

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA
MANTENER EN ÓPTIMAS CONDICIONES
LOS PRINCIPALES ELEMENTOS DE LA
MAQUINARIA TEXTIL**

PROYECTO DE INVESTIGACION

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECATRONICO

PRESENTA
ROBERTO AXEL CALZADA GARCIA

COACALCO DE BERRIOZABAL, MÉX. NOVIEMBRE, 2023

Agradecimientos

Quiero agradecer a mis padres que han sido mi principal apoyo en mis peores y mejores momentos ya que con sus consejos, enseñanzas y tolerancia y esfuerzo me han brindado ese respaldo incondicional para culminar esta etapa de mi vida. A mis hermanas que en el día a día con su presencia, cariño y respaldo me impulsan a seguir adelante, además de saber que mis logros también son los suyos. También quiero agradecer a mi novia que a lo largo de la carrera me apoyo incondicionalmente y me mostro su apoyo para poder llegar hasta aquí.

Este no ha sido un camino fácil, pero gracias a todo su apoyo, amor, consejos y esfuerzo he llegado hasta aquí. Gracias a mis padres, a mis hermanas y mi novia.

Gracias por todo, los amo.

Resumen

La hilatura es un proceso industrial en el que, a base de operaciones más o menos complejas, con las fibras textiles, ya sean naturales o artificiales, se crea un nuevo cuerpo textil fino, alargado, resistente y flexible llamado hilo.

Este proyecto se realizó con el fin de mostrar los pasos a seguir para optimizar los elementos y componentes que se encuentran en los sistemas mecatrónicos en una empresa de giro textil y así poder mostrar la relación que tiene la carrera de Ingeniería Mecatrónica con las actividades realizadas.

Dentro de este proyecto se va a poder encontrar como poder optimizar los elementos de la maquinaria o sistema mecatrónico que son los variadores de frecuencia, los tableros de control eléctrico y los motores eléctricos que todo esto en conjunto harán que la maquinaria trabaje de forma óptima y prolongaremos la vida útil de la maquinaria.

INDICE

Agradecimientos.....	2
Resumen.....	3
CAPITULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	6
Introducción.....	7
Justificación	8
Objetivos	9
Alcances y limitaciones	10
CAPITULO II. MARCO TEORICO	11
Sistema Mecatrónico	12
Partes de los sistemas mecatrónicos	12
Características de los sistemas mecatrónicos.....	13
Principio de funcionamiento de los sistemas mecatrónicos	13
¿Cuáles son los elementos tecnológicos que conforman los sistemas macarrónicos?.....	13
¿Para qué sirven los sistemas mecatrónicos?.....	14
Mantenimiento.....	15
Tipos de Mantenimiento	16
Mantenimiento de un sistema mecatrónico.....	17
Partes de un motor eléctrico.....	19
Partes del motor eléctrico que requieren mantenimiento.....	21
Fallas más comunes de un motor eléctrico.....	22
Proceso para inspeccionar un motor	23
Mantenimiento Preventivo de un motor	23
Mantenimiento correctivo de un motor	24
Mantenimiento Predictivo de un motor	24
Control Eléctrico	26
Variador de Frecuencia	27
Estructura electrónica de un variador de frecuencia.....	28
Ventajas y Desventajas de la implementación de un variador de frecuencia.	29
CAPITULO III. DESARROLLO	31
Procedimiento para tener en condiciones óptimas un tablero de control eléctrico.....	32

Pasos para la puesta en marcha de un variador de frecuencia	33
Pasos a seguir para optimizar y elevar la vida útil de un motor eléctrico.....	34
CAPITULO IV. RESULTADOS	36
Procedimiento para tener en condiciones óptimas un tablero de control eléctrico.....	37
Procedimiento para la puesta en marcha de un variador de frecuencia.....	41
Procedimiento para optimizar y elevar la vida útil de un motor eléctrico.....	64
CONCLUSIONES	73
COMPETENCIAS DESARROLLADAS	74
FUENTES DE INFORMACION.....	75
ANEXOS	76

CAPITULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO

Introducción

La actividad textil, aunque no como industria como tal, prácticamente existe desde que el individuo comenzó a vestirse. Al principio, se desarrollaba en los hogares y de manera muy artesanal. Posteriormente, con la Primera Revolución Industrial, comenzaron instalarse talleres para producir de forma constante. Esto, con procesos que aún necesitaban de una gran cantidad de mano de obra. Sin embargo, a partir del siglo XIX, el sector textil comenzó a modernizarse con nuevas tecnologías. Así, se desarrolló una producción en mayores volúmenes sin requerir de un incremento significativo en el número de trabajadores. Cabe señalar además que a partir del siglo XX las fibras sintéticas como el nailon o el poliéster empezaron a ganar terreno. Esto, frente a insumos naturales como el algodón y la lana.

La industria textil destaca, frente a otros sectores, por la gran cantidad de mano de obra que emplea a lo largo de todo el mundo. Además, al necesitar maquinaria liviana, puede instalarse en cualquier lugar del globo donde pueda aprovechar el menor coste por hora hombre de trabajo.

Anteriormente el proceso de fabricación del material textil ya sea un hilo o una tela se realizaba de un modo artesanal ya que los métodos para realizar dichos materiales no eran automatizados, hoy en día gracias a la automatización y la implementación de sistemas mecatrónicos se puede realizar este proceso de una forma mucho más fácil y sencilla.

Justificación

El presente proyecto se realiza con la finalidad de mostrar cómo se realizan las actividades más comunes dentro del área de mantenimiento eléctrico en una empresa textil en el área de Hilatura.

Esto se realiza con análisis de información, rutinas de inspección y planes de mantenimiento que benefician a la maquinaria y al área de Hilatura.

Este proyecto muestra cómo se realiza a cabo el mantenimiento de motores eléctricos, como realizar el mantenimiento adecuado a un tablero de control eléctrico y como se programa un Variador de Frecuencia para las maquinas que se ocupan dentro de la empresa textil en específico el área de hilatura.

En este desarrollo se omite información tanto técnica como de la maquinaria y sus procesos, esto es debido a la confidencialidad y políticas de la empresa de donde se tomó evidencia para este desarrollo.

Objetivos

Mostrar el proceso para mejorar el rendimiento de un motor eléctrico, optimizar y mantener un tablero eléctrico y la puesta en marcha de un variador de frecuencia Yaskawa GA800, esto se realiza con el fin de demostrar las competencias aprendidas durante la carrera de Ingeniería Mecatrónica y mostrar la relación que tiene dicha carrera con el trabajo que se realiza dentro de un taller de mantenimiento eléctrico de sistemas mecatrónicos y control de una empresa textil.

Objetivos Específicos:

- Demostrar y dar a conocer los tipos de mantenimiento de un sistema mecatrónico y control que se realizan.
- Implementar los conocimientos adquiridos durante la carrera.
- Dar un mejor funcionamiento mediante la optimización de los principales componentes eléctricos de las máquinas de una empresa de giro textil en el área de Hilatura.

Alcances y limitaciones

Alcances

- Mostrar el proceso para optimizar y mejorar el rendimiento de las máquinas.
- Mostrar las principales elementos de la maquinaria textil.
- Implementar las competencias aprendidas durante la carrera en la empresa.

Limitaciones

- Este informe solo se enfoca en el departamento de mantenimiento eléctrico de una empresa textil abarcando el área de Hilatura.

CAPITULO II. MARCO TEORICO

Sistema Mecatrónico

Los sistemas mecatrónicos tienen la tarea de, junto con la sensorica, el procesamiento, la actórica y elementos de la mecánica, electrónica e informática (así como otras tecnologías que sean necesarias), transformar, transportar o almacenar la energía, la materia y/o la información. Los sistemas mecatrónicos pueden entonces ser divididos en grupos funcionales, unos que forman los lazos de control mediante módulos eléctricos, magnéticos, térmicos, ópticos, mecánicos, sensores para la recolección de variables a supervisar, actuadores para la regular y controlar, así como procesadores e informática para manejo de la información.



FIGURA 1 Sistema Mecatrónico (AVANTEK, 2023)

Partes de los sistemas mecatrónicos

A continuación, señalamos sus piezas esenciales:

Estructura: También conocido como el cuerpo del sistema. Cumple la función de integrar a todos los elementos que componen el sistema

Sensores: Es el encargado de detectar elementos físicos o químicos y transformarlos en variables eléctricas

Actuadores: Son los que generan la acción dentro del sistema, por ejemplo, un motor.

Controladores: Cumplen la función de guiar todas las operaciones asociadas de temporización al sistema, como por ejemplo el conteo lógico

Interfaces: Es la vía por donde se conectan los dispositivos que conforman los sistemas mecatrónicos

Características de los sistemas mecatrónicos

- Son procedimientos con una alta precisión
- Control de software mediante medios electrónicos, principalmente micro computadores.
- Recibe señales, las procesa y genera respuesta por medio de actuadores
- Convergen disciplinas de la mecánica, la electrónica y la electricidad

Principio de funcionamiento de los sistemas mecatrónicos

Su operatividad radica en almacenar señales, las resuelve y formulando una respuesta a través de equipos como de actuadores, proporcionando movimientos en el sistema en el que se va a actuar. El principal objetivo de su funcionamiento es el estudio y diseño de productos y procesos.

¿Cuáles son los elementos tecnológicos que conforman los sistemas macarrónicos?

- Sistemas electromecánicos y computacionales diseñados por computadora
- Sistemas de manufactura asistidos por computadora
- Sistemas de calidad
- Sistemas sensoriales de visión y de no visión
- Mecanismos de precisión
- Actuadores de aplicación específica.
- Técnicas de integración sensorial
- Interfaces inteligentes

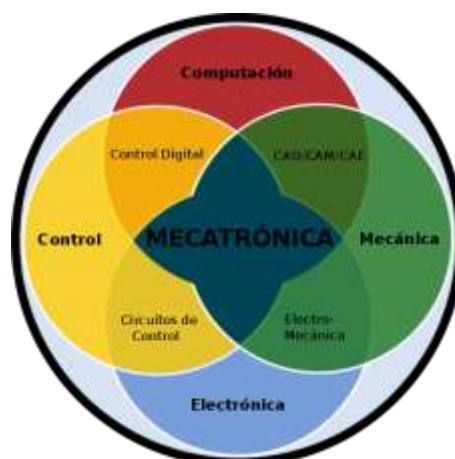


FIGURA 2 Elementos de la mecatrónica
(Isaac Romero, 2022)

¿Para qué sirven los sistemas mecatrónicos?

