



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

ELÉCTRICA

**Diseño de Laboratorio de Pruebas a Motores eléctricos de hasta 10 HP
para determinar sus Parámetros de
operación-SAICOPSAC-Chiclayo-2019**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Hernández López, Edder Teddy (ORCID: 0000-0003-2201-8298)

ASESOR:

Mg. Dávila Hurtado, Fredy (ORCID: 0000-0001-8604-8811)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistema y planes de mantenimiento

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

Este desarrollo de investigación se la dedico principalmente a Dios y a mi abuela quien con su bendición desde el cielo me ilumina para seguir luchando por mis metas trazadas en la vida.

Se la dedico a mis padres Olga y Claver, ya que siempre están a mi lado en los buenos y malos momentos.

Edder Teddy Hernández López

Agradecimiento

Agradecer a Dios por brindarme: Salud, Fortaleza y la capacidad de seguir luchando por mis objetivos.

Agradecer a todos los Ingenieros que conforman la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Cesar Vallejo, por brindarme sus conocimientos en los diferentes cursos que lleve a lo largo de estos años.

Agradecer a todas mis amistades que de una u otra manera siempre están a mi lado apoyándome y dándome buenos consejos de superación.

**Edder Teddy Hernández
López**

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1 Tipo y Diseño de Investigación	12
3.2 Variables, Operacionalización	12
3.3 Población y muestra.....	13
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	13
3.5 Procedimientos	15
3.6 Métodos de análisis de datos.....	15
3.7 Aspectos éticos	15
IV. RESULTADOS.....	16
V. DISCUSIÓN.....	59
VI. CONCLUSIONES	61
VII. RECOMENDACIONES.....	62
REFERENCIAS.....	63
ANEXOS	65

Índice de Tablas

Tabla 1. Cuadro de Operacionalización.....	13
Tabla 2. Técnicas e Instrumentos	13
Tabla 3. Niveles en decibelios según el espacio.....	21
Tabla 4. Características Eléctricas.....	26
Tabla 5. Características Mecánicas	26
Tabla 6. Características Eléctricas.....	26
Tabla 7. Características Mecánicas	27
Tabla 8. Características Eléctricas.....	27
Tabla 9. Características Mecánicas	27
Tabla 10. Descripción de adquisición de datos	31
Tabla 11. Capacidades para los frenos disponibles.....	35
Tabla 12. Especificaciones técnicas del Fluke 289	36
Tabla 13. Especificaciones generales.....	37
Tabla 14. Especificaciones técnicas del modelo Fluke 810	38
Tabla 15. Especificaciones eléctricas del modelo Fluke 810	39
Tabla 16. Especificaciones técnicas del sensor del Fluke 8104.5.6 Fluke Tix Series (Tix1000).....	39
Tabla 17. Requerimiento de Energía Eléctrica.....	41
Tabla 18. Factores de cubierta y muros.....	44
Tabla 20. Inversión para implementar el Laboratorio	57
Tabla 21. VAN y TIR	58

Índice de Figuras

Figura 1. Márgenes de seguridad por clase de aislamiento	17
Figura 2. Termistores para motores eléctricos	18
Figura 3. Higrómetro analógico.	19
Figura 4. Señal de Extintores.	23
Figura 5. Señal de Prohibiciones.....	23
Figura 6. Señal de Advertencias.....	24
Figura 7. Señal de Obligaciones.....	24
Figura 8. Señal de Emergencias	25
Figura 9: Diagrama para las pruebas bajo la norma IEEE-112	29
Figura 10: Diagrama descriptivo del equipamiento.....	30
Figura 11. Sistema de adquisición de datos	31
Figura 12. Información del dinamómetro y la curva de potencia	33
Figura 13. Montajes del freno electromagnético.....	34
Figura 14. Fluke modelo 289	36
Figura 15. Analizador de vibradores Fluke 810	38
Figura 16. Modelo de la cámara termografía de Fluke	40
Figura 17. Modelo del montacargas Torin	41

Resumen

El presente trabajo se centrará en realizar el DISEÑO DE LABORATORIO DE PRUEBAS A MOTORES ELÉCTRICOS DE HASTA 10 HP PARA DETERMINAR SUS PARÁMETROS DE OPERACIÓN - SAICOPSAC – CHICLAYO-2019, para lo cual primero se ha realizado el análisis de la normatividad legal vigente, determinando que los ensayos son definidos por las Norma Técnica Peruana IEC 60034. Estas normas definen los procedimientos a seguir para la ejecución de los ensayos, además en nuestro laboratorio realizaremos las siguientes pruebas: Determinación De La Eficiencia (NTP – IEC 60034-2-1), Requisitos Generales Para La Competencia De Los Laboratorios De Ensayo Y Calibración (ISO/IEC 17025).

Luego en el diseño de laboratorio de pruebas eléctricas a motores se analizará sus parámetros a los motores de inducción, ya que son los más comerciales en el mercado local de la ciudad de Chiclayo y por el pedido del gerente de la empresa SAICOP SAC. Nuestro diseño de laboratorio está encaminado a realizar el análisis a los parámetros de operación del motor de inducción de hasta 10 HP. Además, se ha seleccionado los motores de las marcas ABB, SIEMENS y WEG debido a que son las más representativas y de mayor uso en la zona de influencia de la investigación.

El laboratorio a diseñar tendrá: Sistema de adquisición de datos Accudyno Lti-Br, Medición auxiliar de temperaturas mediante sensores PT100, Dinamómetro eléctrico de corrientes parásitas refrigerado por agua, MWD NL360, Torin montacargas plegable T32001 para motor - 2 Toneladas, Freno Electromagnético, Voltímetro Digital, Analizador de vibraciones FLUKE 810, Cámara termo gráfica FLUKE 1000.

El presupuesto necesario para el laboratorio es de S/ 53705.36 y el VAN es de 9702.985 y una TIR de 22%, recuperando la inversión en 3 años.

Palabras Claves: Laboratorio de Pruebas, Motores Eléctricos, Consumo Energético, Parámetros Eléctricos

Abstract

The present work will focus on performing the LABORATORY DESIGN OF ELECTRIC MOTOR TESTING OF UP TO 10 HP TO DETERMINE ITS OPERATING PARAMETERS - SAICOPSAC - CHICLAYO-2019, for which first the analysis of the current legal regulations has been carried out, determining that the tests are defined by the Peruvian Technical Standard IEC 60034. These standards define the procedures to be followed for the execution of the tests, in addition in our laboratory we will carry out the following tests: Determination of the Efficiency (NTP - IEC 60034-2-1), General Requirements for the Competence of the Test and Calibration Laboratories (ISO / IEC 17025).

Then in the laboratory design of electrical tests to engines will be analyzed its parameters to the induction motors, since they are the most commercial in the local market of the city of Chiclayo and by the request of the manager of the company SAICOP SAC. Our laboratory design is aimed at performing the analysis to the operating parameters of the induction motor up to 10 HP. In addition, the engines of the ABB, SIEMENS and WEG brands have been selected because they are the most representative and most commonly used in the area of influence of the investigation.

The laboratory to be designed will have: Accudyno Lti-Br data acquisition system, auxiliary temperature measurement by PT100 sensors, electric water-flow parasitic current dynamometer, MWD NL360, Torin folding forklift T32001 for motor - 2 Tons, Electromagnetic brake, Voltmeter Digital, FLUKE 810 vibration analyzer, FLUKE 1000 thermo graphic camera.

The budget required for the laboratory is S/ 53705.36 and the NPV is 9702.985 and an IRR of 22%, recovering the investment in 3 years.

Keywords: Testing Laboratory, Electric Motors, Energy Consumption, Electrical Parameters.

I. INTRODUCCIÓN

(Fallas en motores eléctricos, 2014). El país Chile cuando se desea determinar una falla relacionada a un motor más de la mitad de los especialistas en motores solo verifican la falla y le dan solución mas no se percatan de las otras fallas, es por eso que la revista Electro industria ha publicado consejos de como determinar fallas, uno de los primeros consejos que nos da es de medir la corriente que consume el motor donde nos detalla que los motores tienen cargas equilibradas y si no lo tuvieran esto podría deberse a un problema interno del motor.

(Pruebas eléctricas en motores, 2016) En todo el mundo los motores están al servicio de forma confiable durante muchos años. En conjunto de avance tecnológico cada día se está definiendo una serie de pruebas eléctricas tanto de investigadores, fabricantes y de laboratorios especializados en pruebas eléctricas a motores eléctricos. Con el tiempo de operación del motor, va acumulando polvo, humedad o aceite, esto genera contaminación en los devanados del motor, donde provoca una reducción en el aislamiento.

Cabe resaltar que cuando los motores se encuentran dañados los dueños de estas máquinas los llevan a un taller donde le realizan un nuevo rebobinado y lo vuelven a instalar he aquí el problema que nunca le realizan las pruebas eléctricas correspondientes.

Colombia

(Eficiencia y Confiabilidad de los Motores Eléctricos, 2017) Los motores eléctricos son la clave en muchas industrias y representan un 70% del total de la energía eléctrica absorbida en las plantas industriales y hasta un 46 % de toda la electricidad producida en el planeta. Es un factor esencial para los procesos industriales, el valor del periodo de paro de la maquina está afiliado a los motores malogrados pueden ser de decenas de miles de dólares por hora que no produzcan las máquinas. Garantizar que estos motores sean eficaces y operen de modo confiable es una de las tareas más fundamental de los ingenieros y técnicos especialistas en mantenimiento que encaran cada día. La eficacia energética representa la desigualdad entre la rentabilidad y pérdidas financieras, ya que estos

motores consumen mucha energía es por ello que las industrias están ejecutando estudios de conservación y de rendimiento.

(CONAMET, 2019) En el país de Colombia existe el ONAC Organismo Nacional de Acreditación de Colombia, es un organismo que acredita sin ningún tipo económico de condición y colaboración compuesto, a la vez se identifica Gubernamental y mundialmente mediante las siguientes alianzas:

- Firmante de la Cooperación Interamericana de Acreditación - IAAC.
- Firmante de la Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios - ILAC.
- Firmante del Foro de Acreditación Internacional -IAF.

(ONAC, 2016) De acuerdo a las publicaciones del ONAC a la fecha 25 de setiembre del 2018 solo existen 12 laboratorios de ensayo (LAB) dichos laboratorios se encuentran en el área de equipos, aparatos y componentes eléctricos y electrónicos y con el tipo de ensayo eléctrico y electrónico.

En Colombia existen 32 departamentos Estos laboratorios se encuentran ubicados solo en 4 departamentos que vienen hacer: Bogotá, Cali, Medellín, Bucaramanga. y los otros 28 departamento no cuentan con laboratorios de pruebas eléctricas.

Existe una realidad problemática en Colombia ya que en estos 28 departamentos no se cuenta con laboratorio de pruebas eléctricas, donde el dueño o el jefe de mantenimiento de alguna planta industrial puedan acudir con su motor a realizar las pruebas eléctricas para que determine los parámetros de operación del equipo.

Venezuela

(SENCAMER) , es un Servicio Autónomo Nacional de Normalización, cualidad, metrología y estatutos técnicos, es la entidad pública, escrita en el Ministerio del poder popular para las empresas activas y negocios; estos organizan y ejecutan las leyes del estado nacional de acuerdo a la Ley de Ordenanza de Venezuela para la cualidad y la ley de metrología; estos ejecutan las tareas de colocar a las organizaciones al servicio de la economía social.

En dicha institución solo han registrados 24 laboratorios de ensayos de pruebas eléctricas.

La realidad problemática en Venezuela es que no cuenta con laboratorios de pruebas eléctricas a motores para poder determinar sus parámetros de operación, las industrias están presentando una crisis por esta carencia de laboratorios.

Nacional

(INACAL, 2019), es una entidad Nacional de Calidad, este es una institución del estado, escrito en el organismo del Ministerio de Producción, con personereros jurídicos de derecho público, y voluntad administrativa, funcional, técnica, económica y financiera.

La empresa SGS DEL PERÚ S.A.C. es la única empresa habilitada por el INACAL a realizar las pruebas eléctricas a motores.

SGS realiza reconocimientos de certificaciones en (ISO) norma define por la Organización Internacional de Normalización, es por ello que estos fabricantes de motores se certifican en: Diseño, Construcción, Pruebas y Suministro de motores.

Todos estos fabricantes y estos laboratorios se encuentran en la ciudad de Lima. Una vez que el motor es fabricado pasa por el laboratorio de pruebas eléctricas y si pasa todas las pruebas dicho equipo es vendido y distribuido al mercado nacional e internacional.

La realidad problemática del Perú es que existen 24 departamentos y solo se fabrica y se realiza las pruebas eléctricas en un solo departamento que es Lima.

El traslado de un motor de Lima hacia un departamento es muy costoso. Es por ello que cuando se compra un motor y se pone en operación ya no se le realiza ningún tipo de mantenimiento o prueba eléctrica para poder determinar sus parámetros de operación.

Local

Cuando una empresa adquiere su motor eléctrico a dicha empresa le entregan su certificado de calidad y su protocolo de pruebas eléctricas realizadas en los laboratorios del fabricante. Una vez que el comprador instala el motor en el punto requerido, este cliente se olvida del mantenimiento o del monitoreo de los parámetros eléctricos del motor, por consecuencia de este olvido los motores empiezan a fallar por sobrecargas, deterioro de piezas mecánicas.

Trasladar un motor averiado y remplazarlo por uno nuevo es muy costoso porque implica muchos factores el principal es la producción con la cual cumplía el motor averiado, el transporte hasta lima ya que en Chiclayo no se cuenta con un fabricante o una entidad que realice pruebas a motores.

En la ciudad de Chiclayo no existe ninguna empresa que cuente con un laboratorio de pruebas eléctricas a motores, para poder determinar sus parámetros de operación. Es por ello que se está planteado en nuestro proyecto de investigación el Diseño de laboratorio de pruebas a motores eléctricos hasta 10 HP. Para determinar parámetros de operación en la empresa SAICOPSAC - 2018

Trabajos previos

Internacional.

(Avilez Andres, 2018). El Laboratorio de Potencia de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, su trabajo es de indagación Diseño e Implementación de Banco de ensayos para el estudio de eficiencia energética en motores eléctricos. Explica un proyecto e implementa un banco de pruebas el cual contiene tres procedimientos de arranque: directo, arrancador de estado sólido y con variador de frecuencia, donde se determinará la eficiencia energética de los motores. Esta implementación se realizó en la universidad de javeriana donde los estudiantes aprenderán a realizar el estudio de eficiencia energética en motores.

(Cardona, y otros, 2015), En su artículo de investigación Sistema de información para la Elaboración Automática del informe de la prueba de Eficiencia en Motores de inducción es hasta 10 HP, han desarrollado un software de recolección de información donde se determinará la eficacia, donde utilizaron equipos para medir las potencias de entrada y salida, ellos aplicaron la norma IEC 60034-2-1. Como punto de inicio identificaron los instrumentos con los que realizaran las pruebas para que puedan determinar los parámetros de operación y luego implementaron el Software TEM V1. Con este software de recolección de información han podido determinar la eficacia energética en los motores.

(Claudia Gonzales, 2016). Los tesisistas realizaron el estudio de una Proposición en laboratorio de ensayos de Máquinas Eléctricas, realizaron la propuesta de un laboratorio de ensayos a motores eléctricos donde se usará para comprobar la

conclusión de los parámetros mecánicos y eléctricos. Como objetivo tuvieron que definir las normas y procedimientos con las que iban a realizar la propuesta del laboratorio. Determinaron las características mecánicas y eléctricas de los motores para que puedan seleccionar los componentes que utilizarían en el laboratorio.

Nacional.

(Leiva, 2017). El tesista realizó el siguiente proyecto de investigación: Para la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo, el croquis del Laboratorio de Máquinas Eléctricas y Electrónica de potencia; utilizó estudios de ahorros energéticos, guías y referencias de laboratorios existentes, normas de calidad y seguridad. Revisó libros de máquinas eléctricas en electricidad y electrónica de potencia. El criterio que se empleó fue de análisis cuantitativo de las diferentes alternativas ya que se comparó con su homologada. En dicho laboratorio los estudiantes, profesores e investigadores podrán realizar sus pruebas. Se determinó que un área de 100 m² se podía realizar el laboratorio.

(Herrera, 2018) El bachiller en Ingeniería Electrónica realizó como proyecto de tesis el: Diseño y construcción de un utilitario de apropiación de datos para Motores Eléctricos empleando Software disponible, adaptado al laboratorio de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. El Tesista realiza este estudio con la necesidad de aplicar un software donde podrá complementar sus estudios teóricos con la práctica y así pueda determinar los datos de las magnitudes eléctricas de los motores. Se diseñó y construyó el utilitario de apropiación de datos para motores eléctricos empleando software donde se puede realizar pruebas de la carga nominal, motor con sobrecarga y otras pruebas más. En dicha aplicación se utilizó el software Eagle y construida con exposición UV (luz ultravioleta) Todas estas aportaciones mejorarán la comprensión en las asignaturas de máquinas eléctricas y circuitos eléctricos que se dictan en la universidad.

