



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE METODOLOGÍA QUE PERMITA
EL FUNCIONAMIENTO DE MANERA ÓPTIMA DE LOS SISTEMAS ELECTRÓGENOS DEL
AEROPUERTO INTERNACIONAL LA AURORA**

Herbert Moisés Galindo Orellana

Asesorado por el Ing. Francisco Tzirin Jocholá

Guatemala, abril de 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE METODOLOGÍA QUE PERMITA
EL FUNCIONAMIENTO DE MANERA ÓPTIMA DE LOS SISTEMAS ELECTROGENOS DEL
AEROPUERTO INTERNACIONAL LA AURORA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA DIRECCIÓN DE LA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
POR

HERBERT MOISÉS GALINDO ORELLANA
ASESORADO POR EL ING. FRANCISCO TZIRIN JOCHOLÁ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, ABRIL DE 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a. i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

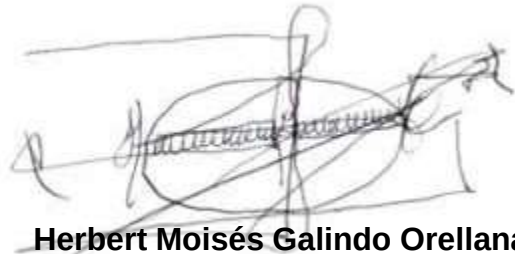
DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Marvin Marino Hernández Fernández
EXAMINADOR	Ing. Edgar Florencio Montúfar Urizar
EXAMINADOR	Ing. Mario Alberto Miranda
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE METODOLOGÍA QUE PERMITA
EL FUNCIONAMIENTO DE MANERA ÓPTIMA DE LOS SISTEMAS ELECTRÓGENOS DEL
AEROPUERTO INTERNACIONAL LA AURORA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha de septiembre 2023.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Herbert Moisés Galindo Orellana', is written over a faint, circular, textured background that resembles a stamp or a watermark.

Herbert Moisés Galindo Orellana



EEPFI-PP-1766-2023

Guatemala, 21 de octubre de 2023

Director
Armando Alonso Rivera Carrillo
Escuela De Ingenieria Mecanica Electrica
Presente.

Estimado Mtro. Rivera

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE METODOLOGÍA QUE PERMITA EL FUNCIONAMIENTO DE MANERA OPTIMA DE LOS SISTEMAS ELECTROGENOS DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL LA AURORA**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Todas las áreas - Proyectos de generación, distribución y comercialización de energía eléctrica en un mercado eléctrico regulado**, presentado por el estudiante **Herbert Moises Galindo Orellana** carné número , quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Gestion De Mercados Electricos Regulados.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Mtro. Francisco Tzirin Jocholá
Asesor(a)




Mtro. Juan Carlos Fuentes Montepeque
Coordinador(a) de Maestría




Mtra. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



Oficina Virtual





EEP-EIME-1582-2023

El Director de la Escuela De Ingenieria Mecanica Electrica de la Facultad de Ingenieria de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE METODOLOGÍA QUE PERMITA EL FUNCIONAMIENTO DE MANERA OPTIMA DE LOS SISTEMAS ELECTROGENOS DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL LA AURORA**, presentado por el estudiante universitario **Herbert Moises Galindo Orellana**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingenieria en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Mtro. Armando Alonso Rivera Carrillo
Director
Escuela De Ingenieria Mecánica Eléctrica

Guatemala, octubre de 2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE METODOLOGÍA QUE PERMITA EL FUNCIONAMIENTO DE MANERA OPTIMA DE LOS SISTEMAS ELECTROGENOS DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL LA AURORA**, presentado por: **Herbert Moises Galindo Orellana** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Firmado electrónicamente por: José Francisco Gómez Rivera
Motivo: Informe final PREGRADOPOSTGRADO
Fecha: 10/04/2024 10:13:38
Lugar: Facultad de Ingeniería, USAC.

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, abril de 2024

Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2024 Correlativo: 155 CUI: 1640872300101

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser el centro de mi vida y por darme las fuerzas para no rendirme en ningún momento.
Mi padre	José Galindo, por seguir guiándome, amándome y motivándome en todo momento, a quien dedico cada logro y cada paso que doy.
Mi madre	Yolanda Orellana, (q. e. p.d) por darme la vida y brindarme amor incondicional apoyándome en todo momento, ya que el amor de una madre es como el amor de Dios.
Mis hermanos	Sayonara, Wendy, Gerald y Howard Galindo, por todo su amor y apoyo incondicional, además de ser mis mejores amigos y confidentes a lo largo de mi vida.
Mi familia	A cada uno de los miembros de mi familia, sobre todo a los que han partido de este mundo para gozar de la presencia de Dios, por ellos y para ellos sea el reino de los cielos y los logros que pueda alcanzar.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por formarme a nivel académico y darme las herramientas necesarias para desenvolverme profesionalmente. Eternamente agradecido con mi <i>alma mater</i> .
Facultad de Ingeniería	Por inculcarme los valores académicos más importantes para mí, sobre todo la perseverancia y la responsabilidad.
Escuela de Estudios de Postgrado	Por darme la oportunidad de culminar mi carrera de pregrado y a la vez permitirme seguir creciendo intelectualmente a nivel de postgrado.
Mi asesor	Francisco Tzirin, por compartir todo su conocimiento conmigo, además de su apoyo incondicional.
Aeropuerto Internacional la Aurora	Por permitirme realizarme como humano y por toda la experiencia adquirida en mi carrera profesional, y la oportunidad de conocer a grandes personas, por su apoyo incondicional.
Mis amigos en general	Por todas las experiencias vividas dentro y fuera de las aulas, miles de gracias por todo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3.1. Contexto general	9
3.2. Descripción del problema	10
3.3. Formulación del problema	10
3.3.1. Pregunta central	10
3.3.2. Preguntas auxiliares	11
3.4. Delimitación del problema	11
3.4.1. Delimitación contextual	12
3.4.2. Delimitación geográfica	12
3.4.3. Delimitación histórica.....	12
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. OBJETIVOS	15
5.1. General.....	15
5.2. Específicos	15

6.	NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	17
7.	MARCO TEÓRICO	21
7.1.	Bases teóricas	21
7.1.1.	Generación de energía de respaldo con sistemas electrógenos	21
7.1.2.	Componentes de un sistema electrógeno	22
7.1.3.	Mantenimientos a sistemas electrógenos	24
7.2.	Sistemas electrógenos	24
7.2.1.	Características de los sistemas electrógenos	25
7.2.2.	Tipos de grupos electrógenos	26
7.3.	Aparamenta eléctrica	27
7.3.1.	Motores recíprocos	29
7.3.2.	Generadores eléctricos	30
7.3.3.	Transferencia	31
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	33
9.	METODOLOGÍA	37
9.1.	Características del estudio	37
9.1.1.	Enfoque	37
9.1.2.	Alcance	37
9.1.3.	Diseño	38
9.2.	Unidades de análisis	38
9.3.	Variables	38
9.4.	Fases de estudio	41
9.4.1.	Fase 1: revisión bibliográfica y establecimiento del horizonte de tiempo por analizar	41

9.4.2.	Fase 2: establecer la estructura y contenido adecuado para realizar el estudio	42
9.4.3.	Fase 3: determinar el nivel de validez y confiabilidad del estudio.....	43
9.4.4.	Fase 4: describir las partes más críticas por solucionar	43
9.4.5.	Fase 5: elaboración de gráficas y tablas.....	44
9.5.	Resultados esperados	44
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	45
10.1.	Muestreo descriptivo.....	45
10.2.	Análisis univariado.....	47
10.3.	Análisis aritmético y estadístico	47
11.	CRONOGRAMA.....	49
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	51
12.1.	Valorización de recursos proporcionados por el aeropuerto Internacional La Aurora	52
	REFERENCIAS	55
	APÉNDICES	57

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Cronograma de actividades	49
------------------	---------------------------------	----

TABLAS

Tabla 1.	Variables en estudio	39
Tabla 2.	Medición de variables	41
Tabla 3.	Recursos necesarios	51
Tabla 4.	Recursos proporcionados por el AILA	53

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperio
CCTV	Circuito cerrado de televisión
fem	Fuerza electromotriz
°	Grados
Hz	Hercio
x_i	i-ésima variable en estudio
=	Igual que
i	Índice de sumatoria
$\bar{x}$	Media aritmética
%	Porcentaje
P	Potencia
Q	Quetzales
n	Suma de cantidad de valores de la variable
Σ	Sumatoria
x	Variable en estudio
W	Vatio
$V_{\sim}$	Voltio corriente alterna
$V_{=}$	Voltio corriente directa

GLOSARIO

Aparamenta	Equipo, aparato o material previsto para ser conectado a un circuito eléctrico con el fin de asegurar una o varias de las siguientes funciones: protección, control, seccionamiento, conexión.
Aritmética	Es la parte de las matemáticas que se ocupa de estudiar las propiedades y relaciones de los números naturales o, con un poco más de generalidad que no suele suponer mayor dificultad, de los números enteros.
Caseta de acople	Es el lugar donde están ubicados los sistemas electrógenos, es aquí donde se acoplan a la red de distribución local, es en un lugar de fácil acceso, sin restricciones de seguridad e iluminado. Así facilita las operaciones de mantenimiento y de alimentación de combustible.
Descriptiva	Tipo investigación que se encarga de puntualizar las características de la población que está estudiando. Esta metodología se centra más en el qué, en lugar del por qué del sujeto de investigación.
Electrógeno	Nos referimos a grupo electrógeno cuando hablamos de un aparato cuya función es convertir la capacidad

calorífica en energía mecánica y posteriormente en eléctrica.

Estadístico

Es la ciencia de recopilar, explorar y presentar grandes cantidades de datos para descubrir patrones y tendencias implícitos.

