

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Tesis

**Influencia del tablero Switchboard en la
disponibilidad del sistema de bombeo en la minera
San Cristóbal-Volcan, 2024**

Herson Antonio Torres Saldaña
Jose Antonio Mamani Zevallos

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Electricista

Huancayo, 2024

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 : 6 de diciembre de 2024

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

Título:

INFLUENCIA DEL TABLERO SWITHBOARD EN LA DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA DE BOMBEO EN LA MINERA SAN CRISTÓBAL – VOLCAN, 2024

Autores:

1. HERSON ANTONIO TORRES SALDAÑA – EAP. Ingeniería Eléctrica
2. JOSE ANTONIO MAMANI ZEVALLOS – 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 19 % 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
N° de palabras excluidas: 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,

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Agradecimiento	iv
Dedicatoria	v
Índice de contenidos	vi
Lista de figuras	ix
Lista de tablas	x
Resumen	xi
Summary	xii
Introducción	xiii
Capítulo I	14
Planteamiento del estudio	14
1.1. Planteamiento y formulación del problema	14
1.2. Formulación del problema	15
1.2.1. Problema general	15
1.2.2. Problemas específicos.....	15
1.3. Objetivos	15
1.3.1. Objetivo general.....	15
1.3.2. Objetivos específicos	15
1.4. Justificación e importancia.....	16
1.4.1. Justificación social.....	16
1.4.2. Justificación técnica.....	16
1.4.3. Justificación teórica	16
1.4.4. Justificación económica	16
1.4.5. Justificación metodológica	17
1.5. Importancia	17
1.6. Limitaciones de la investigación.....	17
1.7. Hipótesis y descripción de variables	17
1.7.1. Hipótesis general	17
1.7.2. Hipótesis específicas.....	17
1.8. Descripción de las variables.....	18
1.8.1. Variable independiente (x).....	18
1.8.2. Variable dependiente (y).....	18
1.8.3. Operacionalización de las variables.....	18
Capítulo II	20
Marco teórico	20
2.1. Antecedentes	20

2.1.1. Antecedentes internacionales.....	20
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	21
2.2. Bases teóricas.....	22
2.2.1. Tablero <i>switchboard</i>	22
2.2.2. Sistema de bombeo.....	23
2.3. Definición teórica.....	23
2.3.1. Tablero <i>switchboard</i>	23
2.3.2. Normas aplicables en la fabricación de tableros eléctricos.....	25
2.3.3. Sistema de bombeo.....	25
2.3.3.1. Tipos de equipos de bombeo.....	26
2.4. Definición de términos.....	26
2.4.1. Interruptores de potencia.....	26
2.4.2. Fuente de comando y protección.....	26
2.4.3. Protecciones de falla a tierra.....	27
2.4.4. Comprobador de ausencia de tensión.....	27
2.4.5. Parada de emergencia.....	27
2.4.6. Barras de potencia.....	27
2.4.7. Barra de PE.....	28
2.4.8. Descargador de sobretensiones.....	28
2.4.9. Monitor de acometida.....	28
2.4.10. Medición.....	28
2.4.11. Auxiliares.....	29
2.4.12. Identificaciones y señalización.....	29
2.5. Propuesta de la solución.....	29
2.5.1. Identificación de la necesidad o problema.....	29
2.5.2. Propuesta de solución del problema.....	29
2.5.2.1. Diseño de la primera solución.....	29
2.5.2.2. Diseño de la segunda solución.....	30
2.5.3. Prueba de la solución.....	31
2.5.3.1. Diseño eléctrico.....	31
2.5.4. Elección de la mejor solución.....	34
2.5.4.1. Especificaciones técnicas de la solución.....	34
2.5.4.2. Parámetros de los dispositivos de protección de los tableros, circuitos y riesgos laborales.....	36
Capítulo III.....	43
Metodología de la investigación.....	43
3.1. Métodos y alcance de la investigación.....	43