(Chavez, 2018) El Tesista realizó el siguiente estudio: "Diseño de Banco de Pruebas para Determinación de Parámetros Eléctricos de Motores de Corriente Alterna en Empresa Seltromind S.R.L.- Cajamarca", en este trabajo nos narra sobre los problemas de las magnitudes eléctricas como por ejemplo voltaje, corriente,

frecuencia. Es por ello que el Tesista ha realizado el diseño de banco de pruebas a motores donde trabajo la información directamente en campo y obtuvo resultados de los parámetros, acudió a técnicas de investigación para poder diseñar el banco de pruebas y así puedan determinar los parámetros de funcionamiento de los motores que fueron rebobinados, el Tesista construyo su módulo y hoy en día realiza sus propias pruebas a sus motores.

II. MARCO TEÓRICO

Teorías relacionadas al tema

Laboratorios de pruebas a motores eléctricos

(Claudia Gonzales, 2016) Los laboratorios de pruebas a motores y cualquier otro tipo de laboratorio desempeñan un rol muy importante dentro de una industria, ya que son elementos de suma importancia, donde se determinan los parámetros de funcionamiento de acuerdo a normas establecidas donde nos garantiza la validez de los métodos de prueba ejecutados como de los valores conseguidos.

(CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE LABORATORIOS EN LA INDUSTRIA QUÍMICA, 2013). Un laboratorio requiere la implementación de nuevas técnicas de estudios. De ahí parte la implementación del diseño donde los espacios de trabajo sean amplios y así podamos impedir que el laboratorio se transforme, con el tiempo que transcurra, se vuelva en una dimensión ajustado, con diminutas elevaciones de firmeza. Asimismo, un adecuado diseño y ubicación de equipos, en su etapa del diseño del proyecto, nos ayuda a acrecentar la utilidad y la condición de la labor de dicho laboratorio.

Tipos de pruebas:

Los motores eléctricos anteriormente de ser emitidos al mercadillo, deben ser sometidos a diversas pruebas, cuya finalidad es comprobar las particularidades eléctricas y mecánicas, con el término de comparar sus especificaciones técnicas empíricamente y con los cálculos de diseño de ingeniería. En la norma técnica peruana IEC 60034-2-1 nos detalla las pruebas que debemos realizar a los motores eléctricos. A continuación, mencionamos las pruebas que se realizan en los motores:

- Ensayos de aguante de aislamiento:
- Pruebas de índice de polarización.
- Ensayos de factor de potencia del aislamiento.
- Pruebas del aislamiento entre espiras.
- Pruebas de onda de choque del bobinado.
- Ensayo del aislamiento interlaminar.

- Prueba de aislamiento de los rodamientos.
- Prueba de equilibrio entre fases.
- Pruebas de polaridad.
- Prueba de impedancia.

Parámetros de operación de motor:

Los parámetros que nos detallan las características del motor. Estos son enviados en el protocolo de pruebas del motor.

Algunos parámetros ya son conocidos, tal es el caso de la potencia, frecuencia, corriente y revoluciones por minuto, pero otros aún no los hemos estudiado. a continuación, detallamos los parámetros de operación de los motores:

- Potencia nominal:

Se expresa en CV es caballo de vapor, kW es Kilovatios o HP es caballos de fuerza. Es la capacidad enorme que consume una máquina, esto se refiere a que la maquina está diseñada a soportar la potencia que especifica en la placa de características.

Potencia máxima = Torque x RPM Revoluciones por minuto.

- Voltaje:

Da la entrega de energía eléctrica que ejerce sobre las maquinas eléctricas en un circuito eléctrico cerrado. De tal manera que establece un flujo de corriente eléctrica. El voltaje se expresa en V (voltios)

- Corriente:

Es el movimiento de electrones conductores de cargas eléctricas a lo extenso de un cable en medio de cuyos límites se le adapta una desigualdad de potencial. El traslado va a ser de dos muestras: intensidad de capacidades positivas o intensidad de capacidades negativas. Su unidad de medida se expresa en amperio (A).

- Frecuencia:

La frecuencia es una dimensión eléctrica que contabiliza los números de reiteraciones por unidades del periodo de alguna maravilla o incidente habitual. Poder encontrar el valor de la frecuencia de un incidente, se cuentan los números de agudezas de éste, donde se tiene presente un el alto eventual, y después de

estas reiteraciones se cortan por el periodo avanzado. Su unidad de medida se expresa en hercios (Hz)

- Revoluciones por minuto:

Las revoluciones por minuto es la magnitud de la frecuencia, donde también se utiliza para manifestar aceleración angular. Se muestra una cantidad de revoluciones completas por minuto por un elemento que hace rotación cerca del eje, en este caso el eje será de un motor. Su unidad de medida se expresa en (rpm).

- Circunstancia de potencia:

Se determina circunstancia de potencia, a un circuito eléctrico de intensidad alterna, es el vínculo entre la energía activa (P), y la energía aparente (S). Es la medición de la amplitud de una potencia que absorbe la energía activa. Por tal conocimiento, f.d.p. = 1 en circuitos con potencias resistivas; y en circuitos eléctricos con complementos inductivos y amplitudes conceptuales sin resistencia f.d.p = 0.

- Eficiencia:

Relación de la energía de salida a la energía de entrada expresada en estas mismas unidades, en lo general se expresa en porcentaje.

- Clase de aislamiento:

En la industria para que un motor sea resistente, en la mayoría de casos depende casi únicamente de la vida útil del aislamiento del bobinado del motor, existen diversas clases de aislamiento eléctrico por tal motivo se revisara las tablas de aislamiento para poder realizar las pruebas a nuestros motores.

- Grado de protección:

Las normativas que existen para organizar los distintos valores de seguridad de las cubiertas de protección de los equipamientos eléctricos y electrónicos delante a los agentes exteriores, son principalmente para la causa humano y representantes medioambientales. O viene a ser parecido: los grados de conservación que posee el revestimiento superficial del equipamiento eléctrico, frontis al ingreso de

elementos compactos y fluidos, especialmente estos agentes vienen hacer el polvo y el agua.

Formulación del Problema

¿Cómo determinar los parámetros de operación de motores eléctricos de hasta 10 HP?

Justificación del estudio.

Técnica

El argumento para este modelo de diseño de laboratorios de pruebas a motores eléctricos hasta 10 HP, que se está planteando para esta investigación, es de innovación tecnológica que busca promover el desarrollo del sector de la energía en nuestro país, se proporcionará pruebas especializadas en el laboratorio, asesoramiento técnico y contará con equipos de última generación en realización de los patrones mundiales de índole y seguridad.

Económica

Este proyecto de investigación es rentable porque en la ciudad de Chiclayo no existe ningún laboratorio de pruebas a motores eléctricos y cuando un motor falla el análisis de los parámetros o el mantenimiento es realizado en los talleres de rebobinado de motores, pero sin embargo no realizan ningún tipo de pruebas y esto conlleva que aun tiempo corto el motor falle nuevamente y los gastos sean elevados por no contar con un laboratorio de pruebas a motores en la ciudad de Chiclayo.

Social

La no existencia de laboratorios de pruebas a motores eléctricos, en la localidad y la existencia de una zona con gran demanda de motores. De acuerdo a esta necesidad se está planteando el diseño de un laboratorio de pruebas a motores eléctricos, trayendo como beneficio: El aumento de la vida útil del motor, un servicio eléctrico de calidad, los dueños de estos equipos ya no tendrán que estar preocupados por sus motores.

Ambiental

Los motores eléctricos en la actualidad están generando contaminación ambiental por la generación de ruidos debido a la falta de mantenimiento, Estos efectos pueden ser perjudiciales para la salud. Para disminuir esta contaminación ambiental se realizará en el laboratorio de pruebas a motores eléctricos, un análisis de los parámetros de operación.

Hipótesis

Si se diseña un laboratorio de pruebas a motores eléctricos entonces se podrá determinar los parámetros de operación del equipo mencionado.

Objetivos:

Objetivo General.

Diseñar un laboratorio de pruebas a motores eléctricos de hasta 10 HP para determinar sus parámetros de operación - SAICOPSAC – Chiclayo-2019

Objetivo Específico:

- a) Determinar los procedimientos, especificaciones y normas técnicas para el desarrollo de pruebas eléctricas a motores en el laboratorio.
- b) Caracterizar los diversos motores eléctricos a analizar para determinar sus parámetros de operación.
- c) Seleccionar el ambiente físico y los diferentes equipos electromecánicos del laboratorio según las características de los motores y las normas técnicas vigentes.
- d) Elaborar protocolo de pruebas de acuerdo al ensayo realizado.
- e) Realizar una evaluación económica mediante los indicadores VAN y TIR.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1 Diseño

Se asignará una muestra del croquis no práctico, motivo por el cual no se manipularán estas variables.

3.1.2 Tipo de investigación

Este prototipo de exploración es analítico, consta fundamentalmente en constituir el cotejo de variables entre agrupación de estudio y de control. Asimismo, se narra a la proposición de hipótesis que el indagador trata de acreditar o invalidar.

3.2 Variables, Operacionalización

➤ Variable Independiente:

Diseño de laboratorio de pruebas a motores eléctricos de hasta 10 HP.

➤ Variable Dependiente:

Parámetros de operación a motores eléctricos.

Tabla 1. Cuadro de Operacionalización.

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN					
Variable Independiente	Conceptual su definición	Operacional su definición	Indicador	Escala de medición	Instrumentos
DISEÑO DE LABORATORIO DE PRUEBAS A MOTORES ELÉCTRICOS	(ECURED, 2018) El diseño es un proceso encargado a proyectar un objeto y el laboratorio es un ambiente equipado con los medios imprescindibles para ejecutar la investigación, ensayo y ejercicios con carácter científico y tecnológico cuentan con instrumentos de medida que acceden a ejecutar ensayos e investigaciones y prácticas diversas según la especialidad de la ciencia a la que se dediquen.	El rol de los laboratorios de pruebas eléctricas a motores eléctricos es de verificar que el motor cumpla con las especificaciones técnicas. Los laboratorios pueden ofrecer certificaciones a motores.	Medición de la impedancia de polos.	La Razón	Fichas de recolección de datos
			Calculo de resistencia de aislamiento.		
			Calculo de resistencia de bobinados.		
			Calculo del factor de disipación dieléctrica.		

Variable Dependiente	Conceptual su definición	Operacional su definición	Indicador	Escala de medición	Instrumentos
PARAMETROS DE OPERACIÓN A MOTORES ELÉCTRICOS	(Zambrano, 2015) Los Parámetros de operación son variables o factores que son considerados a la hora de evaluar, los parámetros de operación, estos aportan información actualizada y objetiva donde nos determina en las condiciones que se encuentran los motores eléctricos.	Es necesario conocer los parámetros de operación que nos señalan en el protocolo de pruebas del motor. Dichas pruebas nos apoyan a decidir las cláusulas como esta se encuentra el motor.	Perdidas en el rendimiento de motor. (n)	La Razón	Fichas de recolección de datos
			Perdidas de aislamiento. (Ω)		
			Perdidas en las revoluciones por minuto (RPM)		
			Perdida de potencia (HP)		

Fuente: Elaboración propia

3.3 Población y muestra

➤ **Población:**

El pueblo en esta labor de exploración está dado para los Motores eléctricos cuya potencia eléctrica no supere los 10 HP.

➤ **Muestra:**

Para el Trabajo de Investigación desarrollado se ha tomado una muestra conformado por los Motores eléctricos de hasta de 1 HP, 5 HP y 10 HP.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Tabla 2. Técnicas e Instrumentos

Técnica	Uso	Instrumento
Observación	Inspección de laboratorios existentes.	Cedula de acumulación de datos
	Toma de datos de pruebas eléctricas.	
	Verificación del estado operativo del motor.	
Revisión documentaria	Revisión de documentos	Cedula de comprobación documentaria
	Revisión de normas técnicas para diseñar un laboratorio de pruebas eléctricas.	

Fuente: Elaboración propia.

3.4.1 Técnicas de recolección de datos

Observación:

Esta nos permitirá visitar laboratorios de pruebas eléctricas en las cuales se realizará la técnica de observación, donde se podrá identificar los parámetros de las pruebas, las áreas necesarias para la realización de las pruebas, medidas de seguridad implementadas, equipos de pruebas que utilizan y los procedimientos y normas que siguen para realizar las pruebas eléctricas.

Revisión documentaría:

A través de esta técnica nos permitirá revisar manuales, normas técnicas y otros documentos donde podremos seleccionar y determinar los parámetros de diseño de un laboratorio de pruebas eléctricas a motores.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Ficha de Recolección de Datos:

En la siguiente cédula se detalla los parámetros que debe inspeccionar y llenar en la ficha cuando se realice la visita a los laboratorios de pruebas eléctricas. Como primer paso se debe llenar los datos de la empresa, ubicación, tipos de pruebas datos del encargado de las pruebas. Como segundo paso se debe inspeccionar las áreas de pruebas en donde debemos inspeccionar los equipos de pruebas y se debe averiguar los siguientes datos: Marcas de equipos, modelo de equipos, tipos de pruebas medidas de seguridad que se deben cumplir para realizar estas pruebas y llenar algún tipo de observaciones o recomendaciones que se realice en la visita. Dicho registro se encuentra en el anexo 1.

Ficha de Búsqueda Bibliográfica:

Con este protocolo de pruebas se pretende analizar las condiciones con la que se encuentra el motor. Este protocolo está estructurado por los datos del cliente luego sigue los datos del motor, luego se procederá a realizar las pruebas estas pruebas constan de medida de aislamiento, voltaje, corriente. También se añadirá los datos de los instrumentos que se utilizó para efectuar las pruebas. También cuenta con un cuadro de observaciones donde el encargado de las pruebas llenara dicho formato y lo firmara junto con el cliente. Dicho registro se encuentra en el anexo 2.

3.4.3 Validez y confiabilidad.

Validez

La validez de los datos utilizados en este trabajo de investigación se realizará a través de un Jurado quien evaluará la Propuesta de implementación del Laboratorio para prueba de motores.

Confiabilidad

La confiabilidad se determinará por medio de una declaración jurada que se dispondrá en el informe de investigación.

3.5 Procedimientos

Es una unión de pasos organizados y secuenciados que dirigen a un fin o propósito.

3.6 Métodos de análisis de datos

El modo que se empleara este proyecto de investigación es el método deductivo, ya que el resultado de lo que deseamos conseguir se encuentra en las premisas que se puede alcanzar. Las estadísticas que se utilizará serán descriptivas utilizando indicadores como la varianza y el promedio a establecer datos base sobre los cuales actuar.

3.7 Aspectos éticos

Esta elaboración de la presente tesis se respetará dichos derechos de autor, así como todos los datos utilizados serán referenciados además de no ser adulterados.

IV. RESULTADOS

4.1. Determinar los procedimientos, especificaciones y normas técnicas para el desarrollo de pruebas eléctricas a motores en el laboratorio.

La finalidad de este laboratorio de pruebas eléctrica a motores es definir los ensayos que se desarrollaran en la empresa SAICOP SAC.

Estos ensayos son definidos por las Norma Técnica Peruana IEC 60034. Estas normas definen los métodos a seguir para la ejecución de las pruebas. Realizaremos las siguientes pruebas en nuestro laboratorio:

- ❖ Determinación de la Eficiencia (NTP – IEC 60034-2-1)
- ❖ Para la competencia de los Laboratorios de ensayo y calibración, requisitos generales (ISO/IEC 17025).

4.1.1 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios De Ensayo Y Calibración (ISO/IEC 17025)

En estos requerimientos describiremos las condiciones ambientales, eléctricas y cláusulas de confianza en la labor con el deseo de trabajar en un ambiente seguro, así como para los equipos y como para los encargados de realizar las pruebas. Nos enfocaremos en las advertencias de la normativa ISO/IEC 17025.

A. Requerimientos Ambientales

Todos los laboratorios de pruebas a motores y cualquier otro tipo de laboratorio desempeñan un rol muy significativo dentro de una organización, ya que son componentes de apoyo para identificar los lineamientos de operación de los equipos de acuerdo a criterios establecidos donde se garantizará la confiabilidad de los procedimientos de prueba.

Es recomendable que cuando se realicen las pruebas éstas se hagan en atmósferas controladas.

Para afirmar la calidad de las funciones de evidencias o experimentos, es indispensable inspeccionar y/o monitorear las circunstancias de ámbitos.

Para el diseño de nuestro laboratorio monitorearemos las variables ambientales más importantes, como la temperatura y la humedad.

a. Temperatura.

Para un adecuado diseño de laboratorio de ensayo, es recomendable controlar la temperatura de acuerdo a lo fijado en la Norma Técnica Peruana IEC 60034-1. En dicha norma nos recomienda una temperatura de referencia del 25° C.

De acuerdo a los diversos fabricantes de motores eléctricos nos detallan que los motores están diseñados a trabajar en un ambiente máximo de 40°C.

(Motores de baja tensión) Los fabricantes de motores ABB en su revista nos detallan que los motores básicos están diseñados para trabajar a un clima de ámbito culminante de 40 °C y a una altitud culminante de 1000 metros encima de la rasante del mar. Además de ello nos revelan que si un motor funciona a temperaturas más elevadas el motor tiende a disminuir su potencia.