Generador

Es una máquina eléctrica rotativa que transforma energía mecánica en energía eléctrica. Lo consigue gracias a la interacción de sus componentes principales: el rotor (parte giratoria) y el estátor (parte estática).

Microsoft Excel

Herramienta que permite realizar tareas contables y financieras por medio de sus funciones desarrolladas específicamente para ayudar a crear y trabajar con hojas de cálculo.

Muestreo

Selección de un conjunto de personas o cosas que se considera representativo del grupo al que pertenecen, con la finalidad de estudiar o determinar las características del grupo.

Reciprocantes

Es un motor que utiliza uno o varios pistones para convertir la presión en movimiento giratorio, los gases creados por la reacción exotérmica del proceso de combustión impulsan el pistón, que se mueve en el cilindro y hace girar el cigüeñal.

Transferencia	Un tablero de transferencia es un dispositivo que se instala junto a su tablero eléctrico, el mismo conecta los circuitos que desea alimentar durante un apagón o interrupción eléctrica.
Transformador	Dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico, teóricamente no cambian su potencia.
Univariado	Análisis de cada una de las variables por separado, es decir, análisis basado en una sola variable.

1. INTRODUCCIÓN

Es de suma importancia para la institución la realización del estudio y análisis, de desarrollo de metodología que permita el funcionamiento de manera óptima de los sistemas electrógenos en el Aeropuerto Internacional La Aurora de Guatemala brindara las premisas para poder medir, analizar, corregir las partes defectuosas, concluir y realizará recomendaciones para las instituciones que poseen sistemas electrógenos tanto privadas como gubernamentales, esto implicará diversidad de aspectos positivos que podrían contribuir con mejorar la confiabilidad en las operaciones que se realizan particularmente en el Aeropuerto Internacional La Aurora.

En la actualidad, los sistemas electrógenos del Aeropuerto Internacional La Aurora, no funcionan siendo necesario el respaldo eléctrico que estos prestan ante la ausencia de energía eléctrica por parte de la empresa suministradora de electricidad por diversas contingencias que ocurran ya sean internas o externas. Debido a esto, se necesitan medios de generación de potencia eléctrica capaces de asegurarnos en todo momento nuestra demanda, siendo, está la problemática planteada y la importancia de lograr el correcto funcionamiento de los sistemas electrógenos del Aeropuerto Internacional La Aurora.

La solución que se pretende ensayar se fundamenta debido a la importancia de mantener funcionando correctamente los sistemas electrógenos en el Aeropuerto Internacional La Aurora se realiza un estudio para identificar la causa porque los sistemas electrógenos no funcionan, se le realizarán pruebas a cada parte de la aparamenta de los sistemas electrónicos midiendo su parámetros y comparándolos con sus especificaciones técnicas, estas pruebas

se realizarán a diferentes horarios y días diferentes, de los datos de una parte de las pruebas a plena carga se determinará la validez y confiabilidad del estudio del análisis de los datos se verificará la eficiencia o deficiencia de la aparamenta, se considera que no se tendrá ningún inconveniente debido a que el investigador labora en el Aeropuerto Internacional La Aurora y se contará con la disponibilidad total de herramientas e insumos para la realización de las pruebas y mediciones correspondientes.

En el primer capítulo del índice propuesto se presentará el marco referencial del estudio, tomando en cuenta información asociada a la problemática de los sistemas electrógenos del Aeropuerto Internacional La Aurora, estudios previos que sustentarán la investigación propuesta y todos los antecedentes que podrán ser de utilidad para que el público lector del trabajo de graduación pueda entender y comprender lo mejor posible lo que pretende transmitir el investigador. Cabe mencionar que dicho capítulo se elaborará con base en artículos científicos y de revistas, tesis de maestría y licenciatura, entre otros documentos.

El segundo capítulo estará conformado por el marco teórico, el cual se elaborará en función de las tres variables principales del estudio: aparamenta electrógena, validez y confiabilidad e indica resultado obtenido de las pruebas. Dentro de los subtemas que serán abordados se resaltan las definiciones de cada variable de la problemática que se tratará de resolver, el cual se circunscribe en la caseta de acople del Aeropuerto Internacional La Aurora de Guatemala, con el fin de dar el mejor complemento al capítulo anterior para la conceptualización de la temática que se estudiará.

En el tercer capítulo se presentarán los resultados obtenidos, en donde esencialmente los datos que se podrán observar serán los correspondientes a

cada objetivo específico: establecer la estructura y contenido adecuado para realizar el estudio en cada una de las partes de la aparamenta por medio de técnicos especializados en cada una que compone el sistema electrógeno actual y determinar las partes defectuosas en el Aeropuerto Internacional La Aurora., determinar el nivel de validez y confiabilidad del estudio diseñado aplicando las pruebas necesarias para verificar el estado de las partes de la aparamenta que compone el sistema electrógeno actual del Aeropuerto Internacional La Aurora y describir las partes más críticas de solucionar por medio de las pruebas realizadas de la aparamenta que componen el sistema electrógeno del Aeropuerto Internacional La Aurora, para enfatizar en ellas el esfuerzo para corregir las partes defectuosas. Esta información teórica será el cimiento para conceptualizar y fundamentar el estudio.

Finalmente, en el cuarto capítulo se discutirán los resultados obtenidos por medio de la respuesta a cada una de las preguntas de investigación formuladas en el planteamiento del problema. Se partirá de la pregunta de investigación del primer objetivo específico hasta llegar a responder la pregunta del objetivo general la cual podrá ser respondida con base en las tres respuestas y discusiones anteriores. En este capítulo se evidenciará si la problemática que permita el funcionamiento óptimo de los sistemas electrógenos fue resuelta por medio de la investigación propuesta.

2. ANTECEDENTES

Los grupos o equipos electrógenos han ido adquiriendo cada vez más importancia, debido a diversas razones. Una de ellas es el crecimiento de la demanda de energía eléctrica, las posibles restricciones de suministros por parte de las empresas eléctricas y/o los posibles cortes de energía eléctrica, junto a las exigencias de contar con la continuidad del servicio eléctrico para el funcionamiento de los procesos que dependen de dicha energía. Rubros tales como la minería, construcción, procesos industriales, servicios públicos, medios de comunicación, instituciones de educación superior, área de la salud, entre otras, han aumentado considerablemente la demanda de estos equipos, ya sea adquiriendo equipos y/o desarrollando etapas de mantenimiento preventivo de los ya existentes.

Se ha apreciado una clara evolución y desarrollo de los grupos electrógenos, diseñándose en la actualidad para ser utilizados como medio principal de producción de energía eléctrica o sólo en caso de emergencia, para prestar un servicio continuo y un servicio de gestión de carga en sectores industriales e inmobiliarios. Los avances más notables son en aspectos de arquitectura de motores, mayor fiabilidad en procesos continuos y ante la conexión cada día más frecuente de cargas electrónicas o no lineales, las que someten al equipo a sobreesfuerzos extras, como así también el mayor gasto de combustibles.

Como antecedentes de la presente investigación, la importancia de mantener el correcto funcionamiento de los sistemas electrógenos del Aeropuerto

Internacional La Aurora se cita a los siguientes tesis con sus temas de investigación relacionados. Como se presenta a continuación:

El factor de disponibilidad de un equipo o sistema es una medida que nos indica cuánto tiempo está funcionando ese equipo o sistema operativo respecto de la duración total durante el periodo en el que se desea que funcione. Típicamente se expresa en porcentaje, no debe ser confundido con la rapidez de respuesta (Asis y Coronel, 2021).

Aplicando el mantenimiento basado en la confiabilidad se mejorará la disponibilidad mecánica de los grupos electrógenos Olympian GEP110-4 en el proyecto flowline lote 56 de la empresa Serpetbol Perú sac. Por lo tanto el objetivo de la hipótesis estadística consiste en comparar la disponibilidad mecánica de los equipos de la empresa antes y después de aplicar el mantenimiento basado en la confiabilidad.

Las estrategias convencionales de reparar cuando se produzca la avería ya no sirven. Fueron válidas en el pasado, pero ahora se es consciente de que esperar a que se produzca la avería para intervenir, es incurrir en unos costos excesivamente elevados (pérdidas de producción, deficiencias en la calidad, entre otros). Y por ello las empresas industriales se plantearon llevar a cabo procesos de prevención de estas averías mediante un adecuado programa de mantenimiento (Asis y Coronel, 2021).

El mantenimiento industrial es la función de conservación de los equipos e instalaciones con el fin de maximizar su disponibilidad, así pues, su importancia radica en poder propiciar las condiciones de operación adecuadas de los ya mencionados con el fin de reducir fallas, tiempos improductivos y optimizar los recursos (Asis y Coronel, 2021).

El mantenimiento preventivo periódico se basa en rutinas, con el fin de prevenir cualquier falla en determinada máquina. A través de inspecciones periódicas que procuran revisar el estado de cada parte de la máquina. Este tipo de mantenimiento es, definitivamente, necesario. Debido a que su impacto en el aumento en la productividad de las industrias es evidente (Asis y Coronel, 2021).

De los cinco autores citados como investigaciones previas, son relevantes porque ayudan a justificar la relación existente entre las variables de investigación, así como sus dimensiones definidas. Principalmente, tener como referencia el impacto positivo de la aplicación de un estudio que nos indique como solucionar el problema que no deja que los sistemas electrógenos del Aeropuerto Internacional la Aurora funcionen cuando se necesiten. Por consiguiente, dichas investigaciones nos ayudan a tener un referente para el desarrollo de la presente investigación (Asis y Coronel, 2021).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Aeropuerto Internacional La Aurora es el mayor y principal punto de ingreso de extranjeros a nuestro país Guatemala y es donde los extranjeros toman sus primeros puntos de vista del país, en algunos momentos de contingencia se han oído críticas por parte de los usuarios extranjeros del aeropuerto de que los servicios primordiales no funciona esto debido a que los sistemas de respaldo plantas de emergencia o sistemas electrógenos no funcionan cuando hay cortes prolongados de energía eléctrica provenientes de la empresa suministradora de energía eléctrica, esto crea en los usuarios extranjeros una mala impresión inicial a nivel general al entrar a Guatemala, por ejemplo los servicios primordiales como el agua es esencial desde todo punto de vista, a esta problemática no se le ha puesto importancia, teniendo un prolongando tiempo de que los sistemas de respaldo de energía eléctrica o sistemas electrógenos no están aprestos para cubrir la demanda de energía eléctrica que requiere el Aeropuerto Internacional La Aurora para desarrollar sus operaciones aéreas de la forma correcta y eficiente y a vez evitar pérdidas económicas, por accidentes o atrasos de las operaciones, y otras circunstancias, por lo cual se busca darle solución a esta problemática.

