

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Tesis

**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**

David Victor Quispe Calderon

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Electricista

Huancayo, 2025

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Ing. Percy Javier Juan De Dios Ortiz
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 7 de Agosto de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

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

Autor:

1. DAVID VICTOR QUISPE CALDERON – EAP. Ingeniería Eléctrica

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 12 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- | | | |
|---|--|--|
| • Filtro de exclusión de bibliografía | SI ☒ | NO ☐ |
| • Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas: 40 | SI ☒ | NO ☐ |
| • Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante | SI ☐ | NO ☒ |

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original

(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

ÍNDICE DE CONTENIDO

Agradecimiento	iv
Dedicatoria	v
Índice de contenido	vii
Lista de tablas.....	x
Lista de figuras.....	xi
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
Introducción	xv
Capítulo I	17
Planteamiento del estudio.....	17
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	17
1.1.1. Problema general	20
1.1.2. Problemas específicos	20
1.2. Objetivos	20
1.2.1. Objetivo general.....	20
1.2.2. Objetivos específicos	20
1.3. Justificación e importancia	21
1.3.1. Justificación técnica	21
1.3.2. Justificación económica	21
1.3.3. Justificación teórica	22
1.3.4. Justificación social	22
1.3.5. Justificación ambiental.....	23
1.4. Importancia de la investigación	23
1.5. Limitaciones	24
1.6. Hipótesis y variables	25
1.6.1. Hipótesis general.....	25
1.6.2. Hipótesis específicas	25
1.7. Descripción y operacionalización de variables	25
1.7.1. Variable 1: Independiente	25
1.7.2. Variable 2: Dependiente	26
1.7.3. Operacionalización de variables	27
Capítulo II	28
Marco teórico	28

2.1. Antecedentes del problema.....	28
2.1.1. Bombas alternadas	28
2.1.2. Desabastecimiento de agua	30
2.2. Bases teóricas	32
2.2.1. Bombas alternadas	32
2.2.2. Bombas centrífugas horizontales	32
2.2.3. Grupo de presión.....	33
2.2.4. Automatismo.....	34
2.2.4.1. Clasificación de automatismos.....	34
2.2.5. Controladores lógicos programables.....	34
2.2.6. PLC Siemens Simatic S7-300.....	35
2.2.7. Software del PLC.....	36
2.2.8. Hardware del PLC.....	36
2.2.9. Entradas o salidas.....	36
2.2.10. Diagramas de escaleras ladder.....	37
2.2.11. Detectores de nivel	38
2.2.12. Pulsadores.....	38
2.2.13. Interruptores y conmutadores.....	39
2.2.14. Relés	40
2.2.15. Contactores.....	41
2.2.16. Relés temporizadores	42
2.2.17. Presostato	42
2.2.18. Sensor inteligente Hyleton Smart.....	43
2.3. Definición teórica	44
2.3.1. Bombas alternadas	44
2.3.2. Desabastecimiento de agua	45
2.4. Marco conceptual	45
Capítulo III.....	47
Metodología	47
3.1. Método de investigación	47
3.2. Tipo de investigación	48
3.3. Nivel de investigación.....	48
3.4. Diseño de investigación.....	49
3.5. Población y muestra.....	50
3.5.1. Población	50

