

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



TESIS

**“MANTENIMIENTO ÓPTIMO PARA MEJORAR EL
RENDIMIENTO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS ROTATIVAS EN
TELSEN INGENIEROS S.R.L., DISTRITO SAN MARTIN DE
PORRES – 2022”**

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRICISTA**

AUTORES:

Bach. ASTUDILLO MALLQUI, LESTHER JOHN

Bach. RONDINEL PONCE, GIAN CARLOS GUILLERMO

Bach. VILLOSLADA ROQUE, JAMIL DARLEY

ASESOR:

Mg. Ing. ALFARO RODRIGUEZ, CARLOS HUMBERTO

Callao, 2023

PERÚ

Document Information

Analyzed document	TESIS - JAMIL_GIAN_LESTHER PARA URKUND 2.docx (D176397165)
Submitted	2023-10-20 06:12:00 UTC+02:00
Submitted by	
Submitter email	rondinelponcegiancarlos@gmail.com
Similarity	4%
Analysis address	fiee.investigacion.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Nacional del Callao / PLAN DE TESIS OBREGON 27 ENE 2022 EN WORD.docx Document PLAN DE TESIS OBREGON 27 ENE 2022 EN WORD.docx (D126473567) Submitted by: obregonastocondorjose@yahoo.es Receiver: fiee.posgrado.unac@analysis.arkund.com	 1
SA	Gabriel De Los Rios - Tesis.docx Document Gabriel De Los Rios - Tesis.docx (D48233077)	 2
SA	TESIS PATRICIO RAUL VELASQUEZ MOREIRA.pdf Document TESIS PATRICIO RAUL VELASQUEZ MOREIRA.pdf (D142021515)	 1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL POR LA MODALIDAD DE
TESIS SIN CICLO DE TESIS

A los 06 días del mes de diciembre del 2023 siendo las 12:00 horas se reunió el Jurado Examinador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional del Callao, aprobada mediante Resolución Decanal N°188-2023-DFIEE, conformado por los siguientes docentes ordinarios:

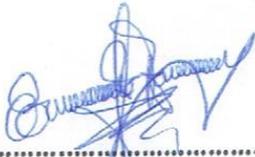
Mg. Ing. PEDRO ANTONIO SÁNCHEZ HUAPAYA	Presidente
Mg. Ing. ERNESTO RAMOS TORRES	Secretario
Dr. Lic. ADÁN ALMIRCAR TEJADA CABANILLAS	Vocal

Asimismo el miembro vocal **Dr. Ing. MARCELO CARLOS DAMAS FLORES**, no asistió; motivo por el cual el **Dr. Lic. ADÁN ALMIRCAR TEJADA CABANILLAS**, asume el cargo de vocal, con ello se dio inicio a la exposición de TESIS de los señores Bachilleres **ASTUDILLO MALLQUI, Lesther John, RONDINEL PONCE, Gian Carlos Guillermo y VILLOSLADA ROQUE, Jamil Darley**; quien habiendo cumplido con los requisitos para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electricista como lo señalan los Arts. N° 08 al 10 del Reglamento de Grados y Títulos, sustentarán la Tesis Titulada **“MANTENIMIENTO ÓPTIMO PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS ROTATIVAS EN TELSEN INGENIEROS S.R.L., DISTRITO SAN MARTIN DE PORRES -2022”**, con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición, considerando lo establecido en los Art. N° 80 del Reglamento de Grados y Títulos dado por Resolución N° 150-23-CU, en el Sub Capítulo II, corresponde al otorgamiento del Título Profesional con Tesis sin Ciclo de Tesis, efectuadas las deliberaciones pertinentes se acordó:

Dar por APROBADO Calificativo BUENO nota: 15 a los expositores **ASTUDILLO MALLQUI, Lesther John, RONDINEL PONCE, Gian Carlos Guillermo y VILLOSLADA ROQUE, Jamil Darley**, con lo cual se dio por concluida la sesión, siendo las 13:00 horas del día del mes y año en curso.

Es copia fiel del folio N° 242 del Libro de Actas de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – UNAC.


.....
Mg. Ing. PEDRO ANTONIO SÁNCHEZ HUAPAYA
PRESIDENTE


.....
Mg. Ing. ERNESTO RAMOS TORRES
SECRETARIO


.....
Dr. Lic. ADÁN ALMIRCAR TEJADA CABANILLAS
VOCAL

.....
SUPLENTE

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

PRESIDENTE : Mg. Ing. Pedro Antonio Sánchez Huapaya
SECRETARIO : Mg. Ing. Ernesto Ramos Torres
VOCAL : Dr. Lic. Adán Almírcar Tejada Cabanillas