3.1.1. Tipo de investigación.....	43
3.1.2. Nivel de investigación	43
3.1.3. Método de investigación.....	43
3.1.4. Diseño de la investigación	43
3.2. Población y muestra	44
3.2.1. Población	44
3.2.2. Muestra	44
3.2.2.1. Tipo de muestreo.....	44
3.2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	44
Capítulo IV	46
Resultados y discusión	46
4.1. Resultados de tratamiento y análisis de la discusión	46
4.1.1. Interrupciones del sistema de bombeo teniendo el tablero de distribución y el tablero <i>switchboard</i>	46
4.2. Resultados de tratamiento y análisis de la discusión específicos.....	49
4.2.1. Dispositivos de protección del tablero implementado el tablero <i>switchboard</i>	49
4.3. Registros de eventos con el tablero convencional y el tablero <i>switchboard</i>	52
4.4. Prueba de hipótesis.....	54
4.4.1. Prueba de hipótesis general.....	54
4.4.2. Prueba de hipótesis específicas.....	56
4.4.2.1. Hipótesis específica 1	56
4.4.2.2. Hipótesis específica 2	57
4.5. Discusión de resultados.....	58
Conclusiones.....	60
Referencias	61
Anexos.....	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Normas nacionales de tableros	23
Figura 2. Tableros autosoportados.....	24
Figura 3. Tableros empotrados	25
Figura 4. Bosquejo de levantamiento de medidas en el campo	30
Figura 5. Prototipo del diseño del tablero eléctrico	30
Figura 6. Diseño de tablero eléctrico	31
Figura 7. Diseño de los detalles del tablero eléctrico	32
Figura 8. Categorías de interruptores de potencia	33
Figura 9. Interruptor de potencia Masterpact MTZ	33
Figura 10. Estructura física del interruptor de potencia.....	34
Figura 11. Módulo de control del interruptor de potencia	34
Figura 12. Esquema del circuito eléctrico.....	35
Figura 13. Bobina MX24V	37
Figura 14. Relé RH99P.....	38
Figura 15. Toroide SA200-400 ^a	39
Figura 16. Interrupciones del sistema de bombeo	47
Figura 17. Producción de mineral.....	49
Figura 18. Esquematización del equipo de bombeo	49
Figura 19. Temperatura de los motores	50
Figura 20. Amperaje del motor.....	51
Figura 21. Esquema de procesamiento de data.....	52
Figura 22. Salida de data del tablero.....	53
Figura 23. Fallas comunes en los motores.....	54
Figura 24. Cantidad de interrupciones hacia el sistema de bombeo	55
Figura 25. Temperatura de motores para prueba	56

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables.....	19
Tabla 2. Componentes indispensables en el tablero eléctrico.....	35
Tabla 3. Características de la bobina Mx 24 V CCNSX 100-630.	37
Tabla 4. Características de RH99P 12a24Vca-12a48Vcc 50/60Hz.....	38
Tabla 5. Características de closed toroid a type, vigipact, vigilohm, SA 200	40
Tabla 6. Componentes del interruptor principal	40
Tabla 7. Componentes del diagrama trifilar I y II	42
Tabla 8. Interrupciones del sistema de bombeo.....	46
Tabla 9. Características de instalación y mantenimiento	47
Tabla 10. Producción de mineral	48
Tabla 11. Medición de temperaturas de los motores del equipo de bombeo	49
Tabla 12. Amperaje de motores con y sin tablero switchboard.....	50
Tabla 13. Tipos de cables en el equipo de bombeo	51
Tabla 14. Capacidad de salida de data.....	52
Tabla 15. Fallas de motores 2024	53
Tabla 16. Interrupciones del sistema de bombeo.....	54
Tabla 17. Estadísticos descriptivos general – Wilcoxon.....	55
Tabla 18. Estadístico de prueba general – Wilcoxon.....	55
Tabla 19. Medición de temperaturas en los motores	56
Tabla 20. Estadísticos de prueba específico1-Wilcoxon	57
Tabla 21. Salida de datos	57
Tabla 22. Estadístico de prueba específica 2 – Wilcoxon	58

RESUMEN

La presente investigación titulada «Influencia del tablero *switchboard* en la disponibilidad del sistema de bombeo en la minera San Cristóbal – Volcan, 2024», tuvo como objetivo principal proporcionar una mejora en la disponibilidad eléctrica del sistema de bombeo mediante la implementación del tablero eléctrico *switchboard* 480 V 60 Hz 65 kA 1600 A, significando una mejora en la efectividad y el rendimiento del sistema de bombeo; como hipótesis general, la implementación de tablero *switchboard* 480 V 60 Hz 65 kA 1600 A mejora la disponibilidad eléctrica del sistema de bombeo en la subestación 148 en la minera San Cristóbal – Volcan, donde posteriormente se demuestra su validez estadística. Se concluye que al ser implementados estos tableros influyen positivamente en la producción y proceso de mineral, cabe mencionar que este sistema mejora y garantiza los procesos y operabilidad en la mina.

Palabras claves: disponibilidad eléctrica, producción/procesos mineros, sistema de bombeo

SUMMARY

The present research titled: «Influence of the switchboard on the availability of the pumping system at San Cristóbal – Volcan mining, 2024», had as its main objective to provide an improvement in the electrical availability of the pumping system through the implementation of the 480 V 60 Hz 65 kA 1600 A switchboard. This signifies an enhancement in the effectiveness and performance of the pumping system, with a general hypothesis that the implementation of the 480 V 60 Hz 65 kA 1600 A switchboard improves the electrical availability of the pumping system at substation 148 in San Cristóbal – Volcan mining, where the statistical validity of this hypothesis is subsequently demonstrated. It is concluded that the implementation of these switchboards positively influences production and mineral processing, and it is worth mentioning that this system improves and guarantees processes and operational efficiency in mine.

Keywords: electrical availability, mining production/processes, pumping system