

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE MECÁNICA**



**“DISEÑO DE UN SOFTWARE QUE FACILITE LAS ACTIVIDADES
DE MANTENIMIENTO A LOS MOTORES DIESEL INSTALADOS EN UNA
EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES ”**

REALIZADO POR:

Marcos Alejandro Noriega Hernández

**Trabajo de grado presentado ante la Universidad de Oriente como
requisito parcial para optar al Título de Ingeniero Mecánico**

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE MECÁNICA



**“DISEÑO DE UN SOFTWARE QUE FACILITE LAS ACTIVIDADES
DE MANTENIMIENTO A LOS MOTORES DIESEL INSTALADOS EN UNA
EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES ”**

ASESORES:

Ing. Gustavo Carvajal
(Asesor Académico)

Ing. Eulogio Hernández
(Asesor Industrial)

BARCELONA, DICIEMBRE DE 2004

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE MECÁNICA



**“DISEÑO DE UN SOFTWARE QUE FACILITE LAS ACTIVIDADES
DE MANTENIMIENTO A LOS MOTORES DIESEL INSTALADOS EN UNA
EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES ”**

JURADO

El jurado hace constar que asignó a esta tesis la calificación de:

Ing. Gustavo Carvajal
(Asesor Académico)

Ing. Diógenes Suárez
(Jurado Principal)

Ing. Reyna Pelliccioni
(Jurado Principal)

BARCELONA, DICIEMBRE DE 2004

RESOLUCION

De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajo de grado:

‘Los trabajos de grado son exclusiva propiedad de la universidad y solo podran ser utilizados a otros fines con el consentimiento del núcleo respectivo quien lo participa al consejo universitario’

DEDICATORIA

En este momento tan importante, lleno de alegría para mí y para todas aquellas personas que contribuyeron al logro de esta meta tan anhelada, quiero dedicarle este triunfo a:

Dios todopoderoso, por estar siempre a mi lado acompañándome en cada paso que doy, enseñándome el camino a seguir para poder triunfar en todo lo que me he propuesto.

A mis padres, Maritza y Trino, a quienes les debo su gran esfuerzo, ejemplos de cariño, sacrificio y estímulo para seguir adelante, este triunfo es de ustedes ya que son los verdaderos autores de este logro.

A mis hermanos, Katerina, Carlos y Mijail, que con su cariño me han ayudado a seguir adelante con optimismo.

A mis abuelos Cristina y Facho, por apoyarme en mis estudios y mostrarme el camino a seguir para lograr mis metas.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis más sincero agradecimiento a la empresa CANTV, por brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo de grado en sus instalaciones y por la colaboración prestada en la realización de la misma.

Quiero agradecer a mis asesores los Ingenieros Eulogio Hernández y Gustavo Carvajal, por su confianza y colaboración en el desarrollo de este trabajo.

También quiero agradecer a todo el personal del departamento de energía, por haberme hecho grata mi estadía en la empresa.

A mis amigos Pablo, Israel y su querida madre Gregoria y a todas aquellas personas que se me escapen y que de igual forma contribuyeron a que yo culminara mi meta.

RESUMEN

En el presente trabajo se diseñó un software que permite llevar un mejor control sobre las diferentes actividades de mantenimiento que se le realiza a los motores instalados en la Cantv Anzoátegui, este se designó con el nombre de Plamanmotor y fue elaborado en Microsoft Visual Basic 6.0 en combinación con Acces 2000, es importante mencionar que el software genera las actividades de mantenimiento a realizar a cada motor, indicándole la próxima fecha de mantenimiento, además contiene información de cada equipo (Marca, Ubicación, Estatus de criticidad), también permite determinar las posibles fallas que se puedan generar en el motor. Para llenar las diferentes bases de datos que contiene el software se necesito primeramente una evaluación de todos los motores instalados en la Cantv Anzoátegui considerando el tipo de falla y sus causas, la ubicación , el cual permitió emitir un diagnostico operacional de estos., Luego se determinó a través de un estudio técnico de criticidad los equipos indispensables para darle mayor prioridad de mantenimiento. Determinados los equipos críticos, se procedió a calcular los parámetros de mantenimiento: confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad. Los resultados de la confiabilidad fueron estimados por el software Autocon, luego se elaboró el plan de mantenimiento tomando en cuenta aspectos importantes como la criticidad, recomendaciones de los técnicos, y los tiempos entre fallas. Es importante mencionar que con la implementación de este software la Cantv Anzoátegu obtendrá ciertas ventajas: Eficiencia, economía, información al instante y toma de decisiones oportunas para mejorar la gestión de mantenimiento.

CONTENIDO

RESOLUCION	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
RESUMEN	VII
CONTENIDO	VIII
CAPITULO I.....	14
GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	14
1.1 La Empresa. Historia	14
1.1.1 Movilnet.....	15
1.1.2 Cantv Net.....	15
1.1.3 Caveguías.....	15
1.2 Función de la Empresa	15
1.3 Objetivos de la Organización	16
1.4 Organigrama General de CANTV	16
1.5 Departamento de Energía	17
1.5.1 Estructura Organizativa del Área de Energía de Cantv, Estado Anzoátegui	18
1.5.2 Gerencia de Regiones de Infraestructura.....	18
1.5.3 Coordinación de Infraestructura	19
1.5.4 Ingeniero Supervisor Energía Anzoátegui.....	19
1.5.5 Técnicos Electromecánicos Energía Anzoátegui	20
1.5.6 Ubicación Geográfica del Departamento de Energía	20
1.6 Descripción del Proceso	21
1.7 Planteamiento del Problema.....	27
1.8 Objetivos.....	29
1.8.1 Objetivo General.....	29
1.8.2 Objetivos Específicos.....	29

CAPITULO II.....	30
MARCO TEORICO	30
2.1. MOTOGENERADOR.....	30
2.1.1 SISTEMA DE EMERGENCIA:	31
2.1.2 RED PUBLICA (Red Alterna Trifásica).....	32
2.1.3 UBICACIÓN Y CLOCACIÓN DEL MOTOGENERADOR.....	32
2.1.4 SISTEMA ELÉCTRICO DEL MOTOR.....	32
2.1.5 SISTEMA DE ARRANQUE.....	33
2.1.6 SISTEMA DE COMBUSTIBLE.....	33
2.1.7 CIRCUITO DE LA VÁLVULA SOLENOIDE DE COMBUSTIBLE	35
2.1.8 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	35
2.1.9 INTERRUPTOR DE TEMPERATURA DE REFRIGERANTE DEL MOTOR.	36
2.1.10 SISTEMA DE LUBRICACIÓN	37
2.1.11 TABLEROS DE CONTROL	37
2.1.12 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE TRANSFERENCIA.....	38
2.1.13 BANCOS DE BATERÍAS.	40
2.2 LA CONFIABILIDAD.....	40
2.2.1 LA CONFIABILIDAD OPERACIONAL:	41
2.2.2 EL ANÁLISIS DE LA CONFIABILIDAD.....	41
2.2.3 INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD	42
2.2.4 CONFIABILIDAD BASADA EN EL “TIEMPO PARA LA FALLA”	42
2.2.5 CONFIABILIDAD BASADA EN LA TEORIA “ESFUERZO- RESISTENCIA”	42
2.3 MANTENIMIENTO.	43
2.3.1 FILOSOFIA DE MANTENIMIENTO	43
2.3.2 MANTENIMIENTO DE CLASE MUNDIAL	43

2.3.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO	43
2.3.4 MANTENIMIENTO CORRECTIVO	44
2.3.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	44
2.3.6 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	44
2.3.7 FRECUENCIA	45
2.4 FALLAS	45
2.4.1 TIPOS DE FALLAS FUNCIONALES	45
2.4.2 MODOS DE FALLAS	46
2.4.3 EFECTOS DE FALLAS	46
2.4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE FALLAS	47
2.5 DISPONIBILIDAD	47
2.6 FUNCIONES.....	47
2.7 ANÁLISIS DE CRITICIDAD:	48
2.8 DIAGRAMA CAUASA–EFECTO:	49
CAPITULO III	52
DESCRIPCION DEL SOFTWARE.....	52
3.1 Características del Software.	52
3.2 BASE DE DATOS UTILIZADAS:	53
3.2.a BASE DE DATOS VISIBLES:	53
3.2.a.1 BASE DE DATOS DE MOTORES:	53
3.2.a.2 BASE DE DATOS DE MATERIALES:.....	54
3.2.a.3 BASE DE DATOS DE ACTIVIDADES:	55
3.2.a.4 BASE DE DATOS CONSULTAS Y REGISTROS DE FALLAS:	56
3.2.a.5 BASE DE DATOS REGISTRO DE ACTIVIDADES:.....	57
3.2.a.6 BASE DE DATOS DE LA ORDEN DE TRABAJO:.....	59
3.2.b BASE DE DATOS INTERNAS DEL SOFTWARE:	61
3.2.b.1 Tabla Motores:.....	61

3.2.b.2 Tabla Materiales:	61
3.2.b.3 Tabla Actividades:	61
3.2.b.4 Tabla ODT:	61
3.2.b.5 Tabla SET:	62
3.3 FLUJOGRAMAS DEL SOFTWARE	62
3.3.1 Descripción del flujograma Acciones y Rutas de las diferentes bases de datos mostradas por el Software	64
3.3.2 Descripción del Flujograma Elaboración de las Ordenes de Trabajo	64
3.4 Módulos del Software	64
3.4.1 Módulo Archivo	65
3.4.2 Módulo de Registro	66
CAPITULO IV	67
DIAGNOSTICO DE LOS MOTORES	67
4.1 Identificación de las fallas en el proceso de reparación de los motores diesel	67
4.2 Estudio de Criticidad.	71
4.2.1 Cuestionario para el estudio de criticidad de equipos.	72
4.2.2 Ponderación	76
4.2.3. Fórmula.....	77
4.2.4 Tabla de Resultados.....	78
4.3 Cálculos de los Indicadores de la Gestión de Mantenimiento Actual.	79
4.3.1 Consideraciones Básica.	79
4.3.2. Estimación de Confiabilidad a través del Software Autocom 1.0 ...	80
4.3.2.1 Aplicación del Software	82
4.3.3 Cálculo de Mantenibilidad.....	86
4.3.4 Cálculo de Disponibilidad.	89
CAPITULO V.....	87
PLANES DE MANTENIMIENTO PORPUESTOS PARA EL SOFTWARE.	87

5.1 Determinación de la Frecuencia de Mantenimiento.....	87
5.2 Mantenimiento Correctivo.....	92
5.3 Planes de Mantenimientos.....	92
CAPITULO VI.....	97
ANALISIS DE COSTOS.....	97
6.1 Análisis de los Costos de Mantenimiento.....	97
6.1.1 Costos de Materiales.....	97
6.1.1Costo de la Fuerza Laboral.....	101
6.1.2 Costo por Depreciación.....	105
6.1.3 Inversión en los Planes de Mantenimiento Propuestos.....	107
7.1 Beneficios de los Planes de Mantenimientos Propuestos.....	107
CONCLUSIONES.....	110
RECOMENDACIONES.....	111
BIBLIOGRAFÍA.....	112

CAPITULO I

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1 La Empresa. Historia

La compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela CANTV es la primera empresa que funciona en Venezuela para proveer servicios de telecomunicaciones. Actualmente la gama, de productos y servicios abarcan desde interconexión, comunicaciones a larga distancia nacional e internacional en toda Venezuela.

La compañía presta servicios celulares, buscapersonas, telefonía pública, centros de comunicación comunitaria, redes privadas, servicios de telefonía rural, transmisión de datos, servicios de directorios de información y distintos servicios de valor agregado.

En 1.991 se efectúa la licitación internacional del 40% de las acciones de la empresa CANTV y se adelantó la venta del 11% de las acciones de la empresa a los trabajadores. En el marco de su privatización como resultado, en diciembre de ese año, el Consorcio Venworld Telecom, una compañía organizada bajo las leyes del gobierno de Venezuela, adquiere el control del 40% de las acciones de la empresa. A partir de ese momento, Venworld

Los cambios han sumido a CANTV en un proceso de integración con sus empresas asociadas; Movilnet, Cantv.net y Caveguías forman un frente único con la corporación CANTV.

1.1.1 Movilnet

En marzo de 1.992, se constituye Movilnet, C.A. como empresa filial de CANTV, con participación privada extranjera, para ofrecer servicios de telefonía celular en Venezuela.

1.1.2 Cantv Net

CANTV Servicios se crea en 1.996 como filial de CANTV, con la finalidad de ofrecer servicios de valor agregado para el mercado venezolano, específicamente, acceso a Internet.

1.1.3 Caveguías

En 1.953 se creó la empresa Guía, C.A. de Publicidad y es la encargada de publicar el directorio telefónico oficial de Venezuela.

1.2 Función de la Empresa

Ser el proveedor preferido de servicios integrales de telecomunicaciones de Venezuela, y satisfacer plenamente las necesidades específicas de sus clientes, siempre bajo exigentes patrones de ética y rentabilidad. Ser una compañía de servicios que responda a las necesidades de Venezuela y apoye su desarrollo económico, incorporando las últimas tecnologías y mejorando en forma continua la calidad y confiabilidad del servicio de telecomunicaciones.

1.3 Objetivos de la Organización

Ser el proveedor dominante de soluciones integrales de telecomunicaciones en el mercado, defendiendo la marca y el cliente.

Aplicar la tecnología para responder oportunamente a las necesidades y requerimientos del mercado.

Crear y mantener ventajas competitivas mediante el manejo de la información de nuestra base de clientes.

Crear y mantener ventajas competitivas basadas en la calidad de los recursos humanos y servicios.

1.4 Organigrama General de CANTV

La C.A.N.T.V. desde su fundación, ha venido experimentando una serie de transformaciones en su estructura funcional que va desde una estructura simple de características lineales muy rígida, hasta una estructura compleja de constantes cambios, como la que presenta hoy en día como empresa privada.

En la actualidad la empresa presenta una estructura que aplana los niveles dentro de la organización, la cual esta constituida por el presidente, vicepresidente, centro corporativo y demás filiales. Ver figura 1.1

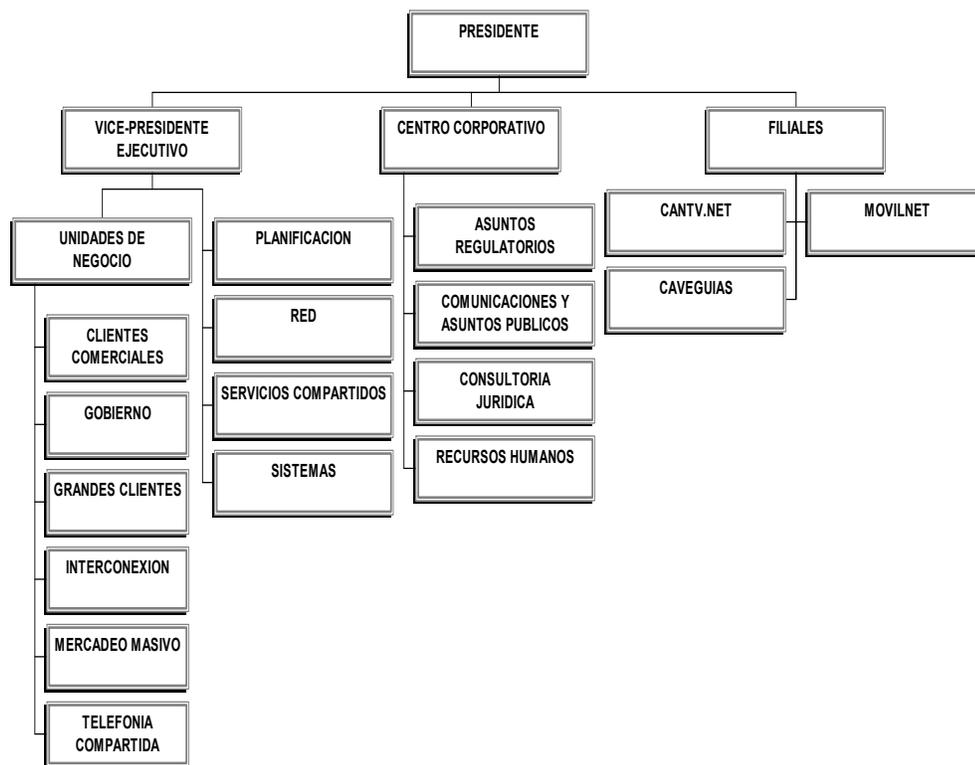


Figura 1.1 Organigrama de la Corporación CANTV

1.5 Departamento de Energía

Este departamento tiene como función principal mantener a los sistemas de emergencia, los están constituido por bancos de baterías y motogeneradores que suministran tensión alterna con los mismo parámetros de la señal de la red pública, tienen asociado un panel de control de transferencia para la conexión y desconexión del grupo motogenerador. Además se encarga de realizar mantenimiento a los rectificadores, ya que en los equipos de comunicación se necesita corriente continua para su funcionamiento, por lo tanto la corriente alterna de la red o grupos de emergencia deben rectificarse para poder utilizarla.

1.5.1 Estructura Organizativa del Área de Energía de Cantv, Estado Anzoátegui

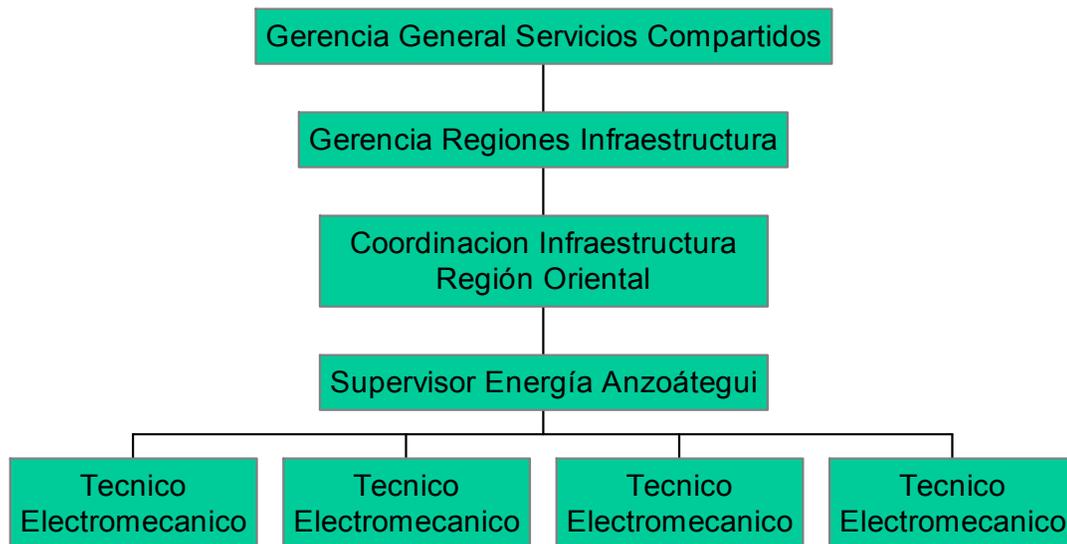


Figura 1.2 Organigrama del Departamento de Energía.

