



Universidad
Nacional de
Ingeniería

Dirección de Área de Conocimiento Industria y Producción

Plan de Mantenimiento de los Motores Eléctricos Asíncrónicos del Laboratorio de Máquinas Eléctricas de la Universidad Nacional de Ingeniería

Trabajo Monográfico para optar al Título de Ingeniero Mecánico

Elaborado por:

Br. Olga Paola
Rojas Machado
Carnet: 2019-0481U

Br. Kevin Josué
Lezama Dolmus
Carnet: 2018-0500U

Br. Farid Alfredo
Molina Guadamuz
Carnet: 2020-1241U

Tutor:

Ing. Iris Lisbeth López
Olivares

20 de mayo de 2025
Managua, Nicaragua

Agradecimiento

Primero, agradecer a Dios, por guiar nuestro camino y ser quien nos cuida cada día.

A nuestra familia por habernos dado el apoyo durante todo el tiempo de formación en esta prestigiosa universidad.

De manera gentil a nuestra tutora de tesis, por habernos guiado en el proceso de desarrollo de esta obra, a nuestros maestros por compartir sus conocimientos y experiencias que son útiles para el desarrollo profesional siguiendo los valores y basando las decisiones en el conocimiento adquirido.

A nuestros padres, por su amor, paciencia y apoyo incondicional en todo momento. Gracias por darme las herramientas necesarias para continuar mi formación académica y por siempre alentarme a seguir mis sueños. Su confianza en mí ha sido un motor fundamental

Por último, agradezco a todas las personas que, de alguna manera, contribuyeron con su conocimiento, apoyo moral o consejos a la realización de esta monografía.

Índice

I.	Introducción	1
II.	Justificación	2
III.	Antecedentes	3
IV.	Objetivos	4
3.1	Objetivo General	4
3.2	Objetivo Específicos	4
V.	Marco Teórico	5
5.1	Origen y Primeras Formas de Mantenimiento Preventivo	5
5.2	La Influencia de Frederick Taylor y la Administración Científica (Finales del Siglo XIX y Principios del XX).....	6
5.3	El Desarrollo de Métodos Más Estructurados de Mantenimiento Preventivo (Década de 1940 - 1950).....	6
5.4	Consolidación del Mantenimiento Preventivo en la Industria (Década de 1960 - 1980) 7	
5.5	Consolidación del Mantenimiento Preventivo en los Años 80 y 90	7
5.6	Clasificación del Mantenimiento	8
5.7	Beneficios del Mantenimiento Preventivo	9
5.8	Estrategias de Implementación del Mantenimiento Preventivo	10
5.9	Fallos y Limitaciones del Mantenimiento Preventivo	12
5.10	Motores Asincrónicos-Definición y Características	15
5.11	Importancia del Mantenimiento Preventivo en Motores Asincrónicos	15
5.12	Estrategias de Mantenimiento Preventivo en Motores Asincrónicos	16
5.13	Desafíos en la Implementación del Mantenimiento Preventivo	17
5.14	Beneficios del Mantenimiento Preventivo para Motores Asincrónicos	18
VI.	Diseño Metodológico	20
6.1	Tipo de Investigación	20
6.2	Enfoque de la Investigación	20
6.3	Población y Muestra.....	20
6.4	Técnicas de Recolección de Datos	21
6.5	Instrumentos de Investigación.....	21
VII.	Análisis de Datos	22
7.1.	Datos generales de la Institución.....	22
7.2.	En relación al primer objetivo específico	22

7.3. Fallas actuales en los Motores Asynchronmotor Monofásicos y Trifásicos.	23
7.4 Diagrama de Ishikawa para fallas de un motor asincrónico utilizando las 6M.....	25
7.5. Fallas más comunes.....	26
Priorización:	27
7.6 Complicaciones en la Aplicación de Técnicas Contemporáneas de Mantenimiento Preventivo.....	29
7.7 Análisis FODA para Laboratorio Eléctrico de motores asincrónicos, enfocado en el mantenimiento preventivo.....	30
7.8 Estrategias basadas en el análisis FODA.....	31
7.9 Descripción de las actividades que se realizan en el laboratorio de Máquinas Eléctricas	33
7.10 En relación al segundo objetivo específico:	34
7.11 En relación al tercer objetivo específico:	40
7.12 Cronograma de Implementación de Mantenimiento.....	42
7.13 Determinación de Inventarios de Repuesto	42
Indicadores de Mantenimiento.....	43
7.16 Formato de Mantenimiento	47
VIII. CONCLUSIONES.....	56
IX. RECOMENDACIONES	57
X. Bibliografía	58
XI. ANEXOS	59

Índice de Ilustraciones

Tabla 1. Tabla de frecuencia de daños.	28
Tabla 2. Asignaturas Impartidas en el Laboratorio Maquinas Eléctricas.....	33
Tabla 3. Listado de Prácticas de Laboratorios.	33
Tabla 4. Uso de los campos Ficha Técnica.	36
Tabla 5. Cronograma de Implementación de Mantenimiento.....	42
Tabla 6. Formato Plan de Mantenimiento Preventivo.	48
Tabla 7. Programa del Plan de Mantenimiento Preventivo.....	48
Tabla 8. Ejecución de Mantenimiento Preventivo.....	49
Tabla 9. Reporte de Fallas.....	49
Tabla 10. Informe de Disponibilidad.....	50
Tabla 11. Inventario de Repuesto de los Motores.....	50
Tabla 12. Tiempos de Inspección Visual y Limpieza de Filtros.....	51
Tabla 13. Tiempos estándar de actividades de Mantenimiento.....	52
Ilustración 1. Ubicación del Laboratorio de Maquinas Eléctricas. Fuente: Google Maps (2024)	22
Ilustración 2. Motor EW HOF y Motor Elettronica Veneta. Fuente: Manual de operaciones	23
Ilustración 3. Diagrama de Ishikawa. Fuente: Elaboración Propia	25
Ilustración 4. Diagrama de Pareto. Fuente: Elaboración Propia.	29
Ilustración 5. Formato de Ficha Técnica. Fuente: Elaboración Propia	34
Ilustración 6. Instructivo de llenado de Ficha Técnica. Fuente: Elaboración Propia	35
Ilustración 7. Ficha Técnica Motor Elektrottrchnische Werkstätten Hof. Fuente: Elaboración Propia	37
Ilustración 8. Ficha Técnica Motor Veneta. Fuente: Elaboración Propia	38
Ilustración 9. Ubicación de Motores. Fuente: Elaboración Propia	389
Ecuación 1. Tiempo promedio entre fallas.....	43
Ecuación 2. Tiempo promedio entre reparacion.....	43
Ecuación 3. Tasa de Cumplimiento del Plan de Mantenimiento.	44
Ecuación 4. Porcentaje de Disponibilidad.....	44
Ecuación 5. Tiempo estándar promedio.	51

I. Introducción

El presente trabajo monográfico está basado en la elaboración de una propuesta de un plan de mantenimiento en los motores Eléctricos Asincrónicos del Laboratorio de Maquinas Eléctrica ubicado en el recinto Simón Bolívar de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Managua, Nicaragua.

Los motores asincrónicos, también conocidos como motores de inducción, son uno de los tipos de motores eléctricos más utilizados en la industria y en diversas aplicaciones tecnológicas debido a su simplicidad y costo relativamente bajo. Estos motores se emplean en sistemas de ventilación, bombas, compresores y en procesos de manufactura. En el laboratorio, los motores asincrónicos juegan un papel crucial en la operación de equipos y maquinaria que requieren un control preciso y confiable.

La investigación que se llevó a cabo es basada sobre un diagnóstico de la situación actual de las máquinas (Motores Asincrónicos), que contiene el laboratorio, con el objetivo de realizar una propuesta que sirva como base de un plan de mantenimiento, para garantizar su rendimiento y vida útil de los equipos, actuando como recursos relevantes de la efectividad en las ejecuciones programadas en el año académico según la asignatura que se pretende desarrollar en el semestre.

Es crucial analizar las estrategias y procedimientos de mantenimiento preventivo aplicados a los motores asincrónicos en un laboratorio específico. Para identificar las prácticas, los desafíos comunes en que se desarrolla el personal técnico son a través de un enfoque descriptivo y analítico, en donde se examinan las técnicas, así como los resultados obtenidos y recomendaciones en el que optimicen el desempeño y la fiabilidad de los motores asincrónicos del laboratorio.

La importancia de este estudio radica en la necesidad de establecer procedimientos eficaces y consistentes de mantenimiento preventivo, que no solo aseguren la continuidad operativa de los equipos, sino que también contribuyan a la eficiencia energética y sostenible del laboratorio.

II. Justificación

El mantenimiento preventivo de motores asincrónicos es una práctica fundamental en cualquier entorno industrial o educativo que dependa de equipos eléctricos, como en este caso el laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

En el caso específico del laboratorio, los motores asincrónicos son parte integral de los sistemas experimentales de simulación, y su funcionamiento adecuado es esencial para el desarrollo de proyectos y actividades prácticas de los estudiantes. Sin embargo, al ser equipos que operan bajo condiciones variables es común que, con el tiempo, experimenten desgastes, fallos en la disponibilidad operativa es por ello que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo es indispensable para garantizar su óptimo rendimiento, eficiencia y prolongar su vida útil.

La ejecución de tareas de mantenimiento preventivo, como la limpieza, lubricación y verificación de los componentes críticos, permite evitar reparaciones mayores que podrían implicar costos elevados. Además, la minimización de fallas inesperadas reduce los costos asociados con tiempos de inactividad y la necesidad de reparar o reemplazar piezas de alto costo.

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el laboratorio de la UNI también permite a los estudiantes y personal involucrado adquirir habilidades y conocimientos clave en la gestión. Esto tiene un valor educativo al familiarizar a los futuros ingenieros con prácticas estándar que serán fundamentales en su carrera profesional en la industria.

El mantenimiento preventivo adecuado es indispensable para garantizar la disponibilidad, confiabilidad y seguridad de los motores asincrónicos, de la siguiente manera procuramos que el siguiente estudio se utilice como un marco de referencia y así garantizar futuros trabajos aplicados en el ámbito de mantenimiento de los motores.

III. Antecedentes

El mantenimiento de motores asincrónicos ha sido recurrente en la investigación industrial y académica debido a la importancia de estos equipos en diversas aplicaciones tecnológicas. Estos motores, conocidos por su eficiencia y fiabilidad, son ampliamente utilizados en sectores industriales, así como en entornos educativos y de investigación, como los laboratorios de ingeniería. El mantenimiento adecuado de estos motores es crucial para garantizar su rendimiento a largo plazo, minimizar fallos inesperados y reducir costos operativos.

En la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), los motores asincrónicos se emplean en diferentes áreas de los laboratorios de Ingeniería Eléctrica, donde se les utiliza para simular procesos industriales y estudiar su comportamiento en diversas condiciones de carga y operación.

Un estudio importante realizado por Rodríguez (2015) en la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica de la UNI analizó los métodos de mantenimiento aplicados a los motores asincrónicos utilizados en los laboratorios de la institución. El estudio encontró que las prácticas de mantenimiento preventivo eran generalmente insuficientes, con intervenciones que se limitaban a cambios de aceite y limpieza superficial, sin una planificación adecuada que contemplara análisis periódicos del estado de los componentes eléctricos y mecánicos. Rodríguez propuso la implementación de un programa más integral que incluyera inspecciones periódicas, monitoreo de vibraciones y análisis termográficos, lo que podría mejorar significativamente la fiabilidad de los motores en las instalaciones.

Este trabajo se enmarca en el análisis y la mejora de los procedimientos de mantenimiento preventivo aplicados en los motores asincrónicos de los laboratorios de la Universidad Nacional de Ingeniería, a fin de optimizar su desempeño y fiabilidad. A través de un enfoque analítico, se buscan identificar las fortalezas y debilidades de las prácticas actuales y proponer soluciones que permitan una gestión más eficiente del mantenimiento de los motores asincrónicos en el contexto universitario.

IV. Objetivos

3.1 Objetivo General

Crear un plan de mantenimiento preventivo para Motores Eléctricos Asíncrónicos ubicado en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas en la Universidad Nacional de Ingeniería (RUSB), con el propósito de mantener el buen funcionamiento de los equipos para la habilitación de las prácticas profesionales de estudiantes.

3.2 Objetivo Específicos

- Evaluar el estado operativo de los motores del laboratorio con el fin de identificar y diagnosticar las fallas que afectan su rendimiento y funcionamiento.
- Elaborar formato de fichas técnicas para un mejor control del laboratorio
- Proponer un plan de mantenimiento de los motores asíncrónicos para la preservación y funcionamiento didáctico de la carrera.

V. Marco Teórico

El mantenimiento preventivo es un concepto fundamental en la gestión de activos y equipos en diversas industrias, cuyo origen remonta a los primeros días de la Revolución Industrial. A lo largo de los años, el enfoque ha evolucionado significativamente, adaptándose a los avances tecnológicos, las necesidades del mercado y las mejores prácticas en ingeniería.

Se define como el conjunto de acciones programadas y sistemáticas realizadas en equipos, máquinas e instalaciones con el objetivo de evitar fallas, reducir el desgaste y prolongar su vida útil. Este mantenimiento se basa en inspecciones periódicas, ajustes, limpieza, lubricación y sustitución de piezas antes de que presenten fallas, garantizando así una operación segura y eficiente.

El mantenimiento preventivo de motores asincrónicos (también llamados motores de inducción) consiste en una serie de inspecciones, pruebas y acciones programadas para garantizar su correcto funcionamiento, minimizar fallos y prolongar su vida útil.

5.1 Origen y Primeras Formas de Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo tiene sus raíces en los primeros días de la Revolución Industrial durante el siglo XIX, un período caracterizado por un aumento masivo en el uso de maquinaria para la producción industrial. Con la creciente automatización y la utilización de máquinas, como las máquinas de vapor en la industria textil y metalúrgica, surgió la necesidad de asegurar que las máquinas continuaran operando de manera eficiente y sin interrupciones.

Inicialmente, el mantenimiento se limitaba a tareas sencillas como la lubricación y la limpieza de las máquinas, realizadas a intervalos regulares para evitar el desgaste excesivo. No existía una metodología formal ni planificación detallada, por lo que las intervenciones eran principalmente reactivas, es decir, se realizaban solo cuando una máquina comenzaba a fallar o mostraba signos evidentes de deterioro.

Según Mobley (2002), el mantenimiento preventivo en este periodo era más una práctica empírica, ya que los operarios debían aprender, en base a su experiencia, cuándo realizar intervenciones, sin contar con una estructura formalizada ni basada en datos.