Cabe resaltar que una disminución de temperatura prolonga la vida del aislamiento del motor.

En la Figura 1, se representa los márgenes de seguridad por clase de aislamiento

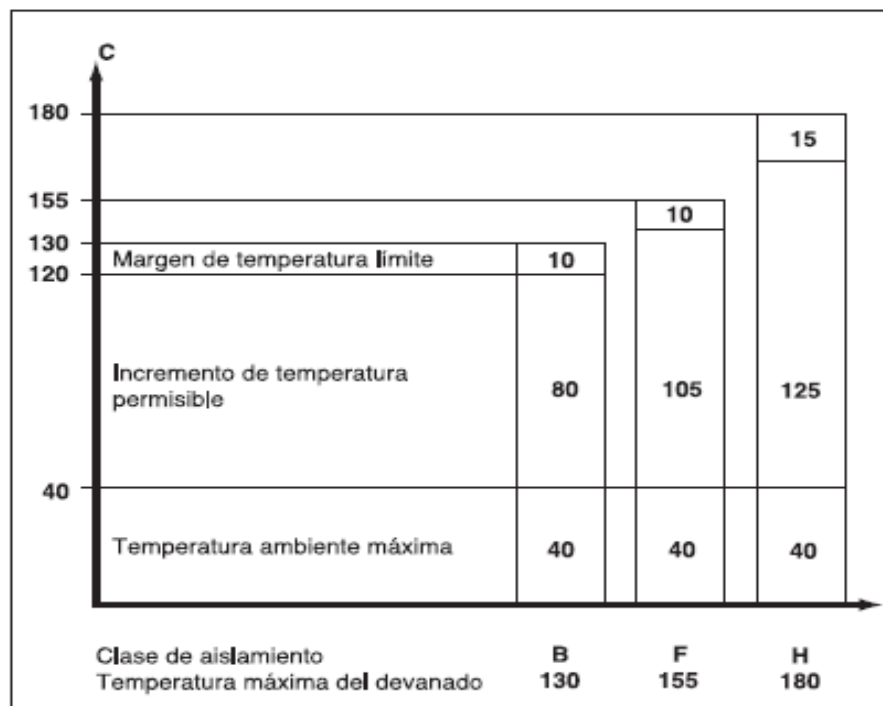


Figura 1. Márgenes de seguridad por clase de aislamiento

En nuestro laboratorio se implementará resistencias calefactoras con sus respectivos controladores de temperatura los cuales serán programados para las temperaturas con las deseemos contar.

Para las pruebas eléctricas a los motores se contará con Termistores los cuales controlaran la temperatura del motor, estos equipos enviaran señales de advertencia de desconexión de la máquina.

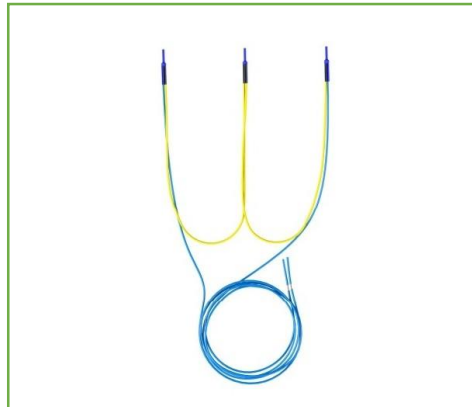


Figura 2. Termistores para motores eléctricos

b. Humedad.

La humedad es uno de los parámetros de crecimientos principales que se vigilara en el funcionamiento de los motores eléctricos, pues un motor eléctrico con humedad en sus devanados podemos ver una alteración de las resistencias de sus bobinas.

Las normas que abordan el movimiento de las maquinas electrógenas y las buenas prácticas de los laboratorios, manifiestan que existe un estrecho vínculo en medio del humedecimiento concerniente y el clima ambiente.

Por mencionar una de esas normas, es la norma ISA RP52.1, que indica que, para un clima de ámbito de 23 °C, el humedecimiento referente debe estar entre 20% - 55%.

En la ciudad de Chiclayo se cuenta con una humedad relativa 50% a 80 % a temperaturas de 20 °C a 26 °C

Es por ello que un laboratorio debe contar obligatoriamente con su higrómetro, para poder registrar la humedad del aire.

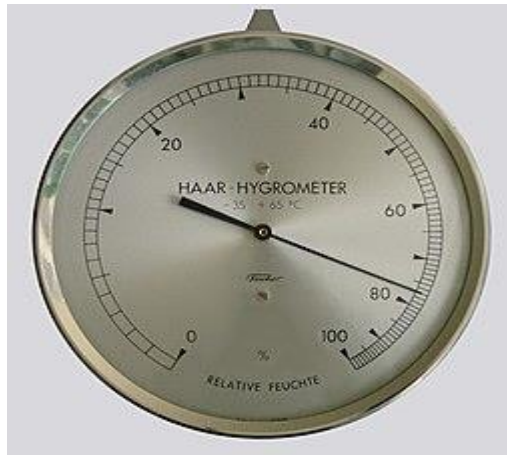


Figura 3. Higrómetro analógico.

c. Partículas de Polvo.

Las partículas de polvo existentes en un Laboratorio constituyen uno de los parámetros más importantes a controlar, pues su existencia sobre partes conductivas produce errores en las mediciones realizadas.

De ahí que se recomienda bastante higiene en los laboratorios además de que los recintos deben estar herméticamente cerrados.

B. Requerimientos Eléctricos

a. Iluminación

La iluminación en un laboratorio es de suma importancia, pues nos va a permitir realizar los trabajos con precisión y sobre todo no cometer errores, además permitirá que los laboratoristas trabajen cómodamente. Si hay una iluminación escasa permitirá que los laboratoristas se fatiguen y cometan errores en sus trabajos.

Para lograr una buena iluminación es necesario acatar con lo que establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones en cuanto a nivel de iluminación que para el caso de un laboratorio de este tipo debe ser de 1000 lux, es decir 1000 lúmenes por metro cuadrado.

b. Pozo a tierra

El pozo a tierra es un sistema que permite evacuar las corrientes de fuga que podrían existir en una instalación eléctrica. Todos conocemos que nuestro cuerpo

humano accede fácilmente la electricidad, por lo que está propenso a que cuando se ponga en contacto con la electricidad esta pueda pasar por ella, produciendo desde leves lesiones hasta la muerte.

Es por ello que cualquiera construcción de electricidad debe de tener una técnica de Puesta a tierra.

La Norma Técnica Peruana NTP 370.303 se debe acatar: Instalaciones eléctricas en edificaciones - Protector para respaldar la garantía. Protector contra choques eléctricos.

Los 25 ohmios es el valor máximo admisible que nos solicita el Código de Electricidad.

c. Calidad De Energía Eléctrica.

Al hacer un análisis de los procedimientos de pruebas establecidas, se observa que para el manejo del equipo se debe garantizar ciertos niveles de voltaje, ciertos niveles de armónicas, resaltando la importancia de estabilizadores de energía, los cuales se muestran como una alternativa viable para proteger el equipo que se instalara ya que este puede resultar con daños irreparables en su funcionamiento. El Código Nacional de electricidad nos detalla que la variación de voltaje debe ser $\pm 5\%$.

C. Condiciones de Seguridad en el Trabajo.

Un aspecto que no se ha considerado, pero de mucha importancia es lo relacionado a estipulaciones de confianza en la labor, esto con el deseo de poder eliminar o en todo caso poder controlar los factores de riesgos de naturaleza física, biológica, química, ergonómica o psicosocial y esto con la intención de cuidar la existencia, sanidad física, moral y mental de los empleados que laboran en el laboratorio.

Además, deberá garantizarse la manera de sujetar el motor para poder evitar cualquier desprendimiento que pueda sufrir el equipo durante la operación o como una consecuencia de la vibración.

a. Ruido Acústico.

Existe preocupación acerca de la exposición a altos niveles de sonido que pueden ser perjudiciales para las personas. Aunque no hay efectos nocivos de carácter duradero se producen ruidos que distraen a los niveles de sonido de la experiencia

común, estos ruidos pueden ser psicológicamente dañinos sin que la persona esté consciente del efecto. Estas consideraciones deben ser tenidas en cuenta en el diseño de los laboratorios.

El tamaño de la habitación, el grado de absorción del sonido, el ruido producido por el sistema de acondicionamiento de aire, así como por el equipo de laboratorio, y el número de personas en la zona, serán factores determinantes para los niveles de ruido en condiciones de trabajo. El nivel de sonido puede ser alto, en ocasiones, debido a la actividad normal de trabajo y el ruido de equipos de laboratorio y la oficina.

Se recomienda el uso de materiales de absorción de sonido en las superficies interiores para obtener entorno más agradable mediante la reducción de los efectos del ruido.

La OSHA dictan por cuánto tiempo se puede exponer a un nivel particular de ruido sin que se necesite protección auditiva estos tiempos se muestra en la Tabla 1.

Tabla 3. Niveles en decibelios según el espacio.

Duración por día, hora	Nivel del sonido dBA respuesta despacio
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1 ½	102
1	105
½	110
¼ o menos	115

Fuente: Elaboración propia.

Es importante que para evitar exponerse a niveles de ruido indeseables es necesario que se utilicen orejeras, así como tampones.

b. Vibraciones

El argumento primordial para examinar y determinar el aspecto de un mecanismo es definir las dimensiones indispensables para reparar la cláusula de oscilación, aminorar la nivelación de las energías oscilantes no requeridas y no indispensables. De modo que, al aprender los valores, el interés primordial se obligara ser la

identidad de las capacidades sobresalientes de la oscilación, la precisión de las ocasiones y la rectificación de la duda que ellas simbolizan.

La pérdida de aislamiento del mecanismo perjudica la infraestructura del mismo y el sector cercano, ruido causado por maquinaria. Son determinados ejemplos, Un fenómeno de la cual las máquinas se preocupan es la llamada resonancia, cuyo efecto pueden ser serios.

El estudio de vibración juega un papel significativo en el mantenimiento predictivo, este consta en tomar valores de vibración en distintas partes de la máquina y así se analiza el comportamiento.

c. Señalizaciones De Seguridad.

Puerta de Acceso

Esta debe contar con señalización y no debe haber obstáculos que interfieran con el tránsito de los trabajadores. Su ancho debe ser como mínimo de 1,20 m, además se debe contar con iluminación de emergencia para facilitar el tránsito en caso del corte de fluido eléctrico.

Extintores

El laboratorio debe contar con extintores del tipo ABCD, deben estar ubicados en lugares accesibles y contar con la señalización. Así mismo se debe capacitar a los trabajadores del laboratorio sobre su funcionamiento.

Señalizaciones

El laboratorio debe contar con rótulos de señalización identificando las señales de: advertencias, prohibición, obligaciones y señales de emergencia



Figura 4. Señal de Extintores.



Figura 5. Señal de Prohibiciones



Figura 6. Señal de Advertencias



Figura 7. Señal de Obligaciones



Figura 8. Señal de Emergencias

4.2. Caracterizar los diversos Motores Eléctricos a analizar para determinar sus parámetros de operación.

En el diseño de laboratorio de pruebas eléctricas a motores se analizará sus parámetros a los motores de inducción, ya que son los más comerciales en el mercadillo recinto de la localidad de Chiclayo y por el pedido del gerente de la empresa SAICOP SAC. Nuestro diseño de laboratorio está encaminado a realizar el análisis a los parámetros de operación del motor de inducción de hasta 10 HP.

En esta sección se determinan las características de los motores de inducción de 1 HP, 5 HP y 10 HP, que permitan determinar los parámetros de operación de los instrumentos de ensayo que formaran parte del laboratorio de pruebas.

En la empresa donde se va a instalar el laboratorio de pruebas cuenta con un suministro eléctrico de suministro de 220 V trifásico, motivo por el cual en las características del motor a revisar se tomará dicho valor de voltaje como referencia.

En este ítem se describe las características más importantes que definen los parámetros de operación de los motores. Además, se ha seleccionado los motores de las marcas ABB, SIEMENS y WEG debido a que son las más representativas y de mayor uso en el área donde se realiza la presente investigación.

Para la obtención de las características se han dividido en tres categorías:

Motor de Inducción 1 HP

Tabla 4. Características Eléctricas

MARCA	POTENCIA (HP)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	FRECUENCIA (HZ)	FACTOR DE POTENCIA
ABB	1	220	3,2	60	0,82
SIEMENS	1	220	3,5	60	0,89
WEG	1	220	3,15	60	0,83

Fuente: Elaboración propia.

MARCA	POTENCIA (HP)	RPM	EFICIENCIA %	TORQUE (Nm)	GRADO DE PROTECCIÓN	PESO (kg)
ABB	1	3600	70,8	2,2	IP 55	11
SIEMENS	1	3320	62,8	2,15	IP55	6
WEG	1	3425	75,4	2,6	IPW 55	12,5

Tabla 5. Características Mecánicas

MARCA	POTENCIA (HP)	NIVEL DE RUIDO (dBA)	FACTOR DE SERVICIO	ALTITUD	TEMPERATURA AMBIENTE
ABB	1	59	1,15	1000	40°C.
SIEMENS	1	60	1,15	1000	-15/40°C.
WEG	1	62	1,15	1000	-20°C - +40°C

Fuente: Elaboración propia.

MOTOR DE INDUCCIÓN 5 HP

Tabla 6. Características Eléctricas

MARCA	POTENCIA (HP)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	FRECUENCIA (HZ)	FACTOR DE POTENCIA
ABB	5	220	14,4	60	0,80
SIEMENS	5	220	15,8	60	0,73
WEG	5	220	14	60	0,81

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Características Mecánicas

MARCA	POTENCIA (HP)	RPM	EFICIENCIA 100%	TORQUE (Nm)	GRADO DE PROTECCIÓN	PESO (kg)
ABB	5	1730	85,4	20,4	IP55	45
SIEMENS	5	1740	85,3	20,5	IP55	25,4
WEG	5	1710	85,5	20,6	IPW55	33

MARCA	POTENCIA (HP)	NIVEL DE RUIDO (dBA)	FACTOR DE SERVICIO	ALTITUD	TEMPERATURA AMBIENTE
ABB	5	60	1.15	1000	40°C.
SIEMENS	5	56	1.15	1000	-15/40°C.
WEG	5	54	1.15	1000	-20°C - +40°C

Fuente: Elaboración propia.

MOTOR DE INDUCCIÓN 10 HP

Tabla 8. Características Eléctricas

MARCA	POTENCIA (HP)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	FRECUENCIA (HZ)	FACTOR DE POTENCIA
ABB	10	220	28,6	60	0,8
SIEMENS	10	220	30,2	60	0,75
WEG	10	220	30,4	60	0,75

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Características Mecánicas

MARCA	POTENCIA (HP)	RPM	EFICIENCIA 100%	TORQUE (Nm)	GRADO DE PROTECCIÓN	PESO (kg)
ABB	10	1160	86	62	IP55	75
SIEMENS	10	1150	86	61,9	IP55	65,9
WEG	10	1160	86.3	61	IPW55	75

MARCA	POTENCIA (HP)	NIVEL DE RUIDO (dBA)	FACTOR DE SERVICIO	ALTITUD	TEMPERATURA AMBIENTE
ABB	10	62	1.15	1000	40°C.
SIEMENS	10	60	1.15	1000	-15/40°C.
WEG	10	55	1.15	1000	-20°C - +40°C

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Seleccionar el ambiente físico y los diferentes equipos electromecánicos del laboratorio según las características de los motores y las normas técnicas vigentes.

4.3.1 Ambiente Físico de Laboratorio

El ambiente físico del laboratorio comprenderá un Área de 46,00 m², con unas dimensiones de 6,30 m x 7,30 m, que permita cumplir con los requerimientos de confianza y sanidad en la labor, teniendo en cuenta los peligros ocupacionales con el objetivo de lograr un ámbito fiable, tanto para el equipamiento como los empleados, que realiza los ensayos en dicho laboratorio.

En ese sentido se aplicará la norma: ISO/IEC 17025 Requisitos Generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

4.3.2 Requerimiento del laboratorio

Es importante que antes de especificar cualquier equipo que se pueda necesitar, es necesario conocer el torque del motor, lo que nos permitirá determinar la fuerza del dinamómetro.

Entonces realizaremos el cálculo para un motor de 10 HP de eje horizontal a 220 voltios a 1800 rpm.

Tenemos la potencia de un motor su ecuación:

$$P = T \omega_{Mec}$$

Dónde:

P: Potencia Mecánica

T: Torque

W: Velocidad Angular

Para poder calcular el torque es necesario determinar la velocidad angular, para lo cual aplicaremos la siguiente ecuación:

$$\omega_{Mec} = 2\pi n / 60$$

Si sustituimos n con el valor de 1800:

$$\omega_{Mec} = 2\pi 1800 / 60 = 188,50$$

Y convirtiendo la potencia de 10 HP en watts

$$P = 10 \times 0,746 = 7,46 \text{ kW}$$

Sustituyendo y despejando el torque tenemos lo siguiente:

$$T = P / \omega_{Mec} = 7,46 / 188,5 = 39,58 \text{ N.m}$$

A continuación, presentaremos el diagrama conceptual del equipo requerido tomando como referencia la norma IEEE-112, bajo el método B denominado entradas y salidas, lo que varía según las necesidades de la prueba.