1.5.2 Gerencia de Regiones de Infraestructura

Bajo la dirección del gerente general, planifica, dirige, organiza y controla las actividades de la empresa. Conjuntamente con los jefes de los demás departamentos que son responsables de la programación dirección y control de los servicios prestados en la empresa. Coordina la planificación de las operaciones de los servicios procesados por la compañía de acuerdo a las necesidades de sus clientes y se asegura que se haga de acuerdo a los procedimientos y normas establecidos.

1.5.3 Coordinación de Infraestructura

La Coordinación de Infraestructura, tiene como función principal indicar las políticas y objetivos que se deben cumplir en el departamento, realizar planes operativos mensuales y anuales, contratar empresas prestadoras de servicio y es la encargada de tramitar todo lo referente al aspecto administrativo que se maneja en el departamento de Mantenimiento. También tiene entre sus funciones revisar presupuesto, análisis de precios, cómputos métricos, presentados por las empresas contratista para el reacondicionamiento de las estaciones donde estén ubicados los equipos que suministran corriente alterna (red pública o sistema de emergencia) y corriente continua (rectificadores y banco de baterías) así como la reparaciones de los motogeneradores. A fin de garantizar el cumplimiento de las especificaciones que establecen las normas de ingeniería y los lineamientos de la empresa.

1.5.4 Ingeniero Supervisor Energía Anzoátegui

El ingeniero supervisor, es el encargado de inspeccionar las labores de mantenimiento correctivo que se les realiza a los equipos (motor, generador, tableros, bancos de baterías). Inspecciona las labores de acondicionamiento, mantenimiento y mejoras de las salas donde están ubicados los equipos que suministran corriente alterna y corriente continua. También se encarga de revisar y firmar planillas de sobretiempos y recorridos de vehículos personales emitidas por los técnicos, además de pedir apoyo a las cuadrillas para realizar labores de mantenimiento. Revisa y firma ordenes de trabajo. Ordena la sustitución de partes o repuesto.

1.5.5 Técnicos Electromecánicos Energía Anzoátegui

Los técnicos del área de energía, se encargan de realizar reparaciones y mantenimiento a los diferentes equipos que suministran corriente alterna (sistema de emergencia) y corriente continua (rectificadores). Emiten planillas de sobretiempos personales al ingeniero supervisor. Evalúan que materiales se van a utilizar en las reparaciones, así como ubicarlos en los depósitos , realizando primero los transmites administrativos que estos conlleve. Además deben garantizar el buen funcionamiento de los equipos y procesos que se lleven a cabo.

1.5.6 Ubicación Geográfica del Departamento de Energía

La sede principal se encuentra ubicada en el edificio Anzoátegui I en la avenida municipal, puerto la cruz- Edo. Anzoátegui, sus límites son los siguientes:

Por el Norte: Avenida Municipal.

Por el Sur: Calle Santa Rosa.

Por el Este: Calle Concordia.

Por el Oeste: Calle Sucre.

Cabe destacar que los equipos de emergencia se encuentran ubicados en toda las zonas del estado anzoátegui, las cuales se mencionan a continuación :

Zona Norte: Barcelona, Puerto la Cruz, Lecherías

Zona sur: El tigre, Tigrito

Zona Centro: Anaco

Zona este: Úrica

Zona Oeste: Pilar, Píritu, Puerto Píritu, Clarines, Valle Guanape

1.6 Descripción del Proceso

En las centrales telefónicas el grupo motogenerador de emergencia, funciona en caso de fallar la red pública, esto puede ser por variación de la tensión , frecuencia o cuando la tensión se corte en una, dos o tres fases en condiciones transitorias o permanentes.

Al ocurrir lo ante mencionado el grupo motogenerador deberá arrancar, pero para esto el requiere de una serie de pasos que serán explicados a continuación:

Una vez que falle la red pública, el grupo motogenerador tiene asociado un panel de control y transferencia, que se encarga de verificar si la tensión de la red y frecuencia se han salido de sus limites, los cuales varían de $\pm 10\%$ y $\pm 5\%$ de su valor nominal respectivamente.

Luego que el sistema de control y transferencia compruebe que la red publica se ha salido de los limites antes mencionado, envía una señal de conexión al grupo motogenerador y desconexión de la red publica. Todo esto ocurre durante un tiempo ajustable de 10 segundos como máximo al fallar la red publica, para prevenir de esta manera interrupciones pasajeras, durante este tiempo entrara en funcionamiento los bancos de baterías los cuales se mantienen en plena carga con la red mientras el sistema funciona normalmente, esto para evitar el corte del servicio, durante el tiempo que tarda el motogenerador en asumir la carga.

Antes de asumir la carga el grupo motogenerador, el sistema de control verificara si se produce alguna de las siguientes fallas en el equipo:

Tensión excede $\pm 10\%$ valor nominal

Presión de aceite insuficiente

Sobrettemperatura del aceite o del agua del motor

Sobrevelocidad (overcrank)

Falla de arranque

En cualquiera de los casos antes mencionados el grupo se detendrá inmediatamente, quedando bloqueado hasta tanto no se corrija la avería que se presente.

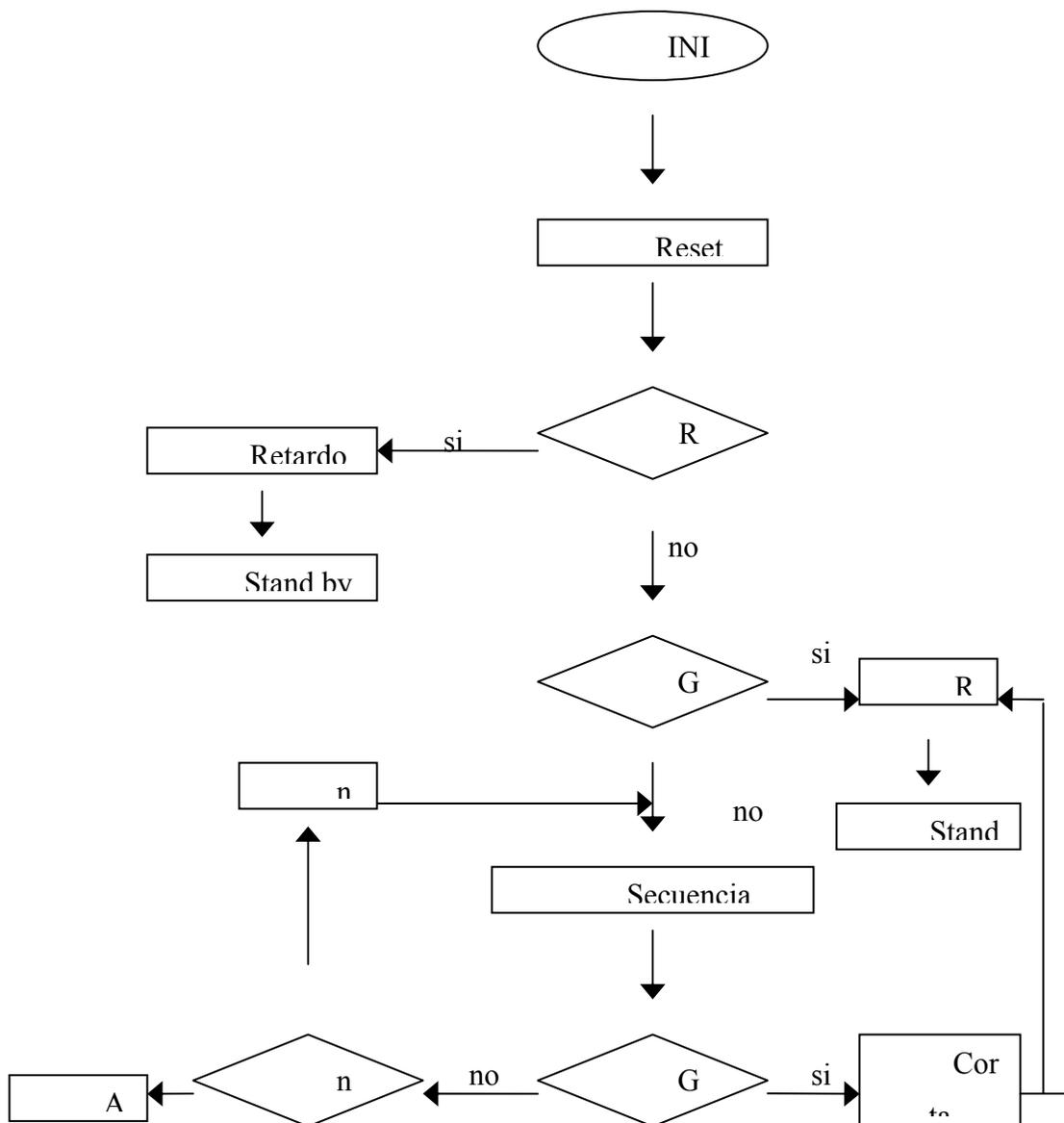
Para el caso de falla en el arranque el sistema deberá, tener un modulo de arranque ubicado en el tablero de control, permitiendo tres (3) ciclos de arranque con duración de 13 a 17 segundos y dos (2) de reposo de 8 a 12 segundos. Si después de los tres (3) intentos de arranque el motor no arranca, éste se bloqueará hasta tanto no se corrija la falla. En conjunto con el módulo de arranque se dispondrá de un módulo de desconexión cuya función es desconectar el motor de arranque una vez que el motor esté funcionando a una velocidad de $450 \approx 750$ rpm.

Si el grupo motogenerador no presenta falla, entonces se hará la transferencia y el equipo asumirá la carga.

Después que el servicio comercial haya sido restituido en sus valores nominales, el equipo hará la transferencia automática, pasando la red a alimentar la carga y quedando el grupo en vacío por un tiempo graduable de 30 minutos, durante este lapso no ocurriera falla de red el grupo se detendrá una vez transcurrido el tiempo de enfriamiento quedando nuevamente en posición de arrancar y alimentar automáticamente la carga.

Resumiendo lo anterior, podemos observar en la fig 1.3 y 1.4 el esquema de la fuente de suministro C.A., y el diagrama de flujo del programa de control.

Fig. 1.3. Esquema de la Fuente de Suministro C.A.



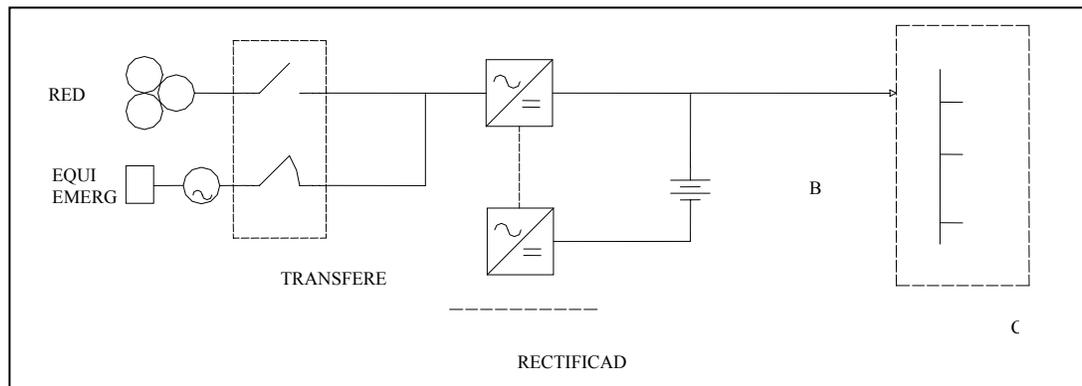


Fig. 1.4. Diagrama de Flujo del Programa de Control.

Análisis de la Situación Actual del Departamento de Energía.

La planta de energía del estado Anzoátegui cuenta con Diez (16) motogeneradores, las cuales están ubicados de la siguiente manera: cinco (10) motogeneradores en centrales fijas, tres (2) en repetidoras y dos (4) en URL (unidad remota Local). Cabe destacar que las estaciones están ubicadas en las diferentes zonas (Norte, Sur, Este, Oeste) del estado Anzoátegui.

El personal trabaja ocho (8) horas diarias desde las siete (7) de la mañana hasta las cuatro (4) de la tarde con un descanso de una (1) hora para el almuerzo. Muchas veces trabajan horas adicionales de acuerdo a los requerimientos de los equipos.

La planta no cuenta con un plan de mantenimiento adecuado, el departamento sólo se limita a realizar los trabajos de reparación que se presentan durante las horas laborales y en algunos casos en horas extras y son muy pocas las revisiones que realizan a los equipos.

Las ordenes de trabajos, que se emiten no se encuentran bien planificadas y programadas, en cuanto a los recursos necesarios (repuesto , materiales, estimados de tiempos, costos , numero de personas). Solo la orden se limita al trabajo a realizar, por lo tanto, el sistema de solicitudes / ordenes de trabajo no está cumpliendo su función fundamental, el cual es permitir una historia del equipo para realizar análisis estadísticos que sirvan de soporte a los programas de mantenimiento y de materiales.

Debido al poco control de calidad de los trabajos de Mantenimiento se originan repeticiones de fallas en las reparaciones. Esto también puede suceder por el déficit de supervisores ya que ellos solo supervisan los trabajos de los asistentes técnicos cuando estos son de gran envergadura, en los trabajos menores no son supervisados.

Carecen de un control de costos por reparaciones efectuadas (se lleva controles de costos para las reparaciones mayores o aquellas en las que hay que invertir considerables sumas de dinero y tiempo) implica no tener cuadros que indiquen los costos estimado para cada uno de los trabajos. Teniendo dichos cuadros, se podría comenzar a programar las solicitudes / ordenes de trabajo en cuanto al costo que acarrea cada reparación. Con todas estas informaciones se tendría un base de datos para futuros empleos, como lo es, el reducir los costos de operación de aquellas reparaciones que inciden mayormente. No existen procedimientos formales que indiquen a nivel departamental el pronóstico de los costos de mantenimiento. No existe una metodología que permita capturar o informar los costos de mantenimiento a nivel de las solicitudes / ordenes de trabajos.

En cada trabajo de mantenimiento está presente el factor costo, y en el Departamento en estudio, estos no son estimados ya que la (posición de) planificación no existe en este aspecto. Esto puede observarse en las solicitudes / ordenes de trabajo ya que ninguna presenta el monto máximo autorizado. Además, tampoco se hace ningún registro sobre el tiempo y recursos utilizados.

Uno de los mecanismos de control existentes en cuanto a costos estimados es precisamente las solicitudes / ordenes de trabajos donde el uso dado no es el indicado.

La carencia de la función de estimación de costos en el departamento ha contribuido al hecho de que éste no cuente en estos momentos con índices de costos y estándares de rendimiento de la mano de obra y materiales. Por ende, no se aprovecha óptimamente el tiempo laboral de asistentes de ingenieros, técnicos electromecánicos y cuadrillas de mantenimiento, para la realización de los trabajos de mantenimiento debido a la carencia de tiempos estimados para los diversos tipos de reparaciones. Además, que ciertas situaciones acarrearán costos un poco elevados debido a los niveles de sobretiempos que se producen.

Para el desempeño de las actividades de mantenimiento se requiere tener conocimientos sobre mecánica, electricidad, obras civiles e instrumentación, los cuales son obtenidos con cursos de adiestramientos y por la experiencia, que se va adquiriendo al realizar el trabajo. En general en el departamento se requiere una serie de cursos a todos los niveles para su mejor desempeño en las actividades de mantenimiento.

Existe una escasez de repuesto, es una de las deficiencias que tiene el departamento de Energía. Por esta razón, el tiempo de reparación de un equipo se extiende más allá de lo normal por no contarse con el repuesto necesario en ese momento. No se cuenta con un modelo de inventario que permita guiarse para

ordenar materiales y partes de repuesto y ejercer un control sobre sus existencia y los costos que acarrearán en tener exceso de ciertos repuestos o la falta de otros.

1.7 Planteamiento del Problema.

La Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela (CANTV), fue fundada en 1930, luego en 1990 es privatizada, a partir de ese momento emprendió un profundo proceso de desarrollo tecnológico. La corporación Cantv se encuentra distribuida en todo el territorio nacional, además se encuentra conformada por las empresas filiales (Molvinet, Cantv.Net, Cantv. Telco, Caveguias).

Cabe destacar que la corporación, se encarga de prestar los distintos servicios de telecomunicaciones, donde la prestación de estos servicios son compartidos con otras empresas; Es por eso que Cantv tiene que prepararse para ofrecer servicios de calidad captando nuevos clientes y manteniendo los existentes.

La corporación para cumplir con las metas y objetivos pautados, requiere de la energía eléctrica, ya que esta es fundamental en los sistemas de telecomunicaciones. Una fuente de energía eléctrica segura e ininterrumpida es indispensable para el funcionamiento de los equipos de telecomunicaciones, no se puede tolerar la más mínima interrupción de suministro de electricidad. Una falla de corriente en cualquier instalación telefónica trae como consecuencia el corte de numerosas conversaciones e interrupciones en los servicios de datos, trayendo como consecuencia una desmejora en la calidad del servicio prestado y por consiguiente quejas de los clientes, que en tiempos de competencias deben minimizarse.

Al ocurrir una falla en la red, los grupos motogeneradores de emergencia arrancarán y existirá una demora inevitable antes de asumir la carga, como en

comunicaciones la menor interrupción del servicio resulta perjudicial, debe disponerse de un medio que permita obtener energía de reserva. El método usual es utilizar los bancos de baterías los cuales se mantienen a plena carga con la red mientras el sistema funciona normalmente. Al fallar la red, la carga se traspasa instantáneamente a las baterías sin interrupción del servicio, sin embargo existe el inconveniente de que las baterías no tienen suficiente capacidad para alimentar al sistema por largo tiempo, solo sirven para asumir la carga en el instante de la interrupción y por poco tiempo.

Dada su vital importancia, los sistemas de telecomunicaciones deben protegerse contra posibles interrupciones de larga duración. Para obtener una protección completa es indispensable disponer de grupos de motogeneradores. Cabe destacar que uno de los componentes más crítico del motogenerador, es el motor diesel.

