

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v5i10edesepsep.0073>

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS EN EL GRUPO ELECTRÓGENO DEL GENERADOR PERKINS 33T, INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR LUIS ARBOLEDA MARTÍNEZ (MANTA).

FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS IN THE PERKINS 33T GENERATOR SET, LUIS ARBOLEDA MARTÍNEZ HIGHER TECHNOLOGICAL INSTITUTE (MANTA).

Cedeño-Mendoza Juan Valentín ¹; Macías-Cantos Manuel Ángel ²

¹ Universidad Técnica de Manabí, Instituto de Posgrado. Portoviejo, Ecuador.
Correo: imsei2013@hotmail.es.

² Universidad Técnica de Manabí, Instituto de Posgrado. Portoviejo, Ecuador.
Correo: manuel.macias@utm.edu.ec

Resumen

Este estudio se desarrolla con la información brindada por el Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, para equipos de protección, como son los grupos electrógenos, es importante analizar las fallas. Se ejecutó el seguimiento de un Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF) al Grupo Electrónico del generador Perkins 33t. Esta investigación analizó las fallas más frecuentes en los grupos electrógenos según información del área de mantenimiento en los años 2019 y 2020, y determinó las principales causas de fallas en el funcionamiento, se estudia las fallas mecánicas del Grupo Electrónico Perkins 33t, para poder tomar acciones preventivas a futuro considerando estos aspectos, escenario que se mejoró con la propuesta al esquema actual del plan de mantenimiento, para mantener las condiciones óptimas de estos, según los parámetros establecidos en los manuales y de la carta régimen de operación determinando así los rangos establecidos según las planificaciones en cada una de las actividades dentro del proceso; los datos y resultados obtenidos se registran para llevar un control como base para el respectivo diagnóstico.

Palabras clave: grupo electrónico, análisis de modo, efecto de fallas, generador perkins.

Abstract

This study is developed with the information provided by the Luis Arboleda Martínez Higher Technological Institute, for protection equipment, such as generators, it is important to analyze the failures. The follow-up of a Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) was executed to the Generator Set of the Perkins 33t generator. This investigation analyzed the most frequent failures in the generator sets according to information from the maintenance area in the years 2019 and 2020, and determined the main causes of failures in operation, the mechanical failures of the Perkins 33t Generator Set are studied, in order to take action preventive measures in the future considering these aspects, a scenario that was improved with the proposal to the current maintenance plan scheme, to maintain the optimal conditions of these, according to the parameters established in the manuals and the operating regime chart, thus determining the ranges established according to the planning of each of the activities within the process; The data and results obtained are recorded to keep a control as a basis for the respective diagnosis.

Keywords: generator set, mode analysis, effect of faults, perkins generator.

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 06 de junio de 2022.

Fecha de aceptación: 06 de septiembre de 2022.

Fecha de publicación: 29 de septiembre de 2022.



1. Introducción

Durante los años 1950 y 1960, PERKINS CIA LTDA. Fabricaron varios motores diésel Perkins adaptados para coches estadounidenses, dichos motores también fueron adaptados en equipos estándar en la fabricación de jeeps y Dodge Trucks y su expansión se prolongó en camiones europeos de la casa comercial COMMER y otras empresas. Entre los objetivos principales del Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez es que sus activos funcionen de manera segura y confiable a fin de obtener resultados apropiados en los servicios que la entidad ofrezca a la comunidad estudiantil. El contar con un Plan de Mantenimiento permitirá el buen funcionamiento de los equipos mecánicos técnicos y tecnológicos que permitirá mejorar la productividad y la sostenibilidad a largo plazo.

El presente trabajo se desarrolla en el análisis de modo y efecto de fallas para grupos electrógenos en esta institución de educación superior, que requiere de acciones preventivas y predictivas por lo que la Comisión de Mantenimiento

Institucional lleva el control de las actividades con la finalidad de cumplir con los objetivos institucionales planteados. La operatividad de los grupos electrógenos varía de acuerdo a las condiciones climáticas, ambientes secos, húmedos entre otros, etc. El personal asignado al mantenimiento de este activo debe diseñar una serie de acciones y operaciones desde el momento que forja el proyecto para posteriormente conservar y prolongar su vida útil.