ASESOR : Mg. Ing. Carlos Humberto Alfaro Rodríguez

DEDICATORIA

Dedicamos esta Tesis a nuestros padres, por habernos apoyado e impulsado día a día en todo el transcurso de nuestra vida universitaria.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por habernos dado la oportunidad de realizar nuestro Proyecto de Tesis, así como también a nuestros docentes, amigos, familiares y compañeros; por brindarnos su ayuda y confiar plenamente en nosotros en toda nuestra etapa universitaria.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	5
INTRODUCCIÓN	6
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	8
1.2. Formulación del problema.....	9
1.3. Objetivos.....	10
1.4. Justificación	10
1.4.1. Justificación teórica	10
1.4.2. Justificación practica	10
1.5. Delimitantes de la investigación	11
1.5.1. Delimitante teórica.....	11
1.5.2. Delimitante temporal.....	11
1.5.3. Delimitante espacial	11
II. MARCO TEÓRICO	12
2.1. Antecedentes	12
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	12
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	13
2.2. Bases teóricas	15
2.2.1. Mantenimiento Optimo	15
2.2.2. Máquinas eléctricas rotativas	15
2.3. Marco conceptual.....	16
2.4. Definición de términos básicos.....	17
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	19
3.1. Hipótesis	19
3.1.1. Operacionalización de variable.....	20
IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO	21
4.1. Diseño metodológico	21
4.2. Método de investigación	21
4.3. Población y muestra	21

4.4. Lugar de estudio	22
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	22
4.6. Análisis y procesamiento de datos	22
4.7. Aspectos Éticos en investigación	22
V. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	23
VI. PRESUPUESTO	24
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
VIII. ANEXOS.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	20
Tabla 2. Cronograma de actividades	23
Tabla 3. Presupuesto de Recursos Humanos	24
Tabla 4. Presupuesto de Recursos Materiales.....	24
Tabla 5. Presupuesto de Servicios.....	24
Tabla 6. Presupuesto de Equipos	24
Tabla 7. Presupuesto General	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Maquinas eléctricas rotativas	9
-----------------------------------------------	---

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

TPM: Mantenimiento productivo total

KVA: kilovoltiamperios

PLC: Control Lógico Programable

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la presente investigación es determinar de qué manera el mantenimiento óptimo mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. distrito San Martín De Porres – 2022.

Los conocimientos obtenidos como parte del análisis del mantenimiento que realiza la empresa Telsen Ingenieros S.R.L. permitirán observar la mejora que brinda un mantenimiento óptimo siguiendo un proceso adecuado el cual consta de una evaluación y pruebas, detección de fallos y una calibración y afinamiento. En el caso de la evaluación y pruebas se hace un documento en el cual se considera como se encuentra la máquina eléctrica rotativa para posteriormente realizar la detección de fallos mediante diversas herramientas, luego se procede a realizar la calibración siguiendo los estándares y comparándolo con equipos eléctricos que estén en correcto funcionamiento, con ello se pretende garantizar la correcta operatividad.

En el primer capítulo se establece la problemática, las limitantes que tendrá la misma y se justifica el por qué del desarrollo de la investigación, finalmente se definen los objetivos de la investigación.

En el segundo capítulo se establecen los antecedentes de la investigación, los cuales son investigaciones o estudios relacionados a las variables de estudio, posteriormente se definen las bases teóricas, las cuales forman la base de la investigación, así mismo se define el marco conceptual y los conceptos básicos.

En el tercer capítulo se definen las hipótesis de la investigación y se desarrolla la operacionalización de las variables, en las cuales se definen las dimensiones e indicadores de la investigación.

En el cuarto capítulo se desarrolla la metodología de la investigación, definiendo así el diseño metodológico, el método, la población y muestra, el lugar de estudio, las técnicas e instrumentos para la recolección; se estableció el análisis y procesamiento de datos, finalmente los aspectos éticos en investigación.

En el quinto y sexto capítulo se establece el cronograma de actividades y el presupuesto de la investigación.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel mundial, el mantenimiento de equipos eléctricos es una de las actividades más importantes ya que el costo de estas maquinarias es bastante elevado y por la falta de un mantenimiento ya sea de manera rutinaria, correctiva, programada, preventiva y predictiva se puede malograr el equipo eléctrico de manera permanente o provocando fallos en otros lo cual generaría pérdidas económicas muy elevadas, en Europa y Norte América muchos de las organizaciones realizan mantenimiento rutinario y de manera preventiva a fin de evitar fallos y garantizar la operatividad de las maquinas eléctricas rotativas.

En el Perú, hay muchas empresas que se dedican a brindar el servicio de mantenimiento de equipos eléctricos, los clientes presentan su equipo eléctrico que presenta algún tipo de falla y estas organizaciones que brindan el servicio de mantenimiento se encarga de dejar el equipo operativo y sin ningún tipo de falla garantizando su funcionalidad, sin embargo se carece mucho de mantenimiento preventivo, rutinarios o programados, en la gran mayoría de los casos el mantenimiento se realiza de manera correctiva, es decir cuando la falla ya se presenta o existe algún tipo de problema con la maquina eléctrica rotativa, esto repercute en otros equipos eléctricos ya que con la falla o mala funcionalidad de un equipo se pueden producir otros fallos o errores llevando a una pérdida económica bastante elevada, la cultura de una mantenimiento preventivo o programado no esta bien afianzada en el país.

