



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

NOMBRE DEL PROYECTO:

MEJORA CONTINUA EN EL MANTENIMIENTO A
MOTORES ELÉCTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA,
MONOFÁSICOS, BIFÁSICOS Y TRIFÁSICOS.

OPCIÓN QUE CORRESPONDA:

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA
PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERÍA MECATRÓNICA

PRESENTA:

LEONEL ENRIQUE ANGULO SANCHEZ

NOMBRE DEL ASESOR:

JOSÉ MANUEL CERVANTES VÁZQUEZ



APIZACO, TLAX, OCTUBRE DE 2025



Tzompantepec, Tlaxcala, 27/junio/2025

Oficio No. MM-415/2025

Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	LEONEL ENRIQUE ANGULO SÁNCHEZ
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. De Control:	19370707
Nombre del Proyecto:	"MEJORA CONTINUA EN EL MANTENIMIENTO A MOTORES ELÉCTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA, MONOFÁSICOS, BIFÁSICOS Y TRIFÁSICOS".
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®

Pensar para Servir, Servir para Triunfar®



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

DEPARTAMENTO DE

JORGE AGUILAR VÁZQUEZ

JEFE DEL DEPTO. DE METAL-MECÁNICA

JOSÉ MANUEL CERVANTES VÁZQUEZ

ASESOR

c.p.- Archivo.
JAV*petry.



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel.
(241) 4172010 Ext. 124, e-mail: mecanica@apizaco.tecnm.mx
tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala 20/octubre/2025

ANGULO SANCHEZ LEONEL ENRIQUE
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL 19370707.
P R E S E N T E.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **MEJORA CONTINUA EN EL MANTENIMIENTO A MOTORES ELÉCTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA, MONOFÁSICOS, BIFÁSICOS Y TRIFÁSICOS**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **1 USB** del mismo, apropiadamente empastado, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®*

CÉCILIA YARELY ARREGUÍN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo

CYAL/rrc



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010
Ext. 304, e-mail: dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



Agradecimientos

A mis padres.

Por todo el apoyo brindado en el transcurso de este trayecto; por sus palabras de aliento en los momentos complicados y siempre estar cuando más los necesite, han sido de mucha importancia, por todo eso y más, muchas gracias.

A mis docentes.

Que me han brindado su experiencia y conocimiento en el transcurso de las materias que curse durante la carrera; de cada uno me llevo aprendizaje el cual me ha ayudado a la realización de este reporte y me acompañara en mi vida profesional.

A la institución CECATI 29.

Por abrirme las puertas para la realización de mis residencias profesionales; me llevo un gran aprendizaje el cual ha formado parte de mi vida profesional.

A mi hermano.

Por su apoyo incondicional, los consejos y sobre todo, por saber brindarme las palabras correctas en los momentos adecuados; sin duda es una parte fundamental de mis logros, muchas gracias.

Al Ing. Andrés Tizapán Montes.

Por su disposición y apoyo en la realización de este proyecto.

Al Dr. José Manuel Cervantes Vásquez.

Por su orientación y apoyo, en la realización de este proyecto.

ÍNDICE

Resumen	3
Índice de Ilustraciones.....	4
Índice de tablas	6
Índice de graficas.	6
Introducción.....	7
Descripción de la empresa	8
Misión.....	8
Visión.....	8
Área de trabajo a desarrollarse	8
Problemas a resolver.....	9
Objetivos generales y específicos	9
Justificación.....	10
Marco Teórico	11
Tipos de mantenimiento.....	11
Mantenimiento Preventivo.	11
Mantenimiento Correctivo.	12
Definición, partes y funcionamiento de los motores eléctricos.	13
¿Qué es un motor monofásico?.....	13
¿Cuáles son las partes de un motor monofásico?	14
¿Qué es un motor bifásico?	15
¿Cuáles son las partes de un motor bifásico?	16
¿Qué es un motor trifásico?	17
¿Cuáles son las partes de un motor trifásico?.....	17
Diferencias entre motor monofásico y trifásico.	19

Fallas más comunes en los motores eléctricos.	19
El método de las 5s.	26
¿En qué consiste el método de las 5s?	26
¿Qué son las 5S?	26
¿Cuáles son sus ventajas?	27
¿A quién va dirigido el método de las 5s?	27
Desarrollo	27
Implementación del plan de mantenimiento.	28
Mantenimiento de un motor monofásico.	28
Mantenimiento de un motor bifásico.	37
Mantenimiento de un motor Trifásico.....	41
Implementación de las 5`s	49
Resultados	51
Resultado del mantenimiento a un motor monofásico.	51
Resultado del mantenimiento a un motor bifásico.....	53
Resultado del mantenimiento de un motor trifásico.	56
Resultado de la implementación del plan de mantenimiento.....	57
Conclusiones	64
Competencias desarrolladas.....	65
Fuentes de información.....	66

Resumen

Los motores eléctricos son la columna vertebral de muchas industrias, ya que son fundamentales para la automatización y la producción en masa; mantener estos motores en óptimas condiciones es esencial para garantizar un rendimiento confiable y eficiente; por lo que el mantenimiento de motores eléctricos es crucial para garantizar su funcionamiento eficiente y prolongar su vida útil.

Implementar un plan de mantenimiento bien estructurado no solo previene fallos costosos, sino que también asegura la continuidad operativa y la eficiencia energética, conservando y/o preservando la economía de la empresa.

Los motores eléctricos en mal estado pueden representar un riesgo de seguridad y economía; el mantenimiento regular de los motores eléctricos es fundamental para asegurar su rendimiento, longevidad y evita posibles accidentes. Este mantenimiento se divide en tareas diarias, mensuales, trimestrales y anuales.

Dada la importancia y teniendo en cuenta la necesidad de un buen mantenimiento, se establecerán dos tipos de mantenimiento preventivo y correctivo, esto busca fomentar una cultura de mantenimiento proactivo dentro de la organización industrial.

A través de la implementación de estrategias como obtención de datos técnicos, diagrama explosionado, interpretación de los datos del bobinado, número de ranuras, número de polos, pasos de bobina, números de espiras y calibre del conductor; se busca lograr una operación más eficiente y sostenible de los motores eléctricos, contribuyendo así a programar futuras intervenciones y a mantener un historial del estado del motor; este registro no solo facilita la planificación, sino que también proporciona datos valiosos para analizar y mejorar los procesos de mantenimiento.

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Inspección visual	11
Ilustración 2 Limpieza.	11
Ilustración 3 Lubricación.	12
Ilustración 4 Revisión de componentes eléctricos.	12
Ilustración 5 Reparación o reemplazo.	12
Ilustración 6 Diagnóstico.	12
Ilustración 7 Pruebas de funcionamiento	12
Ilustración 8 Motor monofásico.	13
Ilustración 9 Partes del motor monofásico.	15
Ilustración 10 Motor bifásico	16
Ilustración 11 Motor trifásico	18
Ilustración 12 tipos de desalineación.	20
Ilustración 13 Sobrecarga	21
Ilustración 14 Desgaste de rodamientos.	22
Ilustración 15 Falla en el bobinado.	23
Ilustración 16 Holgura mecánica tipo A	24
Ilustración 17 Holgura mecánica tipo B	25
Ilustración 18 Holgura tipo C	26
Ilustración 19 Aislante.	29
Ilustración 20 Sentido del bobinado	30
Ilustración 21 Conexión de los devanados.	31
Ilustración 22 Montaje de los aislantes.	31
Ilustración 23 Medida de las bobinas.	32
Ilustración 24 Elaboración de los devanados	32
Ilustración 25 colocación de los devanados.	33
Ilustración 26 Montaje de devanado de Trabajo y Arranque.	33
Ilustración 27 Aislante entre devanados.	34
Ilustración 28 Colocación de aislante entre devanados.	34
Ilustración 29 Amarre de las bobinas.	35
Ilustración 30 Diagrama del montaje de ambas bobinas.	36

Ilustración 31 Placa de datos.	37
Ilustración 32 Prueba del capacitor.	37
Ilustración 33 Revisión visual del estado del motor.	38
Ilustración 34 Esquema de las conexiones del motor.	38
Ilustración 35 Funcionamiento del motor sin capacitor.	39
Ilustración 36 Medición sin el capacitor.	39
Ilustración 37 medición de temperatura.	40
Ilustración 38 Motor trifásico.	41
Ilustración 39 motor destapado.	42
Ilustración 40 Desmontaje de las partes del motor.	42
Ilustración 41 Conexión de cada grupo de bobina.	42
Ilustración 42 Esquema de conexión.	43
Ilustración 43 Medida de paso de bobina.	43
Ilustración 44 Conexión estrella de 220 bajo voltaje.	44
Ilustración 45 Conexión delta 220 bajo voltaje.	44
Ilustración 46 Conexión estrella paralelo de 220 bajo voltaje.	45
Ilustración 47 Conexión estrella serie 440 alto voltaje.	45
Ilustración 48 Esquema de las conexiones estrella y delta.	46
Ilustración 49 Bobinas.	46
Ilustración 50 Colocación de bobinas.	47
Ilustración 51 Bobinas marcadas.	47
Ilustración 52 amarre de los devanados.	48
Ilustración 53 colocación de las puntas.	48
Ilustración 54 Pruebas al motor.	48
Ilustración 55 Motor armado.	51
Ilustración 56 Lavabo del baño.	51
Ilustración 57 Lavabo del taller de electricidad.	52
Ilustración 58 Medición de arranque.	53
Ilustración 59 Medición de temperatura con el capacitor.	54
Ilustración 60 Taladró de columna.	55
Ilustración 61 Funcionamiento de la fresadora.	56

Índice de tablas

Tabla 1 Bitácora de mantenimiento.....	50
Tabla 2 Bitácora del plan de mantenimiento implementado en el mes de marzo. ..	57
Tabla 3 Bitácora del plan de mantenimiento implementado en el mes de abril.....	58
Tabla 4 Bitácora del plan de mantenimiento implementado en el mes de mayo. ...	59

Índice de graficas.

Gráfica 1 Mantenimiento del mes de marzo.....	61
Gráfica 2 Mantenimiento del mes de abril.	62
Gráfica 3 Mantenimiento del mes de mayo.	62

Introducción

El mantenimiento es un conjunto de acciones que se realizan para que un elemento, como una instalación, edificio o maquinaria, siga funcionando correctamente. Por lo que un mantenimiento adecuado es uno de los puntos claves en cualquier empresa, es de suma importancia ya que de ello se proveen las mejoras en la producción.

Los motores eléctricos se utilizan tanto con fines industriales y comerciales, así como residenciales, que permiten el funcionamiento de trenes, automóviles, compresores, sistemas de bombeo, entre otros.

En este proyecto se realiza la mejora continua en el mantenimiento a motores de corriente alterna; monofásicos, bifásicos y trifásicos, para prolongar su vida útil y mantener su eficiencia. Trata dos tipos de mantenimiento; preventivo y correctivo, los cuales explican en qué consiste cada uno para la solución inmediata de los problemas, además; se aborda el funcionamiento y componentes de cada motor; las fallas más comunes que hay. Por lo que la mejora continua en el mantenimiento es uno de los puntos claves que se centran en este documento.

La mejora continua en el mantenimiento a motores de corriente alterna busca solucionar los problemas más comunes que afectan a los motores, haciendo un diagnóstico de las fallas o previniéndolas, para tener un historial y saber cómo actuar en cada problema.

Descripción de la empresa

El CECATI es una institución que ofrece la oportunidad de obtener un diploma que certifica los conocimientos, habilidades y destrezas en el oficio u ocupación que se desempeña. Esto es posible gracias al servicio de Reconocimiento Oficial de la Competencia Ocupacional (ROCO), que permite acreditar las competencias profesionales adquiridas de manera autodidacta.

Los conocimientos se evalúan a través de una evaluación teórica-práctica, en la cual se acreditan las habilidades, destrezas y actitudes que se encuentran dentro del programa de estudios de un curso o especialidad que forme parte de la oferta educativa de la Dirección General de Centros de Formación para el Trabajo (DGCFT). La SEP será la encargada de emitir el diploma oficial que obtenga el interesado en el servicio ROCO.

Misión

El CECATI No. 29 es una institución educativa que tiene la misión de brindar capacitación de calidad para y en el trabajo, proporcionando conocimientos, actitudes, habilidades y destrezas para el empleo, a través de su personal certificado y con amplia experiencia, cubriendo las necesidades del sector público, productivo de bienes y servicios, beneficiando a la sociedad en general.