En la industria este tipo de métodos son implementados para:

- Automatizar las máquinas y obtener procesos productivos de mayor calidad
- Crear productos inteligentes con eficiencia
- Armonizar los componentes mecánicos y electrónicos de las máquinas para un mejor desarrollo de los equipos
- Simulación de eventos mecánicos, entre otros.



FIGURA 3 Máquina de hilatura automatizada (Saurer, 2019)

Mantenimiento

El mantenimiento es el procedimiento por el cual se trata un bien determinado de manera que el paso del tiempo, el uso o el cambio de circunstancias externas no lo afecten. Hay muchos campos en los que se puede aplicar el término, ya sea para bienes físicos o virtuales. Así, es posible referirse al mantenimiento de una casa, una obra de arte, un vehículo, un programa o conjunto de programas, un sistema, etc. El mantenimiento suele ser realizado por especialistas en la materia.

El mantenimiento es especialmente importante en los bienes necesarios para la producción de bienes y servicios. De este modo, todos aquellos elementos que se requieren como parte de un proceso de producción económico se probarán regularmente para llegar a una conclusión sobre su mantenimiento. Así, por ejemplo, la maquinaria necesaria en una fábrica y de la que depende la producción, seguramente contará con personal para asegurar su correcto funcionamiento diario, realizando el mantenimiento necesario para que esta circunstancia se produzca de forma regular.

Importancia del Mantenimiento

En el mundo moderno estamos acostumbrados a hacer uso de todo tipo de Dispositivos Tecnológicos, teniendo la aplicación de diferentes ciencias y disciplinas que buscan darnos una mejora en nuestro bienestar, acercándonos a los Servicios y satisfaciendo nuestras necesidades básicas para el desempeño de diferentes campos, desde Medios de Transporte hasta el acceso a la Luz, Gas y Agua en el hogar.

Como es de suponer, su uso genera diferentes Desgaste y Fallos, perdiendo progresivamente el rendimiento y las cualidades que tenían sus condiciones en el momento en que se consideran “De Fábrica” por lo que con el transcurso de los años es necesario un cambio, siendo esta necesidad pasible de prolongarse en un periodo mayor si se tienen los cuidados necesarios. Es en estos cuidados donde viene a la mente la palabra Mantenimiento, que consiste en la realización periódica de diferentes tareas que buscan conservar de la mejor manera posible las condiciones que presenta un Artículo Tecnológico, pudiendo ser realizadas periódicamente o teniendo la necesidad de ser realizadas por un tiempo o periodo de uso determinado.

Uno de los ejemplos más prácticos que nos ayuda a entender este concepto es el caso de los Automóviles, donde se realizan diferentes tareas de mantenimiento programadas alrededor del kilometraje que hemos realizado con el vehículo, realizando cambios de aceite, el reemplazo de los filtros de aire, así como de diferentes repuestos y piezas que son vitales para la operación, de lo contrario pueden ocurrir fallas que se derivarán en daños que tienen un costo de reparación muy alto.

Pero no sólo debemos considerar la realización de tareas de mantenimiento como la sustitución o cambio de una pieza en particular, sino que también debemos realizar

comprobaciones y mediciones periódicas de los diferentes niveles que recomiende o sugiera el fabricante, siendo el caso más conocido del aceite lubricante, al que debemos añadir si hay escasez, mediante el uso de la barra de medición.

La importancia de la realización de la misma reside principalmente en una función preventiva, evitando que las piezas y partes vitales para el funcionamiento de un determinado artefacto se desgasten, o haciendo que su funcionalidad o utilidad se prolongue más tiempo, aumentando su ciclo vital y que un dispositivo pueda ser utilizado el mayor tiempo posible sin necesidad de ser cambiado para ser considerado defectuoso.

Tipos de Mantenimiento

Hay dos tipos principales de mantenimiento industrial:

- mantenimiento correctivo, que puede ser paliativo o curativo:
- mantenimiento preventivo, que puede ser sistemático, basado en la condición o predictivo.

Mantenimiento correctivo

Este término se refiere a las intervenciones realizadas en equipos o maquinaria en caso de fallo o avería. Puede ser:

- paliativo, cuando se repara temporalmente el equipo para que pueda seguir realizando una función necesaria de forma parcial o total;
- curativo, cuando el equipo es reparado de forma permanente y devuelto a su estado original o a un estado que le permite realizar su función.

Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento consiste en intervenir en un equipo o una máquina antes de que se produzca una avería para prevenirla. Hay tres subtipos de mantenimiento preventivo:

- mantenimiento preventivo sistemático.
- mantenimiento basado en la condición.
- mantenimiento predictivo.

Mantenimiento preventivo sistemático

Este es el tipo de mantenimiento preventivo más común. Se refiere a las intervenciones realizadas sistemáticamente sobre la base de un período de tiempo fijo o sobre la base de un período de uso (tiempo de funcionamiento, número de movimientos realizados, etc.). Suele corresponder a las especificaciones o recomendaciones del fabricante del equipo en cuestión, pero puede ser ajustado por el usuario según su experiencia.

Si tomamos el ejemplo de un vehículo, un cambio de aceite cada año o cada 10.000 kilómetros es un mantenimiento sistemático.

Mantenimiento preventivo basado en la condición

Estas intervenciones se basan en una condición que se puede medir. Por lo tanto, se realiza a partir de lecturas o mediciones, o comprobaciones (realizadas por un técnico o mediante sensores) que dan información sobre el estado de degradación de los equipos: análisis de vibraciones, nivel de aceite, termografía de infrarrojos, etc. Se definen indicadores relevantes para anticiparse a las averías.

En el ejemplo del coche, cambiar las pastillas de freno cuando se enciende el indicador luminoso correspondiente es una intervención de mantenimiento preventivo condicional.

Mantenimiento predictivo

Se trata de una forma de mantenimiento condicional que se lleva a cabo sobre la base de previsiones extrapoladas del análisis y la evaluación de los parámetros de la degradación de un activo. Se basa en la anticipación del cruce de un umbral predefinido que proporciona información sobre el estado de degradación del equipo antes de que se produzca un mal funcionamiento o una avería.

¿Cuáles son los 5 niveles de mantenimiento?

Existen 5 niveles de mantenimiento. Cada nivel corresponde a un grado de complejidad de las intervenciones:

- el mantenimiento de nivel 1 abarca acciones sencillas que deben realizarse en equipos de fácil acceso.
- el mantenimiento de nivel 2 corresponde a intervenciones menos complejas con procedimientos sencillos de seguir.
- el mantenimiento de nivel 3 se refiere a intervenciones complejas que deben tener en cuenta el equipo en su conjunto y ser realizadas por técnicos especializados.
- el mantenimiento de nivel 4 abarca operaciones complejas e importantes, que requieren uno o varios técnicos especializados, supervisados por un responsable.
- el mantenimiento de nivel 5 corresponde a acciones similares a las de fabricación (reconstrucción, conformidad, etc.) que sólo pueden ser realizadas por el fabricante del equipo o por un proveedor de servicios aprobado por el fabricante.

Mantenimiento de un sistema mecatrónico

Como su nombre lo indica, el mantenimiento de un sistema mecatrónico es un conjunto de prácticas y actividades que buscan asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas, maquinaria e instalaciones eléctricas dentro de una organización de producción. Básicamente, es el área que se encarga de monitorear, revisar, prevenir y reparar los circuitos que funcionan con electricidad. Sin embargo, muchas personas pueden confundir este sector con las actividades de mantenimiento diarias. Por ejemplo, contratar a un técnico para analizar un corte de energía o un circuito defectuoso.

En el caso del mantenimiento eléctrico industrial, se encarga no solo de arreglar las máquinas o reparar fallas, sino también de vigilar estos equipos, y evitar que presenten problemas, en primer lugar. Así, esta categoría de mantenimiento también incluye otras, como el mantenimiento preventivo y correctivo.



FIGURA 4 Revisión tablero de control eléctrico (CEAC, 2020)

Mantenimiento de Motor Eléctrico

En el mundo industrial actual, el uso de motores eléctricos es cada vez más común. Estos dispositivos son esenciales para mantener las operaciones de una amplia variedad de sectores, desde la manufactura hasta la energía. Por lo tanto, es vital entender cómo se realiza el mantenimiento de un motor eléctrico industrial para garantizar su óptimo funcionamiento y prolongar su vida útil.



FIGURA 5 Motor eléctrico (HVV Industrial, 2021)

Motor eléctrico

Un motor eléctrico es un dispositivo electromagnético que convierte la energía eléctrica en energía mecánica mediante la interacción de campos magnéticos, lo que genera movimiento rotativo en un eje central. El movimiento del eje se utiliza para impulsar maquinaria, equipos y procesos de producción en una amplia variedad de industrias.

Los motores eléctricos pueden variar en tamaño, potencia, velocidad y eficiencia, y se seleccionan en función de los requisitos específicos de la aplicación y la carga a la que están destinados.

Para la industria se recomienda utilizar motores eléctricos de alta eficiencia, que son especialmente útiles en estos contextos debido a su mayor rendimiento y menor consumo de energía. Estos motores convierten una mayor proporción de la energía eléctrica que consumen en energía mecánica útil, lo que se traduce en un mejor rendimiento, menor consumo de energía y menores costos operativos en comparación con motores convencionales de menor eficiencia.

Partes de un motor eléctrico

Un motor eléctrico está compuesto por diversas partes que trabajan conjuntamente para convertir la energía eléctrica en energía mecánica.

Para garantizar un funcionamiento eficiente y un mantenimiento adecuado, es importante conocer las distintas partes que componen un motor eléctrico y cómo trabajan en conjunto para convertir la energía eléctrica en movimiento mecánico.

En este punto, analizaremos las partes clave de un motor eléctrico de uso industrial, explicando su función y su relación con el rendimiento general del motor.

Esta información es fundamental para entender cómo mantener y optimizar el funcionamiento de su equipo eléctrico en el entorno industrial.

