

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD TICOMÁN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE: INGENIERO EN AERONÁUTICA
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN: SEMINARIO
DEBERAN PRESENTAR: LOS CC. PASANTE:
LÓPEZ GALINDO LISBETH ERENDIRA
LÓPEZ GALICIA JUAN CARLOS

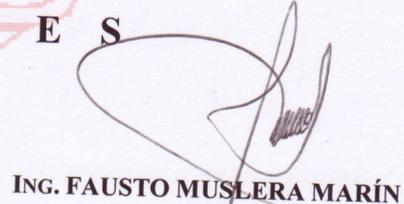
“PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA EL HELICOPTERO AS-350B”

PREFACIO
RECONOCIMIENTOS
ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS
JUSTIFICACIÓN
OBJETIVO
OBJETIVOS ESPECIFICOS
ALCANCE
METODOLOGÍA
CAPÍTULO I GENERALIDADES DE LA ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO
CAPÍTULO II EL MANTENIMIENTO EN HELICOPTEROS
CAPÍTULO III PROPUESTAS PARA EL CONTROL DE COMPONENTES
CONCLUSIONES
SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS
BIBLIOGRAFÍA

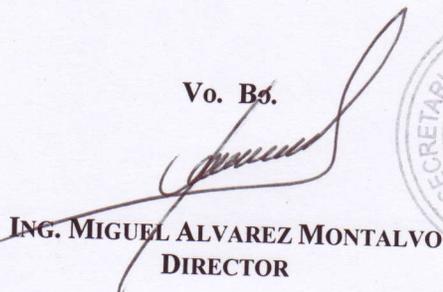
México, DF., a 31 de Octubre de 2008.

A S E S O R E S


ING. JUAN ESCAMILLA GARCÍA


ING. FAUSTO MUSLERA MARÍN

Vo. Bó.


ING. MIGUEL ALVAREZ MONTALVO
DIRECTOR



I. P. N.
ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD TICOMÁN
DIRECCIÓN

**"PLANEACION DEL MANTENIMIENTO PARA EL
HELICOPTERO AS-350B"**

INDICE

Contenido	Pagina
Titulo	1
Indice	2
Prefacio	4
Reconocimientos	7
Abreviaturas y acrónimos	9
Justificación	10
Objetivo	11
Objetivos específicos	12
Hipótesis	13
Alcance	14
Normatividad	15
Marco legal	18
Metodología	20
Características y aspectos a evaluar	21
Procedimiento recomendado	22

CAPITULO 1 GENERALIDADES DE LA ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO.

23

- 1.1 Principios de la administración en el mantenimiento de aeronaves.
- 1.2 Introducción a las aeronaves de ala rotativa.

CAPITULO 2 EL MANTENIMIENTO EN HELICOPTEROS 48

- 2.1 Generalidades y definiciones del mantenimiento.
- 2.2 Periodicidad de mantenimiento en helicópteros.
- 2.3 Bases para establecer el programa de mantenimiento

CAPITULO 3 PROPUESTA PARA EL CONTROL DE COMPONENTES 93

- 3.1 Análisis y requerimientos
- 3.2 Listado de componentes (TBO,SLL,OC)
- 3.3 resultados

- Conclusiones 107
- Sugerencias para trabajos futuros 107
- Bibliografía 108

PREFACIO

Actualmente las empresas aéreas se encuentran en un alto estado de competitividad, para lograr ser los mejores en servicios aéreos de calidad. Esto obliga a establecer nuevos métodos para la optimización de todos los recursos de la organización, utilizando todas las filosofías del mantenimiento para llegar a los resultados deseados.

Todo esto nos conlleva a considerar la mejor técnica de programación para la administración del mantenimiento de aeronaves para cualquier empresa aérea, el fin de esta tesina es proporcionar a la ESIME Ticoman las bases para la elaboración de un programa de mantenimiento que mantenga y conserve los sistemas de el helicóptero AS350B con motor Arriel 1B, pero que a su vez estas bases serán aplicables para cualquier helicóptero en operación en la industria, y que sea el principio para también empezar a dar un mantenimiento productivo total a las demás aeronaves de la escuela y al hacer esto podemos retroalimentar el conocimiento entre alumnos y profesores, ya que los alumnos serán los practicantes que a la vez actuarán dentro de nuestra pequeña empresa de mantenimiento de la ESIME UP Ticoman, como los mecánicos e ingenieros que podrán elaborar mas planes de mantenimiento en su caso para las avionetas o la aeronave 727-B, pero en este caso nos compete el programa de mantenimiento para el helicóptero AS350B, es por eso que nos enfocaremos en proponer las bases e ideas de cómo elaborar programa de mantenimiento.

El capítulo 1 se trata de las generalidades del mantenimiento, englobando las herramientas necesarias para la elaboración de nuestra tesina, teniendo como puntos base los principios para obtener una buena administración, y definiciones para lograr entender a que nos enfocaremos respecto al mantenimiento, y comenzaremos a dar una introducción a las aeronaves de ala rotativa, porque esa será nuestra meta, dar mantenimiento al helicóptero AS350B.

El capítulo 1.1 nos habla de los principios de la administración proporcionando una breve descripción de las actividades de planeación, organización, y control que son necesarias para lograr un proceso productivo bien elaborado, describiendo los elementos de cada actividad, enfocándonos al área de mantenimiento.

El capítulo 1.3 ya contamos con los principios básicos del mantenimiento aunado a una buena administración, ahora tenemos que obtener también la información necesaria para tener el conocimiento de las aeronaves de ala rotativa, porque muchas veces solo nos enfocamos a ala de ala fija, y entonces nos daremos cuenta de que no es tan difícil entenderlas pero si se debe tener un especial cuidado en cuanto a sus funciones y estructura.

En el capítulo 2 Veremos los principios de para proponer la estructura de un programa de mantenimiento, haciendo un análisis de los requerimientos buscados y planteando bien el problema para llegar a la solución. Daremos un enfoque que nos permita ver al mantenimiento como un sistema.

Describiremos los sistemas de operación y control del mantenimiento, se presentan los componentes de un sistema de control del mantenimiento, y la estructura en la que se basa, presentaremos los conceptos de mantenimiento, se muestra la necesidad de estándares de tiempo para los trabajos de mantenimiento, y se muestra el diseño eficaz de un programa de mantenimiento.

En el capítulo 3 tendremos ya la implementación del programa de mantenimiento que administrara el control de partes del helicóptero AS350B, y lo obtendremos en base a un análisis de los requerimientos, se mostrara su desarrollo en una base de datos, y procederemos a las pruebas y resultados, logrando así el objetivo de nuestra tesina.

RECONOCIMIENTO

Estoy infinitamente agradecida primeramente con Dios porque me concedió la oportunidad de lograr esta meta esencial en mi vida, y me dio la fuerza para seguir adelante, a pesar de todos los obstáculos, también le agradezco por mis padres:

EULALIA GALINDO MENDEZ y ROSENDO LÓPEZ MARTÍNEZ

Que con sus consejos dieron luz a mi camino, y con su amor lograron que nunca me sintiera sola, gracias por apoyarme de forma incondicional y con tanta paciencia, siento que no podría alcanzar a pagarles todo lo que me han dado, pero les aseguro que persistiré.

Gracias también a mis hermanitos Aarón Elías, Ana Ruth, Gustavito y Rogelio Valentín por sus oraciones y por hacerme feliz de tantas formas, y a ti Joan mi amado esposo también te agradezco por estar conmigo en todo tiempo, soy muy feliz.

Papito tenias razón ya llego el tiempo en que me veías recibiendo mi título, gracias por tu visión porque me dio misión, y todos unidos logramos esta victoria en Cristo Jesús Señor nuestro, los amo mucho.

ING. LISBETH ERENDIRA LÓPEZ GALINDO.

RECONOCIMIENTO

Al término de esta etapa de mi vida, quiero expresarles un profundo agradecimiento A quienes me han heredado el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo: amor. A quienes sin escatimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme. A quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en una persona de provecho. A quienes me motivaron a levantarme de mis tropiezos. A quienes confiaron en mí todo este tiempo. A quienes nunca podré pagar todos sus desvelos ni aún con las riquezas más grandes del mundo.

Sabiendo que no existirá una forma de agradecerles todo esto quiero que sientan que el objetivo logrado también es de ustedes y que la fuerza que me ayudo a conseguirlo fue su apoyo.

Gracias:

Mamá - Irma Galicia Granados Papá - Carlos López Coquis

Hermano - Cesar Alejandro López Galicia

Mi Amor - Jenny Kalid Flores Montaña

ING. JUAN CARLOS LÓPEZ GALICIA

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

FAA	Federal Aviation Administration
MCC	Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad
MPT	Mantenimiento Productivo Total
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
DGAC	Dirección General de Aeronáutica Civil
FAA	Federal Administration Aviation
A	Calendario básico de inspección
ALF	Después del último vuelo del día
BFF	Inspección antes del primer vuelo del día
C	Inspección mayor calendaría
CHK	Inspección limitación aeronavegable
G	Inspección mayor respecto al Núm. De hrs/vuelo
HT	Tiempo limite
MET	Manual de mantenimiento
OC	A condición
OTL	Límite de tiempo operable
S	Inspección adicional
SLL	Límite de vida servicial
T	Inspección básica de respecto al Núm. De hrs/vuelo
TBO	Tiempo entre overhaul

JUSTIFICACIÓN

Esta tesina es elaborada a fin de poner en práctica los conocimientos adquiridos en el seminario y poner una herramienta muy útil en manos de aquel que quiera cubrir la necesidad de un mantenimiento planeado para cualquier helicóptero, y también le será útil a la escuela si desea utilizarlo para dar mantenimiento al helicóptero B, dentro de sus instalaciones y dar así resultados óptimos en las practicas que realicen los estudiantes, obteniendo así mantenibilidad y conservación para el helicóptero.

El programa de mantenimiento permitirá llevar el control de las actividades de mantenimiento y así elaborar el informe mensual de mantenimiento, sobre el que la gerencia, deberá proporcionar una retroalimentación inmediata.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Se tendrá la información necesaria para conocer el mantenimiento, partiendo de la base administrativa, para después adquirir conocimientos en aeronaves de ala rotativa, como lo son los helicópteros, y así lograr implementar el programa de mantenimiento, utilizando una base de datos para el control de las partes del helicóptero y así poder programar los tiempos en que serán las remociones.
- Con el programa de mantenimiento, se lograra tener un control adecuado de las actividades de remoción de componentes del helicóptero y del motor, y así tener una recopilación de información en la base de datos, que nos ayudara a planear adecuadamente el mantenimiento, y así generar los informes de tiempos de remoción, logrando así una planeación del mantenimiento adecuada para el Helicóptero.

HIPOTESIS

El objetivo de las empresas aéreas es maximizar el tiempo de operación manteniendo su flota aeronavegable en la forma más eficaz en costos.

Para lograrlo, la cantidad de información que se recopila, procesa y utiliza para la toma de decisiones es enorme, por lo que se necesita un enfoque sistemático para la administración de la información. Además, la complejidad, las incertidumbres presentes en el proceso del mantenimiento, la ingeniería y la cantidad de información manejada en un sistema típico de mantenimiento requieren el apoyo de una computadora. Un soporte apropiado de computación (base de datos), proporciona los medios para una respuesta rápida y oportuna.

ALCANCE

La meta de esta tesina es planear el programa de mantenimiento para el helicóptero AS-350B, logrando tener un control específico en los componentes, para hacer las remociones requeridas a su debido tiempo y no solo de los componentes del helicóptero tales como; filtros, bombas, bandas, palas, flechas, núcleo, estrella flexible, cuernos, mangas, topes, pernos, baleros, bielas etc., sino también los componentes del motor como; caja reductora, caja de accesorios, compresores, generador de gases, etapas de turbina, flecha etc., si los componentes antes mencionados se les da mantenimiento adecuado, se lograra dar un mantenimiento eficaz, este sistema solo se enfocara al control de partes, y será 100% expandible, para que siga evolucionando y así obtener una mejora continua para un, mantenimiento eficaz.

NORMATIVIDAD Y REGULACIONES

AERONAUTICAS

Un programa de mantenimiento debe cumplir con las normas establecidas por medio de los organismos responsables de emitirlas, a continuación se detalla la participación de estos.