Visión

El CECATI No. 29 tiene la visión de ser una institución líder, reconocida a nivel regional, estatal y nacional, por la flexibilidad de los servicios de excelencia que proporciona, con personal de alto sentido humano, comprometido con la institución y la sociedad.

Área de trabajo a desarrollarse

Apoyo de actividades desempeñadas en el laboratorio de electricidad, y en el mantenimiento de las instalaciones eléctricas.

Problemas a resolver

- La bomba de agua responsable de la distribución en todo el CECATI no ha podido iniciar su funcionamiento, lo cual ha generado afectaciones en los talleres y baños de la institución. Esta situación impacta negativamente a los alumnos, al personal administrativo y docente, quienes se ven impedidos de lavarse las manos o utilizar los sanitarios.
- El motor de una fresadora vertical emite un ligero ruido durante su operación, lo cual provoca un calentamiento excesivo. Esta situación impide el correcto funcionamiento de la fresadora, reduciendo así la capacitación de los alumnos del área de Máquinas Herramienta.
- Un taladro de columna del laboratorio de Máquinas Herramienta se encuentra fuera de servicio. El tipo de motor que posee es desconocido y requiere una reparación urgente para que los estudiantes puedan continuar con sus prácticas de barrenado.

Objetivos generales y específicos

Objetivo general:

Implementar un sistema de mantenimiento de mejora continua a motores de corriente alterna: monofásicos, bifásicos y trifásicos.

Objetivos específicos:

- Es necesario mantener la bomba de agua en condiciones óptimas para asegurar el suministro continuo. Para ello, se debe verificar la capacitancia según las especificaciones del fabricante y evaluar la vida útil del capacitor. En caso de que la vida útil del capacitor haya finalizado o esté abierto, se deben tomar las medidas correspondientes para su reemplazo.
- Se debe realizar el mantenimiento correctivo de los rodamientos, llevando a cabo una inspección visual y física. En caso de detectar alguna anomalía, se procederá a su posible reemplazo, considerando las especificaciones del rodamiento. De esta manera, se solucionará el problema de calentamiento de la fresadora.

- Se debe proceder a la identificación del tipo de motor (americano o europeo), realizando pruebas de aislamiento en cada devanado, pruebas de continuidad con óhmetro, medición de resistencia eléctrica con óhmetro.
- Fomentar la metodología de las 5s en el mantenimiento a motores.

Justificación

Los motores eléctricos son componentes esenciales en diversas aplicaciones industriales y educativas, como las que se llevan a cabo en el CECATI. Con el tiempo, estos motores están sujetos a un deterioro natural debido a su ciclo de vida útil, el cual puede acelerarse por la falta de mantenimiento adecuado y el uso continuo.

La ausencia de un programa de mantenimiento regular puede llevar a fallas costosas y a la interrupción de las operaciones, lo que afecta tanto a los procesos educativos y de formación técnica. Es fundamental implementar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo que asegure el funcionamiento óptimo de los motores eléctricos, prolongando su vida útil y evitando paros no programados.

Este proyecto de mantenimiento no solo busca reducir los costos asociados con reparaciones mayores, sino también garantizar un ambiente de aprendizaje y trabajo seguro y eficiente. Al mantener los motores en condiciones óptimas, se contribuye a la sostenibilidad de los recursos del CECATI y se apoya la formación de técnicos altamente capacitados.

Marco Teórico

Tipos de mantenimiento.

El mantenimiento de motores es el proceso de revisar y reparar los componentes de un motor para que funcione correctamente.

Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento preventivo de un motor eléctrico es un conjunto de acciones y procedimientos realizados de manera periódica para garantizar el correcto funcionamiento y prolongar la vida útil del motor. Este tipo de mantenimiento incluye la inspección, limpieza, lubricación y ajustes necesarios para evitar posibles fallas o averías en el futuro.

- Inspección visual: Revisar periódicamente el estado general del motor, las conexiones eléctricas y el sistema de ventilación.
- Limpieza: Mantener limpios el interior del motor, los conductos de ventilación y las aletas de refrigeración.
- Lubricación: Aplicar lubricante adecuado a los rodamientos siguiendo las recomendaciones del fabricante y respetando los intervalos de tiempo establecidos.
- Revisión de componentes eléctricos: Inspeccionar las conexiones eléctricas, el estado del aislamiento y realizar las pruebas eléctricas pertinentes

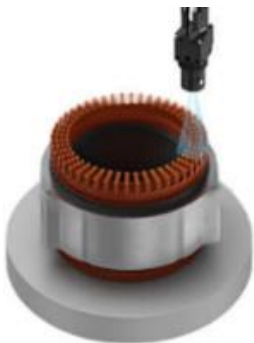


Ilustración 2 Limpieza.



Ilustración 1 Inspección visual



Ilustración 3 Lubricación.



Ilustración 4 Revisión de componentes eléctricos.

Mantenimiento Correctivo.

El mantenimiento correctivo de un motor eléctrico se refiere a las acciones y reparaciones realizadas para corregir fallas o averías que se producen en el motor cuando está en funcionamiento. Este tipo de mantenimiento suele ser más costoso y puede causar tiempos de inactividad en la producción.

- Reparación o reemplazo: Realizar las reparaciones necesarias o reemplazar componentes defectuosos.
- Diagnóstico: Identificar la causa del problema o falla mediante la inspección de las posibles causas y las pruebas de diagnóstico.
- Pruebas de funcionamiento: Verificar que el motor funciona correctamente después de la reparación.



Ilustración 5 Reparación o reemplazo.



Ilustración 6 Diagnóstico.



Ilustración 7 Pruebas de funcionamiento

Definición, partes y funcionamiento de los motores eléctricos.

¿Qué es un motor monofásico?

Un motor monofásico es una máquina rotativa que convierte energía eléctrica en energía mecánica, siendo una opción predominante en aplicaciones domésticas. Estos motores se encuentran comúnmente en electrodomésticos como frigoríficos, lavadoras y sistemas de aire acondicionado debido a su adecuación para corrientes monofásicas, que son la norma en la mayoría de los hogares.

En la ilustración 8, se muestra un diagrama de un motor monofásico, destacando sus componentes principales como el interruptor centrífugo, el condensador, el estator, el rotor y el ventilador. El diagrama también incluye un esquema de cableado que ilustra cómo se conectan estos componentes. El devanado auxiliar y el devanado principal, junto con el condensador, son esenciales para crear el campo magnético rotativo necesario para el arranque y funcionamiento del motor.

El interruptor centrífugo se utiliza para desconectar el devanado auxiliar una vez que el motor ha alcanzado aproximadamente el 75% de su velocidad nominal, permitiendo que el motor funcione de manera eficiente con el devanado principal.

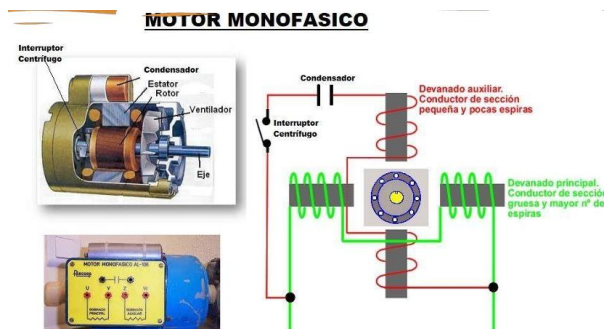


Ilustración 8 Motor monofásico.

Los motores monofásicos dependen de un bobinado auxiliar para iniciar el movimiento del rotor, un aspecto que marca una diferencia importante en su estructura interna. Esta configuración les permite arrancar bajo carga, aunque suelen ofrecer un par motor inicial más bajo comparado con su contraparte trifásica.

Sin embargo, algunos modelos de motores monofásicos están diseñados para ofrecer un par de arranque más elevado y pueden alcanzar potencias de hasta 10 hp, operando con tensiones de hasta 440V.

¿Cuáles son las partes de un motor monofásico?

- Estator: El estator es la parte fija del motor que contiene los bobinados primarios de operación y, en muchos casos, un bobinado auxiliar de arranque. Estos bobinados crean el campo magnético que induce el movimiento en el rotor.
- Rotor: Ubicado dentro del estator, el rotor es la parte giratoria del motor. Está diseñado para interactuar con el campo magnético del estator y generar movimiento.
- Bobinado de arranque y condensador: En muchos motores monofásicos se utiliza un bobinado de arranque adicional junto con un condensador para proporcionar el par necesario para iniciar el movimiento del rotor.
- Caja de conexiones o borne: Este componente alberga las terminales eléctricas del motor, permitiendo su conexión a la fuente de alimentación. La caja también protege las conexiones internas.
- Cojinetes y eje: Los cojinetes soportan el eje, permitiendo que el rotor gire libremente dentro del estator. El eje transmite el movimiento mecánico generado por el motor a la aplicación o carga destinada.
- Escudos de rodamiento: Forman parte de la carcasa, están situados en ambos extremos del motor y albergan los cojinetes o rodamientos que permiten el giro libre y suave del eje del rotor.
- Carcasa: La carcasa del motor no solo protege todas las partes de un motor monofásico de cualquier daño o perturbación que provenga del exterior, sino que también soporta los cojinetes que permiten el giro suave del rotor.

A continuación se muestra en la ilustración 9 el diagrama explosionado de las partes de un motor monofásico.

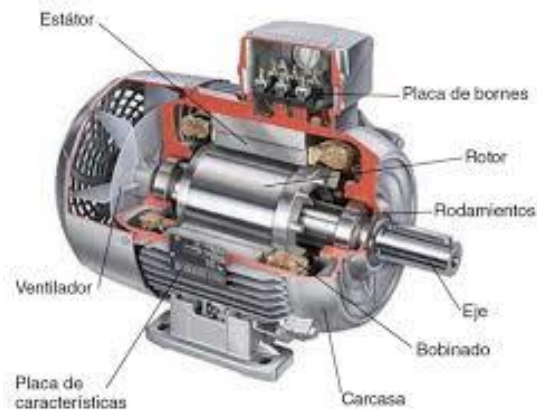


Ilustración 9 Partes del motor monofásico.

¿Cómo es el funcionamiento de un motor monofásico?

El funcionamiento de un motor monofásico es esencialmente el mismo que el del motor trifásico. Generan energía mecánica a través de la energía eléctrica basándose en el principio de atracción y repulsión entre un imán y un núcleo magnético al que se le aplica una corriente eléctrica.

En este caso, el estator es el que recibe la corriente alterna del exterior y donde están situadas las bobinas, de aquí que esta parte también se le conozca como inductor. En el rotor están situados las barras metálicas que funcionan como conductores de la electricidad.

En el estator, por acción de la corriente monofásica, se genera un campo magnético que produce una fuerza electromotriz en las barras del rotor. Estas barras están dispuestas en forma de espira y, debido a lo anteriormente comentado, giran generando esa energía mecánica para la que están concebidos.

¿Qué es un motor bifásico?

Un motor bifásico es un sistema de dos tensiones desfasadas 90 grados, que ya no se utiliza hoy en día. El alternador está formado por dos devanados colocados 90 grados uno respecto del otro.

Requieren 2 líneas de corriente y una de tierra que trabajan en 2 fases. Una sube la corriente a 240v para el movimiento y la otra mantiene la fluidez de la corriente para el uso del motor.

¿Cuáles son las partes de un motor bifásico?

- Estator: Es la parte fija del motor y contiene los bobinados. En un motor bifásico, el estator tiene dos juegos de bobinados, cada uno conectado a una fase diferente de la alimentación eléctrica.
- Rotor: Es la parte móvil del motor que gira dentro del estator. Puede ser de tipo jaula de ardilla (con barras conductoras y anillos cortocircuitados) o de imanes permanentes.
- Bobinados del Estator: Son los cables enrollados alrededor del núcleo del estator que generan el campo magnético cuando se les aplica corriente eléctrica. En un motor bifásico, hay dos juegos de bobinados.
- Núcleo del Estator: Es la estructura de hierro laminado que soporta los bobinados y proporciona un camino para el flujo magnético.
- Eje del Rotor: Es el eje central sobre el cual gira el rotor. Está soportado por cojinetes y transmite la energía mecánica generada por el motor.
- Cojinetes: Son los componentes que soportan el eje del rotor y permiten su rotación con mínima fricción.
- Carcasa: Es la estructura externa que protege los componentes internos del motor y proporciona soporte físico.

A continuación se muestra en la ilustración 10 el diagrama explosionado de las partes de un motor bifásico.