Estas son las principales partes de un motor eléctrico de uso industrial:

Estator

Es la parte fija y externa del motor que contiene las bobinas de alambre enrolladas alrededor de un núcleo de hierro laminado. Estas bobinas, llamadas devanados del estator, generan un campo magnético cuando se les aplica corriente eléctrica.

Rotor

Es la parte móvil y central del motor que se encuentra en el interior del estator. El rotor, también compuesto por un núcleo de hierro laminado, contiene sus propios devanados o barras conductoras. La interacción entre el campo magnético del estator y el rotor genera el movimiento rotativo.

Bobinado

El bobinado de un motor eléctrico es un conjunto de conductores aislados eléctricamente, por lo general fabricados de cobre o aluminio, que están enrollados en forma de bobinas alrededor del núcleo de hierro del estator o del rotor.

Estas bobinas, cuando se energizan, generan campos magnéticos que interactúan entre sí y producen el movimiento rotativo del motor.

Eje

Es un componente cilíndrico de metal que se conecta al rotor y transmite la energía mecánica generada a la carga que se desea mover. El eje de un motor eléctrico está soportado por rodamientos en ambos extremos para permitir una rotación suave y con baja fricción.

Rodamientos

Los rodamientos más comunes en motores eléctricos industriales son de bolas o de rodillos, y requieren mantenimiento periódico, como la lubricación y la inspección de desgaste.

Ventilación y carcasa

La carcasa protege las partes internas del motor de factores externos, como el polvo, la humedad y los impactos mecánicos.

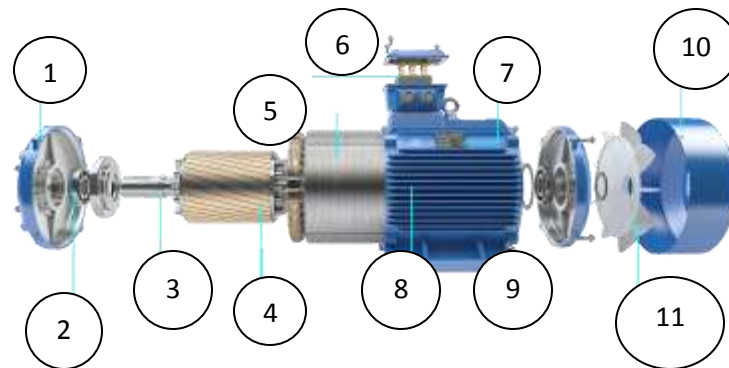
Por otro lado, los sistemas de ventilación, como las aletas de enfriamiento y los ventiladores, ayudan a disipar el calor generado durante la operación del motor para evitar el sobrecalentamiento.

Escobillas y colectores (en motores de corriente continua)

Las escobillas son piezas de carbón o grafito que hacen contacto con el colector, que es una serie de segmentos conductores en el rotor. Las escobillas transmiten la corriente eléctrica al rotor y, debido a su desgaste constante, deben ser revisadas y reemplazadas periódicamente.

Terminales y conexiones eléctricas

Los terminales y conexiones eléctricas permiten la conexión del motor a la fuente de alimentación y a los dispositivos de control y protección, como contactores y relés térmicos.



Partes que componen un motor

1. Cubierta frontal.
2. Rodamiento.
3. Flecha.
4. Rotor.
5. Estator.
6. Caja de conexiones.
7. Placa de identificación.
8. Carcasa.
9. Base de fijación.
10. Cubierta trasera.
11. Ventilador.

FIGURA 6 Partes de un motor eléctrico (Tractian, 2020)

Partes del motor eléctrico que requieren mantenimiento

Algunas partes del motor requieren atención especial y mantenimiento regular para evitar fallas y prolongar su vida útil.

En esta sección, vamos a identificar las partes críticas de un motor eléctrico que requieren mantenimiento y analizaremos las acciones necesarias para mantener el motor en óptimas condiciones de funcionamiento.

- **Bobinado de motores eléctricos:** Las bobinas del estator y el rotor deben ser inspeccionadas periódicamente en busca de signos de desgaste, como aislamiento dañado o conexiones sueltas.
- **Rodamientos:** Los rodamientos son fundamentales para el correcto funcionamiento del motor y requieren la lubricación indicada por el fabricante de forma periódica, así como la inspección del desgaste.
- **Escobillas y colectores:** En los motores de corriente continua, las escobillas y los colectores deben ser inspeccionados y reemplazados si muestran signos de desgaste excesivo.
- **Ventilación y limpieza:** Es importante mantener limpios los conductos de ventilación y el interior del motor para evitar el sobrecalentamiento y garantizar una eficiencia óptima.



FIGURA 7 Embobinado de un motor

Fallas más comunes de un motor eléctrico

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:

- **Sobrecalentamiento:** Puede ser causado por una mala ventilación, sobrecarga o falta de lubricación en los rodamientos.
- **Desgaste de los rodamientos:** Puede provocar vibraciones excesivas y ruido, afectando la eficiencia y la vida útil del motor.
- **Fallos en el bobinado:** Causados porque el aislamiento está dañado, por conexiones sueltas o por cortocircuitos.
- **Daños en las escobillas y colectores:** Estos problemas son comunes en motores de corriente continua y pueden provocar chispas, ruido y pérdida de potencia.



FIGURA 8 Embobinado dañado

(Elías Vidal, RCV Electromecánica, 2022)

Proceso para inspeccionar un motor

Antes de realizar cualquier tipo de mantenimiento en un motor eléctrico industrial, es fundamental llevar a cabo una inspección detallada de sus componentes.

La inspección periódica de un motor eléctrico permite identificar posibles problemas antes de que se conviertan en fallas graves, asegurando así un funcionamiento óptimo y evitando costosos tiempos de inactividad. Los pasos esenciales para inspeccionar un motor eléctrico y las consideraciones clave a tener en cuenta son:

- **Revisión visual:** Inspeccionar el motor en busca de signos de daños externos, conexiones sueltas o deterioro en las partes aislantes.
- **Verificación de la temperatura:** Medir la temperatura del motor durante su funcionamiento para asegurar que no se sobrecalienta.
- **Análisis de vibraciones:** Utilizar un analizador de vibraciones para detectar posibles problemas en los rodamientos o desequilibrios en el rotor.
- **Inspección eléctrica:** Realizar pruebas eléctricas como la medición de resistencia de aislamiento, resistencia DC, análisis de corrientes y tangente Deltav.
- **Termografía:** Utilizar cámaras termográficas para detectar puntos calientes en el motor que puedan indicar problemas.

Partiendo de la premisa de que el mantenimiento de un motor eléctrico garantiza su rendimiento, eficiencia y vida útil. Existen diferentes tipos de mantenimiento que pueden aplicarse a un motor eléctrico, cada uno con sus propias ventajas y consideraciones.

A continuación, detallaremos las diferentes estrategias de mantenimiento que se pueden aplicar a los motores eléctricos industriales, incluyendo el mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, y cómo llevar a cabo cada uno de ellos de manera efectiva para asegurar un funcionamiento óptimo.

Mantenimiento Preventivo de un motor

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.

Pasos a realizar para el mantenimiento preventivo de un motor eléctrico:

- **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.

Mantenimiento correctivo de un motor

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.

Pasos a realizar para el mantenimiento correctivo de un motor eléctrico:

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

Mantenimiento Predictivo de un motor

El mantenimiento predictivo de un motor eléctrico es un enfoque proactivo que utiliza tecnologías de monitoreo y análisis para predecir posibles fallas y programar el mantenimiento antes de que ocurran problemas.

Ejemplos de técnicas de mantenimiento predictivo que se pueden llevar a cabo en un motor eléctrico:

- **Termografía:** Identificar puntos calientes en el motor que puedan indicar problemas.
- **Resistencia de aislamiento:** Medir la resistencia de aislamiento para detectar deterioro en el aislamiento de las bobinas.
- **Resistencia DC:** Verificar la resistencia en los devanados del motor para identificar posibles cortocircuitos o conexiones sueltas.

- **Análisis de corrientes:** Monitorear las corrientes eléctricas en el motor para identificar desequilibrios o problemas en los devanados.
- **Tangente Deltav:** Medir la pérdida dieléctrica en el aislamiento del motor para evaluar su estado.
- **Análisis de vibraciones:** Utilizar un analizador de vibraciones para detectar problemas en los rodamientos o desequilibrios en el rotor.



FIGURA 9 Análisis de un motor (Preditec, 2018)

Control Eléctrico

Los controles eléctricos son enlaces eléctricos fabricados para controlar y procesar la entrada de los impulsos eléctricos en equipos sencillos o complejos, como es el caso de las maquinas industriales, que contienen una serie de dispositivos que se encargan de realizar la función controladores, tales como, interruptor de control, contactores, materiales sintético y conductores de electricidad que se utilizan como controles de arranque en equipos como bombas, motores, aparatos mecánicos, refrigeradores, entre otros. Es decir, se emplean para controlar el flujo de corriente eléctrica en aparatos de su uso industrial o incluso doméstico.

Este dispositivo electromagnético toma la señal desde una variable eléctrica y luego ajusta su función controladora mediante la comparación que realiza con un punto fijo que le proporciona la señal de entrada para procesar y ejecutar el control de salida.

Tipos de controles eléctricos:

Control automático: Un control automático está formado por un arrancador electromagnético o contactor controlado por uno o más dispositivos pilotos automáticos. La orden inicial de marcha puede ser automática, pero generalmente es una operación manual, realizada en un panel de pulsadores e interruptores.

Control Semi-Automático: Los controladores que pertenecen a esta clasificación utilizan un arrancador electromagnético y una o más dispositivos pilotos manuales tales como pulsadores, interruptores de maniobra, combinadores de tambor o dispositivos análogos.

Manual: Este tipo de control se ejecuta manualmente en el mismo lugar en que está colocada la máquina. Este control es el más sencillo y conocido y es generalmente el utilizado para el arranque de motores pequeños a tensión nominal.



FIGURA 10 Tablero de control eléctrico (CEAC, 2020)

Variador de Frecuencia

Un variador de frecuencia por definición es un regulador industrial que se encuentra entre la alimentación energética y el motor. La energía de la red pasa por el variador y regula la energía antes de que ésta llegue al motor para luego ajustar la frecuencia y la tensión en función de los requisitos del procedimiento.