5.2 La Influencia de Frederick Taylor y la Administración Científica (Finales del Siglo XIX y Principios del XX)

A finales del siglo XIX y principios del siglo XX, la Administración Científica de Frederick Taylor introdujo importantes cambios en la organización del trabajo. Taylor abogó por la optimización de los procesos mediante el estudio y la mejora sistemática de las técnicas laborales, lo que tuvo un impacto directo en la gestión del mantenimiento.

En este período, se comenzó a formalizar el mantenimiento preventivo. Taylor y sus contemporáneos introdujeron la idea de planificar las tareas de mantenimiento con el fin de maximizar la eficiencia de las máquinas y reducir el tiempo de inactividad. A partir de esta perspectiva, el mantenimiento pasó a ser considerado una función clave de la gestión industrial, no solo como una actividad de reparación, sino como un componente esencial para mantener la productividad.

Durante este tiempo, se establecieron las bases para una mayor organización en las tareas de mantenimiento, y se comenzaron a identificar las actividades que debían realizarse con regularidad para prevenir las fallas de los equipos.

5.3 El Desarrollo de Métodos Más Estructurados de Mantenimiento Preventivo (Década de 1940 - 1950)

En la década de 1940, con el crecimiento de la industria pesada y la electrificación de muchas fábricas y plantas de manufactura, se comenzó a establecer un enfoque más sistemático en la gestión del mantenimiento preventivo. El mantenimiento planificado y la estandarización de procedimientos empezaron a ganar importancia como estrategias para evitar fallas catastróficas en los equipos industriales.

Fue en este período cuando se empezaron a utilizar planos de mantenimiento y programas periódicos de inspección, en los cuales las actividades de mantenimiento preventivo se realizaban según un calendario preestablecido. De acuerdo con Kumar y Palsule (2011), en esta época se definieron métodos de programación y la introducción del reemplazo planificado de componentes que indicaban cuándo debían cambiarse piezas antes de que fallaran, basándose en datos históricos y expectativas de vida útil de los materiales.

Además, se incorporaron por primera vez manuales de mantenimiento que detallaban los procedimientos estándar para la ejecución de las tareas de mantenimiento preventivo, lo que permitió crear planes de intervención más estructurados y profesionales. Los responsables de mantenimiento ya no solo trabajaban a demanda, sino que planificaban las actividades a realizar en función de la naturaleza de cada equipo y su ciclo de vida.

5.4 Consolidación del Mantenimiento Preventivo en la Industria (Década de 1960 - 1980)

Durante la segunda mitad del siglo XX, con la expansión de la industria automotriz y la automatización de procesos en muchas otras industrias, el mantenimiento preventivo comenzó a consolidarse como una disciplina formal dentro de las estrategias de gestión de activos.

A partir de la década de 1960, las empresas comenzaron a aplicar enfoques más estructurados para la gestión del mantenimiento, con la creación de departamentos de mantenimiento dedicados exclusivamente a las actividades de mantenimiento preventivo. El desarrollo de técnicas estadísticas y la informática permitieron que las empresas llevaran un seguimiento más preciso de las condiciones de sus equipos, y así optimizar las intervenciones.

Se comenzó a popularizar el uso de métodos de programación basados en ciclos de operación, tiempos de vida útil de los componentes y estadísticas de fallas. Esta evolución fue el resultado de la necesidad de reducir el tiempo de inactividad no planificado y de asegurar la disponibilidad continua de los equipos en industrias como la energía, manufactura y minería.

5.5 Consolidación del Mantenimiento Preventivo en los Años 80 y 90

En la década de 1980, la gestión de mantenimiento dio un giro significativo con el enfoque hacia la mejora de la eficiencia operativa. Se introdujeron nuevos conceptos como la

fiabilidad operativa, lo que llevó a un análisis más profundo de las fallas y a la identificación de causas raíz. Además, en los años 90, comenzó a ganar importancia la gestión del ciclo de vida del activo (ALM) y la optimización de los recursos de mantenimiento.

Para las universidades y centros de investigación, esto significaba un enfoque de la reducción de costos, el mantenimiento preventivo se convertía en una herramienta para garantizar que los equipos estuvieran siempre disponibles para las prácticas académicas y experimentos, donde la fiabilidad de los motores y otros equipos eléctricos es crucial.

5.6 Clasificación del Mantenimiento

El mantenimiento se clasifica en diversas categorías, las cuales se adaptan a las necesidades operativas y la naturaleza de los equipos. Kumar & Palsule (2011) proponen las siguientes categorías principales:

Mantenimiento Correctivo (MC): Este tipo de mantenimiento se realiza cuando un equipo ya ha fallado y es necesario repararlo para restaurar su funcionamiento. Aunque es común en muchos entornos, destacan que este tipo de mantenimiento puede generar tiempos de inactividad elevados y costos adicionales.

Mantenimiento Predictivo (MP_r): Este enfoque utiliza tecnologías avanzadas para monitorear el estado de los equipos en tiempo real, como el análisis de vibraciones, termografía y monitoreo de condiciones. Smith y Hinchcliffe (2004) enfatizan que el mantenimiento predictivo permite intervenir en los momentos más oportunos, evitando costosos fallos inesperados y prolongando la vida útil de los activos.

Mantenimiento Preventivo (MP): Involucra la realización de programadas que previenen la aparición de fallas, como inspecciones regulares, lubricación, ajustes y reemplazos de componentes desgastados. Según Vásquez et al. (2017), el mantenimiento preventivo ayuda a reducir el tiempo de inactividad no planificado y mejora la eficiencia operativa de los equipos.

El mantenimiento preventivo es un conjunto de actividades planificadas y sistemáticas realizadas con el objetivo de prevenir fallos, minimizar el desgaste y prolongar la vida útil

de los equipos y maquinarias. Se lleva a cabo en intervalos regulares, ya sea por tiempo de uso, número de ciclos o condiciones de operación

Características del Mantenimiento Preventivo

- Se realiza antes de que ocurra una falla.
- Reduce el riesgo de averías imprevistas.
- Disminuye costos de reparación y tiempos de inactividad.
- Mejora la eficiencia y confiabilidad del equipo.

El mantenimiento correctivo es aquel que se realiza después de que un equipo o sistema ha fallado, con el objetivo de restaurarlo a su estado operativo. Es una estrategia reactiva que implica la reparación o sustitución de componentes una vez que han dejado de funcionar.

El mantenimiento predictivo es una estrategia basada en la supervisión y análisis de parámetros del equipo para predecir posibles fallas antes de que ocurran. Utiliza herramientas tecnológicas y mediciones para anticipar problemas y optimizar la vida útil de los componentes

5.7 Beneficios del Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es una de las estrategias más utilizadas en la gestión de activos, especialmente en el ámbito industrial y académico. Según Murthy & Sussman (2001), el mantenimiento preventivo se lleva a cabo de forma periódica, independientemente de si el equipo ha presentado fallas o no, con el fin de minimizar el riesgo de problemas mayores en el futuro.

Entre los principales beneficios del mantenimiento preventivo, Vásquez et al. (2017) destacan:

Reducción de costos de reparación: Al detectar problemas en etapas tempranas, es posible intervenir antes de que surjan fallas mayores que podrían requerir reparaciones costosas o reemplazos de equipos.

Aumento de la vida útil del equipo: Las intervenciones periódicas permiten optimizar el rendimiento de los equipos y prolongar su vida útil, lo que se traduce en menos inversiones a largo plazo.

Mejora en la seguridad: Un mantenimiento preventivo adecuado ayuda a identificar y corregir posibles riesgos antes de que se conviertan en problemas graves, reduciendo la probabilidad de accidentes laborales.

Según Rodríguez y Vargas (2018), la implementación de programas de mantenimiento preventivo enfocados en la seguridad es fundamental en entornos donde el equipo está en contacto con procesos de alta peligrosidad, como en laboratorios de ingeniería, en donde se deben asegurar que los motores, como los motores asincrónicos, funcionen correctamente para evitar accidentes.

Mejora en la fiabilidad de los equipos: La ejecución de mantenimiento preventivo de manera oportuna asegura que los equipos estén siempre listos para operar sin interrupciones imprevistas.

5.8 Estrategias de Implementación del Mantenimiento Preventivo

Para implementar un plan de mantenimiento preventivo eficaz se sugiere una serie de pasos fundamentales:

Diagnóstico del estado inicial: Antes de poner en marcha el programa, es necesario realizar un diagnóstico exhaustivo de los equipos e instalaciones para identificar los componentes críticos que requieren atención preventiva.

Planificación y programación: El mantenimiento debe ser planificado de acuerdo con las horas de operación de los equipos, de modo que las intervenciones no interrumpen las actividades principales. Rodríguez & Vargas (2018) enfatizan la importancia de contar con un calendario detallado de mantenimiento para garantizar que se realicen en los plazos adecuados.

Capacitación y recursos: Un aspecto crucial es la formación del personal encargado del mantenimiento, para que conozcan las mejores prácticas y el uso adecuado de herramientas de diagnóstico. Además, debe asegurarse que los recursos materiales estén disponibles para ejecutar el plan correctamente.

Monitoreo y evaluación: Finalmente, es necesario evaluar periódicamente la efectividad del plan de mantenimiento preventivo, utilizando indicadores de desempeño como la reducción de fallas, el costo de mantenimiento y el tiempo de inactividad de los equipos. Sánchez et al. (2020) sugieren el uso de indicadores clave como el MTTR (Mean Time to Repair) y MTBF (Mean Time Between Failures) para evaluar la efectividad del mantenimiento preventivo.

Reducir Costos Operativos y de Reparación: El mantenimiento preventivo tiene como objetivo reducir los costos operativos y costos de reparación a largo plazo. Aunque la inversión inicial en un plan de mantenimiento preventivo puede ser significativa, los beneficios en términos de ahorro son considerables. Al realizar intervenciones de mantenimiento antes de que ocurran fallas catastróficas, se evitan costos elevados de reparación y reemplazo de equipos dañados (Kumar & Palsule, 2011).

Además, al mantener los equipos en condiciones óptimas de funcionamiento, se evita la sobrecarga o el daño excesivo de los sistemas, lo que reduce la tasa de fallas y mejora el desempeño general de los activos.

Así mismo contribuye a la reducción de paradas imprevistas, lo que también ayuda a optimizar el tiempo productivo y a evitar la interrupción de actividades críticas. Este tipo de mantenimiento, al ser planificado y ejecutado de manera adecuada, también ayuda a prolongar los ciclos de operación de los equipos y reduce la necesidad de intervenciones costosas a largo plazo.

5.9 Fallos y Limitaciones del Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo se centra en la programación de actividades de mantenimiento de manera regular y sistemática, con el fin de evitar fallas inesperadas y mantener los equipos en condiciones óptimas. Sin embargo, esta estrategia no está exenta de desventajas y puede presentar varios tipos de fallas que deben ser consideradas en el desarrollo e implementación de un plan de mantenimiento efectivo.

a) Excesivo Tiempo y Recursos Invertidos

Una de las fallas más comunes del mantenimiento preventivo es el desperdicio de recursos y tiempo. En algunos casos, los equipos son sometidos a intervenciones innecesarias cuando aún se encuentran en buen estado. Según Mobley (2002), el mantenimiento preventivo, al ser programado de forma rígida, puede llevar a intervenciones en momentos en que no es necesario realizar ningún tipo de mantenimiento. Esto resulta en costos adicionales para la organización y, en muchos casos, pérdida de tiempo operativo. Además, el personal de mantenimiento se ve obligado a invertir esfuerzos en la revisión de equipos que aún no presentan señales de desgaste.

Ejemplo: La lubricación o reemplazo de partes de un motor eléctrico asíncrono que no presentan desgaste, resulta en un uso innecesario de recursos y tiempo, lo que puede ser costoso en términos de horas de trabajo y materiales.

b) Desajuste con el Ciclo Real de Desgaste de los Equipos

El mantenimiento preventivo se basa en intervenciones periódicas, a menudo según tiempos predefinidos o ciclos de operación establecidos en el manual del fabricante. Sin embargo, este enfoque puede no ser siempre adecuado si las condiciones de operación varían. Kumar y Palsule (2011) señalan que, cuando las condiciones operativas de un motor o equipo cambian de manera significativa (por ejemplo, mayor carga, temperatura elevada o condiciones de trabajo extremas), los intervalos estándar de mantenimiento preventivo pueden no coincidir con el ciclo real de desgaste del equipo.

Ejemplo: Si un motor está funcionando a una carga más alta de lo que se había previsto, el tiempo entre intervenciones debe reducirse, ya que el motor puede sufrir un desgaste más

rápido de lo esperado. De lo contrario, si el mantenimiento preventivo sigue basándose en los tiempos estándar del manual, podría haber un fracaso del equipo debido a un mantenimiento inadecuado.

c) Falta de Diagnóstico de Problemas Específicos

Una característica del mantenimiento preventivo es que no siempre aborda de forma precisa las fallas o problemas específicos de un equipo. En lugar de centrarse en las condiciones reales de funcionamiento del motor o máquina, las intervenciones se realizan de forma sistemática y estandarizada, lo que puede llevar a no detectar fallas de origen o problemas latentes. Según Vásquez et al. (2017), este enfoque generalizado puede pasar por alto fallas no evidentes que no se alinean con el plan de mantenimiento preestablecido.

Ejemplo: Un motor eléctrico puede presentar deficiencias en la calidad del aislamiento o problemas en las bobinas de campo, pero si la estrategia de mantenimiento preventivo no está orientada al diagnóstico de estos problemas en particular, pueden no ser detectados en la revisión estándar.

d) Costos Elevados por Inspecciones Innecesarias

El mantenimiento preventivo implica inspecciones periódicas y a menudo la sustitución de componentes antes de que estos fallen, lo que puede generar costos adicionales. Estos costos pueden ser difíciles de justificar si no se produce una falla grave que demuestre el valor de la intervención preventiva. (González & Vargas, 2017). mencionan que los gastos de mantenimiento preventivo, cuando no se aplican de forma adecuada o se realizan con demasiada frecuencia, pueden superar a los beneficios derivados de la prevención de fallas.