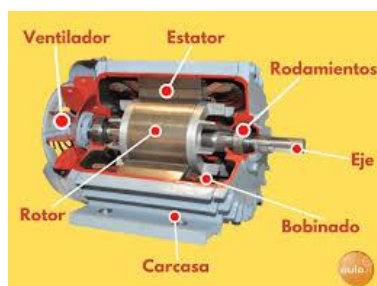


Ilustración 10 Motor bifásico

¿Cómo funciona el motor bifásico?

Un motor bifásico tiene dos juegos de bobinados en el estator, cada uno conectado a una fase diferente de la alimentación eléctrica. Estos bobinados están dispuestos de manera que generan campos magnéticos que interactúan entre sí.

Cuando se aplican las dos fases de corriente alterna a los bobinados, se crea un campo magnético que rota dentro del estator. Este campo magnético rotatorio es el resultado de la suma vectorial de los campos magnéticos generados por cada fase.

El rotor del motor, que puede ser de tipo jaula de ardilla o de imanes permanentes, sigue el campo magnético rotatorio debido a la inducción electromagnética. Esto provoca que el rotor gire, convirtiendo la energía eléctrica en energía mecánica.

La velocidad del motor bifásico puede controlarse variando la frecuencia de la corriente alterna aplicada. A mayor frecuencia, mayor será la velocidad de rotación del campo magnético y, por ende, del rotor.

¿Qué es un motor trifásico?

Motor trifásico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores.

Funcionan a través de una fuente de potencia trifásica. Son impulsados por tres corrientes alternas de la misma frecuencia, los cuales alcanzan sus valores máximos de forma alternada. Poseen una potencia de hasta 300KW y velocidades entre 900 y 3600 RPM.

Para transmitirse se utilizan líneas de 3 conductores, pero para utilización al final se utilizan líneas de 4 hilos, que son las 3 fases y el neutro.

¿Cuáles son las partes de un motor trifásico?

- El estator es la parte fija y opera como la base del motor. Esta parte está constituida por una carcasa en la que se fijan una corona de chapas de hierro

al silicio o acero al silicio, en las que están presentes unas ranuras. En estas ranuras es dónde se presentan, al tratarse de un motor trifásico, encontramos tres bobinas y tres circuitos diferentes. En cada circuito hay tantas bobinas como polos tiene el motor.

- El rotor es la parte móvil que se sitúa en el interior del estator. En el eje se inserta un núcleo magnético ranurado de acero al silicio en cuyas ranuras se colocan unas barras de cobre o aluminio (que realizan la función de conductores) en una disposición que se conoce como “jaula de ardilla”. Esto se debe a que las barras están unidas en cortocircuito por dos anillos, en la parte superior e inferior, confiriéndole una forma de jaula.
- En último lugar están los escudos o carcasa que constituyen, la parte exterior del motor trifásico, generalmente producidos en aluminio o hierro colado. Están diseñados de tal forma que contienen unas cavidades para acoger los componentes esenciales en el interior.

Sobre unos cojinetes descansa el eje del rotor. Además, los escudos deben estar perfectamente ajustados para evitar que existan distorsiones en el giro del rotor, tales como vibraciones y/o ruido.

A continuación se muestra en la ilustración 11 el diagrama explosionado de las partes de un motor trifásico.

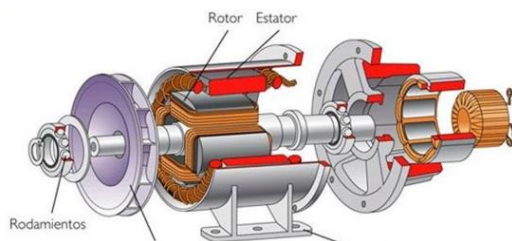


Ilustración 11 Motor trifásico

¿Cómo funciona un motor trifásico?

El estator está compuesto por una estructura que conforma electroimanes y por eso esta parte también se denomina inductor. El bobinado en tres fases, al recibir una corriente eléctrica, genera un campo magnético que a su vez “induce” corriente en

las barras del rotor. Su funcionamiento está basado en el principio de inducción mutua de Faraday.

Antes de continuar, tenemos que entender que ese campo magnético se genera precisamente por la aplicación de una corriente alterna de tres fases. La electricidad de corriente alterna cuenta con una onda que cambia de negativo a positivo muchas veces por segundo. Se trata de una onda llamada “onda sinusoidal”.

Esa corriente alterna se compone de tres fases, que están desfasadas 120° una respecto de la otra. Volviendo al motor trifásico, es la acción de estas tres ondas simultáneas la que genera un flujo magnético que induce corriente en las barras del rotor creando un par motor que pone en movimiento al rotor, o lo que es lo mismo, que hace que el rotor gire.

Diferencias entre motor monofásico y trifásico.

En primer lugar, tenemos que diferenciar entre el tipo de instalación y la corriente que circula por esta. En este sentido, la diferencia entre una corriente monofásica y trifásica consiste en que la corriente monofásica se traslada por una sola vía. Además, al disponer de una sola fase o corriente alterna, el voltaje no varía.

Los motores monofásicos son utilizados cuando no se dispone de un sistema trifásico y/o para pequeñas potencias, generalmente se utilizan para potencias menores de 2 Kw o 3 Kw.

Fallas más comunes en los motores eléctricos.

Los motores eléctricos industriales son propensos a experimentar ciertas fallas debido a factores como el desgaste, la sobrecarga y las condiciones de funcionamiento.

Identificar y comprender las fallas más comunes de un motor eléctrico es crucial para prevenir daños, prolongar la vida útil y mantener la eficiencia en tus operaciones.

Entre las fallas más frecuentes que pueden afectar a los motores eléctricos destacamos:

1. Desalineación:

Los problemas relacionados con el alineamiento de los ejes están entre los contratiempos más comunes enfrentados por los profesionales del mantenimiento. Un estudio presentado en la International Maintenance Conference IMC-2012 indicó que más de la mitad de las paradas de máquinas en las industrias están relacionadas con la desalineación entre ejes.

La desalineación ocurre cuando el eje de accionamiento del motor (rotor) o la unidad de acoplamiento no están correctamente alineados con la carga, resultando en la transferencia de esfuerzos mecánicos que aumentan el desgaste del motor y su carga mecánica aparente. Uno de los efectos de este problema es el aumento de la vibración tanto en la carga como en el motor.

Existen tres tipos de desalineación: paralela, angular o combinada:

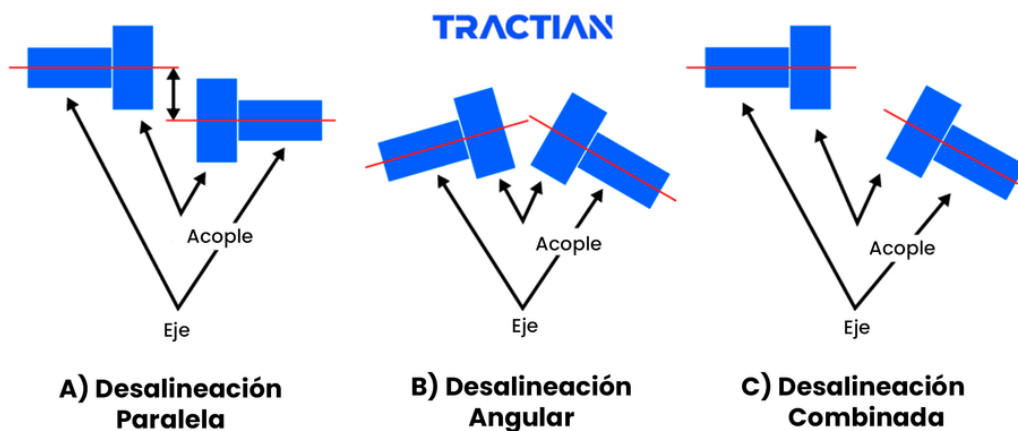


Ilustración 12 tipos de desalineación.

- La desalineación paralela ocurre cuando las líneas del centro del eje del motor y de la carga no son colineales.
- Por otra parte, la desalineación angular se evidencia cuando existe un ángulo entre las líneas de centro de ambos ejes, pudiendo éstas interceptarse en sus proyecciones.

- c) Finalmente, la desalineación combinada, contiene desalineaciones paralelas y angulares, considerándose el tipo de desalineación más común entre las tres descritas anteriormente.

Además del desgaste prematuro en los componentes de rotación del motor, la desalineación causa problemas como la disminución en la capacidad de producción, reducción de la vida útil y eficiencia de trabajo del equipo, así como el aumento en el consumo de la energía eléctrica.

2. Sobrecarga:

Sucede cuando a un motor se le exige más allá de su torque nominal, la corriente eléctrica de operación está por encima de lo normal, causando sobrecalentamiento. Esto último hace que se reduzca la vida útil del equipo y dependiendo del nivel de sobrecarga, el dispositivo de protección del equipo puede ser accionado, pudiendo causar una parada inesperada en la operación del equipo.

Es posible observar algunas señales cuando un motor presenta problemas de sobrecarga, entre ellas están el aumento del consumo de corriente eléctrica y torque de salida insuficiente. El calor excesivo provocado por el sobrecalentamiento es una de las principales fallas y es el principal factor para el desgaste prematuro en los componentes del motor, con alta probabilidad de llevarlo a una falla permanente.

En la ilustración 13, se muestra un técnico trabajando en un entorno industrial, revisando motores eléctricos. La inspección y el mantenimiento regular son esenciales para identificar y corregir problemas de sobrecarga antes de que provoquen daños irreversibles.



Ilustración 13 Sobrecarga

3. Desgaste en los rodamientos:

Se estima que gran parte de las fallas en los motores son causadas por el desgaste continuo en los rodamientos. Las fallas en los rodamientos suceden por diversos motivos, entre ellos: la incorrecta selección del rodamiento con una carga de funcionamiento superior a su límite de diseño, inadecuada lubricación, mecanismo de sellado incorrecto, esfuerzos inducidos en el eje, desalineación, desbalanceo, contaminación en la película lubricante.

Para visualizar mejor la distribución de estas causas, observe la siguiente ilustración:

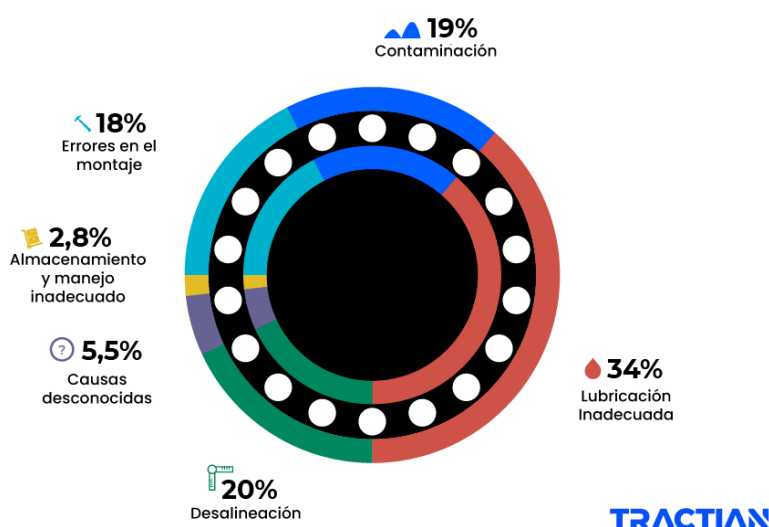


Ilustración 14 Desgaste de rodamientos.

En la ilustración 14, se presenta un diagrama circular que muestra la proporción de diferentes causas de fallas en los rodamientos. La lubricación inadecuada representa el 34% de las fallas, siendo la causa más significativa. Le siguen la desalineación con un 20%, la contaminación con un 19%, y los errores en el montaje con un 18%. Otras causas incluyen el almacenamiento y manejo inadecuado con un 2.8%, y un 5.5% corresponde a causas desconocidas.

Entender estas causas y su impacto relativo es crucial para implementar medidas preventivas y correctivas efectivas, asegurando así un funcionamiento más eficiente y seguro de los motores.

En líneas generales, podemos clasificar las fallas en rodamientos como pre-operacionales y operacionales. Todo lo que es pre-operacional tiene relación con el montaje del rodamiento, como por ejemplo: tolerancias de ajuste erróneas, asientos en el eje mal mecanizados, herramientas de montaje no adecuadas, o incorrecto almacenamiento, etc.

Por otra parte, las fallas operacionales están asociadas a la lubricación y sellado deficiente, fatiga en el material, fluting (paso de corriente eléctrica por el rodamiento) y desalineación operacional.

Las fallas en rodamientos generalmente ocasionan un efecto cascada o bola de nieve que acelera la falla en los motores eléctricos. Para evitar los paros no planeados y los costos en reparaciones correctivas, es imprescindible el análisis de vibración en los equipos, lo que permitirá al equipo de mantenimiento determinar las causas iniciales del problema y hasta evitar que se repita.