La empresa Telsen Ingenieros SRL ubicada en La Milla (Alt.Cdra. 8 de Av.Tomas Valle) – distrito San Martin de Porres, se encarga de realizar mantenimiento a equipos eléctricos rotativos, siguiendo un proceso que consta de realizar evaluación y pruebas, la detección de fallos y la calibración y afinamiento; todo ello es documentado desde el ingreso de la maquinaria hasta su entrega, en muchos de los casos la maquinaria requiere un mantenimiento posterior a una falla, pocos son los casos en los que se prevé y se brinda un mantenimiento anticipado.

Por ello se plantea como objetivo de determinar de qué manera el mantenimiento óptimo mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022.

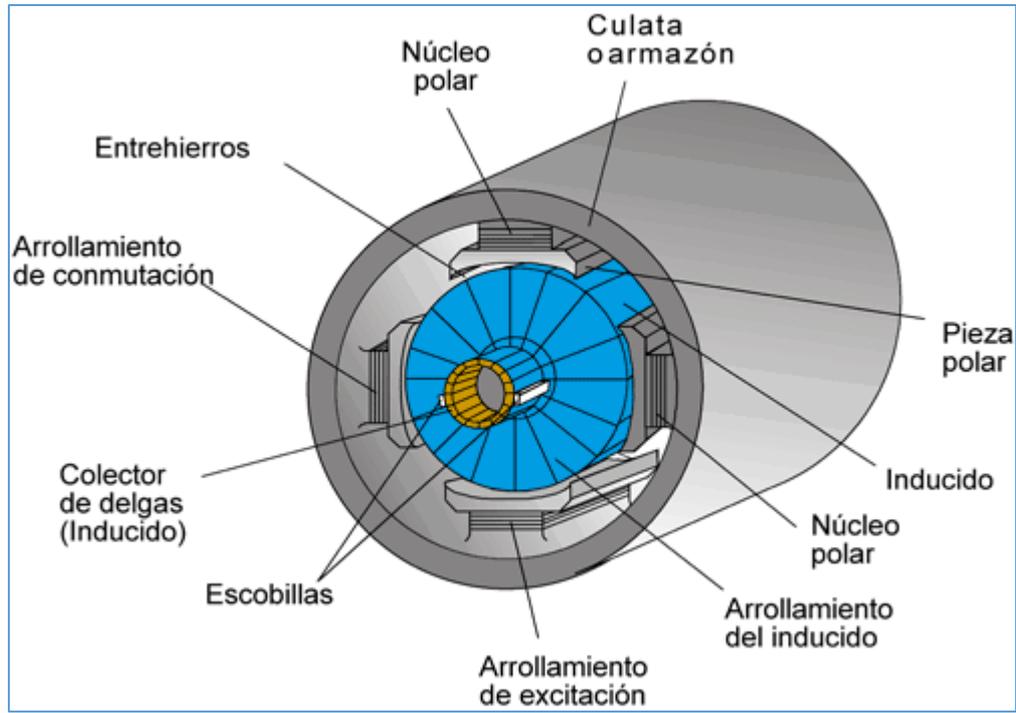


Figura 1. Maquinas eléctricas rotativas

1.2. Formulación del problema

Problema general

¿De qué manera el mantenimiento óptimo mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022?

Problemas específicos

¿De qué manera la evaluación y pruebas mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022?

¿De qué manera la detección de fallos mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022?

¿De qué manera la calibración y afinamiento mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022?

1.3. Objetivos

Objetivo general

Determinar de qué manera el mantenimiento óptimo mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022.

Objetivos específicos

Determinar de qué manera la evaluación y pruebas mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022.

Determinar de qué manera la detección de fallos mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022.

Determinar de qué manera la calibración y afinamiento mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación teórica

La investigación respecto al ámbito teórico es justificada dado que se pretende explicar la mejora respecto al rendimiento de las maquinas eléctricas rotativas que se consigue al realizar un mantenimiento optimo, con ello la empresa Telsen podrá obtener un beneficio que le permitirá ahondar en la mejora tras un mantenimiento.

1.4.2. Justificación practica

La investigación respecto al ámbito practico es justificada ya que la empresa Telsen Ingenieros S.R.L. podrá ver como el mantenimiento optimo mejora el rendimiento académico en cada una de las fases por las cuales atraviesa la maquina rotativa; con ello podrán tomar decisiones para plantear una mejora continua en el proceso de mantenimiento que se lleva a cabo.

1.5. Delimitantes de la investigación

1.5.1. Delimitante teórica

La investigación está limitada a la información que pueda obtener de la empresa Telsen Ingenieros S.R.L., así mismo los permisos que se puedan conseguir por la parte directiva de la organización.