Ejemplo: Reemplazar partes del motor, como los rodamientos, cuando estos no presentan desgaste, resulta en una excesiva inversión en piezas y mano de obra. En el caso de los motores eléctricos asíncronos, las piezas de repuesto y las horas de trabajo para realizar estos reemplazos no siempre son económicas.

e) Sobrecarga de Actividades de Mantenimiento

En entornos industriales o académicos con múltiples equipos, los programas de mantenimiento preventivo pueden generar una sobrecarga de actividades para el personal de mantenimiento. Si no se gestiona de manera eficiente, puede haber un conflicto de prioridades o que el equipo de mantenimiento se vea abrumado por una carga de trabajo excesiva, lo que puede resultar en la mala ejecución de las tareas

Ejemplo: En un laboratorio universitario con varios motores eléctricos y otros equipos que requieren mantenimiento preventivo, es posible que el personal no pueda cumplir con todas las tareas de manera adecuada o a tiempo, lo que podría afectar la disponibilidad de los equipos para los estudiantes y docentes.

f) Resistencia al Cambio y Falta de Adaptación

Otro desafío asociado al mantenimiento preventivo es la resistencia al cambio que puede existir dentro de la organización. Los técnicos o el personal de mantenimiento a menudo prefieren procedimientos que ya están establecidos y puede ser difícil adaptar los planes a nuevas tecnologías o mejores prácticas. Rodríguez y Vargas (2018) argumentan que un cambio a un enfoque más dinámico, como el mantenimiento predictivo o basado en condiciones, a veces encuentra resistencia debido a la falta de capacitación o de comprensión de los beneficios de este enfoque.

Ejemplo: Si los operadores de mantenimiento se acostumbran a realizar intervenciones preventivas sin considerar el monitoreo constante de las condiciones del equipo, puede haber una falta de disposición para adoptar enfoques más avanzados, como el mantenimiento predictivo.

g) No Identificación de Causas Raíz de las Fallas

El mantenimiento preventivo está orientado a prevenir fallas, pero no necesariamente a identificar las causas raíz de los problemas. Sin un enfoque de análisis de causa raíz (RCA), por sus siglas en inglés), es posible que las fallas recurrentes o las averías de los motores no se resuelvan a largo plazo, sino que solo se "enmascaren" mediante intervenciones superficiales.

Ejemplo: Si un motor sigue fallando debido a un problema de sobrecalentamiento recurrente, pero el mantenimiento preventivo solo se centra en la limpieza o lubricación, el problema subyacente de sobrecalentamiento (por ejemplo, una ventilación inadecuada) puede persistir.

5.10 Motores Asincrónicos-Definición y Características

Los motores asincrónicos, también conocidos como motores de inducción, son ampliamente utilizados en diversas aplicaciones industriales y académicas debido a su robustez, eficiencia y bajo costo de mantenimiento. Estos motores funcionan sobre el principio de inducción electromagnética, donde el rotor gira a una velocidad inferior a la frecuencia de la corriente alterna (CA) aplicada. Esta diferencia de velocidad entre el rotor y el campo magnético de estator es la que da origen a su nombre de "asincrónico".

En el contexto de un laboratorio universitario, los motores asincrónicos se utilizan principalmente en sistemas de pruebas experimentales que simulan procesos industriales, equipos de ventilación y otros dispositivos de bajo y medio rango de potencia. La operatividad de estos motores es crucial para las prácticas académicas, ya que proporcionan a los estudiantes una experiencia directa con tecnologías comunes en la industria eléctrica (Ramírez & Paredes, 2019).

En estos motores, la corriente alterna genera un campo magnético rotatorio en el estator, que induce una corriente en el rotor. Esta interacción electromagnética es la que provoca el movimiento del rotor. Los motores asincrónicos son muy populares debido a su robustez, eficiencia y bajo costo de fabricación (Vásquez et al., 2017).

5.11 Importancia del Mantenimiento Preventivo en Motores Asincrónicos

Los motores asincrónicos, aunque confiables y duraderos, están sujetos a desgastes progresivos debido a su continuo uso. Rodríguez (2015) señala que, sin un adecuado mantenimiento preventivo, los motores pueden presentar fallas frecuentes relacionadas con sobrecalentamiento, desgastes en los rodamientos o pérdidas de eficiencia, lo que impacta directamente en el rendimiento de los sistemas donde se encuentran instalados.

Además, según Sánchez et al. (2020), un mantenimiento preventivo bien ejecutado no solo ayuda a mantener la operatividad de los motores, sino que también contribuye a la mejora de la eficiencia energética, ya que los motores mal mantenidos tienden a consumir más energía debido a fallos en componentes clave como el aislamiento eléctrico o los sistemas de ventilación.

5.12 Estrategias de Mantenimiento Preventivo en Motores Asíncrónicos

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo en motores asíncrónicos generalmente incluye varias actividades específicas.

Inspección visual y auditiva: Revisión de posibles señales de desgaste o anomalías, como ruidos extraños o vibraciones.

Inspección Periódica

- Revisión visual de conexiones eléctricas, terminales y aislamiento.
- Inspección de signos de sobrecalentamiento, desgaste o acumulación de suciedad.

Limpieza de componentes: Eliminación de polvo, suciedad o residuos que puedan interferir con el rendimiento del motor.

Lubricación: Aplicación de lubricantes adecuados en los rodamientos y otras partes móviles para evitar el desgaste por fricción.

Lubricación y Cuidado de Rodamientos

- Aplicación de lubricantes adecuados según las recomendaciones del fabricante.
- Monitoreo de vibraciones y temperatura para detectar fallos de rodamientos.

Revisión de conexiones eléctricas: Asegurar que no haya cables sueltos o conexiones defectuosas que puedan provocar fallos eléctricos.

Medición de Parámetros Eléctricos

- Control de corriente, voltaje y factor de potencia para identificar anomalías.
- Pruebas de aislamiento para prevenir cortocircuitos y fugas eléctricas.

Medición de parámetros eléctricos: Verificación de la corriente, tensión y resistencia de aislamiento para asegurar que el motor esté funcionando dentro de los parámetros recomendados.

Alineación y Balanceo del Motor

- Inspección de alineación del eje y acoplamientos para minimizar el desgaste mecánico.
- Análisis de desbalanceo en el rotor que pueda generar vibraciones excesivas.

Control de Temperatura y Ventilación

- Verificación de sistemas de enfriamiento y disipadores de calor.
- Limpieza de ventiladores y rejillas para evitar obstrucciones.

5.13 Desafíos en la Implementación del Mantenimiento Preventivo

La implementación de un programa de mantenimiento preventivo también enfrenta ciertos desafíos. Uno de los principales obstáculos es la falta de planificación adecuada, que puede llevar a intervenciones ineficaces o tardías (Rodríguez, 2015). Además, la capacitación continua del personal técnico y el acceso a herramientas de diagnóstico avanzadas son factores clave para garantizar la efectividad de las acciones preventivas (Sánchez et al., 2020).

Elementos Clave en un Plan de Mantenimiento

Un plan de mantenimiento efectivo para motores asincrónicos debe incluir los siguientes elementos:

Diagnóstico Inicial: Evaluar el estado actual de los motores, identificando los componentes que requieren atención más urgente y estableciendo un cronograma de mantenimiento basado en su criticidad y uso.

Frecuencia de Mantenimiento: Definir la frecuencia con la que se deben realizar las intervenciones de mantenimiento preventivo, basándose en las especificaciones del fabricante y las condiciones operativas del motor (Santos & Martínez, 2016).

Personal Capacitado: Es importante contar con personal capacitado para realizar las tareas de mantenimiento, ya que el conocimiento técnico es crucial para identificar y corregir problemas antes de que se conviertan en fallas graves (Kumar & Palsule, 2011).

Recursos y Herramientas: Asegurarse de que las herramientas necesarias estén disponibles para realizar las tareas de mantenimiento. Esto incluye lubricantes, equipos de medición y repuestos (Smith & Hinchcliffe, 2004).

Indicadores de Desempeño del Mantenimiento

Para evaluar la efectividad del plan de mantenimiento, se utilizan indicadores clave de rendimiento (KPI) como:

MTTR (Mean Time to Repair): Tiempo promedio que se tarda en reparar un motor después de una falla (González & Vargas, 2017).

MTBF (Mean Time Between Failures): Promedio de tiempo entre fallas de un motor, lo que ayuda a medir la fiabilidad del equipo (Rodríguez & Vargas, 2018).

Costo de Mantenimiento: Medición del costo total de las actividades de mantenimiento en relación con el costo de reparación o reemplazo de los motores (Vásquez et al., 2017).

5.14 Beneficios del Mantenimiento Preventivo para Motores Asíncrónicos

Los beneficios de implementar un programa de mantenimiento preventivo para motores asíncrónicos incluyen:

Reducción de tiempos de inactividad: El mantenimiento preventivo ayuda a evitar paradas no planificadas, asegurando la disponibilidad continua de los motores para su uso en experimentos y prácticas (Vásquez et al., 2017).

Mayor vida útil del motor: Las intervenciones periódicas previenen el desgaste prematuro de los componentes y mejoran la durabilidad de los motores (Santos & Martínez, 2016).

Mejora en la eficiencia energética: El mantenimiento adecuado optimiza el rendimiento del motor, lo que se traduce en un consumo de energía más eficiente (González & Vargas, 2017).

VI. Diseño Metodológico

La investigación descriptiva, como su propio nombre indica, busca describir el estado y comportamiento de las variables que tiene como objeto de estudio.

6.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación que se utilizará en este trabajo monográfico es de carácter descriptivo, ya que el objetivo es detallar las actividades y procedimientos que conforman un plan de mantenimiento preventivo para motores asincrónicos específicamente en el laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

6.2 Enfoque de la Investigación

La investigación se abordará desde un enfoque cuantitativo y cualitativo. El enfoque cuantitativo se utilizará para analizar los datos obtenidos como el tiempo de inactividad, los costos de reparación, la frecuencia de fallas y el uso de repuestos. El enfoque cualitativo, por otro lado, se aplicará para analizar las experiencias del responsable y la opinión de los operadores relacionado con la gestión del mantenimiento preventivo.

6.3 Población y Muestra

La población está constituida por el conjunto de motores asincrónicos en el laboratorio de investigación y el personal responsable.

Tomaremos en cuenta un tipo de muestra por conveniencia, la muestra será representativa de los equipos más críticos en cuanto a funcionamiento y utilización dentro del laboratorio, seleccionando al menos cinco motores asincrónicos que se encuentren en uso frecuente. Se elegirán aquellos que presenten una mayor incidencia de fallas o que estén en mayor riesgo de deterioro, lo que permitirá estudiar más detalladamente el impacto de la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo en dichos equipos.

6.4 Técnicas de Recolección de Datos

Observación directa: Se realizará una observación sistemática de los procedimientos de mantenimiento preventivo, durante una serie de intervenciones programadas. Esta técnica es fundamental para registrar los procesos tal como ocurren en la práctica (Gupta, 2018).

Entrevistas: Se llevarán a cabo entrevistas (encuestas) con los técnicos de mantenimiento, con el fin de obtener información sobre las estrategias empleadas, los retos que enfrentan y las mejores prácticas en el mantenimiento preventivo.

Proceso de Análisis de Datos

Análisis cualitativo: Las entrevistas y observaciones serán transcritas y clasificadas en categorías según los temas emergentes relacionados con el mantenimiento preventivo.

6.5 Instrumentos de Investigación

Para la recolección de datos, se utilizarán los siguientes instrumentos:

Cuestionarios estructurados: Para realizar encuestas con los técnicos de mantenimiento (Babbie, 2016).

Guías de entrevista: Con preguntas abiertas para explorar de manera más profunda las experiencias y conocimientos de los técnicos sobre el mantenimiento preventivo.

VII. Análisis de Datos

7.1. Datos generales de la Institución

El plan de mantenimiento a realizar se estará implementando en el laboratorio de Máquinas Eléctricas que se encuentran ubicado en la Universidad Nacional de Ingeniería (RUSB).

Localización del Recinto Universitario Simón Bolívar



Ilustración 1. Ubicación del Laboratorio de Maquinas Eléctricas.

Fuente: Google Maps (2024)

7.2. En relación al primer objetivo específico

Evaluar el estado actual de los Motores ubicados en el laboratorio de Máquinas Eléctricas:
En el laboratorio se encuentran en uso 17 motores de corriente directa y 18 motores de corriente alterna de los cuales producto de la evaluación y revisión tomada se logra identificar que al menos el 70% de ellos se encuentran en óptimas condiciones mientras

que el restante en defectuosas condiciones de trabajo. A continuación, las fallas más comunes encontradas:

7.3. Fallas actuales en los Motores Asynchronmotor Monofásicos y Trifásicos.



Ilustración 2. Motor EW HOF y Motor Elettronica Veneta. Fuente: Manual de operaciones

1. Fallas en el rotor

- **Desbalanceo del rotor:** El desbalanceo del rotor es una causa frecuente de vibraciones y ruidos en los motores asincrónicos. En motores tanto monofásicos como trifásicos, este desbalanceo puede ser causado por un desgaste irregular o daños físicos en el rotor, lo que afecta la estabilidad del motor.

2. Fallas en el estator

- **Desgaste del aislamiento del estator:** El aislamiento del estator se degrada con el tiempo debido al sobrecalentamiento, la humedad o la contaminación. Esto puede provocar cortocircuitos o una pérdida de eficiencia en el motor.

3. Fallas en los cojinetes

- **Desgaste de los cojinetes:** Esto se debe a la falta de lubricación adecuada, vibraciones excesivas o una instalación incorrecta. El desgaste de los cojinetes genera ruidos y vibraciones anormales que pueden dañar otras partes del motor si no se detecta a tiempo.

4. Fallas eléctricas

- **Fallas de aislamiento:** Las fugas de corriente, ya sea en el estator o en el rotor, son comunes en motores que han sufrido daños en su aislamiento. En motores trifásicos, esto puede generar un desbalance de corriente entre las fases, mientras que en motores monofásicos el flujo irregular de corriente puede afectar el rendimiento general.
- **Problemas con el arranque del motor:** El motor puede no arrancar correctamente debido a problemas en los dispositivos de arranque (como el arrancador o condensador). En motores monofásicos, las fallas en los condensadores o en los interruptores de arranque son comunes, mientras que, en los trifásicos, los problemas pueden estar relacionados con la secuencia de fases.

5. Desbalance en la fase de corriente

- **Fases desequilibradas:** Aunque los motores monofásicos no dependen de un sistema trifásico de corriente, si hay fluctuaciones en la red eléctrica o problemas de calidad de energía, pueden presentar un desbalance que afecte el rendimiento del motor.