En los últimos cincuenta años, los antecedentes históricos del Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, lo ubican como una parte importante en el desarrollo económico, social y productivo, ya que se fue constituido como la institución pionera en enseñanza tecnológica y técnica de la comunidad de Manta y Manabita.

El Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez (ITSLAM) adquiere la categoría de tecnológico desde el 26 de septiembre de 2003, mediante acuerdo de CONESUP No. 141 y desde la citada fecha estuvo autorizado para la oferta de 5 carreras como son: Tecnologías en Mecánica Automotriz, Mecánica

Industrial, Electricidad Industrial, Electrónica y Refrigeración y Aire Acondicionado. En el 2012, como resultado de la Reforma Educativa se separan las funciones convirtiéndose en el Colegio Bachillerato Fiscal Luis Arboleda Martínez regentado por el Ministerio de Educación y en el ITSLAM que es el Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación.

Problema científico

El grupo electrónico Perkins 33t, presenta paradas continuas por fallas que hacen oscilar sus parámetros, el personal asignado al mantenimiento de este activo debe diseñar una serie de acciones y operaciones correctivas para vencer las dificultades y garantizar su funcionamiento, originando falta de confiabilidad en las acciones desarrolladas en el instituto durante las jornadas de trabajo, es por esta razón que es necesario hacer un análisis de falla y efecto en este grupo electrónico para mejorar el suministro de energía.

Objeto de estudio o investigación

Analizar el plan de mantenimiento basado en las fallas del grupo electrónico del generador perkins 33t, en el instituto superior tecnológico Luis Arboleda Martínez, AMEF.

Campo de acción

Criticidad del grupo electrónico perkins 33t del Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez.

Objetivo general

Realizar el análisis de modo y efecto de fallas en el grupo electrónico del generador perkins 33t, en el Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez.

Objetivos específicos

- Conocer las funciones y fallas en los sistemas y componentes del grupo electrónico.
- Determinar los sistemas y componentes críticos, modos y efectos de fallas, basado en las técnicas de Análisis de Criticidad, Modos y Efectos de la falla AMEF.
- Implementar un plan de mantenimiento basado en los criterios del Mantenimiento

centrado en la Confiabilidad AMEF (Análisis Modo de Efectos y Fallos) para el equipo del grupo Electrónico PERKINS 33t.

Formulación de hipótesis

Si se desarrolla un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad AMEF (Análisis Modo de Efectos y Fallos). ¿Se reducirán los fallos continuos y paradas innecesarias del grupo electrónico PERKINS 33t, del Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez?

Justificación de la investigación

El Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, institución de Educación Superior que acoge alrededor de 1219 estudiantes, en el establecimiento citado se desarrollan actividades administrativas y académicas técnicas y tecnológicas en las diferentes áreas y talleres que tiene el instituto, por lo que requiere de la generación ininterrumpida de energía eléctrica en caso de ocurrir un AMEF.

La Comisión de Mantenimiento se encuentra en constante verificación ante el incremento de fallos previstos de los grupos electrónicos, que

suelen disminuir la confiabilidad operacional poniendo en riesgo las maquinarias y equipos que se ubican tanto en los talleres como en las diferentes áreas de la institución por lo que requieren de mantenimiento y cuidado, la obtención de resultado dará cabida a centralizar los chequeos en el plan de mantenimiento en el instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, Institución de Educación Superior.

Las estrategias aplicadas y la innovación de criterios técnicos basadas en acciones humanas, técnicas y tecnológicas serán un aporte a la investigación introducido en la gestión de mantenimiento a realizarse en el Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, bajo la supervisión del departamento de mantenimiento, en el cual no se ha realizado un análisis de fallo apoyado por modos y efectos de fallo, la presente investigación contribuirá con el desarrollo de una novedosa técnica la cual se basa en fundamentos teórico de diversas investigaciones realizadas por varios autores para solucionar la problemática actual sobre mantenimiento.

Sin embargo, la presencia de fallos en el sistema de generación, causa la paralización de las actividades, posibles daños en los equipos, suspensión de las actividades administrativas, académicas, interrupción de los sistemas eléctricos y bombeo del sistema sanitario, entre otros, que provocan un retraso en las actividades planificadas según los objetivos institucionales.