3.1. Contexto general

De los aspectos que se toman en cuenta de mantener el correcto funcionamiento de los sistemas electrógenos del Aeropuerto Internacional La Aurora es proporcionarle al aeropuerto una mayor confiabilidad desde los puntos de vista de seguridad operacional, humana, industrial, social, informática, diplomática, y brindarle un servicio al usuario de manera que se quede

complacido y a la vez que el aeropuerto adquiriera una categoría mayor o mantenga la misma cuando se tengan auditorías de parte de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

3.2. Descripción del problema

La problemática identificada en el Aeropuerto Internacional La Aurora se produce en el momento que existen cortes de energía eléctrica provenientes del suministro principal, momento durante el cual no se puede suministrar energía eléctrica durante todo el periodo de duración del corte, lo cual impide el buen desarrollo de las operaciones aéreas, mismas que requieren realizarse de manera interrumpida ya que un aeropuerto es semejante a un hospital que tienen que mantener energía eléctrica todo el tiempo, por lo cual se requiere planificar e implementar un estudio profundo conjuntamente con especialistas en cada una de las partes de la aparamenta que componen el sistema electrógeno actual del Aeropuerto Internacional La Aurora y así determinar las partes que están deficientes, para programar e implementar posteriormente la corrección de las partes defectuosas.

3.3. Formulación del problema

Lo anteriormente descrito da como resultado una interrogante principal:

3.3.1. Pregunta central

¿Cuál es la estructura extensión y contenido de un estudio profundo que se quiere implementar juntamente con especialistas en cada una de las partes de la aparamenta que componen el sistema electrógeno actual del Aeropuerto Internacional La Aurora y así determinar las partes que están deficientes, para

programar e implementar posteriormente la corrección de las partes defectuosas?

3.3.2. Preguntas auxiliares

El complemento que requerirá la interrogante principal contempla las siguientes preguntas auxiliares:

- ¿Cuál es, a juicio de los especialistas, la estructura y contenido adecuado para realizar el estudio en cada una de las partes de la aparamenta que compone el sistema electrógeno actual del Aeropuerto Internacional La Aurora?
- ¿Cuál es el nivel de validez y confiabilidad del estudio diseñado para evaluar el estado actual de las partes de la aparamenta que compone el sistema electrógeno actual del Aeropuerto Internacional La Aurora?
- ¿Cuáles son las partes más críticas de solucionar de la aparamenta que compone el sistema electrógeno del Aeropuerto Internacional La Aurora, enfatizar en ellas el estudio que determine su condición actual para?

3.4. Delimitación del problema

A continuación, se presenta la delimitación contextual, geográfica e histórica del problema de investigación en estudio.

3.4.1. Delimitación contextual

El análisis que se pretende realizar se contextualiza en el ámbito de la aparamenta de los sistemas electrógenos actuales del Aeropuerto Internacional La Aurora de Guatemala en base a sus especificaciones técnicas de la aparamenta por lo que se pretende medir las principales repercusiones en sus variables y dimensiones con el fin de verificar lo especificado y determinar si hay deficiencias.

3.4.2. Delimitación geográfica

Para el estudio se utilizarán datos de la aparamenta del Sistema electrógeno actual ubicados en el Aeropuerto Internacional La Aurora de Ciudad de Guatemala, por lo que la delimitación geográfica se fundamenta en el Aeropuerto Internacional La Aurora de Guatemala y en el comportamiento de sus sistemas electrógenos actuales instalados.

3.4.3. Delimitación histórica

Se realizará la delimitación histórica por parte del investigador y tomando como base el periodo en que se realizaron las pruebas a la aparamenta de los sistemas electrógenos por parte del personal calificado y el comportamiento del sistema se analizará el comportamiento de las variables y dimensiones obtenidas identificando las partes deficientes y obsoletas que necesitan ser reemplazadas.

4. JUSTIFICACIÓN

A continuación, se presenta el siguiente protocolo de tesis de la Maestría en Gestión de Mercados Eléctricos Regulados que corresponde a las líneas de investigación proyectos de generación, distribución y comercialización de energía eléctrica en un mercado eléctrico regulado, eficiencia energética en el sector público, empresarial y domiciliario, energías renovables e incidencia en la matriz energética de Guatemala y nuevas tecnologías para generación y transmisión de energía eléctrica, enfocado específicamente en la forma de generar energía eléctrica como respaldo cuando por cualquier contingencia se suspende el suministro de energía de la empresa suministradora de energía logrando mantener el correcto funcionamiento de los sistemas electrógenos del Aeropuerto Internacional La Aurora.

Del estudio se obtendrá el diagnóstico de la causa porque los sistemas electrógenos actuales del Aeropuerto Internacional La Aurora no funcionan, el costo de poner en funcionamiento cada una de las partes con deficiencia de los sistemas electrógenos y el costo general de poner todo el sistema electrógeno en operación, además de obtener información que nos deja el estudio y fuentes bibliográficas que podrá servir de base para futuras investigaciones relacionadas con deficiencias en sistemas electrógenos y mejorar su eficiencia y tiempo de vida útil de los elementos que componen los sistemas electrógenos, con lo cual se pretende que se solucione el problema por el cual los sistemas electrógenos del Aeropuerto Internacional La Aurora no funcionan y brindar a la población en general de Guatemala en lo que respecta a sistemas electrógenos, premisas y recomendaciones para que se continúen implementando mejoras en los diferentes tipos de mantenimientos evitando riesgos y alcanzando una alta

confiabilidad. Este estudio beneficiará al Aeropuerto Internacional La Aurora a los usuarios que diariamente hacen uso del aeropuerto, a Guatemala y a las instituciones gubernamentales de las cuales depende el aeropuerto siendo coherente con las necesidades de las instituciones gubernamentales y los usuarios al mantener funcionando de manera óptima los sistemas electrógenos del Aeropuerto Internacional La Aurora. Es por ello, que el estudio que se plantea es pertinente porque ayudará al personal profesional y técnico a mantener funcionando de forma óptima los sistemas electrógenos del Aeropuerto Internacional La Aurora y a ponerlos aprestos a cualquier contingencia porque actualmente no funcionan y a la vez ayudará al personal operativo a desarrollar las operaciones aéreas que se realizan constantemente de manera más sencilla y rápida brindándole al usuario o pasajero un servicio óptimo. La relevancia social que aportará el estudio consiste en que el usuario o pasajero se sentirá satisfecho con la atención brindada y la convivencia social entre el servidor público y el pasajero en el ámbito del Aeropuerto Internacional La Aurora será armonioso en un ambiente de paz y serenidad, todos contentos al desarrollar cada quien su actividad que le corresponde dentro del desarrollo de la operación aérea pertinente, esta relevancia social es nacional e internacional porque del Aeropuerto Internacional La Aurora hacen uso personas de todas partes del mundo. Es bien sabido que cuando hay atrasos de vuelos por cualquier contingencia y extravió de equipaje o papelería concerniente a la operación relacionada, esto causa malestar o enojo en los usuarios o pasajeros.

De igual manera es importante mencionar que la Maestría en Gestión de Mercados Eléctricos Regulados al encontrarse dentro del marco energético de Guatemala, involucra todo análisis profesional que traiga consigo aportes para el beneficio en general para el país en todos sus ámbitos, con estos aportes se logra darle un mejor punto de vista al país por medio de los extranjeros que nos visitan.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Desarrollar un estudio válido y confiable, juntamente con especialistas en cada una de las partes de la aparamenta que forman el sistema electrógeno actual del Aeropuerto Internacional La Aurora para determinar las partes deficientes y posteriormente realizar las correcciones necesarias.

5.2. Específicos

1. Establecer la estructura y contenido adecuado para realizar el estudio en cada una de las partes de la aparamenta por medio de técnicos especializados en cada una de las partes que compone el sistema electrógeno actual y determinar las partes defectuosas en el Aeropuerto Internacional La Aurora.
2. Determinar el nivel de validez y confiabilidad del estudio diseñado aplicando las pruebas necesarias para verificar el estado de las partes de la aparamenta que compone el sistema electrógeno actual del Aeropuerto Internacional La Aurora.
3. Describir las partes más críticas de solucionar por medio de las pruebas realizadas de la aparamenta que componen el sistema electrógeno del Aeropuerto Internacional La Aurora, para enfatizar en ellas el esfuerzo para corregir las partes defectuosas.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Se pretende implementar el estudio para darle solución a la problemática de porque los sistemas electrógenos del Aeropuerto Internacional La Aurora no entran a funcionar cuando por alguna contingencia ocurrida por parte de la empresa suministradora de energía eléctrica suspende el servicio, es importante mantener el correcto funcionamiento de los sistemas electrógenos del Aeropuerto Internacional La Aurora para mitigar la falta de energía eléctrica que es esencial para el correcto desarrollo de las operaciones aéreas que se realizan constantemente dentro de las instalaciones y el correcto funcionamiento de la aparamenta eléctrica que se utilizan en el desarrollo de las operaciones tales como; elevadores, escaleras eléctricas, bandas transportadoras de equipaje, pasarelas de abordaje de pasajeros, aire acondicionado, iluminación, sistemas contra incendios, sistemas informáticos, sistemas de telecomunicaciones, servicio de agua potable ya que se cuenta con pozo propio, sistemas de irrigación, sistemas de seguridad como arcos eléctricos detectores de metales, escáner para visualizar objetos prohibidos, alarmas, sistemas de cámaras CCTV, planta de tratamiento de agua, entre otros.