4. Fallos en el bobinado:

En la ilustración 15, se muestra un motor eléctrico con signos evidentes de aislamiento y grupo de bobinas dañadas. Cuando el aislamiento se daña, puede provocar conexiones sueltas y cortocircuitos, lo que a su vez puede causar fallos en el equipo y, en casos extremos, incendios o descargas eléctricas peligrosas.

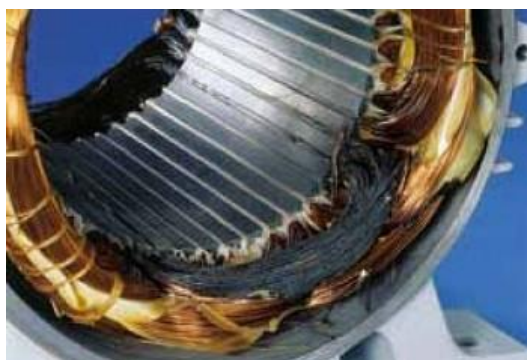


Ilustración 15 Falla en el bobinado.

5. Holgura en el eje

Se está en presencia de una holgura cuando existe un desgaste excesivo en las partes de un equipo. Puede ocurrir en elementos móviles que giran entre sí, o en elementos fijos. Según el Manual de diagnóstico de vibraciones de la oficina técnica de Charlotte (Vibration Diagnostic for Technical Associates of Charlotte), las holguras se clasifican en tres tipos: A, B y C.

En la ilustración 16, se destacan las áreas problemáticas con estrellas amarillas, indicando los puntos donde comúnmente se presenta la holgura mecánica tipo A. Además, el gráfico de la derecha muestra el espectro de vibración característico de este tipo de holgura, donde se observa una onda de un pulso por rotación. Este espectro es crucial para identificar y diagnosticar problemas de holgura mecánica tipo A en maquinaria.

Al entender estos conceptos y poder visualizarlos mediante la ilustración, se facilita la identificación y corrección de problemas relacionados con la holgura tipo A, asegurando así un funcionamiento más eficiente y seguro de las máquinas.

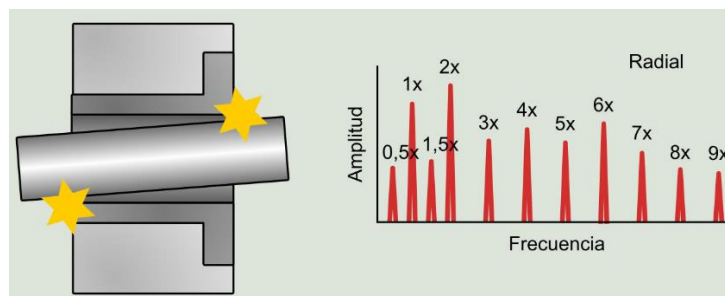


Ilustración 16 Holgura mecánica tipo A

En la ilustración 17, se puede apreciar una representación gráfica de la holgura mecánica tipo B. A la izquierda, el espectro de vibración muestra una onda temporal característica de dos pulsos por rotación, lo cual es típico de este tipo de holgura. A la derecha, se ilustra una máquina con una base de concreto y una base metálica, destacando las áreas problemáticas donde suelen presentarse los tornillos sueltos y las grietas.

El espectro de vibración es una herramienta crucial para identificar este tipo de holgura, ya que permite visualizar las anomalías en la maquinaria y tomar medidas correctivas antes de que se produzcan fallos mayores.

Al entender y visualizar estos conceptos, se facilita la identificación y corrección de problemas relacionados con la holgura mecánica tipo B, asegurando así un funcionamiento más eficiente y seguro de las máquinas.

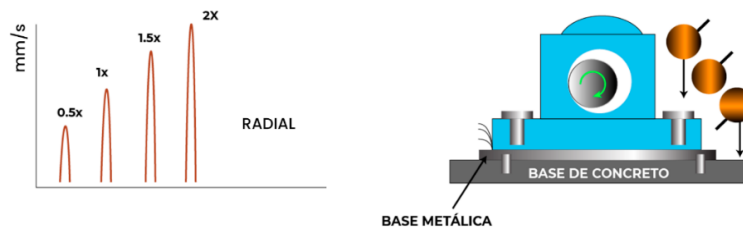


Ilustración 17 Holgura mecánica tipo B

En la ilustración 18, se puede apreciar una representación gráfica de la holgura tipo C. En la parte superior izquierda, el espectro radial muestra varios armónicos que representan las respuestas no lineales de los elementos sueltos, lo cual es típico de este tipo de holgura. Además, se observa un patrón de onda truncada en la parte inferior izquierda, que indica la naturaleza no repetitiva de las ondas temporales asociadas con la holgura tipo C. A la derecha, se ilustra un rotor con rodamientos, destacando las áreas problemáticas donde suelen presentarse estos ajustes incorrectos.

El espectro de vibración y el patrón de onda truncada son herramientas cruciales para identificar este tipo de holgura, ya que permiten visualizar las anomalías en la maquinaria y tomar medidas correctivas antes de que se produzcan fallos mayores.

Al entender y visualizar estos conceptos, se facilita la identificación y corrección de problemas relacionados con la holgura tipo C, asegurando así un funcionamiento más eficiente y seguro de las máquinas.

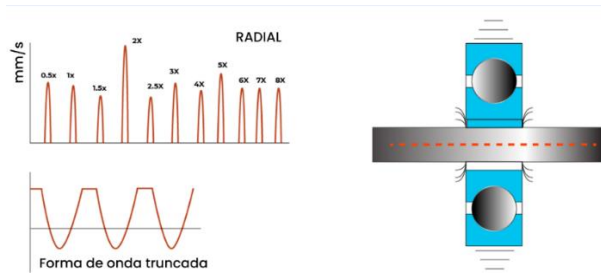


Ilustración 18 Holgura tipo C

Como en las demás fuentes de vibraciones, la identificación de una holgura es importante para que el problema sea resuelto antes de que el desgaste de los componentes rotativos resulte en una falla mecánica.

El método de las 5s.

¿En qué consiste el método de las 5s?

Es un concepto que aplicado continuamente a la gestión y administración del puesto de trabajo conduce a un proceso de mejora continua y consigue mejorar la productividad, competitividad y calidad en las empresas.

¿Qué son las 5S?

Las 5S son las iniciales de cinco palabras japonesas que nombran a cada una de las cinco fases que componen el método:

- SEIRI – CLASIFICACIÓN. Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de estos últimos.
- SEITON – ORDEN. Se trata de establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.
- SEISO – LIMPIEZA. Basada en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado.
- SEIKETSU – ESTANDARIZACIÓN. El objetivo es distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos dando lugar a un control visual.

- SHITSUKE – DISCIPLINA. Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas.

¿Cuáles son sus ventajas?

La mejora continua es una tarea de todos, dado que la implantación del método de «las 5S» se basa en el trabajo en equipo. Así, permite involucrar a todos en el proceso de mejora desde su conocimiento del puesto de trabajo.

La calidad empieza por la propia persona y por el ambiente que le rodea. Ésta es la razón de la utilización de la metodología 5S, enfocada a lograr sitios de trabajo realmente excepcionales, donde se respire un ambiente eficiente, seguro y confortable y nos reporte los siguientes beneficios:

- Mayor productividad
- Mejora las condiciones de trabajo, con el aumento de los niveles de seguridad y la disminución de los accidentes
- Reducción de pérdidas de tiempo y tiempos de respuesta más cortos
- Mejora en la calidad de productos y/o servicios
- Bajo nivel de inversión para lograr su implementación

¿A quién va dirigido el método de las 5s?

Las 5S son universales, se pueden aplicar en todo tipo de empresas y organizaciones, tanto en talleres como en oficinas, incluso en aquellos que aparentemente se encuentran suficientemente ordenados y limpios. Por tanto, cualquier tipo de organización, ya sea industrial o de servicios, que desee iniciar el camino de la mejora continua puede implementarlo en áreas como el mantenimiento de activos e instalaciones.

Desarrollo

El mantenimiento a motores de corriente altera se dividirá en tres aspectos: el primer aspecto se enfoca en el mantenimiento a motores monofásicos y bifásicos. Ya que estos son muy similares en estructura y funcionamiento, donde se elaborarán

aislantes y caballetes, seguido de la elaboración y colocación de las bobinas; todas las acciones necesarias para un correcto mantenimiento de motores.

En el segundo aspecto se enfoca en el motor trifásico el cuales tiene tres fuentes de alimentación distintas y no cuenta con una bobina de arranque y solo tienen bobina de trabajo, que consta de seis grupos.

El tercer aspecto se centra en la mejora continua para el correcto funcionamiento del motor.

Implementación del plan de mantenimiento.

Mantenimiento de un motor monofásico.

Para asegurar el correcto funcionamiento y prolongar la vida útil de un motor monofásico de una bomba de agua, es esencial realizar un mantenimiento completo y periódico. A continuación, se detallan los pasos a seguir para llevar a cabo una reparación y mantenimiento efectivos:

- A) Obtener datos técnicos – Interpretación: Placa de datos del fabricante.
- B) Diagrama explosionado: Información del desensamble del motor.
- C) Interpretación de los datos del bobinado: Tipo de conexión general conexión de los devanados.
 - Trabajo.
 - Auxiliar - Arranque.
- D) Número de ranuras: Número de espacios físicos, donde se alojan los devanados (24, 36, ... etc.)
- E) Número de polos: Número de grupos de bobinas en el motor (2, 4, 6, ... etc.)
- F) Pasos de bobina: Se define como el espacio que abarca la bobina, donde inicia – acaba.
 - Trabajo (1-9, 1-7, 1-5).
 - Auxiliar o Arranque (1-10, 1-8).
- G) Número de vueltas o espiras: Se refiere al número específico de cada bobina (6-B).

H) Calibre del conductor: Se refiere al grosor del conductor de cada bobina (simple y combinada.)

El objetivo de realizar los aislantes y caballetes que se alojan en el estator es para tener un conocimiento más detallado de su funcionamiento, montaje y desmontaje de ellos, desde cómo obtener sus dimensiones de cada ranura según sea el caso del motor.

Esto nos ayudará en caso de que el motor este quemado o allá sufrido alguna falla grave, donde se tenga que hacer cambio de aislantes o bobinas.

Para la realización de los aislantes, el primer paso fue medir las ranuras, algunas de las cuales son más pequeñas que otras. Utilizando un vernier, se tomaron las medidas del largo de la ranura (L_x), la base (b_x), la distancia superior (d_x), la altura uno (h_{x1}) y la altura dos (h_{x2}). Como se puede observar en la ilustración 19, esta nos muestra cómo es la estructura del aislante, proporcionando una referencia visual clara de las dimensiones y características mencionadas.

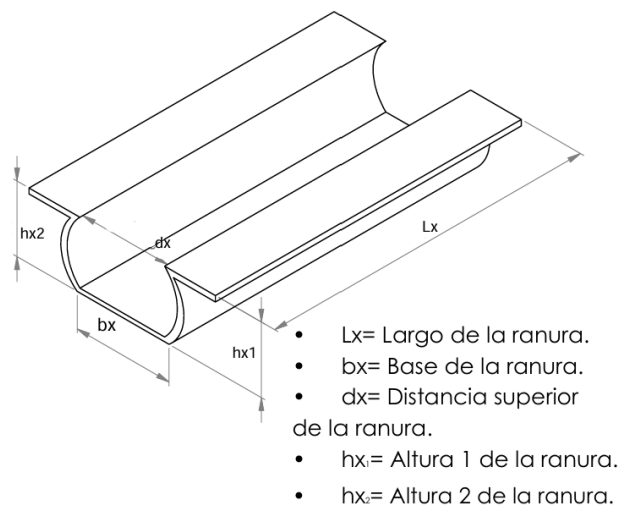


Ilustración 19 Aislante.

La elaboración de bobinas también es un punto clave, ya que, así se entiende el sentido que tiene el bobinado, si no se comprende esta parte, sería un error muy grave, debido a que tiene un sentido secuencial dependiendo si es un bobinado de arranque, de trabajo o ambas.

Para una mejor comprensión, en la ilustración 20 se representan dos bobinas, una con un polo norte (N) y la otra con un polo sur (S). Esto genera magnetismo con la ayuda del rotor. La conexión se realiza de la siguiente manera: los terminales marcados como (P), que representan el principio de cada bobina, uno va a línea y el otro a neutro. Los terminales marcados como (F), que representan el final de cada bobina, se conectan entre sí. Los terminales (L) indican las conexiones de línea, mientras que (N) representa el neutro. Esta configuración permite la creación de un campo magnético que interactúa con el rotor para generar movimiento.