ONU 

OACI (Organización de Aviación Civil Internacional)

- Establece la política internacional en materia de Aeronavegabilidad
- Se reconocen las normas mínimas de Aeronavegabilidad
- Se acuerda que cada País establecerá su propio código, amplio, y detallado o seleccionará otro establecido por otro estado contratante.

El anexo 8 detalla las normas para definir el nivel mínimo de Aeronavegabilidad.

- Certificación
- Producción
- Mantenimiento de la Aeronavegabilidad

Las autoridades nacionales de aeronáutica civil de cada País, se apegan a la OACI, para emitir sus normas.

En UE es la JAA, en EU es la FAA la que emite las FAR´s, y en México es la DGAC la que emite las NOM´s

¿Qué contiene el FAR 25?:

Estándares para Aeronavegabilidad en Aviones de Transporte

- Performance.
- Control y Maniobrabilidad.
- Protección de relámpagos.
- Ajustes.
- Estabilidad.
- Desplome.
- Maniobras en Vuelo.
- Cargas en Superficies de Control.
- Evaluación de Fatiga en Estructuras.
- Materiales.
- Etc.

El **FAR 25.571** establece lo siguiente:

“La estructura de un aeronave debe de evitar el evento de una falla catastrófica a lo largo de su vida operacional”

El **FAR 25.1309** establece también:

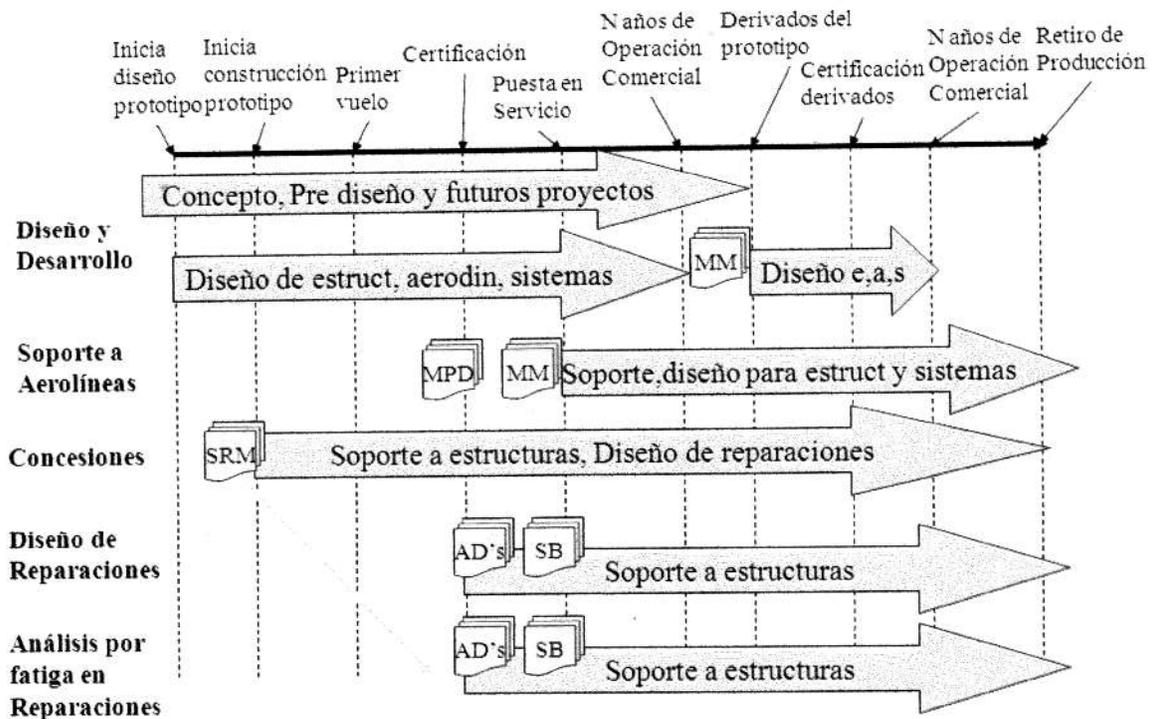
“La ocurrencia de cualquier condición de falla del equipo sistemas e instalaciones de un aeronave que pudiera impedir un vuelo o aterrizaje seguro debiera ser extremadamente improbable”

Para poder tener una dimensión medible del riesgo por hora de vuelo, en 1988 FAA emitió la circular **AC-25-1309-1A** que dice:

Término	Condición de Falla	Efecto en el performance	Probabilidad Cualitativa	Probabilidad Cuantitativa
Extremadamente Improbable	Catastrófica	El vuelo o aterrizaje seguro no puede seguir	No ocurrir en toda la vida operacional de esa flota	Menor o igual a 1×10^{-9}
Improbable	Mayor	Reducción significativa en los márgenes de seguridad	Ocasionalmente en la vida de esa flota	Entre 1×10^{-9} y 1×10^{-5}
Probable	Menor	No hay reducción significativa de la seguridad	Una vez en la vida operacional de la aeronave	Entre 1×10^{-5} y 1×10^{-3}
Frecuente	Alguna molestia	No hay reducción de la seguridad	Varias veces en la vida operacional del aeronave	Entre 1×10^{-3} y 1×10^{-2}
Normal	Ninguna	No hay reducción de la seguridad	Siempre	Menos de 1×10^{-2}

MARCO LEGAL

Ciclo de la vida legal de un Aeronave...



Entonces, para la autoridad aeronáutica la definición de "Aeronavegabilidad" es la siguiente:

Un avión es aeronavegable si cumple con las especificaciones de su certificado tipo (y modificaciones aprobadas), y se encuentra en condiciones seguras de operación.

Los responsables de la aeronavegabilidad de los aviones, son todos los involucrados en el mantenimiento, por ejemplo:

1. Programas de mantenimiento
2. Ingeniería
3. Planeación del mantenimiento
4. Programación y control
5. Control de la producción

El apego a los procedimientos es muy importante porque así se tendrá un pequeño margen de errores.

METODOLOGIA

Las acciones que llevaremos a cabo para lograr los objetivos planteados son las siguientes:

- Investigación sobre las bases de la administración para poder implementar una buena planeación en el programa de mantenimiento.
- Teniendo las bases de la administración nos enfocaremos ahora a conocer los principios y definiciones del mantenimiento y sus respectivas fases.
- Enfocaremos los conocimientos obtenidos en las aeronaves de ala rotativa (helicópteros).
- Se elaborara el programa de mantenimiento del helicóptero B.
- Se implementara la base de datos para el control de componentes, con la cual sabremos los tiempos de remoción de las piezas tanto del helicóptero, como de los componentes del motor

CARACTERISTICAS Y ASPECTOS A EVALUAR

Se tendrá un análisis de resultados al final para lograr medir los avances obtenidos.

Lograr un mantenimiento adecuado para un helicóptero no es una tarea fácil. El marco de trabajo que se da en los aspectos a evaluar depende de la capacidad del programa de mantenimiento.

En nuestro caso se evaluarán las funciones de la administración de equipo, control de órdenes de trabajo, administración de las especialidades de mantenimiento, abastecimiento y control de materiales, informes de desempeño y control de remoción de partes.

PROCEDIMIENTO RECOMENDADO

Para comenzar a utilizar este programa de mantenimiento solo se necesita leerlo y aplicarlo, la explicación de cómo utilizar la base de datos de el control de partes, se dará en el capítulo 3, por lo tanto requerimos que se pase a este para saber utilizar la tabla.

CARACTERISTICAS Y ASPECTOS A EVALUAR

Se tendrá un análisis de resultados al final para lograr medir los avances obtenidos.

Lograr un mantenimiento adecuado para un helicóptero no es una tarea fácil. El marco de trabajo que se da en los aspectos a evaluar depende de la capacidad del programa de mantenimiento.

En nuestro caso se evaluarán las funciones de la administración de equipo, control de órdenes de trabajo, administración de las especialidades de mantenimiento, abastecimiento y control de materiales, informes de desempeño y control de remoción de partes.

PROCEDIMIENTO RECOMENDADO

Para comenzar a utilizar este programa de mantenimiento solo se necesita leerlo y aplicarlo, la explicación de cómo utilizar la base de datos de el control de partes, se dará en el capítulo 3, por lo tanto requerimos que se pase a este para saber utilizar la tabla.

CAPITULO 1

GENERALIDADES DE LA ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO

1.1 PRINCIPIOS DE LA ADMINISTRACIÓN EN EL MANTENIMIENTO DE AERONAVES

El mantenimiento es un sistema integrado que requiere de la administración para lograr sus fines de la manera más adecuada, utilizando la planeación, organización, diseño, ingeniería y control mediante el empleo de técnicas estadísticas y de optimización.

DEFINICIÓN DE LA PLANEACIÓN: Herramienta para hacer realidad el futuro.

- Planear es el proceso de diseñar una serie de tareas que permitirán lograr ciertos objetivos, asignadas a personas responsables de realizarlas conforme a un calendario y contando con ciertos recursos, en un proceso sometido a un sistema de control y evaluación de resultados.
- La planeación nace de un proceso creativo y analítico.
- Está organizada y desarrollada con base en una serie de procedimientos preestablecidos por el mismo que planea, invariablemente presentándose por escrito.
- Es explícita en el sentido de que los participantes saben quién hará qué y cuándo, conociendo los recursos con los que contará y los resultados esperados.

- La planeación trata con el porvenir de las decisiones actuales.
- También observa las posibles alternativas de acción en el futuro, y sus consecuencias probables, como la base para tomar decisiones presentes.
- La esencia de la planeación es identificar sistemáticamente las oportunidades y peligros que afronta la empresa, para diseñar un futuro deseado e identificar las formas de lograrlo.

PERSPECTIVA HISTÓRICA DE LA PLANEACIÓN.

La planeación, como una parte del concepto más general de administración es una función ubicua de todas las sociedades, encontrándose en hogares, iglesias, gobiernos, empresas económicas de todos los pueblos.

Es y siempre ha sido una poderosa herramienta de los líderes. .

Una referencia histórica de hace alrededor de 6,000 mil años se encuentra en el libro de Génesis en la Biblia:

"...Por tanto, es necesario que el faraón se provea de un hombre prudente y sabio, y que lo ponga sobre la tierra de Egipto. Haga esto el faraón: ponga gobernadores sobre el país, que recojan la quinta parte de las cosechas de Egipto en los siete años de la abundancia. Junten toda la provisión de estos buenos años que vienen, recojan el trigo bajo la mano del faraón para mantenimiento de las ciudades y guárdenlo. Y esté aquella provisión en depósito para el país, para los siete años de hambre que habrá en la tierra de Egipto; y el país no perecerá de hambre."

El desarrollo de un sistema de planeación propiamente dicho se establece hasta el año de 1900 por Frederick W. Taylor y su contemporáneo Henry L. Gantt, cuyas aportaciones se basan en los trabajos de Taylor, pero estudiados con una visión más humanística, ya que el primero estaba más interesado en las características técnicas y científicas del trabajo en la industria.

En la época actual el proceso de planeación está basado en poderosas herramientas de creación y administración de proyectos asistidos por computadora; medición de variables como el mercado, el clima o la economía, sistemas distribuidos de manejo de información, simulación cibernética de escenarios, etc.

NATURALEZA Y CONTENIDO DE LA PLANEACIÓN.

La sabiduría es la habilidad de ver con mucha anticipación las consecuencias de las acciones actuales, la voluntad de sacrificar las ganancias a plazo corto a cambio de mayores beneficios a largo plazo y la habilidad de controlar lo que es controlable y de no inquietarse por lo que no lo es.

Por tanto, la esencia de la sabiduría es la preocupación por el futuro. No es el mismo tipo de interés que tienen los videntes, que sólo tratan de predecirlo; el sabio trata de controlarlo.

La planeación es proyectar un futuro deseado y los medios efectivos para conseguirlo. Es un instrumento que usa el hombre sabio; mas cuando lo manejan personas que no lo son, a menudo se convierte en

un ritual incongruente que proporciona por un rato, paz a la conciencia pero no el futuro que se busca.

La planeación es un proceso que se dirige hacia la producción de un estado futuro deseado que no es probable que ocurra a menos que se haga algo al respecto.

Así pues, la planeación se interesa tanto por evitar las acciones incorrectas como por reducir los fracasos en aprovechar las oportunidades.

EL PROCESO CREATIVO EN LA PLANEACIÓN.