Mantener funcionando normalmente toda la aparamenta eléctrica en todo momento bajo contingencias de falta de energía eléctrica, ocurridas dentro de las instalaciones del Aeropuerto Internacional La Aurora se obtiene un desarrollo laboral óptimo que aumenta la confiabilidad y disminuye el riesgo en cada etapa del desarrollo de las operaciones aéreas. El estudio que se realizará se circunscribe en la caseta de acople de los sistemas electrógenos del Aeropuerto Internacional La Aurora de Ciudad de Guatemala, la información y los resultados que se presentarán podrían ser de utilidad o servir de base para resolver

problemas en otros sistemas electrógenos con deficiencias en el sector de generación de energía eléctrica de respaldo, en el ámbito empresarial y estatal nacional de Guatemala.

Para la solución de la problemática planteada se pretende realizar pruebas de funcionamiento a cada parte de la aparamenta involucrada en los sistemas electrógenos llevando datos estadísticos para poder analizar las variables que se presenta en su funcionamiento, esto se realizará conjuntamente con profesionales expertos en cada uno de los ámbitos especializados en cada una de las ramas que involucran dicho sistema, previamente realizándoles su mantenimiento preventivo, a cada parte del sistema. Con los resultados se determinara cual es el problema principal y problemas secundarios menores que no permiten que el sistema electrógeno funcione normalmente ante la falta de en energía eléctrica proveniente de la empresa suministradora de energía, posteriormente teniendo bien definida la situación de cada parte de la aparamenta se determinara que tipo de mantenimiento correctivo procede realizarle a cada parte de la aparamenta para lograr el correcto funcionamiento del actual sistema electrógeno, que existe dentro del Aeropuerto Internacional La Aurora.

En términos de originalidad, es importante mencionar que encontrar la causa de porque el sistema electrógeno actual del Aeropuerto Internacional La Aurora no funciona ante la falta de energía eléctrica es importante porque es un problema particular no común que requiere un análisis profundo para solucionarlo y además tiene un tiempo extenso que no funciona el sistema electrógeno, no brindándole la atención que se merece por las partes pertinentes debido a la importancia que representa tener en apresto el sistema electrógeno, como el estudio es profundo y el problema no es común y de beneficio para una institución estatal de relevancia se presenta como un estudio a nivel de tesis de postgrado

para determinar cuáles son los mantenimientos que se deben prever para la funcionalidad del sistema electrógeno actual del aeropuerto que se encuentra en las líneas de investigación de la maestría.

Al contar con un área de generación de energía eléctrica dentro de la maestría en Gestión de Mercados Eléctricos Regulados, se considera pertinente realizar estudios profundos por profesionales expertos en sus respectivos ámbitos, con el fin de brindar aportes positivos para la comunidad profesional del sector eléctrico de Guatemala y también para otras maestrías y licenciaturas que se relacionen con temas de generación de energía de mercados eléctricos.

En cuanto a las herramientas que se utilizarán para realizar el estudio planteado además de los resultados obtenidos por cada experto contratado en cada uno de sus ámbitos profesionales poseen su equipo necesario junto con su experiencia es lo que le da validez al estudio de lo que se quiere medir con el instrumento, en base a la maestría, además de detectar la causa fundamental de por qué el sistema electrógeno actual no funciona.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Bases teóricas

A continuación, se presentan las bases teóricas de las variables seleccionadas para elaborar el marco teórico conceptual.

7.1.1. Generación de energía de respaldo con sistemas electrógenos

Los tipos de generación de energía de respaldo son importantes en todas las industrias, instituciones públicas por cualquier contingencia de falta de energía eléctrica por diversas causas porque esto significa pérdidas económicas y como ejemplo (Rojas, 2018).

En aeropuertos, hospitales, también puede significar pérdidas humanas por el tipo de riesgo que representa las operaciones que se realizan tanto aéreas como hospitalarias, toda institución debe contar con sistemas de respaldo que en este caso se conocen como sistemas electrógenos los cuales deben estar aprestos para entrar a funcionar en cualquier momento que sean requeridos.

Un grupo electrógeno o moto generador es una máquina que mueve un generador de electricidad (máquina sincrónica) a través de un motor de combustión interna (Rojo, 2008).

Son comúnmente utilizados cuando hay déficit en la generación de energía eléctrica de algún lugar, o cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico.

En ocasiones también es necesario contar con sistemas electrógenos en los casos en los cuales la energía eléctrica proveniente de las empresas distribuidoras no se restablece de manera rápida y se necesita mucho tiempo para restablecerla.

Las insuficiencias que venía presentando el sistema eléctrico obligó al país a buscar nuevas alternativas para enfrentar roturas o salida del circuito de las plantas. Desde hace algún tiempo, se inició en el país la batalla por el ahorro energético, que concluirá con una Revolución Energética sin precedentes en Cuba. La instalación de los grupos electrógenos, además, la utilización más racional del gas acompañante, el proceso de rehabilitación de las redes y el trabajo de las brigadas de linieros en todo el país son algunas de las diversas medidas que en el país se han estado tomando para materializar la revolución energética.

7.1.2. Componentes de un sistema electrógeno

La palabra electrógeno significa que genera electricidad. Sistema electrógeno, es un grupo de aparatos que tiene como función convertir la capacidad calorífica en energía mecánica y posteriormente convertirla en energía eléctrica, sus dos componentes principales son: un motor o motores recíprocos o de combustión interna y un alternador o generador o alternadores o generadores estos unidos a un grupo de más elementos que sirven como ejemplo en los diversos casos para cada lugar y circunstancia están, los transformadores ya sea elevadores o reductores, un sistema de transferencia ya

sea manual o electrónico, recloser si el voltaje es 13,200 Vac que es el voltaje común en un sistema de distribución, un banco de acumuladores de 125 Vdc, que sirve para el control electrónico de las transferencia, depósitos para guardar el combustible y otros dispositivos específicos que llevan estas partes principales.

Los grupos electrógenos básicamente están formados por un conjunto integrado que contiene un motor de combustión interna (Diésel o Fuel), un generador eléctrico (generalmente de corriente alterna) acoplado en el mismo eje y los correspondientes elementos auxiliares y sistemas complementarios, como los distintos indicadores de estado, tableros de maniobra, tanques, radiadores, circuitos de lubricación, combustible, agua y eventualmente aire comprimido. Excitatrices, cargadores de baterías, equipos de control de tensión y frecuencia, automatismos de transferencia, protecciones contra sobrecargas, cortocircuitos, entre otros. En los grupos más modernos, también se disponen microprocesadores, rutinas de autodiagnóstico, sistemas de comunicación de datos (RS232/485 - agente SNMP), contactos libres de tensión, entre otros.

La aparamenta anteriormente mencionados es la aparamenta principal en la que hay que poner toda la atención necesaria para el correcto funcionamiento de los sistemas electrógenos y que estén aprestos para funcionar en cualquier momento (Asis y Coronel, 2021).

En la presente investigación se detalla las fallas más recurrentes del grupo electrógeno, para facilitar la recolección de datos y el uso de estos se elabora por sistemas operativos del grupo electrógeno, que son los siguientes. Sistema motor, Sistema de combustible, lubricación y refrigeración, Sistema de generación, Sistema de control, Sistema eléctrico (Asis y Coronel, 2021).

7.1.3. Mantenimientos a sistemas electrógenos

Es necesario elaborar un plan de mantenimientos para el correcto funcionamiento de los sistemas electrógenos durante los periodos de tiempo que establecen las normas para cada parte de la aparamenta de los sistemas electrógenos, entre los más importantes que se deben realizar son los mantenimientos: predictivos, preventivos y correctivos y realizarlos correctamente con el objetivo de mantener los sistemas electrógenos en disponibilidad de uso todo el tiempo y obtener la mayor eficiencia de los sistemas electrógenos en los periodos que sean requeridos por diversas contingencia que ocurran en la red de la empresa distribuidora de energía que alimenta a la institución o empresa a la que pertenecen los sistemas electrógenos.

Para realizar los mantenimientos preventivos a los grupos electrógenos el técnico debe tener una guía o un manual de procedimientos que le muestre paso a paso cómo debe hacer la actividad. Esta necesidad surge en el momento que se hacen visitas de calidad a los técnicos en campo. En dichas visitas se observó que el mantenimiento se ejecuta en malas condiciones ya que en repetidas ocasiones se les olvida o se les pasa por alto ejecutar alguna actividad importante, ya que cada mantenimiento se hace a criterio individual y, además, no cuentan con ningún formato de chequeo final donde ellos puedan anotar a qué elementos o piezas se le efectuó mantenimiento y de esta manera harían un repaso de lo realizado y de lo olvidado (Urrego y Ramírez, 2012).

7.2. Sistemas electrógenos

Sus dos componentes principales son un motor y un alternador que están unidos con otros dispositivos. Estos elementos complementarios son: baterías tanque de combustible, panel de control, cuadro silenciador, en términos de

utilización los grupos electrógenos pueden ser utilizados como fuente principal o como fuente auxiliar según sean sus requerimientos para responder a las necesidades de energía eléctrica, de forma eficiente y segura.