De allí que Cantv.Telco (Anzoátegui), a través del área de energía, que es la encargada del mantenimiento de los motores diesel se vea en la necesidad de determinar los requerimientos de mantenimiento de los mismos. Esto se puede lograr mediante un estudio de confiabilidad a los motores diesel basado en su historial de fallas, para así definir las frecuencias de inspecciones adecuadas, además de identificar los componentes que puedan originar un mal funcionamiento al equipo. Tomando en cuenta lo antes expuesto se diseñará un software, que le indique a la empresa cual es el tipo de mantenimiento a realizar, para así obtener un mejor aprovechamiento de la vida útil del motor.

1.8 Objetivos.

1.8.1 Objetivo General.

Diseñar un software que facilite las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de los motores diesel de los grupos electrógenos instalados en la planta de energía de la empresa Cantv Anzoátegui.

1.8.2 Objetivos Específicos.

Estudiar la filosofía de mantenimiento de los motores diesel de los grupos electrógenos.

Determinar las fallas que puedan presentarse en los motores diesel y las causas que la originan.

Realizar el estudio de confiabilidad a los equipos críticos.

Elaborar un plan de mantenimiento a los equipos en estudio.

Diseñar el software para que opere según los criterios de búsqueda: marca, modelo, tipo de mantenimiento a realizar.

Realizar el estudio de los costos involucrados en el programa de mantenimiento elaborado.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. MOTOGENERADOR

Se entiende por equipos motor generadores (grupos electrógenos) al conjunto motor generador que se instala como reserva para la generación de tensión alterna, en los casos que se presenten fallos en el suministro de red pública. Generalmente el motor puede ser gas – oil o gasolina, el cual lleva acoplado un alternador trifásico de 220 voltios de corriente alterna o algunos casos monofásico de la misma tensión. La fijación de la potencia del motor diesel y del alternador están relacionados según el trabajo que tienen que realizar en la instalación o dicho de otro modo de la carga eléctrica esencial a alimentar en los casos de emergencia.

Es importante un buen acoplamiento entre las potencias, por ejemplo si se acoplase un generador de 100 KW a un motor capaz de suplir tan solo 50 KW, a pesar de la potencia del generador la capacidad total del grupo seria tan solo 50 KW. Si se conectara una carga eléctrica que excediera la potencia del motor del grupo, el motor se calentaría en exceso y posiblemente sufriese avería a no ser que los elementos automáticos de seguridad lo parasen.

Lo normal es seleccionar inicialmente un motor de los disponibles en el mercado y luego diseñar o escoger el generador de modo que se adapten a las características del motor, ya que es más fácil y económico hacer o rehacer el proyecto del generador que diseñar y construir un motor nuevo.

La potencia en KW se refiere a la potencia real y útil, la cual debe suministrar el motor del grupo electrógeno. La potencia en KW toma en cuenta los factores reactivos expresa la potencia que debe ser suministrada por el generador del grupo electrógeno. Véase fig. 2.1[3]



Fig. 2.1. Motogenerador

2.1.1 SISTEMA DE EMERGENCIA:

Está constituido por uno o varios motogeneradores que suministran tensión alterna con los mismo parámetros de la señal de la red pública, tiene asociado un

panel de control y de transferencia para la conexión y desconexión del grupo motogenerador . [3]

2.1.2 RED PUBLICA (Red Alterna Trifásica)

Es la energía suministrada en forma de tensión alterna trifásica 60 hz por las compañías de electricidad (ELEORIENTE, CADAPE, etc). [3]

2.1.3 UBICACIÓN Y CLOCACIÓN DEL MOTOGENERADOR.

El motogenerador se colocará en un local lo más cercano posible a la sala en la cual se ubican los tableros eléctricos de la estación telefónica, y que permita un acceso directo al exterior del edificio. En el caso de centrales telefónicas el grupo se instala en el sótano o en la planta baja del edificio. En las estaciones repetidoras se coloca dentro de una caseta construida expresamente para ese fin. En caso de no ser así, el grupo motogenerador debe protegerse encerrándolo dentro de una caja a prueba del agua y el viento. [3]

2.1.4 SISTEMA ELÉCTRICO DEL MOTOR

El sistema electrico del motor, consiste de los componentes y de la instalación eléctrica necesaria para hacer girar el motor, abrir la válvula solenoide del combustible y apagar el motor en caso de exceso de velocidad, temperatura excesiva del refrigerante o baja presión de aceite. [1]

2.1.5 SISTEMA DE ARRANQUE

El sistema de arranque, consiste de dos circuitos: el de alta corriente y el circuito de baja corriente.

El circuito de alta corriente se compone de batería, motor de arranque, cable y solenoide. El solenoide engrana el piñón del motor de arranque en la corona del motor diesel y hace la conexión entre las baterías y el motor de arranque.

El circuito de baja corriente consiste de baterías, corta circuitos automático, botón de arranque, cables, bobina solenoide y el interruptor magnético auxiliar. El propósito del interruptor magnético auxiliar es energizar el solenoide para que complete el circuito de alta corriente cuando sea necesario.

Cuando se presiona el botón de arranque, se completa el circuito. Cuando el motor arranca suelta el botón y se interrumpe el circuito. [1]

2.1.6 SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Se instala un sistema de combustible para el motor diesel que proporcione el combustible al motor libre de contaminantes y en forma continua, diversos factores y en forma continua en la elección del tipo de combustible que debe usarse para alimentar al motor, como son la disponibilidad, costo del combustible, precio inicial del equipo, costos de mantenimiento y reglamentos de seguridad. Los motores para grupos electrógenos pueden funcionar con gasolina, gas natural, gas licuado del petróleo (GLP) y el gas-oil, que de uso más extendido debido a que tiene después de

los GLP la más alta potencia calorífica y es el combustible mas barato de fácil disponibilidad.

El sistema esta constituido por:

Tanque principal (TPC)

Tanque diario (TDC)

Accesorios (filtros, tuberías, válvulas, etc.)

El tanque principal (TPC) será constituido por planchas de acero de un espesor mínimo de acuerdo a la norma ASTM especificación A7, y estará protegido exteriormente con una capa de pintura anticorrosiva. No se deberán utilizar tanques de hierro galvanizado por las reacciones entre el combustible y el material del tanque.

El tanque deberá tener una capacidad suficiente para alimentar al motor a plena carga durante el período especificado para cada estación como se indica a continuación:

Para centrales telefónicas el tanque deberá permitir como mínimo el funcionamiento continuo del motor durante tres (3) días.

Para centrales repetidoras el tanque deberá permitir como mínimo el funcionamiento continuo del motor durante noventa (90) días. La capacidad será de acuerdo con el régimen de consumo de combustible del motor y el programa de entregas del proveedor de combustible.

El fabricante deberá suministrar el consumo de combustible a plena carga (lts/hora) a fin de poder diseñar el tanque de reserva principal. Véase fig. 2.2 y fig.2.3 [3]



Fig. 2.2.a Tanque de combustible diario Fig. 2.3.b Tanque de combustible principal

2.1.7 CIRCUITO DE LA VÁLVULA SOLENOIDE DE COMBUSTIBLE

Este circuito da el voltaje para accionar la válvula solenoide del combustible, siguiendo el circuito desde las baterías, claro que cuando se va a prender el motor, no hay presión de aceite. De manera que hay que anular el interruptor de baja presión de aceite. El interruptor de presión de aceite consiste de una cavidad en el conducto de aceite motor, un diafragma sobre el cual obra la presión de aceite y unos contactos. Los contactos se cierran cuando hay presión de aceite insuficiente, si se pierde la presión, se abren los contactos e interrumpen el circuito a la válvula solenoide de combustible.

2.1.8 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

La temperatura instantánea en el momento de la explosión está muy próxima a los 2000 °C por ello se comprende de que es necesario utilizar un sistema de enfriamiento o refrigeración que impida la fusión y agarrotamiento de las piezas en

rotamiento. Los sistemas universalmente utilizados son el sistema de enfriamientos por agua y por aire.

Sistema de refrigeración por agua: los llamados motores refrigerados por agua del tipo normal emplean un radiador montado en una misma bancada con el motor y el alternador. Un ventilador sopla aire a través del radiador desde el lado del motor. El agua de refrigeración del motor es forzada a pasar a través del radiador por una bomba de agua. El agua de refrigeración del motor es forzada a pasar a través del radiador por una bomba de agua. El agua de refrigeración debe llevar anticongelante si se prevé usar el equipo en lugares de bajas temperaturas, en ciertas aplicaciones es recomendable la colocación del radiador a cierta distancia del motor, en ciertos casos para evitar posibles daños por vandalismo, se coloca el radiador sobre una zona elevada de la estación (techo).

Sistema de refrigeración por aire: Puede ser de refrigeración a presión, en el cual el aire es forzada hacia el motor, a través de la parte frontal de la máquina por las aletas del bloque y la culata del motor. En el sistema de refrigeración por aspiración, un ventilador central pulsa aire a través del alternador y de las aletas de refrigeración del motor, forzando el aire caliente a través de un conducto. Este sistema se aplica cuando el grupo electrógeno, debe estar confinado a un espacio reducido. [13]

2.1.9 INTERRUPTOR DE TEMPERATURA DE REFRIGERANTE DEL MOTOR.

Consiste de un resorte bi-metálico y unos contactos, metidos en el refrigerante del motor. Si el refrigerante sobrepasa una temperatura pre-establecida, normalmente alrededor de 205°F. (96°C), se abren los contactos y se corta el suministro de combustible. Se pueden agregar unos contactos adicionales que cierran

cuando hay temperatura excesiva para accionar una alarma o una luz que avise la falla. En ambos tipos, hay que reponer manualmente el interruptor cuando se dispara antes de poder encender el motor. [13]

2.1.10 SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Las máquinas de una mayor calidad llevan generalmente el sistema de lubricación a presión. En ciertas instalaciones no es posible comprobar con la debida frecuencia el nivel de aceite. Por ejemplo, a veces se instalan grupos electrógenos en estaciones repetidoras de difícil acceso.

En forma general un sistema de lubricación comprenderá lo siguiente:

- Doble filtraje de aceite incluyendo una válvula de resorte (bypass): La válvula bypass deberá permitir la alimentación del aceite, aunque uno de los filtros se obstruya, y además permitirá que se pueda reemplazar uno de los filtros sin detenerse el motor.
- Un tanque de aceite auxiliar: Permite alimentar a través de una tubería de cobre al motor, asimismo tiene una varilla para la medición del nivel y tres bocas (llenado, drenaje y de limpieza).
- Un enfriador de aceite: Deberá mantener la temperatura por debajo del límite fijado por el fabricante del equipo. [1]

2.1.11 TABLEROS DE CONTROL

Los tableros de control que vienen con los grupos generadores y tienen tres funciones principales:

- Vigilar el funcionamiento del motor diesel y de la salida del generador.

- Automáticamente apagar el motor para prevenir daños al motor o al generador
- Dar señales visibles y acústicas, de posibles fallas en el motor.

Cummins ofrece dos clases de tableros de control, uno que se monta en la caja de conexiones del generador, y la otra es el tablero tipo armario. Este se usa normalmente para operaciones automáticas en paralelo donde cada armario corresponde a un grupo generador y todos ellos se instalan uno al lado del otro cerca de los generadores. Véase fig 2.4 [3]



Fig. 2.4 Tablero de control

2.1.12 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE TRANSFERENCIA

El interruptor automático de transferencia está conectada al sistema de arranque y parada automática. Cuando el voltaje en la red cae por debajo del 70% de su valor normal, el interruptor capta esto envía una señal al sistema automático de arranque y parada.

El interruptor capta cuando se ha reestablecido la energía normal y reconecta la carga y desconecta el grupo generador. También envía una señal al sistema automático de arranque y parada para que apague el motor diesel. Generalmente el interruptor de transferencia tiene un dispositivo temporizador para dejar enfriar el grupo generador después de que la carga haya sido cambiada a la fuente normal de energía.

Los interruptores automáticos de transferencia, o IAT, como también se llaman, caen en dos grandes categorías: los corta-circuitos y los de contactor, los nombres mismo indican cuál es la diferencia entre los dos tipos.

El IAT de corta-circuitos usa dos cortacircuitos normales no automáticos como contactos principales. Los proveedores pueden ser Cummins o Westinghouse, entre otros.

Los IAT de contactor usan contactores especialmente diseñados, entre las fabricantes están Asco, Russell y Zenith. Véase fig 2.5 [3]



Fig. 2.5. Interruptor automático de transferencia

2.1.13 BANCOS DE BATERÍAS.

Los bancos de baterías no es mas que un conjunto de baterías conectadas en paralelo. Una batería es un grupo de pilas que generan energía eléctrica a partir de las reacciones químicas que se generan en su interior. La pila misma esta formada por dos diferentes materiales conductores, que son electrodos inmersos en un electrolito. La reacción química da como resultado una separación de cargas eléctricas en forma de iones y electrones libres. Como consecuencia de lo anterior, existe una diferencia de potencial entre los dos electrodos que es igual al voltaje proporcionado por la pila.

Los dos principales tipos de pilas son: la pila seca de carbono – zinc, con un voltaje de 1.5 V, y la pila húmeda de plomo ácido sulfúrico, que tiene un voltaje de 2.1 V. La batería plana de 9 V, que se emplea por lo general en los radios de transistores, esta formada internamente por seis pilas conectadas en serie que generan un voltaje de $6 \times 1.5 \text{ V} = 9 \text{ V}$. De manera similar la batería de 12 V empleada en los automóviles esta formada por seis pilas de plomo ácido sulfúrico conectadas en serie, que proporcionan un voltaje nominal de 12 V.

La función de una batería es servir como una fuente estable de voltaje de CD con polaridad fija. Además, una batería es buen ejemplo de un generador con una resistencia interna capaz de afectar el valor del voltaje que proporciona. [3]

2.2 LA CONFIABILIDAD

Para poder garantizar y mantener la confiabilidad en los productos hay que tener en cuenta muchos aspectos entre los cuales están: el diseño de equipo original, el control de calidad durante la producción, la inspección de aceptación, las pruebas de campo, las pruebas de vida y las modificaciones del diseño. La confiabilidad es un aspecto de la ingeniería que compite de manera directa o indirecta con costo,

complejidad, tamaño y peso, y mantenimiento entre otros. La confiabilidad muestra como un producto funciona bien bajo un conjunto de condiciones mientras otro no, y que el rendimiento es satisfactorio para un propósito determinado y no para otro cualquiera.

La confiabilidad se define como la probabilidad de que un elemento del equipo o sistema opere sin falla por un determinado período de tiempo bajo unas condiciones de operación establecidas.

Los datos de falla comúnmente se expresan ya sea como tasa de falla o tasa de riesgo. [11]

2.2.1 LA CONFIABILIDAD OPERACIONAL:

Es la capacidad de una instalación (procesos, tecnología, gente), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico.[11]

2.2.2 EL ANÁLISIS DE LA CONFIABILIDAD

El análisis de confiabilidad tiene como principio fundamental el establecimiento de un programa de observación que permita y facilite la realización de acciones encaminadas a lograr niveles aceptables de confiabilidad en los equipos de producción; dicho análisis no sólo es pertinente, sino además necesario en el área de sistemas de producción.

El actual nivel de exigencia en los procesos de producción solicita espacios de investigación generadores de procedimientos, con el fin de garantizar altos niveles de

confiabilidad en las máquinas. En estas condiciones, el mantenimiento de producción industrial tiene un objeto de estudio bien definido: todas las actividades que conduzcan a garantizar en ellos, altos niveles de confiabilidad y confiabilidad, contribuyendo así a una mejor productividad [11].

2.2.3 INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD

Es la rama de la ingeniería que permite medir y controlar la incertidumbre asociada a los procesos, para modificar positivamente el estatus de un equipo, subsistema o sistema. También puede definirse como la rama de la ingeniería que estudia los componentes físicos y aleatorios del fenómeno de la falla.[11]

2.2.4 CONFIABILIDAD BASADA EN EL “TIEMPO PARA LA FALLA”.

Probabilidad de que la variable aleatoria “tiempo para la falla” en un componente, equipo, subsistema o sistema, sea mayor al periodo de análisis. Esta basado en el análisis estadístico del tiempo para la falla y la confiabilidad se calcula usando la distribución de probabilidad del tiempo para la falla la cual es la base del mantenimiento preventivo.[11]

2.2.5 CONFIABILIDAD BASADA EN LA TEORIA “ESFUERZO-RESISTENCIA”

Probabilidad de que el esfuerzo al que esta sometido un componente, equipo, subsistema o sistema, no exceda la resistencia del mismo; esta basado en la física de la falla y la confiabilidad se calcula usando la teoría de “interferencia de esfuerzo-resistencia” la cual es la base de calculo del mantenimiento predictivo o monitoreo por condición.[11]

2.3 MANTENIMIENTO.

Es asegurar que todo elemento físico continúe desempeñando las funciones deseadas“Es el conjunto de actividades y procesos estratégicos realizados para conservar y/o restablecer infraestructura, sistema, equipos y dispositivos a una condición que les permita cumplir con las funciones requeridas dentro de un marco económico adecuado y de acuerdo a las normas técnicas y procedimientos de seguridad”. [12]

2.3.1 FILOSOFIA DE MANTENIMIENTO

Es la identificación de los principios con respecto a las actividades de mantenimiento, a través de los cuales se pueden formular efectivas políticas de gerencia de mantenimiento. [12]

2.3.2 MANTENIMIENTO DE CLASE MUNDIAL

Se refiere a la aplicación de las diez mejores practicas identificadas por la “North American Maintenance Excelence Award”, las cuales son manejadas por la mayoría de las empresas líderes en mantenimiento a nivel mundial. [12]

2.3.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Es el monitoreo de condiciones y análisis de los equipos para predecir intervención, según los niveles de admisibilidad. [12]

2.3.4 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es una actividad no planificada y se dirige a reparaciones por fallas ocurridas. El objetivo de este tipo de mantenimiento consiste en llevar los equipos después de una falla a sus condiciones originales de funcionamiento por medio de restauración o reemplazo de componentes o partes de equipos debido a desgaste, daño o roturas”. [12]

2.3.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es el mantenimiento que se ejecuta a intervalos predeterminados y/o de acuerdo a criterios prescritos, utilizando todos los medios disponibles, para determinar frecuencia de inspecciones, revisiones, sustitución de piezas, probabilidad de aparición de fallas, vida útil, etc., con el objeto de reducir, predecir y/o prevenir fallas, o detectarlas en su fase incipiente, evitando así la degradación o deterioro de la infraestructura, sistema, equipos o dispositivos, y sus consecuencia negativas para el proceso productivo. [12]

2.3.6 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Los programas de mantenimiento, son documentos que indican cuales son los trabajos que se deben ejecutar en los equipos para mantenerlos en condiciones operacionales. Incluyen información acerca del número de orden de trabajo, cantidad de horas hombre estimadas, fecha de inicio y término para cada trabajo, especialidad de los recursos necesarios y personal responsable de la ejecución del mismo. [14]

2.3.7 FRECUENCIA

Es el tiempo entre dos inspecciones del mismo elemento del equipo. Es diferente para cada elemento y equipo, se define en función de su trabajo y entorno.