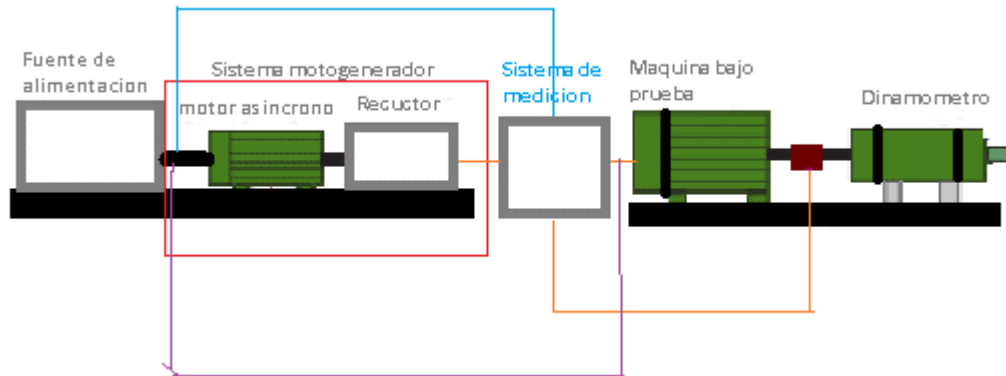


Figura 9: Diagrama para las pruebas bajo la norma IEEE-112

Se ve en la Figura 9 un mecanismo de alimentación, un sistema moto generador, un sistema de medición la maquina prueba y el dinamómetro utilizado. A continuación, se muestra un diagrama de lo que debería incluir cada parte de manera desglosada antes de presentar algunas capacidades del equipo disponible en el mercado.

En la Figura 10 hacemos una descripción más detallada de lo que contiene la propuesta del equipo de pruebas, es de aclarar que el sistema moto generador puede ser opcional ya que es para la prueba a baja frecuencia. El mecanismo de medición de datos debería poseer con su propio sistema de procesamiento de datos.

Así mismo es importante que las tolerancias sean menores al 2%.

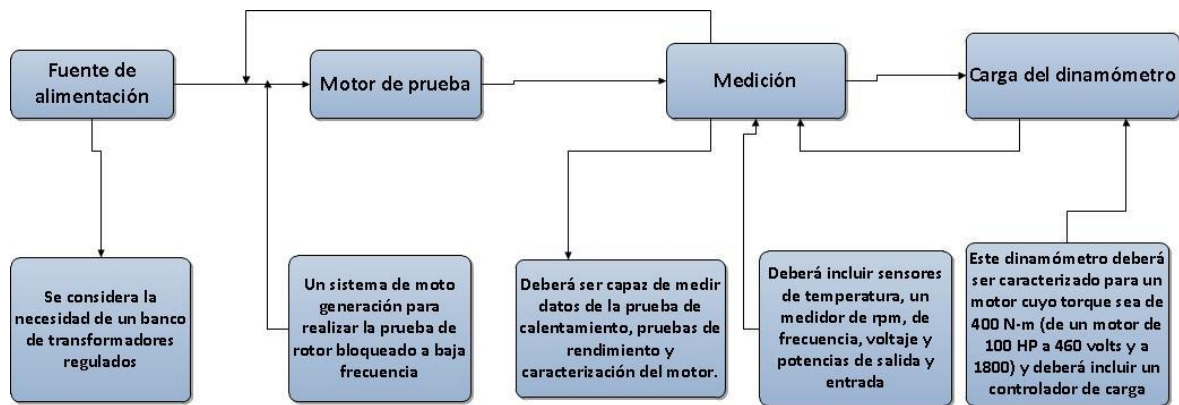


Figura 10: Diagrama descriptivo del equipamiento

A. Sistema de obtención de datos Accudyno Lti-Br

El Sistema de adquisición de datos Accudyno Lti-Br permitirá leer los siguientes datos:

- RPM (del motor y del rodillo o volante)
- Potencias (a la rueda, al motor, potencia leída y potencia corregida climáticamente)
- Pérdidas (medición de la cantidad de HP que se pierden en elementos de la transmisión, como caja, cadena, deformación de la goma)
- Factor de corrección climático corregido por normas internacionales (ingresando temperatura, presión y humedad de forma manual o automática con nuestra central atmosférica)
- Torque
- Velocidad
- Valores promedio. Útiles para evaluar el funcionamiento entre dos valores de RPM.

En la Tabla 2 presentamos las características del Sistema de adquisición y en la Figura 11 mostramos dicho Sistema.

Tabla 10. Descripción de adquisición de datos

cantidad	Descripción
1	Gabinete de adquisición de datos
1	Pendrive de instalación y documentación
1	Guía rápida de instalación
1	Sensor de rpm
1	Imán para sensor de rpm
1	Cable USB
1	Pulsador para control remoto

nombre	Valor
Tipo de medición	Inercial
Entradas de rpm	2 Opción 1 : RPM de volante RPM- de motor Opción 2 (4x4) RPM de rotor delantero- RPM de rotor trasero Opción 3: RPM de Volante- salida para el control del ventilador
Entradas analógicas	2 a 3
Entradas AccuNet	1 (central meteorológica digital y otros accesorios
Salidas analógicas	1 (opcional)
interface	USB
Opcionales	Central atmosférica Cable p/sonda Lambda Termocupla



Figura 11. Sistema de adquisición de datos

B. Medición auxiliar de temperaturas mediante sensores PT100

Estos sensores son utilizados para detectar temperatura por resistencia (RTD). Están diseñados con elemento de platino y cuenta con un resistivo eléctrico de 100 ohmios a un calor de 0 ° C. Tiene un control de calor Pt500, tendrá a la vez, un resistivo de 500 ohmios a 0 °C y un Pt1000 poseería 1000 ohmios de resistivo a 0 °C.

Precisión

La Norma Internacional IEC 751 indica dos tipos de precisiones: "1/10 DIN" y "1/3 DIN", la primera tiene una flexibilidad de 1/10 y la segunda una tolerancia de 1/3

respecto a las especificaciones técnica de Clase B, esto a una Temperatura de 0 °C.

La Clase B tiene una tolerancia de $\pm 0,3$ ° C a 0 °C.

Elementos

- a. **Elementos Pt100.** Está conformada por una trozo de alambre enrollado sobre un núcleo de vidrio o cerámica, su uso está destinado par lugeres con espacio limitado.
- b. **Elementos de extensión Pt100.** Es un modelo especifico de componente RTD. Su diseño es de un forma muy delgada como fuera posible, de tal manera que existen un buen contacto al momento de realizar la toma de lectura de temperatura para las superficies planas.
- c. **Sonda Pnt100.** Está conformada por un tubo metálico, y en su interior lleva la sonda en su diferentes configuraciones, que es la encargada de registrar la temperatua.
- d. **Sonda de temperatura Pt100.** Es la unión de un elemento de temperatura Pt100, y un cable conductor, una vaina y una conexión.
- e. **Sensores RTD de platino.** Estos sensores también se les conoce como Pt RTD, y son los más estables, lineales y precisos dentro de la gama de sensores RTD.
- f. **Elemento RTD de película fina.** Esta constituido por una manto delicado de una aleación de principio introducido en un sustrato loza y cortado para elaborar la elavoración de ohmiaje requerido.Estos componentes de lamina delgada se acoplan a los reglamentos de curvatura europea DIN 43760 y la flexibilidad patron de 0,1% DIN.
- g. **Clase A de RTD Pt100 .** Una superior flexibilidad y exactitud en los componentes Pt100.
- h. **Clase B de RTD Pt100.** Flexibilidad y exactitud aunque habituales de componentes Pt100.
- i. **Alambre enrollado.** Son manufacturados de filamento de platino purificado del 99.99 % devanado encima de un núcleo de vidrio o cerámica.

C. Dinamómetro eléctrico de intensidades parásitas enfriado por agua, MWD NL360

La información correspondiente al dinamómetro la mostramos a continuación:

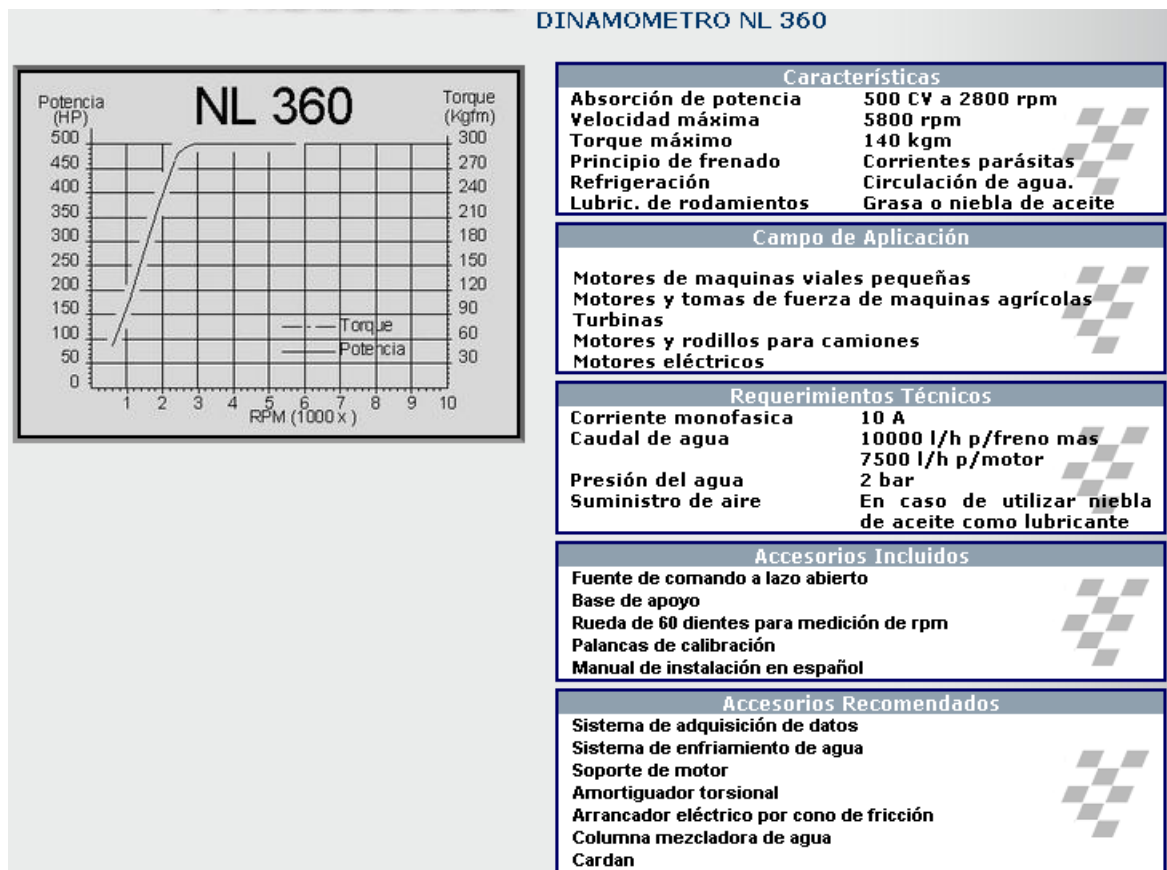


Figura 12. Información del dinamómetro y la curva de potencia

D.Freno Electromagnético

El embrague electromagnético EIDE prototipo FAE tiene conformado principalmente por el centro inductor, con el devanado y elemento de roce integrado y del monton inducido, mescladoo del referido disco impulsado con un resorte membrana ,en la construcción 1.1, para ser acoplado directamente encima de la polea, piñón de cadena, etc. y del buje soporte inducido, en las construcciones 1.2 y 1.3 para ser montado encima de el propio eje que deseamos ejercer la acción frenaste, el centro inductor se equidista en relación al eje y se fija a la bancada del mecanismo. La elevacion “a” que se muestra en la tabla, tener que ser considerada en el acoplamiento. Al adaptarle un voltaje normalizada a 24 voltios de corriente continua al devanado se hace un campo magnético que une al circulo incitado

,estimulando una alteración en el resorte membrana, donde equilibra en medio del hierro "a" haciendo el rozamiento entre ambas, realizándose el frenado. Al retirar la intensidad, el pedazo 5 recobra su situación inicial, acabando el frenado y sin igual excedente. Custodiar de las dos extensiones de roce permanescan liberados de lubricantes u oleos, lo que existe disminuye el igual de frenada. Dichas unidades quieren una reduida cantidad de actividades para el igual signifique su importe representativo. A la polea, piñón o buje lo que se empalme, hay que ejecutar unas taladradoras de proximidad . un 30% ascendientes que las cabezas de tales remaches 6, en la tabla se vinculan sus medidas, para sustraer su aparicion. Mostrados en la figura 14 y la figura 15 se muestran las diversas capacidades de los frenos disponibles.

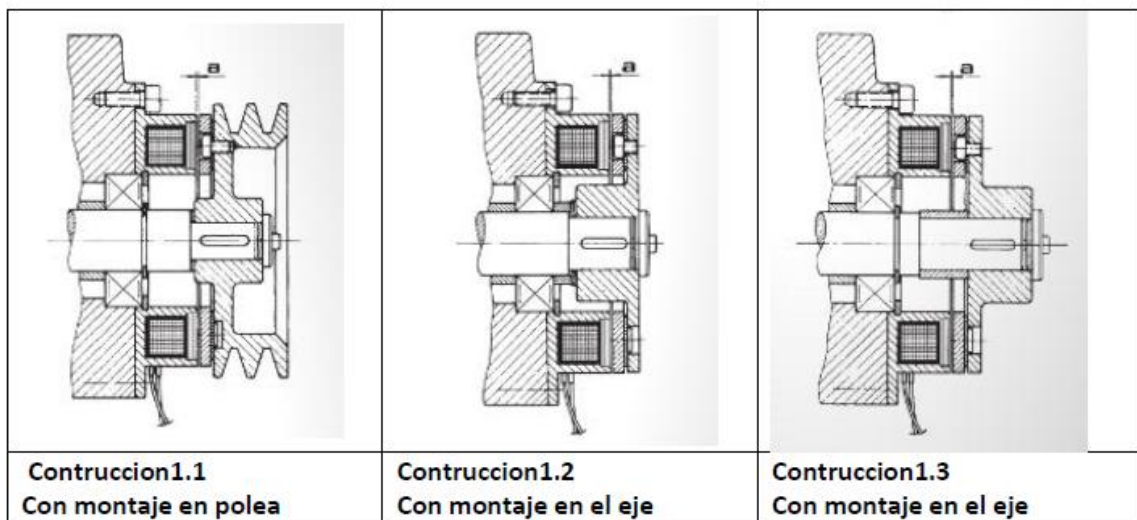


Figura 13. Montajes del freno electromagnético

Tabla 11. Capacidades para los frenos disponibles

TAMAÑO		0,15	0,25	0,75	1,5	3	6	12	20	45	70
Par máx.	da. Nm.	0,15	0,25	0,75	1,5	3	6	12	20	45	70
Revoluciones por minuto	n	10.000	8.750	7.000	5.500	4.400	3.500	2.750	2.200	1.750	1.400
Consumo de la bobina (20° C)	Wattios	8	10	12	15	22	28	38	48	60	70
Masa Constr. 1.1 Constr. 1.2 - 1.3	kg	0,12	0,20	0,30	0,50	1	1,70	3,20	6,30	11,70	19,30
		0,14	0,23	0,40	0,70	1,30	2,40	4,70	9,30	17,20	28,50
J Constr. 1.1 Constr. 1.2 - 1.3	kg cm²	0,043	0,091	0,37	1,10	3,75	11,70	40,80	118	353	1012
		0,061	0,137	0,58	1,63	5,67	16,70	56	171	475	1410
Entrehierro "cota a"		0,15	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,8
	A	54	65	80	100	125	150	190	230	290	355
	L	22,8	25,2	22	24,7	28	31	35	41,5	48	60
	L ₁	25,4	28,2	25,5	28,7	33	37	42	50,5	59	73
	L ₂	34,8	37,2	37	44,7	53	61	73	89,5	103	124
	b	47	58	72	90	112	137	175	215	270	335
	c	19	26	35	42	52	62	80	100	125	160
	d*	-	-	-	10	10	14	19	24	32	38
	d máx.	10	15	15	25	30	40	50	70	80	120
	e	30	38	46	60	76	95	120	158	210	250
	f	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
	g	17	24	27	37	42	52	65	83	105	146
	h	4 x 3,4	4 x 3,4	4 x 4,5	4 x 5,5	4 x 6,5	4 x 6,5	4 x 9	4 x 9	4 x 11	8 x 11
	k	3 x M3	3 x M3	3 x M3	3 x M4	3 x M5	3 x M6	3 x M8	3 x M10	4 x M12	4 x M16
	l	20	22	18	20	22	24	26	30	35	44
	l ₁	2	2	2,5	2,5	3	4	5	5	6	8
	l ₂	3	3,2	3,5	4,3	5	5,5	6	7	8	9
	m	3 x 5	3 x 5	3 x 6	3 x 7	3 x 9	3 x 10	3 x 13	3 x 16	4 x 18	4 x 24
	n	1,5	1,5	1,5	1,7	2,1	2,5	3	6,5	8	10
	r	12	12	15	20	25	30	38	48	55	64
	s	5	5	5	6	6	10	10	15	20	25
	t	M4	M4	M4	M5	M5	M6	M8	M8	M10	M12

*En todos los tamaños, los frenos se entregarán con la cota "d" indicada y sin chavetero.