La ciencia que se relaciona con la planeación se ha desarrollado rápidamente en época reciente.

No obstante, requiere la misma cantidad de arte que de ciencia.

Por "arte" se refiere a aquellos procesos mentales que crean propuestas de manera intuitiva o creativa; fundada en la experiencia, las propuestas informales, juguetonas y hasta absurdas, que generan gran cantidad de posibilidades que deberán ser posteriormente evaluadas críticamente para extraer las verdaderamente valiosas y practicables.

Las técnicas de "lluvia de ideas" y semejantes son aplicadas con este fin.

LOS COMPONENTES DEL PLAN:

Objetivos: Un objetivo es una situación que se desea en un futuro determinado. Debe ser susceptible de ser definido por escrito, observado y medido

Responsables: Son los encargados de ejecutar el plan. Se benefician al realizarlo correctamente más no necesariamente con los objetivos logrados.

Recursos: Son aquellos elementos requeridos como insumos para la realización del plan: dinero; materiales; labor humana; equipo y maquinaria; métodos y políticas de trabajo y recursos ambientales.

Tareas: Son las acciones específicas en la que se aplican los recursos, de acuerdo a un calendario bien definido para lograr los objetivos .

Calendario: Dado que se busca una situación futura deseable, es una parte importante el establecer cuando se desea alcanzar tal futuro, lo que define además la duración del proyecto.

Las tareas son interdependientes y cada una tiene una duración, por lo que se debe asegurar que se cuente con los recursos suficientes y la organización adecuada para que se ejecuten todas satisfactoriamente y a tiempo. Aquí se aplican técnicas como el diagrama de Gantt o el método de la ruta crítica.

Control: Sin importar qué tan cuidadosamente se planea, durante la ejecución se encontrarán situaciones imprevistas, imponderables, desviaciones, equivocaciones y fallas que producirán resultados diferentes en cierta medida de los deseados. Esa diferencia (llamada error), deberá evaluarse y corregirse según lo requieran los objetivos del proyecto, mediante acciones que corrijan la acción que produjo el error y las consecuencias de éste, en lo posible.

Evaluación: Los objetivos deben tener medida o ponderación, es decir que tienen características objetivas y cuantificables que permiten reconocer el grado de éxito alcanzado.

TECNICAS AUXILIARES DE LA PLANEACION

Se necesitan técnicas cuantitativas para la operación, control y mejora de sistemas de mantenimiento, para ello existen métodos formales auxiliares de la planeación.

1. Diagrama de Gantt.

Es la representación simbólica o pictórica de un procedimiento administrativo.

- Se elabora una lista de actividades que intervienen en el proyecto, las cuales se relacionan y ordenan de acuerdo con su ejecución.

- Se establece en forma horizontal una escala de tiempos representada en años, meses, semanas, días, horas, etc., según sean las necesidades.
- Se estima la duración de cada actividad.
- Se representa la duración estimada de cada actividad con una barra horizontal, cuya longitud obedecerá a la duración establecida de acuerdo con la escala horizontal.
- Las dependencias fin-inicio se representan alineando el final del bloque de la tarea predecesora con el inicio del bloque de la tarea dependiente.
- El control se realiza por la simple comparación de las barras con una fecha determinada. La gráfica de Gantt muestra una magnitud de tiempo y de trabajo que debe ejecutarse en ese tiempo .

2. Método de la ruta crítica.

El CPM (por sus siglas en inglés), es una técnica de planeación y control de proyectos desarrollados por la Navy Special Projects, diseñado para proyectos con muchas actividades donde es imperativa la terminación a tiempo.

- Se determinan las actividades (tareas que requiere el proyecto).

- Se establecen los eventos (principio y terminación de cada actividad).
- Se dibuja la red CPM (el diagrama de las actividades incluidas en el proyecto ordenado por eventos).
- Se analizan las rutas y trayectorias a través de la red, determinando la longitud de cada trayectoria (tiempo requerido para completarla), e identificando la ruta crítica (trayectoria más larga de la red), que indica el tiempo requerido para la terminación del proyecto.
- Se calcula la terminación más temprana (EF) de cada una de las actividades.
- Se calcula la terminación más tardía (LF) de cada una de las actividades y se calcula la holgura de cada actividad.
- Se calcula el inicio más temprano (ES) y el inicio más tardío (LS) de cada actividad.

Desventaja del método de la Ruta Crítica: El método de la ruta crítica presupone una duración fija de cada actividad, por lo que cualquier cambio de duración en la ejecución puede provocar cambios no previstos en la duración real del proyecto.

3. PERT (Performance Evaluation and Review Technique).

El método PERT, en cambio, trabaja con duraciones variables (probabilísticas) de actividad, para estimar una duración probable del proyecto.

- Para cada actividad se establecen tres estimaciones de tiempo: tiempo optimista (TO), tiempo probable (TM) y tiempo pesimista (TP).
- Se calcula el tiempo estimado de duración de la actividad (te) como: $TE = (TO + 4TM + TP)/6$.
- Por cada actividad se calcula una varianza $VT = [(-)/6]^2$
- Las estimaciones permiten el desarrollo de una duración promedio y varianza.

A continuación se presentan los componentes de un sistema de mantenimiento que necesitan planearse, organizarse y optimizarse a fin de incrementar sus salidas y lograr la mejor utilización de los recursos.

ACTIVIDADES DE PLANEACIÓN

Las actividades de planeación generalmente incluyen las siguientes:

- Filosofía del mantenimiento
- Pronostico de la carga de mantenimiento
- Capacidad de mantenimiento
- Organización del mantenimiento
- Programación del mantenimiento

En seguida se hace una descripción de cada una de estas actividades:

FILOSOFIA DEL MANTENIMIENTO

La filosofía de mantenimiento de una planta es básicamente la de tener un nivel mínimo de personal de mantenimiento que sea consistente con la optimización de la producción y la disponibilidad de la planta, sin que se comprometa la seguridad. Para lograr esta filosofía, las siguientes estrategias pueden desempeñar un papel eficaz si se aplican en la combinación y forma correctas:

- Mantenimiento correctivo o por fallas
- Mantenimiento preventivo
- Con base en el tiempo o en el uso
- Con base en las condiciones
- Mantenimiento de oportunidad
- Detección de fallas
- Modificación del diseño
- Reparación general
- Reemplazo

Cada una de las estrategias de mantenimiento tiene una función en la operación de la planta. Es la mezcla óptima de estas estrategias la que da por resultado la filosofía de mantenimiento más eficaz. El tamaño de la planta y su nivel de operación planeado, junto con la estrategia de mantenimiento aplicable pueden ayudar a estimar la carga de mantenimiento o las salidas deseadas del sistema de mantenimiento.

El siguiente diagrama resume las estrategias de mantenimiento.



PRONOSTICO DE LA CARGA DE MANTENIMIENTO

Este pronóstico es el proceso mediante el cual se predice la carga de mantenimiento, la cual varía de acuerdo a cada empresa aérea, entre otros factores, puede ser una función de la edad del equipo, el nivel de su uso, la calidad del mantenimiento, factores climáticos y las destrezas de los trabajadores de mantenimiento. El pronóstico de la carga de mantenimiento es esencial para alcanzar un nivel deseado de eficacia y utilización de los recursos, y sin este, muchas de las funciones de mantenimiento no pueden realizarse bien. En la siguiente figura se muestra el papel que desempeña este tipo de pronóstico en un sistema de mantenimiento.

PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL MANTENIMIENTO

Determina los recursos necesarios para satisfacer la demanda de trabajo de mantenimiento. Estos recursos incluyen la mano de obra, materiales, refacciones, equipo y herramientas. Entre los aspectos fundamentales de la capacidad de mantenimiento se incluyen la cantidad de trabajadores de mantenimiento y sus habilidades las herramientas requeridas para el mantenimiento etc. Debido a que la carga de mantenimiento es una variable aleatoria, no se puede determinar el número exacto de los diversos tipos de técnicos. Por lo tanto, sin pronósticos razonablemente exactos de la demanda futura de trabajo de mantenimiento no sería posible realizar una planeación adecuada de la capacidad a largo plazo. Para utilizar mejor sus recursos de mano de obra las organizaciones tienden a emplear una menor cantidad de técnicos de la que han anticipado lo cual probablemente dará por resultado una acumulación de trabajos de mantenimiento pendientes. Estos pueden complicarse haciendo que los trabajadores existentes laboren tiempo extra o buscando ayuda exterior de contratistas. Los trabajos pendientes también pueden desahogarse cuando la carga de mantenimiento es menor que la capacidad. Esta es realmente la principal razón de mantener una reserva de trabajos pendientes. La estimación a largo plazo es una de las áreas críticas de la planeación de la capacidad de mantenimiento pero que aun no ha sido bien desarrollada.

PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Es el proceso de asignación de recursos y personal para los trabajos que tienen que realizarse en ciertos momentos. Es necesario asegurar que los trabajadores, las piezas y los materiales requeridos estén disponibles antes de poder programar una tarea de mantenimiento.

El equipo crítico de una planta se refiere al equipo cuya falla detendrá el proceso de producción o pondrá en riesgo vidas humanas o la seguridad. El trabajo de mantenimiento para estos equipos se maneja bajo prioridades y es atendido antes de emprender cualquier otro trabajo. La ocurrencia de tales trabajos no puede predecirse con certeza, de modo que los programas para el mantenimiento planeado en estos casos tienen que ser revisados. La eficacia de un sistema de mantenimiento influye mucho el programa de mantenimiento que se haya desarrollado y su capacidad para adaptarse a los cambios. Un alto nivel de eficacia en el programa de mantenimiento es señal de un alto nivel de eficacia en el propio mantenimiento.

ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Dependiendo de la carga de mantenimiento el tamaño de la empresa la destreza de los trabajadores, etc. El mantenimiento se puede organizar por departamentos, por área o en forma centralizada. Cada tipo de organización tiene sus pros y sus contras, en las organizaciones grandes la descentralización de la función de mantenimiento puede producir un tiempo de respuesta más rápido y lograr que los trabajadores se familiaricen más con los problemas de una selección particular de la empresa aérea, sin embargo la creación de un número de pequeñas

unidades tiende a reducir la flexibilidad el sistema de mantenimiento como un todo. La gama de habilidades disponibles se reduce y la utilización de la mano de obra es generalmente menor que en una unidad de mantenimiento centralizada. En algunos casos, puede implantarse una solución de compromiso denominada sistema en cascada.

ACTIVIDADES DE ORGANIZACION

La organización de un sistema de mantenimiento incluye lo siguiente:

1. Diseño del trabajo
2. Estándares de tiempo
3. Administración de proyectos

Se sabe que los sistemas de mantenimiento se ponen en movimientos por las órdenes de trabajo, que generalmente son emitidas por los departamentos de producción. Estas órdenes de trabajo describen el trabajo, su ubicación, las habilidades requeridas y la prioridad del trabajo.

DISEÑO DEL TRABAJO

En el diseño del trabajo, en lo que se refiere al mantenimiento, comprende el contenido de trabajo de cada tarea y determina el método que se va a utilizar, las herramientas especiales necesarias y los trabajadores calificados requeridos.

ESTANDARES DE TIEMPO

Una vez que la tarea de mantenimiento ha pasado por la etapa de diseño, es básico estimar el tiempo necesario para completar el trabajo. Los estándares de tiempo realistas representan un elemento muy valioso para vigilar e incrementar la eficacia de los trabajadores, de esta forma, reducir al mínimo el tiempo muerto de la planta.

Deben hacerse los esfuerzos necesarios para desarrollar estándares de tiempo para estos trabajos que consumen mucho tiempo.

ADMINISTRACION DE PROYECTOS

La administración de proyectos implica el desarrollo de redes de actividades y luego el empleo de técnicas como el método de la ruta crítica (CPM) o la técnica de evaluación y revisión de programas (PERT), que mencionamos de que se trata cada una de estas técnicas anteriormente.

Una vez que se ha desarrollado la red, que incluye una descomposición de trabajos, secuencia de los mismos, estimaciones de tiempo para cada actividad, etc., puede utilizarse una computadora para programar las actividades y determinar la mejor optimización de los recursos.