En este sentido la investigación surge como una solución a los posibles fallos en el grupo electrónico de generador PERKINS 33t, con la finalidad de que las decisiones no se basen en el reemplazo del activo, si no en buscar las causas que generan el deterioro del mismo, planteando criterios en donde lo primordial será analizar el posible impacto que puede provocar la falla del equipo, a la seguridad humana y el ambiente minimizando el desgaste de tiempo de vida útil del Grupo Electrónico del Generador Perkins 33t, así contribuir en la reducción de los desechos sólidos generados por la implementación de plan de mantenimiento y el impacto

dado en forma retroactiva por la investigación de los resultados.

Es necesario determinar un diseño estructural con mecanismos de alta automatización, donde no se presenta el margen de fallo de operación del grupo electrónico, en el que se justifica la implementación de los criterios y estrategias del AMEF (Análisis Modo de Efectos y Fallos) con la finalidad de implementar u optimizar el mantenimiento preventivo, cuidando la integridad del activo y disminución de los fallos imprevistos.

Resultados esperados

- Definición de las funciones y fallas en los sistemas y componentes del grupo electrónico.
- Determinación los sistemas y componentes críticos, modos y efectos de fallas, basado en las técnicas de Análisis de Criticidad, Modos y Efectos de la falla AMEF.
- Desarrollo de un plan de mantenimiento basado en los criterios del Mantenimiento centrado en la Confiabilidad AMEF (Análisis Modo de Efectos

y Fallos) para el equipo del grupo Electrónico PERKINS 33t.

Definiciones de Amef (Análisis De Modo Efectos Y Fallas)

Una forma más eficiente de demostrar la existente conexión y diferencia entre los estados de fallas y los eventos que puedan producirse a consecuencia de estas fallas, es identificar cuáles son las principales fallas funcionales, luego registrar los modos de fallas que pueden causar cada falla funcional, la definición de modo de falla es definida como cualquier evento que genera que un sistema o proceso puedan fallar. Sin embargo, la descripción de una falla debe consistir como mínimo de un sustantivo y un verbo (Moubray, 2015). Al momento de describir una falla, esta debería contener detalles suficientes para que sea posible seleccionar una estrategia apropiada para el manejo de fallas, pero no una cantidad tal que se pierda una enormidad de tiempo en el proceso de análisis (Lombana y Zarantes, 2018).

La forma en la que se describen las fallas, en particular se debe ser cuidadoso tomando en consideración el uso de verbos para describir adecuadamente los modos

de fallas, ya que estos tienen una gran influencia en el proceso de selección de una adecuada política de manejo de fallas. Aquellos verbos como por ejemplo “fallar” “quebrar” o “funcionar mal” deben ser utilizados con menor frecuencia, ya que no dan prácticamente ninguna indicación de cuál podría ser el método apropiado para manejar esa falla. Utilizar para la descripción de las fallas existentes verbos de nivel específico posibilita con mayor precisión la interpretación de los resultados (Moubray, 2015).

2. Legislación ambiental

Constitución De La República Del Ecuador, Registro oficial N° 449 del 20 de Octubre del 2008.

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.

Art 83, numeral 6.- Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley, respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los

recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

El Código Orgánico del Ambiente, publicado en el Registro Oficial Suplemento 983 de 12 de abril de 2017.

Art. 8.- El desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías alternativas no contaminantes, renovables, diversificadas y de bajo impacto ambiental"

Normas Técnicas Ambientales, publicado en el Registro Oficial Suplemento 41 de 14 de marzo de 2007.

Art. 1.- Expedir las Normas Técnicas Ambientales para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental para los Sectores de Infraestructura: Eléctrico, Telecomunicaciones y Transporte (Puertos y Aeropuertos) que tienen como objetivo principal proteger la calidad del recurso agua, para salvaguardar la salud e integridad de las personas así como proteger el equilibrio de los ecosistemas acuáticos involucrados en las actividades vinculadas a los

procesos de generación de energía eléctrica o cogeneración en centrales termoeléctricas durante la operación, mantenimiento y abandono o retiro.

Decreto Ejecutivo 3399, publicado en el Registro Oficial 725 del 16 de diciembre del 2002.

Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, el mismo que contiene el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

Decreto Ejecutivo 3516, publicado en el Registro Oficial, Edición Especial No. 2 del 31 de marzo del 2003

Que, el anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, se implementan las Normas técnicas generales de calidad ambiental para los recursos agua, suelo y aire, así como para la disposición de desechos sólidos no peligrosos y niveles de ruido ambiente ocasionados por fuentes fijas y móviles.