Las frecuencias más utilizadas en plantas industriales son: Diarias (D), Semanales (S), Mensuales (M), Trimestrales (3M), Semestrales (6M), Anuales (A). [14]

2.4 FALLAS

Es la ocurrencia no previsible, inherente al elemento de un equipo que impide que este cumpla su misión para lo cual fue diseñado, también se define, como la aparición de deformación permanente, que modifica las dimensiones y propiedades mecánicas del componente o cuando ocurra una fractura. [15]

La falla funcional es la incapacidad de un elemento o componente de un equipo para satisfacer un estándar de funcionamiento deseado.

2.4.1 TIPOS DE FALLAS FUNCIONALES

Las fallas funcionales se pueden clasificar en dos tipos como son:

- Fallas evidentes.
- Fallas ocultas

Fallas evidentes: Algunas fallas hacen que funciones alarmas audiovisuales. Otras hacen que se detengan las máquinas o que se interrumpan alguna otra parte del proceso. Otras dan lugar a problemas de calidad del producto, o un gasto

incrementado de energía y otras van acompañadas de efectos físicos obvios tales como ruidos fuertes, escapes de vapor, olores extraños o manchas de líquidos en el suelo. Se clasifican de evidentes las fallas de este tipo, porque alguien se dará cuenta cuando se producen por si solos. [11]

Fallas ocultas: Algunas fallas ocurren de tal forma que nadie sabe que el elemento se ha averiado a menos que se produzca alguna otra falla. Una función oculta es aquella cuya falla no es detectable por los operarios bajo circunstancia normales, si se produce por sí sola, la consecuencia es un riesgo mayor a que ocurra una falla múltiple.

El esfuerzo que se debe realizar para evitar una falla oculta dependerá de la falla múltiple. Las funciones ocultas están mayoritariamente constituidas por los dispositivos de seguridad que no disponen de seguridad inherente, en cuyo caso solo se produce una falla múltiple si falla la función protegida mientras el propio dispositivo de seguridad está averiado. [11]

2.4.2 MODOS DE FALLAS

Es la causa raíz más probable de cada falla funcional, es decir, es el motivo por el cual el elemento deja de realizar sus funciones.[11]

2.4.3 EFECTOS DE FALLAS

Este efecto define las consecuencia que traería si ocurriese la falla funcional. De otra manera define que ocurre cuando falla la función. [11]

2.4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE FALLAS

El análisis de fallas se realiza con la finalidad de determinar aquellas fallas que influyen de una manera mayoritaria en los equipos, entorpeciendo la buena gestión del mantenimiento, así como para determinar las causas que originan las fallas de piezas y equipos en servicio, de esta manera se podrán proponer soluciones para su disminución, mejorando la labor del mantenimiento y sus resultados.

Las fallas de los equipos pueden impactar negativamente en los resultados del mantenimiento en los siguientes aspectos: demoras, utilización de recursos humano y los costos.[12]

2.5 DISPONIBILIDAD

Es la probabilidad de que un equipo este en capacidad de cumplir su misión para la cual fue diseñado, en un momento dado bajo condiciones determinadas.

“Es la probabilidad de que un equipo o sistema esté disponible para su uso durante un periodo dado”. [14]

2.6 FUNCIONES

Cada elemento de los equipos en el registro de una planta debe haberse adquirido para un propósito determinado. En otras palabras deberá tener una función o funciones específicas. [15]

2.7 ANÁLISIS DE CRITICIDAD:

El análisis de criticidad es la herramienta que permite establecer niveles jerárquicos en sistemas, equipos y componentes en función del impactos global que generan, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones. Es el análisis de confiabilidad que establece un orden de prioridades de mantenimiento sobre una serie de instalaciones y equipos, otorgando un valor numérico o estatus, en función de una matriz que combina la condición actual del equipo, el nivel de producción de cada equipo o instalación, el impacto ambiental y de seguridad, la producción. Establecer un orden de prioridades, que dependerá de la estructura jerárquica del proceso.

¿Cómo se realiza un análisis de criticidad?

Definiendo el alcance y objetivo para el estudio.

Estableciendo criterios de importancia.

Seleccionando o diseñando un método de evaluación que permita jerarquizar los sistemas objetos de estudio.

Cuando se hace mención a criterios de importancia se refiere a los siguientes :

Seguridad.

Ambiente.

Producción.

Costos de operación y mantenimiento.

Frecuencia de falla.

Tiempo promedio para reparar. [10]

2.8 DIAGRAMA CAUSA–EFECTO:

El diagrama causa–efecto es una herramienta en la que se muestra todas las posibles causas que origina un determinado problema, el cual está siendo analizado.

Un diagrama causa–efecto bien detallado, comúnmente toma la forma de un “esqueleto de pescado”, por lo que también recibe este nombre. Este diagrama fue desarrollado por el japonés Kaoru Ishikawa en el año de 1953.

Como elaborar este diagrama:

Decidir el problema a analizar.

Generar un listado de todas las causas que estén incidiendo en el problema que esta siendo analizado

El listado se obtiene a través de una técnica que se conoce como lluvia de ideas, para lo cual se requiere de la experiencia de la gente que conoce de la situación problemática y de todas las posibles causas que puedan estar afectando a un problema en particular.

La lluvia de ideas tiene dos modalidades.

Estructurada: En esta modalidad cada persona del equipo de trabajo debe dar alguna idea conforme le toca el turno de participar, si no se tiene ninguna idea debe esperar su turno en la siguiente vuelta. (Esta modalidad fuerza a participar a las personas tímidas, pero crea cierta presión a participar a todos).

No estructurada: Esta modalidad deja en libertad para que cada miembro del equipo de trabajo aporte sus ideas tan pronto le vienen a la mente. (Se crea un

ambiente más relajado, pero el riesgo es que únicamente participen los extrovertidos).

Al momento de expresar las ideas, nunca se deben criticar.

Se escribirá cada idea en un pizarrón o rotafolio para que todos puedan leerlas (esto evita malos entendidos y ayuda a crear nuevas ideas).

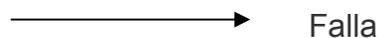
Anotar las palabras del que aporta la idea, no interpretarlas a su manera.

No buscar culpables cuando sugieren ideas de causas de problemas.

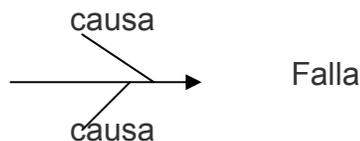
Además de la lluvia de ideas también se puede utilizar la información registrada en el historial del equipo y en los informes de mantenimiento.

Ordenar las causas del punto anterior teniendo presente que algunas son causas principales y otras secundarias; que son las que provocan las causas principales o categorías.

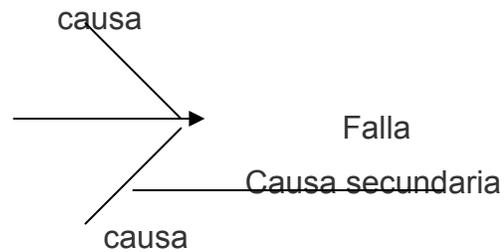
Escribir el fenómeno o falla al final de una flecha dibujada



Escribir las causas principales, categorías o departamentos que provocan fallas



Escribir sobre las ramas de las causas principales, las causas secundarias que influyen en ellas (si las hay). Escribir sobre las secundarias las causas que la producen de forma detallada.



Seleccionar cuales son las causas más impactantes o más significativas en el origen de la falla, verificar su efecto mediante investigación o pruebas de campo.

Repetir este paso hasta obtener la causa o causas reales que originan la falla . Se puede aplicar tanto de manera particular como de manera general. [14]

CAPITULO III

DESCRIPCION DEL SOFTWARE

3.1 Características del Software.

PLAMANMOTOR es un software y una muy útil herramienta en la elaboración de los planes de Mantenimiento de Motores aplicado a la empresa CANTV. También puede ser un magnifico sistema que contribuye a manejar o controlar de forma mas efectiva el estatus de las actividades de Mantenimiento para cada Plan asociado a un Motor, ya que el programa permite al usuario simplificar tareas y programar actividades en el tiempo y bajo un esquema totalmente dinámico y sencillo.

El software fue diseñado en Microsoft Visual Basic 6.0 con la combinación de Acces 2000, de esta manera su manejo es simple, el usuario deberá llenar la base de datos que requiera información, es un proceso muy fácil.

La memoria utilizada por el software PLAMANMOTOR es de 3,50 MB, por lo cual no ocupa mucha memoria en la computadora que se instale.

Para la instalación del software en el computador se requiere de lo siguiente: el computador, debe tener instalado como mínimo Windows 98 y Office 2000, debe estar instalado el Microsoft Visual Basic 6.0., debido a que hay objetos que se convierten en comandos alojados en el PLAMANMOTOR y al no estar instalados en el computador no reconocerá acciones que realiza el software.

Las ventanas del software son de colores muy agradables a la vista, los menús son de fácil acceso.

3.2 BASE DE DATOS UTILIZADAS:

La base de datos del software fueron creadas en Acces 2000, algunas serán mostradas a través de los módulos de registros y control, mientras que las otras no aparecerán en ningún modulo del software, ya que están destinadas a comandos internos del mismo, como son almacenamiento, selección, filtrado de algunos datos que se requieran para su utilización futura.

3.2.a BASE DE DATOS VISIBLES:

Las bases de datos mostradas por el software son las siguientes:

3.2.a.1 BASE DE DATOS DE MOTORES:

Aquí se almacenaran los motores que estén incluidos en el programa de mantenimiento, lo que quiere decir que cuando se desee introducir un nuevo motor sus especificaciones deberán ser registrada en esta base de datos. Véase fig.3.1

A continuación se mencionan los aspectos que abarca la bases de datos de motores contemplados en el software:

- Código: son las siglas que le han signado al motor en cuestión.
- Motor: es un espacio para colocar el modelo y marca del motor.
- Ubicación: esta casilla esta destinada al lugar especifico donde se encuentra el motor.
- Criticidad: esta celda esta destinada para saber la criticidad del motor
- Hr de Marcha: en este espacio se coloca las horas de funcionamiento del motor.

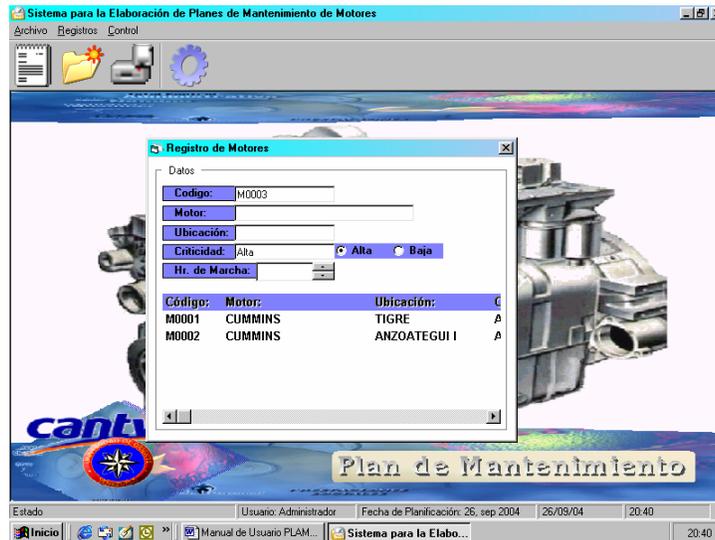


Fig. 3.1. Registro de Motores.

3.2.a.2 BASE DE DATOS DE MATERIALES:

En esta base de datos se almacenaran los diferentes materiales utilizados para realizar las diferentes actividades de mantenimiento. Véase figura 3.2.

A continuación se mencionan los aspectos que abarca la base de datos de materiales.

- Código: En este espacio se colocará las siglas asignadas a los materiales.
- Nombre: Se colocara el nombre del material a utilizar.
- Cantidad: Es un espacio destinado para colocar la cantidad del material a utilizar.



Fig. 3.2. Registro de Materiales.

3.2.a.3 BASE DE DATOS DE ACTIVIDADES:

Esta base de datos almacena todas las actividades que se le realizaran a los diferentes motores cargados en el software. Ver figura 3.3. Los aspectos que abarca la base de datos son los siguientes:

- Código: Aquí colocaremos las siglas asignadas a cada actividad.
- Nombre de la Actividad: En este espacio se coloca las actividades a realizar en el plan de mantenimiento.
- Tiempo Estimado: En este espacio se colocará el tiempo para el cual se cree que dure la actividad.
- Observación: Aquí colocaremos cualquier problema que pueda presentar la actividad.



Fig. 3.3. Registro de Actividades.

3.2.a.4 BASE DE DATOS CONSULTAS Y REGISTROS DE FALLAS:

Esta base de datos es de gran ayuda para la empresa, ya que de una forma rápida, el usuario podrá conocer las acciones que se tomaron en la ocurrencia de una falla, de esta forma no perder tiempo en la solución de la misma ya que al presentarse una falla, esta se busca la ventana de fallas y se obtendrá una posible solución de la falla ocurrida. Véase la figura 3.4

La información que archivara esta base de datos es la siguiente:

- Código: Colocaremos la siglas asignadas para la falla

- Nombre: En este espacio se colocaremos el nombre de la falla
- Causa: Este es un espacio reservado para escribir específicamente la causa que originó la falla.
- Solución: En la presente celda se escribe clara y específicamente como su nombre lo indica la solución tomada para la recuperación del componente al cual hubo que intervenirlo, con esta información, se ahorrar tiempo en lo que a corrección de fallas futuras se trata.

The screenshot shows a software application window titled "Sistema para la Elaboración de Planes de Mantenimiento de Motores". The menu bar contains "Archivo", "Registros", and "Control". The main window is titled "Consulta y Registro de Fallas". It has a "Datos" section with input fields for "Codigo:" (containing "FA0001") and "Nombre:". To the right is a "Causas" section with "Causa:" and "Solución:" fields, and "Agregar" and "Quitar" buttons. Below this is a table with columns "Causa" and "Solución".

Fig. 3.4. Registro de Fallas

3.2.a.5 BASE DE DATOS REGISTRO DE ACTIVIDADES:

En esta se especificara la actividad y los materiales a utilizar en el mantenimiento que se desee realizar, esta base de datos se relaciona con la de motores y materiales. A continuación se mencionan los aspectos que abarca esta base de datos.

Ver fig 3.5

- Motor: se carga el código del motor
- Plan: este espacio colocaremos el tipo de mantenimiento que deseamos realizar .
- Código: Aquí se cargara las siglas de acuerdo con la actividad a realizar
- Materiales: esta celda esta asignada a los materia les que se utilizaran durante la actividad.
- Tiempo Estimado: Colocaremos la duración de la actividad
- Estatus: en esta celda esta reservada para conocer si la actividad fue ejecutada con éxito, reprogramada o no fue ejecutada .
- Observación: en este espacio se colocara cualquier problema o defecto de la actividad.
- Fecha de Creación: Aquí colocaremos la fecha cuando se realizo la orden de trabajo
- Fecha Plan Mant: en esta celda se introduce la fecha cuando se realizara el mantenimiento.
- Fecha de Mantenimiento: este espacio es destina do para saber cuando se realizó la actividad.

Fig. 3.5. Registro de Actividades a la ODT.

3.2.a.6 BASE DE DATOS DE LA ORDEN DE TRABAJO:

Aquí se introduce los datos necesarios para realizar las diferentes ordenes de trabajo, lo primero que debe hacerse es seleccionar el equipo, luego seleccionamos el tipo de plan de mantenimiento que se desea ejecutar y automáticamente el software nos indicara cuando será la próxima fecha de mantenimiento , también se debe llenar los datos del supervisor y técnico. Esta base de datos esta relacionada con la de motores. Ver fig.3.6

La información que se archivara en esta base de datos es la siguiente:

- Numero: en este espacio se colocaremos las siglas asignadas para la orden de trabajo.
- Plan: al igual que en la base de datos de registro se coloca el tipo de mantenimiento a realizar.
- Ubicación: en esta celda se carga la ubicación del motor
- Hr de marcha: de acuerdo con el motor escogido esta celda carga directamente las horas de marcha del motor.
- Fecha de mantenimiento: al igual que en la base de datos de registro de actividades se colocará la fecha cuando se realizará el mantenimiento.

- Próxima Fecha: Al seleccionar la fecha de mantenimiento y el plan esta celda automáticamente se cargara la próxima fecha que debe realizarse mantenimiento al motor seleccionado.
- Supervisor: En este espacio colocaremos el nombre de la persona encargada de supervisar el mantenimiento al motor.
- Carnet: En este espacio colocaremos el numero con que se identifica el trabajador en la empresa.
- Técnico Responsable: aquí colocaremos el nombre del técnico encargado de ejecutar el mantenimiento.
- Duración Estimada: En este espacio se colocará el tiempo para el cual se cree que dure la actividad.
- Duración Real: En este espacio se colocará el tiempo para el cual dure la actividad.
- Personal Estimado: En este espacio se colocará el personal que se crea sea necesario para realizar la actividad.
- Personal Real: En este espacio se colocará el personal que se utilizó en la actividad ejecutada.

Nro. ODT	Plan	Motor	Ubicación
0001	2 Meses M0002		ARZOATEGUI 1
0002	2 Meses M0001		TIGRE

Fig. 3.6. Formato Para Agregar Nueva Orden de Trabajo

3.2.b BASE DE DATOS INTERNAS DEL SOFTWARE:

Estas bases de datos el usuario no tiene acceso a ella, ya que están destinadas a comandos internos del software., como son almacena miento, selección , filtrado.

Por ejemplo al llenar una orden de trabajo para un motor cualquiera, un determinado día; y transcurrido un tiempo se requiere de dicha información, con tan solo dirigirse al modulo de control y ubicarse en control de actividades, el usuario podrá seleccionar el motor, y se abrirá una lista de los reportes anteriormente hechos para orden de trabajo del equipo en cuestión, y esto como se dijo antes es posibles gracias a comandos de filtrado y almacenaje internos del software.

A continuación se nombran las bases de datos no mostradas por el software:

3.2.b.1 Tabla Motores:

Almacena, selecciona y filtra los datos del listado de motores.

3.2.b.2 Tabla Materiales:

Almacena, selecciona y filtra los datos del listado de materiales.

3.2.b.3 Tabla Actividades:

Almacena, selecciona y filtra los datos del listado de actividades.

3.2.b.4 Tabla ODT:

Almacena, selecciona y filtra los datos requeridos por la orden de trabajo.