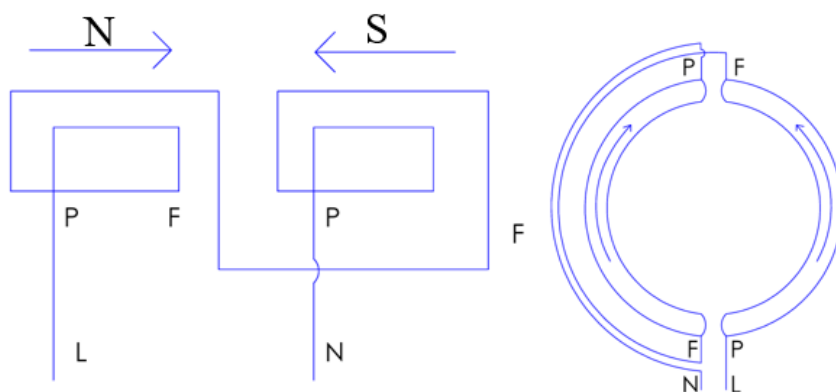


Ilustración 20 Sentido del bobinado

Para una mejor comprensión de cómo se coloca en el estator de un motor, la ilustración 21 muestra la disposición de las bobinas, diferenciando la bobina de arranque (en rojo) de la bobina de trabajo (en azul). Se marcan claramente el principio (P) y el final (F) de cada bobina, siguiendo el principio de colocar una bobina con un polo norte y otra con un polo sur.

En los motores, existen distintos números de polos, también conocidos como grupos de bobinas. Estos representan el número de pares de imanes y pueden ser 2, 4, 6, etc. Cada grupo de bobinas está estratégicamente colocado para interactuar con el rotor y generar el campo magnético necesario para el funcionamiento del motor.

La ilustración 21 ayuda a visualizar cómo se distribuyen estas bobinas en el estator, facilitando la comprensión de su disposición y conexión.

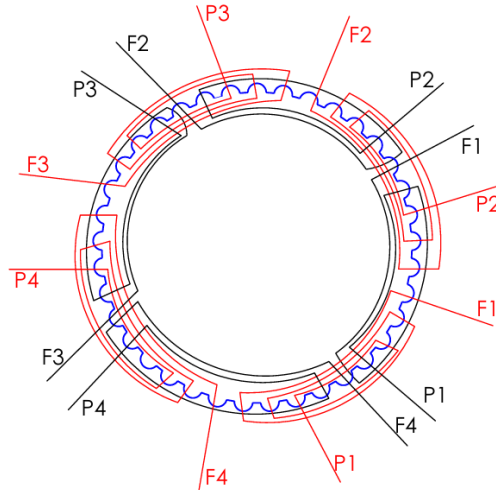


Ilustración 21 Conexión de los devanados.

Con los conocimientos teóricos ya comprendidos, se procede a la elaboración y montaje del aislante en el estator, como se muestra en la ilustración 22. Este proceso implica colocar cuidadosamente los materiales aislantes en las ranuras del estator, asegurando que cada componente esté correctamente posicionado y fijado. La ilustración 22 proporciona una vista detallada de cómo se realiza este montaje, destacando la disposición de los aislantes y su ajuste preciso dentro del estator. Este paso es crucial para garantizar el correcto funcionamiento y eficiencia del motor.



Ilustración 22 Montaje de los aislantes.

Una vez colocados los aislantes, procedemos a obtener las medidas de cada bobina, dependiendo del paso utilizado. En este caso, se emplearon los pasos 1-4, 1-6 y 1-8. El pequeño pedazo de cobre que sobresale se utiliza para ajustar la

dimensión de la bobina, asegurando que quede perfectamente ajustada, como se observa detalladamente en la ilustración 23. Este ajuste es crucial para garantizar que las bobinas encajen correctamente en el estator y funcionen de manera eficiente dentro del motor.



Ilustración 23 Medida de las bobinas.

Una vez obtenidas las medidas, procedemos a realizar las bobinas con alambre magneto de número 20. Como se puede observar en la ilustración 24, se comienza con la bobina más pequeña y se avanza hacia la más grande, contando cuidadosamente cada número de vueltas para cada bobina. Además, se coloca una pequeña grapa en las bobinas ya hechas, lo que ayuda a evitar que se deformen. Este proceso asegura que las bobinas mantengan su forma y funcionalidad adecuadas.



Ilustración 24 Elaboración de los devanados

Una vez elaboradas las bobinas, procedemos al montaje en el estator, contando cada ranura para asegurar que cada bobina entre correctamente. Seguimos el principio y final de cada bobina, como se puede apreciar en la ilustración 25, donde

se están colocando las bobinas y cubriéndolas con los caballetes. Este proceso se realiza siguiendo un ciclo, comenzando con la bobina más pequeña y avanzando hacia la más grande. Este método asegura que las bobinas se coloquen de manera ordenada y eficiente dentro del estator.



Ilustración 25 colocación de los devanados.

Así es como se ve la bobina de trabajo ya montada. A continuación, realizamos el mismo proceso con la bobina de arranque, la cual tiene 10 vueltas menos que la bobina de trabajo. En la ilustración 26, se pueden observar ambas bobinas: en el lado izquierdo se encuentra solo la bobina de trabajo, y en el lado derecho, la bobina de arranque. Ambas bobinas tienen claramente marcados su principio y final, lo que facilita su identificación y conexión adecuada dentro del estator



Ilustración 26 Montaje de devanado de Trabajo y Arranque.

Una vez colocadas ambas bobinas, procedemos a la realización de un aislante entre el devanado de trabajo y el de arranque. Como se observa en la ilustración 27, se toman las medidas del largo del aislamiento (L_x), la altura (h_{x1}) y la altura perimetral (h_{x2}).

Este aislante es crucial para garantizar que los devanados de trabajo y de arranque funcionen de manera independiente y eficiente, evitando interferencias entre ellos.

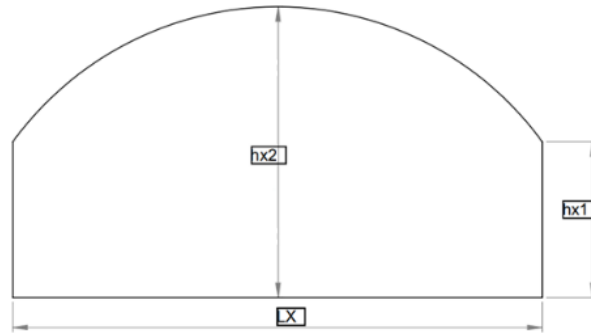


Ilustración 27 Aislante entre devanados.

Una vez terminado el aislante, se procede a colocarlo como se observa en la ilustración 28. Este paso es crucial para evitar que haya cruce entre el devanado de trabajo y el de arranque, lo cual es fundamental para alargar la vida útil del motor. El papel aislante actúa como un separador, asegurando que cada devanado funcione de manera independiente y eficiente.

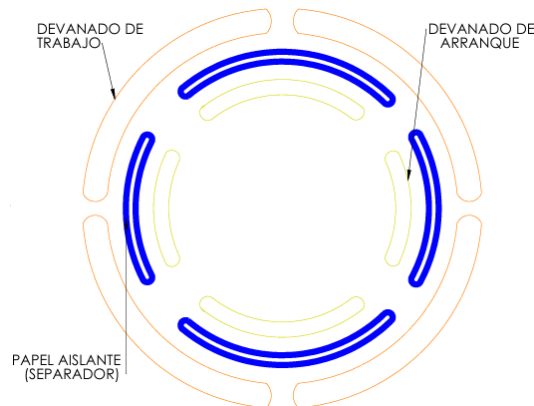


Ilustración 28 Colocación de aislante entre devanados.

Una vez colocados los aislantes, se procede al amarre de las bobinas. Iniciamos del lado donde se juntan más bobinas, haciendo un nudo. Posteriormente, pasamos por otro par de bobinas y dejamos un hueco del tamaño de un dedo. Damos dos vueltas en sentido horario y metemos la punta del hilo por el hueco antes mencionado, ajustando y apretando fuerte. Este proceso se repite con cada grupo de bobinas hasta terminar donde se inició.

En la ilustración 29, se observa el resultado final de este amarre, asegurando que las bobinas queden firmemente sujetas y en su lugar correcto



Ilustración 29 Amarre de las bobinas.

Por último, verificamos la continuidad y las resistencias de cada devanado por separado, en serie y en paralelo, anotando los resultados y comparándolos con los obtenidos mediante las fórmulas. En la tabla se muestran los resultados de las mediciones de resistencia para la bobina de trabajo y la bobina de arranque, así como las sumas totales y las resistencias equivalentes calculadas.

Medición con el multímetro

Bobina de Trabajo		Bobina de Arranque	
$R_1 = 2.9\Omega$		$R_1 = 2.3\Omega$	
$R_2 = 2.9\Omega$		$R_2 = 2.3\Omega$	
Suma total:	5.8 – 4.6	4.6 – 3.4	

$$R_{TC} = 2.5\Omega$$

Resultados obtenidos mediante formulas

Estos resultados nos permiten confirmar la correcta instalación y funcionamiento de los devanados en el motor. Podemos observar que los datos son casi exactos, con una diferencia mínima que se encuentra dentro de los estándares normales.

$$R_{e1} = R_1 + R_2 = R_{e1} = 2.9 + 2.9 = 5.8\Omega$$

$$R_{e2} = R_1 + R_2 = R_{e1} = 2.3 + 2.3 = 4.6\Omega$$

$$R_{TC} = \frac{5.8 * 4.6}{5.8 + 4.6} = \frac{26.68}{10.4} = 2.56\Omega$$

Ahora bien, se realiza el esquema de conexión del motor con su bobina de arranque y trabajo, señalando claramente el principio y final de cada bobina, como se puede observar a detalle en la ilustración 30. Este esquema es crucial para asegurar que las conexiones se realicen correctamente y que el motor funcione de manera eficiente y segura.

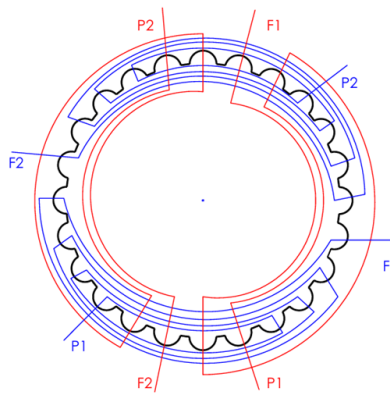


Ilustración 30 Diagrama del montaje de ambas bobinas.

Mantenimiento de un motor bifásico.

El siguiente motor a realizarle un mantenimiento correctivo es un motor bifásico de un taladro de columna. Al comenzar con el mantenimiento, se toman los datos de la placa del motor, donde se especifican los tipos de conexiones, las RPM del motor y el voltaje de trabajo, como se puede observar en la ilustración 31.

Estos datos son esenciales para llevar a cabo un mantenimiento adecuado y asegurar que el motor funcione correctamente después del servicio.



Ilustración 31 Placa de datos.

Se comienza con una inspección externa, verificando el funcionamiento del capacitor. Durante esta inspección, se realizan pruebas de continuidad y capacitancia para asegurar que el capacitor esté operando dentro del rango especificado.

Como se aprecia en la ilustración 32, el capacitor especifica una capacitancia de 720 μF . Estas pruebas son esenciales para confirmar que el capacitor está en buenas condiciones y puede soportar el funcionamiento adecuado del motor.



Ilustración 32 Prueba del capacitor.

Se continuó con el análisis del motor, observando que los devanados no sufrían ningún daño. Se procedió a realizar una limpieza con gasolina y dielectrol en los rodamientos y demás partes del rotor. Se llegó al diagnóstico de que el platino está dañado, lo que impide el arranque del motor.

Como se observa en la ilustración 33, los datos obtenidos nos indican que los devanados de trabajo son de tres pasos (1-8, 1-6, 1-4) y los de arranque también son de tres pasos (1-8, 1-6, 1-4). Esta información es crucial para entender la configuración del motor y planificar las reparaciones necesarias, especialmente la sustitución del platino dañado.



Ilustración 33 Revisión visual del estado del motor.

El esquema obtenido de las conexiones de los devanados es el que se observa en la ilustración 34, señalando claramente el principio y el final de cada bobina.

Este esquema es fundamental para entender la configuración de los devanados y asegurar que las conexiones se realicen correctamente durante el proceso de mantenimiento y reparación del motor.