1.5.2. Delimitante temporal

La investigación está limitada a una duración máxima de 6 meses.

1.5.3. Delimitante espacial

La investigación se lleva a cabo en la empresa Telsen Ingenieros S.R.L. la cual está ubicada en el distrito San Martín de Porres.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

En la investigación realizada por De los Ríos (2019), la cual titula “Mantenimiento predictivo para la supervisión de motores eléctricos aplicando técnicas de inteligencia artificial”, planteó como objetivo desarrollar un sistema de mantenimiento predictivo usando el análisis de los datos de un motor eléctrico, para buscar tendencias de comportamiento y pronóstico para realizar un mantenimiento. El tipo de investigación tiene un enfoque cuantitativo, el método usado para realizar el estudio es mediante recopilación de investigaciones y pruebas experimentales. Los resultados fueron que en el desarrollo del sistema de este trabajo de usaron diferentes programas, para el parametrizar el variador, programar conexiones del PLC y diseñar el sistema SCADA se hizo uso del TIA portal V15. Con los paquetes de STEP 7 para programación el PLC, WinCC para creación de la interfaz del sistema SCADA y StartDrive para parametrización del variador. Para la parte del análisis por medio de inteligencia artificial se utilizó la plataforma Node-RED, junto con la librería Brain.js y nodos de comunicación S7 para que se pueda conectar con el PLC y que sea posible la compartición de datos entre el sistema de análisis y el PLC. Se concluyó que mientras mayor cantidad de variables se incluyan, el resultado del análisis de la información podrá predecir con más certeza un requerimiento de mantenimiento; y con el uso de la librería Brain.js es importante que los datos enviados primeros sean agregados a la base de entrenamiento y luego sean evaluados, si se realiza el proceso al mismo tiempo, al momento de realizar una evaluación el ultimo valor no será tomado en cuenta.

En la investigación realizada por Lucero (2019), la cual titula “Propuesta de un sistema de mantenimiento productivo total TPM, para los equipos eléctricos del BANCO DEL AUSTRO, en base a un análisis de mantenimiento preventivo, predictivo y autónomo”, planteó como objetivo elaborar planes de mantenimiento mediante el método TPM basado en lean utilizando herramientas de mejora como son 5s, sistemas visuales, mantenimiento preventivo y autónomo aplicado

a los equipos eléctricos del banco del austro previo un análisis de criticidad utilizando herramientas estadísticas. El tipo de investigación fue descriptivo y analítico. Los resultados fueron que como respaldo y conectado de forma paralela al transformador está el equipo electrógeno como es el generador de energía SDMO este equipo tiene una capacidad de 300 kva, con una antigüedad de 5 años. Cuya función principal es proveer energía eléctrica al establecimiento en caso de que existe suspensión de energía por parte de la empresa eléctrica, Dicho equipo funciona con un motor de combustión que se alimenta de Diesel. Este generador es una maquina eléctrica rotativa que transforma energía mecánica en energía eléctrica. Se concluye que hay que tomar en cuenta que el TPM al ser una estrategia que se compone por una serie de actividades estructuradas, su implementación ayuda a mejorar el potencial de una organización está ya sea manufacturera o de servicios, y se complementa plenamente con herramientas estadísticas como en s en el caso de esta tesis la herramienta seis sigmas como una metodología de la calidad para mejorar la capacidad de sus procesos.

2.1.2. Antecedentes nacionales

En la investigación realizada por Vizcarra (2019), la cual titula “Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo en las instalaciones eléctricas del parque metropolitano la muralla”, planteó como objetivo elaborar un plan de mantenimiento preventivo para optimizar el funcionamiento de las instalaciones eléctricas del Parque Metropolitano La muralla, administrado por SERPAR LIMA. El tipo de investigación es descriptiva y correlacional. El método es prospectivo y cuenta con un diseño experimental. Los resultados fueron que el promedio de porcentaje de importancia en lo que respecta a las categorías: Almacenes y aprovisionamiento de la Subgerencia de Mantenimiento Técnico y Presupuesto y Control, son los más elevados teniendo un porcentaje promedio de importancia de 93.0% y 95.6% respectivamente, guardando relación; y as fallas que más se presentan en los equipos electromecánicos son: Filtraciones en los sellos mecánicos 2.30, desgaste de rodamientos 4.60%, desgaste de acoples nylon 27.59%, desgaste de impulsores 55.17% cambio de aceite aislante 58.62% y eje de motor no rectificado 72.41%, siendo necesaria su inclusión dentro del Plan de

Mantenimiento Preventivo. Se concluyó que a través de la elaboración del Plan de Mantenimiento Preventivo se pudieron definir las políticas y objetivos institucionales respecto a las instalaciones eléctricas del Parque Metropolitano La Muralla, toda vez que, el Reglamento de Organización y Funciones, así como el Manual de Organización y Funciones de Serpar Lima, deberán ser modificados en función a la metodología e instrumentos de investigación implementadas en el presente trabajo de investigación, teniendo como resultado una guía confiable, así como una orientación concreta y específica para determinar las intervenciones y tipos de frecuencias de mantenimiento preventivos.