Los variadores reducen la potencia de salida de una aplicación, como una bomba o un ventilador, mediante el control de la velocidad del motor, garantizando que no funcione a una velocidad superior a la necesaria.

El uso de variadores de frecuencia para el control inteligente de los motores tiene muchas ventajas financieras, operativas y medioambientales ya que supone una mejora de la productividad, incrementa la eficiencia energética y a la vez alarga la vida útil de los equipos, previniendo el deterioro y evitando paradas inesperadas que provocan tiempos de improductividad.

El variador de frecuencia también es conocido como convertidor de frecuencia de corriente alterna, convertidor de velocidad variable, variador de velocidad, VSD, VFC o VFD por sus siglas en inglés o simplemente variador o convertidor. A menudo hay confusiones sobre la diferencia entre variador de velocidad y variador de frecuencia o convertidor de frecuencia. Si tomamos como referencia las siglas más ampliamente usadas a nivel internacional (“VFD” del inglés “Variable Frequency Drive”), y lo traducimos literalmente, nos conduciría a “Accionamiento de Frecuencia Variable”. Sin embargo, los términos más utilizados actualmente en nuestro país son convertidor de frecuencia y variador de frecuencia.



FIGURA 11 Variadores de frecuencia (ABB, 2018)

Estructura electrónica de un variador de frecuencia

La estructura electrónica de un variador de frecuencia se compone de tres etapas claramente diferenciadas. Por un lado, el convertidor de entrada, que se trata de una etapa rectificadora de puente. En segundo lugar, está la etapa de filtro, que es un bus de Corriente Continua (CC). Y, por último, nos encontraremos con la etapa final, el inversor de salida. En esta última etapa encontraremos microcontroladores y transistores bipolares de puerta aislada (IGBT).

Comportamiento de cada una de las etapas.

- **Convertidor de entrada:** En ella encontraremos diodos de alta potencia en configuración de puente regular. Aquí se produce una rectificación de la señal pasando de CA a CC. Aunque existe el problema de que en la señal persisten componentes de CA y armónicos residuales. Por esta razón se deberá realizar una labor fina de filtrado.
- **Bus de corriente continua:** Mediante inductores y condensadores, en esta etapa se rectifica la señal de CC y se eliminan todos los residuos de CA y los armónicos residuales. La labor principal de esta etapa es eliminar todo residuo de ondulaciones.
- **Inversor de salida:** En esta etapa retornamos de nuevo la señal de CC a CA. La clave está en que la frecuencia de salida y el voltaje se modifican para crear una señal trifásica a partir de una monofásica. Esta es la característica que posiciona al variador como una herramienta de control de velocidad para los motores de CA muy eficiente. En esta fase de o etapa de salida, se conecta con los IGBTs (transistores bipolares de puerta aislada) para dar salida en pasos estrechos y cortados. A mayor tiempo de conmutación de estas ondas, mayor tensión de salida en el motor, y por supuesto a la inversa. De esta forma es posible cambiar la tensión de salida y cambiar la frecuencia en el mismo instante a una velocidad determinada. Y todo ello manteniendo constante el flujo magnético y el par motor.



Ilustración 1 Etapa de potencia del variador de frecuencia (GDM Solutions, 2022)

Ventajas y Desventajas de la implementación de un variador de frecuencia.

El método más común para realizar el arranque de un motor es por medio de un arranque directo o arranque a tensión plena.

Este método se emplea únicamente en máquinas de una potencia inferior a 5Kw. Un motor arranca en forma directa cuando a sus bornes se aplica directamente la tensión nominal a la que debe trabajar. Si el motor arranca a plena carga, el bobinado tiende a absorber una cantidad de corriente muy superior a la nominal, lo que hace que las líneas de alimentación incrementen considerablemente su carga y como consecuencia directa se reduzca la caída de tensión. La intensidad de corriente durante la fase de arranque puede tomar valores entre 6 a 8 veces mayores que la corriente nominal del motor. Su ventaja principal es el elevado par de arranque, que es 1.5 veces el nominal. A continuación, se muestra el diagrama de arranque a tensión plena de un motor trifásico.

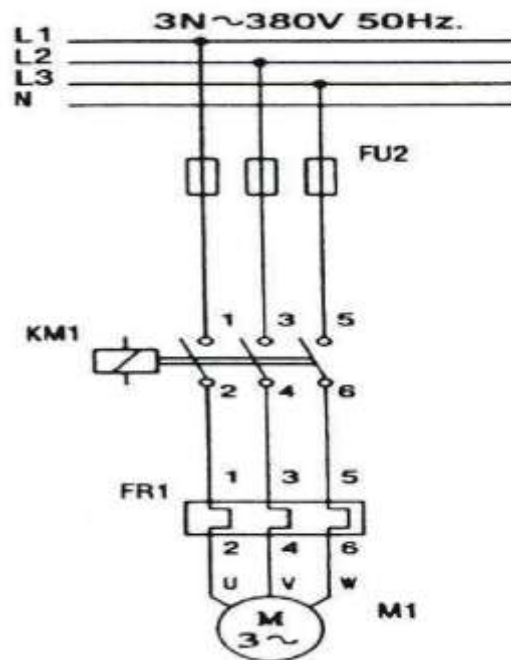


Ilustración 2 Diagrama arranque de motor a tensión plena (Esquemas Automatismos, 2017)

El arranque por medio del variador de frecuencia nos permite un arranque más suave y controlado, evitando daños al motor o a la maquina asociada. Durante la operación es capaz de variar la frecuencia de salida hacia el motor para modificar la velocidad de giro del rotor. A continuación, se muestra el diagrama eléctrico del arranque de un motor con variador de frecuencia.



Ilustración 3 Diagrama arranque de motor con variador de frecuencia. (Esquemas Automatismos, 2017)

Entre las diversas ventajas en el control del proceso proporcionadas por el empleo de variadores de velocidad destacan:

- Operaciones más suaves.
- Control de la aceleración.
- Distintas velocidades de operación para cada fase del proceso.
- Compensación de variables en diversos procesos.
- Permitir operaciones lentas para fines de ajuste o prueba.
- Ajuste de la tasa de producción.
- Permitir el posicionamiento de alta precisión.
- Control del par motor (torque).

DESVENTAJAS

- Averías en el dispositivo.
- La programación debe realizar personal calificado
- Ruidos e interferencias en la red eléctrica

CAPITULO III. DESARROLLO

Procedimiento para tener en condiciones óptimas un tablero de control eléctrico

1. Observar que el tablero eléctrico no presente daños visibles, piezas flojas o sueltas. Mientras este energizado se debe comprobar que no exista interruptores y cables que estén disipando más calor del debido, es decir que no esté recalentando.
2. Retirar el polvo asentado y acumulado entre el tablero, los cables y los interruptores con la ayuda de una brocha o un soplete.
3. Reajustar las borneras de conexión de los interruptores y dispositivos existentes, poniendo especial atención en cada componente que se esté reapretando para detectar si este tiene rastros de calentamiento. Si está presente algún rastro anotarlo y posteriormente desconectarlo y/o desarmarlo para definir la causa del calentamiento (hay elementos de potencia que deben ser visualizados con mayor detenimiento que los de control).
4. Verificar que los cables conductores de tierra estén bien asegurados, correctamente conectados y que exista continuidad eléctrica entre los cables y la estructura del tablero.
5. Si hay elementos de potencia para conmutación (contactores para arranque de motores) desarmarlos y ver el estado de los platinos (contactos) así como limpiar el núcleo de la bobina de accionamiento, nunca lijar ni platinos ni núcleo, si los platinos están gastados es mejor cambiar el componente o los platinos.
6. Verificar que los conductores de tierra estén bien apretados y que además tengan continuidad eléctrica con la estructura del tablero.
7. Limpiar el gabinete con algún solvente noble para retirar polvo o rastros de humo (calentamiento) algunas veces es normal que los rastros de "humo" estén presentes no significando que exista un sobrecalentamiento.
8. Limpiar las entradas naturales de ventilación (si las Hay)
9. En caso de ventilación forzada, verificar que las aspas giren libremente.
10. En ambientes corrosivos se puede sopletar el tablero y sus componentes con dieléctrico, cuidando de secar con aire los excesos de dieléctrico.
11. Energiza el tablero y pon a funcionar la máquina en condiciones normales.

Pasos para la puesta en marcha de un variador de frecuencia

La configuración y puesta en marcha de variadores de frecuencia es un procedimiento en el que se deben considerar algunas pautas, las cuales marcan una diferencia entre las instalaciones que funcionan durante años y las que tienen ciclos de vida mucho más cortos. Estas son generales y se aplican a la mayoría de las marcas de unidades, pero es importante leer el manual de instalación y la documentación provistos.

Las especificaciones de la unidad varían según el tipo, el fabricante y otros parámetros. Sin embargo, la configuración y activación en todos es similar.

Paso 1: Montaje de la unidad

Por lo general, son equipos que suelen montarse en un gabinete o en un riel DIN, todo dependerá de las dimensiones requeridas. Independientemente del tamaño o si la unidad se encuentra dentro de un gabinete, el espacio siempre es importante.

Paso 2: Conexiones de motor

Una vez conectada la alimentación de entrada, se debe agregar el motor. Durante este paso, una buena práctica es realizar una verificación de aislamiento con el cable utilizado para el mismo. Conectar la tierra del motor a la tierra del variador. Hay que asegurarse que el motor y la potencia entrante estén conectados a los terminales correctos. El encendido con conexiones incorrectas puede dañar la unidad.

Paso 3: Encender

Previo a esta acción se debe verificar que ningún cable esté suelto. La puesta en marcha de variadores de frecuencia está basada en PC y, por tanto, puede usar el teclado o la herramienta de PC para interactuar y programar los parámetros del variador.

Paso 4: Confirmación de dirección

En este punto, se debe verificar que el motor gire hacia adelante, de no ser así hay que tomar precauciones de apagado, esperando a que los condensadores se descarguen a un nivel seguro (incluido en las instrucciones) y cambiar cualquiera de las dos conexiones de motor en los terminales de salida. Esto corregirá la rotación del motor.

Después de confirmar la dirección y la sintonización, completar la programación del variador. Cada aplicación tiene parámetros específicos. Consultar las instrucciones para comprender mejor los parámetros disponibles dentro del variador.