ACTIVIDADES DE CONTROL

El control es una parte esencial de la administración científica. El control tal como se aplica a un sistema de mantenimiento, incluye lo siguiente:

1. Control de trabajos
2. Control de inventarios
3. Control de costos
4. Control de calidad

CONTROL DE TRABAJOS

El sistema de mantenimiento se pone en movimiento por la demanda de trabajos de mantenimiento. En la carga de trabajo de ese tipo influye sobre todo la filosofía del mantenimiento. La administración y el control del trabajo de mantenimiento son esenciales para lograr los trabajos establecidos. El sistema de órdenes de trabajo es la herramienta que se utiliza para controlar el trabajo de mantenimiento. Una orden de trabajo bien diseñada, con un adecuado sistema de informes es el corazón del sistema de mantenimiento.

CONTROL DE INVENTARIOS

Con anterioridad se afirmó que para la programación del trabajo de mantenimiento es esencial asegurar que se cuente con las refacciones y los materiales requeridos. Es físicamente imposible y económicamente impráctico que cada refacción llegue de manera exacta cuando se necesita y donde se necesita. Por esas razones se mantienen inventarios. El control de inventarios es la técnica de mantener

refacciones y materiales en los niveles deseados. Es esencial mantener un nivel óptimo de refacciones que disminuya el costo de tener el artículo en existencia y el costo en que se incurre si las refacciones no están disponibles. También proporciona la información requerida para cerciorarse de la disponibilidad de las refacciones requeridas para el trabajo de mantenimiento. Si no están disponibles las refacciones se deben tomar medidas para lograr su abastecimiento e informar al departamento de programación acerca de cuándo estarán disponibles las refacciones.

CONTROL DE COSTOS

El costo del mantenimiento tiene muchos componentes, incluyendo el mantenimiento directo, la producción perdida, la degradación del equipo, los respaldos y los costos de mantenimiento excesivos. El control de los costos de mantenimiento es una función de la filosofía del mantenimiento, el patrón de operación, el tipo de sistema y los procedimientos y las normas adoptadas por la organización. Es un componente importante en el ciclo de vida de toda aeronave.

El control de costos del mantenimiento organiza todos los costos del mantenimiento, logrando al mismo tiempo todos los objetivos que se ha fijado la organización, como la disponibilidad de los aviones en vuelo,, "porcentaje de calidad" y otras medidas de eficiencia y eficacia. La reducción y el control de costos se utilizan como una ventaja competitiva en el suministro de productos y servicios.

CONTROL DE CALIDAD

En un proceso de producción, la calidad de las salidas puede ser considerada como "aptitud para su uso", y "hacerlo bien desde la primera vez". El control de la calidad se ejerce midiendo los atributos del producto o servicio, y comparando estos con las especificaciones del producto o el servicio, respectivamente. El mantenimiento también puede verse como un proceso y la calidad de sus salidas debe ser controlada.

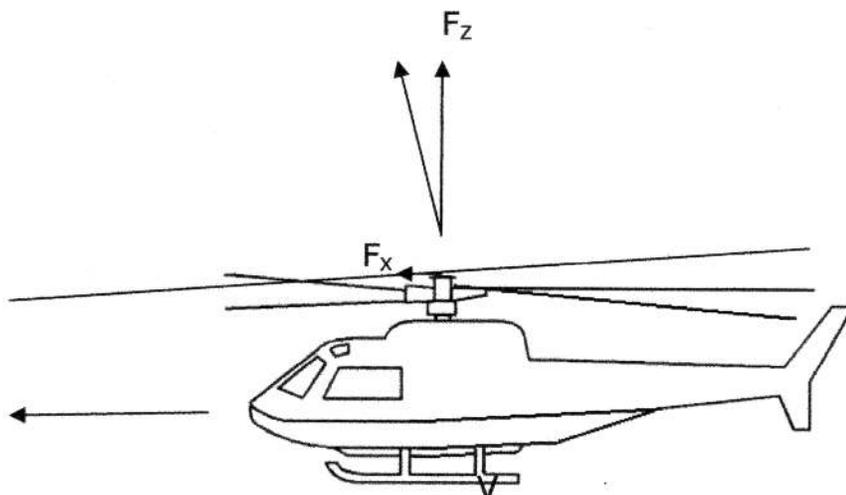
En el caso del trabajo de mantenimiento, es esencial "hacerlo bien la primera vez". La calidad puede evaluarse como el porcentaje de trabajos de mantenimiento aceptados de acuerdo a la norma adoptada por la organización que en este caso es de acuerdo a la FAA. Una alta calidad se asegura verificando los trabajos de mantenimiento crítico o mediante la supervisión del mantenimiento.

1.3 INTRODUCCION A LAS AERONAVES DE ALA ROTATIVA

BREVES NOCIONES DE AERODINAMICA

Sabemos que la sustentación de los aparatos más pesados que el aire es posible gracias a la circulación de un fluido incidiendo sobre superficies perfiladas llamadas alas. En los aviones se logra esta velocidad por una hélice o un turboreactor que propulsa el aparato a la velocidad V .

En un helicóptero se logra la velocidad V por la rotación del rotor que es accionado por un motor a la velocidad U , generando una fuerza ascensional F_N perpendicular al plano de rotación. Este mismo a la vez que asegura la sustentación, también asegura la propulsión. Para ello es necesario que sea inclinado al plano de rotación. En ese momento, la fuerza F_N se descompone en dos fuerzas, una es horizontal F_x y una vertical F_z .



Fuerzas de sustentación y tracción en un helicóptero

DIFERENTES COMBINACIONES DE GIROAVIONES

Se designa el nombre de giro avión a todo aerodino del cual la sustentación está asegurada por una o varias hélices de eje vertical de gran diámetro, complementando en general, de un comando de paso cíclico.

Dentro de la familia de los giroaviones, se distinguen los siguientes:

- El autogiro
- El combinado o helicóptero mixto
- El convertible o convertiplano
- El helicóptero

A continuación solo nos enfocaremos a estudiar los elementos de un helicóptero.

EL HELICOPTERO

El helicóptero es un caso particular de una clase general de aparatos llamados giroaviones.

Este es capaz de realizar vuelo estacionario para despegar y aterrizar verticalmente, puede desplazarse en cualquier dirección, gracias a la posibilidad de inclinar su rotor en referencia a su eje de rotación.

La potencia suministrada al rotor permiten crear un levantamiento rotórico F_N sensiblemente perpendicular al disco rotor. Su componente

vertical equilibra el peso mg del aparato mientras que su componente horizontal equilibra las fuerzas de resistencia al avance de la maquina.

Los helicópteros, dependiendo de la configuración del o los rotores, pueden clasificarse como:

- Rotor principal/Rotor de cola (un solo Rotor principal)
- Tandem (Doble rotor Principal)
- Lado a Lado (Doble rotor Principal)
- Coaxial (Doble rotor Principal)
- Sincrocóptero
- Helicóptero con puntas propulsivas

Partes de un Helicóptero

1. Tren de aterrizaje tipo patín (Skid)
2. Tubo Pitot
3. Mástil del Rotor Principal (Mast)
4. Núcleo del Rotor Principal (Hub)
5. Pala (Blade)
6. Estabilizador Horizontal de Perfil invertido
7. Estabilizador o aleta vertical
8. Rotor de Cola (Tail Rotor)
9. Patín de Cola para protección del rotor de cola
10. Botalón de Cola (Tail Boom)

Los órganos principales de un helicóptero son:

- Los rotores
- La planta motriz y los conjuntos mecánicos
- La estructura
- Los sistemas

Los rotores

Un rotor de eje prácticamente vertical y de gran diámetro asegura, como se ha dicho, la sustentación y la propulsión.

Esta constituido de un cierto número de palas (de 1 a 8), que pueden ser considerados como alas de gran alargamiento. Estas palas se encuentran unidas a una parte central llamado núcleo.

La motorización y los conjuntos mecánicos

El o los motores proporcionan la potencia mecánica a los rotores principal y de cola, así como a los órganos anexos. Se trata en general de motores a turbina (solo los helicópteros muy ligeros utilizan motores a pistón). Los turbomotores actuales son de turbina libre, es decir que la potencia transmitida al rotor no se encuentra acoplada mecánicamente sino termodinámicamente, si se permite llamársele así.

La velocidad de rotación a la salida de una turbina es superior a 20000 rev/min mientras que la rotación del rotor principal es del orden de 200 a 250 rev/min.

La transmisión de la potencia de la turbina a los rotores hace necesario introducir un reductor llamado caja de transmisión principal o más comúnmente transmisión, teniendo diferentes etapas de reducción (trenes cónicos, rectos o de etapas epicicloidales).

Entre los conjuntos mecánicos se puede igualmente citar:

- El embrague que permite la transmisión de potencia.
- La rueda libre permitiendo la rotación de los rotores sin acoplamiento al motor (caso de paro de motor o auto rotación).
- El freno rotor permitiendo el paro rápido del rotor principal y del rotor de cola después del aterrizaje
- La mecánica trasera que conforma el árbol de transmisión, la caja de transmisión intermedia, la caja de transmisión trasera, asegurando la reducción y la inclinación para el acoplamiento del rotor trasero.

La estructura se compone esencialmente del fuselaje que comprende:

- La cabina
- La estructura central sobre la cual se encuentran los conjuntos mecánicos
- El botalón
- El tren de aterrizaje

CAPITULO 2

EL MANTENIMIENTO EN HELICOPTEROS

2.1 GENERALIDADES Y DEFINICIONES DEL MANTENIMIENTO

Programa de Mantenimiento.

Documento en el que el poseedor de la aeronave indica la forma en que cumple con los términos del certificado de aeronavegabilidad de la aeronave para mantenerla en condición aeronavegable, y a través del cual debe asegurar que la aeronave es mantenida por una organización calificada con personal capacitado, y talleres, equipo e instalaciones adecuadas. Dicha organización debe contar con manuales de mantenimiento, registros y procedimientos referentes a capacitación, inspección y liberación de la aeronave, apropiada

El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene en, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas. Un sistema eficaz de operación y control del mantenimiento es la columna vertebral de la buena administración del mantenimiento de aeronaves.

Un sistema es un conjunto de componentes que trabajan de manera combinada hacia un objetivo en común. El mantenimiento puede ser considerado como un sistema con un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con los sistemas de producción.

Los sistemas de producción generalmente se ocupan de convertir entradas o insumos, como materia prima, mano de obra y procesos, en

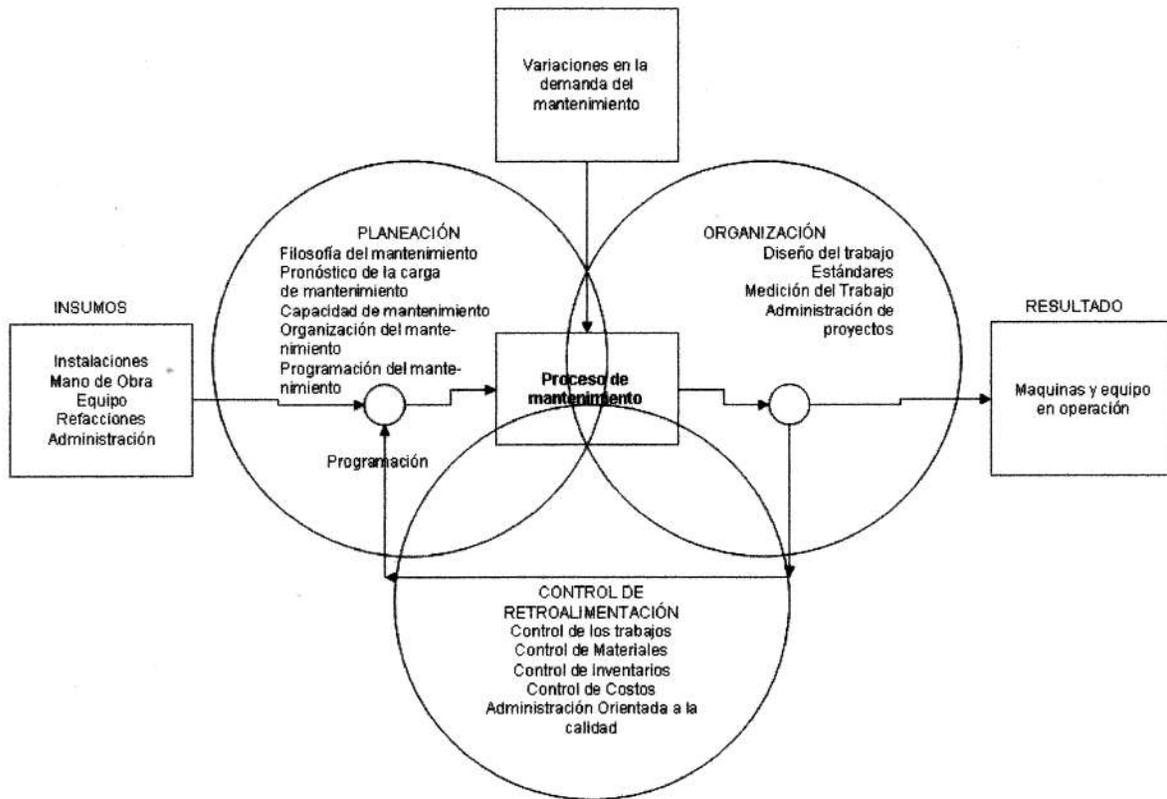
productos que satisfacen las necesidades de los clientes. La principal salida de un sistema de producción son los productos terminados; una salida secundaria es la falla de el equipo y enseguida genera una demanda de mantenimiento.