En la investigación realizada por Rayme y Diaz (2021), la cual titula "Mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en los equipos de medición" planteó como objetivo determinar como el Mantenimiento Preventivo incrementa la productividad en los equipos de medición de suministro eléctrico. El tipo de investigación fue cuantitativo, diseño no experimental, tipo de investigación básica y de nivel propositivo. Los resultados fueron que la productividad considerando la mejora en el escenario actual fue de 86.58% en comparación con el escenario actual que fue de 58.66%, lo que reflejo una mejora. Por otro lado, se observa que la desviación estándar incrementaría considerando la mejora en el escenario actual (de 8.77 a 11.33). Así mismo en el diagrama de cajas y bigotes, se observa que la agrupación de los puntajes en el escenario considerando la mejora aumentaron respecto al escenario actual. Igual análisis se tiene en la eficiencia considerando la mejora en el escenario actual fue de 94.75% en comparación con el escenario actual que fue de 77.08%, lo que reflejo una mejora. Siendo el valor de la significancia bilateral de la prueba de t Student para muestras emparejadas $p\text{ valor}=0.000<0.05$; existen razones suficientes para rechazar H_0 aceptándose la H_a . Por lo tanto: el mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia en el tiempo de mantenimiento de los equipos de medición. Se concluyó que en un escenario actual el mantenimiento preventivo logró incrementar la eficiencia de los equipos de medición en un 23%, debido a que la media de la eficiencia en un escenario actual es de 77.08% y la media considerando la mejora en un

escenario actual es de 94.75%, lo cual se evidencio en la mejora de funcionamiento de los equipos de medición.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Mantenimiento Optimo

Como menciona Guerra y Oca (2019), el mantenimiento es una de las principales partidas que se consideran en el presupuesto de cualquier proyecto a gran escala en el que se utilice transporte automotor y arranque mecánico. Su planificación es cuidadosamente laborada partiendo del análisis de criterios técnicos y económicos que permiten establecer plazos y procedimientos capaces de asegurar rentabilidad y seguridad en el proceso extractivo. (p. 15)

El mantenimiento preventivo reduce el tiempo de inactividad inesperado, ahorra mejor equipo, ahorra costos de mantenimiento en comparación con el mantenimiento correctivo, produce información programática y una buena relación entre producción y mantenimiento. Por otro lado, el mantenimiento preventivo, al evitar paradas por averías, mejora significativamente la usabilidad de los equipos. Para que el servicio de mantenimiento sea óptimo, debe ser una combinación de mantenimiento preventivo y preventivo, pero esta combinación debe ser tal que se aplique una práctica justa a cada parte del activo, que permita que esté disponible en el momento adecuado y en el momento el proceso productivo.

Según Fernández (2018), se diferencia el mantenimiento en dos grupos: preventivo y correctivo. De ahora en adelante, el mantenimiento preventivo se puede dividir en solo dos: basado en condición (predictivo) y predeterminado (sistemático). Por otro lado, el mantenimiento correctivo tiene dos subdivisiones: programable (diferido) o inmediato (urgente). (p. 6)

2.2.2. Máquinas eléctricas rotativas

Como menciona Montagud (2019), el uso de máquinas eléctricas rotativas (especialmente las de inducción) se extiende a todo tipo de industrias y procesos conocidos, por lo que su correcto mantenimiento es fundamental, ya que un fallo

inesperado de la máquina puede provocar enormes pérdidas económicas y posibles riesgos para los trabajadores y otras partes de la planta. (p. 7)

Según Hoyos y Ortiz (2018), se entiende por máquinas eléctricas rotativas a los sistemas mecánicos que tienen la capacidad de transformar, generar y aprovechar la energía eléctrica, esta es clasificada en generadores eléctricos y motores eléctricos. En el caso de los generadores eléctricos se usa energía mecánica para producir energía eléctrica y en el caso de los motores eléctricos se usa energía eléctrica para convertirla en energía mecánica.

2.3. Marco conceptual

Mantenimiento Optimo

- Evaluación y pruebas: Es el proceso mediante el cual se evalúa la maquina eléctrica rotativa realizando las pruebas necesarias de funcionamiento y operatividad, esto depende del tipo de maquinaria eléctrica que se esté evaluando.
- Detección de fallos: Este consiste en hacer uso de herramientas que permitan la detección de fallos en las maquinas eléctricas a fin de saber el tipo de mantenimiento que se va a realizar, los tipos de fallos pueden ser de asilamiento, térmicos, mecánicos, etc.
- Calibración y afinamiento: Este proceso se realiza ya conociendo los fallos que tiene la maquina eléctrica rotativa y se procede a dejarla totalmente funcional y operativa, garantizando su funcionamiento y otorgándole un rendimiento optimo.