Pasos a seguir para optimizar y elevar la vida útil de un motor eléctrico

Antes de realizar cualquier tipo de mantenimiento en un motor eléctrico industrial, es fundamental llevar a cabo una inspección detallada de sus componentes.

La inspección periódica de un motor eléctrico permite identificar posibles problemas antes de que se conviertan en fallas graves, asegurando así un funcionamiento óptimo y evitando costosos tiempos de inactividad.

En este punto, estudiaremos los pasos esenciales para inspeccionar un motor eléctrico y las consideraciones clave a tener en cuenta.

- **Revisión visual:** Inspeccionar el motor en busca de signos de daños externos, conexiones sueltas o deterioro en las partes aislantes.
- **Verificación de la temperatura:** Medir la temperatura del motor durante su funcionamiento para asegurar que no se sobrecalienta.
- **Análisis de vibraciones:** Utilizar un analizador de vibraciones para detectar posibles problemas en los rodamientos o desequilibrios en el rotor.
- **Inspección eléctrica:** Realizar pruebas eléctricas como la medición de resistencia de aislamiento, resistencia DC, análisis de corrientes y tangente Deltav.
- **Termografía:** Utilizar cámaras termográficas para detectar puntos calientes en el motor que puedan indicar problemas.

Algunas partes del motor requieren atención especial y mantenimiento regular para evitar fallas y prolongar su vida útil.

En esta sección, vamos a identificar las partes críticas de un motor eléctrico que requieren mantenimiento y analizaremos las acciones necesarias para mantener el motor en óptimas condiciones de funcionamiento.

- **Bobinado de motores eléctricos:** Las bobinas del estator y el rotor deben ser inspeccionadas periódicamente en busca de signos de desgaste, como aislamiento dañado o conexiones sueltas.
- **Rodamientos:** Los rodamientos son fundamentales para el correcto funcionamiento del motor y requieren la lubricación indicada por el fabricante de forma periódica, así como la inspección del desgaste.
- **Escobillas y colectores:** En los motores de corriente continua, las escobillas y los colectores deben ser inspeccionados y reemplazados si muestran signos de desgaste excesivo.
- **Ventilación y limpieza:** Es importante mantener limpios los conductos de ventilación y el interior del motor para evitar el sobrecalentamiento y garantizar una eficiencia óptima.

Los pasos para realizar el mantenimiento preventivo son los siguientes:

- 1- Colocar el Motor en la mesa de trabajo para así poder manipularlo correctamente.
- 2- Proceder a retirar la tapa trasera que cubre la ventilación del motor.
- 3- Retirar el ventilador de la flecha del motor.
- 4- Realizar unas marcas en las tapas tanto delantera como trasera del motor, esto con el fin de identificar la posición de las tapas y así poderlo armar correctamente después.
- 5- Retirar la tapa trasera del motor.
- 6- Retirar la tapa delantera del motor.
- 7- Extraer con precaución el rotor para evitar dañar el embobinado.
- 8- Una vez libre el rotor, proceder a retirar los baleros con ayuda de un extractor de baleros.
- 9- Una vez extraídos los baleros, realizar limpieza al rotor y posteriormente realizar el cambio de baleros nuevos al rotor.
- 10- Realizar limpieza a las tapas del motor.
- 11- Lubricar las tapas del motor.
- 12- Realizar limpieza al embobinado y de ser necesario colocarle una capa de barniz para embobinados eléctricos.
- 13- Revisión de la clema de conexión del motor y realizar un reapriete de las conexiones.
- 14- Proceder a ensamblar el motor comenzando por introducir el rotor dentro del embobinado para posteriormente colocar las tapas.
- 15- Apretar las tapas del motor con precaución para evitar dañar la cuerda del tornillo de la tapa.
- 16- Colocar el ventilador en la parte trasera del rotor.
- 17- Colocar la tapa que cubre el ventilador del motor.
- 18- Probar el motor para así tomar la carga que consume y descartar anomalías.

CAPITULO IV. RESULTADOS

Procedimiento para tener en condiciones óptimas un tablero de control eléctrico

A continuación, se muestra como se aplican los pasos para realizar el mantenimiento al tablero de control eléctrico de una máquina.

Paso No.1- Observar que el tablero eléctrico no tenga daños visibles.



FIGURA 12 Tablero de control eléctrico de maquinaria textil (Autoría Propia, 2023)

Paso No.2 – Retirar el polvo asentado y acumulado entre los componentes.



FIGURA 13 Suciedad acumulada en los componentes (Autoría Propia, 2023)

Paso No.3 – Reajustar las borneras de conexiones de los componentes del tablero



FIGURA 14 Ajuste de conexiones (Autoría Propia, 2023)

Paso No.4 – Verificar que las conexiones de los cables conductores a tierra estén bien y den continuidad con el chasis de la máquina.



FIGURA 15 Revisión de conducción a tierra (Autoría Propia, 2023)

Paso No.5 – Revisar el estado de los elementos de potencia.



FIGURA 16 Elementos de un contactor (Autoría Propia, 2023)

Paso No. 6 – Limpiar las entradas naturales y/o forzadas de ventilación.



FIGURA 17 Sistema de ventilación del tablero de control eléctrico (Autoría Propia, 2023)

Paso No. 7 – Energizar tablero y poner a trabajar la máquina.



FIGURA 18 Tablero energizado (Autoría Propia, 2023)

Al realizar estas actividades garantizamos prolongar la vida útil de todos los componentes de control eléctrico que se encuentran en el tablero ya que así se puede reducir el deterioro de estos.

En un tablero eléctrico, el desgaste de los componentes debido a las elevaciones de corriente y temperatura suele ser muy común con el paso del tiempo y el uso. Por esto es muy importante y fundamental para una óptima condición y funcionamiento es mantener un control preventivo entre periodos para así ratificar que el sistema se encuentra en óptimas condiciones y sin complicación alguna.

Procedimiento para la puesta en marcha de un variador de frecuencia

Antes de mostrar como es el procedimiento para la puesta en marcha de un variador de frecuencia se explica a continuación cuales son los beneficios de uno.

Controlar un motor de inducción con un variador de frecuencia nos aporta una serie de beneficios, tanto en la optimización de la instalación del sistema, como en términos económicos.

Normalmente, es el ahorro energético y económico el atributo que más se destaca cuando se piensa en la solución con variadores de frecuencia, pero hoy en día estos equipos nos aportan una serie de funciones y prestaciones que hacen que esté lejos de ser el único.

Estas son las prestaciones que, en general, podemos destacar de un variador de frecuencia:

- **Control de la velocidad:** la capacidad de actuar en un dominio de frecuencias y del par motor de forma precisa resulta en una optimización de los procesos industriales.
- **Arranques y paradas suaves:** se consigue eliminar las sacudidas mecánicas que pueden producirse en los arranques y paradas, prolongando así la vida útil del motor y del sistema mecánico.
- **Inversiones de giro:** los variadores consiguen realizar esta función, sin necesidad de incorporar otros elementos adicionales como contactores, reduciendo el espacio en los cuadros eléctricos y los tiempos de montaje.
- **Funciones de protección:** actualmente los variadores incluyen varias funciones de protección que evitan la necesidad de incluir elementos adicionales en la línea, como relés térmicos o relés de protección de fases.

A continuación, se muestran los pasos a seguir para la puesta en marcha de un variador de frecuencia de la marca Yaskawa GA800:



FIGURA 19 Variador de frecuencia Yaskawa GA800 (Yaskawa, 2021)

Paso No. 1 – Montar la unidad.

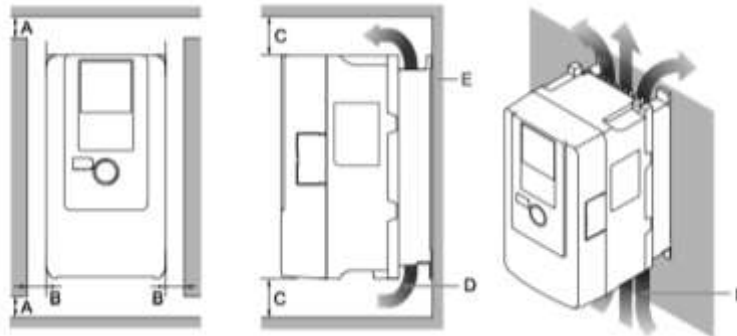


FIGURA 20 Montaje de variador de frecuencia (Yaskawa GA800, 2021)

Paso No. 2 – Conectar la alimentación del variador y conectar el motor a la salida del variador.

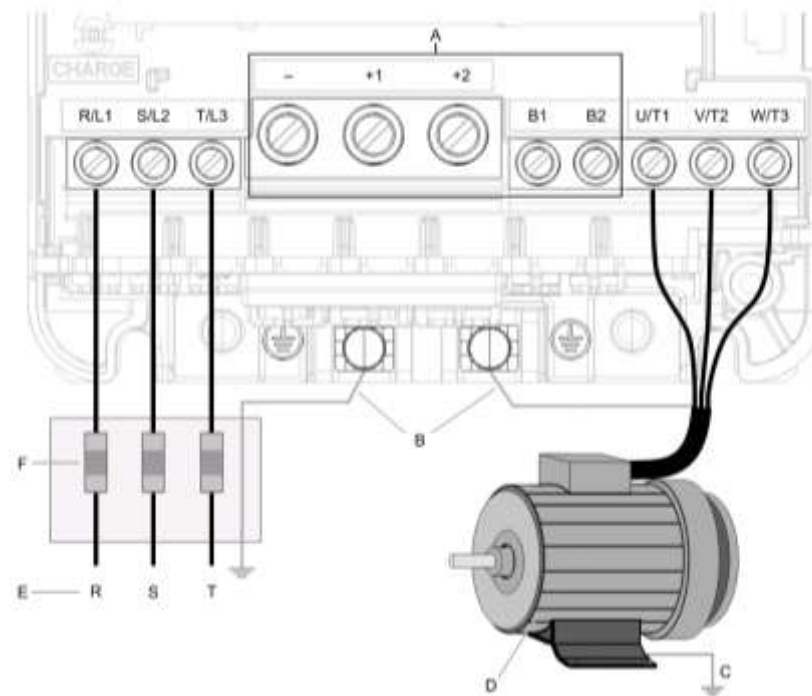


FIGURA 21 Entrada de alimentación y salida del variador (Yaskawa GA800, 2021)

Paso No. 3 – Encender el variador de frecuencia.