El sistema de mantenimiento toma esto como entrada y le agrega el conocimiento experto, mano de obra y refacciones, y produce un equipo en buenas condiciones que ofrece una capacidad de producción.

El mantenimiento como sistema tiene una función clave en el logro de las metas y objetivos de una empresa aérea, contribuye a reducir los costos, minimizar el tiempo muerto, mejorar la calidad, incrementar la productividad, contar con una flota confiable y segura, para lograr la entrega oportuna a los clientes.

Un sistema de mantenimiento se puede ver como un modelo de entrada-salida.

En la siguiente figura se muestra un sistema típico de mantenimiento, con las actividades necesarias para hacer que este sistema, sea funcional, a saber, planeación, organización y control.



Cuando los gerentes o ingenieros de mantenimiento planifican, diseñan, organizan, programan y controlan el sistema de mantenimiento, con toda seguridad encontrarán muchos problemas y deberán tomar muchas decisiones. A menudo se pueden simplificar estos problemas empleando modelos apropiados que presenten al mantenimiento como un sistema integrado para que se den soluciones óptimas.

TERMINOLOGIA DEL MANTENIMIENTO

A continuación se definen algunos términos que se emplean comúnmente en la administración del mantenimiento.

Descompostura: Falla que da por resultado la falta de disponibilidad del equipo.

Desperfecto: Una desviación inesperada con respecto a los requerimientos y que justifica una acción correctiva.

Disponibilidad: La capacidad del equipo para llevar a cabo con éxito la función requerida en un momento específico o durante un periodo de tiempo específico.

Especificación del trabajo: Un documento que describe la forma en que se debe realizar el trabajo. Puede definir materiales, herramientas, estándares de tiempo y procedimientos.

Existencia de refacciones: Piezas que están disponibles con fines de, mantenimiento o para reemplazo de piezas defectuosas.

Factibilidad del mantenimiento: La capacidad del equipo, bajo condiciones establecidas de uso, para conservarse o ser reparado y que quede en un estado en el que se pueda realizar la función requerida, cuando el mantenimiento se realiza bajo condiciones establecidas empleando procedimientos y recursos prescritos.

Falla: La terminación de la capacidad del equipo para realizar la función requerida.

Historia del mantenimiento: Un registro histórico que muestra la reparación, refacciones, etc., que se emplea para ayudar a la planeación del mantenimiento.

Inspección: El proceso de medir, examinar, probar, calibrar o detectar de alguna otra forma cualquier desviación con respecto a las especificaciones.

Interrupción forzada: Interrupción debida al paro no programado de un equipo.

Mantenimiento: La combinación de todas las acciones técnicas y acciones asociadas mediante las cuales un equipo se conserva o repara para que pueda realizar sus funciones específicas.

Mantenimiento basado en las condiciones: El mantenimiento preventivo que se inicia como resultado del conocimiento de la condición del equipo observada mediante el monitoreo de rutina o continuo.

Mantenimiento correctivo: El mantenimiento que lleva acabo después de que ocurre una falla y que pretende restablecer el equipo a un estado en el que se puede realizar la función requerida.

Mantenimiento de emergencia: El mantenimiento requerido para evitar consecuencias serias, como pérdida del tiempo de producción y condiciones inseguras.

Mantenimiento de operación: Mantenimiento que puede realizarse mientras que el equipo está en servicio.

Mantenimiento en paro: Mantenimiento que solo puede realizarse cuando el equipo está fuera de servicio.

Mantenimiento planeado: El mantenimiento organizado y realizado con premeditación, control y el uso de registros para cumplir con un plan determinado.

Mantenimiento preventivo: El mantenimiento realizado a intervalos predeterminados o con la intención de minimizar la probabilidad de falla o la degradación del funcionamiento del equipo.

Mantenimiento programado: El mantenimiento preventivo realizado a intervalo de tiempo predeterminado o después de un cierto número de operaciones, kilometraje, etc.

Monitoreo de las condiciones: La medición continua y periódica y la medición de los datos para inferir la condición del equipo a fin de determinar si necesita mantenimiento.

Orden de trabajo: Una instrucción por escrito que especifica el trabajo que debe realizarse, incluyendo detalles sobre refacciones, requerimientos de personal, etc.

Programa de mantenimiento: Una lista completa de piezas (equipo) y las tareas de mantenimiento requeridas, incluyendo los intervalos con que debe realizarse el mantenimiento.

Renovación: Trabajo extenso con la intención de que el equipo alcance condiciones funcionales aceptables, que frecuentemente implica mejoras.

Reparación: El restablecimiento de un equipo a una condición aceptable mediante la renovación, reemplazo o reparación general de piezas dañadas o desgastadas.

Reparación general: Un examen completo y restablecimiento del equipo, o de una parte importante del mismo, a una condición aceptable.

Requisición de trabajo: Un documento en el que se solicita la realización de un trabajo.

Restablecimiento: Acciones de mantenimiento con la intención de regresar el equipo a sus condiciones originales.

Retroalimentación: Un informe del éxito o fracaso de una acción para alcanzar los objetivos deseados, que puede ser utilizada para mejorar un proceso.

OPERACIONES Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO

Un sistema eficaz de operación y control del mantenimiento es la columna vertebral de una sólida administración del mantenimiento.

El control del mantenimiento significa coordinar la demanda de mantenimiento y los recursos disponibles para alcanzar un nivel deseado de eficacia y eficiencia. Un sistema eficaz de operación y control y control debe incorporar todas las siguientes características:

1. Demanda de mantenimiento, es decir que trabajo tiene que hacerse y cuando.
2. Recursos de mantenimiento, es decir, quien hará el trabajo y que materiales y herramientas se necesitan.
3. Procedimientos y medios para coordinar, programar, despachar y ejecutar el trabajo.
4. Normas de rendimiento y calidad, es decir cuánto tiempo se requiere para hacer un trabajo y las especificaciones aceptables.
5. Retroalimentación, monitoreo y control, es decir, el sistema debe generar información y reportes para el control del costo de calidad y condición de la planta; también es esencial un mecanismo de recopilación de datos y un seguimiento regular para la retroalimentación y el control.

El sistema de órdenes de trabajo es el vehículo para planear y controlar el trabajo de mantenimiento. También proporciona la información necesaria para vigilar e informar sobre el trabajo de mantenimiento. Una meta clara y procedimientos específicos son esenciales para la implantación del sistema de ordenes de trabajo y el control de las actividades del mantenimiento.

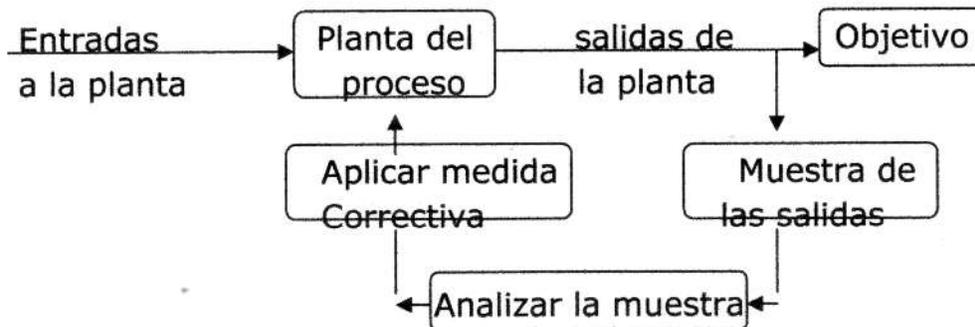
Al estudiar los sistemas de operación y control del mantenimiento, encontraremos las formas y procedimientos necesarios para las operaciones y la realización de las funciones del mantenimiento así como el control de esas operaciones.

CICLO DE CONTROL DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento puede verse como un proceso y, en consecuencia, una función para el control del mantenimiento puede aplicar los conceptos desarrollados en el control automático de procesos para mejorar la eficacia de las maquinas. El control automático de procesos es un ciclo continuo que consta de:

- Muestreo de las salidas de la planta
- Análisis de la muestra
- Aplicación de la acción correctiva si es necesario

La siguiente figura nos muestra un ciclo sencillo de control.



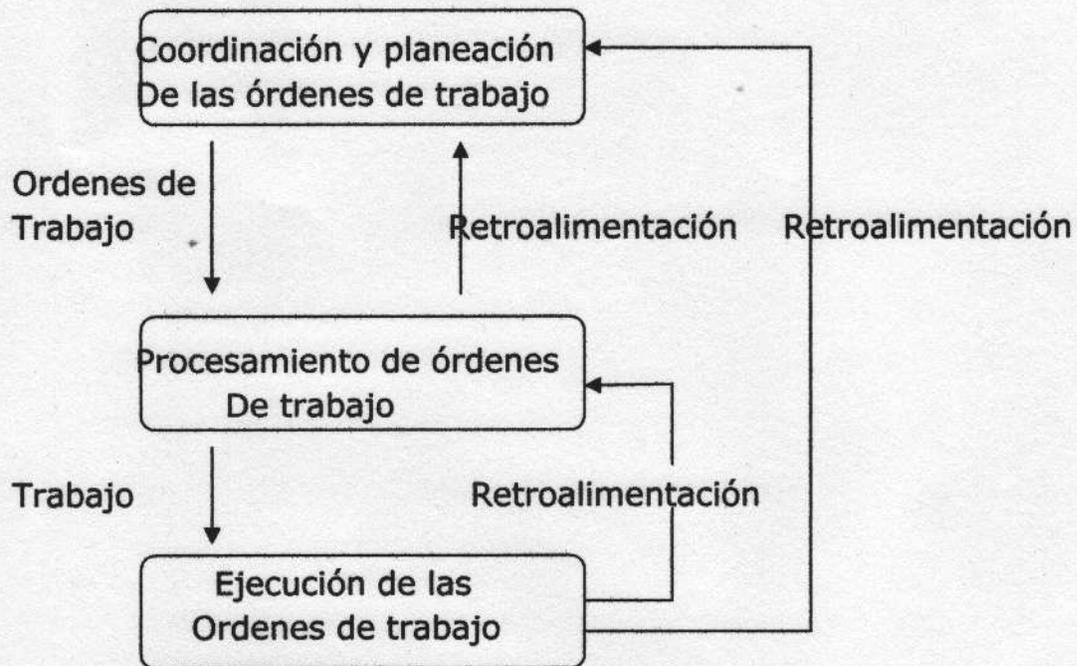
ESTRUCTURA DEL CONTROL DE MANTENIMIENTO

El control del mantenimiento comprende las siguientes importantes funciones:

1. Coordinación y planeación de las ordenes de trabajo
2. Procesamiento de las ordenes de trabajo
3. Retroalimentación de información y acción correctiva

La coordinación y planeación de las órdenes de trabajo se encarga de satisfacer la demanda de mantenimiento, cumpliendo al mismo tiempo los requerimientos de producción (servicio) y las capacidades de los recursos de mantenimiento. El procesamiento de las órdenes de trabajo consiste en la liberación de órdenes, la programación y el despacho del trabajo. La función de retroalimentación y control se ocupa esencialmente de la recopilación de información y la toma de decisiones para alcanzar las metas y los objetivos establecidos.

En la siguiente figura podemos apreciar la estructura del control de mantenimiento.



