podremos encontrar tablero eléctrico, bombas, tuberías y conexiones hidráulicas la cual se encargara de ejecutar la parte mecánica de la alternancia de bombas. La etapa eléctrica encontramos la fuente de alimentación, relés y contactores que se encargara de enlazar el control electrónico y la potencia eléctrica. La etapa electrónica vemos el microcontrolador ESP32, sensores y módulo relé lo que nos permitirá hacer el

funcionamiento inteligente y automatizado del sistema de bombeo. La etapa software utilizaremos el firmware ESP32 y la aplicación móvil (Blynk) que nos permitirá el monitoreo en tiempo real desde cualquier punto de ubicación que se encuentre el usuario.

*Figura 17- Diagramas de Etapas*





**CÁLCULOS Y CONSIDERACIONES DE DISEÑO**

**Conversión de Potencia**

1HP = 0,746 kW

P = 2HP X 0.746 = 1.492 kW

**Corriente Nominal del motor**

Para motores monofásicos:

$I$ = P V x fp x n

Sustituyendo: I=

1492

220 x 0.85 x 0.80

I = 9.9 A

Corriente Nominal de diseño: ≈ 10 A

**Conductores de Fuerza para Bombas en AC**

**VOLTAJ E (AC)**

**CORRIENTE TOTAL (A)**

**CALIBRE RECOMENDADO (AWG)**

**SECCION ($mm^2$)**

220V AC 8,48 A 14 AWG 2.5 $mm^2$

*Tabla 15- Conductores de Fuerza para Bombas AC*

I = 1492 220 = 6,78 $A$

6,78 * 1.25=8,48 A

44

**Conductor de Alimentación Principal**

**VOLTAJE (AC) CORRIENTE TOTAL (A)**

**CALIBRE RECOMENDADO (AWG)**

**SECCION (mm2)** 220V AC 16,95 A 12 AWG 4 mm2

*Tabla 16- Conductor de Alimentación Principal*

I=

2984

220

= 13,56 $A$

13,56 * 1,25= 16,95 A

CUADRO DE TOTAL DE CARGAS

EQUIPO CANTIDAD POTENCIA U. POTENCIA TOTAL

Bombas 2HP 2 1496 W 2992 W

Contactores 2 0.8 W 17.6 W

Rele doble 1 1 W 1 W

ESP32 1 1 W 1 W

Sensores 2 0.25 W 0.5 W

Fuente de alimentación 1 10 W 10 W

Reserva(tomacorriente) 1 5A 1100 W

TOTAL 4,122.1 W

*Tabla 17- CUADRO DE TOTAL DE CARGAS*

45

**SISTEMA ELÉCTRICO**

***Diagramas Eléctricos***

En este diagrama se muestra el sistema de control y fuerza del alternado automático y

manual de bombas en corriente alterna en donde observamos los componentes: como son los

interruptores, contactores, relés térmicos que garantizaran una buena operación segura, continua y confiable. El circuito de fuerza suministrara energía a los motores (bombas) mientras que el circuito de mando controlara el encendido, alternancia y asimismo la protección. También se agregó señalización para el estado y fallas del sistema de alternancia de las bombas.

*Figura 18- Diagrama Eléctrico*





***Diagrama eléctrico con la conexión ESP32***

Este esquema nos muestra el sistema de control electrónico usando el ESP32 en la que recibirá señales de los sensores y pulsadores la cual genera salidas digitales que activaran los relés intermedios. Los relés gobiernan las bobinas de los contactores del sistema de potencia así como se muestro en el diagrama anterior del esquema eléctrico.

*Figura 19- Diagrama eléctrico con la conexión ESP32*

47

***Circuito de Suministro y Alimentación.***

Aquí observamos de donde proviene la alimentación de energía que cabe indicar que viene de los postes eléctricos saliendo un circuito hacia un medidor que luego sale hacia un tablero en donde será conectado hacia el interruptor Termomagnetico y así alimentara o se conectara con los demás dispositivos eléctrico que es el sistema de control y fuerza.

*Figura 20- Circuito de Suministro y Alimentación*



48

***Circuito de Mando.***

Este circuito de mando se encarga de controlar las bombas que puede ser operado de forma automático o manual donde se incorpora alternancia de funcionamiento, protecciones por sobrecarga, enclavamientos y señalización de estado y fallas de las bombas logrando a llegar ser un sistema confiable y eficiente.

*Figura 21- Circuito de Mando*

49

***Circuito de Fuerza.***

Aquí el circuito de fuerza es la encarga de suministrar la energía eléctrica de potencia para el funcionamiento de cada motor (bombas). El sistema es alimentado desde una red eléctrica (medidor), cada bomba tiene su protección independiente que son los interruptores Termomagnético para sobrecarga y cortocircuito, siguiendo de interruptores diferenciales, contactores, relés térmicos estos son los encargados de proteger a los motores de sobrecarga prolongada y por último los motores (bombas de agua).

*Figura 22- Circuito de Fuerza*



50

***Sistema de puesta a tierra***

Se instalan con la finalidad de limitar la tensión y conectar las partes metálicas de la instalación eléctrica con el suelo para poder proteger los equipos eléctricos como las bombas, tablero, sensores y además ayuda a disipar las corrientes de fallas pero lo más importante es para proteger a las personas contra descargas eléctricas.