FIGURA 22 Variador de frecuencia energizado (Autoría Propia, 2023)

Paso No. 4 – Programar los parámetros de acuerdo a las especificaciones del motor y las que indica el manual del variador.

A continuación, se muestran los parámetros y las especificaciones del motor que son requeridas para poder programar el variador.

Especificaciones del motor:

V	HZ	A	KW
400V	50	82	45
480	60	81	52



FIGURA 23 Placa de datos de un motor eléctrico (Autoría Propia, 2023)

A continuación, se muestran los parámetros que se necesitan para poder poner en marcha este variador de frecuencia, estos parámetros se encuentran en el manual del variador.

No. (Hex.)	Name	Description
A1-00 (0100) RUN	Language Selection	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the language for the LCD keypad. 0 : English 1 : Japanese 2 : German 3 : French 4 : Italian 5 : Spanish 6 : Portuguese 7 : Chinese 8 : Czech 9 : Russian 10 : Turkish 11 : Polish 12 : Greek
A1-02 (0102)	Control Method Selection	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV application Sets the control method for the and the motor. drive 0 : V/f Control 1 : V/f Control with Encoder 2 : Open Loop Vector 3 : Closed Loop Vector 4 : Advanced Open Loop Vector

A1-03 (0103)	Initialize Parameters	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets parameters to default values. 0 : No Initialization 1110 : User Initialization 2220 : 2-Wire Initialization 3330 : 3-Wire Initialization
b1-01 (0180)	Frequency Reference Selection 1	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the input method for the frequency reference. 0 : Keypad 1 : Analog Input 2 : Memobus/Modbus Communications 3 : Option PCB 4 : Pulse Train Input
b1-02 (0181)	Run Command Selection 1	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the input method for the Run command. 0 : Keypad 1 : Analog Input 2 : Memobus/Modbus Communications 3 : Option PCB

No. (Hex.)	Name	Description
b1-03 (0182)	Stopping Method Selection	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the method to stop the motor after removing a Run command or entering a Stop command. 0 : Ramp to Stop 1 : Coast to Stop 2 : DC Injection Braking to Stop 3 : Coast to Stop with Timer
b1-04 (0183)	Reverse Operation Selection	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the reverse operation function. Disable reverse operation in fan or pump applications where reverse rotation is dangerous. 0 : Reverse Enabled 1 : Reverse Disabled
C1-01 (0200) RUN	Acceleration Time 1	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the length of time to accelerate from zero to maximum output frequency.
C1-02 (0201) RUN	Deceleration Time 1	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the length of time to decelerate from maximum output frequency to zero.
C2-01 (020B)	S-Curve Time @ Start of Accel	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the S-curve acceleration time at start.
C2-02 (020C)	S-Curve Time @ End of Accel	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the S-curve acceleration time at completion.
C2-03 (020D)	S-Curve Time @ Start of Decel	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the S-curve deceleration time at start.
C2-04 (020E)	S-Curve Time @ End of Decel	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the S-curve deceleration time at completion.
C6-01 (0223)	Normal / Heavy Duty Selection	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the drive duty rating. 0 : Heavy Duty Rating 1 : Normal Duty Rating

C6-02 (0224)	Carrier Frequency Selection	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the carrier frequency for the transistors in the drive. 1 : 2.0 kHz 2 : 5.0 kHz 3 : 8.0 kHz 4 : 10.0 kHz 5 : 12.5 kHz 6 : 15.0 kHz 7 : Swing PWM1 (Audible Sound 1) 8 : Swing PWM2 (Audible Sound 2) 9 : Swing PWM3 (Audible Sound 3) A : Swing PWM4 (Audible Sound 4) F : User Defined (C6-03 to C6-05)
d1-01 to d1-16 (0280 - 0291) RUN	Reference 1 to 16	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the frequency reference in the units from o1-03 [Frequency Display Unit Selection].
d1-17 (0292) RUN	Jog Reference	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the Jog frequency reference in the units from o1-03 [Frequency Display Unit Selection]. Set H1-xx = 6 [MFDI Function Select = Jog Reference Selection] to use the Jog frequency reference.
d2-01 (0289)	Frequency Reference Upper Limit	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets maximum limit for all frequency references. The maximum output frequency is 100%.
d2-02 (028A)	Frequency Reference Lower Limit	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets minimum limit for all frequency references. The maximum output frequency is 100%.
E1-01 (0300)	Input AC Supply Voltage	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the drive input voltage.
E1-04 (0303)	Maximum Output Frequency	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the maximum output frequency for the V/f pattern.
E1-05 (0304)	Maximum Output Voltage	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the maximum output voltage for the V/f pattern.

No. (Hex.)	Name	Description
E1-06 (0305)	Base Frequency	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the base frequency for the V/f pattern.
E1-09 (0308)	Minimum Output Frequency	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the minimum output frequency for the V/f pattern.
E2-01 (030E)	Motor Rated Current (FLA)	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the motor rated current in amps.
E2-11 (0318)	Motor Rated Power	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the motor rated output in the units from o1-58 [Motor Power Unit Selection].
H1-01 - H1-08 (0438, 0439, 0400 0405)	Terminal S1 to S8 Function Selection	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the functions for MFDI terminals S1 to S8.
H2-01 (040B)	Term M1-M2 Function Selection	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the function for MFDO terminal M1-M2.
H2-02 (040C)	Term M3-M4 Function Selection	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the function for MFDO terminal M3-M4.
H2-03 (040D)	Term M5-M6 Function Selection	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the function for MFDO terminal M5-M6.

H3-01 (0410)	Terminal A1 Signal Level Select	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the input signal level for MFAI terminal A1. 0 : 0 to 10V (Lower Limit at 0) 1 : -10 to +10V (Bipolar Reference) 2 : 4 to 20 mA 3 : 0 to 20 mA
H3-02 (0434)	Terminal A1 Function Selection	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the function for MFAI terminal A1.
H3-03 (0411) RUN	Terminal A1 Gain Setting	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the gain of the analog signal input to MFAI terminal A1.
H3-04 (0412) RUN	Terminal A1 Bias Setting	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the bias of the analog signal input to MFAI terminal A1.
H3-05 (0413)	Terminal A3 Signal Level Select	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the input signal level for MFAI terminal A3. 0 : 0 to 10V (Lower Limit at 0) 1 : -10 to +10V (Bipolar Reference) 2 : 4 to 20 mA 3 : 0 to 20 mA
H3-06 (0414)	Terminal A3 Function Selection	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the function for MFAI terminal A3.
H3-07 (0415) RUN	Terminal A3 Gain Setting	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the gain of the analog signal input to MFAI terminal A3.
H3-08 (0416) RUN	Terminal A3 Bias Setting	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the bias of the analog signal input to MFAI terminal A3.
H3-09 (0417)	Terminal A2 Signal Level Select	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the input signal level for MFAI terminal A2. 0 : 0-10V (LowLim=0) 1 : -10 to +10V (Bipolar Reference) 2 : 4 to 20 mA 3 : 0 to 20 mA
H3-10 (0418)	Terminal A2 Function Selection	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the function for MFAI terminal A2.
H3-11 (0419) RUN	Terminal A2 Gain Setting	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the gain of the analog signal input to MFAI terminal A2.

No. (Hex.)	Name	Description
H3-12 (041A) RUN	Terminal A2 Bias Setting	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the bias of the analog signal input to MFAI terminal A2.
H3-13 (041B)	Analog Input FilterTime Constant	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the time constant for primary delay filters on MFAI terminals.

H3-14 (041C)	Analog Input Terminal Enable Sel	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the enabled terminal or terminals when $H1-xx = C$ [MFDI Function Select = Analog Terminal Enable Selection] is ON. 1 : Terminal A1 only 2 : Terminal A2 only 3 : Terminals A1 and A2 4 : Terminal A3 only 5 : Terminals A1 and A3 6 : Terminals A2 and A3 7 : Terminals A1, A2, and A3
H4-01 (041D)	Terminal FM Analog Output Select	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the monitor number to send from MFAO terminal FM.
H4-02 (041E) RUN	Terminal FM Analog Output Gain	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the gain of the monitor signal that is sent from MFAO terminal FM.
H4-03 (041F) RUN	Terminal FM Analog Output Bias	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the bias of the monitor signal that is sent from MFAO terminal FM.
H4-04 (0420)	Terminal AM Analog Output Select	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the monitoring number to be output from the MFAO terminal AM.
H4-05 (0421) RUN	Terminal AM Analog Output Gain	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the gain of the monitor signal that is sent from MFAO terminal AM.
H4-06 (0422) RUN	Terminal AM Analog Output Bias	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the bias of the monitor signal that is sent from MFAO terminal AM.
H4-07 (0423)	Terminal FM Signal Level Select	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the MFAO terminal FM output signal level. 0 : 0 to 10 Vdc 1 : -10 to +10 Vdc 2 : 4 to 20 mA
H4-08 (0424)	Terminal AM Signal Level Select	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the MFAO terminal AM output signal level. 0 : 0 to 10 Vdc 1 : -10 to +10 Vdc 2 : 4 to 20 mA
L1-01 (0480)	Motor Overload (oL1) Protection	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the motor overload protection with electronic thermal protectors. 0 : Disabled 1 : Variable Torque 2 : Constant Torque 10:1 Speed Range 3 : Constant Torque 100:1 SpeedRange 6 : Variable Torque (50Hz)
L1-02 (0481)	Motor Overload Protection Time	V/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the operation time for the electronic thermal protector of the drive to prevent damage to the motor. Usually it is not necessary to change this setting.