7.4 Diagrama de Ishikawa para fallas de un motor asincrónico utilizando las 6M



Ilustración 3. Diagrama de Ishikawa. Fuente: Elaboración Propia

1. **Máquinas:**
 - Desgaste de componentes internos (rodamientos, rotor, estator)
 - Deficiencias en el diseño del motor
2. **Métodos:**
 - Incorrecta puesta en marcha
 - Deficiencias en la operación (velocidades, tensiones incorrectas)
3. **Materiales:**
 - Uso de materiales defectuosos (cableado, aislantes), o de baja calidad en bobinados.
 - Calidad deficiente de aceites o lubricantes inadecuadas para rodamientos.
4. **Mano de obra:**
 - Falta de capacitación o conocimiento técnico
 - Uso inapropiado de herramientas
 - Montaje incorrecto del motor
 - Errores en conexiones eléctricas

5. Mediciones:

- Fallos en los sistemas de monitoreo (como termómetros o medidores de corriente)
- Medición inadecuada de parámetros eléctricos (tensión, corriente, frecuencia)

6. Medio Ambiente:

- Temperatura ambiente elevada (puede aumentar el calor generado por el motor y acelerar su desgaste)

7.5. Fallas más comunes

Para realizar un análisis de prioridad sobre las fallas más comunes de los motores asincrónicos, se investigó qué problemas afectan más a estos tipos de motores.

Las fallas más comunes en motores eléctricos asincrónicos incluyen:

- **Desgaste de rodamientos:** Es una de las causas más frecuentes de fallo en los motores, especialmente debido a la vibración y las altas cargas.
- **Sobrecarga o funcionamiento en condiciones fuera de especificación:** Operar el motor fuera de su capacidad nominal es una causa importante de fallos por sobrecalentamiento.
- **Desbalanceo del rotor:** Causa fallas en el motor, generando vibraciones y desgaste anormal.
- **Problemas de aislamiento:** El aislamiento dañado o inadecuado es una causa común de fallas.
- **Problemas eléctricos** (como pérdida de fase, baja tensión o armónicos): Estos defectos afectan el rendimiento y pueden llevar al daño del motor.

Según estudio:

- Desgaste de rodamientos: 36%
- Sobrecarga: 24%
- Problemas de aislamiento eléctrico: 16%

- Errores operativos y de mantenimiento: 14%
- Otros (cableado defectuoso, vibraciones, etc.): 10%

Priorización:

- **Desgaste de rodamientos:** Es la causa más frecuente y crítica, con un 36%, por lo tanto, es la prioridad número uno.
- **Sobrecarga:** Con un 24%, es el segundo problema más significativo, especialmente si no se realiza una adecuada supervisión y control de carga.
- **Problemas de aislamiento:** Un 16% es relevante, ya que los problemas eléctricos pueden causar daños graves y costosos.
- **Errores operativos y de mantenimiento:** Este es un problema importante con un 14%, relacionado directamente con la capacitación y los procesos operativos.

La prioridad debe centrarse en:

1. Desgaste de rodamientos
2. Sobrecarga. (En este caso no se centra debido a que los motores no son sometidos a esfuerzo de carga)
3. Problemas de aislamiento eléctrico
4. Errores operativos y de mantenimiento

Análisis Estadístico

Utilizando métodos estadísticos básicos y avanzados, se pueden abordar los siguientes aspectos:

a) Frecuencia de las fallas

Frecuencia absoluta: Número de veces que ocurrió una falla específica.

Frecuencia relativa: Porcentaje de cada tipo de falla con respecto al total de fallas reportadas.

Ejemplo de tabla de fallas y su frecuencia relativa:

Tabla 1. Tabla de frecuencia de daños.

Tipo de Falla	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa (%)
Fallas mecánicas	30	40%
Fallas eléctricas	15	20%
Fallas térmicas	8	13%
Fallas en el sistema de control	20	27%
Total	73	100%

Fuente: NORMAS IEC

b) Análisis de tendencias a lo largo del tiempo

Para identificar si hay temporadas o momentos específicos en que las fallas ocurren más frecuentemente. Esto puede ayudar a detectar patrones, por ejemplo, si las fallas son más comunes después de un periodo de inactividad (vacaciones universitarias).

c) Gráficos y Visualización de Datos

Se pueden realizar gráficos de barras o diagramas de Pareto para identificar las fallas más comunes, lo que ayuda a tomar decisiones sobre áreas críticas de los motores asincrónicos.

d) Análisis de causas y efectos

Utilizando técnicas como el **Diagrama de Ishikawa** (Pág. 25) (o diagrama de causa y efecto), se puede profundizar en las causas de las fallas observadas, especialmente en aquellas que son recurrentes.

Diagrama de Pareto

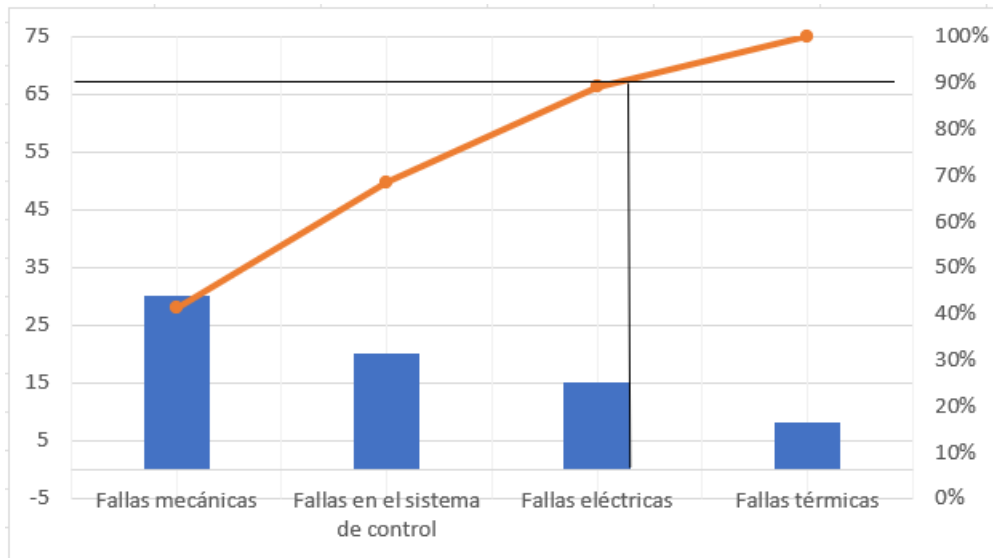


Ilustración 4. Diagrama de Pareto. Fuente: Elaboración Propia.

El diagrama de Pareto que se presenta, detalla cuál de los problemas deben resolverse, esto se debe a los pesos dados en las frecuencias de los problemas que se generalizan de los motores, el 80% de los problemas que se deben priorizar las fallas mecánicas, fallas eléctricas y fallas térmicas y de menor priorización dio como resultado fallas en el sistema de control.

7.6 Complicaciones en la Aplicación de Técnicas Contemporáneas de Mantenimiento Preventivo

El uso de técnicas de mantenimiento preventivo contemporáneas, como el **mantenimiento predictivo**, puede verse afectado por diversas complicaciones en un entorno de prácticas universitarias:

a) Limitaciones en el equipo y tecnología

- Los laboratorios universitarios a menudo cuentan con un presupuesto limitado para adquirir herramientas avanzadas de diagnóstico, lo que dificulta la implementación de técnicas de mantenimiento predictivo (por ejemplo, análisis de vibraciones, análisis de aceite, etc.).

- Los motores asincrónicos del laboratorio de máquinas eléctricas suelen ser más antiguos o estar en condiciones que no permiten monitorear fácilmente las condiciones operativas en tiempo real.

b) Falta de personal capacitado

- El mantenimiento preventivo avanzado requiere personal con experiencia. Si los estudiantes o los encargados del laboratorio no tienen el conocimiento adecuado, las técnicas contemporáneas no se aplican de manera efectiva.

c) Condiciones de operación no ideales

- El laboratorio de máquinas eléctricas no siempre tiene las condiciones ideales de operación: cambios de horario de trabajo, variabilidad en la carga de los motores o falta de un uso adecuado de los equipos.
- Estos factores pueden alterar los resultados de las técnicas de mantenimiento preventivo y predictivo, que se basan en un uso de manejo constante y controlado del equipo.

7.7 Análisis FODA para Laboratorio Eléctrico de motores asincrónicos, enfocado en el mantenimiento preventivo

Fortalezas:

1. **Práctica directa en motores asincrónicos:** El laboratorio permite que los estudiantes trabajen directamente con motores asincrónicos, lo que facilita la comprensión y ejecución de las tareas de mantenimiento preventivo.
2. **Desarrollo de habilidades especializadas:** Los responsables del laboratorio desarrollan competencias técnicas necesarias para realizar diagnósticos precisos y aplicar prácticas correctas de mantenimiento preventivo, como la inspección visual, la medición de vibraciones, la verificación de conexiones eléctricas, entre otros.

Oportunidades:

1. **Expansión de la demanda de técnicos especializados (responsable de laboratorio):** Con el crecimiento de la automatización y las energías renovables, aumenta la necesidad de profesionales capacitados en mantenimiento preventivo de motores asincrónicos, lo que abre nuevas posibilidades de formación.

Debilidades:

1. **Alto costo de mantenimiento de equipos:** Los motores y herramientas utilizadas en el laboratorio requieren un mantenimiento constante para asegurar su correcto funcionamiento, lo que puede generar costos altos.
2. **Capacidad limitada para simular grandes sistemas:** Aunque el laboratorio es útil para enseñar conceptos y tareas de mantenimiento, no siempre puede replicar los sistemas a gran escala que se encuentran en las plantas industriales, limitando la experiencia completa.

Amenazas:

1. **Costos de actualización y expansión:** La inversión en nuevas tecnologías, equipos y materiales puede ser un desafío financiero, limitando las oportunidades de actualización y expansión del laboratorio.

7.8 Estrategias basadas en el análisis FODA

Estrategias basadas en las fortalezas:

1. **Desarrollar programas de formación continua:** Aprovechando la capacidad del laboratorio para proporcionar formación práctica, se podrían crear cursos especializados en mantenimiento preventivo de motores asincrónicos, dirigidos a técnicos del laboratorio.
2. **Simulaciones para la capacitación:** Utilizar el entorno controlado para crear simulaciones de fallas comunes y problemas operativos, brindando a los estudiantes la oportunidad de practicar la resolución de estos problemas antes de enfrentarlos.

Estrategias basadas en las oportunidades:

1. **Integrar nuevas tecnologías de diagnóstico en el laboratorio:** Aprovechar las oportunidades que ofrecen las herramientas tecnológicas (sensores de vibración, monitoreo remoto, etc.) para actualizar el laboratorio y enseñar a las estudiantes técnicas avanzadas de mantenimiento preventivo basadas en tecnologías emergentes.

Estrategias basadas en las debilidades:

1. **Implementar un plan de mantenimiento proactivo para los responsables del laboratorio:** Crear un programa de mantenimiento preventivo interno para los responsables del laboratorio, asegurando que los motores y herramientas estén en óptimas condiciones y evitando algún accidente en las prácticas de laboratorio de los estudiantes.

Estrategias basadas en las amenazas:

1. **Adoptar un enfoque flexible y adaptable:** Desarrollar una estrategia de actualización constante para el laboratorio, permitiendo que se adapte rápidamente a los avances tecnológicos y las nuevas tendencias en motores asincrónicos y mantenimiento preventivo.
2. **Evaluar y mejorar constantemente los programas educativos:** Realizar encuestas regulares a los estudiantes y responsables para evaluar la calidad de la formación ofrecida y ajustar los programas de acuerdo con las necesidades.

Estas estrategias permitirán maximizar las fortalezas del laboratorio, aprovechar las oportunidades que presenta el entorno, mitigar sus debilidades y enfrentar las necesidades de manera proactiva.

7.9 Descripción de las actividades que se realizan en el laboratorio de Máquinas Eléctricas

Semestralmente en el laboratorio se imparten las siguientes prácticas de laboratorio para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica con 2 horas clases cada práctica lo que equivale a 3 horas con 20 minutos cada práctica.

Cabe destacar que la cantidad de grupos por práctica depende de la demanda de la asignatura según los datos de alumnos matriculados.

Tabla 2. Asignaturas Impartidas en el Laboratorio Maquinas Eléctricas.

Asignatura	Cursos
Sistemas de Medición	Automatización Industrial I
Taller Eléctrico	Electricidad Industrial
Máquinas Eléctricas I	
Máquinas Eléctricas II	
Máquinas Eléctricas III	
Accionamiento Eléctrico	

Fuente: Técnico Docente de Laboratorio

Tabla 3. Listado de Prácticas de Laboratorios.

Ítems	Título de Prácticas
Practica No 1	Medidas de seguridad en sus experimentos
Practica No 2	Arranque de motores de corriente directa a tensión reducida
Practica No 3	Características mecánicas de un motor de CD
Practica No 4	Accionamiento tradicional reversible motor DC
Practica No 6	Características de circuito abierto de un generador CD
Practica No 7	Características externas de un generador CD

Fuente: Técnico Docente de Laboratorio

7.10 En relación al segundo objetivo específico:

Diseño de la Tarjeta Técnica: Usos de campos de informe de mantenimiento

Tarjeta Técnica			
Maquina		Ubicación	
Fabricante			
Tipo			
No de Serie		Código de Inventario	
Modelo			
No de Equipo			
Cantidad			
Características del Equipo		Imagen	
Potencia			
RPM			
Voltaje			
Frecuencia			
Corriente			
Tipo de corriente			
Color			
Protección			
Función			

Ilustración 5. Formato de Ficha Técnica. Fuente: Elaboración Propia

Instrucción de uso de los formatos

Tarjeta Técnica			
Maquina	4	Ubicación	2
Fabricante	5		
Tipo	6		
No de Serie	7	Código de Inventario	3
Modelo	8		
Cantidad	9		
Características del Equipo		Imagen	
Potencia	10		
RPM	11		
Voltaje	12		
Frecuencia	13		
Corriente	14		
Tipo de corriente	15		
Color	16		
Protección	17		
Función			

Ilustración 6. Instructivo de llenado de Ficha Técnica. Fuente: Elaboración Propia

Uso de los campos

Tabla 4. Uso de los campos Ficha Técnica.