La resistencia se mide en ohmios para que pueda cumplir su papel que es de protección su resistencia tiene que ser muy baja, mientras más baja sea mejor es su protección.

*Figura 23- Sistema de puesta a tierra*

Los componentes de un sistema de puesta a tierra son: el electrodo (pica/malla enterrada), el conductor de puesta a tierra y pozos de dispersión.

**Electrodo de tierra.** Que sería una varilla de cobre de 5/8 x 2.4 m que debería estar enterrada en el suelo.

**El conductor de puesta a tierra.** Un cable que se conecte al tablero, carcasa de las







bombas, a la estructura metálica y a la barra de tierra.

**Pozos de dispersión.** Podría ser una varilla simple, varias varillas o malla de tierra.

**Características del pozo a tierra**

Las características principales seria: sus componentes, la profundidad, el material que servirá de relleno, su resistencia, el tipo de diseño: vertical/horizontal, el tipo de electrodo, el diámetro del pozo, la resistencia del pozo. Para nuestro proyecto debe soportar corriente de fallas de los motores, proteger la parte electrónica que es sensible y además integrarse al tablero eléctrico.

La resistencia debería ser ≤ 10 Ω pero sería mucho mejor si llegara a ≤ 5 Ω .

El Código Nacional de Electricidad del Perú menciona que la resistencia a pozo tierra debería ser ≤ 25 Ω y las normas internacionales IEEE y la NFPA menciona que en caso de control electrónico, de equipos sensibles o industriales se recomienda ≤ 5 Ω ya que así mejorara la protección sobre los equipos electrónicos/ IoT.

**Dimensionamiento**

El sistema de fuerza (bombas) debería ser de ≤ 15 Ω

Para el control automático IoT a ≤ 5 – 10 Ω

Parámetro Valor típico

Profundidad 2.5 – 3 m

Diámetro 0.6 – 1 m

Varilla 2.4 m cobre

Relleno Tierra negra + bentonita

*Tabla 18- Dimensionamiento*

52

Según la norma eléctrico el valor resistido para un sistema de alternado de bombas con tablero eléctrico, IoT y control el valor de resistencia del pozo a tierra convencional con un solo electrodo debe llegar a máximo a ≤ 25 ohmios que sería segura y conforme. En caso que si un solo electrodo superara los 25 Ω se debería de instalar más electrodos en paralelo. Lo más recomendado técnicamente debería ser de 5 – 10 Ω.

53

**SISTEMAS MECÁNICOS**

***Diagramas Mecánicos.***

Observamos la parte mecánica del tanque elevado metálico que es de forma cilíndrica con un fondo cónico, que ha sido instalado sobre una estructura de soporte metálico también hecho de acero. Su diámetro del tanque es de 2 metros y una altura de 1.8 metros ya que nos permitirá almacenar una cantidad considerable de agua para el abastecimiento que se requiere.

El soporte metálico tiene un aproximado de 7 metros sobre el nivel del piso la cual va generar presión necesaria para la distribución del agua.

*Figura 24- Diagrama Mecánico del Tanque Elevado*





**SISTEMA DE SOFTWARE**

***Diagrama de flujo***

El diagrama de flujo describimos la lógica de funcionamiento del sistema de alternado automático de las bombas con respecto al nivel de agua del tanque o cisterna.

A su vez el sistema nos permite el monitoreo y control remoto asimismo como la intervención manual permitiendo una operación eficiente, segura y confiable del sistema de bombeo.

*Figura 25- Diagrama de flujo*

***Librerías Usadas.***

Webserver

ESP32-WROOM-DA Module

Wi-Fi

***Firmware y Software (a utilizar).***

Microcontrolador ESP32)

Arduino IDE

Se usó al programa Arduino para la programación y a su vez enviar dicha información al ESP32 es una interacción entre ambos es el medio de comunicación para lograr este objetivo para el control manual y automático usando a un sensor (de nivel) y así también de evitar que estén encendidos las dos bombas al mismo tiempo.

*Figura 26- Sistema de control basado en el ESP32 mediante el Arduino*

*Figura 27- Comprobación de conexión del ESP32/Arduino con el Blynk*




Aquí se procedió con la configuración para el control de las bombas y poder conectarse a través de la nube y proceder a controlar la alternancia de las bombas. Aquí a las bomba se le dio como nombre con variables: para la forma Manual Bomba1=V0, Bomba2=V1 y al control automático=V2

*Figura 28- Configuración en dispositivo para el control y supervisión*

***Programa Lógico o Datos de Configuración.***

Para poder controlar a través de un móvil se procede hacer las configuraciones correspondientes en la plataforma Blynk Cloud en una pc o laptop:

Se empezara con la creación de Templates (plantillas) para ello tendrán que ir a create a templates y le pondrán de nombre Bombas IoT, en hardware le pondrán ESP32 y en conexión wifi.