3.2.b.5 Tabla SET:

Almacena, selecciona y filtra los datos requeridos para agregar las actividades a la orden de trabajo.

3.3 FLUJOGRAMAS DEL SOFTWARE.

A continuación se presentan los flujogramas de las acciones y rutas de las diferentes bases de datos mostradas por el software y el de elaboración de la ordenes de trabajo, con esto el lector puede tener una visión general del recorrido de la información. Fig.3.7. Acciones y Rutas de las diferentes bases de datos mostradas por el Software.

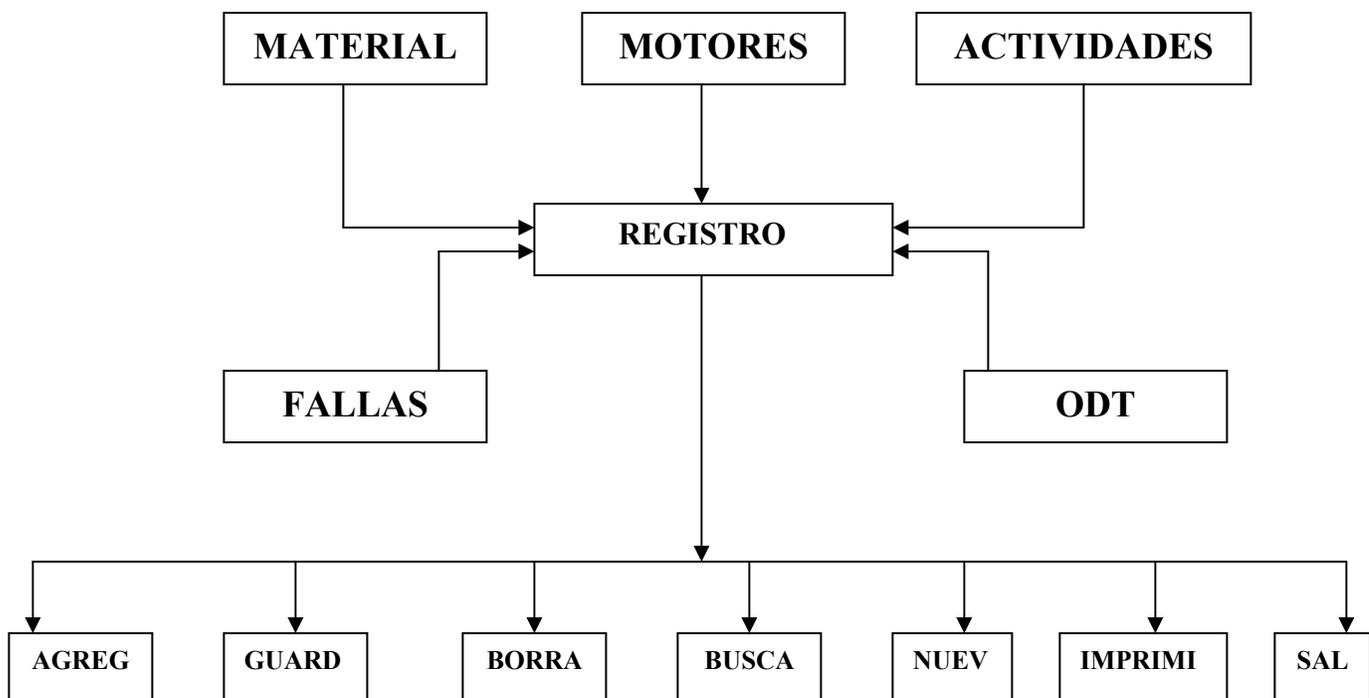
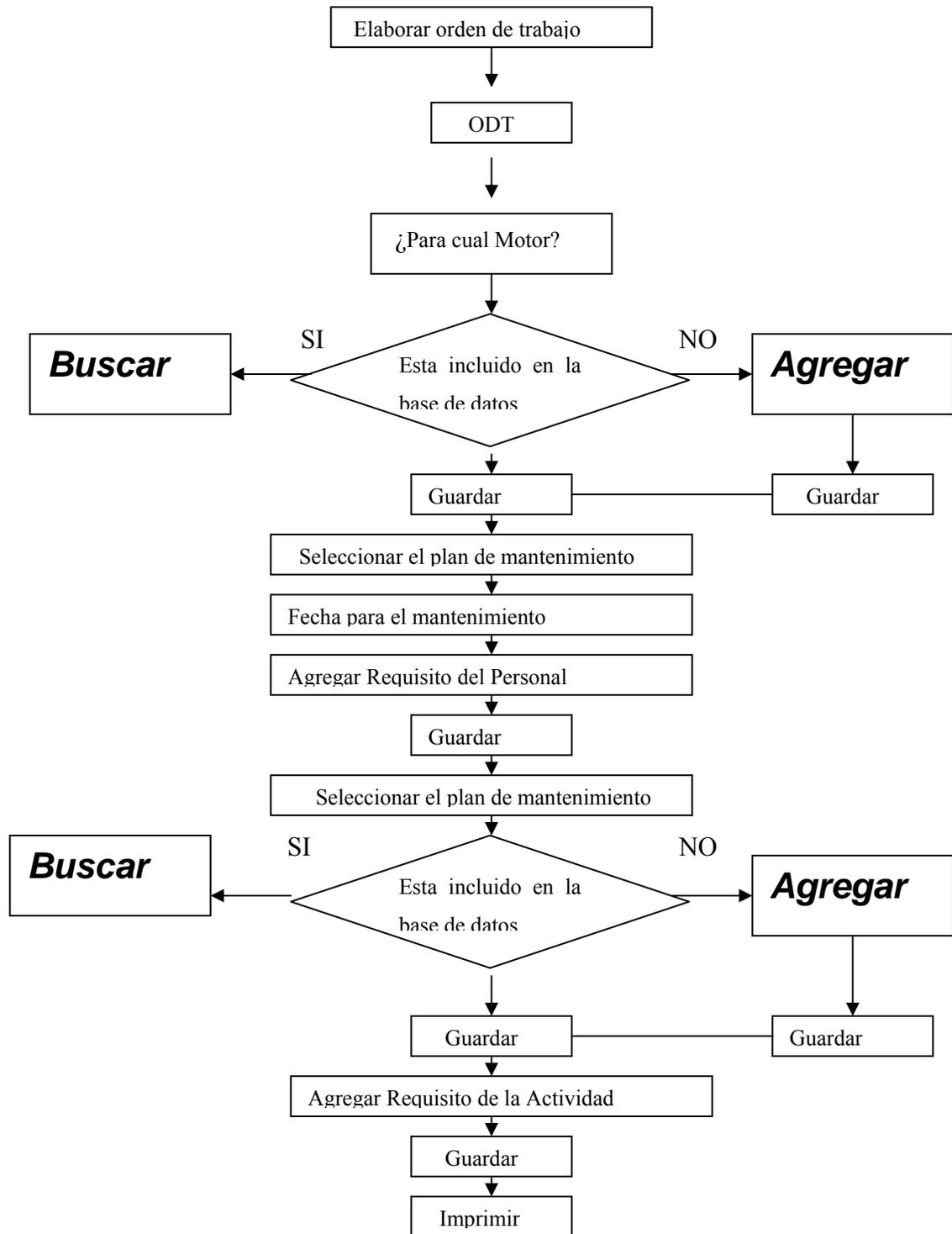


Fig 3.8. Elaboración de las ordenes de trabajo



3.3.1 Descripción del flujograma Acciones y Rutas de las diferentes bases de datos mostradas por el Software.

En este flujograma, se obtiene, que el módulo Registro, está compuesto por varias bases de datos., que son la de Materiales, motores, actividades, odt, fallas, a cada base de datos se le puede agregar , borrar un nuevo item, una vez agregado se puede guardar y ya guardado se puede buscar, para cuando se necesite.

3.3.2 Descripción del Flujograma Elaboración de las Ordenes de Trabajo

En este flujograma se muestra que para elaborar una orden de trabajo, se debe entrar en la ventana de odt., luego se pregunta para cual motor se desea elaborar la odt., si existe o no. De no existir se debe agregar a la base de datos de motores, y en caso contrario , lo que hace es buscarlo en dicha base de datos, seguidamente se pregunta cual plan de mantenimiento desea aplicar y la fecha cuando se aplicará, se deberá llenar los datos del personal y se procede a guardar, luego se agregan las actividades que se le van a realizar al motor, se pregunta si existen o no en la base de datos, de no existir se debe agregar a la base de datos de actividades, en caso contrario, lo que hace es buscarlo en dicha base de datos, seguidamente se agrega los requisitos de la actividad, se guarda e imprime si lo desea.

3.4 Módulos del Software

El software esta compuesto de tres (3) módulos, el nombre de cada uno de ellos respectivamente son:

- Módulo de Archivo

- Módulo de Registros
- Módulo de Control

En la fig 3.9 se pueden visualizar, de una mejor manera la composición de los módulos dentro del software, y luego se explicara cada uno de ellos.



Fig. 3.9. Distintos Módulos del Software.

3.4.1 Módulo Archivo

Este módulo se habilita en su mayoría para cada módulo de Registros y se detalla de la siguiente manera Ver fig 3.10

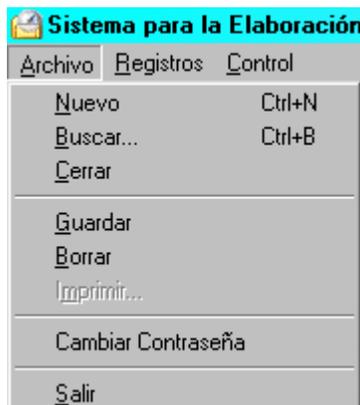


Fig. 3.10. Modulo de Archivo

Nuevo: Declara un nuevo Registro, con un nuevo número asignado en los Módulos de: Motores, Actividades, Fallas y Materiales.

Buscar: Busca y muestra el Registro que coincida con el código de los módulos anteriores.

Cerrar: Cierra la ventana actual de cualquiera de los módulos Motores, Actividades, Fallas y Materiales.

Guardar: Guarda el Registro Actual.

Borrar: Borra el Registro Actual.

Imprimir: Imprime el reporte Actual.

Salir: Cierra la Aplicación completamente

3.4.2 Módulo de Registro

Este módulo contiene las diferentes ventanas donde se almacenan los datos de los motores, materiales actividades, ordenes de trabajo y fallas , las cuales ya fueron explicadas en el presente capítulo, específicamente en el punto 3.2 . El módulo registro se detalla de la siguiente forma ver fig 3.11

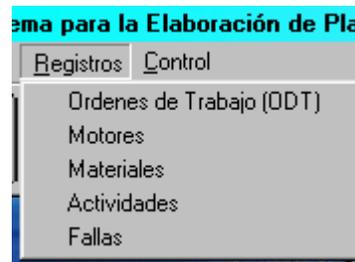


Fig. 3.11. Modulo de Registro

CAPITULO IV

DIAGNOSTICO DE LOS MOTORES

4.1 Identificación de las fallas en el proceso de reparación de los motores diesel

Debido a que existen muchos factores que afectan el servicio de los motor diesel, se identificaron las causas que pueden originar fallas en los mismo, esto se llevó a cabo a través de una tormenta de ideas la cual consistió en involucrar a las personal encargado de realizar el mantenimiento a los motores estos son los técnicos electromecánicos y supervisores del departamento, donde cada una de las personas citadas anteriormente dieron sus ideas acerca de las posibles causas que puedan causar las fallas en los motores, cabe destacar que cada idea que daban las personas eran anotadas en un pizarrón con la finalidad de agrupar las causas principales y las causas secundarias que influyen sobre estas, luego se procederá a construir el diagrama causa efecto

A continuación se mencionara las causas principales y su respectivas causas secundarias.

Baja Potencia:

Inyectores defectuosos, debido a que en el combustible diesel el agua es mas propensa a estar presente y si no se elimina puede fácilmente a los sistema de inyección.

Filtro de gasoil obstruido, durante la combustión de los motores diesel se genera una gran cantidad de hollín algo de éste se queda en el aceite arrastrado por

los gases, este es el tipo de material que tiende a tapar los filtros. Los ácidos que tienden a formarse en los sistemas de lubricación estos también pueden acortar la vida de estos.

Filtro de aire obstruido, debido a el polvo removido por el turboalimentador.

No llega suficiente combustible a los inyectores, debido a que la bomba de inyección se encuentra defectuosa.

Baja compresión, porque el combustible se encuentra diluido con agua, las camisas, pistones, aros y guías de las válvulas se encuentran desgastados.

Falla en el gobernador, debido a desajuste en el tope del acelerador

Turbocompresor defectuoso, ya que las empaaduras se encuentran dañadas

Mala sincronización de las válvulas.

Conducciones de retorno de gasoil obstruidos, originado por estancamiento del gasoil debido a la falta de funcionamiento del motor.

Baja presión de aceite:

Viscosidad de aceite incorrecta, esto puede ser debido a demasiado tiempo en uso o que los técnicos no utilizaron la especificación de aceite correcto.

Consumo excesivo de aceite, debido a que los aros, camisas y guías de las válvulas se encuentren desgastadas y estos no puedan cumplir con su función o también por una fuga de aceite que pueda presentar el motor.

El nivel de aceite es incorrecto, porque hay fugas en las conexiones de lubricación del motor

Existen ocasiones donde el cooler se obstruye, esto se debe a que el aceite tiene demasiado tiempo en uso entonces se ensucia y obstruye al cooler

Juegos de cojinetes incorrectos, debido a una falla en la reparación del motor.

Alta Temperatura:

Puede ocurrir porque las correas tanto del ventilador como la bomba de agua estén floja o dañada.

El radiador se obstruya, porque el refrigerante tenga demasiado tiempo en uso y comience sus aditivos a precipitar, produciendo moho y corrosión al radiador ocasionándole daños.

El nivel de refrigerante es demasiado bajo, debido a fugas en las conexiones de refrigeración, o que el cambio de refrigerante no se realiza en el momento adecuado.

La bomba de agua se encuentra dañada.

Termostato no funciona, por presentar conexiones sueltas o que este se encuentre en su etapa de desgaste.

El sistema de refrigeración se encuentra con aire, ya que el motor dura mucho tiempo sin funcionar.

Eléctrico:

Defecto de la batería, debido bornes de la batería corroídos, baja carga.

Cables rotos , sueltos o quemados.

Defecto de funcionamiento de los componentes del circuito de arranque, lo que ocasiona que el sistema bendix no funcione la cual es el que origina el movimiento del cigüeñal.

Alternador dañado.

Vibración:

Deterioro de los soportes del motor

Desgaste de los cojinetes del motor

En la figura 4.1 se puede observar a través del diagrama Causa – Efecto las fallas antes mencionadas.

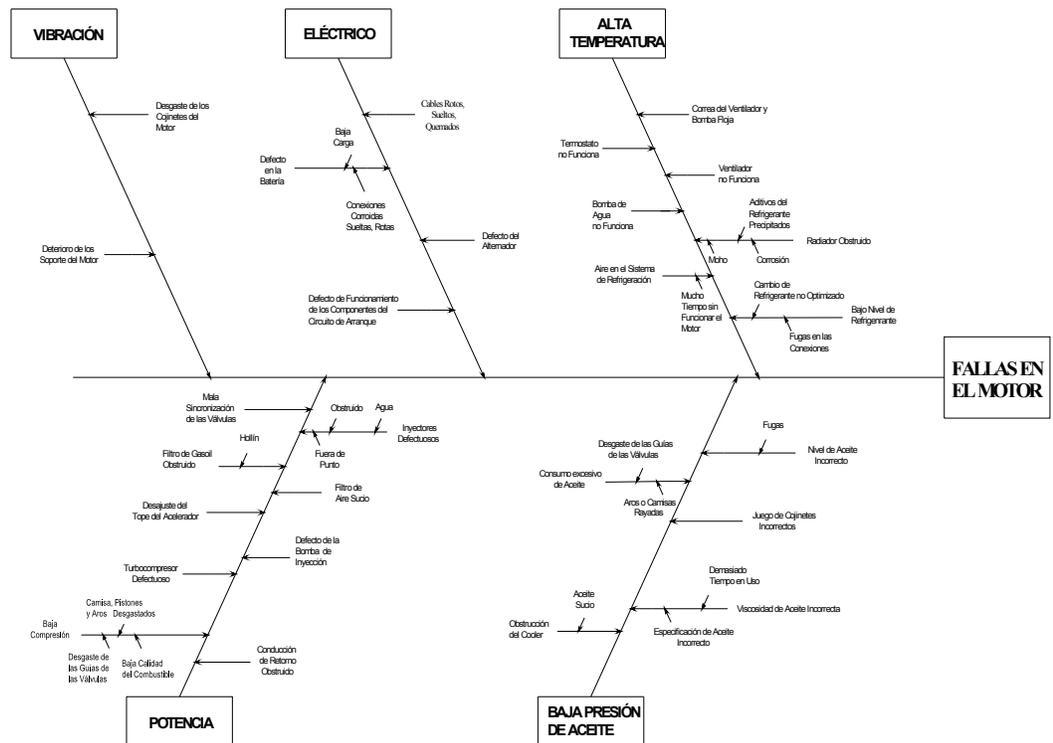


Figura 4.1 DIAGRAMA CAUSA - EFECTO

4.2 Estudio de Criticidad.

Es necesario conocer cuales motores son los más importantes en las diferentes estaciones telefónicas, de manera de realizar una evaluación a los planes de mantenimiento y así mejorar los índices de gestión de mantenimiento, por ello se ve la necesidad de acudir a la utilización de una de las metodologías de selección como

lo es EQUICRIT, la cual es una metodología de factores ponderados desarrollada para establecer los sistemas y equipos críticos de una instalación industrial.

La metodología consiste en llenar un cuestionario organizado en sectores, factores y renglones. Los factores son los criterios relevantes que consideran los expertos de cada una de las organizaciones (sectores) involucradas en el estudio, para la determinación de criticidad de equipos. En cada criterio (factor) se definen renglones para ubicar un equipo con respecto a un criterio (factor) específico.

4.2.1 Cuestionario para el estudio de criticidad de equipos.

Sector: Operaciones / Procesos.

F1. Frecuencia de Fallas.

R1) Solo paradas programadas.

R2) El equipo no se daña frecuentemente.

R3) Alta frecuencia (repetitivas).

F2. Impacto de la parada del equipo en las operaciones (referido a la producción).

R1) No afecta.

R2) Requiere disminuir carga / degrada producto / afecta al valor agregado.

R3) Detiene la producción de secciones o de toda la planta.

F3. Flexibilidad operacional.

R1) Flexible, puede adaptarse a cambios en las condiciones de operación.