Tarjeta Técnica		
No	Campos	Anotar lo Siguiente
1	Encabezado del Formato	El nombre del formato " Tarjeta Técnica "
2	Ubicación	Taller donde se encuentra el equipo " Laboratorio de Maquinas Eléctricas UNI-RUSB "
3	Código de Inventario	Registro del equipo según el laboratorio
4	Máquina	Marca del equipo
5	Fabricante	De que compañía proviene el equipo " HPS / ELETTRONICA VENETA "
6	Tipo	Código de fabricación
7	No de Serie	ID del motor
8	Modelo	Modelo de conexión / circuito del motor
9	Cantidad	Numero de motores iguales en el laboratorio
10	Potencia	Fuerza con la que trabaja el motor
11	RPM	Capacidad de Revoluciones
12	Voltaje	Alimentación del motor
13	Frecuencia	Frecuencia
14	Corriente	Consumo del motor
15	Tipo de corriente	Tipo de conexión
16	Color	Color del motor
17	Protección	Tipo de Protección del motor en caso de humedad y polvo
18	Función	Descripción de su utilización
19	Imagen	Foto actual del equipo

Fuente: Elaboración Propia

Tarjeta Técnica			
Máquina	Elektrotechnische Werkstätten Hof	Ubicación	Maquinas Eléctricas UNI-RUSB
Fabricante	HPS		
Tipo	L01-63K-DK24		
No de Serie	221028 / 221029	Código de Inventario	07-1215-13245-27 07-1215-13245-28
Modelo	Asynchronmotor nach Dahlander / Motor de Inducción		
No de Equipo	2509		
Cantidad	2		
Características del Equipo		Imagen	
Potencia	0.1 / 0.07 kW		
RPM	n ₁ : 1360 /min, n ₂ : 2770 /min		
Voltaje	380 V		
Frecuencia	50 Hz		
Corriente	0.34 / 0.35 A		
Tipo de corriente	Trifásica		
Color	Anaranjado		
Protección	IP 44		
Función			
El motor asincrónico Dahlander, conocido como motor de dos velocidades, es una variante de motor de inducción que se utiliza principalmente para aplicaciones en las que se requiere cambiar la velocidad de funcionamiento del motor de manera eficiente. Es un tipo de motor de inducción trifásico que tiene la capacidad de funcionar a dos velocidades diferentes utilizando un sistema de conexión especial de sus devanados.			

Ilustración 7. Ficha Técnica Motor Elektrotechnische Werkstätten Hof. Fuente: Elaboración Propia

Tarjeta Técnica			
Máquina	Veneta	Ubicación	Maquinas Eléctricas UNI-RUSB
Fabricante	Eletronica Veneta		
Tipo	EE-PQ2		
No de Serie	10.02.00922 / 10.02.00923	Código de Inventario	07-1215-13245-11 07-1215-13245-12
Modelo	D.C Machine / Motor DC		
Cantidad	2		
Características del Equipo		Imagen	
Potencia	1 kW		
RPM	3600 / min		
Voltaje	220 V		
Frecuencia	50 Hz		
Corriente	0.15 A		
Tipo de corriente	Monofásico		
Color	Gris		
Protección	20 UF		
Función			
El motor de corriente continua (DC) es un motor eléctrico que convierte la energía eléctrica en energía mecánica a través de la inducción electromagnética. Su capacidad para controlar con precisión la velocidad y generar un alto par de arranque lo hace ideal para una amplia gama de aplicaciones industriales, comerciales y domésticas. Aunque requiere un mantenimiento regular de las escobillas y el conmutador, su rendimiento, eficiencia y control preciso.			

Ilustración 8. Ficha Técnica Motor Veneta. Fuente: Elaboración Propia

Ubicación de Motores en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas

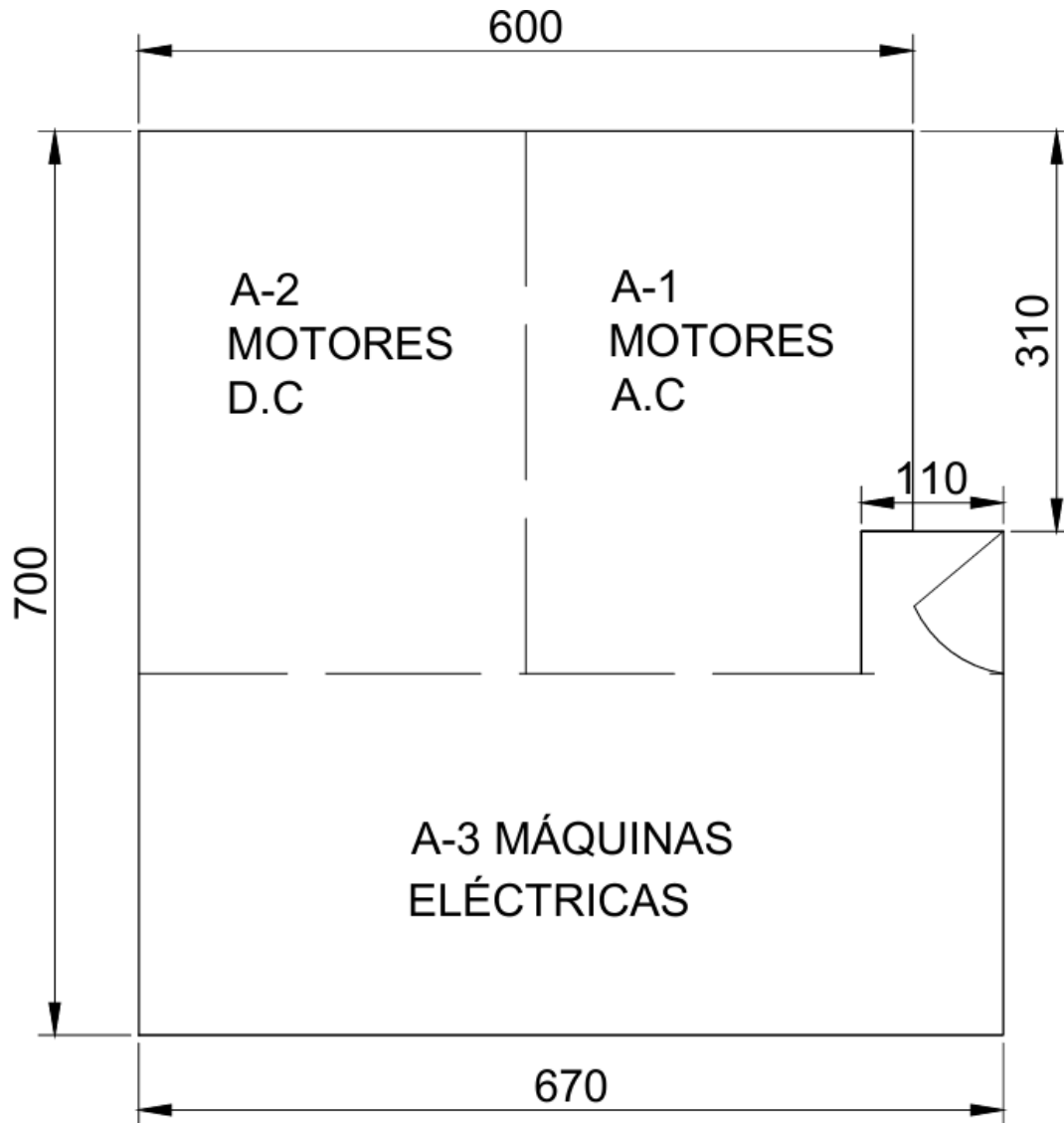


Ilustración 9. Ubicación de motores. Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente cuadro describimos la ubicación de los motores en el laboratorio de Máquinas Eléctricas el cual lo dividimos en 3 partes, que serían los sig.:

A-1 Motores A.C: Área 1 / Motores de corriente alterna / n° motor

A-2 Motores D.C: Área 2 / Motores de corriente directa / n° de motor

A-3 Maquinas Eléctricas: Área de máquinas, instrumentos eléctricos

7.11 En relación al tercer objetivo específico:

Objetivo del Plan de Mantenimiento Preventivo

Garantizar el correcto funcionamiento y prolongar la vida útil de los motores asíncronos eléctricos en el laboratorio didáctico mediante la ejecución de actividades de mantenimiento preventivo. Esto ayudará a minimizar las fallas no programadas y a optimizar el rendimiento de los equipos durante su uso educativo.

Actividades de Mantenimiento Preventivo

Las actividades de mantenimiento preventivo incluyen inspección, limpieza, lubricación, ajuste y revisión de los sistemas eléctricos y mecánicos de los motores. A continuación, un detalle de las actividades principales:

a) Inspección Visual:

- Descripción: Inspeccionar el estado físico de los motores (cables, conexiones, carcasa, etc.), verificar signos de desgaste o daños visibles.
- Tiempo estimado: 15 minutos por motor.
- Frecuencia: Mensual.

b) Limpieza Externa:

- Descripción: Limpiar el polvo y la suciedad acumulada en las partes externas del motor, incluyendo las rejillas de ventilación y la carcasa.
- Tiempo estimado: 20 minutos por motor.
- Frecuencia: Mensual.

c) Verificación de Conexiones Eléctricas:

- Descripción: Verificar que todas las conexiones eléctricas estén seguras y sin signos de corrosión o desgaste.
- Tiempo estimado: 30 minutos por motor.
- Frecuencia: Trimestral.

d) Revisión de Lubricación (caso de ser necesario):

- Descripción: Verificar el nivel de lubricante en los rodamientos del motor y rellenar si es necesario, así como revisar que no haya fugas.
- Tiempo estimado: 30 minutos por motor.
- Frecuencia: Semestral.

e) Inspección de Componentes Internos (si es posible):

- Descripción: Inspección de componentes internos (bobinas, estator, etc.) mediante apertura del motor, según las especificaciones del fabricante.
- Tiempo estimado: 45 minutos por motor.
- Frecuencia: Anual.

f) Comprobación de la Temperatura de Funcionamiento:

- Descripción: Comprobar que la temperatura del motor esté dentro de los parámetros recomendados.
- Tiempo estimado: 15 minutos por motor.
- Frecuencia: Mensual.

g) Pruebas de Aislamiento:

- Descripción: Medir la resistencia de aislamiento del motor con un megóhmetro como recomendación para detectar posibles fallas.
- Tiempo estimado: 45 minutos por motor.
- Frecuencia: Anual.

h) Verificación de la Protección Eléctrica:

- Descripción: Revisar que los sistemas de protección (disyuntores, fusibles) estén operativos y bien calibrados.
- Tiempo estimado: 30 minutos por motor.
- Frecuencia: Semestral.

7.12 Cronograma de Implementación de Mantenimiento

Tabla 5. Cronograma de Implementación de Mantenimiento.

ACTIVIDAD	FRECUENCIA	MES	TIEMPO ESTIMADO
Inspección Visual	Mensual	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	15 min/día (motor)
Limpieza Externa	mensual	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	20 min/día (motor)
Medición de resistencia de aislamientos	Trimestral	3, 6, 9, 12	35 min/día (motor)
Análisis de vibraciones	Semestral	6,12	45 min/día (motor)
Lubricación de rodamientos	Anual	1	25 min/día (motor)
Verificación de conexiones eléctricas	Semestral	6,12	30 min/día (motor)

Fuente: Elaboración Propia

Fichas Técnicas de los Equipos

Para la correcta ejecución del plan de mantenimiento, es necesario contar con las fichas técnicas de cada uno de los motores asincrónicos presentes en el laboratorio. Cada ficha debe contener la siguiente información:

- Marca y modelo del motor. +
- Potencia nominal. (kW)
- Tensión de operación. (V)
- Corriente nominal (RPM).
- Número de fases. (TRIFASICO O MONOFASICO)
- Velocidad nominal. (RPM)
- Tipo de protección. (IP)
- Especificaciones de lubricante. (relativo a lo que el fabricante indique)
- Tipo de aislamiento. (Isol-Kl)

7.13 Determinación de Inventarios de Repuesto

El inventario de repuestos debe incluir aquellos componentes que comúnmente se desgastan o presentan fallas en los motores asincrónicos, tales como:

- **Rodamientos**
- **Acoples**
- **Condensadores (si es necesario)**
- **Capacitores**
- **Bobina (aislamiento)**

El inventario debe estar basado en la cantidad de motores y en las tasas de fallas históricas, si están disponibles.

Indicadores de Mantenimiento

Para evaluar la efectividad del plan de mantenimiento, se deben aplicar indicadores de mantenimiento, tales como:

a) MTBF (Mean Time Between Failures - Tiempo Medio Entre Fallas)

- **Cálculo:** Tiempo total de operación / Número de fallas.
- **Objetivo:** Aumentar el MTBF mediante un mantenimiento adecuado y preventivo.

Ecuación 1. Tiempo promedio entre fallas.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo de Inactividad}}{\text{Número de paradas}}$$

El **MTBF** se refiere al tiempo promedio entre fallas en un sistema o equipo. Es una medida de fiabilidad.

b) MTTR (Mean Time to Repair - Tiempo Medio de Reparación)

- **Cálculo:** Tiempo total invertido en reparaciones / Número total de reparaciones.
- **Objetivo:** Reducir el MTTR para minimizar el tiempo de inactividad.

Ecuación 2. Tiempo promedio entre reparación.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de Mantenimiento}}{\text{Cantidad de reparaciones}}$$

El **MTTR** mide el tiempo promedio que se tarda en reparar un motor después de una falla. Esto incluye el diagnóstico, las reparaciones y cualquier otro tiempo de inactividad necesario

c) Tasa de Cumplimiento del Plan de Mantenimiento

- **Cálculo:** (Número de actividades realizadas / Número de actividades programadas) * 100.
- **Objetivo:** Asegurar que las actividades se cumplan según lo programado.

Ecuación 3. Tasa de Cumplimiento del Plan de Mantenimiento.

$$TCPM = \frac{\text{Costo estimado de tareas}}{\text{Costo real de tareas}} * 100$$

Aquí necesitarías saber cuántas tareas de mantenimiento preventivo fueron realizadas en relación con las programadas.

d) Porcentaje de Disponibilidad

- **Cálculo:** (Tiempo total de operación / Tiempo total disponible) * 100.
- **Objetivo:** Mantener una alta disponibilidad de los motores en el laboratorio.

Ecuación 4. Porcentaje de Disponibilidad.

$$DP = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$$

El **Porcentaje de Disponibilidad** mide el tiempo que el motor estuvo disponible para operar en comparación con el tiempo total que estuvo planificado para estar en funcionamiento.