*Figura 29- Creación de plantilla: Bombas IoT*

Luego procederemos con la creación de Datastreams (flujo de datos): V0, V1 y V2 donde tendrán que escoger PIN VIRTUAL para ingresar a esta ventana para luego poner nombre: Bomba1, pin: V0, tipo de datos: entero, mínimo: 0 y máximo: 1. Lo mismo va ser V1 y V2 solo cambiara el nombre Bomba2: V1 y Automático: V2 y lo demás va ser igual.

*Figura 30- Creación de flujos de Datos*

Luego de crear las líneas de flujos iremos a crear Devices (dispositivo) para ello seleccionamos crear dispositivo y aparecerá una ventana donde darás clic en donde dice: desde plantilla en donde aparecerá otra ventana en la cual nos ubicaremos en plantilla y buscaremos Bombas IoT y le daremos aceptar.

*Figura 31- Creación del dispositivo*

**ÁREAS TRANSVERSALES DE IMPACTO**

***Ámbito de Seguridad y Salud Ocupacional.***

La implantación de las bombas alternadas que serán controladas mediante la tecnología IoT se le considera como medida de seguridad eléctrica, mecánica y a la vez operativa ya que protegerá al personal y a los equipos. Ya que se esta implementando con dispositivos de protección tanto para los circuitos como para las personas como los interruptor Termomagnetico, las diferenciales y el sistema a puesta a tierra. Asimismo cuenta con un gabinete metálico que protegerá los componentes contra la humedad y el polvo. Además se incorpora control automático y señalización mediante pilotos para poder garantizar una buena operación que sea segura y confiable bajo las normas eléctricas vigentes.

*Figura 32- Ámbito de Seguridad y Salud Ocupacional*

(Harusukae, 2023)

60

***Ámbito de Conservación del Medio Ambiente.***

La implementación del prototipo de bombas alternas controladas y supervisadas mediante IoT ayuda con la conservación del medio ambiente con el uso eficiente de la energía eléctrica y una buena optimización del funcionamiento del sistema de bombeo de agua, ya que también reducirá el consumo innecesario cuando es controlado automáticamente evitar a también el desgaste de los equipos y prolongara la vida útil de las bombas. También lograremos y minimizar la pérdidas de agua y promoverá el uso responsable de los recursos, disminuyendo el impacto ambiental durante la operación del sistema de bombeo.

*Figura 33- Ámbito de Conservación del Medio Ambiente.*

(Haz, 2020)



61

***Ámbito de Eficiencia Energética.***

Este ámbito es un aspecto clave en este proyecto de sistema de bombas alternadas que son controladas y supervisadas mediante IoT, ya que optimizara el consumo de energía en el tiempo que garantiza un funcionamiento positivo y sostenible. El uso racional de la energía se logra con una alternancia programada, paradas automáticas, Supervisión en tiempo real mediante IoT, Prevención de fallas, Reducción de pérdidas y la Selección adecuada de componentes.

*Figura 34- Ámbito de Eficiencia Energética*

(Equipos)

62

***Ámbito de Calidad.***

Asegura que el funcionamiento sea óptimo, fiable y sostenible, realizando con estándares técnicos, normativos y sea el deleite del usuario final. Esto mejorara el rendimiento del sistema logrando detección temprana para poder realizar el Mantenimiento predictivo y preventivo. Al alternar las bombas esto reducirá las fallas, mejorara la confiabilidad del sistema y tendrá una mejor optimización en el rendimiento operativo.

*Figura 35- Ámbito de Calidad*

(aula21)

***Otros Ámbitos.***

**Ámbito Tecnológico**

• Invención tecnológica

• Permitirá una buena Automatización

• Integración

**Ámbito Económico**

• Se podrá ahorrar en los costos operativos

63

• Se disminuirá la inversión inicial

• Se elevara el valor.

**Ámbito Social**

• Mejoría en la calidad de vida las bombas

• Brindar una buena educación y formación

• La incorporación tecnológica.

**ANÁLISIS DE COSTOS Y PRESUPUESTOS**

***Costos de Equipamiento (Hardware y Software).***

Costos de Equipamiento: Hardware

ELEMENTO DESCRIPCION COSTO Microcontrolador Placa ESP32-WROOM-32 (compatible con IoT y Wi-Fi)

S/35.00

Protecciones eléctricas Interruptores Termomagnético, Diferencialy relés térmicos

S/998.00

Fuente de alimentación Adaptador o transformador (220V AC a 5V/12V DC, dependiendo de los requerimientos)

S/70.00

Contactores Para la conmutación de las bombas en el circuito de fuerza

S/360.00

Sensores - Sensor de nivel tipo boya S/80.00

Caja para el tablero Caja metálica o plástica para contener el sistema

S/450.00

Dispositivos auxiliares Selectores MOA / ALT, Pilotos luminosos LED y Borneras, riel DIN, canaletas

S/150.00

Cables, conectores y tuberías pvc

Cableado de fuerza y señal, conectores adecuados

S/230.00

Bombas centrifugas Las Bombas para la alternancia S/3,600.00 Router Para realizar la conexión con la plataforma por el wifi