La dirección general de aeronáutica civil ha emprendido importantes iniciativas en el uso de tecnologías y modernización de sus procesos. Dentro de estos procesos se encuentra el apoyo esencial que prestan dos grupos electrógenos del Aeropuerto Carlos Ibáñez de Punta Arenas ya que actualmente respaldan las cargas críticas, generando energía eléctrica secundaria de vital importancia para las operaciones aéreas diurnas y nocturnas. El pilar fundamental para el desarrollo de este proceso de generación eléctrica secundaria es la seguridad. Para ello, en lo que se refiere a sistemas de energía secundaria (grupos electrógenos) para los servicios de sistemas de ayudas visuales luminosas, radares y radio ayudas del aeropuerto, tomando en consideración las emergencias y requerimiento de funcionamiento durante cortes de energía de larga duración este sistema aporta mayor autonomía, seguridad y eficiencia a la navegación aérea, ya que se dispone de funcionamiento continuo sin necesidad de reponer su combustible de forma manual (Acuña, 2006).

7.2.1. Características de los sistemas electrógenos

Algunas de las ventajas de los grupos electrógenos es que pueden generar energía en cualquier lugar que se requiera y en cualquier momento. Es ideal para usos continuados y hay disponibilidad de potencias altas. Los usuarios tendrán un suministro seguro para efectuar sus operaciones, sin importar si se genera un problema en el sistema principal o hay cortes por tormenta.

La característica más relevante es la capacidad de funcionar independiente a la red de suministro eléctrico, siendo su principal utilidad las

situaciones en las que no se disponga del servicio de la red eléctrica, bien sea debido a fallos o por la ausencia de las instalaciones eléctricas necesarias (Rojas, 2018).

De igual manera, el grupo electrógeno se ha constituido en un elemento de extrema necesidad y seguridad en grandes tiendas, negocios y todo lugar donde exista una movilidad de personas. Los GE pueden prestar servicios generando. De forma continua durante 24 horas e ininterrumpidamente como generación base. De forma intermitente para servicios donde es necesario equilibrar los consumos, cubrir picos de consumo. Como servicio de emergencia, en hospitales, sanatorios, entre otros (Francisco et al., 2007).

7.2.2. Tipos de grupos electrógenos

Existen distintas tecnologías según su motor de combustión interna que permite a los sistemas electrógenos generar electricidad: grupo electrógeno de diésel. La tecnología diésel proviene del sector industrial y posteriormente se adaptó a los vehículos domésticos. Grupo electrógeno de gasolina. Grupo electrógeno de Nafta. Grupo electrógenos de gas. Existen grupos electrógenos encapsulados. Son más silenciosos. Abierto, ayuda a su enfriamiento y son más económicas. Móvil. Se le adiciona una carreta para poder moverlo, genial para construcciones y eventos sociales. Según la Norma ISO-8528-1 hay cuatro grupos electrógenos dependiendo del uso que se les da a estos aparatos. Para potencia auxiliar de emergencia. Un máximo de 200 horas, para cargas medias y bajas. Potencia auxiliar uso entre 200 y 500 horas. Para potencia principal. Tiempo de uso ilimitado. Para potencia continua: tiempo de uso ilimitado, este se emplea en operaciones donde es vital no cortar la energía (Hernández, 2022).

Es así como los fallos eléctricos y por ende la pérdida de continuidad de los servicios entran dentro de los estudios de Plan de Continuidad del Negocio BCP, para ello las empresas cuantifican la cantidad de energía que requieren y con base en esto pronostican que tipo de planta eléctrica que se debe adquirir de acuerdo con sus necesidades (Millán y Triana, 2010).

Esta medida debe permitir a la organización continuar con sus actividades normales por un tiempo ilimitado o limitado según las condiciones y necesidades de cada empresa. (Las plantas eléctricas se dividen en Prime Power o stand by según esta condición de suministro) (Millán y Triana, 2010).

7.3. Aparamenta electrógena

La aparamenta eléctrica de un sistema electrógeno es el conjunto de aparatos que se acoplan directamente en la parte que les corresponde para hacer funcionar de forma correcta la operación control y monitoreo del grupo electrónico cuando entre a funcionar ya sea en condiciones de contingencia o de operación normal según sea requerido para lo que fue diseñado, los componentes más importantes son: panel de control automático, panel de control manual, panel de transferencia, motor-alternador, generadores con remolque, chasis y tanque de combustible, sistema de refrigeración (Hernández, 2022).

A continuación, se describen las partes principales de un grupo electrógeno y los sistemas que las componen. Los principales componentes son el motor y el alternador. Motor: es el componente principal del grupo electrógeno y se encarga de convertir la energía química del combustible en energía mecánica. Los motores más comunes son los motores de combustión interna, como los motores diésel o de gasolina (Urrego y Ramírez, 2012).

Alternador: es el componente que convierte la energía mecánica generada por el motor en energía eléctrica. Está compuesto por un rotor y un estator, y produce una corriente alterna (AC) con un voltaje y una frecuencia específicos.

Además de estos procesos, un grupo electrógeno cuenta con otros sistemas y dispositivos de seguridad, como el sistema de refrigeración, el sistema de combustible, el sistema de escape, el sistema de control y los dispositivos de seguridad. Estos sistemas trabajan juntos para garantizar que el equipo funcione de manera segura y eficiente, y para prevenir posibles fallas o riesgos de seguridad. Sistema de combustible. Es el conjunto de componentes encargados de suministrar combustible al motor (Naranjo, 2023).

Incluye el tanque de combustible, la bomba de combustible, los filtros de combustible y los inyectores.

Sistema de refrigeración. Es el conjunto de componentes encargados de mantener la temperatura del motor en niveles adecuados. Incluye el radiador, la bomba de agua, el termostato y el ventilador (Naranjo, 2023).

Sistema de escape. Es el conjunto de componentes encargados de expulsar los gases producidos por la combustión del motor. Incluye el colector de escape, el silenciador y el tubo de escape (Naranjo, 2023).

Sistema de control. Es el conjunto de componentes encargados de controlar y monitorear el funcionamiento del grupo electrógeno. Incluye el panel de control, los sensores de temperatura, presión y nivel de combustible, y los interruptores de emergencia (Naranjo, 2023).

Dispositivos de seguridad. Son los componentes encargados de garantizar la seguridad en el funcionamiento del grupo electrógeno. Incluyen el interruptor de transferencia automático (ATS) para conectar el grupo electrógeno a la red eléctrica, el limitador de velocidad del motor, los interruptores de seguridad y los sistemas de extinción de incendios (Naranjo, 2023).

7.3.1. Motores reciprocantes

Es un motor que utiliza uno o varios pistones para convertir la presión en movimiento giratorio, utiliza movimiento alternativo, el movimiento ascendente y reciprocantes se necesitan dos giros del cigüeñal para lograr un ciclo de combustión las rotatorias hacen una rotación constante de 360 ° los reciprocantes hacen unos grados en el giro en sentido horario y otros grados de giro anti horario así van avanzando de esta manera en el conducto es un movimiento oscilante de un cuerpo en una dirección alternándose en sentido contrario, los motores reciprocantes se clasifican en: dos tiempos y cuatro tiempos.

Los motores de combustión interna alternativos, vulgarmente conocidos como motores de explosión (gasolina) y motores diésel, son motores térmicos en los que los gases resultantes de un proceso de combustión empujan un émbolo o pistón, desplazándolo en el interior de un cilindro y haciendo girar un cigüeñal, obteniendo finalmente un movimiento de rotación.

Los motores reciprocantes, o a pistón, es la más común y técnicamente madura de tecnología FGD también son llamados motores de combustión interna IC. Internal combustion, los motores reciprocantes requieren combustible, aire, compresión y una fuente de combustión para trabajar. Dependiendo de la fuente de ignición ellos se agrupan en dos categorías. Motores de ignición por chispa SI. *Sparkignited*, típicamente emplea la gasolina o el gas natural como

combustible, o motores de ignición por compresión CI. *Compression ignition*, típicamente trabajan con combustible diésel.

7.3.2. Generadores eléctricos

Un generador es una máquina eléctrica rotativa que transforma energía mecánica en energía eléctrica. Lo consigue gracias a la interacción de los dos elementos principales que lo componen. La parte móvil llamada rotor, y la parte estática que se denomina estator, Cuando un generador eléctrico está en funcionamiento, una de las dos partes genera un flujo magnético (actúa como inductor) para que el otro lo transforme en electricidad (actúa como inducido). Los generadores eléctricos se diferencian según el tipo de corriente que producen. Así, nos encontramos con dos grandes grupos de máquinas eléctricas rotativas. Los alternadores y las dinamos, los alternadores generan electricidad en corriente alterna, los dinamos generan electricidad en corriente continua.

La corriente es producida por medio de los llamados generadores eléctricos. Estas son máquinas que convierten el movimiento (energía mecánica) en electricidad. Los térmicos convierten agua en vapor, mediante el calor producido por la combustión de gas, carbón, petróleo o a través de la fisión nuclear. El vapor producido a elevada presión impacta sobre los álabes de una turbina haciéndola girar y generando fuerza electro-motriz (fem). La fem es la capacidad de desplazar los electrones o cargas eléctricas en un material conductor, por ejemplo. Cable de cobre, aluminio, hierro y su unidad es el voltio (V). La cantidad de carga por unidad de tiempo se denomina intensidad de corriente eléctrica y su unidad es el amperio (A). Es importante saber que la energía o trabajo eléctrico máximo que puede entregar el generador por unidad de tiempo, es proporcional a la fem y a la cantidad de corriente entregada. Esto se denomina potencia y su unidad es el vatio (W).

7.3.3. Transfencia

La transferencia es el mecanismo en los sistemas electrógenos que cuando detecta que se perdió el suministro de energía eléctrica proveniente de la empresa suministradora de energía hace la conmutación automáticamente poniendo en servicio la energía eléctrica suministrado por los sistemas electrógenos y cuando detecta que regresa la energía de la empresa suministradora hace la conmutación apagándose los sistemas electrógenos.