Rendimiento de Maquinas eléctricas rotativas

- Eficiencia energética: La eficiencia energética de una máquina eléctrica rotativa se refiere a su capacidad para convertir de manera eficiente la energía eléctrica de entrada en energía mecánica o eléctrica de salida. El coeficiente de eficiencia (η) se calcula como la relación entre la potencia de salida útil (P_{out}) y la potencia de entrada eléctrica (P_{in}) expresada en forma de un porcentaje:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Cuanto mayor sea el valor de η , más eficiente será la máquina, ya que indica que se están minimizando las pérdidas de energía durante la conversión.

- Estabilidad en la velocidad de rotación: La estabilidad en la velocidad de rotación se refiere a la capacidad de una máquina eléctrica rotativa para mantener una velocidad constante bajo diversas condiciones de carga y voltaje. La variación de velocidad nominal (ΔN) se calcula como la diferencia entre la velocidad nominal ($N_{nominal}$) y la velocidad real (N_{real}) de la máquina cuando está operando bajo carga y condiciones nominales:

$$\Delta N = \left| N_{nominal} - N_{real} \right|$$

Una variación de velocidad nominal baja indica que la máquina puede mantener una velocidad de rotación cercana a la velocidad deseada, lo que es esencial en aplicaciones donde se requiere un funcionamiento preciso y constante, como en sistemas de control de procesos industriales y generación de energía.

2.4. Definición de términos básicos

- Pérdidas mecánicas: Se producen por rozamiento (recordemos que las máquinas giratorias "giran"). Se dan en piezas móviles: cojinetes, escobillas (por su rozamiento con el colector), etc.
- Pérdidas en el cobre: Las pérdidas en los conductores de los circuitos eléctricos de la máquina se denominan así porque son de cobre. Son causados por el efecto Joule, es decir, parte de la energía eléctrica que circula por los conductores se convierte en calor cuando los electrones chocan con los iones metálicos de dicho conductor.
- Pérdidas en el hierro: Así se denominan las pérdidas del circuito magnético formado por el núcleo de hierro. Pueden ser de dos tipos: pérdidas por

histéresis debidas a la magnetización cíclica del hierro y pérdidas por corrientes de Foucault debidas a corrientes inducidas en el hierro.

- Rendimiento: Es la relación que tiene la potencia útil contra la potencia absorbida y la cual se expresa en porcentaje.
- Pérdidas en el núcleo: Las pérdidas en el núcleo son causadas por histéresis y corrientes de Foucault. Estas pérdidas a menudo se denominan pérdidas de vacío o pérdidas de rotación de la máquina. Durante la descarga, toda la potencia que ingresa a la máquina se convierte en estas pérdidas.
- Pérdidas adicionales: Las pérdidas adicionales son todas las pérdidas que no pueden clasificarse en ninguna de las categorías descritas anteriormente. Por convención, se supone que es igual a la primera salida de la máquina.
- Voltaje: También llamado voltaje eléctrico o diferencia de potencial, ocurre entre dos puntos y es el trabajo requerido para mover una carga positiva de un punto a otro.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

Hipótesis General

El mantenimiento óptimo mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. distrito San Martin De Porres – 2022.

Hipótesis Especifica

La evaluación y pruebas mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022.

La detección de fallos mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022.

La calibración y afinamiento mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022.

3.1.1. Operacionalización de variable

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición Operacional	Dimensión	Indicador
Mantenimiento Optimo	En un sistema de mantenimiento óptimo, normalmente el grueso de las tareas del sistema de mantenimiento será preventivo, aunque parte de estas pueden ser realizadas por producción (TPM), otra parte será de correctivo y otra de predictivo.	Evaluación y pruebas	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas de seguridad • Prueba de funcionamiento • Prueba de Instrumentación
		Detección de fallos	<ul style="list-style-type: none"> • Fallos mecánicos • Fallos de aislamiento • Fallos térmicos
		Calibración y afinamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza • Patrones de calibración • Competencia técnica
Rendimiento de Maquinas eléctricas rotativas	Es la relación entre la potencia de salida útil y la potencia de entrada eléctrica expresada en forma de un porcentaje. Esta medida se obtiene midiendo la potencia de salida mecánica o la potencia generada en el eje de la máquina (en vatios) y dividiéndola por la potencia eléctrica de entrada suministrada al motor o generador (también en vatios), luego multiplicando el resultado por 100 para expresarlo como un porcentaje.	Eficiencia energética	<ul style="list-style-type: none"> • Coeficiente de Eficiencia
		Estabilidad en la velocidad de rotación	<ul style="list-style-type: none"> • Variación de Velocidad Nominal

Fuente: Elaboración propia del autor

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1. Diseño metodológico

El tipo de investigación es descriptivo, dado que se analizarán las variables de estudio sin intervenir, dedicándonos solamente a observar el comportamiento de las variables en su entorno natural.