S/110.00

TOTAL: S/6,083.00

*Tabla 19- Costos de Equipamiento (Hardware)*

64

**Costos de Software**

ELEMENTO DESCRIPCION COSTO IDE de programación Arduino IDE (gratuito) S/0.00

Librerías y drivers Librerías específicas para sensores y ESP32 (gratuitas en su mayoría)

S/0.00

Servidor IoT o Nube Plataformas como ThingSpeak, Blynk, o MQTT S/0.00

Desarrollo de App móvil

- Uso de plataformas gratuitas como MIT App Inventor - Desarrollo personalizado

S/0.00

Licencias opcionales

Si se utilizan herramientas de simulación o diseño como MATLAB o AutoCAD

S/130.00

TOTAL:

S/130.00

*Tabla 20- Costos de Software*

**Costos de Recursos de Personal.**

Rol/Especialidad Funciones Principales Tarifa Promedio (USD/hora)

Horas Estimadas

Costo Total Estimado

Ingeniero - Diseño e S/80.00 12 S/960.00 Electrónico implementación del circuito eléctrico - Selección e integración de Hardware. Ingeniero de - Programación del S/100.00 5 S/500.00 Software ESP32 - Configuración de la aplicación IoT y Plataforma en la nube. Técnico - Instalación de S/25.00 16 S/400.00 Electricista equipos eléctricos - Cableado y montaje del tablero. Diseñador de - Desarrollo de la S/75.00 4 S/300.00 Interfaces aplicación móvil/web para control y monitoreo del sistema

TOTAL:

S/2,160.00

*Tabla 21- Costos de Recursos de Personal*

65

***Costos de Gestión y Otros.***

**Costos de Gestión**

Estos costos están relacionados con la planificación, supervisión y coordinación del

proyecto.

Actividad Descripción Costo Total Estimado

Planificación del Proyecto

Elaboración del cronograma, definición de tareas, asignación de recursos

S/2500.00

Supervisión y Seguimiento

Monitoreo de avances, reuniones periódicas y control de hitos

S/1000.00

Gestión de Riesgos Identificación y mitigación de riesgos técnicos, financieros y operativos

S/500.00

Documentación Elaboración de manuales, planos, reportes y otros documentos técnicos

S/500.00

Legal y normativo Gestión de permisos, certificaciones y cumplimiento de normativas locales

S/650.00

TOTAL: S/5,150.00

*Tabla 22- Costos de Gestión*

**Otros Costos**

Incluyen transporte, almacenamiento y cualquier recurso necesario para la

implementación física del proyecto, costos indirectos que respaldan la ejecución del proyecto

y elementos adicionales que pueden variar según el proyecto.

66

Actividad Descripción Costo Total Estimado Transporte Traslado de equipos, materiales y personal a los sitios de instalación

S/500.00

Almacenamiento Alquiler de espacio para guardar componentes y herramientas

S/400.00

Compra de herramientas

Herramientas especializadas no incluidas en el inventario

S/2000.00

Comunicaciones Telefonía, Internet, plataformas de reuniones virtuales

S/800.00

Imprevistos Reserva para cubrir gastos no planificados (10% del presupuesto total)

S/1,379.30

TOTAL: S/5,079.30

*Tabla 23- Otros Costos*

**Cálculo de Presupuesto.**

**Tipos de Costos Costo Total** Costos de Equipamiento: Hardware y Software S/6,343.00 Costos de Software S/130.00 Costos de Recursos de Personal S/2,160.00 Costos de Gestión S/5,150.00 **Otros Costos** S/5,079.30

*TOTAL:* S/18,862.30

*Tabla 24- Cálculo de Presupuesto*

67

**Resultados del Proyecto**

Como observamos en las imágenes se consiguió la elaboración del tablero de control con sus dispositivos correspondientes tanto eléctrico como electrónico la elaboración de las bombas con el entubado para proceder hacer las conexiones correspondientes con todas las partes que formaran las bombas alternadas.

*Figura 36- Arquitectura electrónica, control y comunicación IoT*

Se procedió con la simulación de los implementos que formarían el modelo funcional integrado; como se observa vemos los encendidos de cada bomba que se realizó en forma manual como automático, para aquello se usó también la conexión con el microprocesador

*Figura 37- Implementación del modelo funcional integrado*

Plataforma IoT para poder monitorear en tiempo real el prototipo del sistema de bombas alternadas.

Luego procedimos con la creación de la plataforma en Blynk la cual conseguimos el control y supervisión de las bombas a través de dicha plataforma que es la IoT, se hizo las pruebas correspondientes y se logró el cometido y así se lograría actuar en tiempo real con este proyecto.

*Figura 38- Monitoreo de las Bombas con la plataforma Blynk resultado final.*

69

Tras la implementación del sistema de bombas alternas controladas y supervisadas mediante IoT, destacando los logros técnicos, económicos, y funcionales que demuestran el éxito del proyecto se logró:

✓ Automatización eficiente del sistema de bombeo

✓ Control y supervisión en tiempo real

✓ Optimización de recursos:

✓ Eficiencia energética

✓ Mejora en la calidad del servicio

✓ Transferencia tecnológica.