DISEÑO EFICAZ DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

En Esta sección se describirán seis diseños de programa de mantenimiento. Estos programas ofrecen acertados cursos de acción que pueden ser adoptados en el ciclo de control del mantenimiento. Los objetivos de estos programas son los de mejorar la disponibilidad de la planta, reducir los costos y mejorar la confiabilidad del equipo y la calidad del producto. Estos programas son los siguientes:

1. Mantenimiento planeado
2. Manejo del mantenimiento de emergencia
3. Mejora de la confiabilidad
4. Programa de administración del equipo
5. Reducción de costos
6. Capacitación y motivación a los empleados
- 7.

MANTENIMIENTO PLANEADO

El mantenimiento planeado es un esfuerzo integrado para convertir la mayor parte del trabajo de mantenimiento en mantenimiento programado. El mantenimiento planeado es el trabajo que se identifica mediante el mantenimiento preventivo y predictivo. Incluye la inspección y el servicio de trabajos que ese realiza en términos recurrentes específicos. También incluye el mantenimiento con base en las condiciones.

En el mantenimiento planeado todas las actividades se planean previamente. Esto incluye la planeación y abastecimiento de materiales. La planeación de los materiales permite una programación mas confiable, además de los ahorros de costos en la entrega y pedidos de materiales. Asi mismo los trabajos se programan cuando no afecten los programas de entregas y de producción. Los ahorros con la introducción del mantenimiento planeado son significativos en términos de la reducción del tiempo muerto y de los costos de los materiales. El mantenimiento planeado ofrece un enfoque acertado para mejorar el mantenimiento y cumplir con los objetivos establecidos.

MANTENIMIENTO DE EMERGENCIA

El mantenimiento de emergencia se refiere a cualquier trabajo no planeado que deberá empezarse el mismo día. El mantenimiento de emergencia, por su naturaleza permite muy poco tiempo para su planeación. Se debe reducir al mínimo la cantidad de mantenimiento de emergencia y no deberá exceder el 10% del trabajo total de mantenimiento. El departamento de mantenimiento debe tener una política clara para el manejo del mantenimiento de emergencia. A continuación se presentan dos tipos de posibilidades para el manejo de mantenimiento de emergencia:

1. Introducir el mantenimiento de emergencia en el programa regular y luego escoger los trabajos pendientes con tiempo extra, trabajadores temporales o mantenimiento de contrato. Es una práctica aceptable en la industria no exceder del 10% al

15% de capacidad de carga para el mantenimiento de emergencia.

2. Estimar la cantidad de mantenimiento de emergencia y asignar trabajadores hábiles y dedicados para la orden de trabajo de ese tipo.

En la mayoría de las plantas se adopta el primer método debido a que se espera que de por resultado una mayor utilización de la fuerza laboral; sin embargo el segundo ofrece la capacidad de responder con rapidez. Es necesario, tan pronto como se haya empezado el trabajo y sea posible estimar la cantidad de reparación necesaria para el trabajo de emergencia, planear el resto del trabajo con base en la información disponible.

MEJORA DE LA CONFIABILIDAD

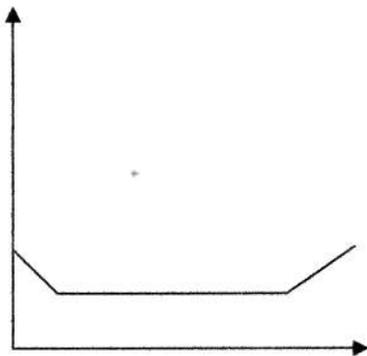
Un programa de mejora de la confiabilidad ofrece una alternativa inteligente para mejorar la función de mantenimiento, se debe mantener archivos históricos de los equipos críticos e importantes, y hacer estimaciones del tiempo medio entre fallas (TMEF). La frecuencia del mantenimiento de emergencia es una función de la tasa de fallas del equipo. Puede calcularse para un periodo de operación de n horas, durante las cuales habrá n/TMEF acciones de mantenimiento de emergencia. Entre mayor sea el TMEF, menor será el número de incidentes de mantenimiento de emergencia.

Otro método que mejora la confiabilidad del equipo y optimiza las operaciones del mantenimiento es un programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC). En el MCC, el programa de mantenimiento se desarrolla bajo el concepto de restablecer la función del equipo más que de llevar al equipo a una condición ideal. El MCC ha sido aplicado con éxito en la industria de la aviación comercial y en plantas generadoras de energía.

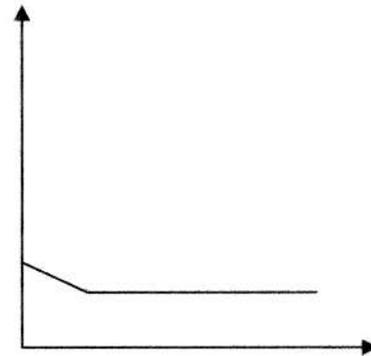
El mantenimiento centrado en la confiabilidad MCC, fue desarrollado por la industria de aviación civil de Estados Unidos. La Federal Aviation Administration (FAA), comisiono a la empresa United airlines para emprender un estudio de la eficacia de las reparaciones generales, basadas en el tiempo, de componentes complejos en los sistemas de los equipos de las aeronaves civiles.

Existía la creencia de que estas reparaciones generales basadas en el tiempo no contribuían mucho para reducir la frecuencia de fallas y no eran económicas. Este estudio se llevo a cabo en el momento en el que se estaban diseñando aeronaves de cuerpo amplio y la complejidad de los sistemas de los equipos, había crecido dramáticamente con respecto a los diseños anteriores, la conclusión clave fue que las reparaciones generales , basadas en el tiempo , de equipos complejos no afectaba de manera significativa , ni positiva ni negativamente, la frecuencia de las fallas. En algunos equipos, en realidad la frecuencia de las fallas era mayor inmediatamente después de una reparación general. Este estudio demostró que la probabilidad condicional de falla denominada "tina de baño", contra la curva de edad era solo una de las seis patrones de fallas. El patrón de fallas más común en los equipos complejos es aquel que muestra una elevada mortalidad infantil", es decir la máxima

probabilidad de falla ocurre los primeros periodos de edad del equipo, luego disminuye hasta una tasa constante de fallas, como se describe en la figura.



Curva de la tina de baño



Curva más común

Probabilidad condicional de la falla contra la edad del equipo

Las reparaciones generales programadas, basadas en el tiempo, "restablecen" la edad de nuevo a cero, incrementando de esta forma la probabilidad de falla. Durante la mayor parte de la vida del equipo complejo, las fallas están relacionadas con eventos aleatorios, como cargas de choque, sobre voltajes, prácticas incorrectas de lubricación, operación inadecuada, etc. Estos eventos aleatorios provocan un deterioro acelerado del funcionamiento del equipo, el cual a menudo puede monitorearse empleando técnicas de mantenimiento preventivo basado en las condiciones.

El mantenimiento centrado en la confiabilidad es una metodología lógica derivada de esta investigación en el sector de aviación, y hace uso de la herramienta del análisis de modo de falla, efecto y grado crítico (FMECA)

Su metodología sigue una serie de pasos:

1. Seleccione los sistemas del equipo que sean más importantes para la planta, la instalación, la flotilla o algún otro activo.
2. Defina el rendimiento o función esperada de este equipo y, por lo tanto lo que constituye una falla funcional.
3. Identifique las causas fundamentales de la falla funcional.
4. Determine el efecto, para estas causas, en una secuencia de eventos en términos de seguridad, ambiente, producción, o si es un efecto oculto.
5. Calcular el grado crítico del efecto de esa falla
6. Emplear un diagrama lógico, para seleccionar la táctica de mantenimiento más apropiada para prevenir la falla.
7. Determinar la acción específica que prevenga la falla funcional y su frecuencia de programación, con base en un análisis de la historia del equipo o mediante la experiencia de expertos apropiados.
8. Si no existe una tarea preventiva que sea apropiada, determine si puede operarse hasta que se presente la falla, si se justifica un rediseño, o si existe una prueba que pueda realizarse para determinar la falla.

El mantenimiento centrado en la confiabilidad asegura que se emprendan acciones correctas de mantenimiento preventivo o predictivo y elimina aquellas tareas que no producen ningún impacto en la frecuencia de fallas. Debido al enfoque riguroso para definir sus funciones, normas, mecanismo de falla, efectos y grado crítico, el sistema del equipo que está bajo revisión se entiende mucho mejor que

antes de la revisión. el resultado de cada estudio del MCC, del sistema de un equipo es una lista de acciones de mantenimiento , programas y responsabilidades. Estas a su vez, dan por resultado una mejor disponibilidad, confiabilidad y rendimiento operativo del equipo y eficacia en costos. Aun cuando el MCC favorece las tácticas del mantenimiento centrado en las condiciones, si la falla no da motivo a una preocupación en cuanto a la seguridad y no se tiene un impacto económicamente significativo en la producción, una de las opciones presentadas en el árbol lógico del MCC es operar el equipo hasta que falle (es decir, no hay mantenimiento programado).

PROGRAMA DE ADMINISTRACION DE EQUIPO

El mantenimiento productivo total (MPT) es una filosofía japonesa que se concentra en la administración del equipo a fin de mejorar la calidad del producto. Su objetivo primordial es reducir pérdidas de equipo para mejorar la eficacia global del equipo (EGE).

Asimismo el programa de administración del equipo se centra en establecer un programa acertado de MPT para cada equipo y proporcionar un método satisfactorio para mejorar el estado del mantenimiento.

El mantenimiento productivo total (MPT) es un enfoque gerencial para el mantenimiento que se centra en la participación de todos los empleados de una organización en la mejora del equipo. Este método se desarrollo en el sector manufacturero japonés, comenzando con la aplicación del mantenimiento preventivo al estilo norteamericano y europeo y

avanzando hasta la aplicación de los conceptos de administración de la calidad total y la manufactura justo a tiempo al campo de mantenimiento de los equipo. El instituto japonés de ingenieros de planta definió el MPT en 1971 con cinco metas claves:

- Maximizar la eficacia global de equipo, que incluye la disponibilidad, eficiencia en el proceso y calidad del producto.
- Aplicar un enfoque sistemático para la confiabilidad, la factibilidad del mantenimiento y los costos del ciclo de vida.
- Hacer participar a operaciones, administración de materiales, mantenimiento, ingeniería y administración en el control del equipo.
- Involucrar a todos los niveles gerenciales y a los trabajadores.
- Mejorar el rendimiento del equipo mediante actividades de grupos pequeños y el desempeño del equipo de trabajadores.

Los operadores del equipo son el punto central de las actividades del MTP. Aunque la mayoría de los operadores entienden lo que hace su equipo, pocos comprenden los mecanismos fundamentales sobre cómo funciona. El termino mantenimiento autónomo se utiliza para describir las actividades de los operadores que se relacionan con el mantenimiento del equipo y con la naturaleza de estudio independiente de otras acciones de mejora del equipo. Los operadores realizan tareas de limpieza, inspección, lubricación, ajustes, cambios de componentes menores y otras tareas de mantenimiento ligero que requieren cierta capacitación e instrucción, pero no destrezas completas de problemas del equipo antes de que se vuelvan serios.

En el MTP, siempre que un equipo funciona por debajo del nivel requerido, la pérdida del funcionamiento se registra y se monitorea. Estas pérdidas pueden agruparse en seis categorías:

- Descomposturas
- Preparación y ajustes
- Trabajo en vacío y paros menores
- Reducción de la velocidad
- Defectos
- Perdidas de rendimiento

Las descomposturas y las preparaciones ocasionan tiempo muerto y producen un impacto en la disponibilidad; la reducción en la velocidad tiene un impacto en el tiempo del ciclo, y los defectos y perdidas de rendimiento tienen un impacto en la calidad. La eficacia global del equipo, definida como el producto de disponibilidad, tiempo del ciclo y tasa de calidad, es la medida clave de eficacia del MPT. El operador y el trabajador de mantenimiento son capacitados para identificar problemas relacionados con la eficacia global del equipo y para realizar conjuntamente análisis de causas fundamentales para investigar las perdidas.