E. Voltímetro Digital

El Voltímetro Digital marca Fluke, es un voltímetro de alto rendimiento y tiene una amplitud de registrar valores y revisarlos gráficamente en la pantalla, permitiendo resolver problemas con mayor rapidez, ayudando a reducir el periodo ineficaz por detenciones de los equipamientos. Hoy en día se manda informar de aspecto sin cables con sus instrumentos iOS y Android con las nuevas aplicaciones para móviles Fluke Connect. En la Figura 15 presentamos una foto del Voltímetro Digital y algunas especificaciones técnicas de la instrumentación que poseen son mostrados en la Tabla 3 y Tabla 4.



Figura 14. Fluke modelo 289

Tabla 12. Especificaciones técnicas del Fluke 289

Especificaciones		
Función	Rango y resolución	Exactitud básica
Voltios de CC	50,000 mV, 500,00 mV, 5,0000 V, 50,000 V, 500,00 V, 1000,0 V	0.03%
Voltios de CA		0,4 % (Verdadero valor eficaz)
CC	500,00 μ A, 5000,0 μ A, 50,000 mA, 400,00 mA, 5,0000 A, 10,000 A	0.05%
CA		0,6 % (Verdadero valor eficaz)
Temperatura (excluida la sonda)	-200,0 °C a 1.350,0 °C (-328,0 °F a 2.462,0 °F)	1.00%
Resistencia	50,000 Ω , 500,00 Ω , 5,0000 k Ω , 50,000 k Ω , 500,00 k Ω , 5,0000 M Ω , 50,00 M Ω , 500,0 M Ω	0.05%
Capacidad	1,000 nF, 10,00 nF 100,0 nF, 1,000 μ F, 10,00 μ F, 100,0 μ F, 1000 μ F, 10,00 mF, 100 mF	1.00%
Frecuencia	99,999 Hz, 999,99 Hz, 9,9999 kHz, 99,999 kHz, 999,99 kHz	0.01%
Conectividad	Conector infrarrojo opcional a través de Fluke ir3000 FC	

Fuente: Empresa Fluke Corporation.

Tabla 13. Especificaciones generales

Especificaciones generales	
Tensión máxima entre cualquier terminal y tierra	1000 V
Tipo de batería	6 baterías alcalinas AA, NEDA 15A, IECLR6
Duración de la batería	100 horas como mínimo, 200 horas en el modo de registro
Temperatura	Funcionamiento: -20 °C a 55 °C; Almacenamiento: -40 °C a 60 °C
Humedad relativa	0 a 90 % (0 °C a 37 °C), 0 a 65 % (37 °C a 45 °C), 0 a 45 % (45 °C a 55 °C)
Compatibilidad electromagnética	EMC EN61326-1
Vibraciones	Vibración aleatoria según MIL-PRF-28800F Clase 2
Impactos	Caída desde un metro, conforme a IEC/EN 61010-1, 3ª edición
Tamaño (alto x ancho x largo)	22.2 cm x 10.2 cm x 6 cm (8,75 pulg. x 4,03 pulg. x 2,38 pulg.)
Peso	870,9 g (28 onzas)
Varias presentaciones en pantalla	Sí
Banda ancha de CA de verdadero valor eficaz	100 kHz
dBV/dBm	Sí
Resolución de mV de CC	1 mV
Rango de megohmios	Hasta 500 MΩ
Conductancia	50,00 nS
Señal acústica de continuidad	Sí
Acceso a batería/fusible	Sí/Sí
Reloj de tiempo transcurrido	Sí
Reloj de hora del día	Sí
Valores mínimos, máximos y promedios	Sí
Ciclo de trabajo	Sí
Ancho de onda	Sí
Interfaz óptica aislada	Sí
Retención automática/táctil	Sí
Memoria de lectura	Sí
Registro a PC	Sí
Registro de intervalos/eventos	Sí
Memoria de registro	Hasta 15,000 lecturas
Conectividad inalámbrica opcional ()	Sí

Fuente: Empresa Fluke Corporation.

F.Examinador de oscilaciones FLUKE 810

El examinador de oscilaciones Fluke cuenta con una patente técnica de evaluación que le permite reconocer y determinar incognitas automáticas. El examinador de vibraciones Fluke 810 brinda la ventaja que al agregar una potente motriz este diagnóstica de un simple desarrollo avance y avance para producir indicaciones arriba de errores determinados del aparato y su peligro al principio ciclo que se hacen las evaluaciones. El modelo y sus especificaciones se muestran a la vez en la Figura 16 y sus especificaciones técnicas en la Tabla 5, Tabla 6 y en la Tabla 7.



Figura 15. Analizador de vibradores Fluke 810

Tabla 14. Especificaciones técnicas del modelo Fluke 810

Nombre del modelo	Descripción
FLUKE-810	<p>El analizador de vibraciones incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Analizador de vibraciones con tecnología de diagnóstico * Acelerómetro triaxial, soporte magnético, kit de montaje con adhesivo para el acelerómetro, cable de desconexión rápida del acelerómetro * Tacómetro láser y bolsa de almacenamiento * Batería inteligente con cable y adaptadores * Correa para hombro y correa de mano ajustable * Software Viewer PC * Adaptador de cable mini-USB a USB * Guía rápida de uso, guía rápida de referencia ilustrada

Fuente: Empresa Fluke Corporation.

Tabla 15. Especificaciones eléctricas del modelo Fluke 810

Especificaciones eléctricas	
Selección de rangos	Automática
Convertidor A/D	4 canales, 24 bits
Ancho de banda útil	2 Hz a 20 kHz
Muestreo	51,2 Hz
Funciones de procesamiento de señales digitales	Filtro anti-aliasing configurado automáticamente, filtro paso alto, decimación, superposición, presentación en ventana, FFT, cálculo de la media
Velocidad de muestreo	2,5 Hz a 50 kHz
Rango dinámico	128 dB
Relación señal/ruido	100 dB
Resolución FFT	800 líneas
Ventanas espectrales	Hanning
Unidades de frecuencia	Hz, órdenes, cpm
Unidades de amplitud	pulg./seg, mm/seg, VdB (EE.UU), VdB* (Europa)
Memoria no volátil	Tarjeta de memoria micro SD, 2GB de memoria interna + almacenamiento adicional a través de ranura accesible para el usuario

Fuente: Empresa Fluke Corporation.

Tabla 16. Especificaciones técnicas del sensor del Fluke 8104.5.6 Fluke Tix Series (Tix1000)

Tipo de sensor	Acelerómetro
Sensibilidad	100 mV/g ($\pm 5\%$, 25 °C)
Rango de aceleración	Pico de 80 g
No linealidad en amplitud	1%
Respuesta en frecuencia	2 - 7.000 Hz ± 3 dB 2 - 5.000 Hz ± 3 dB
Requisitos de alimentación (IEPE)	18 V CC a 30 V CC, 2 mA a 10 mA
Tensión de salida de polarización	12 V CC
Conexión a tierra	Carcasa con conexión a tierra
Diseño del elemento sensor	Cerámicas piezoeléctricas/corte
Material del cuerpo	Acero inoxidable 316L
Soporte montaje	Tornillo prisionero de cabeza redonda 10-32, imán de tierras raras de 2 polos (resistencia a la tracción de 21,7 Kg)
Conector de salida	M12 de 4 patillas
Conector de acoplamiento	M12 - F4D
Memoria no volátil	Compatible con TEDS 1451.4
Límite de vibración	Pico de 500 g
Límite de impacto	Pico de 5.000 g
Sensibilidad electromagnética, equivalente en g	100 μ g/gauss
Sellado	Hermético
Rango de temperatura	-50 °C a 120 °C (-58 °F a 248 °F) $\pm 7\%$
Garantía	Un año

Fuente: Empresa Fluke Corporation.

G. Cámara termo gráfica FLUKE 1000

Esta cámara presenta una resolución 10 veces mayor, con una resolución de 1024 x 768 píxeles (786.432). El zoom digital incorporado al instrumento con una categoría de 32 incrementos permite laborar a distancias más cortas. Para enviar las imágenes se puede elegir el Protocolo que surge más eficaz para el empleo: puertos de cifras del instrumento; traspaso de símbolos; tarjetas SD, USB 2.0, partida de imagen DVI-D-HDMI. El Software SmartView®: tarjeta SD. El USB 2.0, la GigE Visión y el RS232 están libres en el 2015.

El modelo se presenta en la figura 17.



Figura 16. Modelo de la cámara termografía de Fluke

H. Torin montacargas plegable T32001 para motor - 2 Toneladas

El montacargas plegable Torino para motor tiene una capacidad de 2 toneladas y un rango de elevación que va de 2.5 a 200 cm. Incluye un brazo con 4 posiciones de agujero, cilindro largo de alta resistencia de 8 toneladas, 6 ruedas para una mejor movilidad y un diseño plegable para facilitar el almacenaje. El modelo del montacargas se exhibe a detallar en la figura 4:



Figura 17. Modelo del montacargas Torin

4.3.2 Entrega de la maquina a situar en el laboratorio en planta

La entrega de la maquinaria en el laboratorio se ha realizado teniendo en cuenta el tamaño y actual distribución de los ambientes, así como la disponibilidad de la maquinaria e instrumentos a utilizar. En Anexos se adjunta el Plano de Distribución.

4.3.3 Requerimiento Energía Eléctrica por el Laboratorio

El laboratorio tendrá el siguiente requerimiento de energía eléctrica:

Tabla 17. Requerimiento de Energía Eléctrica

RELACIÓN DE EQUIPOS Y MÁXIMA DEMANDA						
CUADRO DE CARGA DE LABORATORIO DE PRUEBAS ELÉCTRICAS A MOTORES						
ÍTEM	TIPO DE CARGA	UNID.	CANT.	POTENCIA INSTALADA (kw)	F.S.	MÁXIMA DEMANDA (kw)
1.00	LABORATORIO DE PRUEBAS					
1.01	DINAMÓMETRO	UND	1.0	7.5	1.0	7.5
1.02	MOTOR DE PRUEBA DE 10 HP	UND	1.0	7.5	1.0	7.5
1.03	CARGAS ADICIONALES	UND	1.0	3	1.0	3
2.00	OFICINAS:					
2.01	ILUMINACIÓN	GLB	1.0	1.0	0.5	0.5
2.02	TOMACORRIENTES	GLB	1.0	1.5	0.5	0.75
MÁXIMA DEMANDA [kw]						19.25

Fuente: Elaboración propia.

Para atender esta Máxima Demanda es necesario un Suministro Trifásico 380 v / 220 V en Baja Tensión, y considerando que el trabajo en el laboratorio se realizará fuera de las Horas Punta, se optará por el Pliego Tarifario BT-2: Con duplo medida de Energía Activa y compromiso o evaluación de dos fuerzas.

A. Cálculo de la Acometida y Alimentador:

Con esto calculamos la Corriente Nominal (I_n) de la Acometida y el Alimentador:

$$I_n = M.D. / (k \times V \times \cos \theta)$$

$$I_n = 20\,000 / (\sqrt{3} \times 380 \times 0,8)$$

$$I_n = 37,98 \text{ A}$$

Luego calculamos de la intensidad de planteamiento I_d

$$I_d = 1.15 \times I_n$$

$$I_d = 1.15 \times 37,98$$

$$I_d = 43.68 \text{ A}$$

Por lo tanto el calibre del Conductor a seleccionar será THW-90 450/750 V de 3 x 6 mm².

El Interruptor Termomagnético a utilizar será de 50 A

B. Cálculo de los Circuitos del Tablero de 220 V:

a. Alimentador:

$$I_n = M.D. / (k \times V \times \cos \theta)$$

$$I_n = 3000 / (1 \times 220 \times 0,8)$$

$$I_n = 17,10 \text{ A}$$

Luego calculamos la Corriente de Diseño (I_d)

$$I_d = 1,15 \times I_n$$

$$I_d = 1,15 \times 17,10$$

$$I_d = 19,60 \text{ A}$$

Por lo tanto el calibre del Conductor a seleccionar será THW-90 450/750 V de 2 x 2,5 mm².

El Interruptor Termomagnético a utilizar será de 20 A

b. Circuito de Tomacorrientes:

$$I_n = M.D. / (k \times V \times \cos \theta)$$

$$I_n = 2500 / (1 \times 220 \times 0,8)$$

$$I_n = 14,20 \text{ A}$$

Luego calculamos la Corriente de Diseño (I_d)

$$I_d = 1,15 \times I_n$$

$$I_d = 1,15 \times 14,20$$

$$I_d = 16,33 \text{ A}$$

Por lo tanto el calibre del Conductor a seleccionar será THW-90 450/750 V de 2 x 2,5 mm²

El Interruptor Termomagnético a utilizar será de 16 A

c. Circuito de Iluminación:

Para el calcular el circuito de iluminación, primero determinamos la cantidad de luminarias que requiere nuestro laboratorio.

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones la Iluminancia que requiere el Laboratorio es de 1000 lux, con ello realizamos el siguiente cálculo.

Tamaño del lugar:

Longitud: 7.30 m.

Espacio: 6.30 m.

Altitud total: 3.00 m.

Elevación de la superficie de labor: 1.00 m.

Nivelación de alumbrado media. $E_m = 1000 \text{ lx}$

Lámparas. Usaremos lámparas fluorescentes Led de 10000 lúmenes de circulación.

Altitud de supresión de los equipos de luz: 3 m.

Índice del recinto. Entregado el modelo de equipos de luz con proposición de alumbrado directo, nos localizamos con un suceso de alumbrado directo. Lo cual:

$$K = a.b / (h \times (a + b))$$

$$K = (6,3 \times 7,30) / (3 \times (6,3 + 7,30))$$

$$K = 1,13$$

Factores de reflexión. Los factores de la cubierta y los muros lo podemos obtener de la siguiente tabla:

Tabla 18. Factores de cubierta y muros.

	Cubierta	Muro	Piso
Factor de reflexión	0	0	0,1

Fuente: Elaboración propia.

Decisión del factor de uso (η). Desde los factores de atención y el índice del recinto se descifran en las tablas las causas de uso. Por lo tanto, el factor de utilización será 0.8.

Causa de sostemantenimiento (fm) .En este caso las evaluaciones están introducidos en los catálogos de los equipos de luz. El Factor de Mantenimiento será 0,95.

Cálculos:

Cálculo del Flujo Luminoso Total (Φ total), será:

$$\Phi \text{ total} = E_m \times S / (f_m \times \eta) = 1000 \times 46 / (0,95 \times 0,8) = 60513,15789 \text{ lx}$$

Finalmente, se calcula la cantidad minúscula de luminárias indispensables:

$$N = \Phi \text{ total} / (n \times \Phi \text{ lum})$$

$$N = 60513,15789 / (0,95 \times 0,8 \times 10\ 000)$$

$$N = 6,5 \text{ luminarias}$$

$$N = 6 \text{ luminarias}$$

Con ello realizamos el cálculo del calibre del conductor

$$I_n = M.D. / (k \times V \times \cos \theta)$$

$$I_n = 500 / (1 \times 220 \times 0,8)$$

$$I_n = 2,84 \text{ A}$$

Luego calculamos la intensidad del croquis (I_d)

$$I_d = 1.15 \times I_n$$

$$I_d = 1.15 \times 2.84$$

$$I_d = 3.26 \text{ A}$$

Por lo tanto el calibre del Conductor a seleccionar será THW-90 450/750 V de 2 x 2,5 mm²

El Interruptor Termomagnético a utilizar será de 10 A

C. Cálculo de los Circuitos del Tablero de 380 V:

a. Circuito de Modulo de Pruebas:

$$I_n = M.D. / (k \times V \times \cos \theta)$$

$$I_n = 17000 / ((\sqrt{3} \times 380 \times 0,8))$$

$$I_n = 32,28 \text{ A}$$

Luego calculamos la Corriente de Diseño (I_d)

$$I_d = 1,15 \times I_n$$

$$I_d = 1,15 \times 32,28$$

$$I_d = 37,12 \text{ A}$$

Por lo tanto el calibre del Conductor a seleccionar será THW-90 450/750 V de 3 x 4 mm².

El Interruptor Termomagnético a utilizar será de 40 A

4.4. Elaborar protocolo de pruebas de acuerdo al ensayo realizado

4.4.1 Modelos de pruebas

4.4.1.1 Extravíos en el estator I²R

Los extravíos en el estator la podemos calcular con la siguiente fórmula:

$$P = I^2R$$

Y para maquinas trifásicas

$$P = 1,5 I^2R$$

1.5 Teniendo en cuenta el enlace estrella y el cálculo ejecutado con los tres finales.

Dónde:

I: Intensidad de corriente RMS que se mide en el final de la línea con determinada capacidad.