**CAPITULO IV: Operación y Mantenimiento**

**OPERACIÓN**

***Consideraciones de Seguridad para la Operación.***

**Capacitación de los Operarios:**

• Tienen que tener una formación técnica

• Capacitación para procedimientos de emergencia

• Implementarlos con todo los accesorios de Protección contra descargas eléctricas.

**Interacción con la Tecnología IoT:**

• Nos permitirá una Interfaz de usuario intuitiva

• Lograr conexión atraves de Autorización de acceso

• Mandando o avisando Alertas automáticas

**Riesgos de Exposición a Fallos:**

• Tener siempre a la mano Protección contra altas presiones

• Tener un Plan de desconexión manual

**Uso de Equipos de Protección Personal (EPP):**

• Se le debe brindar a los operarios toda la implementación de accesorios de protección como guantes dieléctricos, gafas protectoras, botas de seguridad y otros EPPs dependiendo las condiciones de operación(zonas con riesgo eléctrico, presencia de agua)



**Supervisión y Mantenimiento:**

• Se deberá dar mantenimiento preventivo por seguridad y su buen funcionamiento

• Tener un historial detallado de todas las actividades, fallas o acciones.

• Permite proteger a los operadores como al sistema, reduciendo los riesgos y mejorar la confianza.

***Manual de Usuario u Operación de Puesta en Marcha.***

*Figura 39- Tablero de mando eléctrico*

Para poder empezar la operación de puesta en marcha nos aseguramos de lo siguiente:

**Inspección del sistema:**

- Revisar que las conexiones eléctricas y de la parte mecánica estén correctamente instaladas.

- Examinar que los componentes eléctricos y conductores cumplen con las especificaciones de seguridad.

- Examinar el estado de las bombas, tuberías y válvulas para encontrar posibles fugas o bloqueos.





- Comprobar que la alimentación eléctrica que este interconectada y verificar que los dispositivos de protección (interruptores electromagnéticos, diferenciales, contactores, relé térmicos) están activos.

**Conexión a la red Wi-Fi:**

- Afirmar de que el ESP32 esté totalmente configurado para poder conectarnos a la red local con acceso estable a Internet (wifi).

**Dispositivo móvil o software:**

- Se deberá instalar y también configurar la plataforma IoT (Blynk) diseñada para el sistema.

- Confirmar de tener acceso autenticado para monitorear y controlar las bombas.

***Procedimiento de Puesta en Marcha:***

**Energización del Sistema:** procederemos con el encendido del interruptor general del sistema, luego revisaremos que los LED del ESP32 muestren señales de operación normal

**Conexión IoT y Configuración:** nos conectaremos con un dispositivo móvil a la red wifi pasaremos a abrir el aplicativo y autenticaremos las credenciales. Desde el aplicativo revisaremos que el ESP32 este en línea y esté comunicándose correctamente luego procederemos a configurar los parámetros del sistema como el alternado de las bombas, alertas personalizadas y umbrales de presión o caudal.

**Prueba de Operación Manual**

- Se activara cada bomba de manera manual desde el aplicativo para verificar su funcionamiento.

- Luego pasaremos a comprobar que las bombas se estén alternando de



acuerdo con los parámetros configurados.

**Supervisión y Automatización**

- Desde el aplicativo se activara la supervisión automática de las bombas.

- Tendremos que asegurarnos de que las alertas y las notificaciones estén correctamente configuradas.

- Se hará una revisión para confirmar que el estado del sistema en el aplicativo está operando sin ningún problema.

**Consideraciones finales:**

- Evitar de arreglar o modificar las conexiones eléctricas como las mecánicas mientras el sistema esté en funcionamiento.

- Si se llegara a detectar ruidos anormales o talvez calentamiento excesivo, procedamos apagar el sistema inmediatamente y revisar posibles fallos.

• Se deberá programar revisiones periódicas para evitar posibles problemas con las bombas, las conexiones eléctricas y asimismo el hardware de la IoT.



***Tabla de Causas de Fallos y Soluciones en la Operación.***

FALLO DETECTADO POSIBLE CAUSA SOLUCION PROPUESTA 1. Las bombas no arrancan

- Falta de suministro eléctrico

Verificar las conexiones eléctricas y asegúrate de que el interruptor general esté encendido. - Fallo en el controlador (ESP32)

- Reinicia el ESP32 y asegúrate de que esté conectado a la red Wi-Fi. - Configuración errónea en la aplicación.

- Revisa los parámetros de operación en la aplicación móvil.

2. Operación intermitente de las bombas.

-Baja señal Wi-Fi o pérdida de conexión IoT.

- Mejorar la señal Wi-Fi con un extensor o verifica el estado del router. Actualiza el firmware del ESP32. - Problema en el código del microcontrolador.

Actualizar el firmware del ESP32.

- Sobrecalentamiento del motor de la bomba.

- Revisar la ventilación del motor y reducir el tiempo de operación continua. 3. La alternancia entre bombas no ocurre.

- Configuración incorrecta en los tiempos de alternancia.