No. (Hex.)	Name	Description
L3-04 (0492)	Stall Prevention during Decel	/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the method that the drive will use to prevent overvoltage faults when decelerating. 0 : No 1 : General Purpose 2 : Intelligent (Ignore Decel Ramp) 3 : General Purpose w/ DB resistor 4 : Overexcitation/High Flux 5 : Overexcitation/High Flux 2
o1-58 (3125)	Motor Power Unit Selection	/f CL-V/f OLV CLV AOLV Sets the setting unit for parameters that set the motor rated power. 0 : kW 1 : HP

A continuación, se muestran los parámetros que se introdujeron en base a la tabla y la información del motor:

A1-00



FIGURA 24 A1-00 Selección de idioma (Autoría Propia, 2023)

A1-02



FIGURA 26 A1-02 Selección de método de control
(Autoría Propia, 2023)

A1-03



FIGURA 25 A1-03 Inicializar parámetros
(Autoría Propia, 2023)

B1-01



FIGURA 27 B1-01 Referencia de frecuencia
(Autoría Propia, 2023)

B1-02



FIGURA 28 B1-02 Comando marcha (Autoría Propia, 2023)

B1-03



FIGURA 29 B1-03 Método parada

B1-04



FIGURA 30 B1-04 Operación en reversa

C1-01



FIGURA 31 C1-01 Tiempo aceleración

C1-02



FIGURA 32 C1-02 Tiempo desaceleración

C2-01



FIGURA 34 C2-01 Tiempo de curva (Autoría Propia, 2023)

C2-02



FIGURA 33 C2-02 Tiempo curva final (Autoría Propia, 2023)

C2-03



FIGURA 36 C2-03 Tiempo curva arranque (Autoría Propia, 2023)

C2-04



FIGURA 35 C2-04 Tiempo curva desaceleración (Autoría Propia, 2023)

C6-01



FIGURA 38 C6-01 Selección servicio (Autoría Propia, 2023)

C6-02



FIGURA 37 C6-02 Frecuencia portadora (Autoría Propia, 2023)

D1-01 AL D1-16



FIGURA 39 D1-01 al D1-16 (Autoría Propia, 2023)

D1-17



FIGURA 40 D1-17 Marcha sucesiva (Autoría Propia, 2023)

D2-01



FIGURA 42 D2-01 Límite superior referencia de frecuencia
(Autoría Propia, 2023)

D2-02



FIGURA 41 D2-02 Límite inferior referencia frecuencia
(Autoría Propia, 2023)

E1-01



FIGURA 44 E1-01 Voltaje de entrada (Autoría Propia. 2023)

E1-04



FIGURA 43 E1-04 Frecuencia salida máxima
(Autoría Propia, 2023)

E1-05



FIGURA 46 E1-05 Voltaje salida máximo
(Autoría Propia, 2023)

E1-06



FIGURA 45 E1-06 Frecuencia base (Autoría Propia, 2023)

E1-09



FIGURA 48 E1-09 Frecuencia salida máxima
(Autoría Propia, 2023)

E2-01



FIGURA 47 E2-02 Corriente nominal motor
(Autoría Propia, 2023)

E2-11



FIGURA 49 E2-11 Potencia nominal motor
(Autoría Propia, 2023)

H1-01 AL H1-08



FIGURA 50 H1-01 al H1-08 Función terminal
(Autoría Propia, 2023)

H2-01



FIGURA 52 H2-01 Función terminal M1-M2
(Autoría Propia, 2023)

H2-02



FIGURA 51 H2-02 Función terminal M3-M4
(Autoría Propia, 2023)

H2-03



FIGURA 53 H2-03 Función terminal M5-M6
(Autoría Propia, 2023)

H3-02



FIGURA 54 H3-02 Función terminal A1 (Autoría Propia, 2023)

H3-03



FIGURA 56 H3-03 Ganancia terminal A1(Autoría Propia, 2023)

H3-04



FIGURA 55 H3-04 Polarización terminal A1(Autoría Propia, 2023)

H3-05



FIGURA 57 H3-05 Nivel terminal A3 (Autoría Propia, 2023)

H3-06



FIGURA 58 H3-06 Función terminal A3 (Autoría Propia, 2023)

H3-07



FIGURA 60 H3-07 Ganancia terminal A3
(Autoría Propia, 2023)

H3-08



FIGURA 59 H3-08 Polarización terminal A3
(Autoría Propia, 2023)

H3-09



FIGURA 61 H3-09 Señal terminal A2 (Autoría Propia, 2023)

H3-10



FIGURA 62 H3-10 Función terminal A2 (Autoría Propia, 2023)

H3-11



FIGURA 63 H3-11 Ganancia terminal A2
(Autoría Propia, 2023)

H3-12



FIGURA 64 H3-12 Polarización terminal A2
(Autoría Propia, 2023)

H3-13



FIGURA 65 H3-13 Tiempo filtro entrada analógica
(Autoría Propia, 2023)

H3-14



FIGURA 66 H3-14 Habilitar entrada analógica
(Autoría Propia, 2023)

H4-01



FIGURA 67 H4-01 Selección salida analógica terminal FM
(Autoría Propia. 2023)

H4-02



FIGURA 68 H4-02 Ganancia salida analógica terminal FM
(Autoría Propia. 2023)

H4-03



FIGURA 69 H4-03 Polarización salida analógica terminal FM
(Autoría Propia. 2023)

H4-04



FIGURA 70 H4-04 Salida analógica terminal FM
(Autoría Propia. 2023)

H4-05



FIGURA 71 H4-05 Salida analógica terminal AM
(Autoría Propia, 2023)

H4-06



FIGURA 72 H4-06 Polarización salida analógica terminal AM
(Autoría Propia, 2023)

H4-07



FIGURA 73 H4-07 Nivel terminal AM (Autoría Propia, 2023)

H4-08



FIGURA 74 H4-08 Nivel señal terminal FM
(Autoría Propia, 2023)

L1-01



FIGURA 75 L1-01 Protección sobrecarga motor
(Autoría Propia, 2023)

L1-02



FIGURA 76 L1-02 Tiempo protección sobrecarga motor
(Autoría Propia, 2023)

L3-04



FIGURA 77 L3-04 Bloqueo durante desaceleración
(Autoría Propia, 2023)

O1-58



FIGURA 78 O1-58 Unidad potencia motor
(Autoría Propia, 2023)

Procedimiento para optimizar y elevar la vida útil de un motor eléctrico.

Paso No.1 – Colocar el Motor en la mesa de trabajo.



FIGURA 79 Motor (Autoría Propia, 2023)

Paso No. 2 – Proceder a retirar la tapa trasera que cubre la ventilación del motor.



FIGURA 80 Retirar tapa trasera (Autoría Propia, 2023)

Paso No. 3 – Retirar el ventilador de la flecha del motor.



FIGURA 61 Retirar ventilador (Autoría Propia, 2023)

Paso No. 4 – Realizar unas marcas en las tapas tanto delantera como trasera del motor, esto con el fin de identificar la posición de las tapas y así poderlo armar correctamente después.



FIGURA 82 Colocar marcas en las tapas (Autoría Propia, 2023)

Paso No. 5 – Retirar la tapa trasera del motor.



FIGURA 83 Tapa trasera del motor (Autoría Propia, 2023)

Paso No. 6 – Retirar la tapa delantera del motor.



FIGURA 84 Tapa trasera y delantera (Autoría Propia, 2023)

Paso No. 7 – Extraer con precaución el rotor para evitar dañar el embobinado.



FIGURA 85 Rotor (Autoría Propia, 2023)

Paso No. 8 – Una vez libre el rotor, proceder a retirar los baleros con ayuda de un extractor de baleros.



FIGURA 86 Retirar baleros (Autoría Propia, 2023)

Paso No. 9 – Una vez extraídos los baleros, realizar limpieza al rotor y posteriormente realizar el cambio de baleros nuevos al rotor.



FIGURA 87 Rotor sin baleros (Autoría Propia, 2023)



FIGURA 88 Baleros nuevos (Autoría Propia, 2023)

Paso No. 10 – Realizar limpieza a las tapas del motor.



FIGURA 89 Tapas del motor sucias (Autoría Propia, 2023)

Paso No. 11 – Lubricar las tapas del motor.



FIGURA 90 Tapas con lubricante nuevo (Autoría Propia, 2023)

Paso No. 12 – Realizar limpieza al embobinado y de ser necesario colocarle una capa de barniz para embobinados eléctricos.



FIGURA 91 Limpieza de embobinado (Autoría Propia, 2023)

Paso No. 13 – Revisión de la clema de conexión del motor y realizar un reapriete de las conexiones.



FIGURA 92 Revisión de conexiones (Autoría Propia, 2023)

Paso No. 14 – Proceder a ensamblar el motor comenzando por introducir el rotor dentro del embobinado para posteriormente colocar las tapas.



FIGURA 93 Motor ensamblado (Autoría Propia, 2023)

Paso No. 15 – Apretar las tapas del motor con precaución para evitar dañar la cuerda del tornillo de la tapa.



FIGURA 94 Apriete de tornillería (Autoría Propia, 2023)

Paso No. 16 – Colocar el ventilador en la parte trasera del rotor.



FIGURA 95 Ventilador colocado (Autoría Propia, 2023)

Paso No. 17 – Colocar la tapa que cubre el ventilador del motor.



FIGURA 96 Colocar ventilador (Autoría Propia, 2023)

Paso No. 18 – Probar el motor para así tomar la carga que consume y descartar anomalías.



FIGURA 97 Motor listo (Autoría Propia, 2023)

CONCLUSIONES

En base a lo expuesto anteriormente en este proyecto se puede concluir que el mantenimiento de un sistema mecatrónico dentro de la industria es un eje fundamental para la conservación de los equipos, maquinas e instalaciones lo que permite maximizar y optimizar el rendimiento de lo antes mencionado.

Los equipos de una industria están sometidos a varios tipos de mantenimiento, que pueden ser correctivo, predictivo o preventivo. Cada uno de estos tipos son aplicables en la proporción que el equipo lo requiera.

El mantenimiento de un sistema mecatrónico nos permite detectar fallas que están empezando a tomar forma y que pueden producir en un futuro próximo o a mediano plazo una parada de la planta y/o un siniestro que afecte a personas e instalaciones.

Esto permite prolongar la vida útil de los equipos y máquinas y así conseguir que estos funcionen de forma eficiente e interrumpidamente.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS

Dentro de las competencias desarrolladas en este proyecto de investigación fueron las siguientes:

Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería aplicando los principios de las ciencias básicas de ingeniería.

Desarrollar y conducir una experimentación adecuada; analizar e interpretar datos y utilizar el juicio ingenieril para establecer conclusiones.

Comunicarse efectivamente con diferentes audiencias.

Reconocer sus responsabilidades éticas y profesionales en situaciones relevantes para la ingeniería y realizar juicios informados, que consideren el impacto de las soluciones de ingeniería en los contextos global, económico, ambiental y social.