En los sistemas de transferencia para los grupos electrógenos (conjunto motor generador) el equipo supervisa la fuente de potencial normal y cuando exista una interrupción arranca el motor del generador. La carga es transferida automáticamente tan pronto como el generador alcance sus valores de frecuencia y tensión nominal. Cuando se restaura el alimentador normal la carga se vuelve a transferir de la fuente de emergencia al alimentador normal y el grupo eléctrico sale de funcionamiento.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

ORIENTADORAS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO REFERENCIAL

- 1.1. Estudios previos
- 1.2. Antecedentes

2. MARCO TEÓRICO

- 2.1. Bases teóricas
 - 2.1.1. Generación de energía de respaldo con sistemas electrógenos
 - 2.1.2. Componentes de un sistema electrógeno
 - 2.1.3. Mantenimiento a sistemas electrógenos
- 2.2. Sistemas electrógenos
 - 2.2.1. Características de los sistemas electrógenos
 - 2.2.2. Tipos de grupos electrógenos
- 2.3. Aparamenta electrógena
 - 2.3.1. Motores reciprocantes
 - 2.3.2. Generadores eléctricos

2.3.3. Transferencia

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

- 3.1. Estructura y contenido adecuado para realizar el estudio en cada una de las partes de la aparamenta que compone el sistema electrógeno actual del Aeropuerto Internacional La Aurora
- 3.2. Nivel de validez y confiabilidad del estudio diseñado para evaluar el estado actual de las partes de la aparamenta que compone el sistema electrógeno actual del Aeropuerto Internacional La Aurora
- 3.3. Partes más críticas de solucionar de la aparamenta que compone el sistema electrógeno del Aeropuerto Internacional La Aurora, para enfatizar en ellas el estudio que determine su condición actual

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- 4.1. ¿Cuál es, la estructura y contenido adecuado para realizar el estudio en cada una de las partes de la aparamenta que compone el sistema electrógeno actual del Aeropuerto Internacional La Aurora?
- 4.2. ¿Cuál es el nivel de validez y confiabilidad del estudio diseñado para evaluar el estado actual de las partes de la aparamenta que compone el sistema electrógeno actual del Aeropuerto Internacional La Aurora?
- 4.3. ¿Cuáles son las partes más críticas de solucionar de la aparamenta que compone el sistema electrógeno del Aeropuerto Internacional La Aurora, para enfatizar en ellas el estudio que determine su condición actual?

- 4.4. ¿Cuál es la extensión de un estudio profundo que se quiere implementar juntamente con especialistas en cada una de las partes de la aparamenta que componen el sistema electrógeno actual del Aeropuerto Internacional La Aurora?

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

9.1. Características del estudio

A continuación, se presenta la metodología de la investigación propuesta, con la cual se pretende ahondar en el tipo o enfoque, diseño, alcance, variables e indicadores y fases del estudio.

9.1.1. Enfoque

La investigación propuesta es de tipo cuantitativa, ya que la pruebas que propone el estudio darán datos de que se podrán analizar para determinar las partes defectuosas de la aparamenta de los sistemas electrógenos del Aeropuerto Internacional La Aurora y con esto información se explicara la causa porque los sistemas electrógenos no funcionan cuando se les requiere en condiciones de contingencia. Los métodos de análisis tendrán comparaciones de información con especificaciones técnicas de cada aparato y los resultados que se obtendrán serán numéricos, es decir, podrán tomar cualquier valor dentro de cualquier intervalo o medición. Adicionalmente, el paradigma que se trabajará será del tipo positivista, por lo que se pretende explicar por medio de resultados cuantitativos del estudio, las partes deficientes de la aparamenta de los sistemas electrógenos del Aeropuerto Internacional La Aurora.

9.1.2. Alcance

El alcance de la investigación propuesta será explicativo, ya que determinara los fenómenos por que los sistemas electrógenos del Aeropuerto

Internacional La Aurora no funcionan cuando se le requiere en condición de contingencia por causas internas o externas de la institución, en este nivel es necesario el planteamiento de hipótesis de investigación que busquen determinar los elementos de causa y efecto de los fenómenos de interés de la investigación sobre los sistemas electrógenos. En el contexto cuantitativo se puede aplicar un estudio de tipo predictivo en donde se pueda establecer, un modelo explicativo, donde se propone una teoría para la comprensión del fenómeno.

9.1.3. Diseño

El diseño adoptado será no experimental, ya que las variables obtenidas de la pruebas sobre la aparamenta de los sistema electrógenos del Aeropuerto Internacional La Aurora no serán manipulados ni controlados limitándose a observar los hechos tal y como ocurren en su ambiente natural dentro de la caseta de acople, obteniendo los datos de forma directa y realizando los análisis pertinentes.

9.2. Unidades de análisis

La unidad de análisis se realizará en la caseta de acople donde se encuentran los sistemas electrógenos del Aeropuerto Internacional La Aurora de Guatemala partiendo del estudio que consiste en la realización de pruebas a cada una de las partes de la aparamenta de los sistemas electrógenos de las cuales se obtendrán la información para ser analizada en su totalidad.

9.3. Variables

Las variables en estudio se describen a continuación.

Tabla 1.*Variables en estudio*

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Aparamenta eléctrogena	La aparamenta eléctrogena es el conjunto de aparatos mecánicos y eléctricos que forma parte del sistema eléctrogeno, también conocida como aparellaje eléctrico, es el conjunto de aparatos de conexión, soporte, mando, medida y protección, así como a las conexiones, envoltentes y soportes destinados a la producción, transporte, distribución y transformación de la energía eléctrica.	Se obtendrá el estado de cada una de las partes de la aparamenta al realizarle las pruebas de funcionamiento y mediciones de sus parámetros según lo solicita cada aparato en sus especificaciones técnicas, como por ejemplo voltaje, corriente, amperaje, frecuencia, entre otros. Si son pruebas eléctricas, respetando las especificaciones de pruebas mecánicas y de otra índole que requiera la aparamenta, se define si está operativa o no operativa.
Validez y confiabilidad	La validez se refiere al grado en que una prueba proporciona información que es apropiada a la decisión que se toma. La confiabilidad tiene que ver	Los datos se obtendrán al realizar varias pruebas en la aparamenta en diferentes condiciones: al vacío y con carga a diferentes horarios en un día los cuales se repetirán en
	Con la exactitud y precisión del procedimiento de medición.	Otros días en los mismos horarios, si los datos obtenidos a plena carga son semejantes a las especificaciones técnicas es apropiado al estudio que se realiza. Si los datos se repiten en diferentes días a los mismos horarios se determinará la estabilidad y consistencia de los resultados, la unidad de medida son los amperios (A).

Continuación de la Tabla 1.

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Indica resultado obtenido de la prueba	Es la presentación de los datos obtenidos de una medición realizada a un aparato o equipo eléctrico, interpretándolos y contrastándolos con la teoría, el estado de la cuestión y tu propia investigación.	Se obtendrá de los resultados obtenidos de las pruebas realizadas a cada parte de la aparamenta se usarán medidas estadísticas de tendencia central para ordenar y analizar los datos comparándolos con las especificaciones técnicas de cada aparato que compone el sistema electrógeno. Se define como eficiente y deficiente.

Nota. Variables propuestas que se estudian en el presente protocolo. Elaboración propia, realizado con Word.

Para realizar las mediciones correspondientes de las variables planteadas, se utilizarán tablas que tendrán un formato predeterminado o genérico con las especificaciones requeridas para cada una de las variables propuestas, definición de la estructura para realizar las pruebas, nivel de validez y confiabilidad de las pruebas del estudio y determinación de las partes más críticas que definirá el estudio realizado. A continuación, se ejemplifica una tabla la cual podría ajustarse según se requiera por el técnico especializado al momento de realizar la prueba.

Tabla 2.

Medición de variables

Fecha	Primera prueba	Segunda prueba	Diferencia en magnitud	Diferencia porcentual
-------	----------------	----------------	---------------------------	--------------------------

Nota. Ejemplo de tabla que se utilizará para anotar las variables en estudio. Elaboración propia, realizado con Word.

9.4. Fases de estudio

A continuación, se indicarán y describirán cinco fases para el estudio propuesto, con lo cual se pretende detallar la información concerniente a los criterios que se utilizarán para la recolección de la información con la cual se llevará a cabo dicho estudio. La primera fase tiene orientación general para toda la investigación, es decir, se enfoca en lograr el objetivo general, y el resto de las fases se enfoca en un objetivo específico respectivamente, además de la elaboración de las gráficas y tablas correspondientes.

9.4.1. Fase 1: revisión bibliográfica y establecimiento del horizonte de tiempo por analizar

En la primera fase se llevará a cabo la búsqueda, consulta y revisión de la información relacionada a fuentes bibliográficas enfocadas en la temática por tratar, donde se incluirá artículos científicos, informes, entre otros, con lo cual se dará sustento y fundamento a la investigación propuesta, en donde se pretende

desarrollar un estudio válido y confiable, conjuntamente con especialistas en cada una de las partes de la aparamenta que forman el sistema electrógeno actual del Aeropuerto Internacional La Aurora para determinar las partes deficientes y posteriormente corregir las partes defectuosas.

Adicionalmente, en esta fase se establecerá el horizonte de tiempo por analizar lo cual se realizará a criterio y decisión del investigador con base a las fechas en las que se realicen las pruebas correspondientes según el orden de prioridad establecido por la estructura de la investigación; esto incluye la contratación del personal especializado con su equipo de medición y demás insumos con los que se llevará a cabo las siguientes fases de la investigación.

9.4.2. Fase 2: establecer la estructura y contenido adecuado para realizar el estudio

Para el cumplimiento del objetivo específico uno, en donde se pretende establecer la estructura y contenido adecuado para realizar el estudio en cada una de las partes de la aparamenta por medio de técnicos especializados en cada una de las partes que compone el sistema electrógeno actual y determinar las partes defectuosas en el Aeropuerto Internacional La Aurora. Este objetivo se realizará mediante reuniones con los técnicos especializados en cada una de las partes de la aparamenta por la experiencia que ellos poseen y conocimiento de las especificaciones técnicas se realizará de la estructura adecuada para realizar en cada una de las partes de la aparamenta definiendo el orden del estudio.