Dentro del departamento de mantenimiento, la metodología del MPT fomenta el desarrollo de la planeación sistemática y el control del mantenimiento preventivo y correctivo, y apoya plenamente las actividades autónomas realizadas por el operador. En las plantas en donde el entorno de operación y mantenimiento ha sido mejorado hasta el punto de disminuir las devoluciones, se emprenden actividades para una prevención activa del mantenimiento. En todo momento deberá

ponerse mucho énfasis en mejorar las habilidades del operador y del trabajador de mantenimiento. Los gastos en la capacitación son normalmente del orden del 5% al 8% del presupuesto para mano de obra.

OTORGAMIENTO DE LAS FACULTADES A LOS EMPLEADOS

No es necesario recalcar los beneficios de hacer participar a los operadores en el éxito del MPT. Una forma pragmática de lograr esto es empleando un mecanismo sistemático, basado en datos, para la transferencia de destrezas es el proceso de sacar las tareas que requieren destrezas bajas del dominio exclusivo de un grupo y llevarlas a una zona de tareas compartidas. Bajo esta política, un operador puede realizar la tarea de un mecánico y viceversa. Esta sociedad entre la función de operaciones y la del mantenimiento tiene muchos beneficios que incluyen los siguientes:

- Los operadores y los mecánicos se convierten en personal con habilidades múltiples, lo cual conduce a un enriquecimiento del trabajo y a una mayor flexibilidad de los trabajadores.
- La participación de los operadores en el mantenimiento de rutina crea un sentido de responsabilidad, orgullo y propiedad.
- Los tiempos de demora se reducen y se incrementa la productividad.
- Se promueve el trabajo en equipo entre las funciones de operaciones y de mantenimiento.

ADMINISTRACION DEL EQUIPO

El equipo es el punto focal de MPT. Este esfuerzo comienza identificando las pérdidas importantes del equipo. Como se indico anteriormente, las siguientes seis perdidas limitan la eficacia del equipo:

- Fallas del equipo (descomposturas)
- Tiempo muerto por preparación y ajustes
- Trabajo en vacio y paros menores
- Reducción de la velocidad
- Defectos del proceso
- Reducción del rendimiento

La mete fundamental del MPT con respecto a l equipo es aumentar su eficacia hasta su máximo potencial y mantenerlo en dicho nivel. Esto puede lograrse entendiendo las pérdidas anteriores y diseñando medios para eliminarlas.

IMPLANTACION DEL MPT

Nakajima sugiere los siguientes doce pasos para implantar el MPT:

1. Anunciar la decisión de la alta dirección de introducir el MPT.
2. Lanzar una campaña educativa para introducir el MPT.
3. Crear organizaciones para promover el MPT.
4. Establecer políticas básicas para el MPT.
5. Formular un plan maestro para el desarrollo del MPT.
6. Mantener el impulso del MPT.
7. Mejorar la eficacia de cada equipo.
8. Desarrollar un programa autónomo de mantenimiento.

9. Desarrollar un programa de mantenimiento programado para el departamento de mantenimiento.
10. Llevar a cabo la capacitación para mejorar las destrezas en operaciones y mantenimiento.
11. Desarrollar un programa eficaz de administración.
12. Perfeccionar la implantación del MPT y elevar sus niveles.

El MPT permite obtener mejoras fundamentales dentro de la organización mejorando la utilización de los trabajadores y del equipo. La mejora en la eficacia del equipo y en las actitudes de los empleados es clave en la mejora global dentro de la organización.

REDUCCION DE COSTO

El mantenimiento puede contribuir a reducir el costo del producto mediante un esfuerzo continuo de reducción de costos en las operaciones de mantenimiento. Esta reducción puede obtenerse aplicando técnicas de ingeniería de métodos. Estas técnicas estudian la forma en el que el trabajo se está llevando a cabo, con el fin de desarrollar una mejor forma de realizar el mantenimiento. La ingeniería de métodos tiene pasos bien definidos para examinar el trabajo de mantenimiento a fin de simplificar y eliminar pasos innecesarios. Esta reducción y simplificación del trabajo da como resultado ahorros en costos.

En los esfuerzos dirigidos a la reducción de costos, se debe considerar lo siguiente:

1. Materiales y refacciones alternos
2. Método alternativo para la inspección y reparación general

3. Equipos y herramientas alternos
4. Procedimientos alternos para la planeación y la programación
5. Estándares de tiempo alternos para los trabajos.

La técnica de la ingeniería de métodos ofrece medios valiosos para mejorar el mantenimiento y controlar los costos.

CAPACITACION Y MOTIVACION DE LOS EMPLEADOS

El mantenimiento de producción (la acción de realizar mantenimiento), depende en gran medida, de las habilidades de técnicos específicos. Genera parte de la ineficacia en el mantenimiento puede encontrarse en la falta de trabajadores técnicos calificados. Por lo tanto es necesario contar con un programa de capacitación para el trabajo (CET), para asegurar que los empleados estén capacitados para las habilidades necesarias un mantenimiento eficaz. Las habilidades incluyen juicio, habilidades de comunicación, de lectura de información técnica y, en algunos casos, habilidades en campos múltiples.

El programa de capacitación deberá incluir capacitación fuera del y en el trabajo. El departamento de mantenimiento debe contar con un programa anual de capacitación para mejorar y actualizar el conocimiento de su personal. La capacitación deberá incluir un programa de técnicas modernas que lleve de manera periódica las últimas técnicas de mantenimiento a todos los interesados.

El programa de capacitación deberá ir acompañado de un programa de motivación. La motivación de los empleados puede lograrse mediante un

programa de incentivos que recompense a los trabajadores productivos y fomente la mejora continua.

Los sistemas de control del mantenimiento desempeñan una función clave en un programa eficaz de control de mantenimiento. Los conceptos de control automático de procesos, que incluyen objetivos del proceso, muestreo, análisis de las muestras y aplicación de medidas correctivas, se definen y utilizan para establecer un sistema eficaz del control del mantenimiento.

Los pasos para llevar un control adecuado del mantenimiento son los siguientes:

1. Definir objetivos y metas en términos de calidad, disponibilidad y eficiencia.
2. Coordinar y planear las ordenes de trabajo
3. Procesar las órdenes de trabajo.
4. Recopilar la información de las órdenes de trabajo y los archivos históricos y compilar informes sobre eficiencia, disponibilidad y calidad.
5. Examinar la desviación con respecto de los objetivos y metas establecidas.
6. Si existe una desviación, tomar una medida correctiva, o bien mejorar las metas.

Los seis diseños de programas de mantenimiento descritos, ofrecen formas y medios para formular una acción correctiva en caso de ser necesario. También proporcionan métodos para mejorar el estado actual del mantenimiento.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Desarrollo del Programa de Mantenimiento

- Tomar como base la identificación intervalos en MRB y MPD.
- Agrupar actividades con intervalos de repetición similares considerando políticas de la empresa, experiencia en mantenimiento, utilización diaria estimada, y disponibilidad de la aeronave para realizar las tareas de mantenimiento (ajustes de los intervalos debemos hacerlos hacia abajo, de lo contrario se requiere aprobación de la autoridad, la cual no se otorga sin experiencia previa en el tipo de aeronave involucrada).
- Dar una denominación a cada grupo (inspección de mantenimiento A, 2A, C, 2C, etc.).
- Definir periodicidad para cada grupo.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE UNA EMPRESA AEREA

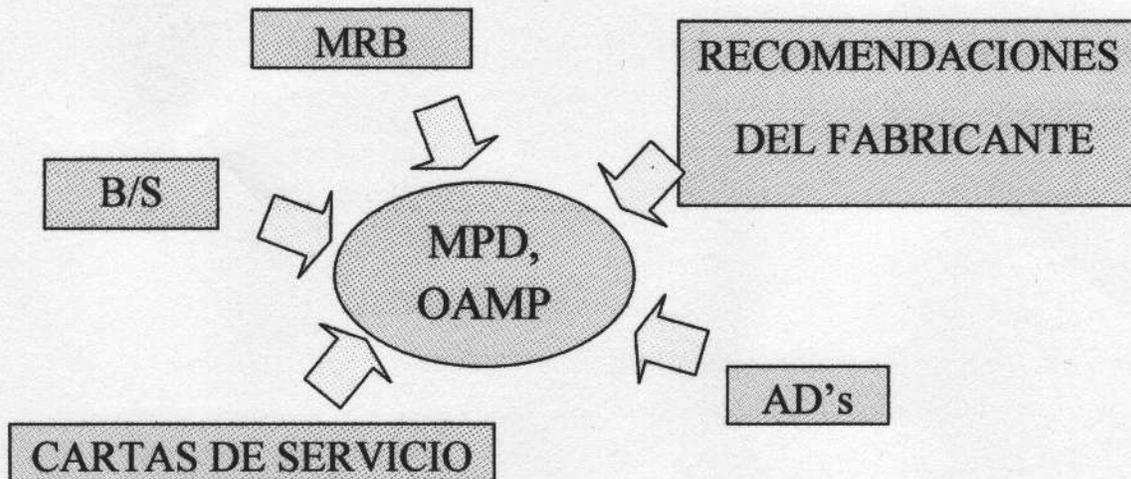
- Responsabilidad de mantenimiento (asegurar que el mantenimiento se realice de conformidad con el Programa de Mantenimiento).
- Cumplir con la reglamentación (FAA, DGAC)
- Manual General de Mantenimiento (actualizado, distribuido en toda la organización, su contenido se refleje la frecuencia de cada servicio, revisión general, responsabilidades, métodos conservación de registros, etc.).
- Contenido del programa (Tareas de mantenimiento y sus periodicidades, Programa de mantenimiento de integridad estructural, Procedimientos para apartarse de lo indicado en los dos incisos anteriores, Descripción del programa de confiabilidad de los sistemas, componentes y motores de la aeronave, Tareas y plazos de mantenimiento que se hayan estipulado como obligatorios al aprobar el diseño de tipo y se deberán identificar como tales).
- Conservación de Registros (Del avión y componentes, Tiempo total de servicio (horas, tiempo transcurrido y/o ciclos).
- Contar con una Organización de Mantenimiento Aprobada y que cumple con Manual de procedimientos de Taller, Instalaciones adecuadas, información técnica, equipo, herramienta y material

necesario para realizar los trabajos, Personal para planificar, efectuar, supervisar, inspeccionar y dar la liberación de mantenimiento de los trabajos, con la capacitación requerida, inicial y recurrente, conservación de registros).

- Liberación de mantenimiento

DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Información del fabricante para la planeación del mantenimiento.

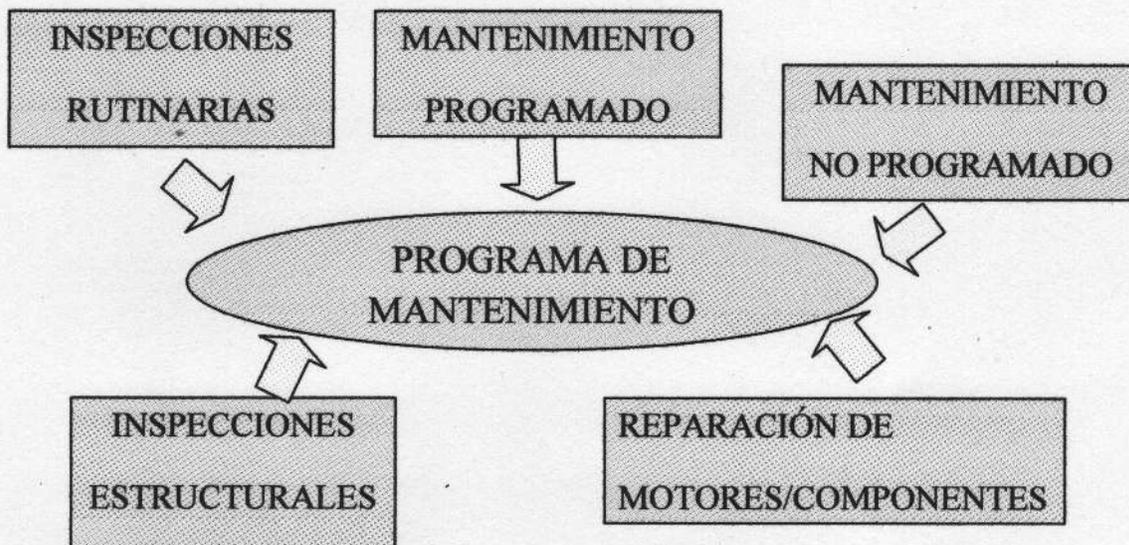


REPORTE DEL CONSEJO DE REVISIÓN DEL MANTENIMIENTO

(MRBR) Contenido:

- Programa de mantenimiento a sistemas y motores.
- Programa de inspección estructural.
- Programa de inspecciones visuales por zonas.
- Requerimientos de mantenimiento para certificación y limitaciones de aeronavegabilidad.