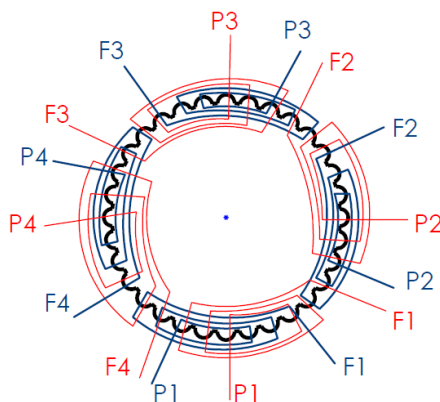


Ilustración 34 Esquema de las conexiones del motor.

Se procedió a conectar de forma directa el motor a 127 Vol. para observar el funcionamiento sin el capacitor conectado y así detectar otra posible falla. Al no funcionar el platino, que es el encargado de dar el impulso para así hacer funcionar el motor, se optó por enredar una cuerda en la parte que sobresale del rotor.

Cuando se encendió, se jaló la cuerda, dando así el impulso que da el capacitor si estuviese funcionando, como se representa correctamente en la ilustración 35.



Ilustración 35 Funcionamiento del motor sin capacitor.

Se tomaron lecturas de arranque utilizando un amperímetro de gancho, como se muestra en la ilustración 36. Este procedimiento es esencial para evaluar el consumo de corriente inicial del motor. Las lecturas obtenidas arrojaron un valor de 3.4 Apm (amperios), lo cual se observa claramente en la pantalla del dispositivo de medición.



Ilustración 36 Medición sin el capacitor.

El motor se dejó trabajando por 15 minutos para asegurar que alcanzara un estado estable de operación. Al transcurrir ese tiempo, se procede a realizar la medición de temperatura utilizando un termómetro digital de entrada doble. Como se observa en la ilustración 37, la medición arroja una temperatura de 23.8°C.

Con esta temperatura registrada, se confirma que el motor está operando dentro de los parámetros normales. A continuación, se solicita el platino para realizar pruebas adicionales y verificar que el motor funcione correctamente.



Ilustración 37 medición de temperatura.

Mantenimiento de un motor Trifásico.

Por último, se realiza mantenimiento a un motor trifásico tipo jaula de ardilla de origen americano perteneciente a una fresadora. Al iniciar con el proceso de mantenimiento, nos encontramos con un motor que presentaba un desgaste significativo y sin evidencia de haber recibido mantenimiento previo, como se puede observar claramente en la ilustración 38.

Dada la condición del motor, se decidió llevar a cabo un mantenimiento completo. Este proceso comenzó con el desmontaje meticuloso de cada una de sus partes para evaluar y reparar los componentes internos y externos del motor.



Ilustración 38 Motor trifásico.

Una de las primeras acciones a realizar en el mantenimiento del motor es retirar las tapas de este. Al destaparlo, podemos observar a simple vista que se trata de un motor de origen americano, identificado por la disposición y características de los grupos de bobinas, como se muestra en la ilustración 39.

Al proceder con el análisis de estos grupos de bobinas, determinamos su paso, el cual es (1-10, 1-12). Además, el motor cuenta con 60 vueltas y 24 ranuras, y está equipado únicamente con el bobinado de trabajo. Esta configuración es típica en motores de este tipo y nos proporciona información valiosa para continuar con el proceso de mantenimiento y reparación.



Ilustración 39 motor destapado.

En la ilustración 40 se observa como retiramos cada grupo de bobinas y desconectamos cada conexión para poder realizar el cambio de aislantes, ya que están muy deteriorados. Durante todo el proceso, mantuvimos un orden y limpieza en el área de trabajo.



Ilustración 40 Desmontaje de las partes del motor.

Al analizar el motor, observamos que está compuesto por 6 grupos de bobinas. Esto nos permite entender que la conexión de estos grupos se realizará de la manera representada en la ilustración 41.

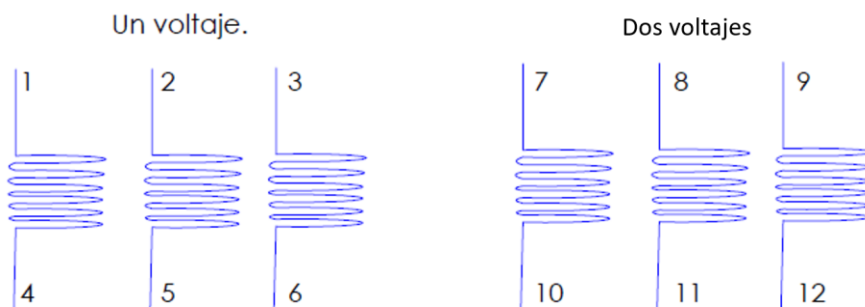


Ilustración 41 Conexión de cada grupo de bobina.

Se realizó el esquema de conexión del motor, considerando los 6 grupos de bobinas, para determinar su correcta colocación y tener una visualización previa de su disposición. Este esquema se puede observar claramente en la ilustración 42.

En la ilustración, se muestra cómo deben conectarse y distribuirse los grupos de bobinas dentro del motor. Esta representación visual es crucial para asegurar que el motor funcione de manera eficiente y efectiva una vez ensamblado

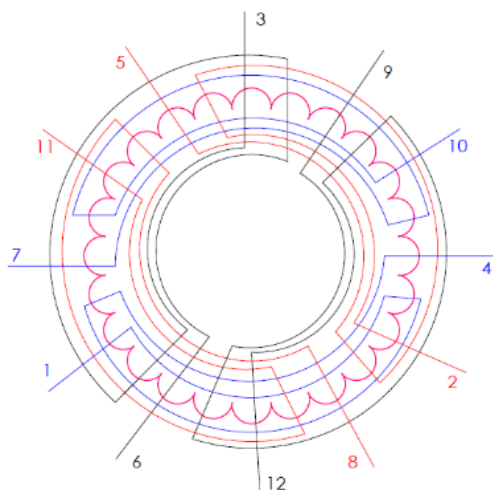


Ilustración 42 Esquema de conexión.

Con los datos obtenidos, continuamos con la medición de las bobinas, como se observa en la ilustración 43. Solo hay dos pasos de bobina, como se mencionó anteriormente: 1-10 y 1-12. Las medimos en el estator para asegurarnos de que entren correctamente.



Ilustración 43 Medida de paso de bobina.

Para entender por qué el motor es de 6 grupos es porque puede ser conectado tanto en bajo y alto voltaje, para la conexión de 3 grupos en voltaje bajo se vería como en la ilustración 44.

Donde el principio está señalado con los números 1, 2, 3 y los finales están señalados por los números 4, 5, 6.

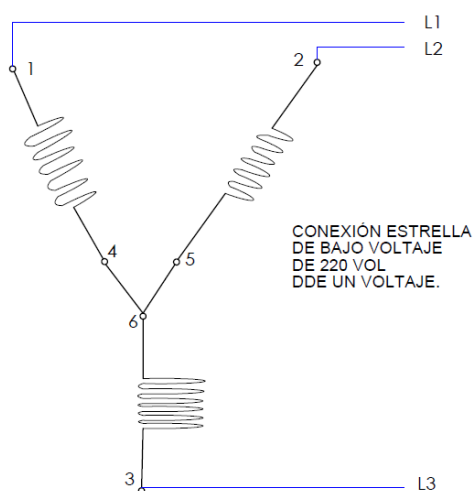


Ilustración 44 Conexión estrella de 220 bajo voltaje.

Una conexión delta de bajo voltaje se vería conectada como lo muestra la ilustración 45, en el lado izquierdo de la ilustración encerrado con un círculo rojo es otra forma de identificar las conexiones, esto es más común de observar en la tabla de datos del motor.

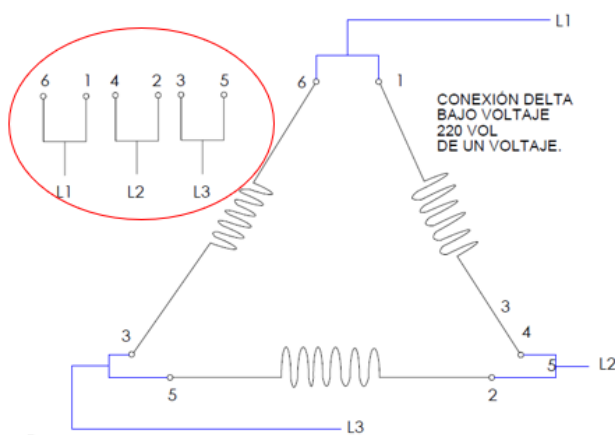


Ilustración 45 Conexión delta 220 bajo voltaje.

También podemos encontrar la conexión estrella paralelo de bajo voltaje, fácilmente identificable por su estructura en forma de dos triángulos invertidos. Como se observa en la parte inferior de la ilustración 46, la conexión se realiza de la siguiente manera: (1-7 a L1), (2-8 a L2) y (3-9 a L3) están conectados entre sí, mientras que (5-4-6) y (10-11-12) forman otro grupo separado de los tres mencionados anteriormente.

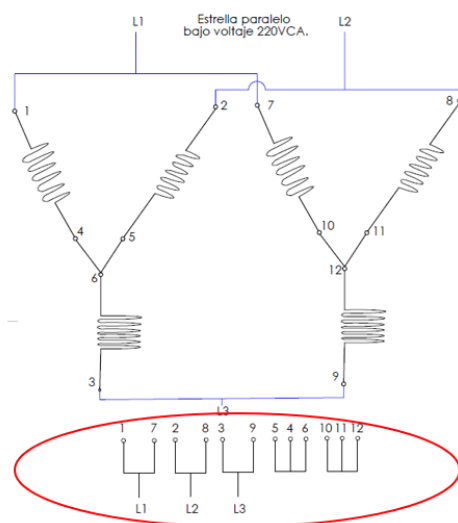


Ilustración 46 Conexión estrella paralelo de 220 bajo voltaje.

Por último, tenemos la conexión estrella-triángulo de alto voltaje, para la cual se presentan dos diagramas que permiten identificar rápidamente sus diferencias con las configuraciones anteriores. Esta configuración es ideal para cambiar el tipo de voltaje según las necesidades de operación y se representa visualmente en la ilustración 47.

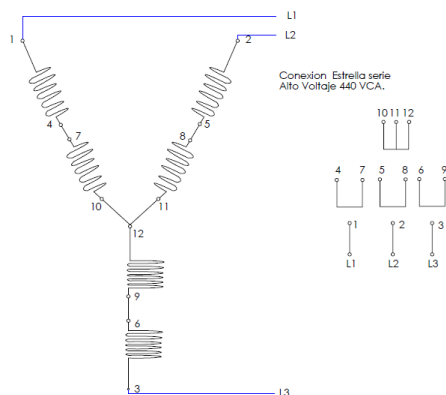


Ilustración 47 Conexión estrella serie 440 alto voltaje.

Para comprobar que la conexión es correcta, se realiza la siguiente demostración: se toma cualquier grupo, ya sea de entrada o de salida. En esta ocasión, tomamos el grupo de salida formado por los terminales 4, 5 y 6. Estos forman una estrella y un delta perfectos, lo cual se puede verificar con cualquier otro grupo, obteniendo el mismo resultado. Esto demuestra que la distribución de los grupos es correcta, como está representado en la ilustración 48.

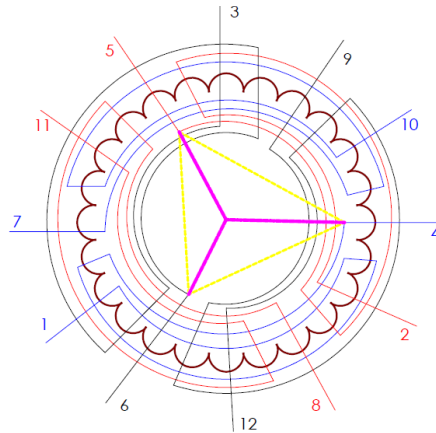


Ilustración 48 Esquema de las conexiones estrella y delta.

Ahora que hemos comprendido cómo se acomodan las bobinas y cómo se conectan, procederemos a la realización de estas, como se pudo observar en la ilustración 49; Cada bobina debe tener un total de 60 vueltas.



Ilustración 49 Bobinas.

Una vez realizadas las bobinas, continuamos con su colocación según el diagrama obtenido anteriormente como se puede apreciar en la ilustración 50.



Ilustración 50 Colocación de bobinas.

Para no perder la secuencia de colocación, marcamos cada bobina con cinta adhesiva, indicando el número correspondiente, como se puede apreciar en la ilustración 51.



Ilustración 51 Bobinas marcadas.