Artículo 107 del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

Autoriza a esta Cartera de Estado para que mediante acto administrativo dicte las normas técnicas de calidad ambiental, de emisión y descarga

LEY 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.

Esta ley regula las actividades destinadas al suministro de energía eléctrica, consistente en su generación, transporte, distribución, comercialización e intercambios intracomunitarios e internacionales, así como la gestión económica y técnica del sistema eléctrico.

REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero.

Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC- LAT 01 a 09. Este reglamento tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y garantías de seguridad a que han de someterse las líneas eléctricas de alta tensión, a fin de proteger las personas y la integridad y

funcionalidad de los bienes que pueden resultar afectados por las mismas.

3. Resultados

Conservar la funcionalidad del equipo, es de vital importancia al momento de analizar la frecuencia de fallos y así evaluar si el mantenimiento es el adecuado; por tanto, se debe identificar los fallos posteriores a los mantenimientos programados, en la medida de que estos disminuyen el impacto de la explotación acumulada con el paso del tiempo de los equipos. Esta es una información vital para realizar las correcciones necesarias y proponer mejoras dentro de los procedimientos que utiliza el personal para maximizar la eficiencia de los equipos.

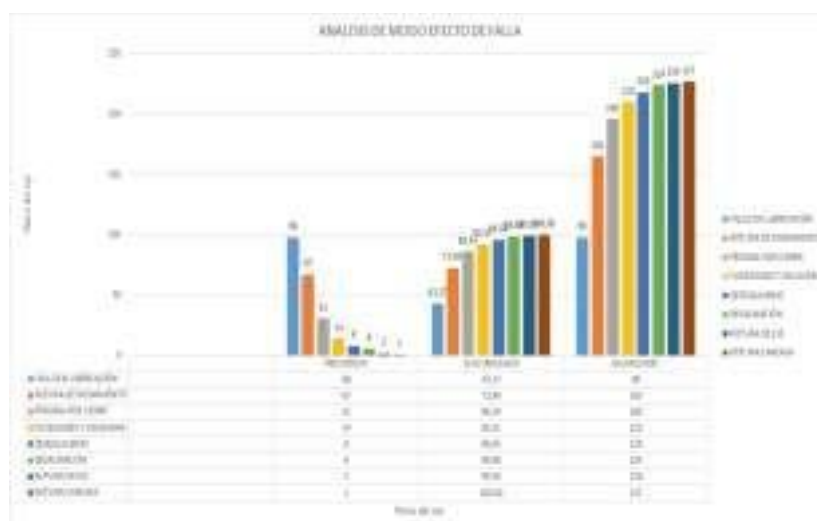
Cabe mencionar que la información no es abundante, ya que la empresa principalmente realiza trabajos en grupos electrógenos de terceros.

Luego, la información sale de los informes o reportes que han completado luego de reparaciones o mantenimientos preventivos (generalmente fuera de fecha) realizados a pedido. Los clientes no

contratan un servicio de mantenimiento preventivo rutinario, principalmente por el costo, realizándose ellos mismo con su personal, no siempre correctamente entrenado para ello.

Cabe mencionar que la mayoría del mantenimiento rutinario lo realizan por cuenta propia, sin contratar con una empresa especializada, lo cual hace que muchas veces no lo

realicen, o no es culminado en su totalidad y descartando la inspección de las posibles fallas. Se aprecian algunos de los aspectos más preocupantes como las fallas y componentes sensibles, donde hay anomalías, con el agravante de que estos sistemas son críticos para el funcionamiento del grupo electrógeno pudiendo provocar fallas funcionales.



Elaboración: Juan Valentín Cedeño Mendoza. Autor de la investigación

4. Resultados y Discusión

El desarrollo de la implementación de nuevos grupos electrónicos avanza periódicamente por lo cual sus demandas y necesidades cotidianas, se fusionarán con los grupos electrónicos antiguos y se desplazarán a coincidir un incremento de fallas inesperadas,

por tal razón es de relevante importancia hacer estudios de las bitácoras periódicamente para analizar las paradas innecesarias en resolver los problemas del Grupo Electrónico Perkins 33t y así cumplir las guías en sus horas de funcionamiento como se detallan técnicamente.