7.14 Datos mundiales para estimar los cálculos

Para hacer los cálculos se ocuparon datos generales sobre la fiabilidad y el tiempo de reparación de motores asíncronos en entornos industriales o académicos. Sin embargo,

se hizo una estimación de los valores que podrían aplicarse, basados en datos típicos de la industria para los motores de este tipo:

- **MTBF (Mean Time Between Failures):** Para motores asíncronos industriales, el MTBF generalmente puede variar entre **5000 a 20,000 horas**, parámetros de estándar para los indicadores para los modelos de motores asíncronos monofásicos y trifásicos dados en un ambiente académico (vida útil).
- **MTTR (Mean Time to Repair):** En la mayoría de los casos, los tiempos de reparación de motores eléctricos suelen estar entre **2 a 10 horas**, dependiendo de la gravedad de la falla y la facilidad de acceso a las piezas de repuesto.
- **Tasa de Cumplimiento del Plan de Mantenimiento:** La tasa de cumplimiento del plan puede variar, pero en una instalación bien gestionada, la tasa de cumplimiento del mantenimiento preventivo es típicamente **90-95%**.
- **Porcentaje de Disponibilidad:** Los motores asíncronos pueden tener una disponibilidad de **95-98%** en entornos industriales.

7.15 Cálculo con datos estimados

Asumiendo que en un periodo de un año se obtuvieron los siguientes datos por responsable de laboratorio ya que lleva registro de manipulación de los equipos.

- Los motores tuvieron **3 fallas**.
- El tiempo total de operación fue **320 horas**.
- El tiempo total planificado fue **360 horas**.
- El número de reparaciones realizadas fue **4**.
- El tiempo total de reparación fue **8 horas**.
- El número de tareas programadas a Limpieza de los equipos fueron al menos **4**
- Tiempo total disponible **1600 hrs** disponible anual (según calendario académico)
- Tiempo total de inactividad **400 hrs**

Ahora realizamos los cálculos con esos datos:

1. MTBF

Tiempo operación: $8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 5 \frac{\text{días}}{\text{semana}} * 4 \frac{\text{semana}}{\text{mes}} * 10 \frac{\text{mes}}{\text{año}} = 1,600 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$

Tiempo de inactividad: $2 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 5 \frac{\text{días}}{\text{semana}} * 4 \frac{\text{semana}}{\text{mes}} * 10 \frac{\text{mes}}{\text{año}} = 400 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$

$$MTBF = \frac{1600 \text{ horas/año} - 400 \text{ horas/año}}{2}$$

$$MTBF = 600 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

El tiempo medio entre fallas es de 600 horas en el año, debido siempre al uso de los motores no es de manera continua en el desarrollo de las actividades, cabe aclarar que las horas de mantenimiento están designadas en el desarrollo de las misma designados en tabla de mantenimiento preventivo.

2. MTTR:

Tiempo Total de reparación: $4 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 5 \frac{\text{días}}{\text{semana}} * 4 \frac{\text{semana}}{\text{mes}} * 10 \frac{\text{mes}}{\text{años}} = 800 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$

$$MTTR = \frac{800 \text{ horas/año}}{8} = 100 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

El tiempo total de reparación de los motores en el año son de 100 horas, debido que todas las actividades de mantenimiento tienen una duración de 4 horas en el día, basado en la tabla de ejecución de las actividades de mantenimiento.

3. Tasa de Cumplimiento del Plan de Mantenimiento:

$$\begin{aligned} \text{Tasa de Cumplimiento del Plan de Mantenimiento} &= \frac{8 \text{ actividades de mtto}}{8 \text{ actividades de mtto}} * 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

Al efectuarse el cálculo de cumplimiento del plan de mantenimiento, se hace énfasis que el personal que esta designado para ese laboratorio realizan todas las actividades de mantenimiento.

4. Porcentaje de Disponibilidad:

$$\text{Tiempo disponible} = 6 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 5 \frac{\text{días}}{\text{semana}} * 4 \frac{\text{semana}}{\text{mes}} * 10 \frac{\text{mes}}{\text{año}} = 1200 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$\% \text{ de disponibilidad: } \frac{600 \text{ horas/año}}{600 \text{ horas/año} + 700 \text{ horas/año}} * 100\% = 85.7 \%$$

Dado que es un laboratorio didáctico, donde no pasan funcionando sus 8 hora continuas, esto se debe que en promedio una práctica de laboratorio dura 2 horas, los motores pasan más inactivos que funcionando efectivamente, al realizarse el cálculo de la disponibilidad supera el 100% ya que el trabajo no es de manera continua.

7.16 Formato de Mantenimiento

Es fundamental contar con un formato para registrar cada mantenimiento realizado. Este debe incluir los siguientes campos:

- **Fecha de mantenimiento.**
- **Número de motor.**
- **Descripción de la actividad realizada.**
- **Resultado de la actividad.**
- **Tiempo invertido.**
- **Repuestos utilizados.**
- **Observaciones adicionales.**
- **Firma del responsable del mantenimiento (responsable del laboratorio).**

Tabla 6. Formato Plan de Mantenimiento Preventivo.

Fecha	Núm. de motor	Actividad	Resultado	Tiempo invertido	Repuestos utilizados	Obs.	Firma
2/1/2025	A.1-motor 1	Inspección visual	correcto	15 min	-	-	Técnico A
2/2/2025	A.2-motor 2	Inspección visual	correcto	16 min	-	-	Técnico A

Fuente: Elaboración Propia

Este formato sirve para planificar las tareas preventivas a realizar en los motores asincrónicos del laboratorio durante un periodo específico (mensual, trimestral, anual).

Tabla 7. Programa del Plan de Mantenimiento Preventivo.

Fecha programación.	ID del motor	Descrip del motor	Tarea de Mantenimiento	Frec.	Respon.	Obs.
01/03/2025	M01	A1.MCA.01	Inspección visual, limpieza de filtros	mensual	técnico de lab.	reemplazo de filtro si es necesario
01/03/2025	M02	A1.MCA.02	Comprobación de aislamiento eléctrico	trimestral	técnico de lab.	medir resistencia de aislamiento
01/06/2025	M01	A2.MCD.01	lubricación de rodamiento	semestral	técnico de lab.	recomendada por el fabricante
12/12/2025	M02	A2.MCD.02	revisión de bobinas	anual	técnico de lab.	Comprobar temperatura de operación

Fuente: Elaboración Propia

Formato de Ejecución de Mantenimiento Preventivo

Tabla 8. Ejecución de Mantenimiento Preventivo.

Fecha programación	ID del motor	Tarea realizada	Descripción detallada de la actividad	Duración	Observaciones
01/03/2025	M01	Inspección visual, limpieza	se limpió el filtro se revisó el estado de los cables	2 horas	no se requirió reemplazo de piezas
01/03/2025	M02	comprobación de aislamiento	se midió la resistencia de aislamiento: 5 MΩ	1.5 horas	aislamiento en buen estado
01/06/2025	M01	lubricación de rodamientos	se aplicó grasa conforme a las especificaciones	1 hora	lubricación optima
01/12/2025	M03	revisión de bobinas	revisión de bobinas en buen estado, limpieza de sistema de refrigeración	2 horas	reemplazo de filtro de aire

Fuente: Elaboración Propia

Formato de Reporte de Fallas (si ocurre alguna falla imprevista)

Tabla 9. Reporte de Fallas.

Fecha de la falla	ID del motor	Descripción de la falla	Causa posible	Acción correctiva realizada	Tiempo de reparación	Observaciones
15/04/2025	M01	Motor no arranca	Conexión suelta	ajustar las conexiones eléctricas	1.5 horas	problemas resueltos sin piezas de repuestos
30/08/2025	M02	ruidos extraños en el motor	rodamientos desgastados	reemplazo de rodamientos	3 horas	se utilizó repuesto original
20/11/2025	M03	Sobrecalentamiento	filtros sucios	Limpieza interna	2 horas	sin necesidad de repuestos

Fuente: Elaboración Propia

Formato de Informe de Disponibilidad

Tabla 10. Informe de Disponibilidad.

Fecha de inicio	fecha de fin	ID del motor	Tiempo total planificado (horas)	Tiempo total operativo (horas)	Tiempo de inactividad (horas)	Disponibilidad (%)
01/01/2025	31/01/2025	M01	150	145	5	96.67%
01/01/2025	31/01/2025	M02	150	148	2	98.67%
01/01/2025	31/01/2025	M03	150	150	0	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Propuesta de Inventario de Repuestos para Motores Asincrónicos

Tabla 11. Inventario de Repuesto de los Motores.

Componentes	Capacidad estimada por Año	Justificación
Rodamientos	4 pares	Los rodamientos sufren desgaste durante el funcionamiento, por lo que es importante tener repuestos disponibles.
Aceite de lubricación	2 filtros (para lubricar rodamientos)	Para mantener en un buen funcionamiento componentes de rotación. (de ser necesario).
Bobinas de repuestos	2 bobinas	Aunque no es común que las bobinas se dañen, tener repuestos puede evitar tiempos de inactividad prolongados.
Conectores eléctricos	10 unidades	Los conectores pueden deteriorarse con el uso, por lo que es conveniente tener repuestos disponibles.
Acoples Plásticos	2 unidades	Un acoplamiento flexible es más adecuado para compensar la desalineación que un acoplamiento rígido.
condensadores de arranque	2 unidades	Los condensadores pueden dañarse con el uso, lo que afecta el arranque del motor.
Interruptores de sobrecarga	2 unidades	Se recomienda tener repuestos para evitar fallas eléctricas en los motores.

Fuente: Elaboración Propia

Las cantidades de repuestos pueden variar dependiendo de la frecuencia de fallas observadas en los motores del laboratorio, pero estas cantidades son una estimación para un año de trabajo.

Estudio de Tiempo de Inspección Visual y Limpieza de Filtros (10 muestras)

Tabla 12. Tiempos de Inspección Visual y Limpieza de Filtros.

Motor (ID)	Tiempo de preparación (min)	Tiempo de ejecución (min)	Tiempo de evaluación (min)	Tiempo de limpieza y cierre (min)	Tiempo total (min)
M01	5	8	2	3	18
M02	5	7	2	3	17
M03	6	9	2	4	21
M04	4	7	3	3	17
M05	5	8	2	4	19
M06	6	9	2	3	20
M07	5	8	3	3	19
M08	5	7	2	3	17
M09	4	8	3	4	19
M10	5	8	2	3	18

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de los Tiempos Estándar

Una vez que se tienen los tiempos de todas las muestras piloto, el siguiente paso es calcular los **tiempos estándar**. Existen diferentes métodos para calcular el tiempo estándar, pero uno de los más comunes es **calcular el promedio** de los tiempos de todas las muestras para cada tarea.

Fórmula de Tiempo Estándar (Promedio):

Ecuación 5. Tiempo estándar promedio.

$$\begin{aligned}
 \text{Tiempo Estándar} &= \frac{\sum \text{tiempos de muestra}}{\text{cantidad de muestra}} \\
 \text{Tiempo Estándar} &= \frac{(18 + 17 + 21 + 17 + 19 + 20 + 19 + 17 + 19 + 18)}{10} \\
 &= 18.3 \text{ minutos}
 \end{aligned}$$

Así, el **tiempo estándar** para la tarea de **inspección visual y limpieza de filtros** es de **18.3 minutos**.

Repetir el Proceso para Otras Tareas

Este mismo proceso debe repetirse para todas las tareas de mantenimiento preventivo identificadas (inspección de aislamiento, lubricación de rodamientos, etc.). El cálculo del tiempo estándar debe hacerse para cada una de ellas.

Elaboración del Reporte de Estudio de Tiempo

Una vez que se han calculado los tiempos estándar para todas las tareas, se debe elaborar un reporte con los siguientes puntos:

- **Descripción de las tareas de mantenimiento preventivo.**
- **Tiempos estándar de cada tarea.**
- **Promedio de tiempo por tipo de motor** (si los motores varían entre sí).
- **Análisis de variabilidad** (si hay grandes diferencias en los tiempos de mantenimiento entre las muestras).

Formato de Reporte de Estudio de Tiempo

Tabla 13. Tiempos estándar de actividades de Mantenimiento.

Tarea de mantenimiento	Tiempo estándar (min)
Inspección visual y limpieza de filtro	18.3
comprobación de aislamiento eléctrico	25.5
lubricación de rodamientos	15

Fuente: Elaboración Propia

Propuesta de Uso de Tiempos Estándares

Los **tiempos estándar** obtenidos se pueden usar para **planificar futuros mantenimientos preventivos**, optimizar las operaciones de mantenimiento, y asignar los recursos adecuados (técnicos, herramientas, etc.). Además, estos tiempos permiten:

- **Prever la carga de trabajo** para los técnicos.
- **Establecer la duración estimada de cada mantenimiento** en el plan anual.
- **Calcular los costos asociados al mantenimiento.**

La carga de mantenimiento de un motor asincrónico

Es el conjunto total de tareas técnicas, recursos, frecuencia de intervención y costos necesarios para asegurar su funcionamiento confiable, eficiente y seguro a lo largo del tiempo.

Tareas programadas:

- Inspección visual
- Limpieza interna y externa
- Medición de resistencia de aislamiento
- Análisis de vibraciones
- Lubricación de rodamientos
- Verificación de conexiones eléctricas

Recursos técnicos:

- Instrumentación (megger, analizador de vibraciones)
- Personal calificado (eléctrico/mecánico)
- Repuestos críticos (rodamientos, ventiladores, sellos)

Frecuencia:

- Depende de la criticidad del motor (mensual, trimestral, anual)
- En motores antiguos (>10 años), puede ser más frecuente

Costos estimados:

- Mano de obra, repuestos, tiempos de parada

- Costos correctivos si se produce una falla

Un motor asincrónico de 15 HP en uso continuo puede tener una carga de mantenimiento media que incluye revisión trimestral, lubricación semestral y una evaluación integral anual (con megger y análisis de vibraciones).

El alineamiento del motor

Regla y calibrador (método básico):

Procedimiento:

- Coloca una regla metálica sobre los ejes acoplados.
- Usa un calibrador de hojas para medir separaciones entre las caras de los acoplamientos en diferentes puntos.

Ventajas: Rápido y económico.

Limitaciones: Poca precisión. Solo útil para verificaciones visuales iniciales.

Comparadores de carátula (relojes comparadores):

Procedimiento:

- Monta relojes comparadores sobre el acoplamiento del motor.
- Gira ambos ejes simultáneamente y registra las variaciones en los relojes para detectar desalineación angular y paralela.

Ventajas: Método mecánico con buena precisión.

Limitaciones: Requiere cuidado en el montaje y habilidad técnica.