Una vez finalizada la colocación de las bobinas según el diagrama mostrado anteriormente, procedemos a realizar el amarre de los devanados en la parte posterior, como se aprecia en la ilustración 52.



Ilustración 52 amarre de los devanados.

Continuamos con la colocación de las puntas de salida que van conectadas a la energía, para posteriormente amarrar los devanados de enfrente como se muestra en la ilustración 53.



Ilustración 53 colocación de las puntas.

Finalmente, terminamos amarrando las bobinas del lado de enfrente y se procede a armar el motor para continuar con las pruebas finales, como lo observamos en la ilustración 54.



Ilustración 54 Pruebas al motor.

Implementación de las 5's

La metodología de las 5's es una herramienta poderosa para mejorar la eficiencia y productividad de cualquier proceso. En este caso, nos centraremos en el mantenimiento de motores de corriente alterna. Aunque estos motores no tienen una exigencia tan demandante como en la industria, las máquinas, al tener bastante tiempo de uso, requieren un mantenimiento más controlado y constante para preservar su vida útil.

Para incorporar el plan de acción de las 5's, se toman en cuenta dos factores clave: el encargado del departamento de mantenimiento y el instructor del taller.

El encargado de mantenimiento debe asegurarse de que los motores funcionen correctamente. Esta responsabilidad es crucial cuando se presenta una falla que requiera ser reparada de inmediato, como indica la metodología de las 5's. Al mantener los motores en óptimas condiciones, se previenen tiempos muertos durante la capacitación de estudiantes o trabajadores. Empresas como Grupo IDESA, Grupo ITISA y Siemens, por mencionar algunas, requieren que sus trabajadores estén capacitados, por lo que los motores y, especialmente, las máquinas e instalaciones deben estar en condiciones óptimas.

El instructor, por su parte, debe mantener sus herramientas y materiales de trabajo clasificados y organizados para facilitar cualquier intervención. El taller debe estar limpio y seco para evitar accidentes y prevenir averías en las máquinas, ya que algunas pueden llegar a derramar aceite debido al tiempo que llevan en funcionamiento.

La metodología de las 5's nos ayuda a prevenir descomposturas o accidentes en el área de trabajo y a encontrar las herramientas de manera más rápida. Por ello, se implementará una bitácora de mantenimiento donde se asignarán tareas semanales, mensuales y anuales, como está reflejado en la tabla 1.

Bitácora de mantenimiento.					
 Descripción	Responsable	Comentarios	Frecuencia de Mantenimiento.		
			Semanal	Mensual	Anual
Inspección general.	Instructor del taller.	Completa la inspección general visualmente para asegurarte que todo esté en orden.		✓	
Limpieza.	Intendentes	Inspecciona los rodamientos y correas, ajusta o repara si es necesario.	✓		
Revisión de los rodamientos	Encargado de mantenimiento.	Remueve polvo o suciedad del motor.		✓	
Condición del motor.	Encargado de mantenimiento.	Revisa la condición del motor a través de la temperatura o vibración.			✓
Comprobar si hay alimentación trifásica equilibrada.	Encargado de mantenimiento.	La potencia desequilibrada puede acortar la vida útil del motor debido a la acumulación excesiva de calor.			✓
Revisión de lubricación.	Encargado de mantenimiento.	Asegúrate que todos los componentes estén bien lubricados de acuerdo con la recomendación			✓
Especificación del mantenimiento.					

Tabla 1 Bitácora de mantenimiento.

1. Clasificar las herramientas de trabajo y los motores que mejor funcionen.
2. Organizar los materiales que se utilizan con más frecuencia.
3. Limpiar el área de trabajo para evitar accidentes o retrasos.
4. Estandarizar y monitorear la frecuencia del mantenimiento.
5. Disciplina mantener constante los anteriores puntos para tener así un mejor control.

Resultados

Resultado del mantenimiento a un motor monofásico.

Ya que tenemos las mediciones, procedimos al armado del motor. El resultado es el siguiente: "ilustración 55".



Ilustración 55 Motor armado.

Procedemos a instalar el motor y verificamos que el agua fluya correctamente en todas las llaves, comenzando por la del baño. Efectivamente, el agua fluye sin problemas, como se puede apreciar en la ilustración 56.



Ilustración 56 Lavabo del baño.

Además de verificar el flujo de agua en el baño, también realizamos una revisión en los lavabos ubicados en los talleres. Estos lavabos son esenciales para las actividades diarias y deben contar con un suministro de agua constante y confiable.

Al abrir las llaves de los lavabos en los talleres, observamos que el agua fluye de manera adecuada, sin interrupciones ni fluctuaciones en la presión, como se puede observar en la ilustración 57. Este flujo constante es crucial para las tareas y actividades que se llevan a cabo en estos espacios.



Ilustración 57 Lavabo del taller de electricidad.

La verificación en los lavabos de los talleres complementa nuestra inspección y nos permite confirmar que el motor instalado está funcionando correctamente en todas las áreas del CECATI. Esta doble comprobación asegura que el suministro de agua sea eficiente y esté disponible donde más se necesita.

Resultado del mantenimiento a un motor bifásico.

Una vez colocado el platino, se reconectó el motor para verificar su funcionamiento. El motor encendió sin necesidad del impulso anteriormente dado con la cuerda, lo que indica que ahora funciona correctamente. Sin embargo, aún faltan realizar las pruebas nuevamente para observar cómo varía el rendimiento con el capacitor en funcionamiento.

Se inició con la prueba de arranque, la cual arrojó un resultado de 3.5 amperios, como se observa en la ilustración 58, muy similar al obtenido anteriormente, que fue de 3.4 amperios de la ilustración 36. Esto confirma que el motor está funcionando correctamente.



Ilustración 58 Medición de arranque.

Se realizó nuevamente la prueba de temperatura, obteniendo un resultado de 20.4°C, como se muestra en la ilustración 59, lo que representa una disminución de 3 grados en comparación con la prueba anterior. Aunque la diferencia no es significativa, con el tiempo, esto puede afectar el funcionamiento del motor.

El motor funciona correctamente y las pruebas arrojaron resultados normales, sin anomalías. Por lo tanto, se diagnostica que el motor es apto para continuar con sus funciones.



Ilustración 59 Medición de temperatura con el capacitor.

A continuación, procedemos a montar y verificar el funcionamiento del taladro de columna. Este paso es esencial para asegurarnos de que el motor, recién instalado y probado, continúe operando con normalidad bajo las condiciones reales de uso.

El taladro de columna es una herramienta fundamental para la capacitación de los estudiantes, ya que permite realizar perforaciones precisas y eficientes. Al montarlo, nos aseguramos de que esté correctamente alineado y fijado para garantizar la precisión y seguridad durante su uso.

Una vez montado, realizamos una serie de pruebas para comprobar que el motor sigue funcionando sin problemas. Encendemos el taladro y observamos su rendimiento en diferentes velocidades y con diversos materiales. Verificamos que no haya vibraciones excesivas, ruidos inusuales o cualquier otro signo de mal funcionamiento como se puede observar en la ilustración 60.

Estas pruebas nos permiten confirmar que el motor está operando de manera eficiente y que el taladro de columna está cumpliendo su función adecuadamente.

Con estas verificaciones, podemos concluir que tanto el motor como el taladro de columna están funcionando correctamente, garantizando un rendimiento óptimo y seguro en el taller.



Ilustración 60 Taladró de columna.

Resultado del mantenimiento de un motor trifásico.

Una vez que hemos verificado que el motor tiene continuidad, procedemos a ensamblarlo completamente. Este proceso incluye la colocación cuidadosa del estator y sus respectivas tapas, asegurándonos de que todos los componentes estén correctamente alineados y fijados. Es crucial que cada paso se realice con precisión para garantizar el funcionamiento óptimo del motor.

Posteriormente, llevamos a cabo una serie de pruebas exhaustivas para asegurarnos de que el motor funcione con normalidad. Estas pruebas incluyen la verificación de la corriente eléctrica, la velocidad de rotación y la eficiencia energética. Además, monitoreamos cualquier señal de fallas o sobrecalentamiento, ya que estos problemas podrían comprometer la integridad y el rendimiento del motor.

Tras corroborar que el motor no presenta ninguna falla y que su temperatura de operación es adecuada, procedemos a montarlo en la fresadora. Este paso es esencial para evaluar su desempeño en condiciones reales de trabajo. Observamos detenidamente cómo responde el motor bajo carga y si cumple con los requisitos de precisión y potencia necesarios para las operaciones de fresado, como se observa en la ilustración 61.



Ilustración 61 Funcionamiento de la fresadora.

Finalmente, documentamos todos los resultados obtenidos durante las pruebas y el montaje, asegurándonos de que el motor esté listo para su uso continuo en la fresadora. Este proceso meticuloso garantiza que el equipo funcione de manera eficiente y segura, minimizando el riesgo de fallos durante su operación.

Resultado de la implementación del plan de mantenimiento.

Durante los meses de marzo, abril y mayo, se llevaron a cabo tareas de mantenimiento que incluyeron limpieza, lubricación, análisis del motor y verificación de la alimentación. Estas actividades se realizaron de manera moderada, registrando la fecha de cada intervención y marcando con una palomita el tipo de mantenimiento efectuado, como se observa en la tabla 2.

Bitácora de mantenimiento.					
 Descripción	Responsable	Comentarios	Frecuencia de Mantenimiento.		
			Semanal	Mensual	Anual
Inspección general.	Instructor del taller.	Completa la inspección general visualmente para asegurarte que todo esté en orden.	03/03/25 19/03/25 27/03/25 ✓		
Limpieza.	Intendentes	Inspecciona las áreas de trabajo y hace limpieza de los talleres y maquinas.	07/03/25 21/03/25 28/03/25 ✓		
Revisión de los rodamientos	Encargado de mantenimiento.	Remueve polvo o suciedad del motor.		12/03/25 ✓	
Condición del motor.	Encargado de mantenimiento.	Revisa la condición del motor a través de la temperatura o vibración.		12/03/25 ✓	
Comprobar si hay alimentación trifásica equilibrada.	Encargado de mantenimiento.	La potencia desequilibrada puede acortar la vida útil del motor debido a la acumulación excesiva de calor.		12/03/25 ✓	
Revisión de lubricación.	Encargado de mantenimiento.	Asegúrate que todos los componentes estén ben lubricados de acuerdo con la recomendación		12/03/25 ✓	
Especificación del mantenimiento:					

Tabla 2 Bitácora del plan de mantenimiento implementado en el mes de marzo.

En el mes de abril se realizaron muy pocas acciones de mantenimiento debido a que fue periodo de vacaciones y el personal y alumnos no estuvieron en las instalaciones, haciendo uso de las maquinas, como se aprecia en la tabla 3.

 Bitácora de mantenimiento.					
Descripción	Responsable	Comentarios	Frecuencia de Mantenimiento.		
			Semanal	Mensual	Anual
Inspección general.	Instructor del taller.	Completa la inspección general visualmente para asegurarte que todo esté en orden.	08/04/25		
Limpieza.	Intendentes	Inspecciona las áreas de trabajo y hace limpieza de los talleres y maquinas.	10/04/25 ✓ ✓		
Revisión de los rodamientos	Encargado de mantenimiento.	Remueve polvo o suciedad del motor.			
Condición del motor.	Encargado de mantenimiento.	Revisa la condición del motor a través de la temperatura o vibración.		29/04/25 ✓	
Comprobar si hay alimentación trifásica equilibrada.	Encargado de mantenimiento.	La potencia desequilibrada puede acortar la vida útil del motor debido a la acumulación excesiva de calor.			
Revisión de lubricación.	Encargado de mantenimiento.	Asegúrate que todos los componentes estén bien lubricados de acuerdo con la recomendación			
Especificación del mantenimiento:					

Tabla 3 Bitácora del plan de mantenimiento implementado en el mes de abril.

En el mes de mayo se volviera a retomar las tareas de mantenimiento, con poco menos constantes que en el primer mes pero aun así los resultados son satisfactorios como se observa en la tabla 4.