R: Ohmiaje en medio de los dos terminales de la línea

.4.4.2. Temperatura Específica

Para determinar la temperatura específica que se debe utilizar para corregir la resistencia se realiza con una resistencia de carga en la prueba a una temperatura de 25 °C, para ello se debe utilizar una motero con las mismas características de la máquina que se está probando.

Si la temperatura de la carga se ha incrementado y no se ha medido, esta debe ser corregida con los valores de la siguiente tabla:

Tabla 19. Temperatura específica

Categorías de protección del sistema	Temperatura °C
H	130
F	115
B	95
A	75

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3. Pérdidas en el Rotor I² R

Estas pérdidas se calculan tomando en cuenta los extravíos por el roce de brochas para los mecanismos de aspas devanado, para lo cual utilizaremos la siguiente ecuación:

$P_{mot. I^2R} = \text{Potencia Ingreso medio estator} - \text{Perdidas potencia } I^2R - \text{Perdidas en hierro.}$

4.4.4. Extravíos en el hierro, por rose y consecuencias del aire, ensayo sin potencia.

Se ejecuta logrando que el motor funcione con la tensión y la repetición ordenados sin potencia empalmada y luego lograr un valor correcto, es importante el acceso posea ya asentado.

4.4.4.1 Intensidad sin potencia

Se obtiene como resultado de medir las corrientes en cada línea sin carga, y luego sacar un promedio.

4.4.4.2 Pérdidas Sin Carga

Esta pérdida se obtiene restando las pérdidas en el estator de menos el monto de los extravíos de entrada por rose, pérdidas del hierro y producto del aire.

4.4.4.3. Exclusión de extravíos del hierro de los extravíos por rose e impacto del aire

Estas se obtienen con las lecturas de intensidad de corriente, voltaje y potencia de entrada a valores de voltaje a 125% del Voltaje Nominal.

4.4.4.4. Rose e impacto del aire

Esta se adquiere alcanzar a partir datos de la curva característica del motor que se está probando de tal manera que el resultado es la intersección entre voltaje y el extravío del rose y el impacto del aire.

4.4.4.5. Pérdidas en el hierro

Estas pérdidas la obtenemos realizando la diferencia entre el extravío por rose y por impacto del aire y la suma del extravío por efecto del viento y por rose.

4.4.5. Extravíos creados en la potencia

Estas están en relación directa en el extravío total del motor no tomando en cuenta los extravíos por rose e impacto del aire.

4.4.5.1 Medida Indirecta

Se deciden calculando los extravíos totales y luego las restamos de la suma de los extravíos por efecto del viento y fricción, pérdida del estator, extravío del rotor y extravío en el hierro.

4.4.5.2. Medida Directa

Para ello utilizamos los métodos E, F, y E/F de la eficiencia

4.4.5.2.1 Integrante de extravíos del estator por extravíos en la potencia.

Esta se determina adaptando tensiones prudentes polifásicos a las finales del devanado del estator sin el rotor.

Las corrientes usadas en esta prueba se deben identificar como I_t :

$$I_t = \sqrt{I^2 - I_0^2}$$

Dónde:

I_0 : Corriente sin carga

I : Intensidad de línea para el desempeño del estator

I_t : Intensidad en el devanado del estator mientras el ensayo de extravío por extravíos en la potencia.

4.4.5.2.2 Modo para el ensayo del giro invertido

Las pérdidas se producen con altas frecuencias. Estas se realizan cuando la motriz está instalado en su totalidad, adaptamos en los terminales del devanado del estator la tensión equilibrada polifásica, luego hacemos que el rotor gire a la velocidad de sincronismo y ahí es donde medimos la potencia que está ingresando en el devanado del estator.

4.4.5.2.3 Modo recto para el cálculo de extravíos por extravíos en la potencia

La calculamos mediante la siguiente fórmula:

$$W_{LL} = LL_S + LL_r$$

4.4.5.2.4 Estudio de los datos de ensayo

El estudio de los datos tomados en la prueba como:

Potencia mecánica requerida para fomentar el rotor sin la tensión adaptado en las finales del devanado del estator (P_f).

Potencia de ingreso eléctrica al devanado del estator durante el ensayo de giro invertido (W_r).

Potencia de ingreso eléctrica al devanado del estator sin el rotor (W_s).

Potencia mecánica requerida para promover el rotor con la tensión adaptado en los terminales del devanado del estator (P_r).

$$(P_r - P_f) = A_1 (I_t)^{N1}$$

$$W_s = A_2 (I_t)^{N2}$$

$$W_r = A_3 (I_t)^{N3}$$

Dónde:

I: Intensidad de línea analizada mientras el ensayo de extraviadas por extraviadas en la potencia.

A: Intercepción de y en un gráfico con abscisas y estructuradas logarítmicas, una constante. N: Declive en un gráfico con abscisas y estructuradas logarítmicas, sobre 2.

4.4.6 Especificación de la eficacia (NTP - IEC 60034-2-1)

A este reglamento se le denomina: Métodos Normalizados para la especificación de los extraviados y la eficacia Mediante pruebas, excepto los mecanismos para automóviles de remolque, es aplicable para máquinas síncronas, inducción y de

corriente alterna; sin embargo, dado el propósito de este desarrollo del croquis de indagación, la indagación se promedia en lo referente a los métodos de prueba para la decisión de la eficacia de las máquinas de inducción, utilizando el método de sumatorias de pérdidas.

A. Procedimientos para la decisión de la eficacia

El reglamento técnico peruano nos describe dos procedimientos de prueba para decidir la eficacia:

- Método de prueba preferido.
- Método de ensayo en campo.

El primer método se refiere a aquellos en los que se mide:

- Medición directa donde se calcula directamente tanto la fuerza de entrada y de partida. Este método se aplica a todas las máquinas monofásicas. Y como dispositivo requerido se necesita un dinamómetro.
- Sumatoria de las pérdidas separadas, se aplica a maquinarias trifásicas de potencia de marcha aparente hasta 2 Mw. Y como dispositivo requerido se necesita un dinamómetro y un torquímetro.
- Sumatoria de las pérdidas separadas, se aplica a maquinarias trifásicas de potencia de marcha aparente superior 2 Mw.

El segundo método se refiere a aquellos en los que se mide:

- Oposición con doble alimentación, el ensayo se realiza en oposición con doble alimentación, para esta prueba se necesita ensamblar dos máquinas idénticas para la plena carga.
- Oposición con una sola alimentación, el ensayo se realiza en oposición con una sola alimentación, para esta prueba se necesita ensamblar dos máquinas idénticas.
- Rotación inversa, se realiza el ensayo con rotor retirado y de un ensayo de rotación inversa, se requiere dispositivos de un motor auxiliar con una potencia 5 x por las pérdidas totales.
- En Estrella, se trabaja con las pérdidas adicionales a partir de un ensayo en estrella y se requiere que su arrollamiento esté conectado en conexión estrella.

Los diferentes métodos para determinar la eficiencia se basan en una progresión de normas, tecnológicas, cuentas y retoques fabricadas por la Comisión Electrotecnia Internacional, tomando como referencia los datos obtenidos en las pruebas. Por lo cual, los valores conseguidos por los diferentes sistemas pueden no ser idénticos; sin incautación, la normativa Técnica Peruana nos da lineamientos de poder elegir el sistema que debemos usar en la prueba.

Nuestro diseño de laboratorio de pruebas eléctricas a motores trabajaremos con el método de sumatorias de las pérdidas, donde nos indica que para motores trifásicos con potencia de salida nominal de hasta 2 MW.

De acuerdo a este método de medición de sumatorias de pérdidas separadas donde calculamos por separado a cada una de los extravíos del motor para luego sumarlas y después restarlas con la fuerza de entrada y de esta manera podemos determinar la fuerza de salida, para finalmente computar la eficacia.

(NTP-IEC.60034, 2017) La Norma Técnica Peruana nos detalla que este método de ensayo para determinar la eficiencia se debe sumar las pérdidas por separado.

Los componentes de las pérdidas son:

- **Pérdidas en el hierro:**

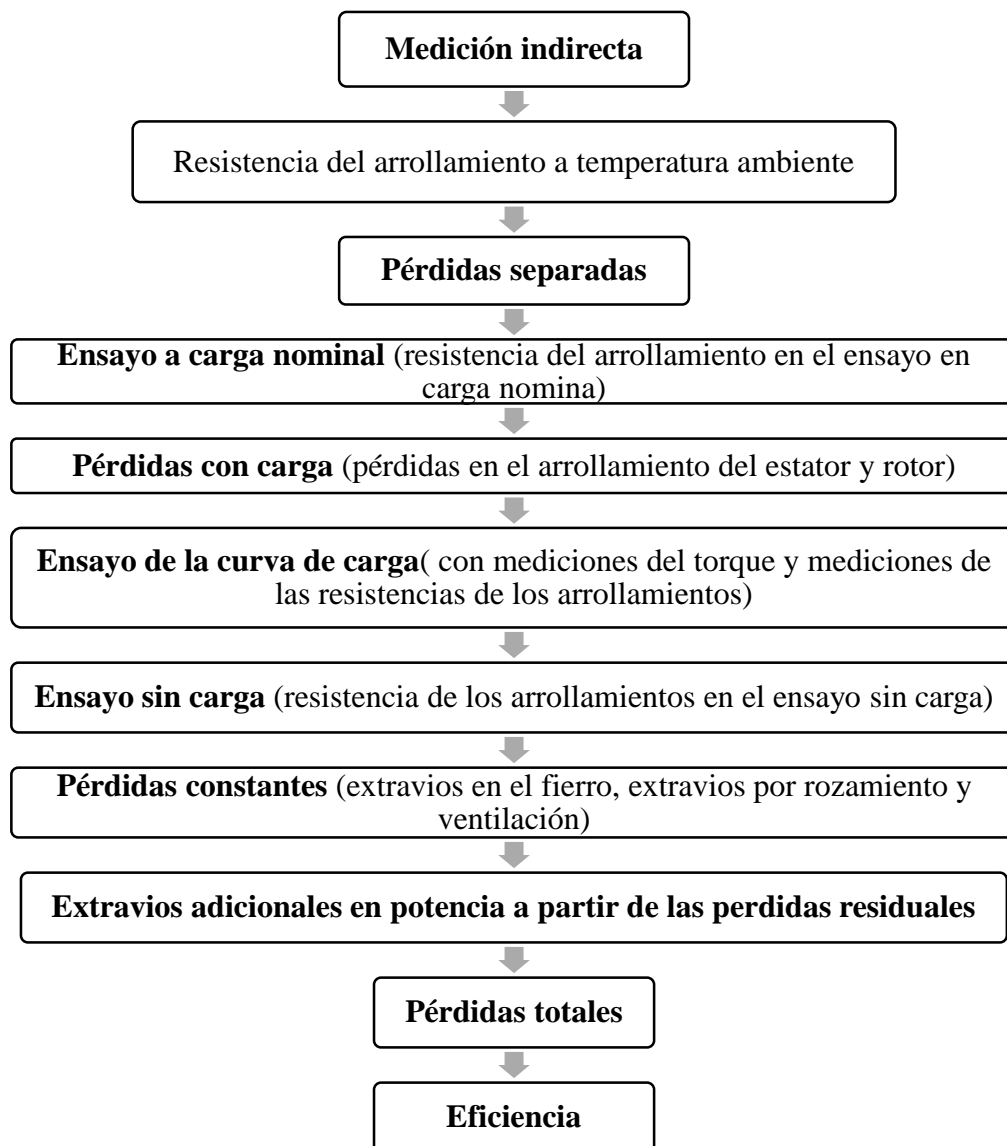
Son las partes activas y pérdidas suplementarias en las otras partes metálicas en el funcionamiento si carga.

- **Pérdidas por ventilación y rozamiento:**

Estas pérdidas se dan por rozamiento de rodamientos y escobillas y por rozamiento aerodinámico en los ventiladores.

- Extravíos en el cobre del estator y del rotor
- Extravíos complementarios con potencia

B. Determinación de la eficiencia según el metodo de sumatoria de perdidas



a. Medición indirecta:

Se basa en la determinar e los valores de cada una de los componentes de pérdidas, a través de una serie de ensayos, cálculos y correcciones y tomando como referencia los valores obtenidos calculamos la eficacia.

b. Pérdidas separadas en la motriz de incitación

Para poder determinar las pérdidas separadas de una motriz de incitación se debe respetar la siguiente secuencia tal cual nos muestra en el gráfico de precisión de la eficacia según el metodo de sumatoria de perdidas.

• **Ensayo a Carga Nominal:** Antes de este ensayo se mide la temperatura y la resistencia de arrollamiento del motor a temperatura ambiente. Se mide la resistencia del arrollamiento en carga nominal

La máquina debe ser cargada por medios adecuados a la potencia nominal de salida y operada inclusive lograr la ponderación caliente, variación de temperatura de 1 K o disminuye durante mitad de hora. Anote las magnitudes siguientes:

P_1 : Es la fuerza de ingreso, W.

T: Es el torque de la maquina, N-m.

I: Intensidad de línea promedio , A.

U: Voltaje promedio en terminal, V.

N: nominal

θ_c : Temperatura de entrada del fluido de enfriamiento primario, °C.

θ : Corregido a la temperatura de referencia del fluido refrigerante.

Después del ensayo de carga debe comprobarse la desviación del transductor del torque. En caso de una desviación por encima de la tolerancia permitida del transductor, ajustarla y repetir las mediciones.

• **Pérdidas con carga P_s :** Se determina las pérdidas del estator y aspas.

Extraviadas del arrollamiento del estator y corrección por temperatura

Fórmula para calcular la pérdida sin corregir el arrollamiento del estator a carga nominal:

$$P_s = 1,5 \times I^2 \times R$$

Fórmula para calcular la pérdida corregida el arrollamiento del estator a carga nominal:

$$P_{s,\theta} = P_s \times k_\theta$$

Dónde: k_θ es la corrección de la temperatura.

$$k_\theta = \frac{235 + \theta_w + 25 - \theta_c}{235 + \theta_w}$$

θ_c = Es la temperatura de entrada del fluido refrigerante durante el ensayo.

θ_w = Es la temperatura del arrollamiento.

Perdidas en el arrollamiento del rotor y corrección por temperatura

Fórmula para calcular la pérdida en el arrollamiento del rotor sin corregir:

$$P_r = (P_1 - P_s - P_{fe}) \times S$$

Dónde:

$$S = 1 - \frac{p \times n}{f}$$

$P_{1,n}$ y f =Esta de acuerdo con el ensayo a carga nominal.

P_s = Pérdida en el arrollamiento del estator y corrección por temperatura.

P_{fe} = Pérdidas en el hierro.

Fórmula para calcular la pérdida en el arrollamiento del rotor usando el valor corregido.

$$P_{r, \theta} = (P_1 - P_s - P_{fe}) \times S_{\theta}$$

Corrección de temperatura de la potencia de entrada (para un motor):

Con las pérdidas corregidas en los arrollamientos del estator y del rotor la potencia de entrada corregida es:

$$P_{1, \theta} = P_1 - (P_s - P_{s, \theta} + P_r - P_{r, \theta})$$

• **Prueba de la curvatura de carga:**

Estos ensayos se realizan inmediatamente después de la prueba a potencia nominal con el motor a la temperatura de funcionamiento.

Se aplica la carga a la máquina en seis puntos de carga aproximadamente: 125%, 115%, 100%, 75%, 50% y 25% de la carga nominal. Estos ensayos se realizan lo más rápido posible, para evitar cambios de temperatura.

Pérdida en el arrollamiento del Estator:

$$P_s = 1,5 \times I^2 \times R$$

Pérdidas en el arrollamiento de rotor:

$$Pr = (P_1 - P_s - P_{fe}) \times S$$

Dónde:

$$S = 1 - \frac{p \times n}{f}$$

$P_{1,n}$ y f = Esta de acuerdo con el ensayo a carga nominal.

P_s = Perdida en el arrollamiento del estator y corrección por temperatura.

P_{fe} = Perdidas en el fierro.

• **Ensayo Sin Carga:**

Este ensayo se realiza en un motor después de haber pasado la prueba de curva de carga a la temperatura alcanzada.

Se ensaya con ocho valores de tensión incluyendo su tensión nominal.

Para determinar las perdidas en el fierro se debe utilizar los siguientes valores aproximadamente: 110%, 100%, 95%, y 90%.

Para determinar las perdidas por ventilación y fricción se debe utilizar los siguientes valores 60%, 50%, 40%, y 30%.

Este ensayo debe ser realizado de forma descendente. y se debe registrar los valores U_0 , I_0 , P_0

- **Pérdidas constantes P_c :** Pérdida por rozamiento y ventilación, concuerdan al monto de los extravíos en el hierro y los extravíos por roce y aireación, es decir :

$$P_c = P_{fe} + P_{fv}$$

Perdidas por rozamiento y ventilación:

Se toma cuatro o mas puntos consecutivos de perdidas sin carga entre aproximadamente el 60% y el 30% de la tensión. Se traza una curva de perdidas constantes en actividad del voltaje al cuadro

Extravíos en el fierro:

A partir de los valores de tensión entre aproximadamente 90% y 110% de la tensión nominal se traza una curva de $P_{fe} = P_C - P_{fv}$.