9.4.3. Fase 3: determinar el nivel de validez y confiabilidad del estudio

En esta fase de la investigación propuesta se pretende determinar el nivel de validez y confiabilidad del estudio diseñado aplicando las pruebas necesarias para verificar el estado actual de las partes de la aparamenta que compone el sistema electrógeno actual del Aeropuerto Internacional La Aurora. El nivel de validez y confiabilidad del estudio se verificara al realizar las pruebas por medio de empresas de prestigio en especializadas en cada una de las partes de los sistemas electrógenos que por lo consiguiente poseen equipo de última generación que estén calibrados por empresas certificadas nacionales e internacionales en cada uno de los equipos de medición que se utilizaran para el estudio, esto le dará confiabilidad y validez al estudio para analizar las variables y determinar con seguridad las parte deficientes de los sistemas electrógenos del Aeropuerto Internacional La Aurora.

9.4.4. Fase 4: describir las partes más críticas por solucionar

En esta fase se pretende describir las partes más críticas por solucionar por medio de las pruebas realizadas de la aparamenta que componen el sistema electrógeno del Aeropuerto Internacional la Aurora, para enfatizar en ellas el esfuerzo para corregir las partes defectuosas. El análisis de las variables se realizará conjuntamente con los especialistas en cada una de las partes de la aparamenta de los sistemas electrógenos, con lo cual se determinará las partes más críticas de solucionar para enfatizar en ellas el tiempo y esfuerzo para corregir las partes defectuosas.

9.4.5. Fase 5: elaboración de gráficas y tablas

En la fase final de la investigación propuesta, se elaborarán las gráficas y tablas correspondientes con el fin de presentar los resultados que se obtendrán de una manera clara, ordenada y gráfica, para que la información pueda ser transmitida a los lectores de la mejor manera posible. Esta fase implica que el investigador pueda hacer cambios o las adecuaciones correspondientes al formato de las tablas, gráficas o información que considere también importante de presentar en la sección de resultados o anexos del trabajo de graduación, por lo que queda abierta dicha posibilidad cuando se esté desarrollando la investigación.

9.5. Resultados esperados

Con base en las preguntas de investigación, los objetivos (general y específicos) y las cinco fases del estudio propuesto, se espera la obtención de los siguientes resultados:

- El resultado es tener bien establecida la estructura y contenido adecuado para realizar el estudio en cada una de las partes de la aparamenta el sistema electrógeno actual y del Aeropuerto Internacional La Aurora.
- El resultado es verificar el nivel de validez y confiabilidad del estudio diseñado a las partes de la aparamenta que compone el sistema electrógeno actual del Aeropuerto Internacional La Aurora.
- El resultado es tener descritas las partes más críticas de solucionar de la aparamenta que componen el sistema electrógeno del Aeropuerto Internacional La Aurora.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

A continuación, se indicará el tipo de muestreo que se utilizará para la obtención de la información por analizar, el cual involucrará principalmente los insumos para la realización de las pruebas basadas en las rutinas de mantenimientos siguiendo las indicaciones técnicas de cada parte de la aparamenta que forman parte del sistema electrógeno del Aeropuerto Internacional La Aurora, se formará una base de datos de cada parte de la misma con la cual se analizará un análisis comparando con las especificaciones técnicas de cada aparato conjuntamente con técnicos especializados en cada una de las partes de los sistemas electrógenos, para lo cual se presentará el tipo de diagnóstico que se empleara con las muestras obtenidas para determinar la el estado de dicha aparamenta.

10.1. Muestreo descriptivo

Este tipo de muestreo es una técnica que permitirá al investigador realizar la selección de muestras basándose en un criterio objetivo basado en selección aleatoria. Debido a que el estudio por realizar posee un alcance explicativo, este tipo de muestreo se adaptará de excelente manera a los requerimientos del investigador, ya que permite la comparación de los datos obtenidos de las pruebas realizadas a cada una de las partes de la aparamenta del sistema electrógeno del Aeropuerto Internacional La Aurora es una técnica estricta y que depende en gran medida del resultado de las pruebas realizadas y analizada por técnicos especializados en cada una de las partes que componen los sistemas electrógenos.

La técnica de muestreo descriptivo presentará la ventaja de que la obtención de la información será objetiva, ya que el investigador y los técnicos especializados conocen bien las muestras. Para el desarrollo de metodología que permita el funcionamiento de manera óptima de los sistemas electrógenos, las muestras por obtener se fundamentarán en las siguientes variables:

- Aparamenta electrógena
- Validez y confiabilidad
- Indica resultado obtenido de la prueba

Las muestras serán obtenidas por medio de pruebas realizadas a través de técnicos especializados en cada una de las partes de la aparamenta determinadas por las especificaciones técnicas de cada equipo del sistema electrógeno se realizarán pruebas según corresponda a cada una de las variables y si la variable lo demanda a diferentes tiempos estipulados por los técnicos especializados para lograr el propósito de analizar cada variable y determinar la deficiencias presentadas en las mismas si existieran.

El criterio con el cual se realizarán las respectivas pruebas estará sujetas al comportamiento de las variables involucradas con relación a las rutinas de mantenimiento que se le debe realizar a cada parte de la aparamenta de los sistemas electrógenos dichas pruebas dependerá principalmente de condiciones en que se encuentra cada aparato que forma parte del sistema electrógeno del Aeropuerto Internacional La Aurora de Guatemala. El criterio de selección será establecido en su totalidad por el investigador y técnicos especializados, ya que se pretende analizar escenarios críticos que podrán ser de mucha utilidad para evidenciar la relevancia justificable del estudio por realizar.

10.2. Análisis univariado

El análisis de cada una de las variables por estudiar será de tipo univariado, ya que estas serán estudiadas por separado y para todos los casos su nivel de medición será de razón. Se hace la salvedad que, para cada variable se realizará una distribución de pruebas en cada una de las variables para poder obtener las respuestas a cada una de las preguntas de cada una de las variables pertinentes al estudio que se realizará.

10.3. Análisis aritmético y estadístico

Las comparaciones por realizar entre los resultados obtenidos y los datos programados o reales, para responder a las preguntas de investigación, se realizarán por medio de operaciones algebraicas, sumas, restas, multiplicaciones y divisiones, además del empleo de estadística descriptiva, específicamente, de medias aritméticas:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

$\bar{x}$: media aritmética

n : suma de valores de la variable en estudio

x_i : i -ésima variable en estudio

Los resultados que se obtendrán, los datos programados y reales, además de las comparaciones correspondientes, también serán analizados(as) gráficamente haciendo uso de Microsoft Excel, herramienta con la que también se realizarán las operaciones aritméticas y de estadística descriptiva por emplear.

11. CRONOGRAMA

Figura 1.

Cronograma de actividades

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
1	Proceso de elaboración y aprobación del Anteproyecto	71 días	Sáb 06/05/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
2	Proceso de elaboración y aprobación del Protocolo	71 días	Sáb 20/07/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
3	Objetivo general	87 días	mié 18/07/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
4	Revisión bibliográfica	30 días	mié 18/07/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
5	Objetivo específico 1	20 días	sáb 21/07/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
6	Definición de escenarios	6 días	sáb 21/07/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
7	Realización de la estructura de las pruebas	6 días	sáb 28/07/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
8	Realización del contenido de las pruebas	6 días	sáb 04/08/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
9	Reuniones y revisión con el asesor	2 días	sáb 12/08/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
10	Objetivo específico 2	20 días	mié 14/08/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
11	Realización de las pruebas a la herramienta	7 días	mié 14/08/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
12	Análisis de las pruebas a la herramienta	11 días	mié 22/08/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
13	Reuniones y revisión con el asesor	2 días	mié 05/09/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
14	Objetivo específico 3	20 días	lun 07/09/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
15	Determinación de las partes más críticas de la herramienta	9 días	lun 07/09/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
16	Corrección de las partes de ética de las pruebas	9 días	lun 18/09/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
17	Reuniones y revisión con el asesor	2 días	lun 25/09/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
18	Análisis estadístico de los resultados	10 días	sáb 30/09/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
19	Análisis final de los resultados	5 días	sáb 12/10/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
20	Reuniones y revisión con el asesor	2 días	mié 17/10/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
21	Elaboración de conclusiones y recomendaciones	5 días	vie 19/10/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
22	Reuniones y revisión final con el asesor	2 días	sáb 25/10/2023	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
23	Elaboración de las demás secciones del informe Final	90 días	sáb 27/10/24	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024
24	Examen de Defensa	1 día	vie 25/06/24	16-2-2023	16-3-2023	16-4-2023	16-5-2023	16-6-2023	16-7-2023	16-8-2023	16-9-2023	16-10-2023	16-11-2023	16-12-2023	16-1-2024	16-2-2024	16-3-2024	16-4-2024	16-5-2024	16-6-2024	16-7-2024

Nota. Cronograma en el que se especifica los periodos en que se realizarán las fases del estudio.

Elaboración propia, realizado con Word.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Se considera que el estudio propuesto es totalmente factible de realizar, ya que todos los recursos necesarios para su realización serán proporcionados por la entidad en la que labora el investigador, Aeropuerto Internacional la Aurora de Guatemala, la cual permitirá el uso del equipo detallado en la tabla 3, además de los permisos concernientes a la realización del trabajo de graduación.

Tabla 3.

Recursos necesarios

Recurso	Disponibilidad del recurso	Fuente de financiamiento	Cuantificación
Humano	Investigador, asesor	No aplica	2 personas
Financiero	Gastos de impresiones	Investigador	Q 1,500.00
Tecnológico	Cámara termográfica, paquete de Office e internet	AILA	1 Cámara termográfica, 1 paquete de Office y el internet necesario
Acceso a información	Información pública	No aplica	La necesaria

Continuación de la Tabla 3.