Estudios realizados por Umaña y Ramón (2015) en comparación con el presente estudio obtuvieron como resultado que la problemática principal de los motores era a causa del descuido de las actividades indicadas por el fabricante las cuales no se ejecutaban en función del tiempo y forma establecidos, además llegaron a la conclusión de que otro factor de afectación es la calidad de los materiales o repuestos, por tal razón una de las soluciones planteadas fue elaborar plantillas de inspección distribuidas: una para el supervisor de mantenimiento y otra para el jefe de mantenimiento, obteniendo resultados no favorables, en su defecto ampliaron la frecuencia y forma de las inspecciones, lo cual puede recaer en paradas innecesarias del sistema operativo.

Para poder cumplir los objetivos se emplearon las técnicas correspondientes que nos permitan obtener un buen diagnóstico de los equipos para la identificación de las fallas y averías que se presentan. Esto nos conlleva a poder lograr elaborar un buen plan de mantenimiento para mantener las condiciones óptimas de estos, según

los parámetros establecidos en los manuales y de la carta régimen de operación. Para determinar si se encuentran dentro de los rangos establecidos según las planificaciones en cada una de las actividades dentro del proceso, los datos y resultados obtenidos se deben registrar para llevar un control como base para el respectivo diagnóstico.

5. Conclusiones

1. Se investigó la metodología AMEF, analizando las actividades desde el actual programa de mantenimiento, lo cual permitió depurar las actividades de un área del departamento de mantenimiento en particular, realizadas en un equipo o planta, convirtiéndolo en un valor agregado cuando se considera que alguna de las actividades es inefectivas o poco eficientes y añadiendo otras que son necesarias para una gestión eficiente del departamento de mantenimiento.

2. Luego de observar los resultados obtenidos se concluye que la táctica de mantenimiento AMEF es altamente efectiva en

equipos que presentan numerosos modos de falla y en donde la gran mayoría de estos suelen ser aleatorios.

3. La implementación de un Plan de Mantenimiento permite que no existan paradas innecesarias por fallas ocurridas por fatiga entre sus elementos mecánicos y sistemas, dando una funcionalidad de tener un Grupo Electrónico en condiciones óptimas para su funcionamiento de emergencia.

Recomendaciones

1. El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, como un proceso de mejora continua debe utilizar como complemento al estudio, análisis de confiabilidad, Mantenibilidad y los indicadores de la gestión de mantenimiento.

2. Se deben generar nuevas Tareas Proactivas, principalmente en componentes que no estaban ingresados al sistema informático, sino como parte de los grupos electrónicos creando los planes y tareas para estos, a fin de minimizar los efectos de falla y sus consecuencias.

3. Considerar en proyectos, los criterios de operación de grupos electrónicos de acuerdo a las condiciones de operación. Los límites superiores e inferiores de capacidad de carga traen consecuencias que reducen la vida útil del activo.

Agradecimiento

Agradezco a Dios creador por haberme permitido llegar hasta aquí y cumplir con este sueño.

A la Universidad Técnica de Manabí quien me abrió sus puertas para poder cursar y culminar con mi estudio de posgrado.

Al Programa Académico con trayectoria de investigación en Mantenimiento Industrial Mención Gestión Eficiente Del Mantenimiento y sus autores quienes contribuyeron en nuestra formación como maestrantes y en muchos casos como personas.

Al tribunal de Revisión que contribuyeron con sus ideas para la correcta realización de este trabajo.

Al Dr. Manuel Ángel Cantos Macías quien me brindó su apoyo en los momentos más necesitados ya que

gracias a él se dio a cabalidad esta investigación y me ayudó a cruzar los obstáculos que se presentaron en el transcurso. A mis familiares quienes son mi apoyo y lo seguirán siendo en el transcurso de mi vida. A mis compañeros y amigos que siempre velaron porque mis propósitos se realizaran de la mejor manera.