Se determina las pérdidas en el fierro del motor a plena carga se calcula la tensión interna U_i donde considera la caída de tensión resistiva en el arrollamiento primario.

$$U_i = \sqrt{\left(U - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I \cdot R \cdot \cos\phi\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I \cdot R \cdot \sin\phi\right)^2}$$

Dónde:

$$\cos \phi = \frac{P_1}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I} \quad \sin \phi = \sqrt{1 - \cos^2 \phi}$$

- **Pérdidas adicionales en carga P_{LL} (Pérdidas parasitas en carga)**

Los extravíos agregados en potencia P_{LL} pertenecen a los extravíos necesarios a las consecuencias realizadas por las intensidades de potencia en el fierro activo o núcleo magnético y otros componentes metálicos como los conductores, extravíos por intensidades de Foucault en los cables de los arrollamientos debido a las contracciones de circulación dependientes de la intensidad de la potencia y las pérdidas adicionales en las escobillas debidas a la conmutación.

- **Pérdidas totales:** Es la desigualdad dentro la fuerza de ingreso y la fuerza escape, equivale a la suma de la pérdida constante, pérdida de carga y pérdida adicional de carga.

$$P_T = P_C + P_L + P_{LL}$$

- **Eficiencia:** Después de haber calculado todas las pérdidas podemos realizar el cálculo de la eficiencia, donde se aplica la siguiente formula:

$$\eta = \frac{P_{1,\theta} - P_T}{P_{1,\theta}}$$

$P_{1,\theta}$ = Es la potencia de entrada modificada al clima de prueba con carga nominal

P_T = Es la potencia total.

Eff = Fuerza de ingreso-Extravíos completos modificadas / Fuerza de ingreso.

C. Requerimiento generales para realizar las pruebas en el laboratorio

Fuente de alimentación: La norma IEC 60034-1:2010 nos señala que debemos respetar los siguientes lineamientos.

1. El factor de armónicos de voltaje, HVF, debe estar por debajo de 0.03.
2. El desbalance de tensión de la técnica trifásico debe ser tal que la componente de secuencia positiva no exceda el 1,5%, el integrante de proceso negado no rebase en 1.5% y un elemento de secuencia cero que no exceda el 1%.
3. La frecuencia debe estar dentro de $\pm 0,1$ % de la frecuencia nominal durante la realización de ensayos.

Temperaturas estandarizadas:

1. Se toma como Temperatura estandarizada ambiente a 25 °C.

Mediciones:

1. Los equívocos de los transformadores de capacidad y de intensidad no tienen que superar el 0,3%.
2. La calibración de los instrumentos no debe ser mayor a un año y el límite de error no debe superar 0,2%.
3. La precisión de los instrumentos de medición del torque no debe superar el $\pm 0,2\%$.
4. La precisión de la medición de la velocidad debe ser de 1% ó de 1,0 rpm, lo que simboliza pequeño fallo.
5. La precisión de los instrumentos que miden temperatura debe ser $\pm 1,0$ °C.

En Anexos presentamos los formatos a utilizar para realizar estas pruebas.

4.5 Realizar una evaluación económica mediante los indicadores VAN y TIR

Para realizar la evaluación económica primero determinamos la inversión que se tendría que realizar. En la siguiente Tabla se adjunta dicho presupuesto:

Tabla 20. Inversión para implementar el Laboratorio

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.
1.0	SUMINISTRO DE MATERIALES				
	EQUIPOS				45500.00
1.1	Sistema de adquisición de datos Accudyno Lti-Br	Und.	1	2000	2000.00
1.2	Medición auxiliar de temperaturas mediante sensores PT100	Und.	1	400	400.00
1.3	Dinamómetro eléctrico de corrientes parásitas refrigerado por agua, MWD NL360	Und.	1	12000	12000.00
1.4	Torin montacargas plegable T32001 para motor - 2 Toneladas	Und.	1	10000	10000.00
1.5	Freno Electromagnético	Und.	1	2500	2500.00
1.6	Voltímetro Digital	Und.	1	1000	1000.00
1.7	Analizador de vibraciones FLUKE 810	Und.	1	9600	9600.00
1.8	Cámara termo gráfica FLUKE 1000	Und.	1	8000	8000.00
	INSTALACIONES ELÉCTRICAS				2474.00
	Acometida trifásica	Glb	1	1000	1000.00
1.9	Tableros de Distribución 380/220	Und.	2	120	240.00
1.1	Interruptor Termomagnético de 50 A	Und.	1	45	45.00
1.11	Interruptor Termomagnético de 40 A	Und.	1	35	35.00
1.12	Interruptor Termomagnético de 10 A	Und.	1	30	30.00
1.13	Interruptor Termomagnético de 25 A	Und.	1	33	33.00
1.14	Interruptor Diferencial 30 m	Und.	1	46	46.00
1.15	Conductor THW 6 mm ²	m	20	0.45	9.00
1.16	Conductor THW 4 mm ²	m	100	0.35	35.00
1.17	Conductor THW 2,5 mm ²	m	100	0.25	25.00
1.18	Tomacorrientes Trifásicos	Und.	4	25	100.00
1.19	Tomacorrientes Monofásicos	Und.	8	15	120.00
1.2	Lámpara fluorescente LED	Und.	6	25	150.00
1.21	Cinta Aislante 3M	Und.	3	2	6.00
1.22	Puesta a Tierra	Glb	1	600	600.00
2.0	MONTAJE				7196.10
3.0	TRANSPORTE				1365.00
	COSTO DIRECTO				59009.1

Fuente: Elaboración Propia

La evaluación económica se ha ejecutado teniendo en cuenta los siguientes valores:

Tasa de descuento anual: 12%

En Operación y mantenimiento será de S/12 000.00 al año.

Como ingreso tendremos lo que se deja de gastar en llevar los motores a otros laboratorios, lo cual lo calculamos, tomando que mensualmente se tiene en promedio 04 motores para realizarle las pruebas y por cada motor un laboratorio externo cobra S/.800,000.00, haciendo un gasto anual de S/ 38 400.00

Tabla 21. VAN y TIR

AÑOS	0	1	2	3
EGRESOS	-59009.10	-12000.00	-12000.00	-12000.00
Inversión	-59009.10			
Operación y Mantenimiento		-12000.00	-12000.00	-12000.00
INGRESOS		38400.00	38400.00	38400.00
Ahorro por no llevar el motor a otro laboratorio		38400.00	38400.00	38400.00
BENEFICIOS NETOS	-59009.10	26400.00	26400.00	26400.00

VNA	4399.245
TIR	16%

Fuente:Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

Esta labor de indagación posee el propósito Diseño de laboratorio de pruebas a motores eléctricos de hasta 10 HP para determinar sus parámetros de operación - SAICOPSAC – Chiclayo-2019, los resultados obtenidos son similares a los obtenidos por Avilez Andres, en su trabajo de investigación Diseño e Implementación de Banco de ensayos para estudio de Eficiencia Energética en motores eléctricos en el Laboratorio de Potencia de la Pontificia Universidad Javeriana Cali. Expone un croquis e colocación de un banco de pruebas el donde contendrá tres sistemas de impulso: directo, impulso suave y con variador de rapidez, donde se determinará la eficiencia energética de los motores.

Así mismo, en el artículo de investigación Sistema de Información para la Elaboración Automática del informe de la Prueba de Eficiencia en Motores de Inducción hasta 10 HP, han desarrollado un software de obtención de datos para decidir la eficacia, donde utilizaron equipos para medir las potencias de entrada y salida, ellos aplicaron la norma IEC 60034-2-1, en el caso nuestro también hemos desarrollado protocolos de pruebas en base a la norma IEC.

En el caso de la Tesis elaborada por Claudia Gonzales, Proposición de Laboratorio de comprobar de Mecanismos Eléctricos, el autor objetivo tuvo que definir las normas y procedimientos con las que iban a realizar la propuesta del laboratorio, lo mismo tuvo que realizarse en el presente trabajo de investigación, donde definimos procedimientos en base a la normatividad existente.

En el proyecto de investigación: Diseño del laboratorio de Máquinas Eléctricas y Electrónica de Potencia para la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo, se utilizó estudios de ahorros energéticos guías y referencias de laboratorios existente, normas de calidad y seguridad. Reviso libros de máquinas eléctricas en electricidad y electrónica de potencia. El criterio que se empleó fue de análisis cuantitativo de las diferentes alternativas ya que se compara con su homologada. Caso similar se tuvo que aplicar en nuestro trabajo de investigación para poder obtener los resultados que se asemejan a los obtenidos por los investigadores.

Finalmente, las conclusiones conseguidas en el diseño de tesis el: Diseño y construcción de un utilitario de compra de datos para Motores Eléctricos utilizando software libre adaptado al laboratorio de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. El Tesista logro obtener una aplicación en base al software Eagle y construida con exposición UV (luz ultravioleta) Todas estas aportaciones mejoraran la compresión en los desarrollos de circuitos eléctricos y maquinarias eléctricas que se dictan en la universidad.

VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones en la reciente indagación son:

- El ensayo es definido con las Norma Técnica Peruana IEC 60034. Estas normas definen los procesos a continuar para la realización de dichos ensayos, además en nuestro laboratorio realizaremos las siguientes pruebas: Precisión de la eficacia NTP – IEC 60034-2-1, requerimientos absolutos para la habilidad de los laboratorios de prueba y medición ISO/IEC 17025.
- En el diseño de laboratorio de pruebas eléctricas a motores se analizará sus parámetros a los motores de inducción, ya que son los más comerciales en el mercadillo, recinto de la ciudad de Chiclayo y por el pedido del gerente de la empresa SAICOP SAC. Nuestro diseño de laboratorio está encaminado a realizar el análisis a los parámetros de operación del motor de inducción de hasta 10 HP. Además, se ha seleccionado los motores de las marcas ABB, SIEMENS y WEG debido a que son las más representativas y de mayor uso en la zona de influencia de la investigación.
- El laboratorio a diseñar tendrá: Método de operación de cifras Accudyno Lti-Br, evaluación amparado de temperaturas intercediendo sensores PT100, Dinamómetro eléctrico de intensidades parásitas enfriado por agua, MWD NL360, Torin montacargas plegable T32001 para motor - 2 Toneladas, Freno Electromagnético, Voltímetro Digital, Analizador de vibraciones FLUKE 810, Cámara termo gráfica FLUKE 1000.
- Los Protocolos de Pruebas son para determinar La Eficiencia (NTP – IEC 60034-2-1), condiciones absoluta para la rivalidad de laboratorios de prueba y medición ISO/IEC 17025.
 - El presupuesto necesario para el laboratorio es de S/ -59009.10 y el VAN es de 4399.245 y una TIR de 16%, recuperando la inversión en 3 años.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Antes de la implementación del laboratorio se debe garantizar que se cumpla el valor mínimo requerido de la resistencia de tierra
- Se debe de mantener un registro y un monitoreo constante de las condiciones ambientales en el laboratorio de la humedad y la temperatura, ya que esto permite mantener patrones de elevaciones de temperatura y permitirá deducir los límites aceptables que pueden tener las conclusiones de las comprobaciones que se ejecutan dentro del laboratorio en cualquier época del año.
- Antes de realizar cada prueba en el laboratorio, deberá de revisarse el correcto estado del equipo, incluyendo el estado físico y la calibración del mismo, auxiliándose del historial que se tenga del equipo, ya que esto será una forma de prevenir de errores en las mediciones tomadas de las pruebas.
- Utilizar los equipos teniendo en cuenta las condiciones del fabricante.
- Utilizar los equipamientos de seguridad individual.

REFERENCIAS

AVILEZ, Andres y AGREDO,Orlando. Diseño E Implementación De Banco De Ensayos Para Estudio De Eficiencia Energética En Motores Eléctricos En El Laboratorio De Potencia De La Pontificia Universidad Javeriana Cali. Cali - Colombia : Pontificia Universidad Javeriana, 2018.

Cardona, Hernán, Martinez, Marlon Y Posada, Johnny.Sistema De Información Para La Elaboración Automática Del Informe De La Prueba De Eficiencia En Motores De Inducción De Hasta 10 Hp, Según La Norma Iec 60034. Colombia : Universidad Autónoma De Occidente, 2015.

Gonzales,Claudia,Ramos, Noel Y David,Henry.Propuesta De Laboratorio De Pruebas De Máquinas Eléctricas. El Salvador : Universidad De El Salvador, 2016.

Conamet.[En Línea] Copyright , 2019. [Citado El: 12 De Abril De 2019.] [Https://Www.Conamet.Com.Co/Index.Php/Quienes-Somos/Quien-Es-Onac](https://www.conamet.com.co/index.php/quienes-somos/quien-es-onac),2019.

Mendez,Manuel Y Carcel,Francisco.*Consideraciones Para El Diseño De Laboratorios En La Industria Química.* España : Editada Por Área De Innovación Y Desarrollo, S.L., 2013.

Chavez, Jose. Diseño De Banco De Pruebas Para Determinación De Parámetros Eléctricos De Motores De Corriente Alterna En Empresa Seltromind S.R.L.- Cajamarca-2017. Cajamarca : S.N., 2018. Vol. Universidad Cesar Vallejo,2018.

Ecured. 2018. [En Línea] Ecured, 2018. [Citado El: 15 De Abril De 2019.] [Https://Www.Ecured.Cu/Laboratorio](https://www.ecured.cu/Laboratorio).

Energética, La Nota Eficiencia Y Confiabilidad De Los Motores Eléctricos.. 2017. Colombia : Transequipos S.A., 2017.

Emb, Grupo Editorial.Chile *Fallas En Motores Eléctricos.* : Grupo Editorial Emb, 2014, Electro Industria,2014.

Herrera, David.Diseño Y Construcción De Un Utilitario De Adquisición De Datos Para Motores Eléctricos Usando Software Libre Aplicado Al Laboratorio De Ingeniería Electrónica De La Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Chiclayo : Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2018.

Inacal. 2019. Inacal. [En Línea] Inacal, 2019. [Citado El: 15 De Setiembre De 2018.]
[Https://Www.Inacal.Gob.Pe/Acreditacion/Categoria/Acreditados.](https://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados)

Leiva, Omar. “Diseño Del Laboratorio De Máquinas Eléctricas Y Electrónica De Potencia Para La Escuela Académico Profesional De Ingeniería Mecatrónica De La Facultad De Ingeniería De La Universidad Nacional De Trujillo” . Trujillo : Universidad Nacional De Trujillo , 2017.

Mago, María Gabriela, [Et Al].*Metodos No Convencionales Para El Diagnostico De Fallas En.* Issn: 1316-6832, Venezuela : Revista Ingeniería Uc, 2016, Vols. Vol. 23, Núm. 1,2016.

Generadores, Abb Motores *Motores De Baja Tensión.* Y. Isbn 952-91-0728-5, S.L. : Copyright 2014 Abb.

Ntp-lec.60034. Maquinas Eléctricas Rotativas Parte 2-1: Métodos Normalizados Para La Determinación De Las Perdidas Y La Eficiencia Mediante Ensayos (Excepto Las Maquinas Para Vehiculos De Tracción). Peru : Inacal, 2017. Vols. 2-1.2017.

Onac. [En Línea] Julio De 2016. [Citado El: 20 De Setiembre De 2018.]
[Https://Onac.Org.Co/Directorio-De-Acreditacion-Buscador.2016.](https://onac.org.co/directorio-de-acreditacion-buscador.2016)

Emb, Grupo Editorial. Chile *Pruebas Eléctricas En Motores.* : Grupo Editorial Emb, 2016, Electro Industria .2016.

Rubio, Daniel. Caracterización De Motores De Inducción Trifásicos En Aplicaciones De Tracción. España : Escuela Politécnica Superior De Ingeniería De Villanueva Y Geltrú, 2014.

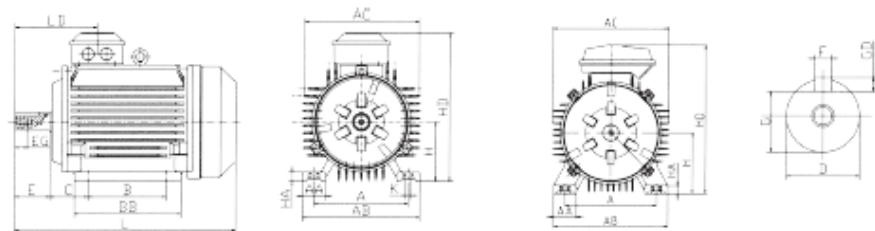
Sencamer. Sencamer. [En Línea] Gobierno Bolivariano De Venezuela. [Citado El: 20 De Octubre De 2018.] [Http://Www.Sencamer.Gob.Ve/?Q=Content/Laboratorios-De-Ensayos](http://www.sencamer.gob.ve/?Q=Content/Laboratorios-De-Ensayos) .