Reconocer la necesidad permanente de conocimiento adicional y tener la habilidad para localizar, evaluar, integrar y aplicar este conocimiento adecuadamente.

Trabajar efectivamente en equipos que establece metas, planean tareas, cumplen fechas límite y analizar riesgos e incertidumbre

FUENTES DE INFORMACION

Montilla, C. A. (s.f.). Fundamentos de Mantenimiento Industrial. Colección textos académicos.

González, R. (1999). Mantenimiento Industrial. Librerías y Editorial Alsina.

Ordoñez, D. J. (2020). Control Eléctrico Industrial. Editorial Académica Española.

LA HILATURA. (2019, 25 de septiembre). Instituto Textil Nacional. <https://www.institutotextilnacional.com/2019/09/25/la-hilatura/>

Sistemas mecatrónicos. (2021, 16 de agosto). Industrias GSL. <https://industriagsl.com/blogs/automatizacion/sistemas-mecatronicos>

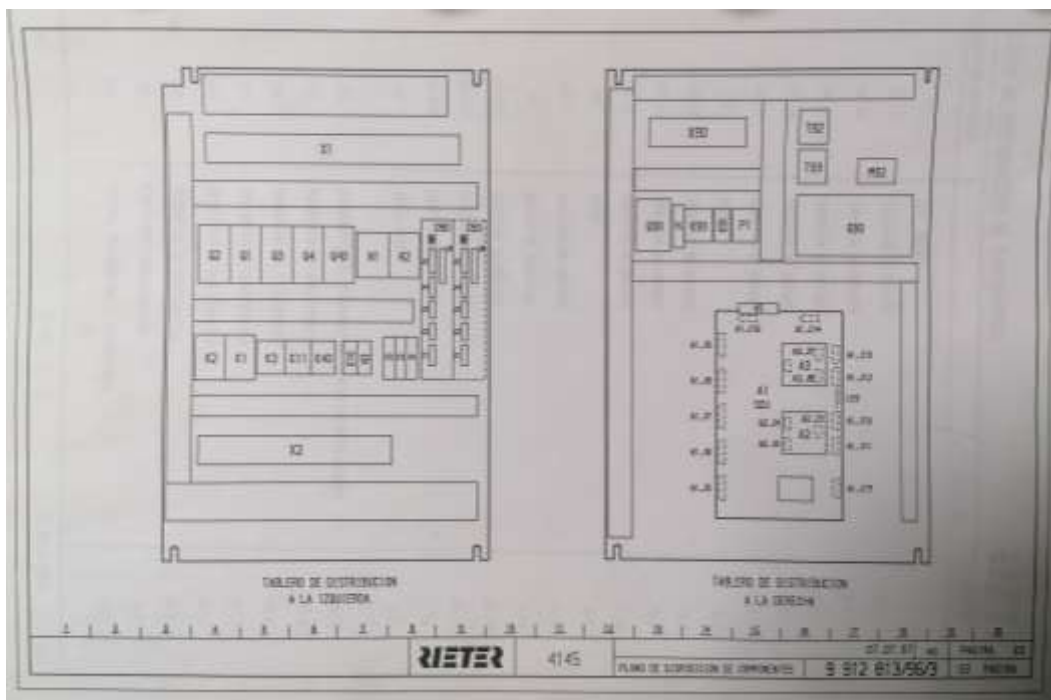
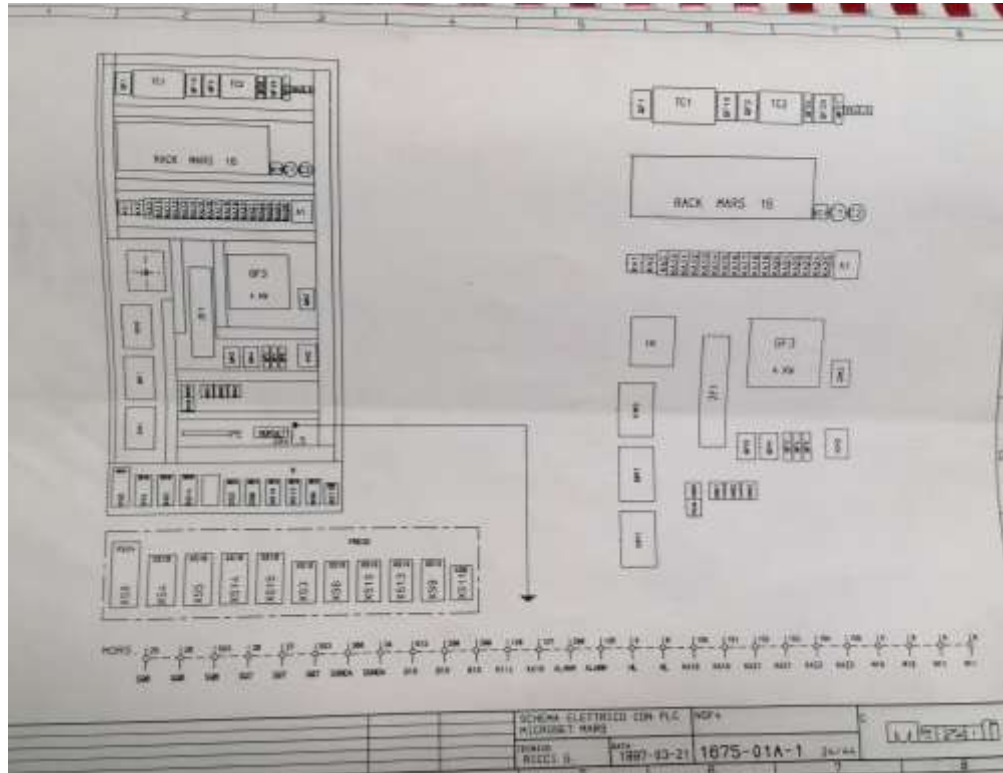
Sistemas mecatrónicos. (2018, 25 de marzo). Tekniker | Research and Technology Centre. <https://www.tekniker.es/es/sistemas-mecatronicos>

Westreicher, G. (2020, 1 de diciembre). Mantenimiento. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/mantenimiento.html>

Guía de mantenimiento un motor eléctrico. (2020, 1 de diciembre). SafetyCulture. <https://safetyculture.com/es/temas/mantenimiento-a-motores-electricos/>

ANEXOS

A continuación, se muestran algunos de los diagramas que se tomaron de los manuales eléctricos para mostrar cómo es la distribución de los componentes del tablero de control eléctrico.



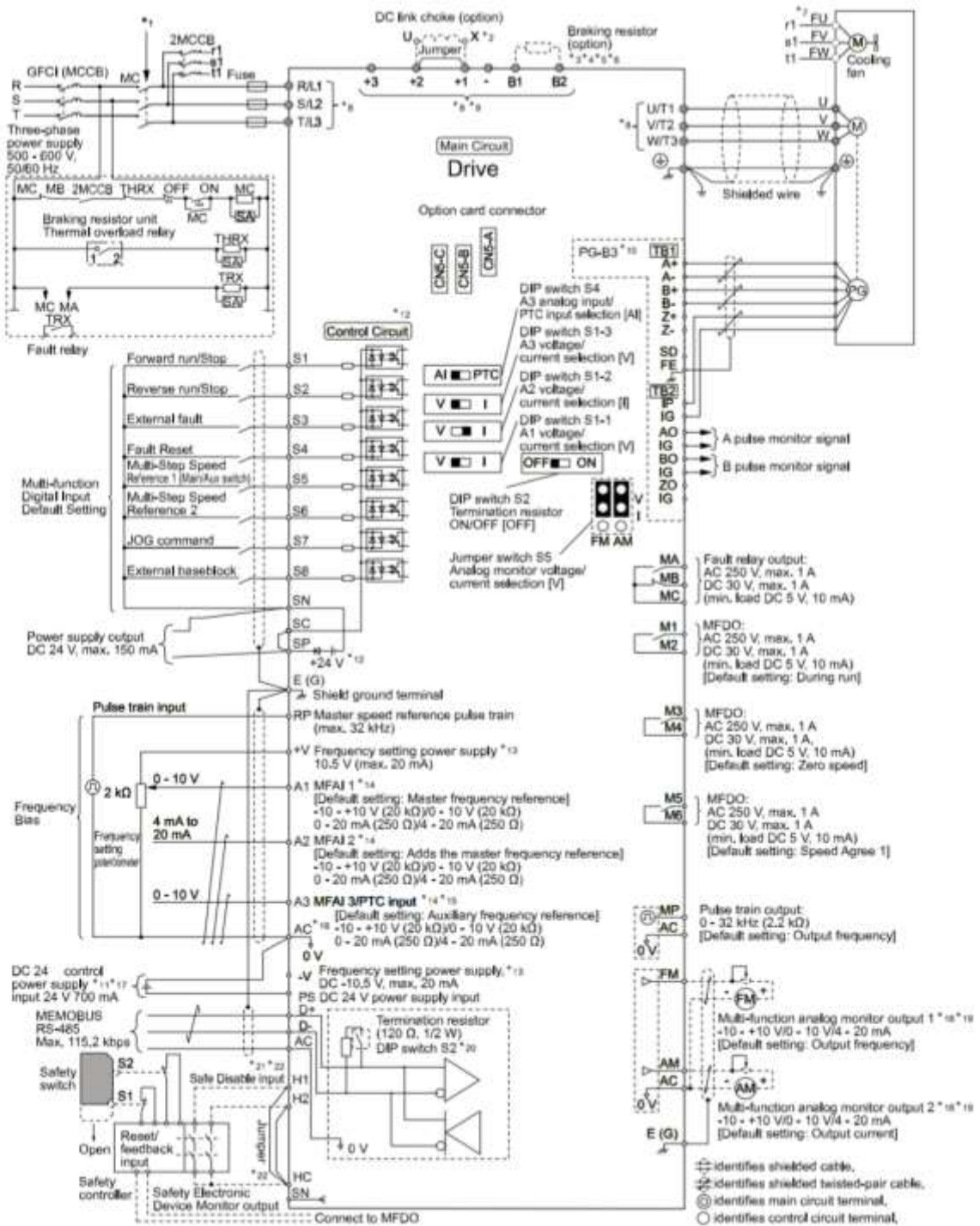


Figure 7.1 Standard Drive Connection Diagram