Grasa recomendada para motores asincrónicos

1. Tipo base:

- **Grasa a base de jabón de litio o complejo de litio**
 - Estabilidad térmica y mecánica adecuada
 - Buena resistencia al agua y a la oxidación

2. Viscosidad del aceite base (ISO VG):

- Motores pequeños (hasta 15 HP): **ISO VG 100**
- Motores medianos (15–75 HP): **ISO VG 150**
- Motores grandes (>75 HP): **ISO VG 220**

3. Grado NLGI (consistencia):

- **NLGI 2** es el más común (textura tipo mantequilla de maní)
 - Equilibrio ideal entre bombeabilidad y estabilidad

4. Temperatura de operación:

- Usualmente entre **-20 °C y 130 °C**
 - Para ambientes calurosos o cargas pesadas, se recomienda grasa **sintética de alto rendimiento**.
- ☐ **KF LGHP 2** – Alta velocidad y temperatura
 - ☐ **Mobil Polyrex EM** – Especial para motores eléctricos
 - ☐ **Shell Gadus S2 V220 2** – Uso general en rodamientos

VIII. CONCLUSIONES

El presente plan de mantenimiento preventivo para los motores eléctricos asincrónicos del Laboratorio de Máquinas Eléctricas de la Universidad Nacional de Ingeniería ha sido desarrollado con el propósito de garantizar el correcto funcionamiento de los equipos, en beneficio de las prácticas profesionales de los estudiantes. Para ello, se procedió a una evaluación exhaustiva del estado operativo de los motores, considerando parámetros como el historial de mantenimiento, las horas de trabajo, las condiciones ambientales y los principales problemas reportados, tales como desalineación, vibraciones, fallas en acoples, desgaste de rodamientos y degradación del aislamiento eléctrico.

Con base en esta evaluación, se diseñaron fichas técnicas que permiten recopilar información esencial de cada equipo, incluyendo nombre, fabricante, modelo, marca, código de inventario, ubicación y fotografía actual. Asimismo, se propusieron formatos específicos para la descripción de trabajos de mantenimiento e informes de intervención, los cuales facilitan el seguimiento del estado de cada motor y optimizan la programación de actividades preventivas. Estos instrumentos permiten una gestión más eficiente del laboratorio, al centralizar y sistematizar la información relacionada con cada equipo.

Finalmente, el plan contempla no solo la ejecución técnica de las tareas de mantenimiento, sino también la concientización del responsable del laboratorio sobre la importancia del cuidado continuo de los motores. Esto fomenta un mayor compromiso institucional y contribuye a minimizar los tiempos de inactividad, prolongar la vida útil de los equipos y asegurar condiciones seguras y óptimas para el desarrollo de actividades académicas. En conjunto, estas acciones cumplen con los objetivos planteados y constituyen una herramienta estratégica para la preservación de los recursos didácticos de la carrera.

En conclusión, el mantenimiento preventivo no solo contribuye a prolongar la vida útil de los motores asincrónicos del laboratorio, sino que también fortalece el entorno educativo al ofrecer equipos en condiciones óptimas para la formación práctica de los estudiantes. La correcta implementación de este plan permitirá una gestión más eficiente de los recursos, reduciendo costos operativos y mejorando la seguridad y confiabilidad del laboratorio.

IX. RECOMENDACIONES

Con los resultados obtenidos durante el desarrollo de esta monografía y la implementación del plan de mantenimiento preventivo para los motores asíncronos del Laboratorio de Máquinas Eléctricas, se presentan una serie de recomendaciones orientadas para garantizar la sostenibilidad, eficacia y mejora continua del plan. En primer lugar, se resalta la importancia de realizar inspecciones periódicas y detalladas de los motores, conforme al cronograma establecido, con el fin de identificar fallos incipientes y prevenir interrupciones no programadas.

Asimismo, se recomienda proporcionar capacitación continua al personal encargado, con el objetivo de asegurar una adecuada ejecución de las actividades de mantenimiento y una correcta utilización de las herramientas y formatos técnicos. Paralelamente, se destaca la necesidad de mantener actualizadas las fichas técnicas de cada equipo, tratándolas como documentos dinámicos que reflejen fielmente el estado y las intervenciones realizadas sobre los motores.

Asimismo, se sugiere la implementación de sistemas de monitoreo de desempeño que permitan un control en el tiempo real de variables clave como temperatura, vibraciones y consumo energético. También se aconseja ajustar el plan de mantenimiento en función de la experiencia operativa adquirida, fomentar una cultura organizacional enfocada en el mantenimiento preventivo y realizar evaluaciones periódicas del plan para verificar su efectividad. La aplicación sistemática de estas recomendaciones permitirá optimizar los recursos del laboratorio, mejorar el desempeño de los motores y asegurar su disponibilidad para fines académicos a largo plazo.

X. Bibliografía

Rodríguez, J. (2015). Análisis de los métodos de mantenimiento de motores asincrónicos en los laboratorios de ingeniería eléctrica. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Ingeniería.

Mobley, (2002). Introducción al mantenimiento preventivo: Un volumen sobre ingeniería de plantas.

Kumar & Palsule (2011). Planificación y Optimización del mantenimiento. Computers & Industrial Engineering. Vol. 55. 2008. Pp. 817-829.

Smith & Hinchcliffe (2004). Puerta de entrada a la clase mundial del mantenimiento. Science & Technology Rights.

Vásquez et, al. (2017). Mantenimiento Productivo Total. Religación Press.

Murthy y Sussman (2001). Reconocimiento de Patrones y Máquinas Inteligentes. Springer Science & Business Media

Rodríguez y Vargas (2018). Elaboración de un plan de mantenimiento para los equipos del área de trituración de la empresa constituir S.A.S. Fundación Universidad de América

Sánchez et al. (2020). Mantenimiento predictivo en motores eléctricos: Aplicaciones y resultados en universidades. Journal of Electrical Engineering, 28(4), 23-37.

González, M., & Vargas, P. (2017). Estudio del comportamiento de los motores asincrónicos en aplicaciones industriales en laboratorios universitarios. Universidad Nacional de Ingeniería.

Ramírez & Paredes. (2019). Diagnóstico de los procesos de mantenimiento en motores asincrónicos en universidades de ingeniería. Revista Latinoamericana de Ingeniería Eléctrica, 12(3), 45-56.

Santos & Martínez. (2016). Técnicas de análisis de documentos en investigaciones científicas. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.

Gupta, S. (2018). Mantenimiento preventivo y predictivo de equipos eléctricos. Springer

Babbie, E. (2016). El enfoque de investigación social. Cengage Learning.

XI. ANEXOS

Análisis de Condiciones de los Motores

Motor A1.MCA-01:

- **Condición general:** Regular, presenta desgaste en rodamientos.
- **Recomendación:** Inspección cada 3 meses; reemplazo de rodamientos cada 12 meses. (si es necesario debido a que no son sometido a esfuerzo)
- **Observaciones:** Existen ruidos de fricción y vibración durante la operación, indicativos de un desgaste progresivo.

MotorA1.MCA-02:

- **Condición general:** Aceptable, muestra signos de sobrecalentamiento ocasional.
- **Observaciones:** Se recomienda evaluar la carga de trabajo

Motor A2.MCD-01:

- **Condición general:** Buen estado, sin fallos recientes.
- **Recomendación:** Mantenimiento preventivo estándar cada 12 meses.
- **Observaciones:** Este motor ha demostrado buen desempeño y eficiencia.

Motor A2.MCD-02:

- **Condición general:** Regular, Problemas con el arranque del motor:
- **Observaciones:** El motor puede no arrancar correctamente debido a problemas en los dispositivos de arranque (como el arrancador o condensador).

Motor A2.MCD-03:

- **Condición general:** Fallas en el estator
- **Observaciones:** El aislamiento del estator se degrada con el tiempo debido al sobrecalentamiento, la humedad o la contaminación.

Laboratorio de Máquinas Eléctricas					
ID del motor	Marca	Modelo	Potencia (HP)	Estado	Ubicación
MO-01	EW HOF	L01-63K-DK24	0.1/0.07 Kw	Regular	Laboratorio
MO-02	EW HOF	L01-71K-EFKK2	0.1 kw	Aceptable	Laboratorio
MO-03	veneta	EE-PQ5	1 kw	EXCELENTE	Laboratorio
MO-04	veneta	EE-PQ8	1 kw	BUENO	Laboratorio
MO-05	veneta	EE-PQ3	1 kw	REGULAR	Laboratorio

Método de la fórmula de SKF: $Gq = 0.005DB$ (preferido)

Dónde:

Gq = cantidad de grasa en gramos

D = Diámetro exterior del rodamiento (mm)

B = Ancho total del rodamiento (mm)

(Altura, en rodamientos axiales)

Nomenclatura Básica Rodamiento de Bolas



Tarjeta Técnica			
Máquina	Elektrotechnische Werkstätten Hof	Ubicación	Maquinas Eléctricas UNI-RUSB
Fabricante	HPS		
Tipo	L01-71L-DSG52 / L01-716-DSG52		
No de Serie	221025 / 221024	Código de Inventario	07-1215-13245-31 07-12-15-13245-32
Modelo	Synchronmaschine / Motor Síncrono		
No de Equipo	2511		
Cantidad	2		
Características del Equipo		Imagen	
Potencia	0.1 kW		
RPM	n1: 3000 min / n2: 2700 min		
Voltaje	220/380 V		
Frecuencia	50 Hz		
Corriente	0.5 / 0.3 A		
Tipo de corriente	Trifásica		
Color	Anaranjado		
Protección	IP 44		
Función			
Es un tipo de motor eléctrico en el que la velocidad de rotación del rotor está sincronizada con la frecuencia de la corriente alterna (CA) que alimenta el estator. El rotor gira a una velocidad constante, que está determinada por la frecuencia de la fuente de energía eléctrica y el número de polos del motor. Este motor se utiliza principalmente en aplicaciones donde es importante que la velocidad de rotación del motor permanezca constante y no dependa de la carga, como en generadores de energía, maquinaria de precisión y aplicaciones industriales.			

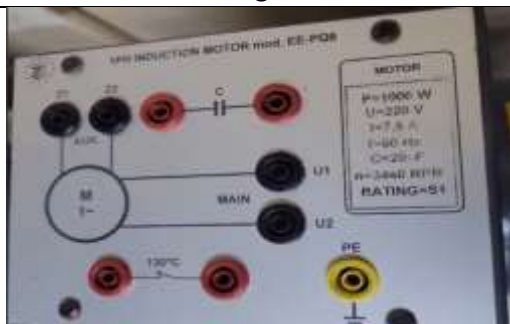
Tarjeta Técnica			
Máquina	Elektrotechnische Werkstätten Hof	Ubicación	Maquinas Eléctricas UNI-RUSB
Fabricante	HPS		
Tipo	L01-71K-EFKK2		
No de Serie	221198 / 221197	Código de Inventario	07-1215-13245-33 07-1215-13245-34
Modelo	Wechselstrommotor/ Motor Monofásico Capacitor Permanente		
No de Equipo	2515		
Cantidad	2		
Características del Equipo		Imagen	
Potencia	0.1 kW		
RPM	n₁: 2850 / min		
Voltaje	220 V		
Frecuencia	50 Hz		
Corriente	0.85 A		
Tipo de corriente	Trifásica		
Color	Anaranjado		
Protección	IP 44		
Función			
Es un tipo de motor de inducción monofásico que utiliza un capacitor conectado de forma continua (permanente) en serie con el devanado auxiliar del motor para mejorar su rendimiento. Este tipo de motor es comúnmente utilizado en aplicaciones residenciales e industriales ligeras, como en ventiladores, bombas, electrodomésticos y sistemas de calefacción y refrigeración. se basa en el funcionamiento de un motor de inducción monofásico, pero con la diferencia de que, en este motor, el capacitor permanece conectado de forma continua en el circuito del devanado auxiliar durante toda la operación del motor.			

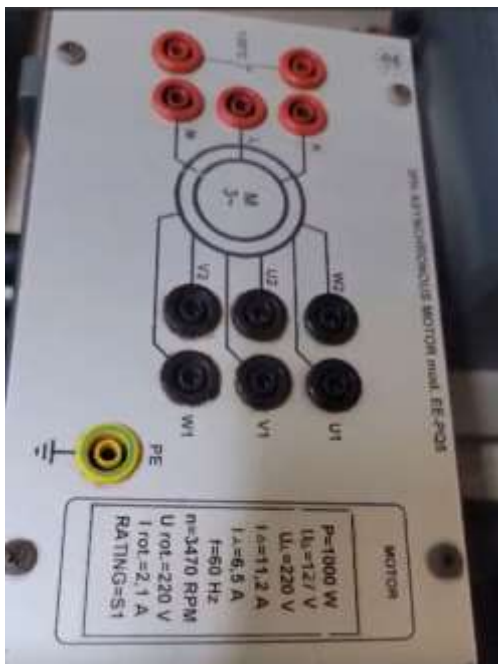
Tarjeta Técnica			
Máquina	Elektrotechnische Werkstätten Hof	Ubicación	Maquinas Eléctricas UNI-RUSB
Fabricante	HPS		
Tipo	L01-71K-EF2		
No de Serie	221195 / 221196	Código de Inventario	07-1215-13245-35 07-1215-13245-36
Modelo	Wechselstrommotor/ Motor Monofásico Interruptor Centrífugo		
No de Equipo	2512		
Cantidad	2		
Características del Equipo		Imagen	
Potencia	0.1 kW		
RPM	2700 / min		
Voltaje	220 V		
Frecuencia	50 Hz		
Corriente	1.4 A		
Tipo de corriente	Trifásica		
Color	Anaranjado		
Protección	IP 44		
Función			
Motor Monofásico con Interruptor Centrífugo, es un tipo de motor de inducción monofásico que utiliza un interruptor centrífugo para conectar y desconectar un condensador de arranque durante el funcionamiento del motor. Este motor es común en aplicaciones donde se requiere un arranque de par elevado, como en electrodomésticos, bombas y ventiladores. Al igual que otros motores monofásicos de inducción, el motor tiene un estator y un rotor. El estator está conectado a la fuente de energía eléctrica, mientras que el rotor está compuesto de un conjunto de barras conductoras que interactúan con el campo magnético generado por el estator, provocando su rotación.			