La investigación de diseño experimental implica un estudio en el cual los investigadores asignan aleatoriamente máquinas eléctricas rotativas a diferentes grupos de tratamiento, aplicando distintas estrategias de mantenimiento, y luego observan y comparan los efectos de estas estrategias sobre el rendimiento de las máquinas. El diseño experimental permite establecer relaciones causa-efecto más sólidas, determinando si una estrategia de mantenimiento específica realmente conduce a una mejora significativa en el rendimiento de las máquinas en condiciones controladas, lo que proporciona evidencia más sólida y confiable para la toma de decisiones en la gestión del mantenimiento.

4.2. Método de investigación

El método de investigación será cuantitativo ya que los datos obtenidos serán cuantificables permitiendo así ver la relación entre las variables de estudio.

4.3. Población y muestra

Población

La población estará conformada por las maquinas eléctricas rotativas a las cuales les realiza mantenimiento la empresa Telsen Ingenieros S.R.L.

Muestra

La muestra estará conformada por un sub conjunto representativo de las maquinas eléctricas rotativas a las cuales les realiza mantenimiento la empresa Telsen Ingenieros S.R.L.

4.4. Lugar de estudio

La investigación se llevará a cabo en las instalaciones de la empresa Telsen Ingenieros S.R.L. la cual se encuentra ubicada en La Milla (Alt.Cdra. 8 de Av.Tomas Valle) – distrito San Martin de Porres.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

La recolección de datos se hará mediante la observación de los diversos mantenimientos realizados por Telsen Ingenieros S.R.L. a las maquinas eléctricas rotativas, estableciendo así una comparativa en el rendimiento de las mismas. Con ello se pretende verificar la mejora que se obtiene tras un mantenimiento optimo.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

Para el desarrollo del análisis de los datos y el procesamiento de los mismos se realizará una revisión del mantenimiento de las maquinas eléctricas rotativas que son tratadas por la empresa Telsen Ingenieros S.R.L. realizando una revisión en cada uno de los pasos del mantenimiento.

4.7. Aspectos Éticos en investigación

Beneficencia, todos los participantes se benefician del estudio.

Autonomía, todos los participantes dan su consentimiento informado para participar en el estudio.

Justicia, todas las partes reciben igual trato y beneficios.

No maleficencia, plagio y si se utiliza información de otros autores se referencia debidamente.

V. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 2. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES		MESES					
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
01	Revisión bibliográfica	X					
02	Elaboración del plan de Tesis	X					
03	Planteamiento del problema	X					
04	Antecedentes de la investigación		X				
05	Marco teórico		X				
06	Definición de hipótesis y variables			X			
07	Diseño metodológico			X			
08	Aplicación del cuestionario de preguntas				X		
09	Procesamiento estadístico				X		
10	Contrastación de Hipótesis					X	
11	Conclusiones					X	
12	Discusiones						X
13	Recomendación						X
14	Elaboración de informe final						X

Fuente: Elaboración propia

VI. PRESUPUESTO

Tabla 3. Presupuesto de Recursos Humanos

PERSONAL	CANT	2023						TOTAL (S/.)
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	
Investigador	1	500	500	500	500	500	500	3000.00
Asesor científico	1	200	200	200	200	200	200	1200.00
Asesor estadístico	1						200	200.00
TOTAL								S/4400.00

Tabla 4. Presupuesto de Recursos Materiales

MATERIALES	MARCA Y PRESENTACIÓN	CANT.	PREC / UNT	TOTAL
Hojas bond	Atlas Hojas Bond 80 GR A4	1	S/. 13.00	S/. 13.00
Lápiz	Faber-Castell-2B	3	S/. 0.50	S/. 1.50
Lapicero	Faber-Castell- Trillux 032 Medium	6	S/. 1.00	S/. 6.00
Tablero porta hojas	-	1	S/. 20.00	S/. 20.00
Tajador	Faber-Castell	1	S/. 3.50	S/. 3.50
Tijeras	Faber-Castell 20cm Largo	1	S/. 3.00	S/. 3.00
Folder	GRAFIPAPEL (10 unid)	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Mascarilla	Mascarilla KN-95	100	S/. 0.50	S/. 50.00
TOTAL				S/. 112.00

Tabla 5. Presupuesto de Servicios

SERVICIOS	2023						TOTAL (S/.)
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	
Impresión	10	10	10	10	30	40	S/. 110.00
Anillado					10	20	S/. 30.00
Almuerzo	100	100	100	100	100	100	S/. 600.00
Imprevistos	50	50	50	50	50	50	S/. 300.00
TOTAL							S/. 1040.00

Tabla 6. Presupuesto de Equipos

EQUIPOS	TOTAL
Laptop	S/. 3000
USB	S/.30
TOTAL	S/ 3030.00

Tabla 7. Presupuesto General

CRITERIO	TOTAL
Personal	S/. 4400.00
Materiales	S/. 112.00
Servicios	S/. 1040.00
Equipos	S/. 3030.00
TOTAL	S/ 8582.00

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DE LOS RÍOS Tomalá, Gabriel Arturo. Mantenimiento predictivo para la supervisión de motores eléctricos aplicando técnicas de inteligencia artificial. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Electrónica en Control y Automatismo). Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Educación Técnica, 2019. 96 pp.