Zambrano, Jorge. [En Línea] Universidad Fermín Toro, 22 De Mayo De 2015. [Citado El: 14 De Abril De 2019.] [Https://Es.Slideshare.Net/Coso16/Parametros-De-Operacin-De-La-Mquina?Next_Slideshow=1,2015.](https://es.slideshare.net/coso16/parametros-de-operacin-de-la-mquina?next_slideshow=1,2015)

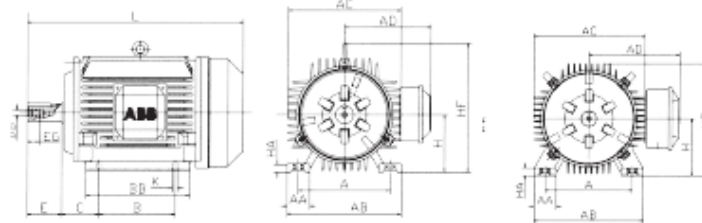
ANEXOS

Anexo 01. Motores Trifásicos con caja de bornes arriba y la derecha. Tablas de Potencia.

Motor trifásico, con patas, caja de bornes arriba



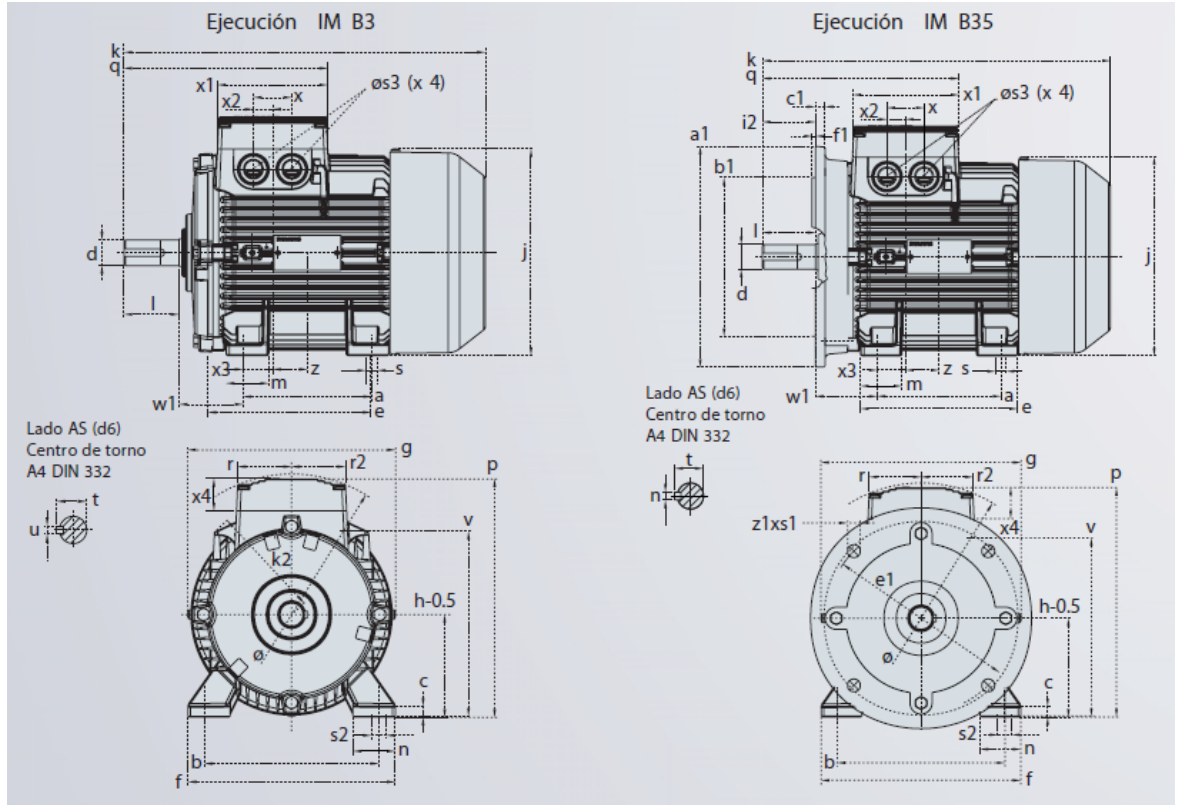
Motor trifásico, con patas, caja de bornes a la derecha



POTENCIA	Motor trifásico, con patas, caja de bornes arriba													
	Tamaño de carcasa	Polos	A	AA	AB	AC	AD	B	BB	C	D	DB	E	EG
1 HP	71M	2-6	112	30	145	145	120	90	110	45	14	M5	30	12,5
	80M	2-6	125	35	160	165	145	100	135	50	19	M6	40	16
	90S	2-6	140	35	175	180	150	100	140	56	24	M8	50	19
	90L	2-6	140	35	175	180	150	125	165	56	24	M8	50	19
5 HP	100L	2-6	160	40	200	205	175	140	180	63	28	M10	60	22
	112M	2-6	190	50	235	225	185	140	190	70	28	M10	60	22
10 HP	132S	2-6	216	55	270	265	205	140	205	89	38	M12	80	28
	132M	2-6	216	55	270	265	205	178	240	89	38	M12	80	28

POTENCIA	Motor trifásico, con patas, caja de bornes a la derecha											
	Tamaño de carcasa	Polos	F	G	GD	H	HA	HD	HF	K	L	LD
1 HP	71 M	2-6	5	11	5	71	10	200	-	7	255	100
	80 M	2-6	6	15,5	6	80	12	225	170	10	285	116
	90 S	2-6	8	20	7	90	12	240	185	10	310	128
	90 L	2-6	8	20	7	90	12	240	185	10	335	128
5 HP	100 L	2-6	8	24	7	100	14	275	245	12	380	144
	112 M	2-6	8	24	7	112	15	290	265	12	380	144
10 HP	132 S	2-6	10	33	8	132	18	335	300	12	465	169
	132 M	2-6	10	33	8	132	18	335	300	12	505	169

Anexo 02. Dimensiones expresadas en milímetros del motor en la marca SIEMENS.



Anexo 03. Potencia de motores 1HP, 5HP y 10 HP.

POTENCIA	Motor tamaño	Medidas comunes (IM B3, IM B5)					medidas de la forma constructiva IM B3										Medidas de la forma constructiva IM B5 / IM B35						
		l	d	t	u	g ₁	p/p ₂	k	a	b	h	w ₁	s	e	f	a1	b1	c1	e1	f1	s1	k	
1 HP	071	30	14	16.1	5	148	-	178.5	240	90	112	71	45	7	107.5	132	160	110	5.5	130	3.5	10.5	231
	080	40	19	21.5	6	163	-	193.5	273.5	100	125	80	50	9.5	119.5	150	200	130	8	165	3.5	13	283
	090 S	50	24	26.9	8	181	-	211.5	331	100	140	90	56	10	114.5	165	200	130	7	165	3.5	13	324
5 HP	090 L	50	24	26.9	8	181	-	211.5	331	125	140	90	56	10	144.5	165	200	130	7	165	3.5	13	324
	112 M	60	28	31.0	8	227	-	260	393	140	190	112	70	12	176	226	250	180	11	215	4	14.5	388
	132 S	80	38	41.3	10	264.5	-	315	481	140	216	132	89	12	1218	256	300	230	14	265	4	15	481
10 HP	132 M	80	38	41	10	266	-	299	491	178	216	132	89	12	218	226	300	230	12	265	4	4.5	491
	160 M	110	42	45.0	12	320	-	365.5	629	210	254	160	109	15	300	300	350	250	20	300	5	18	628
	160 L	110	42	45.0	12	320	-	365.5	629	254	254	160	109	15	300	300	350	250	20	300	5	18	628
	180 M	110	48	51.5	14	357	499	410	653	241	279	180	121	16	301	339	350	250	13	300	5	18	653
	180 L	110	48	51.5	14	357	499	410	691	279	279	180	121	16	339	339	350	250	13	300	5	18	691
	200 L	110	55	59.0	16	403	534	460	743	305	318	200	133	20	385	398	400	300	15	350	5	18	743
	225 S	*140	*60	*64	18	447	-	569	*830	286	356	225	149	19	361	436	450	350	16	400	5	17.5	*830
225 M	*140	*60	*64	18	447	-	569	*830	311	356	225	149	19	361	436	450	350	16	400	5	17.5	*830	
250 M	140	*65	*69	18	520	-	680	930	349	406	250	168	24	409	506	550	450	18	500	5	17.5	930	

1) Motores de dos polos
2) Motores de 4 a 8 polos

* Para motores de dos polos cambian las siguientes medidas: - Tamaño constructivo 225 M: l=110; d=55; t=59; u=16 mm.; k=800.....

Anexo 07. Ficha de inspección a laboratorios de pruebas eléctricas

FICHA DE INSPECCIÓN A LABORATORIOS DE PRUEBAS ELÉCTRICAS			
DATOS DE LA EMPRESA			
Empresa:			
Ubicación:			
Encargado:			
Tipo de pruebas:			
DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS			
Nombre del área:			
Equipo:			
Marca:			
Modelo:			
Tipo de prueba:			
Medida de seguridad:			
Observaciones:			
Nombre del área:			
Equipo:			
Marca:			
Modelo:			
Tipo de prueba:			
Medida de seguridad:			
Observaciones:			
Nombre del área:			
Equipo:			
Marca:			
Modelo:			
Tipo de prueba:			
Medida de seguridad:			
Observaciones:			
	INSPECTOR	ENCARGADO	
NOMBRE:			
FIRMA:			
FECHA:			

Anexo 08. Registro de Prueba de Resistencia de Aislamiento de Motores

REGISTRO DE PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DE MOTORES				Codigo: Emision:	3687-E-HL-000082 19/04/2019																														
				Revision:	1																														
				Registro N°:																															
Sector:		Area:		Fecha:																															
IDENTIFICACIÓN																																			
DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO:																																			
UBICACIÓN FISCA																																			
Area:			Plano:																																
DATOS DE PLACA																																			
Marca:		N° Serie:		Modelo:																															
DESCRIPCIÓN		CONEX. USADA		TABLE 100.1																															
Clase Aislación				Insulation Resistance Test Values																															
COS FI				Electrical Apparatus and Systems																															
Tipo de Conexión				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Nominal Rating of Equipment in Volts</th> <th style="text-align: center;">Minimum Test Voltage, DC</th> <th style="text-align: center;">Recommended Minimum Insulation Resistance in Megohms</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">250</td><td style="text-align: center;">500</td><td style="text-align: center;">25</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">500</td><td style="text-align: center;">1,000</td><td style="text-align: center;">100</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1,000</td><td style="text-align: center;">1,000</td><td style="text-align: center;">100</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2,500</td><td style="text-align: center;">1,000</td><td style="text-align: center;">500</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5,000</td><td style="text-align: center;">2,500</td><td style="text-align: center;">1,000</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">8,000</td><td style="text-align: center;">2,500</td><td style="text-align: center;">2,000</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">15,000</td><td style="text-align: center;">2,500</td><td style="text-align: center;">5,000</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">25,000</td><td style="text-align: center;">5,000</td><td style="text-align: center;">20,000</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">34,500 and above</td><td style="text-align: center;">15,000</td><td style="text-align: center;">100,000</td></tr> </tbody> </table>		Nominal Rating of Equipment in Volts	Minimum Test Voltage, DC	Recommended Minimum Insulation Resistance in Megohms	250	500	25	500	1,000	100	1,000	1,000	100	2,500	1,000	500	5,000	2,500	1,000	8,000	2,500	2,000	15,000	2,500	5,000	25,000	5,000	20,000	34,500 and above	15,000	100,000
Nominal Rating of Equipment in Volts	Minimum Test Voltage, DC	Recommended Minimum Insulation Resistance in Megohms																																	
250	500	25																																	
500	1,000	100																																	
1,000	1,000	100																																	
2,500	1,000	500																																	
5,000	2,500	1,000																																	
8,000	2,500	2,000																																	
15,000	2,500	5,000																																	
25,000	5,000	20,000																																	
34,500 and above	15,000	100,000																																	
Tensión Nominal (V)																																			
I. Nominal (A)																																			
Frecuencia (Hz)																																			
Potencia (KW)																																			
Velocidad (RPM)																																			
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN																																			
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN		Marca	Modelo	Tipo	Serie																														
1.- PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y CONTINUIDAD DE BOBINADO DE MOTOR																																			
Tensión de Prueba: _____ (V) Tiempo: _____ (min.) Valor min. Requerido: _____ (MΩ)																																			
Resultado de Aislación																																			
U - V		U - W	V - W	U- TIERRA	V - TIERRA																														
2.- PRUEBA DE CONTINUIDAD																																			
Resultado de continuidad																																			
U(1)-U(2)		V(1)-V(2)		W(1)-W(2)																															
U-V		U-W		V-W																															
3.- MEDICION DE RESISTENCIA DE ELEMENTOS																																			
Resultado de resistencia																																			
		Elemento	V.medido (Ω)																																
		Heater																																	
		Termistor/1 RTD																																	
		Termistor/2 RTD																																	
		Termistor/3 RTD																																	
Observaciones:																																			
ING.RESPONSABLE		INSPECTOR DE CALIDAD		CLIENTE																															
Nombre:		Nombre:		Nombre:																															
Firma:		Firma:		Firma:																															
Fecha:		Fecha:		Fecha:																															

Anexo 09. Ficha de inspección de motor eléctrico

FICHA DE INSPECCIÓN DE MOTOR ELÉCTRICO				
DATOS DEL CLIENTE				
Empresa:				
Ubicación de la empresa:				
Área donde se ubica el motor:				
Nombre de maquina:				
DATOS DEL EQUIPO				
Potencia:	HP	Voltaje:		
Corriente:	A	RPM		
Frecuencia:	Hz	Año de fabricación:		
Marca:	Peso total kg.			
Nº Serie:				
INSPECCIÓN VISUAL DEL MOTOR			SI	NO
1. Cuenta con placa característica.				
2. Cuenta con puesta a tierra el motor.				
3. Cuenta con protocolo de pruebas.				
4. Cuenta con guarda de protección.				
5. El montaje del motor se encuentra en buen estado.				
6. El motor cuenta con sistema de protección.				
7. Existen bornes de conexión dañados.				
8. Existe ruido en el motor.				
9. Hay presencia de desgaste mecánico				
10. Las conexiones eléctricas y de control se encuentran en buen estado.				
11. Los pernos y accesorios están correctamente ajustados.				
OBSERVACIONES:				
	INSPECTOR		CLIENTE	
Nombre:				
Firma:				
Fecha				

Anexo 10. Listado de documentos a presentar a INACAL

LISTADO DE DOCUMENTOS A PRESENTAR A INACAL		
NOMBRE DE DOCUMENTOS	FECHA DE ELABORACIÓN	OBSERVACIÓN
Requisitos administrativos:		
Solicitud		
Comprobante de pago		
CD (documentación solicitada)		
Documentos que acrediten la existencia jurídica		
Licencia de funcionamiento		
Informe de auditoría interna		
Informe de revisión por la dirección		
Requisitos reglamentarios aplicables:		
Personal		
Alcance solicitado		
Método de Ensayo Validados		
Informes de Validaciones		
Procedimientos de Validación / Plan de Validación		
Procedimiento que incluya la regla de decisión:		
Equipos Calibrados por un proveedor externo		
Equipos Calibrados por el propio laboratorio		
Sección 6: Competencia Técnica del Laboratorio de Calibración		
Sección 7: Personal		
Sección 8: Alcance Solicitado		
Sección 9: Relación de Equipos / Instrumentos para la Realización de las Calibraciones (incluido Patrones)		
Sección 10: Emisión de los Certificados de Calibración		
Sección 11: Participación en Ensayos de Aptitud/ Comparaciones Inter laboratorios		
Equipos con calificación operacional		
Patrones de Verificación y/o Calibración		
Materiales de Referencia		
Cepas de Referencia		
Muestreo		
Aseguramiento de la validez de los resultados		

Lista de persona (s) autorizada (s) para emitir los informes de ensayo		
Un ejemplo de informe de ensayo		
Lista de Participación en Ensayos de Aptitud/ Comparaciones Inter laboratorios		

Anexo 11. Registro de preguntas para diseñar un laboratorio

REGISTRO DE PREGUNTAS PARA DISEÑAR UN LABORATORIO	
DATOS DEL ENCUESTADOR	
Nombre y apellidos:	
Grado de instrucción:	
Especialidad:	
Fecha:	
DATOS DE LA PERSONA ENTREVISTADA	
Empresa:	
Nombre y apellidos:	
Puesto de trabajo:	
Especialidad:	
Fecha:	

1. ¿Cuáles son las normas que se emplea para diseñar un laboratorio de pruebas eléctricas a motores?
2. ¿Cuáles son las normas de calidad que debo implementar para el diseño del laboratorio?
3. ¿Cuáles son las normas de seguridad e higiene industrial que se debe implementar para diseñar un laboratorio?
4. ¿Cuáles son los equipos más utilizados en un laboratorio de pruebas eléctricas?
5. ¿Qué procedimientos de trabajo debo implementar en el laboratorio?
6. ¿Cuáles son las normas de seguridad e higiene industrial que se debe implementar para diseñar un laboratorio?