*Tabla 25- Tabla de Causas de Fallos y Soluciones en la Operación*

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

***Diagrama Gantt de Mantenimiento Preventivo.***

**Plan de Mantenimiento Preventivo** 1D 2D 3D 4D 5D 6D 7D Planificación del Mantenimiento Monitoreo IoT y Revisión de Datos Mantenimiento de Sensores y Equipos IoT Mantenimiento Preventivo de Bombas

Pruebas y verificación Documentación y Reportes

*Tabla 26- Diagrama de Gantt de Mantenimiento Preventivo*



***Procedimiento de Mantenimiento Preventivo.***

*Figura 40- Mantenimiento Preventivo*

**Planificación del Mantenimiento**

Es fundamental para asegurar que el procedimiento se ejecute de manera eficiente:

**Elaborar un cronograma:** Organizar y estructurar las tareas del mantenimiento en

una línea de tiempo clara y precisa (inspección, limpieza, ajustes, pruebas y documentación).

Asimismo para el sistema IoT (calibrar los sensores y verificar la conectividad).

**Identificar los recursos necesarios:** Garantizar que todas las herramientas,

materiales y personal estén disponibles antes de iniciar el mantenimiento. Por lo cual se

procederá a lo siguiente:

-realizar un inventario de herramientas y materiales

-determinaremos las necesidades del software y su conectividad.

Asegurar la disponibilidad de personal.

**Asignar responsables:** tener al personal adecuado con experiencia y con

conocimiento respecto al proyecto a realizar. Delegar tareas de manera clara,





asignando actividades específicas a personal calificado.

- Identificar roles necesarios

- Designar responsables

- Establecer un supervisor

- Proveer capacitación si es necesario

**Monitoreo IoT y Revisión de Datos**

Nuestro objetivo es asegurar que el sistema de monitoreo IoT esté funcionando

correctamente. Por lo cual se hará:

• **una verificación de la conectividad del sistema IoT:** por lo que el ESP32 debe estar

correctamente conectado y comunicando con la plataforma IoT , verificar el estado de

la red, verificar que los datos sean precisos y consistentes y utilizar esta información

para prevenir posibles fallos.

**Mantenimiento de los Equipos IoT:**

Asegurar que los equipos IoT estén operando eficientemente, se realizara:

• **Mantenimiento de componentes electrónicos: Eliminar** el polvo y residuos del

ESP32, módulo relé doble y la fuente.

• **Actualización de firmware:** se deberá instalar actualizaciones disponibles para lograr garantizar la seguridad y una buena eficiencia del sistema IoT.

**Mantenimiento Preventivo de Bombas:**

Para lograr que las bombas sigan funcionando de manera eficiente sin problemas tanto mecánico como eléctricos se realizara:

• **Inspección mecánica:** Verificar sellos, empaques, rodamientos y conexiones de las



bombas, el estado de las bases de montaje. Se identificara las fugas o desgastes.

• **Limpieza:** Eliminar los residuos o acumulaciones que puedan obstruir el sistema y dañen las bombas. Asimismo se hará una limpieza externa.

• **Reemplazo de piezas:** Se sustituirá cualquier componente que este mostrando signos de desgaste sellos, rodamientos o componentes desgastados, cualquier parte del motor que presente fallas.

• **Prueba de alternancia:** Confirmar que el sistema de alternancia entre bombas funciona correctamente.

• **Lubricación y Pruebas:** se aplicara lubricante adecuado a los componentes móviles para reducir el desgaste. Y para culminar se realizara las pruebas correspondientes de las bombas para estar seguros de su funcionamiento.

**Pruebas y verificación:**

• **Pruebas funcionales:** se procederá con el encendido del sistema y se monitoreara la activación de los actuadores y las bombas.

• **Pruebas IoT:** comprobar que los datos configurados se transmitan correctamente a la plataforma y que cuando haya fallos o valores críticos se activen las notificaciones; así obtendremos una buena supervisión y control remoto.

• **Simulación de condiciones reales:** para confirmar que tiene un buen rendimiento bajo escenarios reales se procederá a ser simulaciones. Esto nos permitirá confirmar que el sistema de bombas alternadas automatizadas funcionen de manera óptima asimismo puedan operar de manera segura y continua.

**Documentación y Reportes**

• **Informe técnico:** notaran todas las actividades realizadas, si hubo mantenimiento

correctivo las piezas reemplazadas y por último el estado final del sistema.

• **Recomendaciones:** se registrara las mejoras tan bien las sugerencias para lograr un buen rendimiento y una excelente eficiencia del sistema.

• **Actualización de registros IoT:** Si el sistema tiene un historial digital, se guardaran las observaciones para que puedan facilitar futuras referencias.

***Materiales, Equipos y Herramientas.***

**Materiales**

*Figura 41- Materiales*

**Para el Sistema de Bombas:**

• Lubricantes industriales

• Empaques y juntas

• Filtros

• Cintas de sellado

• Cables eléctricos





**Para el sistema IoT:**

• Placa electrónica adicional

• Baterías o fuentes de alimentación

**Consumibles:**

• Productos de limpieza (desengrasantes y paños).

• Adhesivos y selladores industriales.