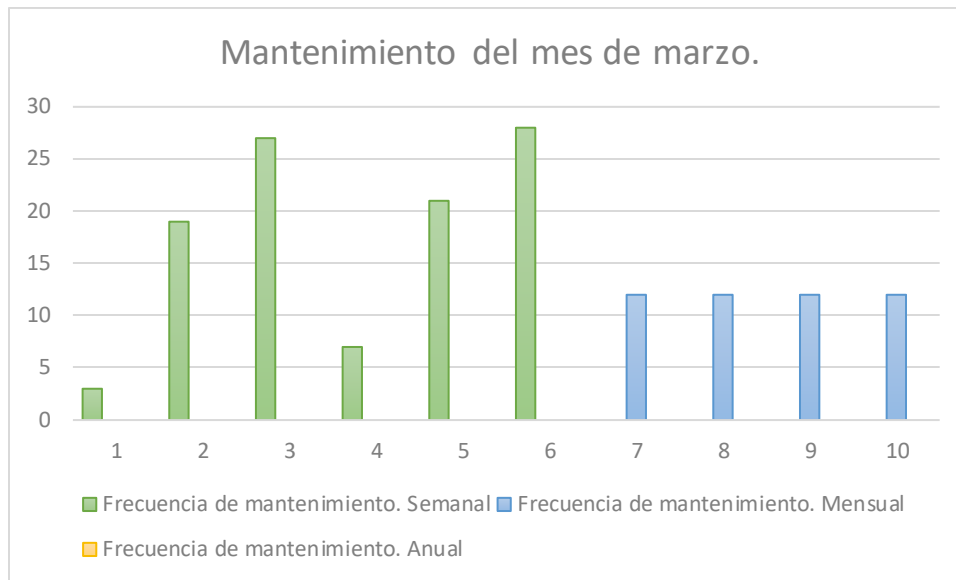
 Bitácora de mantenimiento.					
Descripción	Responsable	Comentarios	Frecuencia de Mantenimiento.		
			Semanal	Mensual	Anual
Inspección general.	Instructor del taller.	Completa la inspección general visualmente para asegurarte que todo esté en orden.	06/05/25 13/05/25 ✓		
Limpieza.	Intendentes	Inspecciona las áreas de trabajo y hace limpieza de los talleres y maquinas.	02/05/25 16/05/25 ✓		
Revisión de los rodamientos	Encargado de mantenimiento.	Remueve polvo o suciedad del motor.			
Condición del motor.	Encargado de mantenimiento.	Revisa la condición del motor a través de la temperatura o vibración.		07/05/25 ✓	
Comprobar si hay alimentación trifásica equilibrada.	Encargado de mantenimiento.	La potencia desequilibrada puede acortar la vida útil del motor debido a la acumulación excesiva de calor.			
Revisión de lubricación.	Encargado de mantenimiento.	Asegúrate que todos los componentes estén ben lubricados de acuerdo con la recomendación		07/05/25 ✓	
Especificación del mantenimiento:					

Tabla 4 Bitácora del plan de mantenimiento implementado en el mes de mayo.

La gráfica titulada "Mantenimiento del mes de marzo" presenta la frecuencia de las actividades de mantenimiento realizadas durante ese mes, diferenciadas por su periodicidad: semanal, mensual y anual. A continuación, se detallan los hallazgos más relevantes:

- Frecuencia de mantenimiento semanal: Representada por las barras verdes, se observa que la frecuencia de mantenimiento semanal varía significativamente a lo largo del mes. La grafica nos indica 2 días con la mayor cantidad de actividades de mantenimiento, alcanzando valores cercanos a las 27 actividades registradas. Esto sugiere que, en esos días, se llevaron a cabo más tareas de mantenimiento de rutina.
- Frecuencia de mantenimiento mensual: Las barras azules indican las actividades de mantenimiento mensual. Estas actividades se mantienen relativamente constantes a lo largo del mes, con una frecuencia que oscila alrededor de las 10 actividades registradas por día. Esto refleja una distribución más uniforme de las tareas de mantenimiento programadas mensualmente.
- Frecuencia de mantenimiento anual: Representada por las barras amarillas, se observa que no hubo actividades de mantenimiento anual registradas durante el mes de marzo. Esto se debe a que las tareas anuales están programadas para otros meses del año o simplemente no fueron tomadas en cuenta durante este periodo.

La gráfica sugiere que la implementación del plan de mantenimiento tuvo una buena aceptación durante el mes de marzo. Sin embargo, es importante continuar monitoreando estos datos en los meses siguientes para evaluar la consistencia y efectividad del plan de mantenimiento a lo largo del tiempo.

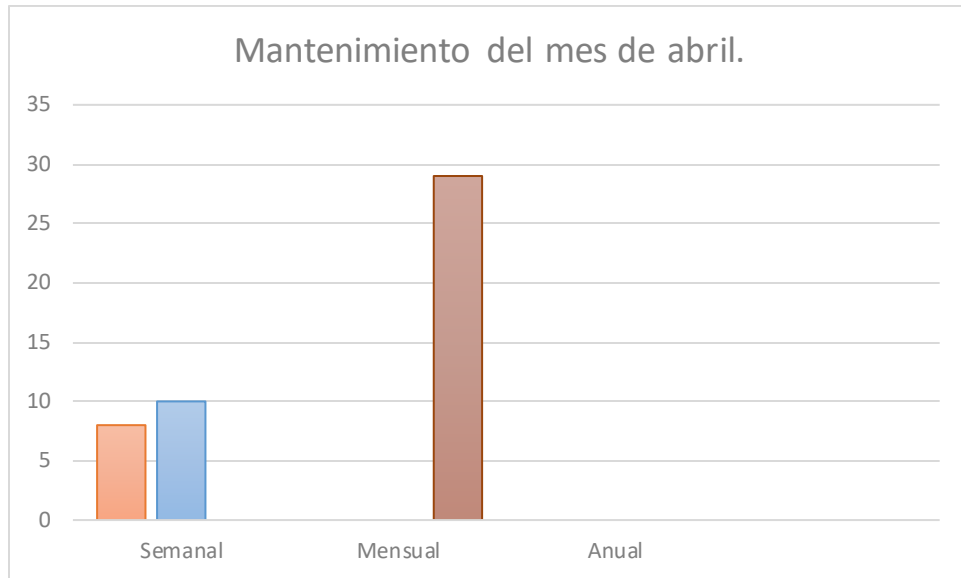


Gráfica 1 Mantenimiento del mes de marzo.

En el análisis del mantenimiento realizado durante el mes de abril, es importante destacar la variación en las actividades de mantenimiento. Como se puede observar en la gráfica a continuación, existe una notable disminución en las tareas de mantenimiento durante este período.

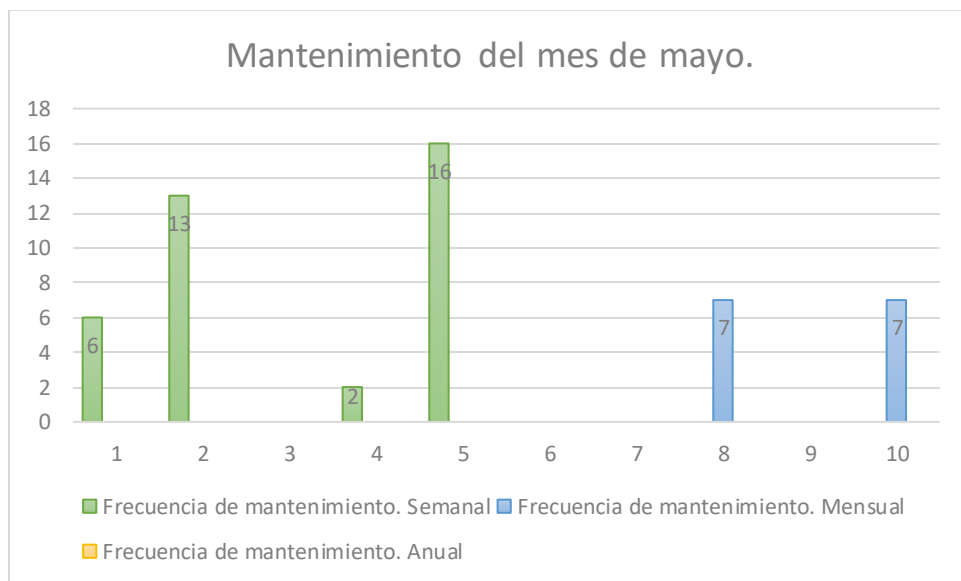
Esta disminución se atribuye principalmente a las vacaciones de Semana Santa, un período en el que muchas actividades laborales se reducen. La gráfica muestra claramente cómo el mantenimiento mensual se ve afectado, mientras que las tareas semanales, mantienen una frecuencia más estable.

La grafica nos ayuda a visualizar mejor estos cambios y a entender el impacto que tienen las festividades en las operaciones regulares de mantenimiento. Esto es crucial para la planificación futura y para la asignación de recursos durante períodos de baja actividad.



Gráfica 2 Mantenimiento del mes de abril.

Al analizar el mantenimiento realizado durante el mes de mayo, observamos una mejora en comparación con el mes anterior. Sin embargo, los niveles aún no alcanzan los estándares iniciales registrados en el período de marzo. La gráfica a continuación ilustra esta situación:



Gráfica 3 Mantenimiento del mes de mayo.

En la gráfica 3, se puede apreciar que la frecuencia de mantenimiento semanal y mensual muestra una ligera mejoría. La frecuencia semanal, representada en verde,

alcanza su punto máximo en la segunda semana con 13 actividades registradas y en la cuarta semana con 16 actividades registradas. Por otro lado, la frecuencia mensual, representada en azul, se mantiene constante con respecto a las actividades registradas en las dos últimas semanas del mes.

Aunque se observa una mejora, es importante continuar con los esfuerzos para alcanzar los niveles óptimos de mantenimiento registrados inicialmente. Esta visualización nos ayuda a identificar las áreas de oportunidad y a planificar estrategias para mejorar la eficiencia del mantenimiento en los próximos meses.

Conclusiones

En el desarrollo de este proyecto de mantenimiento a motores, se logró cumplir con la mayoría de los puntos señalados en el plan inicial. Las tareas de limpieza, lubricación, inspección general, análisis del motor, identificación de las fallas, reparación o cambio de componentes del motor.

Se llevaron a cabo de manera efectiva y sistemática, contribuyendo al buen funcionamiento de las máquinas y prolongando la vida útil de los motores.

Sin embargo, es importante destacar que el mantenimiento anual no se pudo completar en su totalidad debido al poco tiempo de mi estancia. Este aspecto representa un área de mejora para futuros proyectos.

Además, se identificó que lidiar con la cultura existente en el mantenimiento es un desafío significativo. La resistencia al cambio y la falta de adherencia a las nuevas prácticas pueden obstaculizar el progreso. No obstante, con dedicación y perseverancia, estamos convencidos de que es posible cambiar esta cultura y establecer un enfoque más proactivo y eficiente en el mantenimiento de motores.

En resumen, aunque se enfrentaron desafíos, los logros alcanzados demuestran que con un enfoque metódico y comprometido, se puede mejorar sustancialmente el mantenimiento de los motores, asegurando así su óptimo rendimiento y confiabilidad para la capacitación de los estudiantes.

Competencias desarrolladas

- Trabajo en equipo.
- Limpieza y orden en el área de trabajo.
- Aplica las leyes de electricidad, para la reparación de motores eléctricos.
- Reconoce los componentes mecánicos de los motores.
- Identifica las fallas más comunes en los motores.
- Aplica las medidas de seguridad e higiene y protección al medio ambiente durante el mantenimiento.
- Demuestra habilidad y destreza en los aparatos de medición.
- Manifiesta puntualidad.

Fuentes de información

- Da Cruz, S. L. A., Bottega, D. D. S., & De Paiva, M. J. M. (2021). Anticoncepcional oral: efeitos colaterais e a sua relação com a trombose venosa. *Research Society And Development*, 10(14), e283101421798.
<https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21798>
- Rodríguez, A., & Elena, M. (2018). Programación didáctica del módulo profesional Automatismos Industriales, de primer curso de Técnico en Instalaciones Eléctricas y Automáticas. <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/10486>
- S&P. (2024, 5 diciembre). Motores monofásicos: características y aplicaciones | S&P. S&P Sistemas de Ventilación.
<https://www.solerpalau.com/es-es/blog/motor-monofasico/>
- Electrico, M. (2023, 28 julio). Motores eléctricos: monofásicos, bifásicos y trifásicos. www.mantenimientoelectrico.com.
<https://www.mantenimientoelectrico.com/motores-electricos/motores-electricos-monofasicos-bifasicos-y-trifasicos-n3702>
- Sicma. (2024, 26 enero). Cómo se realiza el mantenimiento de un motor eléctrico. Soluciones Integrales para la Industria 4.0.
<https://www.sicma21.com/mantenimiento-de-un-motor-electrico/>
- Motores eléctricos: las 10 fallas más comunes. (s. f.). TRACTIAN.
<https://traction.com/es/blog/fallas-en-motores-electricos-conoce-las-10-causas-mas-comunes-y-como-evitarlas>