3.5.2. Muestra	51
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de datos	51
3.6.1. Técnicas de recolección de datos	51
3.6.2. Instrumento de recolección de datos	51
3.7. Procedimiento de recolección de datos	52
3.7.1. Instrumentación y recolección de datos	52
3.7.2. Secuencia de recolección de datos	52
Capítulo IV	54
Resultados y discusión	54
4.1. Identificación de la necesidad	54
4.2. Propuestas de solución al problema o necesidad.....	55
4.2.1. Encendido por control automatizado por PLC desde una computadora	56
4.2.2. Encendido por control automatizado desde un equipo móvil	56
4.3. Pruebas de solución	57
4.3.1. Diseño de solución.....	57
4.3.1.2. Control	63
4.3.2. Simulación	65
4.3.3. Pruebas experimentales.....	65
4.3.4. Parámetros de operación y pruebas.....	73
4.3.4.1. Prueba de torque de motor vs. Velocidad de motor	73
4.3.4.2. Prueba de corriente de motor	74
4.3.4.3. Prueba de factor de potencia de motor.....	75
4.4. Elección de la mejor solución	76
4.5. Pruebas de hipótesis	79
4.5.1. Prueba de potencia de consumo.....	79
4.5.2. Prueba de torque	80
4.5.3. Prueba de facturación por consumo	81
4.5.4. Prueba de tiempo de desabastecimiento.....	82
Conclusiones	84
Recomendaciones	85
Referencias	86
Anexos	93

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	27
Tabla 2. Equipamiento de fuerza I. E. S. T. P. Andrés Avelino Cáceres Dorregaray.....	50
Tabla 3. Bombas utilizadas en el abastecimiento de agua I. E. S. T. P. Andrés Avelino Cáceres Dorregaray	51
Tabla 4. Datos de las bombas de agua	54
Tabla 5. Identificación de la necesidad.....	55
Tabla 6. Selección de contactor	58
Tabla 7. Selección de contactor según potencia	59
Tabla 8. Selección de conductores por corriente	61
Tabla 9. Selección de conductor a tierra	62
Tabla 10. Selección de relé de protección.....	63
Tabla 11. Parámetros de funcionalidad de la solución con equipo móvil.....	78
Tabla 12. Parámetros de funcionalidad de la solución con PLC.....	78
Tabla 13. Hipótesis específica 1	79
Tabla 14. Correlación para la hipótesis específica 1.....	79
Tabla 15. Prueba T para la hipótesis específica 1	79
Tabla 16. Hipótesis específica 2	80
Tabla 17. Correlación para la hipótesis específica 2.....	80
Tabla 18. Prueba T para la hipótesis específica 2	81
Tabla 19. Hipótesis específica 3	81
Tabla 20. Correlación para la hipótesis específica 3.....	81
Tabla 21. Prueba T para la hipótesis específica 3	82
Tabla 22. Hipótesis general.....	82
Tabla 23. Correlación para la hipótesis general.....	83
Tabla 24. Prueba T para la hipótesis general	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Bombas de agua.....	18
Figura 2. Tablero de la segunda electrobomba	19
Figura 3. Tablero de la primera electrobomba.....	19
Figura 4. Sistema de Bombeo en Gama Partida.....	32
Figura 5. Bomba centrífuga de eje horizontal.....	33
Figura 6. Suministro con deposito en altura	33
Figura 7. Estructura de automatización.....	34
Figura 8. Controlador lógico programable (PLC).....	35
Figura 9. Reglas básicas de configuración de un PLC.....	35
Figura 10. Conexión de PLC y máquina PC	36
Figura 11. Sistema con flotador	37
Figura 12. Ejemplo de programa en diagrama de contactos (ladder diagram)	38
Figura 13. Pulsador	38
Figura 14. Esquema de pulsados abierto y cerrado.....	39
Figura 15. Conmutador	39
Figura 16. Relé de contactos	40
Figura 17. Relé de contactos parte interna	40
Figura 18. Contactor parte interna	41
Figura 19. Estructura de un contactor	42
Figura 20. Tipos de temporizadores.....	42
Figura 21. Partes del termostato.....	43
Figura 22. Sensor Inteligente Hyleton	43
Figura 23. Medición de corriente de electrobomba	55
Figura 24. Diseño de esquema de arranque, primera propuesta	64
Figura 25. Diagrama de mando por contactores y el sensor inteligente	64
Figura 26. Estado inicial de simulación de control por PLC	65
Figura 27. Simulación de arranque de la memoria de protección.....	66
Figura 28. Simulación de arranque de primera bomba control por PLC	66
Figura 29. Simulación de arranque de primera bomba control por PLC	67
Figura 30. Curva característica del torque vs. velocidad control por PLC	67
Figura 31. Comportamiento del factor de potencia de acuerdo con la potencia control por PLC	68
Figura 32. Comportamiento de la corriente vs. Velocidad nominal control por PLC	68
Figura 33. Estado inicial de arranque por equipo móvil	69