R2) Puede aceptar cambios en las condiciones de operación, pero afecta a la eficiencia del proceso.

R3) No es flexible.

F4. Equipo alterno.

R1) Tiene equipo alterno.

R2) Tiene equipo alterno, pero de insuficiente capacidad.

R3) No tiene equipo alterno.

F5. Complejidad de operación.

R1) Operación simple.

R2) Mediana complejidad.

R3) Operación compleja.

F6. Grado de automatización y control

R1) Posee el mínimo requerido según las normas.

R2) Posee instrumentos de medición y control pero no cumple el mínimo requerido por las normas.

R3) No Posee instrumentos ó los instrumentos asociados al equipo no son suficientes para detectar que está perdiendo su función.

Sector: Protección Integral.

F1. Consecuencia de un accidente causado por el equipo:

R1) No afecta al personal / planta / producción / medio ambiente.

R2) Sólo afecta a la producción.

R3) Afecta al personal / planta / producción / medio ambiente.

F2. Magnitud de riesgo según condiciones de operación.

R1) Bajo riesgo por presión, temperatura, toxicidad o inflamabilidad del fluido.

R2) Moderado riesgo: Alta presión o temperatura, temperaturas criogénicas, fluido toxico o inflamable o con bajo punto de ebullición.

R3) Alto riesgo: Alta presión y temperatura, fluido tóxico, inflamable y con bajo punto de ebullición.

F3. Riesgo de operación por presencia de defectos y / o grietas.

R1) No presenta defectos y/o grieta, según los resultados de inspecciones.

R2) Posee defectos y/o grietas que se han reparado.

R3) Funciona con defectos y/o grietas que no se han reparado.

F4. Adecuación de los sistemas de protección.

R1) Adecuados – Vigentes.

R2) Disponibles, pero deben ser mejorados.

R3) No adecuados – no tiene.

Sector: Mantenimiento.

F1. Disponibilidad de repuestos para reparaciones.

R1) Partes de repuesto disponibles como pieza standard en almacenes de materiales / taller filial / proveedor local / contratista.

R2) Requiere la fabricación de piezas de repuesto en taller de la filial / proveedor local / contratista.

R3) Requiere la fabricación de piezas de repuesto en el exterior.

F2. Intercambiabilidad de equipos / partes.

R1) Puede ser intercambio completamente sin cambios y/o puede intercambiar partes con otros equipos, ó no aplica.

R2) No evaluado.

R3) No es intercambiable (equipos / partes).

F3. Complejidad tecnológica para el mantenimiento.

R1) Requiere personal propio; No requiere equipos / herramientas especiales.

R2) Requiere personal calificado y/o equipos / herramientas especiales disponibles a nivel nacional.

R3) Requiere personal especializado y/o equipos / herramientas especiales foráneos.

F4. Frecuencia del mantenimiento requerido.

R1) Baja ejecución esporádica o programada.

R2) Media.

R3) Altas acciones de mantenimiento continuas.

F5. Costos de mantenimiento.

R1) Esperados (según presupuesto programado).

R2) Medianos (desviaciones = 10% del presupuesto programado).

R3) Altas (desviación > 10% del presupuesto programado).

Sector: Vigencia tecnológica.

F1. Vigencia tecnológica.

R1) Alta – tecnología vigente.

R2) Media – existe en el mercado tecnología mejorada y/o está en línea con políticas de estandarización.

R3) Baja – requiere reemplazo a corto / mediano por tecnología mejorada.

F2. Tiempo en servicio.

R1) Menor de 10 años.

R2) Entre 10 y 30 años.

R3) Mayor de 30 años.

4.2.2 Ponderación

Para obtener los valores del factor de criticidad, se consideran las siguientes ponderaciones mostradas en la tabla 4.1, para los renglones (R1, R2, R3) .

Tabla 4.1. Ponderación de Renglones.

RENGLONES	PONDERACIÓN
R1	0.1
R2	0.3
R3	0.6
TOTAL	1.0

En la tabla 4.2, se observa la ponderación de los factores (F1,F2,..F6) de acuerdo con el sector donde se encuentre ubicado, por ejemplo para el caso del sector Vigencia Tecnológica el factor F1 tiene una ponderación de 0.75. También podemos ver en la tabla la ponderación de cada sector. Para el caso del sector de Mantenimiento tiene una ponderación de 0.22.

Tabla 4.2 Ponderación de Factores y Sectores

Ponderación del sector	Ponderación de Factores						TOTAL
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	
Operaciones / Procesos (0.30)	0.13	0.18	0.21	0.23	0.10	0.15	1.0
Protección Integral (0.15)	0.50	0.10	0.20	0.20	-	-	1.0
Mantenimiento (0.22)	0.40	0.10	0.10	0.20	0.20	-	1.0
Vigencia Tecnológica (0.33)	0.75	0.25	-	-	-	-	1.0

4.2.3. Fórmula

Se puede especificar una fórmula de la ponderación anterior la cual expresa:

Factor de criticidad = **F. C.** = \sum Criticidad en cada sector

Criticidad en Cada Sector = Ponderación del sector * \sum ponderación del Factor
* Ponderación del renglón

Haciendo una evaluación de los factores se contestó el cuestionario de EQUICRIT. Para el motor ubicado en la repetidora Cerro Corazón se obtienen los resultados mostrados en la tabla 4.3.

Tabla 4.3. Ponderación de Factores y Sectores Para el Motor de la Repetidora Cerro Corazón.

Equipo : Motor cerro corazón	Ponderación de Factores						Criticidad en cada Sector.
SECTOR	1	2	3	4	5	6	
Operaciones / Procesos (0.30)	2	2	3	2	2	1	0.099
Protección Integral (0.15)	2	1	2	2			0.042
Mantenimiento (0.22)	1	1	2	1	1		0.0264
Vigencia Tecnológica (0.33)	2	2					0.099
Factor de criticidad (F.C.) =							0.266

4.2.4 Tabla de Resultados

Los resultados los del factor de criticidad par todos los motores se muestran en forma descendente en la tabla 4.4.

Tabla 4.4. Valores de Factor de Criticidad Obtenidos de Todos los Motores.

Marca	Ubicación	Factor de criticidad
Cummins	Tigre	0.2849
Cummins	Anzoátegui	0.2849
Cummins	Barcelona	0.2849
Cummins	Anaco	0.2675
Cummins	Lecherías	0.2675
Cummins	Municipal	0.2675
Deutz	Cerro Corazón	0.2664
Deutz	Puerto Piritu	0.2499
Deutz	Cerro Chichicual	0.2499
Lister	Valle Guanape	0.2499
Cummins	Tigrito	0.2499
Cummins	Trailer	0.2022
Deutz	Guanta	0.1969
Deutz	Mesones	0.1969
Deutz	Anzoátegu II	0.1969
Deutz	Menegrande	0.1969

De acuerdo con los valores obtenidos en la tabla 4.4., nos permite ver que los motores que presentan mayor criticidad en cuanto a frecuencia de la falla, seguridad, Ambiente, costo, tecnología, las cuales son criterios involucrados en el cuestionario de la metodología EQUICRIT, son los motores ubicados en la centrales de el Tigre,

Barcelona, Anzoátegui, Anaco, Municipal y Cerro Corazón, con esto se puede decir que estos son los motores más críticos ubicados en las diferentes estaciones telefónicas de la CANTV Anzoátegui. En la tabla 4.5 se muestran los equipos seleccionados.

Tabla 4.5. Equipos Críticos Seleccionados

Marca	Ubicación	Factor de criticidad
Cummins	Tigre	0.2849
Cummins	Anzoátegui	0.2849
Cummins	Barcelona	0.2849
Cummins	Anaco	0.2675
Cummins	Municipal	0.2675
Cummins	Lecherías	0.2675
Deutz	Cerro Corazón	0.2664

4.3 Cálculos de los Indicadores de la Gestión de Mantenimiento Actual.

4.3.1 Consideraciones Básica.

Como una forma de medir la gestión de Mantenimiento de la empresa se utiliza el cálculo de indicadores, estos se dividen en tres áreas: efectividad, costos, y seguridad. Los indicadores de efectividad expresan el desarrollo de la instalación, sistemas, equipos, y componentes, permitiendo comparar su calidad y que tanto se llevan los planes de Mantenimiento. Siendo estos indicadores los que se nombran a continuación:

Tiempo promedio entre fallas.

Tiempo promedio fuera de servicio.

Confiabilidad.

Mantenibilidad.

Disponibilidad.

Hay otros indicadores relacionados a esta área los cuales no van a ser usados en la tesis por ser de poca relevancia en la misma.

La Estimación de confiabilidad se realizó a través del software Autocon en su versión 1.0, es una herramienta muy versátil que facilita el trabajo con la distribución de Weibull y que fue desarrollada en el departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui, por el Ingeniero Darwin Bravo. La misma ofrece la posibilidad de trabajar en función de tres parámetros con la distribución de Weibull (el parámetro de forma β , el de escala η y el de posición γ) en lugar de parámetros tradicionalmente empleados (β y η).

Asimismo se va a realiza el cálculo de mantenibilidad para los equipos del sistema por la distribución de Gumbell tipo I para observar mejor la distribución de los tiempos fuera de servicio y el cálculo de disponibilidad.

4.3.2. Estimación de Confiabilidad a través del Software Autocom 1.0

Se empleo mediante el siguiente procedimiento:

En la primera pantalla del programa se introduce el nombre del operador de turno, así como el nombre de la planta en la cual se va a realizar el estudio y se escoge el modelo estadístico mas conveniente para su análisis; estos modelos son los paramétricos y los no paramétricos, en nuestro estudio se selecciono el paramétrico.

En la segunda pantalla se almacena el nombre, código, ubicación, y los T.E.F. (tiempo entre fallas) del equipo al cual se le va a realizar el estudio, estos T.E.F se

encuentran en el Anexo A, y solo presenta una limitación, la cual es que debe ingresar como mínimo cinco valores de T.E.F., se pueden ingresar infinitos valores,

En la tercera pantalla se puede observar los valores de i , T.E.F. y %Fi sin modificar, aquí también se refleja la escala a la cual se va a graficar, y por ser una escala dinámica no requiere de modificaciones, a menos que el usuario lo requiera.

La cuarta pantalla, permite observar la generación de la gráfica en el papel de Weibull, en este papel se muestran inicialmente dos gráficas, la azul representa la posición original de la gráfica obtenida a través del ingreso de T.E.F. en función de %Fi, y la gráfica verde simboliza la misma gráfica azul pero trasladada al punto de Weibull.

Se procede a evaluar la gráfica, se decide si la gráfica mostrada es una recta, o no, si es una recta el software arroja los resultados de los parámetros, mientras que si no es una recta, se procede a linealizar, el parámetro de posición es quien procede a ajustar la curva llevándola a una recta.

Luego se realiza el Ajuste Final el cual es utilizado en este software como un factor de corrección, la cual tiene como función ajustar totalmente la gráfica obtenida.

En la quinta pantalla se observan los parámetros de Weibull Beta (β), Eta (η), y Gamma (γ), además se ingresa el Tiempo de Estudio, es el factor que rige la estimación de la confiabilidad junto con los parámetros de Weibull, y el mismo puede evaluar la confiabilidad en distintos tiempos. En esta misma ventana se muestra la Confiabilidad del equipo, la cual puede adquirir distintos valores, gracias a la dinámica del tiempo de estudio.

La sexta pantalla da un reporte del equipo donde se muestra nombre del usuario, nombre del operador de turno, nombre de la planta, nombre del equipo y su código, además de la etapa de vida donde se encuentra el equipo su probabilidad de falla y la confiabilidad. En esta pantalla el usuario podrá analizar otro equipo a través del comando Otro, y se almacenara cada equipo analizado en su base de datos.

4.3.2.1 Aplicación del Software

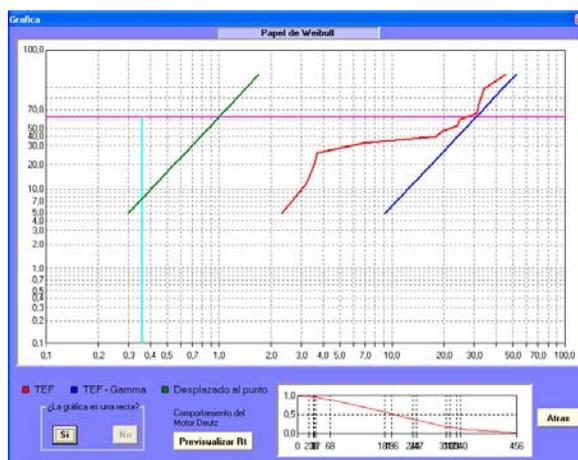
Aplicando el procedimiento antes descrito al motor ubicado en Barcelona se obtuvieron los siguientes resultados:

La Tabla N° 4.6 muestra T.E.F y los resultados de la frecuencia acumulada de falla (% Fi).

Tabla 4.6 Resultado de la Frecuencia Acumulada de Falla.

Orden	TEF(horas)	F(i) %
1	38	4,86
2	51	11,80
3	55	18,75
4	62	25,69
5	69	32,63
6	82	39,58
7	96	46,52
8	101	53,47
9	125	60,41
10	126	67,36
11	135	74,30
12	137	81,25
13	148	88,19
14	229	95,13

En la figura 4.2 se muestra la gráfica de Weibull, en la cual se observan tres líneas, la roja se obtuvo graficando % Fi vs T.E.F con los valores de la tabla 4.6, luego se linealiza obteniéndose la línea azul para luego trasladarla al punto de Weibull obteniéndose la línea verde. Figura 4.2 Gráfica en el Papel de Weibull



La figura 4.3 muestra el comportamiento de la confiabilidad del equipo a través del tiempo.

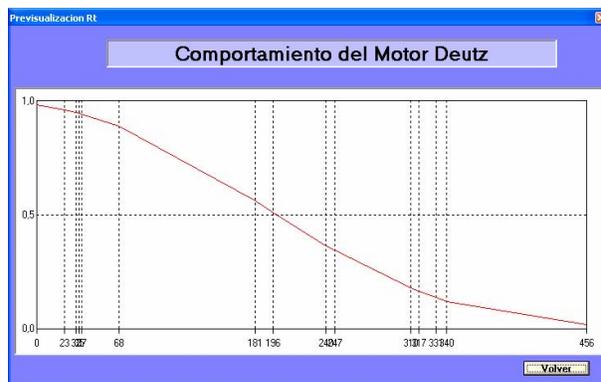


Figura 4.3 Comportamiento del Equipo en el Tiempo

En la figura 4.4 muestra los valores de los parámetros de Weibull.

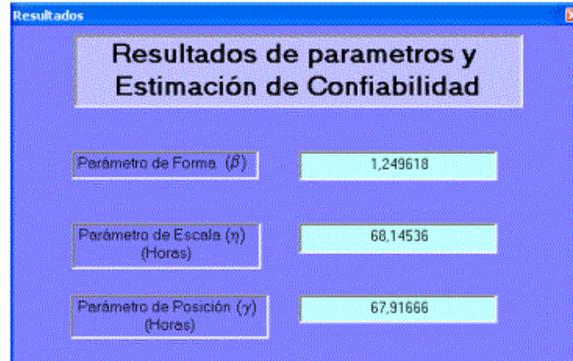


Figura 4.4 Valores de los Parámetros de weibull

En la tabla 4.7 pueden observarse los resultados de los parámetros de confiabilidad de los diferentes motores estudiados. Cabe destacar que de acuerdo con los valores del parámetro de forma β , los motores ubicados en Anaco, Lechería, cerro Corazón y Valle Guanape se encuentran en la etapa de desgaste, mientras que el resto de los motores estudiados están en la etapa de operación normal ó útil.

Tabla 4.7. Resultados de los Parámetros de Confiabilidad de los Motores.

Ubicación de los Motores	CONFIABILIDAD				
	Parámetro de Escala (η)	Parámetro de Forma (β)	Parámetro de Posición (γ)	ConfiabilidadR(t)	Tiempo Estimado (Horas)
Barcelona	102,88	1,24	67,91	0,80	53,35
Anaco	110,36	2,52	31,18	0,80	62,12
Anzoátegui I	118,73	1,43	29,86	0,80	60,28
Tigre	144,88	1,82	20	0,80	73,56
Municipal	125,84	1,54	48	0,80	95,79
Lecherías	120,87	2,38	-83	0,80	69,52
Cerro Corazón	307,06	2,63	-68	0,80	105,85
Valle Guanape	261,46	3,18	-55	0,75	121,70
Pto. Piritu	148,55	1,75	32	0,75	93,72
Chichicual	167,06	1,80	82	0,75	135,76

4.3.3 Cálculo de Mantenibilidad.

Este parámetro se evaluó utilizando la distribución probabilística de Gumbell tipo I, el procedimiento de cálculo se muestra a continuación:

Se realizó una tabla con los T.F.S (tiempo fuera de servicio) ordenados de forma ascendente, la probabilidad de reparación se calcula a través de la ecuación 4.1.

$$P(\text{TPR} \leq t) = \frac{i}{N+1} \quad (\text{Ec. 4.1})$$

El $\text{TPFS}_{\text{DATA}}$ (tiempo promedio fuera de servicio de la data) se calculó con la ecuación 3.2.

$$\text{TPFS}_{\text{data}} = \frac{\sum \text{TFS}}{N} \quad (\text{Ec. 4.2})$$

En el papel Gumbell tipo I se graficaron los T.F.S (eje de las ordenadas) vs $P(\text{TPR} \leq t)$ (eje de las abscisas) y se trazó la recta de tendencia como puede observarse en la grafica del Anexo C.

Se trazó una perpendicular al eje de las abscisas en el valor de 37% y cortando la recta de tendencia se lee el valor de μ en el eje de las ordenadas.