Bibliografía

- Acuña, J. (2003). Ingeniería de Confiabilidad. Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Asunción, M. d. (2018). MANTENIMIENTO PREVENTIVO GRUPO ELECTRÓGENO Y TABLERO DE TRANSFERENCIA.
- AYERBE INDUSTRIAL DE MOTORES, S. A. (2018). GRUPOS ELECTRÓGENOS 3.000 r.p.m.
- Barrionuevo, I. O. D. N. (2014). MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE PRODUCCIÓN TOTAL Y SU INCIDENCIA EN EL RENDIMIENTO DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA SÍNCRONOS DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN EL ÁREA DE OPERACIÓN".
- Bejarano, G. N. (2008). REGLAMENTO AMBIENTAL PARA ACTIVIDADES ELÉCTRICAS.
- CARRIER. (2018). OPERACIÓN Y SERVICIO para las UNIDADES DE GENERADOR 69UG15 Número de identificación de piezas PID UG1450 y superior.
- Caterpillar. (2016). GRUPO ELECTRÓGENO CATERPILLAR DE330EO CON CABINA INSONORIZADA Y CUADRO DE TRANSFERENCIA SERVICIO EMERGENCIA.
- Correa, A. (2007). Órdenes de experimentación en diseños factoriales. Universidad Politécnica de Catalunya. Disponible en https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6527/01AAc_e01de01.pdf?sequence=1
- Fernández, F. y Duarte, J. (2015). Automatismo para el monitoreo y control de un grupo electrógeno con arranque eléctrico vol. 11, no. 2, p. 262-271. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2015v11n2.22241>.
- Fernández, F., y Duarte, J. (2013). Módulo para la medición de variables en motores de combustión

- interna. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/297704626_Modulo_para_la_medicion_de_variables_en_motores_de_combustion_interna
- Genesal Energy (2019). Grupos electrógenos: energía sin límites. Disponible en [file:///C:/Users/DELL/Documents/ING%20VALENTIN/Ing.%20Valent%C3%ADn/ANALISI%20DE%20FALLA%20%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/DELL/Documents/ING%20VALENTIN/Ing.%20Valent%C3%ADn/ANALISI%20DE%20FALLA%20%20(2).pdf)
- GESAN. (2019). GRUPO ELECTRÓGENO DE CONTROL MANUAL. Disponible en <file:///C:/Users/DELL/Documents/ING%20VALENTIN/Ing.%20Valent%C3%ADn/MANUAL-GENERAL-GRUPOS-ELECTROGENOS-GESAN.pdf>
- Giraldo Simiche, C. E. (2017). Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad del área de servicio de mantenimiento de grupos electrógenos de la empresa Sapia 2017.
- Jiménez, A. (2013). Análisis RAM. Artículo de información. Chrome WEB [en línea]. Disponible en internet: <https://maintenancela.com.co/2013/01/analisisram.html>
- Lacoste, J., Colisigno, S., Corti, E. y Yablonski, M (2011). GRUPOS ELECTROGENOS. Universidad Nacional de La Plata. Disponible en [file:///C:/Users/DELL/Documents/ING%20VALENTIN/Ing.%20Valent%C3%ADn/GRUPOS_ELECTROGENOS\[2\].pdf](file:///C:/Users/DELL/Documents/ING%20VALENTIN/Ing.%20Valent%C3%ADn/GRUPOS_ELECTROGENOS[2].pdf)
- Lombana, M y Zarante, B. (2018). Mejora Del Plan De Mantenimiento Preventivo De Los Equipos Criticos De La Línea De Producción1 De La Empresa Cotecmar Mediante La Metodología Rcm. Universidad De Cartagena Facultad De Ciencias Económicas. Recuperado de <https://1library.co/document/qo52okjy-mejora-mantenimiento-preventivo-criticos-produccion-coctemar-mediante-metodologia.html>
- Matzunaga, M. (2009). "DETERMINAR EL ORIGEN DE LA FALLA DEL MOTOR DIESEL MARCA CATERPILLAR, MODELO 3516B DE UN CAMIÓN MINERO DE 218 TON. MODELO 793C, EMPLEANDO EL ANÁLISIS CAUSA RAIZ". UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA. Disponible en <https://es.scribd.com/document/404297623/matzunaga-bm-pdf>

Mora, L. (2010). MANTENIMIENTO. PLANEACIÓN, EJECUCIÓN Y CONTROL.

Moubray, J. (2015). Mantenimiento Centrado En La Confiabilidad. Tecnológico Pascual Bravo, Antioquia. Segunda Edición Industrial Press Inc. Disponible en: https://www.academia.edu/42618962/MANTENIMIENTO_CENTRADO_EN

Nieto, S. (2009). Mantenimiento Industrial. Artículo de

información. Chrome WEB [en línea]. Disponible en internet:

<http://mantenimientosindustriales2009/2009/05/historia-del-mantenimiento.html>