VIZCARRA Aguayo, Gianmarco. Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo en las instalaciones eléctricas del parque metropolitano la muralla. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Eléctrica y de Potencia). Lima: Universidad Tecnológica del Perú, Facultad de Ingeniería, 2019. 137 pp.

RAYNE Flores, Maricielo y DIAZ Dumont, Jorge. Mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en los equipos de medición. Revista Científica y Tecnológica QANTU YACHAY [en línea]. Julio-diciembre 2021, n. ° 1. Fecha de consulta: 12 de diciembre del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.54942/qantuyachay.v1i1.8>

LUCERO Morocho, Wilson. Propuesta de un sistema de mantenimiento productivo total TPM, para los equipos eléctricos del BANCO DEL AUSTRO, en base a un análisis de mantenimiento preventivo, predictivo y autónomo. Tesis (Maestría en Gestión de Mantenimiento). Ecuador: Universidad del Azuay, Departamento de Posgrados, 2019. 131 pp.

GUERRA López, Esmilka y OCA Risco, Alexis. Relación entre la productividad, el mantenimiento y el reemplazo del equipamiento minero en la gran minería. Revista Boletín de Ciencias de la Tierra [en línea]. enero-junio 2019, n. °45. Fecha de consulta: 12 de diciembre del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.15446/rbct.n45.68711>

FERNÁNDEZ Álvarez, Edgar. Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM. Tesis (Maestría en Tecnologías Marinas y Mantenimiento). España: Universidad de Oviedo, Escuela Superior de la Marina Civil de Gijón, 2018. 63 pp.

MONTAGUD Aguar, Mario. Modelado del Sistema de control de Máquinas eléctricas rotativas y su implementación en sistemas de simulación tipo “Hardware in the Loop” para el desarrollo y validación de técnicas de diagnóstico. Tesis (Maestría en Ingeniería Industrial). España: Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior Ingenieros Industriales Valencia, 2019. 113 pp.

HOYOS Yaile, Verónica y ORTIZ Paredes, Guido. Desarrollo de módulos de control electrónico para máquinas rotativas eléctricas, utilizando el PLC MICROLOGIX logo siemens, en el laboratorio de automatización y control de la escuela profesional de ingeniería electrónica de la Universidad Privada de Tacna. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Electrónica). Perú: Universidad Privada de Taca, Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica, 2018. 98 pp.

VIII. ANEXOS

ANEXO N.º 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TEMA: MANTENIMIENTO ÓPTIMO PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS ROTATIVAS EN TELSEN INGENIEROS S.R.L., DISTRITO SAN MARTIN DE PORRES - 2022

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
General:	General:	Principal:	V.I. Mantenimiento	Evaluación y pruebas	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas de seguridad • Prueba de funcionamiento • Prueba de Instrumentación 	TIPO DE INVESTIGACIÓN: Descriptivo DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Cuantitativo POBLACIÓN: La población estará conformada por las maquinas eléctricas rotativas a las cuales les realiza mantenimiento la empresa Telsen Ingenieros S.R.L. MUESTRA: La muestra estará conformada por un sub conjunto representativo de las maquinas eléctricas rotativas a las cuales les realiza mantenimiento la empresa Telsen Ingenieros S.R.L.
¿De qué manera el mantenimiento óptimo mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022?	Determinar de qué manera el mantenimiento óptimo mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022.	El mantenimiento óptimo mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022.		Detección de fallos	<ul style="list-style-type: none"> • Fallos mecánicos • Fallos de aislamiento • Fallos térmicos 	
Específicos:	Específicos:	Secundarias		Calibración y afinamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza • Patrones de calibración • Competencia técnica 	
¿De qué manera la evaluación y pruebas mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022?	Determinar de qué manera la evaluación y pruebas mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022.	La evaluación y pruebas mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022.		V.D. Rendimiento máquinas eléctricas rotativas	Eficiencia energética	
¿De qué manera la detección de fallos mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022?	Determinar de qué manera la detección de fallos mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022.	La detección de fallos mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022.	Estabilidad en la velocidad de rotación		<ul style="list-style-type: none"> • Variación de Velocidad Nominal 	
¿De qué manera la calibración y afinamiento mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022?	Determinar de qué manera la calibración y afinamiento mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022.	La calibración y afinamiento mejora el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas en Telsen Ingenieros S.R.L. San Martin De Porres – 2022.				