• Tornillos

**Equipos**

*Figura 42- Equipos*

**Equipos de diagnóstico:**

- Multímetro digital

- Pinza amperimétrica:

- Manómetros

- Medidor de caudal

- Termómetro infrarrojo



80

**Equipos IoT:**

- Computadora o teléfono inteligente

- Simulador de sensores

- Repetidor wifi

**Otros equipos:**

- Bomba de prueba hidráulica

- Compresor de aire

**Herramientas**

*Figura 43- Herramientas*

**Herramientas manuales:**

- Destornillándose

- Llaves ajustables e inglesas

- Pinzas

- Cortadores

81

**Herramientas especializadas:**

- Crimpadora

- Soldador eléctrico

- Tornillos o perforadora eléctrica

**Herramientas de seguridad:**

-

Probador de tensión

-

Detectores de fugas

**Equipo de Protección Personal (EPP)**

El EPP es indispensable para la seguridad durante el mantenimiento preventivo.

- Guantes dieléctricos

- Lentes de seguridad para proteger

- Botas dialecticos

- Ropa resistente al agua (para trabajar con el sistema hidráulico).

- Casco .

**MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

*Figura 44- Mantenimiento Correctivo*



82

El mantenimiento correctivo implica la reparación o la sustitución de componentes o

sistemas que estén presentando fallas o presentan un mal funcionamiento por lo cual se atenderá lo más rápido posible.

***Procedimiento de Mantenimiento Correctivo.***

**Diagnóstico de la falla:**

• Para eso se hará una inspección física (sensores, conexiones y bombas) y análisis de alerta IoT.

• Luego haremos uso de las herramientas como multímetros, manómetros y registros históricos para lograr identificar la causa del problema.

**Planificación de la reparación:**

• Determinar si se requiere una reparación en el mismo sitio o llevarlo al taller.

• Examinar disponibilidad de repuestos y materiales necesarios.

• Informar a los usuarios sobre el tiempo estimado que tomara para la reparación.

**Ejecución de la reparación:**

• Desenergizar el sistema para poder trabajar con seguridad.

• Sustituir o reparar el componente en caso de estar dañado (motores, sensores, etc.).

• Hacer pruebas los elementos reparados antes de reinstalarlos.

**Pruebas del sistema:**

• Validaremos el correcto funcionamiento de los componentes individuales y del sistema completo.

• Simulación de condiciones reales para asegurar su estabilidad.



**Documentación:**

• Registraremos las fallas, las acciones realizadas, los materiales utilizados y los resultados que se hayan obtenido.

• Proponer medidas preventivas para evitar recurrencias.

***Materiales, Equipos y Herramientas.***

**Materiales**

**Para Reparaciones Mecánicas:**

- Tuberías y accesorios: Repuestos para secciones dañadas.

- Sellos y empaques: Juntas de goma o silicona para evitar fugas.

- Cintas de sellado: Como teflón para conexiones hidráulicas.

- Filtros: Repuestos para filtros obstruidos o dañados.

**Para Reparaciones Eléctricas y IoT:**

- Cables eléctricos: Para sustituir conexiones defectuosas.

- Terminales y conectores: Para reparaciones en el cableado.

- Sensores de reemplazo: Presión, caudal, nivel o temperatura.

- Placa ESP32 o similar: En caso de fallas en el controlador.

**Consumibles Generales:**

- Lubricantes industriales.

- Productos de limpieza (desengrasantes, paños).

- Tornillos, tuercas y arandelas.

84

**Equipos**

**Para Diagnóstico y Monitoreo:**

- Multímetro digital: Para verificar conexiones eléctricas.

- Pinza amperimétrica: Para medir el consumo eléctrico de las bombas.

- Manómetros: Para revisar la presión del sistema hidráulico.

- Termómetro infrarrojo: Para medir temperaturas del motor y puntos críticos.

- Simulador de sensores: Para validar sensores IoT.

**Para Reparación:**

- Bomba de prueba hidráulica: Para comprobar caudal y presión tras la reparación.

- Compresor de aire: Para limpieza de componentes electrónicos.

**Equipos IoT:**

- Computadora o Smartphone: Para acceder al sistema IoT y revisar datos históricos.

- Repetidor Wi-Fi: Para asegurar la conectividad si es necesario.

**Herramientas**

**Herramientas Básicas:**

- Destornilladores planos y de cruz.

- Llaves ajustables e inglesas para componentes mecánicos.

- Pinzas de punta y de presión para manipulación de cables.

- Pelacables y cortadores de cable.

**Herramientas Especializadas:**

- Crimpadora: Para reparar conexiones eléctricas.

- Soldador eléctrico: Para reparación de circuitos IoT.

- Tornillos y taladro eléctrico: Para reinstalación de soportes y estructuras.

85

**Herramientas de Seguridad:**

- Probador de tensión: Para verificar ausencia de corriente antes de intervenir.

- Detectores de fugas: Para identificar problemas en el circuito hidráulico.

**Equipo de Protección Personal (EPP)**

- Guantes dieléctricos y mecánicos.

- Lentes de seguridad.

- Cascos.

- Ropa impermeable para trabajos hidráulicos.

- Botas dialecticos.