Se calculó el valor de la pendiente **m** de la recta de tendencia, se toman dos puntos $P_1 (X_1 ; Y_1)$ y $P_2 (X_2 ; Y_2)$ cuyas abscisas X_1 y X_2 se encuentran sobre la recta auxiliar inferior y cuyas ordenadas Y_1 y Y_2 están en el punto respectivo sobre la escala T.F.S, utilizando la ecuación 3.3.

$$m = \frac{(Y_2 - Y_1)}{(X_2 - X_1)} \quad (\text{Ec. 4.3})$$

El valor de “a” se halló aplicando la ecuación 4.4.

$$a = \frac{1}{m} \quad (\text{Ec. 4.4})$$

El TPFS_{Gumbell} (tiempo promedio fuera de servicio de Gumbell) se calculó usando la ecuación 4.5, el valor obtenido debe ser igual o muy parecido al TPFS_{DATA}.

$$\text{TPFS}_{\text{Gumbell}} = \mu + \frac{0,5778}{a} \quad (\text{Ec. 4.5})$$

Se encontró la función de Mantenibilidad sustituyendo los valores obtenidos anteriormente en la ecuación 3.6.

$$M(t) = e^{-e^{-a(t-\mu)}} \quad (\text{Ec. 4.6})$$

Empleando el procedimiento explicado anteriormente a los tiempos fuera de servicio del motor ubicado en Barcelona, el cual se muestran en la tabla 4.8. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4.8 Tiempos fuera de servicio ordenados con su respectivo “i”

Orden	TFS (horas)	F(i) %
1	36	6,25
2	39	12,5
3	42	18,75
4	45	25
5	50	31,25
6	55	37,5
7	56	43,75
8	60	50
9	77	56
10	82	62,5
11	85	68
12	110	75
13	120	81
14	150	87
15	170	93

En el Anexo C se puede observar la grafica del papel de gumbel tipo I

$$TPFS_{data} = \frac{1177}{15} = 78.47 \text{ min.}$$

$$\mu = 55$$

$$m = \frac{98 - 55}{1 - 0} = 43$$

$$a = \frac{1}{43} = 0,0232$$

$$TPFS_{Gumbell} = 55 + \frac{0,5778}{0,0232} = 79.90 \text{ min.}$$

$$\%Error = \left| \frac{TFS_{Teorico} - TFS_{Experimental}}{TFS_{Teorico}} \right| * 100$$

$$\%Error = \left| \frac{78.47 - 79.90}{78.47} \right| * 100$$

$$\%Error = 1.82\%$$

$$M(t) = e^{-e^{-0,0133(t-55)}}$$

El $TPFS_{data}$ y el $TPFS_{Gumbell}$ son muy semejantes lo que indica que la función de mantenibilidad es representativa de la data. Además el % error es menor que 5 % lo indica que esta dentro del rango aceptado, los valores se ajustan a la grafica de gumbell.

4.3.4 Cálculo de Disponibilidad.

La disponibilidad se calculó utilizando la ecuación 3.7, el valor de tiempo promedio fuera de servicio de la data se obtuvo anteriormente y el tiempo promedio entre fallas de la data se consigue con la ecuación 3.8.

$$TPEF_{data} = \frac{\sum TEF}{N} \quad (\text{Ec. 4.7})$$

$$D(t) = \frac{TPEF}{TPEF + TPFS} \quad (\text{Ec.4.8})$$

Utilizando las ecuaciones anteriores se calculó la disponibilidad para el motor ubicado en Barcelona.

$$TPEF_{data} = \frac{1454}{14} = 103.85 \text{ hr} = 6231 \text{ min} .$$

$$Disponibilidad = \frac{6231}{6231 + 78.47} = 0.99$$

En la tabla 4.9 se muestran los resultados de los parámetros de mantenibilidad y disponibilidad de los motores estudiados, donde se puede observar que los equipos son altamente disponible, además tienen un tiempo fuera de servicio bastante bajo.

Tabla 4.9 Resultados de los Parámetros de Mantenibilidad y Disponibilidad de los Motores Estudiados.

Estación	MANTENIBILIDAD					DISPONIBILIDAD		
	TPFS _{data} (horas)	μ	m	a	TPFS _{GUMBELL} (horas)	M(t)	TPEF _{data} (horas)	D(T)
Barcelona	78,47	43	55	0,0232	79,90	$M(t) = e^{-e^{-0,0198(t-44)}}$	103,85	0,99
Anaco	98,57	62	63	0,0158	98,4	$M(t) = e^{-e^{-0,0158(t-62)}}$	114,76	0,98
Anzoategui I	58,92	36	39	0,0256	58,53	$M(t) = e^{-e^{-0,0256(t-36)}}$	103,30	0,99
Tigre	64,37	40	42	0,023	64,26	$M(t) = e^{-e^{-0,023(t-40)}}$	102	0,98
Municipal	97,30	60	65	0,0153	97,55	$M(t) = e^{-e^{-0,0153(t-60)}}$	127,25	0,98
Lecherías	75,90	35	70	0,0142	75,44	$M(t) = e^{-e^{-0,0142(t-35)}}$	145,3	0,99
Cerro Corazón	98,33	53	77	0,0129	97,4	$M(t) = e^{-e^{-0,0129(t-53)}}$	193,78	0,99
Valle Guanape	72,08	42	53	0,0188	72,62	$M(t) = e^{-e^{-0,0188(t-42)}}$	175,18	0,99
Pto. Piritu	66,36	40	45	0,0222	66,01	$M(t) = e^{-e^{-0,0222(t-40)}}$	126,1	0,99
Chichicual	95	55	70	0,0142	95,44	$M(t) = e^{-e^{-0,0142(t-55)}}$	201,8	0,99

CAPITULO V

PLANES DE MANTENIMIENTO PORPUESTOS PARA EL SOFTWARE

5.1 Determinación de la Frecuencia de Mantenimiento.

El plan de Mantenimiento propuesto para los Motores críticos de la diferentes centrales telefónicas, esta orientado hacia el Mantenimiento preventivo ya que este logra extender la vida útil de los equipos, de esta forma incrementándole su eficiencia y calidad en el trabajo que realizan. Por otra parte este plan está diseñado de tal manera que la información que se obtiene, sirve para almacenarla en las diferentes bases de datos que conforman el software.

Es importante mencionar que no existe un historial de fallas suficientemente detallado, que nos pueda permitir evaluar los tiempos entre fallas de cada componente del motor, es por ello que Para definir la frecuencia de ejecución de los mantenimientos se tomó en consideración los siguientes parámetros:

Las horas de funcionamiento mensuales de cada motor.

Las recomendaciones de los técnicos electromecánicos del área de energía de la Cantv Anzoátegui

Las recomendaciones del fabricante

Cabe destacar que los motores se encuentran ubicados en diferentes zonas del estado Anzoátegui y como el personal debe realizarle mantenimiento a otros equipos , el traslado en muchas ocasiones se dificulta es por ello que se establecerá un plan de mantenimiento que abarca el mayor números de actividades. Además debemos tomar en

cuenta los costo que implica el no realizar el mayor números de actividades. Entre estos costo tenemos: el de la fuerza de trabajo, materiales, servicios y gastos comprados.

Estos tipos de motores no funcionan todo el tiempo y se necesita conocer el promedio que trabajan estos, por esto se calculó las horas de funcionamiento de cada motor, esto se realizó de la siguiente manera:

Primero se dividió las horas operadas / días transcurridos y lo multiplicamos por treinta (30) que es el promedio en días que tienen los meses de todo el año, con ello obtenemos las horas mensuales. Aquí se muestra un ejemplo de calculo para las horas de funcionamiento del motor ubicado en la central de Barcelona.

$$\frac{1454 \text{ Hr}}{1555 \text{ Dias}} * 30 \text{ dias} = 27 \text{ Hr mensuales.}$$

$$27 \frac{\text{Hr}}{\text{mensuales}} * \frac{12 \text{ Meses}}{1 \text{ Año}} = 324 \frac{\text{Hr}}{\text{Año}}$$

En la tabla 5.1 se muestran las horas de funcionamiento mensuales de los motores estudiados.

Tabla 5.1. Horas de Funcionamiento de los Motores

Ubicación de los motores	Hr de Funcionamiento Mensuales
Anzoátegui	29
Barcelona	27
Municipal	26
Lecherias	25
Chichicual	26
Valle Guanape	25
Tigre	24
Anaco	24
Cerro Corazón	24

El mantenimiento que serán implementados a los motogeneradores , será basándose en las experiencias del personal que labora en el área de energía de la Cantv Anzoátegui, y recomendaciones del fabricante.

Por lo antes mencionado el mantenimiento quedará propuesto de la siguiente manera:

Mantenimiento Menor: Este es el tipo de mantenimiento rutinario sugerido por el fabricante, este se aplicará de la siguiente manera.

El mantenimiento menor a los equipos críticos se le realizará cada 60 horas de funcionamiento., pero haciendo una equivalencia en días como se observa en la tabla 5.2 , entonces este mantenimiento se aplicará cada 2 meses., por ejemplo para el caso del motor ubicado en la Central Anzoátegui, las 60 horas de funcionamiento del motor equivalen a 63

días esto sería dos 2 meses con 2 días, pero como se aproxima a dos meses este será la frecuencia con que se realizará este tipo de mantenimiento.

Tabla 5.2 Equivalencia de 60 Horas de funcionamiento a Días

Ubicación de los motores	Hr de Funcionamiento Mensuales	Dias de funcionamiento cada 60 Hr	Meses de Mantenimiento
Anzoátegui	29	63	2
Barcelona	27	66	2
Municipal	26	69	2
Lecherías	25	73	2

El mantenimiento menor a los equipos seleccionados como no críticos se le realizará cada 80 horas de funcionamiento., aplicando el mismo criterio antes explicado a los motores críticos, este mantenimiento se aplicará cada 3 meses., por ejemplo para el caso del motor ubicado en la Repetidora Chichicual las 80 horas de funcionamiento del motor equivalen a 93 días esto sería dos 3 meses con 2 días, pero como se aproxima a 3 meses este será la frecuencia con que se realizará este tipo de mantenimiento. Esto se aplicará a todos los motores no Críticos como se puede observar la tabla 5.3

Tabla 5.3 Equivalencia de 80 Horas de funcionamiento a Días

Ubicación de los motores	Hr de Funcionamiento Mensuales	Dias de funcionamiento cada 80 Hr	Meses de Mantenimiento
Chichicual	26	93	3
Valle Guanape	25	96	3
Tigre	24	100	3
Anaco	24	100	3
Cerro Corazón	24	100	3

Mantenimiento Cada 350 horas de funcionamiento ó la equivalencia en mes:

Por criterios ya establecidos por la empresa a las 350 horas de funcionamiento, se le realizará mantenimiento a todos los motores existente en la Cantv Anzoátegui. Pero como se puede observar en la tabla 5.4 esto equivale a 12 meses, ya que se aproximaron los días de funcionamiento cada 350 horas, al mes más cercano.

Las actividades de este mantenimiento serán mostradas en la sección 5.3 del presente capítulo.

Tabla 5.4 Equivalencia de 350 horas de funcionamiento a días

Ubicación de los motores	Hr de Funcionamiento Mensuales	Meses de funcinmiento cada 350 Hr
Anzoátegui	29	12
Barcelona	27	12
Municipal	26	12
Lecherias	25	12
Chichicual	26	12
Valle Guanape	25	12
Tigre	24	12
Anaco	24	12
Cerro Corazón	24	12

Mantenimiento Cada 700 horas de funcionamiento ó la equivalencia en mes:

Este se realizará basándose en las directrices fijadas por la empresa, cabe destacar que los motores cumplen las 700 horas de funcionamiento a los dos años, esta será la frecuencia de este mantenimiento. Las actividades que se ejecutaran aquí se observaran en la sección 5.3 del presente capítulo.

5.2 Mantenimiento Correctivo

Este tipo de mantenimiento se realizará a los componentes que presentan muchas variantes, tales como: el costo, el cual es elevado; la complejidad de reemplazo, en la que se tiene que desarmar gran parte de la máquina; la escasez de métodos diagnóstico, que dificulta la utilización de un sistema para predecir la falla, se concluye que esta es la mejor política que se puede emplear para el mantenimiento de esos elementos, donde podemos mencionar algunos de ellos como: los pistones, anillos, bomba de aceite, bomba de agua, rodamientos, etc.

5.3 Planes de Mantenimientos

A continuación se muestran los planes de mantenimientos propuesto para todos los motores estudiados, situados en formatos donde se toma en cuenta la actividad a realizar, la frecuencia con que se realizaran las actividades la cual serán de acuerdo con su estatus de criticidad, además el formato contiene la fecha de inicio y finalización de cada trabajo, materiales necesarios, cantidad de horas- hombres estimadas, personal responsable de la ejecución.

Las actividades a realizar serán iguales para todos los motores, lo que variará será la frecuencia de mantenimiento de las misma. En las tablas 5.5 a la 5.8 se muestran los planes de mantenimiento propuesto.

Tabla 5.5 Plan de Mantenimiento Cada 60 Hr Para Motores Críticos.

	Plan de Mantenimiento Cada 60 Hr ó 2 Meses	ODT N° :			Fecha de Mantenimiento	
		Motor:				
		Ubicación :			Próxima Fecha	
		Hr. de Marcha :				
Duración Estimada (H-H):	Personal Estimado :	Costos del Mantenimiento				
Duración Real (H-H):	Personal Real:	Real:			Estimado:	
Item	Actividades a Realizar	Duración de la actividad	Condición		Materiales	Observaciones
			Bien	Malo		
1	Verificar cantidad de refrigerante	Est: 5min. Real:				
2	Chequear tensión y estado de la correa	Est: 5min. Real:			Calibre de tensión de	
3	Verificar el nivel de aceite en el carter	Est: 5min. Real:				
4	Chequear nivel de combustible de los tanques	Est: 5min. Real:				
5	Realizar drenaje de agua y sedimentos del tanque de combustible	Est: 15min Real:			Llave ajustable	
6	Verificar que no haya agua en el prefiltro de combustible	Est: 5min. Real:				
7	Chequeo de mangueras sueltas o rotas	Est: 5min. Real:				
8	Chequeo de estabilidad a cambio de carga/motor	Est: 10min. Real:				
9	Chequeo de tiempo de marcha parada	Est: 10min. Real:				
10	Verificar ruidos anormales	Est: 10min. Real:				
11	Revisar y eliminar fugas de fluidos: aceite, agua, gasoil	Est: 10min. Real:				
12	Chequeo de cables sueltos, flojos, pelados, quemados	Est: 10min. Real:				
13	Verificar el funcionamiento (temperatura, RPM, Vibraciones)	Est: 10min. Real:				
14	Probar funcionamiento Arranque-Parada y Parada de emergencia sin carga	Est: 15min. Real:				
Nombre del Supervisor :			Carnet N°		Firma:	
Nombre de técnicos resp:			Carnet N°		Firma:	

Tabla 5.6 Plan de Mantenimiento Cada 60 hr Equipos Asociados al Motor

	Plan de Mantenimiento EQUIPOS ASOCIADOS Cada 60 Hr ó 2 Meses		ODT N° :		Fecha de Mantenimiento	
			Motor:			
			Ubicación :		Próxima Fecha	
			Hr. de Marcha :			
Duración Estimada (H-H):	Personal Estimado :	Costos del Mantenimiento				
Duración Real (H-H):	Personal Real:	Real:			Estimado:	
Item	Actividades a Realizar	Duración de la actividad	Condición		Materiales	Observaciones
			Bien	Malo		
1	Limpiar los bornes de la batería y medir densidad	Est: 10min. Real:				
2	Verificar el funcionamiento con falla de red	Est: 10min. Real:				
3	Chequear presión de lubricante	Est: 5min. Real:				
4	Tomar lecturas de horas de servicios Totales	Est: 5min. Real:				
5	Chequear horas de servicios después del ultimo cambio de aceite	Est: 5min. Real:				
6	Chequear tiempos : Arranque, transferencia, retransferencia y enfriamiento	Est: 15min. Real:				
7	Chequear tensión y corriente en los cargadores de arranque y control	Est: 5min. Real:				
8	Limpieza general del tablero de transferencia	Est: 10min. Real:				
9	Chequeo de contactores y ajuste de tornillería	Est: 10min. Real:				
10	Verificar el funcionamiento de la llave de drenaje del tanque principal de combustible	Est: 5min. Real:				
11	Verificar el sistema de puesta tierra del motogenerador y equipos asociados	Est: 5min. Real:				
Nombre del Supervisor:			Carnet N°:		Firma:	
Nombre de técnicos Resp. :			Carnet N°:		Firma:	

Tabla 5.7 Plan de Mantenimiento Cada 350 Horas o 12 Meses

	Plan de Mantenimiento Cada 350 ó 12 Meses		ODT N° :			Fecha de Mantenimiento	
			Motor:			Próxima Fecha	
			Ubicación :				
			Hr. de Marcha :				
Duración Estimada (H-H):	Personal Estimado :		Costos del Mantenimiento				
Duración Real (H-H):	Personal Real:		Real:		Estimado:		
Item	Actividades a Realizar	Duración de la actividad	Condición		Materiales	Observaciones	
			Bien	Malo			
1	Ajuste de Válvulas	Est: 5min. Real:					
2	Comprobar funcionamiento del turboalimentador, bomba de agua, amortiguador de vibraciones	Est: 5min. Real:			Calibre de tensión de correas		
3	Limpiar filtro de aire (en caso de Extrema suciedad cambiar)	Est: 5min. Real:					
4	Realizar cambio de filtro y aceite	Est: 5min. Real:					
5	Realizar cambio de filtro de combustible	Est: 15min Real:			Llave ajustable		
6	Realizar cambio de refrigerante	Est: 5min. Real:					
7	Realizar cambio de refrigerante	Est: 5min. Real:					
8	Efectuar limpieza del radiador	Est: 10min. Real:					
9	Limpiar el Cooler	Est: 10min. Real:					
Nombre del Supervisor:			Carnet N°:			Firma:	
Nombre de tecnicos Resp:			Carnet N°:			Firma:	

Tabla 5.8 Plan de mantenimiento cada 700 o 24 meses

	Plan de Mantenimiento Cada 700 ó 24 Meses	ODT N° :		Fecha de Mantenimiento		
		Motor:				
		Ubicación :		Próxima Fecha		
		Hr. de Marcha :				
Duración Estimada (H-H):	Personal Estimado :	Costos del Mantenimiento				
Duración Real (H-H):	Personal Real:	Real:		Estimado:		
Item	Actividades a Realizar	Duración de la actividad	Condición		Materiales	Observaciones
			Bien	Malo		
1	Calibrar bomba de combustible	Est: 55min. Real:				
2	Ajuste del varillaje del acelerador de velocidad	Est: 35min. Real:				
3	Cambio de Correas	Est: 45min. Real:				
Nombre del supervisor:			Carnet N°:		Firma:	
Nombre de técnicos Resp.:			Carnet N°:		Firma:	

CAPITULO VI

ANALISIS DE COSTOS

6.1 Análisis de los Costos de Mantenimiento

El análisis de los costos de Mantenimiento es necesario para cuantificar y evaluar la inversión de los planes propuestos.

Es necesario conocer que las fuentes más importantes de costos son el consumo de material, la fuerza de trabajo, la depreciación de los equipos, la depreciación de los equipos, y los servicios comprados o pagados, para que una vez determinadas las acciones de mantenimiento saber de donde deducirlos.

6.1.1 Costos de Materiales

El gasto de materiales de las actividades de Mantenimiento incluye los repuestos, aceites lubricantes, productos químicos, grasa, y otros.