Recurso	Disponibilidad del recurso	Fuente de financiamiento	Cuantificación
Permisos	Para utilizar la herramienta Cámara termografía y el acceso al área de ubicación de los sistemas electronos	AILA	Los necesarios
Equipo	Computadora de escritorio	AILA	1 computadora de escritorio
Infraestructura	Oficina	AILA	1 oficina y elementos involucrados
Imprevistos/otros	Se consideran imprevistos/otros de cualquier índole	Investigador	Q300.00

Nota. Recursos necesarios, equipos y permisos para la elaboración del estudio. Elaboración propia, realizado con Word.

12.1. Valorización de recursos proporcionados por el Aeropuerto Internacional La Aurora

A continuación, se detalla el valor económico de los recursos proporcionados por el Aeropuerto Internacional La Aurora, lo cual no representará un costo para el investigador o un costo extra para la entidad:

Tabla 4.

Recursos proporcionados por el AILA

Recurso	Costo aproximado
Servicio de verificación (mensual)	Q 50,000.00
Servicio general (semestral)	Q 50,00.00
Servicio correctivo	Q 100,000.00
Suministro de repuestos	Q 500,000.00
Computadora de escritorios	Q 10,000.00
Total	Q 710,000.00

Nota. Valor económico de los recursos proporcionados por el Aeropuerto Internacional la Aurora para realizar las correcciones. Elaboración propia, realizado con Excel.

El único costo económico que tendrá la realización del informe final será el de las impresiones necesarias para la presentación física de dicho informe. También se consideró el 5 % de los costos totales ante cualquier imprevisto.

REFERENCIAS

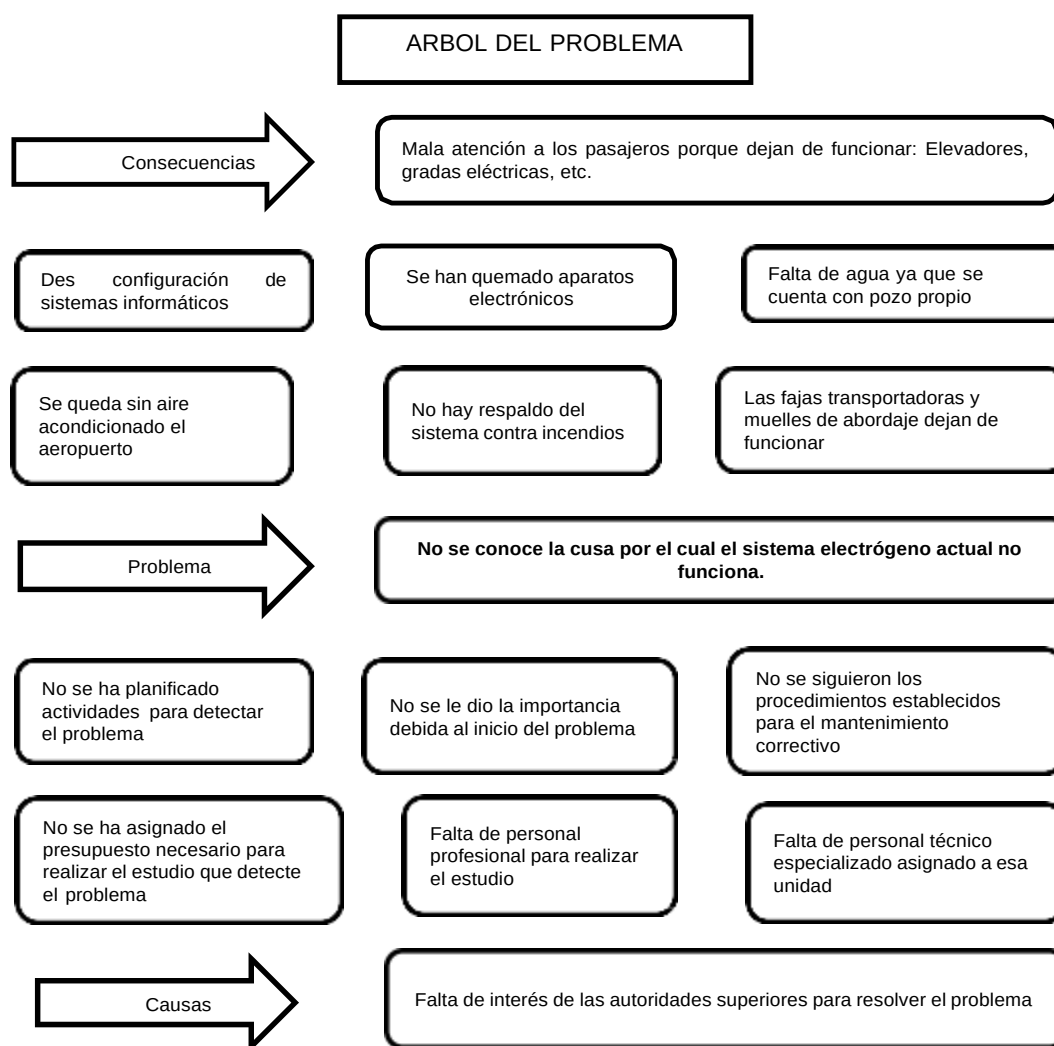
- Acuña, C. (2006). *Implementación de un sistema de control de nivel para el suministro de petróleo de Grupos Electrógenos*. [Tesis de pregrado, Universidad de Magallanes]. Archivo digital. http://www.umag.cl/biblioteca/tesis/acuna_oyarzun_2006.pdf
- Asis, G. y Coronel, W. (2021). Aplicación del sistema del mantenimiento preventivo para aumentar la operatividad de los grupos electrógenos en la empresa Profakto SAC. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte de Perú]. Archivo digital. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28313/Asis%20Manrique%20Grover%20Coronel%20Parinango%20Wildor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Francisco, M., Díaz, R., Castro, M., y Costa, Á. (2007). Grupos electrógenos y calidad de la energía. *Ingeniería energética*, XXVIII(2), 35-44. <https://www.redalyc.org/pdf/3291/329127754006.pdf>
- Hernández, M. (2022). *Semántica ficcional y concepciones del tiempo: mundos y paradigmas temporales en la narrativa de Ursula K. Le Guin, Kurt Vonnegut y Juan Gómez Bárcena*. [Tesis de doctorado, Universidad Complutense de Madrid de España]. Archivo digital. <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/d4d61f7f-f73c-410d-9dd1-ebbf0fba2567/content>

- Millán, C., y Triana, N. (2010). *Plan de negocios para la creación de una empresa ensambladora de grupos electrógenos (plantas eléctricas)* [Tesis de pregrado, Universidad Libre de Colombia]. Archivo digital. <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/9192>
- Naranjo, L. (2023). *Ampliación de la potencia de una instalación por cambio de dos transformadores y un grupo eléctrico* [Tesis de pregrado, Universitat Politècnica de Catalunya de España]. Repositorio institucional.
- Rojas, G. (2018). Grupos Eléctricos, Principios Básicos. *Boletín técnico*, 20, 1-9. <https://gedisa.com.ve/boletin/pdf/20.%20Grupos%20electrogenos%20conceptos%20basicos%20Abril%202018.pdf>
- Urrego, O., y Ramírez, J. (2012). *Manual de procedimiento para el mantenimiento preventivo a grupos eléctricos* [Tesis de pregrado, Institución Universitaria Pascual Bravo de Colombia]. Archivo digital. https://repositorio.pascualbravo.edu.co/bitstream/pascualbravo/749/1/Rep_IUPB_Tec_Sis_Mecatr%C3%B3nicos_Grupos_Electr%C3%B3genos.pdf

APÉNDICES

Apéndice 1.

Árbol del problema



Nota. Diagrama de árbol del problema indicando sus causas y consecuencias. Elaboración propia.

Apéndice 2.

Matriz de coherencia

¿Cuál es la estructura extensión y contenido de un estudio profundo que se quiere implementar conjuntamente con especialistas en cada una de las partes de la aparamenta que componen el sistema electrógeno actual del Aeropuerto Internacional la Aurora y así determinar las partes que están deficientes, para programar e implementar posteriormente la corrección de las partes defectuosas?	Desarrollar un estudio valido y confiable, conjuntamente con especialistas en cada una de las partes de la aparamenta que forman el sistema electrógeno actual del Aeropuerto Internacional La Aurora para determinar las partes deficientes y posteriormente realizar las correcciones necesarias.
¿Cuál es, a juicio de los especialistas, la estructura y contenido adecuado para realizar el estudio en cada una de las partes de la aparamenta que compone el sistema electrógeno actual del Aeropuerto Internacional la Aurora?	Establecer la estructura y contenido adecuado para realizar el estudio en cada una de las partes de la aparamenta por medio de técnicos especializados en cada una que compone el sistema electrógeno actual y determinar las partes defectuosas en el Aeropuerto Internacional la Aurora.
¿Cuál es el nivel de validez y confiabilidad del estudio diseñado para evaluar el estado actual de las partes de la aparamenta que compone el sistema electrógeno actual del Aeropuerto Internacional la Aurora?	Determinar el nivel de validez y confiabilidad del estudio diseñado aplicando las pruebas necesarias para verificar el estado de las partes de la aparamenta que compone el sistema electrógeno actual del Aeropuerto Internacional La Aurora.
¿Cuáles son las partes más críticas de solucionar de la aparamenta que compone el sistema electrógeno del Aeropuerto Internacional la Aurora, para enfatizar en ellas el estudio que determine su condición actual?	Describir las partes más críticas de solucionar por medio de las pruebas realizadas de la aparamenta que componen el sistema electrógeno del Aeropuerto Internacional la Aurora, para enfatizar en ellas el esfuerzo para corregir las partes defectuosas.

Nota. Matriz de coherencia, la cual contiene las preguntas y objetivos del estudio. Elaboración propia.