*Figura 45- Pruebas*



86

***Ficha de Mantenimiento Correctivo.***

*Tabla 27- Ficha de Mantenimiento Correctivo*

**CONCLUSIONES**

A continuación, se presentan las siguientes conclusiones obtenidas a partir de los objetivos específicos:

✓ Logramos proyectar estupendamente la arquitectura del sistema de alternado de bombas automático, llegando armar la etapa de potencia, la etapa de control y la etapa de la comunicación IoT. Gracias al microprocesador ESP32 llegamos a establecer una estructura funcional donde integra entradas digitales como el sensor de nivel, las salidas para control a través del módulo relé doble y la conectividad por wifi para una supervisión remota.

Esta implementación nos garantiza una lógica de alternancia automática y la posibilidad de realizar operaciones manual y remota.

✓ Se construyó perfectamente el modelo funcional del sistema incluyendo relés, bombas simuladas, sensor (tipo interruptor) para simular las boyas y el módulo IoT. Logrando efectuar correctamente la lógica de control ya sea manual o automático que a su vez realiza la alternancia de las bombas en cada ciclo de operación. La unión de hardware y software nos permite validar el correcto funcionamiento del sistema de alternancia en el llenado y vacío mediante las simulaciones.

✓ Se construyó una plataforma de monitoreo remoto utilizando Blynk la que nos permite una supervisión y control en tiempo real del sistema a través de un dispositivo móvil permitiéndonos el control manual de cada una de las bombas , la activación del control automático y la visualización del estado del sistema de bombeo. Logrando

cumplir con la supervisión y control remota a través de la tecnología IoT.

88

**RECOMENDACIONES**

Basados en los resultados obtenidos de las conclusiones tenemos las siguientes recomendaciones:

✓ Sería recomendable elaborar protección por sobrecalentamiento de motor, instalar un guardamotor con protección térmica, además sería recomendable incorporar mecanismos de reconexión automática ante perdida de señal (wifi) para poder asegurar continuidad en la supervisión.

✓ Se recomienda la instalación de 2 sensores (bajo y alto) convierte el sistema en un control por histéresis haciéndolo más seguro y profesional. Para que trabajen mejor, un sensor continuo para que nos dea un nivel exacto una lógica por fallo de sensor defectuoso y si el sensor permanece activado demasiado tiempo.

✓ Para una mejora sería bueno implementar más sistemas de protección como sensores de corriente o protección térmica para lograr mejorar la detección de fallas reales con respecto a las bombas y a su vez aumentar la seguridad del sistema. También se podría ampliar la plataforma IoT incorporando alertas automáticas y registro de los datos para poder optimizar el mantenimiento preventivo.

89

**Referencias Bibliográficas**


CAIZA GUALLICHICO, B. P. (2023). *Implementación de un sistema de monitoreo de nivel de agua mediante un controlador lógico programable en el tanque de almacenamiento de agua tratada en la empresa Fuentes San Felipe S.A.* Latacunga, Cotopaxi, Ecuador.

CALDERON QUISPE, D. V. (2025). *Influencia del tablero de arranque de bombas alternadas para reducir el tiempo de desabastecimiento de agua en el I.E.S.T.P Andrés Avelino Cáceres Dorregaray – 2025.* Huancayo.

Campaña, B. F. (2023). *Implementación de un sistema de monitoreo de nivel de agua mediante un controlador lógico programable en el tanque de almacenamiento de agua tratada en la empresa Fuentes San Felipe S.A.* Latacunga, Cotopaxi, Ecuador.

CATUCUAGO ALCOSER, W. I. (2024). *Diseño de un sistema automático para el control y*

*monitoreo digital de la planta de tratamiento de aguas residuales en la empresa Terrafértil S.A.* Ibarra, Ecuador.

Electronic Components. (1989). *ACTUADOR (ACCIONAMIENTO, ACCIONADOR) - DEFINICIÓN.*

geprom.com. (2025). *Sistema SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition.*

Hidroserviceperu.com. (2019). *Sistema de alternado de bombas.*

keyence.com. (s.f.). *Fundamento del Sensor.*

makercreativo.com. (s.f.). *Sensor ultrasonico HC-SR04.*

MALDONADO SAMANIEGO, A. P. (2022). *Diseño del sistema automatizado de alimentación y control de bombas para agua potable en la cabecera parroquial de Limonal.*

MTLAB. (s.f.). *ESP32.*

PAHUARA ROJAS, F. C. (2020). *Diseño e implementación de sistema automatizado en cuarto de bombas para el suministro de agua potable en edificio Torres Paz.* Lima-Barranco.

Samaniego, A. P. (2022). *Diseño del sistema automatizado de alimentación y control de bombas para agua potable en la cabecera parroquial de Limonal.*

Sendra, F. (s.f.). *Equipos de automatizacion.*

Studoku. (2019). *Sistema de Bombas Alternadas.*

TecnoFuturo.net. (2025). *El impacto del Internet de las cosas.*

WEG, M. B. (2021). *I nternet de las Cosas: Beneficios del IOT Industrial.*

WIKIPEDIA. (s.f.). *ESP32.*

ZAVALA HERRERA, A. J. (2023). *CONTROL DE 02 ELECTROBOMBASALTERNADAS PARA LA ESTACION DEPEAJES AUTOPISTAS DEL NORTE.* SENATI.