Para calcular el costo de materiales se uso la siguiente ecuación:

$$\text{CostoMateriales} = \sum_{i=1}^n Q_{ui} \times Z_i \quad (\text{Ec. 6.1})$$

Donde:

Q_{UI} = Costo de la unidad de medida del material “i” utilizado en la actividad.

Z_i = Cantidad de material “i” que se requiere para ejecutar la actividad.

N = Cantidad de diferentes materiales utilizados.

Para calcular los costos implicados en la acción de Mantenimiento se utilizó la ecuación 6.1 para todas las actividades. Por ejemplo para el cambio de combustible, se requiere gasoil, el cual tiene un costo de 100 bolívares por litros siendo este Q_{ui} la cantidad a usar es de 250Lt (Z_i) hallando el costo de materiales de la siguiente forma:

$$Cmat_{GASOIL} = 250 \times 100 = 25000 \text{ Bs}$$

Los costos de materiales involucrados en la tabla 6.1 fueron multiplicados por siete (7) ya que existen la misma cantidad de motores críticos obteniendo el siguiente resultado:

$$Cmat_1 = 7 \times 1741500 = 12190500 \text{ Bs}$$

Los costos de materiales para los motores no críticos se pueden observar de acuerdo con la marca del motor en las tablas 6.2.

De la tabla 6.2 los costos anuales fueron multiplicados por nueve (9) ya que existen esa cantidad de motores no críticos. Obteniéndose lo siguiente:

$$Cmat_3 = 9 \times 1581500 = 14233500 \text{ Bs}$$

6.1.1 Costo de la Fuerza Laboral

Los costos para la fuerza laboral directa se van a calcular mediante la ecuación 7.2, evaluándose la duración promedio de cada actividad del plan.

$$CFt = \sum_{i=1}^m P_i \times t_i \times Sh_i \quad (\text{Ec. 6.2})$$

Donde:

P_i = cantidad de personal de la clasificación “i” que participan en la actividad

t_i = Tiempo promedio que debe ejecutar el personal de la clasificación “i” para garantizar la actividad

Sh = salario en horas que se le paga al personal de la calificación “i”

m = monto de calificaciones del personal de Mantenimiento

Para esto es necesario conocer las diferentes calificaciones de personal para efectuar el Mantenimiento de los equipos, esto se puede observar en la tabla 6.3, además se le asigno una letra a cada una y su respectivo salario. Estos salarios se van a calcular en base a 8 horas de jornada de trabajo, considerando 21 días hábiles al mes.

Tabla 6.3 Calificaciones para el Personal de Mantenimiento.

Calificación	Tipo	Costo / hora (Sh_i)	Salario (Bs)
Técnico	A	4464,28	750.000
Obrero	B	4421,76	650000

Los costos de la fuerza de trabajo para los motores críticos se muestran en la tabla 6.4, el costo para cada actividad se cálculo con la ecuación 6.2. En la limpieza del carter se

requiere de un técnico medio el cual cobra por hora 4421,76 bolívares, esto se multiplica por el tiempo de la actividad la cual es de media hora, obteniéndose lo siguiente:

$$Cft_{Inspcarter} = 1 \times 0,500 \times 4421,76 = 2210,88 \text{ Bs}$$

Actividad	Tiempo/Acción (ti en hr)	Calificación	Cantidad Personal (Pi)	Costo/Acción (Cft en Bs)	Frecuencia (mes)	Costo Anual (Bs)
Insp. Cantidad de refrigerante	0,0833	B	1	368,33	2	2209,98
Insp. Del nivel de aceite	0,0833	B	1	368,33	2	2209,98
Insp. Estado de correas	0,0833	B	1	368,33	2	2209,98
Insp. Mangueras	0,0833	B	1	368,33	2	2209,98
Insp. Fugas de fluidos	0,0833	B	1	368,33	2	2209,98
Insp. Cablería	0,0833	B	1	368,33	2	2209,98
Insp. Del funcionamiento del motogenerador	0,75	A	1	3348,19	2	20089,14
Drenaje de Agua	0,25	B	1	1105,44	2	6632,64
Verificar ruidos anormales	0,0833	B	1	368,33	2	2209,98
Cambio de filtro de aceite	0,5	B	1	2210,88	12	2210,88
Cambio de aceite	0,5	B	1	2210,88	12	2210,88
Cambio de filtro de aire	0,5	B	1	2210,88	12	2210,88
Cambio de filtro de agua	0,5	B	1	2210,88	12	2210,88
Cambio de Refrigerante	0,333	B	1	1472,44	12	1472,44
Cambio de filtro de Combustible	0,5	B	1	2210,88	12	2210,88
Cambio del prefiltro de Combustible	0,5	B	1	2210,88	12	2210,88
Cambio de Combustible	0,333	B	1	1472,44	2	8834,64
Limpieza del carter	0,5	B	1	2210,88	12	2210,88
Limpieza del radiador	2	A,B	2	17772,04	12	17772,04
Limpieza de la cámara de sedimentos y colador	2	B	1	8843,52	12	8843,52

de la bomba de combust.						
Limpieza de Inyectores	2	A,B	2	17772,04	12	17772,04
Engrase de Cojinetes	0,5	B	1	2210,88	12	2210,88
Limpieza del cooler	0,5	B	1	2210,88	12	2210,88
Limpieza de los bornes de la batería	0,166	B	1	734,01	2	4404,06
Cambio de Baterías	0,166	B	1	734,01	24	4404,06
Cambio de Correas	0,5	B	1	2210,88	24	1105,44
Ajuste de valvulas e Inyectores	3	A,B	2	26658,06	24	13329,03
Sub-total						137816,07

Igual que los costos de materiales, los costos anuales de la fuerza de trabajo se multiplican por siete (7)

por lo anteriormente dicho de la cantidad de motores críticos y se obtiene lo siguiente:

$$Cft_{críticos} = 7 \times 137816,07 = 964712,49 \text{ Bs}$$

Los costos de la fuerza de trabajo para los motores no críticos y sus equipos asociados se observan en las tablas 6.5. Al igual que los costos anuales calculados anteriormente esto se multiplican por seis obteniéndose lo siguiente:

$$Cft_{no críticos} = 6 \times 121550,08 = 1093950,72 \text{ Bs}$$

$$Cft_{Equipos asociados no críticos} = 6 \times 13268,2 = 119413,8 \text{ Bs}$$

Actividad	Tiempo/Acción (ti en hr)	Calificación	Cantidad Persona (Pi)	Costo/Acción (Cft en Bs)	Frecuencia (mes)	Costo Anual (Bs)
Insp. Cantidad de Refrigerante	0,0833	B	1	368,33	3	1473,32
Insp. Del nivel de aceite	0,0833	B	1	368,33	3	1473,32
Insp. Estado de correas	0,0833	B	1	368,33	3	1473,32
Insp. Mangueras	0,0833	B	1	368,33	3	1473,32
Insp. Fugas de fluidos	0,0833	B	1	368,33	3	1473,32
Insp. Cablería	0,0833	B	1	368,33	3	1473,32
Insp. Del funcionamiento del motogenerador	0,75	A	1	3348,19	3	13392,76
Drenaje de Agua	0.25	B	1	1105,44	3	4421,76
Verificar ruidos anormales	0,0833	B	1	368,33	3	1473,32
Cambio de filtro de aceite	0,5	B	1	2210,88	12	2210,88
Cambio de aceite	0,5	B	1	2210,88	12	2210,88
Cambio de filtro de aire	0,5	B	1	2210,88	12	2210,88
Cambio de filtro de agua	0,5	B	1	2210,88	12	2210,88
Cambio de Refrigerante	0,333	B	1	1472,44	12	1472,44
Cambio de filtro de Combustible	0,5	B	1	2210,88	12	2210,88
Cambio del prefiltro de Combustible	0,5	B	1	22108	12	221088
Cambio de Combustible	0,333	B	1	1472,44	3	5889,76
Limpieza del carter	0,5	B	1	2210,88	12	2210,88
Limpieza del radiador	2	A,B	2	17772,04	12	17772,04
Limpieza de la cámara de sedimentos y colador de la bomba de combust.	2	B	1	8843,52	12	8843,52
Limpieza de Inyectores	2	A,B	2	17772,04	12	17772,04

Engrase de Cojinetes	0,5	B	1	2210,88	12	2210,88
Limpieza del cooler	0,5	B	1	2210,88	12	2210,88
Limpieza de los bornes de la batería	0,166	B	1	734,01	3	293604
Cambio de Baterías	0,166	B	1	734,01	24	4404,06
Cambio de Correas	0,5	B	1	2210,88	24	1105,44
Ajuste de válvulas e Inyectores	3	A,B	2	26658,06	24	13329,03
Sub-total						121550,08

Tabla 6.5 Costos de la Fuerza de Trabajo Para el Programa de Mantenimiento de los Motores no Críticos.

6.1.2 Costo por Depreciación

En la aplicación de los programas de mantenimientos se requiere de equipos para poder realizar las actividades, estos se desgastan y van perdiendo su valor con el uso y el tiempo, por ello deben hacerse los cargos por depreciación.

Los costos o cargos por depreciación fueron calculados por el método delinea recta cuya ecuación es la siguiente:

$$D = \frac{C - V_s}{n} \quad (\text{Ec. 6.3})$$

Donde:

C: costo del equipo.

VS: es el valor de salvamento del equipo, que representa lo que se deprecia un activo después de cumplir su vida útil.

N: vida útil del equipo.

En la tabla 6.7 se muestran el cargo anual por depreciación para cada activo destinado a la aplicación de los programas de mantenimiento, es decir, cada año se cargará dicho costo.

En la misma tabla se muestra el valor de salvamento de dichos activos el cual es lo que se deprecian después que han cumplido su vida útil.

Tabla 6.7 Depreciación anual de los Equipos.

Equipos	Costo Inicial (BS)	Valor de salvamento (%)	Valor de salvamento (V.S)	Vida útil (año)	Depreciación (D en Bs)
Torquimetro	700000	12	84000	10	61600
Pinzas Amperimétricas	285000	12	342000	5	501600
Cajas de Herramientas	365000	12	438000	10	321200
Calibrador de Tensión	250000	12	300000	5	440000
Refractometro	135000	12	162000	5	237600
Testel	275000	12	330000	10	242000
Sub - Total					1804000

6.1.3 Inversión en los Planes de Mantenimiento Propuestos

La inversión inicial va estar constituida por la suma de todos los costos en materiales, fuerza de trabajo y servicios o gastos comprados, y depreciación de los equipos. cabe destacar que Los gastos de servicio van ha estar representados por un 10% de la suma de los costos en materiales y costos de la fuerza de trabajo, aumentando un 12% cada año. Esta inversión se realizo para un año.

En la tabla 6.8 se pueden observar los costos totales del plan de mantenimiento aplicado a los motores críticos.

Tabla 6.8 Costos Totales de los Planes de Mantenimientos.

Tipo de costos	Valor (Bs / Anuales)
Gastos de Materiales	26.424.000
Fuerza de Trabajo	2.317.393
Servicios y gastos comprados	2.874.139,311
Depreciación de equipos	1.804.000
Inversión Inicial	33.419.532,31

7.1 Beneficios de los Planes de Mantenimientos Propuestos

Los beneficios de los planes propuestos viene representado por los ahorros que va tener la gestión de Mantenimiento al implementarlos, es decir, la diferencia entre las perdidas de los actuales métodos y los propuestos. En la tabla 7.14 se muestran las perdidas de los planes propuestos y los actuales.

La disminución de costos de los planes de Mantenimiento propuestos esta estimada en un 35%, exceptuando la de frecuencia anual de penalización la cual se estimo con una disminución del 50%, en la disminución de repuestos de un 40% y por la disminución de pedidos de urgencia de un 80%, estos valores se estimaron basándose en la atribución que pueda tener los cambios sobre cada punto mostrado en la tabla 7.14.

Tabla 7.14 Costos Totales de los Planes de Mantenimientos actuales y propuestos

COSTOS		ACTUALES	PROPUESTOS
POR PENALIZACIÓN	a.- Monto total que se produce por día (Bs / día)	203.666.400	203.666.400
	b.- Tiempo de parada (días / año)	1,5	1,125
	c.- Frecuencia de ocurrencia (veces / año)	0,5	0,25
	d.- Cantidad que representa el total	0,5	0,5
	Ecuación : $a \times b \times c$		
	Costos por Penalización (Bs/año)		
POR BAJA DE LA FRECUENCIA DE REPARACION	e.- Costos de hora – hombre en trabajos fuera de horario (Bs)	6.500	6.500
	f.- Promedio de una reparación (hr)	5	5
	g.- Ocurrencia en un período (veces / año)	2	1,3
	Ecuación : $e \times f \times g$		
	Costos por Trabajos de Urgencia y Sobre Tiempo	65.000	42.250
PO BAJA DE LA DEMANDA DE REPUESTO	Ecuación : \sum Repuestos involucrados		
	Costos de Repuestos al Año de los Equipos Críticos (Bs/año)	45.853.589,8	27512153,88
POR REDUCCIÓN DE PEDIDOS DE URGENCIA	h.- Costos promedios de transporte estimado (Bs)	370.000	370.000
	i.- Nº de pedidos de urgencia al año	10	2
	Ecuación: $h \times i$		
	Costos de Pedidos de Urgencia (Bs/año)	3.700.000	740.000
COSTO TOTAL (Bs)		202.368.389,8	79.211.003,88

Los beneficios de los planes de Mantenimiento propuestos se muestran en la tabla 7.15, para un año y un semestre.

Tabla 7.15 Beneficios de los Planes de Mantenimientos Propuestos

Beneficios anuales	Beneficios semestrales
123.157.395,9	61.578.697,95

CONCLUSIONES

Con la aplicación del Software Plamanmotor, se podrá obtener información a cerca de los diferentes motores instalados en las Centrales de Cantv del Estado Anzoátegui , así como registrar las diferentes fallas que estos presenta, con la finalidad de reducir el tiempo fuera de servicio de estos.

El software permite generar las ordenes de trabajo, así como guardar las misma, con el fin de llevar un mejor control sobre el historial de los motores.

En cuanto al historial de fallas de los motores, la empresa no lleva el registro de cada componente averiado de estos, además no cuenta con políticas que conduzcan a la ejecución de un buen plan de mantenimiento.

De acuerdo con el análisis de criticidad, los motores críticos instalados en la empresa Cantv Anzoátegui Fueron los ubicados en las centrales: Municipal, Anzoátegui, Barcelona, tigre, Anaco, Lecherías y Cerro Corazón.

Los motores ubicados en Anaco, Lechería, Cerro Corazón y Valle Guanape, se encuentran en la etapa de desgaste, mientras que el resto de los motores estudiados están en la etapa de vida normal o útil.

La inversión inicial para el costo anual del programa de mantenimiento propuesto es de Bs. 33.419.532,31.

RECOMENDACIONES

Desarrollar e implementar los programas de mantenimiento propuestos a través del Software Plamanmotor.

Realizar planes de adiestramiento al personal a fin de concientizarlo sobre las ventajas que se obtendrá con el nuevo sistema y familiarizarlo con su utilización.

Mantener actualizados los registros de fallas en el Software, para así disponer de un buen historial de los equipos y calcular los diferentes parámetros de mantenimiento.

Realizar análisis de aceite a los motores a través de la contratación de Empresas especializadas, para así tener una mayor exactitud del tiempo durante el cual hay que realizarle el overhall a los motores.

Diseñar un Software que facilite el control de los repuestos en el almacén y así evitar dejar fuera de servicio a los motores en caso de una avería.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso, J., “Motores”, Editorial Paraninfo S.A., Segunda Edición, Madrid, (2000).

Bravo, Darwin., “Diseño de un Software Para Estimar Confiabilidad de Equipos y Sistemas en Plantas Industriales” , Tesis de Grado, Escuela de Ingeniera y Ciencias Aplicadas, Departamento de Mecánica, U.D.O., Puerto la Cruz, (2003).

CANTV., “Motogenerador”, Gerencia de Educación y Desarrollo y Actividades de Formación , Mayo (2002).

Carmona, N., y Jiménez, G., “Análisis de Criticidad y Evaluación Económica de los Programas de Mantenimiento de los Equipos Rotativos Asignados al Área de Mantenimiento de la Planta de Extracción San Joaquín – PDVSA Gas”, Tesis de Grado, Escuela de Ingeniera y Ciencias Aplicadas, Departamento de Mecánica, U.D.O., Puerto la Cruz, (2003).

Date, C., “Introducción a los Sistemas de Base de Datos”, Editorial Addison-Wesley Iberoamericana, S.A., Segunda Edición, U.S.A., (1997)

Gascon, P., “Tutorial de Visual Basic”, [Página Web en Línea]. Disponible: <http://www.personales.com/espana/granada/vbpedrojose/vbpedrojose.html>

Henríquez, G., “Diseño de un Software Flexible Para Elaborar Programas de Mantenimiento Preventivo Adaptable a Plantas Industriales”, Tesis de Grado, Escuela de Ingeniera y Ciencias Aplicadas, Departamento de Mecánica, U.D.O., Puerto la Cruz, (2002).

Hines, W. Y Montgomery, D., “Probabilidad y Estadísticas Para Ingenieros”, C.E.S.A., México, (1999).

Monchy, F., “Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial”, Editorial Mason , Versión en Español, Primera Edición, España, (1990).

PDVSA, CIED., “Metodología de Selección de Equipos Criticos EQUICRIP”, Presentación al Curso de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, (1998).

PDVSA, CIED., “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”, Primera Edición, Septiembre (1999).

PDVSA., “Guía de Políticas de Mantenimiento”, Gerencia de Mantenimiento, Octubre, (2000).

Ralbowsky, E., “Motores Diesel”, Editorial Paraninfo S.A., Segunda Edición, Madrid, (1999).

Suárez, D., “Guía Teórico Práctica (Mantenimiento Mecánico)”, U.D.O., Puerto la Cruz, Venezuela, (1999).

Suárez, D., “Modelo de Confiabilidad para el Mantenimiento de Sistemas Mecánicos en Plantas Industriales”, Tesis de Magister Scientiarum, Centro de Estudios de Postgrado, Maestría en Gerencia de Mantenimiento, U.D.O., UNEFA, Barcelona, Mayo, (1999).

Suárez, B., “Visual Basic - Guía del Estudiante”, [Página Web en Línea]. Disponible: <http://www.monografias.com/trabajos2/guiavb/guiavb.shtml>

“Tutorial de Acces 2000”, [Página Web en Línea]. Disponible: <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/eco/tutaccs.htm>

Yáñez, C., “ Determinar los Niveles de Confiabilidad de los Sistemas del Taladro Corpoven-12”, Tesis de Grado, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Departamento de Mecánica, U.D.O., Puerto la Cruz, (2003).