Figura 34. Simulación de arranque de primera bomba controlado por equipo móvil.....	70
Figura 35. Simulación de arranque de segunda bomba controlado por equipo móvil.....	71
Figura 36. Curva característica del torque vs. Velocidad control por equipo móvil.....	72
Figura 37. Comportamiento del factor de potencia de acuerdo con la potencia control por equipo móvil	72
Figura 38. Comportamiento de la corriente vs. Velocidad nominal control por equipo móvil	73
Figura 39. Cuadro de comportamiento del torque con arranque por PLC	73
Figura 40. Cuadro de comportamiento del torque con arranque por equipo móvil	74
Figura 41. Cuadro de comportamiento de la corriente con arranque por PLC	74
Figura 42. Cuadro de comportamiento de la corriente con arranque por equipo móvil	75
Figura 43. Cuadro de comportamiento del factor de potencia con arranque por PLC.....	75
Figura 44. Cuadro de comportamiento del factor de potencia con arranque por equipo móvil	76
Figura 45. Comparación de propuestas con relación al torque	76
Figura 46. Comparación de propuestas con relación al factor de potencia.....	77
Figura 47. Comparación de propuestas en relación con el pico de corriente.....	77
Figura 48. Contactor AF09	96
Figura 49. Clases de contactores y sus capacidades	96
Figura 50. Dimensiones del Contactor.....	97
Figura 51. Relé térmico de sobrecarga.....	98
Figura 52. Clases de relés y sus capacidades	98
Figura 53. Dimensionamiento del relé térmico.....	99
Figura 54. Sensor inteligente Hyleton.....	100
Figura 55. Especificaciones del termomagnético y partes	101
Figura 56. Características del conductor.....	103

RESUMEN

El trabajo presentado tiene como objetivo la elaboración de un prototipo que permita controlar un tablero de control de electrobombas por medio de un equipo móvil, los factores que influyen en el diseño es el torque de las bombas, ya que de ellos depende el tiempo de llenado de los tanques, es por lo que se está utilizando un simulador que arroja datos de cómo se comporta el torque con dos diagramas distintos; de igual manera, arroja una curva característica de la corriente. En el diseño se está considerando el uso de un sensor inteligente que funciona por medio de una red wifi que brindará la activación del tablero y la ventaja de este sensor es que se puede programar el tiempo de funcionamiento de las bombas y también se puede alternar las bombas. El prototipo se llegó a ejecutar y se realizaron las pruebas respectivas y se pudo observar que funciona a la perfección y que se puede implementar tanto para el control de otros tipos de arranques como fajas transportadoras, puertas levadizas, etc. La metodología para el diseño del prototipo se basó en el método sistémico.

Palabras claves: arranque de motores, bombas, torque

ABSTRACT

The work presented aims to develop a prototype that allows to control a control panel of electric pumps by means of a mobile equipment, the factors that influence the design is the torque of the pumps since they depend on the time of filling of the tanks is why we are using a simulator which gives us data on how the torque behaves with two different diagrams, in the same way it gives us a characteristic curve of the current. The design considers the use of an intelligent sensor that works through a Wi-Fi network which will provide the activation of the board, and the advantage of this sensor is that you can program the operating time of the pumps, and you can also alternate the pumps. The prototype was executed, and the respective tests were carried out and it was observed that it works perfectly and that it can be implemented both for the control of other types of stars such as conveyor belts and lifting doors. The methodology for the design of the prototype is based on the systemic method.

Keywords: engine starting, pumps, torque