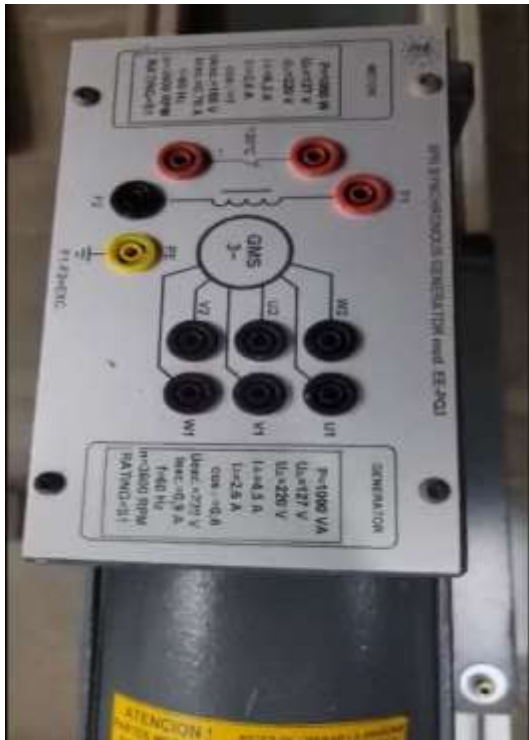
Tarjeta Técnica			
Máquina	Elektrotechnische Werkstätten Hof	Ubicación	Maquinas Eléctricas UNI-RUSB
Fabricante	HPS		
Tipo	L01-116-VM2		
No de Serie	221193 / 221194	Código de Inventario	07-1215-13245-37 07-1215-13245-38
Modelo	Universalmotor / Motor Universal		
No de Equipo	2505		
Cantidad	2		
Características del Equipo		Imagen	
Potencia	0.1 kW		
RPM	3000 / min		
Voltaje	220 V		
Frecuencia	50 Hz		
Corriente	1.1 A		
Tipo de corriente	Trifásico		
Color	Anaranjado		
Protección	IP 23		
Función			
Motor Universal (Universalmotor) es un tipo de motor eléctrico que puede funcionar tanto con corriente continua (CC) como con corriente alterna (CA). Este motor es ampliamente utilizado en dispositivos eléctricos y electrodomésticos debido a su capacidad de operar con ambas fuentes de energía y por su capacidad de generar un par motor elevado en un tamaño compacto. Se basa en el principio de un motor de corriente continua (CC) modificado, pero con la particularidad de que, al ser alimentado con corriente alterna (CA), también puede generar un par motor eficiente. Los motores universales son en realidad motores de conmutador, lo que significa que tienen un conmutador rotatorio que cambia la dirección de la corriente en el rotor			

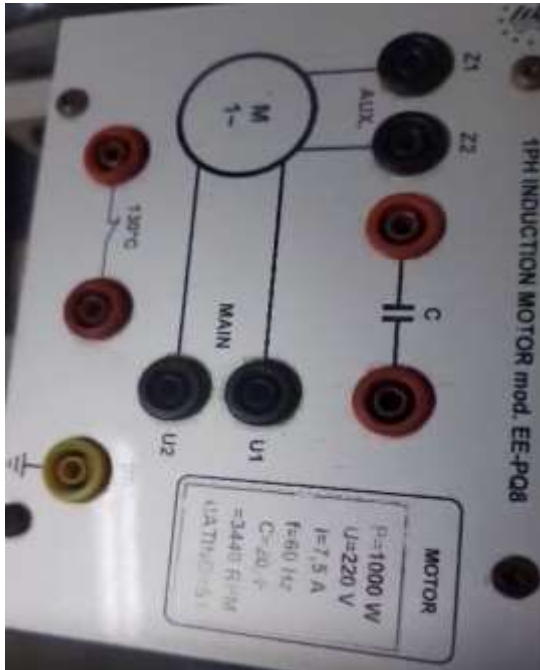
Tarjeta Técnica			
Máquina	Elektrotechnische Werkstätten Hof	Ubicación	Maquinas Eléctricas UNI-RUSB
Fabricante	HPS		
Tipo	L01-116-GR2		
No de Serie	239692/ 239694/ 239695/239693	Código de Inventario	07-1215-13245-40 07-1215-13245-41 07-1215-13245-42 07-1215-13245-43
Modelo	GS-Reihenschlußmaschine/ Motor Serie DC Series - Wound DC Machine		
No de Equipo	2502 / 2502.1		
Cantidad	4		
Características del Equipo		Imagen	
Potencia	0.1 kW		
RPM	3000 / min		
Voltaje	220 V		
Frecuencia	50 Hz		
Corriente	0.5 A		
Tipo de corriente	Trifásico		
Color	Anaranjado		
Protección	IP 23		
Función			
Motor de Serie de Corriente Continua (DC Series-Wound Motor) es un tipo de motor de corriente continua (CC) en el que el devanado de campo está conectado en serie con el devanado de armadura. Este tipo de motor es utilizado en aplicaciones que requieren un alto par de arranque, y se encuentra en dispositivos como grúas, ascensores, trenes eléctricos y otros sistemas de tracción. El motor de serie funciona de manera similar a otros motores de corriente continua, pero con la diferencia principal de que, en este tipo de motor, el devanado de campo está conectado en serie con el devanado de armadura, lo que significa que la misma corriente fluye tanto a través de los bobinados de campo como de la armadura. Esto crea una interacción entre ambos campos magnéticos que resulta en un par de motores.			

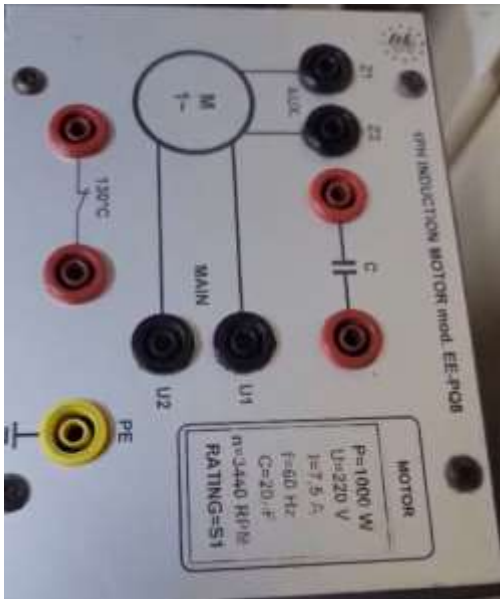
Tarjeta Técnica			
Máquina	Elektrotechnische Werkstätten Hof	Ubicación	Maquinas Eléctricas UNI-RUSB
Fabricante	HPS		
Tipo	L01-63L-DK26		
No de Serie	221027 /221026	Código de Inventario	07-1215-13245-29 07-1215-13245-30
Modelo	Drehstromasynchronmotor Thee-Phase Induction Motor / Motor Trifásico Devanados Independientes		
No de Equipo	2510		
Cantidad	2		
Características del Equipo		Imagen	
Potencia	0.1 / 0.06 kW		
RPM	900 / 2920 /min		
Voltaje	380 V		
Frecuencia	50 Hz		
Corriente	0.9 / 0.45 A		
Tipo de corriente	Trifásico		
Color	Anaranjado		
Protección	IP 44		
Función			
Motor Trifásico de Inducción con Devanados Independientes es un tipo de motor de inducción trifásico en el cual los devanados del estator y del rotor están diseñados de manera independiente, en lugar de tener un devanado común o una conexión directa entre los dos. Estos motores se utilizan en aplicaciones industriales que requieren alta eficiencia, confiabilidad y control preciso. El funcionamiento del motor trifásico de inducción con devanados independientes se basa en el principio de inducción electromagnética.			

Tarjeta Técnica				
Máquina	EW HOF / VENETA		Ubicación	Maquinas Eléctricas UNI-RUSB
Fabricante	Elettronica Veneta / HPS			
Tipo	EE-PQ4/EE-MQ4/2507/L01-63K-DKRU2			
No de Serie	10.03.00938 10.03.00939 10.03.00940 10.03.00921 10.03.00920 221190 221189		Código de Inventario	07-1215-13245-1 07-1215-13245-2 07-1215-13245-3 07-1215-13245-7 07-1215-13245-8 07-1215-13245-25 07-1215-13245-26
Modelo	3PH Motor de Inducción Motor Asíncrono Trifásico DS -Asíncrono inducción 3 fases 5 Grises - 2 Anaranjado			
Cantidad	7			
Características del Equipo			Imagen	
Potencia	1 kW	0.1 kW		
RPM	3400 / min	2850 / min		
Voltaje	220 V	380 – 660 V		
Frecuencia	60 Hz	50 Hz		
Corriente	7.5 A	0.31-0.18 A		
Tipo de corriente	Monofásico	Trifásico		
Color	Gris	Anaranjado		
Protección	20 UF	IP 44		
Función				
El motor de inducción trifásico o motor asíncrono trifásico es uno de los tipos más comunes de motores eléctricos, especialmente en aplicaciones industriales. Este motor se basa en el principio de inducción electromagnética, que convierte la energía eléctrica en energía mecánica.		El motor asíncrono de inducción trifásico de Electrónica Veneta es un motor diseñado para aplicaciones industriales donde se requiere conversión de energía eléctrica en movimiento mecánico.		

Tarjeta Técnica			
Máquina	Veneta	Ubicación	Maquinas Eléctricas UNI-RUSB
Fabricante	Elettronica Veneta		
Tipo	EE-PQ5		
No de Serie	10.02.00924/ 10.02.00926 / 10.02.0925	Código de Inventario	07-1215-13245-15 07-1215-13245-17 07-1215-13245-18
Modelo	3PH Motor Asíncrono		
Cantidad	3		
Características del Equipo		Imagen	
Potencia	1 kW		
RPM	3470 / min		
Voltaje	220 V		
Frecuencia	60 Hz		
Corriente	6.5 / 11.2 A		
Tipo de corriente	Trifásico		
Color	Gris / Plateado		
Protección	20 UF		
Función			
Motor Asíncrono Trifásico (3PH Asynchronous Motor, también conocido como motor de inducción trifásico, es uno de los tipos más comunes de motores eléctricos utilizados en aplicaciones industriales y comerciales. Este motor convierte la energía eléctrica en energía mecánica utilizando el principio de la inducción electromagnética. Se alimenta mediante corriente alterna (CA) trifásica, lo que lo convierte en una opción eficiente para muchas aplicaciones que requieren fuerza y robustez. El motor asíncrono trifásico funciona mediante el principio de inducción electromagnética desarrollado por Michael Faraday. Este principio establece que cuando un conductor se encuentra en un campo magnético variable, se induce una corriente en el conductor.			

Tarjeta Técnica			
Máquina	Veneta	Ubicación	Maquinas Eléctricas UNI-RUSB
Fabricante	Elettronica Veneta		
Tipo	EE-PQ3 / EE-MQ1		
No de Serie	10.02.00931 / 10.02.00951/ 10.02.00950	Código de Inventario	07-1215-13245-13 07-1215-13245-19 07-1215-13245-20
Modelo	3PH Generador Síncrono / Generador DC Generador CC		
Cantidad	3		
Características del Equipo		Imagen	
Potencia	1 kW		
RPM	3600 / min		
Voltaje	127 / 220 V		
Frecuencia	60 Hz		
Corriente	2.6 / 4.5 A		
Tipo de corriente	Trifásico		
Color	Gris		
Protección	20 UF		
Función			
Generador Síncrono Trifásico (3PH Synchronous Generator) (también conocido como alternador en algunos contextos) es un tipo de generador que convierte la energía mecánica en energía eléctrica utilizando el principio de inducción electromagnética. A diferencia de los motores síncronos, los generadores síncronos se utilizan para producir corriente alterna (CA) a partir de energía mecánica. El generador síncrono trifásico es ampliamente utilizado en plantas de energía, sistemas industriales y otras aplicaciones donde se requiere una fuente constante y estable de electricidad.			

Tarjeta Técnica			
Máquina	Veneta	Ubicación	Maquinas Eléctricas UNI-RUSB
Fabricante	Elettronica Veneta		
Tipo	EE-PQ8		
No de Serie	10.03.00932 / 10.03.00933 / 10.03.00934	Código de Inventario	07-1215-13245-4 07-1215-13245-5 07-1215-13245-6
Modelo	1 PH Motor de Inducción/ Motor Monofásico		
Cantidad	3		
Características del Equipo		Imagen	
Potencia	1 kW		
RPM	3440 / min		
Voltaje	220 V		
Frecuencia	60 Hz		
Corriente	7.5 A		
Tipo de corriente	Monofásico		
Color	Gris/Plateado		
Función			
Motor de Inducción Monofásico (1PH Induction Motor) Un motor de inducción monofásico (también conocido como motor de inducción monofásico) es un tipo de motor eléctrico que funciona a partir de una fuente de corriente alterna monofásica. A diferencia de los motores trifásicos, que son comunes en aplicaciones industriales, los motores monofásicos son más utilizados en aplicaciones domésticas y comerciales, como en electrodomésticos, herramientas eléctricas, ventiladores, bombas y otros equipos que requieren una potencia menor. Sin embargo, debido a que la corriente monofásica no produce un campo magnético rotatorio como en el caso de la corriente trifásica, el motor monofásico requiere algunas modificaciones para poder funcionar eficientemente.			

Tarjeta Técnica			
Máquina	Veneta	Ubicación	Maquinas Eléctricas UNI-RUSB
Fabricante	Elettronica Veneta		
Tipo	EE-PQ12		
No de Serie	10.02.00928 / 10.02.00927	Código de Inventario	07-1215-13245-21 07-1215-13245-22
Modelo	Motor Electrodinámómetro-Freno Dinamo		
Cantidad	2		
Características del Equipo		Imagen	
Potencia	1 kW		
RPM	3440 / min		
Voltaje	220 V		
Frecuencia	60 Hz		
Corriente	7.5 A		
Tipo de corriente	Monofásico		
Color	Gris/Plateado		
Función			
Motor Electrodinámómetro / Freno Dinamo, el motor electrodinámómetro o freno dinamo es un dispositivo que se utiliza principalmente en la medición de la potencia de los motores eléctricos. Este tipo de máquina combina un motor eléctrico con un sistema de frenado controlado, permitiendo la medición precisa de la potencia entregada por un motor. En general, el freno dinamo se utiliza en pruebas de carga y en la calibración de motores eléctricos, ayudando a determinar el par motor y la eficiencia de una máquina en funcionamiento. Y se basa en los principios de la inducción electromagnética y la interacción de campos magnéticos.			

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

		BITACORA DE MANTENIMIENTO / MOTORES / MAQUINAS ELECTRICAS			
		Fecha:		Entrega:	
Datos del técnico Encargado					
Nombre:				Telefono:	
No. De Identificación:				Firma:	
Descripción del Equipo					
No. Inventario		Marca/Modelo		Descripción detallada del equipo	
Mantenimiento Preventivo					
No.	Actividad Programada	Frecuencia	Fecha de ejecución	Responsable	Observaciones
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
Mantenimiento correctivo					
Observación: 					
Elaboró		Revisó		Autorizó	
Nombre y Firma		Nombre y Firma		Nombre y Firma	