CONTENIDO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE UNA AERONAVE



CONTENIDO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

- Inspecciones rutinarias: servicio y pruebas efectuadas en la aeronave a intervalos preestablecidos. Incluye instrucciones detalladas y formatos de trabajo, tarjetas de trabajo, etc., las cuales también sirven para controlar y registrar dichas actividades.
- Mantenimiento programado: Tareas de mantenimiento efectuadas a intervalos preestablecidos, incluyen el reemplazo de unidades controladas por vida, componentes que requieren reemplazo por revisión general periódica (OH), inspecciones especiales tales con Rayos X, lubricaciones, etc..

- Mantenimiento no programado: Tareas de mantenimiento generadas por los elementos de inspección y mantenimiento programados, reportes de piloto, análisis de fallas o cualquier otra indicación de necesidad de mantenimiento
- Reparación o revisión general (OH) a motor, hélice o componentes. Este elemento involucra las operaciones en el taller las cuales, aunque ellas abarquen tareas de mantenimiento programado y no programado, son aisladas del mantenimiento efectuado a la aeronave como una unidad

2.2 PERIODICIDAD DE MANTENIMIENTO DE HELICOPTEROS.

Las aeronaves son aparatos diseñados con unas exigencias de seguridad muy fuertes, las mayores de todos los medios de transporte. Y es que lo que diferencia los accidentes aéreos de los de trenes, barcos y de automoción es que es difícil que haya supervivientes, y se trata de un número elevado de víctimas.

Aunque el diseño y cálculo de las aeronaves se realiza extremando la seguridad y con requerimientos que permitan certificar que el aparato volará el tiempo de vida que se le proyecta, está previsto que a lo largo del tiempo de servicio de la aeronave, se cumpla con una serie de revisiones que aseguren el buen estado de la misma y su aptitud para volar.

Como ya lo mencionamos cada helicóptero se somete a un conjunto de revisiones con la periodicidad que recomienda el fabricante y la autoridad, estableciendo un programa de mantenimiento mínimo, único para cada tipo de helicóptero, esto con el fin de mantener en todo momento al helicóptero en las condiciones establecidas por el certificado de tipo, debe de tenerse presente que el fabricante participa en todo momento en cualquier modificación que la compañía de servicios pueda realizar sobre el programa de mantenimiento.

Se contemplan tres tipos de revisiones:

1. MANTENIMIENTO EN LÍNEA

Incluye inspecciones pre-vuelo, diaria, semanal y adicionales.

Inspección pre-vuelo: se realiza en la escala entre cada aterrizaje y el siguiente despegue del helicóptero. Es llevada a cabo por el piloto o un técnico de mantenimiento, el cual revisa el estado general de motores (si hay alguna pérdida de combustible), de otros mandos e instrumentos de vuelo y vigila que no haya algún registro abierto.

Inspección diaria: se realiza como máximo cada 47 horas y 59 minutos. Se inspeccionan de forma detallada el exterior del helicóptero, incluyendo estado núcleo del rotor principal, lubricación de los amortiguadores de trenes de aterrizaje, la caja de transmisión, verificar los niveles de aceite, hidráulico y revisión del equipo de emergencia a bordo. Su duración aproximada es de dos horas.

Inspección semanal: se realiza cada cien horas de vuelo, o 7 días de calendario. Se inspeccionan aspectos más detallados relacionados con la seguridad alrededor del helicóptero. Su duración es de unas tres horas y es llevada a cabo por técnicos de mantenimiento de vuelo calificados en los hangares/propia pista.

Inspección adicional S: La inspección adicional debe de llevarse acabo cada 100 horas de vuelo. Esta inspección se enfoca en la verificación de la condición de los componentes con un tiempo de vida muy corto.

Inspección adicional T o A: Estas inspecciones básicas deberán llevarse acabo cada 500 horas de vuelo (para el caso de la inspección llamada como T), o cada 24 meses (para el caso de la inspección llamada como A), dependiendo del primer limite al que se llegue.

2. MANTENIMIENTO MAYOR: OVERHAUL

Los helicópteros se someten al llamado Mantenimiento Mayor, con el que se cubre completamente el denominado Programa de Inspección Estructural.

Este programa define inspecciones interiores y exteriores de todos los elementos estructurales.

El Overhaul, corresponde con la revisión más completa que se puede realizar a un helicóptero, y se realiza cuando éste ha cumplido entre 3.000 y 5.000 horas de vuelo o aproximadamente 144 meses.

El objetivo es revisar meticulosamente todos y cada uno de los elementos o herramientas que conforman la estructura de un helicóptero y cumplir con las exigencias requeridas para la confirmación del buen estado de todos los aparatos. El buen estado técnico de la aeronave garantiza en gran medida la seguridad del vuelo.

En el overhaul se engloban trabajos como:

- El decapado completo de la pintura exterior del aparato.
- El desmontaje de todos los asientos, los cristales de las ventanillas, los rótulos interiores y los exteriores y todos los paneles de revestimiento interiores.
- La inspección de todos los elementos estructurales del helicóptero (estado de paneles, remaches, etc.) garantizando su integridad mediante la detección y reparación ante grietas o corrosiones.
- El desmontaje e inspección completa de los motores.
- La revisión de todo el sistema de cableado del avión.
- La inspección completa del sistema y los mandos de vuelo.
- La revisión de los sistemas de seguridad del helicóptero, como los sistemas de comunicación, navegación, piloto automático.

- Una vez revisado el fuselaje y los componentes del avión, limpiados los mismos, y sustituidos los componentes necesarios, el helicóptero se reconstruye y se vuelve a pintar.
- Completadas estas operaciones, se realiza un vuelo de pruebas para comprobar su efectividad. Así, durante varias horas, los pilotos, los mecánicos de vuelo y los ingenieros de mantenimiento someten al helicóptero a situaciones límite, conforme a protocolos previamente establecidos, que es casi imposible que sucedan en la realidad.
- Durante las pruebas, se paran motores y se vuelven a poner en marcha en pleno vuelo; se realizan maniobras; se reduce la velocidad al mínimo y se eleva al máximo permitido y se prueban el resto de sistemas y componentes.

Una vez finalizado el Overhaul, el helicóptero vuelve a ser operado de forma normal por el cliente.

3. MANTENIMIENTO MENOR

Integrado por tres tipos de inspección: A, B y C:

Inspección tipo A, realizada mensualmente. Incluye una inspección general de sistemas, componentes y estructura, tanto desde el interior como desde el exterior, para verificar su integridad.

Inspección tipo B, realizada semestralmente. También comprueba la seguridad de sistemas, componentes y estructura, pero con mayor alcance y profundidad que la anterior.

Inspección tipo C, realizada anualmente. Se lleva a cabo una inspección completa y extensa, por áreas, de todas las zonas interiores y exteriores del helicóptero, incluyendo los sistemas, las instalaciones y la estructura visible.

2.3 BASES PARA ESTABLECER EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO (PRE)

El programa de mantenimiento (PRE) es elaborado por el fabricante y especifica las operaciones de mantenimiento que serán desarrolladas por el operador.

Este especifica las limitaciones mandatorias y las operaciones que aseguren la aeronavegabilidad, así como todas las operaciones y sus intervalos, recomendadas por el fabricante y el diseñador para asegurar la disponibilidad de las operaciones, independientemente de la variedad de las misiones del helicóptero.

CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Los intervalos especificados en el PRE son clasificados denotados por una estrella (*) de acuerdo a tres niveles de importancia.

“***” Los intervalos deberán ser considerados mandatorios. Estos son especificados en la sección de limitaciones. No se permite ningún margen.

Los cambios a estos intervalos pueden ser negociados solo con el Fabricante y la Autoridad de Aviación Civil correspondiente.

“*” Intervalos mas allá del margen podrán ser adaptados antes de que la aprobación sea recibida del Fabricante y las Autoridades Aéreas. El margen permitido es complementado más adelante en el tema de Intervalo Máximo de Conformidad para las Operaciones de Mantenimiento.

“ ” Intervalos mas allá del margen con ninguna firma distintiva podrá ser adaptado siguiendo la aprobación del Fabricante dadas por las regulaciones existentes de la Autoridad Aeronáutica. El margen permitido es complementado más adelante en el tema de Intervalo Máximo de Conformidad para las Operaciones de Mantenimiento.

El código de estrellas “*” ó “**” podrá ser asignado de manera independiente para una operación calendarizada o algún otro procedimiento. Por ejemplo, el procedimiento podrá ser clasificado “**” y el tiempo calendarizado no será el mismo.

Limitaciones de Aeronavegabilidad

Las limitaciones aeronavegabilidad son siempre objeto de aprobación, esto por la Autoridad de Aviación Civil correspondiente.

El tiempo límite de vida operacional especificado para el componente garantiza un vuelo seguro con respecto a las condiciones a las que es sometido el componente. Estos límites no constituyen una garantía dada por el Fabricante, por ende es necesario remover los componentes antes de que alcance el tiempo límite.

Adaptación del PRE por el operador

Este manual nos brinda la calendarización de las acciones de mantenimiento, esto es recomendado por el fabricante, siempre y cuando sea o no considerado mandatorio.

Esto es:

- O bien ser utilizado como es,
- O ser adaptado por cada operador de forma particular.

La clasificación de la información descrita en el código de estrellas debe ser tomada en cuenta.

Modificación y actualización del PRE

El PRE es modificado por el fabricante de acuerdo a los cambios en las definiciones de la aeronave y de la experiencia adquirida en servicio.

Retroalimentación de la información del operador al fabricante

El operador informa al fabricante de la aeronave y a las autoridades locales de aviación de cualquier insignificante anomalía descubierta en servicio o durante las operaciones de mantenimiento, en particular cuando el componente en cuestión no está funcionando de acuerdo comportamiento monitoreado en servicio.

Esta retroalimentación puede ser un factor esencial en el cumplimiento de la aeronavegabilidad. Lo mismo aplica en un evento de accidente

Efectividad – Responsabilidades.

Las limitaciones asignadas a los componentes y números de parte listados en esta parte son efectivos por el producto de:

- Compra directa de la empresa de servicios o compra por la red de estas subsidiarias o de estos distribuidores
- Compra por medio del equipo de ventas listado en nuestro catalogo de partes intercambiables

En todos los eventos, el origen del fabricante es indicado por el documento de aeronavegabilidad. (JAA Forma uno o su equivalente).

La empresa de servicios no comprometerá reparaciones en componentes que no hayan sido proveídos por ellos.

El rehúso de las partes y ensambles que hayan intervenido en un accidente son prohibidos, a menos que se autorizado por la aceptación técnica dicho rehúso será dado por el departamento de Asistencia técnica de la empresa de servicios.

Los límites de tiempo de operación especificados por la garantía de componentes de vuelo seguro el cual respecto al estrés del cual es objeto. Estos límites no constituyen una garantía comercial. Será necesario remover el componente, basados en otros criterios.

Condiciones de Operación particulares y severas

Las condiciones particulares y climáticas severas son consideradas como condiciones particulares de operación.

Estas básicamente se relacionan a las operaciones:

- En atmósferas tropicales y húmedas
- En atmósferas saladas
- En atmósferas arenosas
- En climas fríos
- En climas muy fríos

En estas condiciones, en conjunto con las operaciones de mantenimiento de rutina, es necesario aplicar las medidas preventivas recomendadas como por el Manual de Mantenimiento (MET), en tarjeta dedicadas a la solución de problemas presentados por este tipo de condiciones.

Cuando los intervalos particulares no son dados, el operador repetirá esta medida de acuerdo con la experiencia adquirida en las condiciones correspondientes.

A continuación definiremos las condiciones atmosféricas.

Condiciones atmosféricas tropicales y húmedas.

Aplicable a todas las aeronaves que vuelen en condiciones de combinación de altos niveles de temperaturas y humedad (de +28°C (+82.4°F) y 75% de humedad relativa)

Condiciones atmosféricas saladas.

Aplicable a todas las aeronaves que vuelen en condiciones de operación a mas de 50% del tiempo a menos de 1Km de distancia de la costa
O volando a mas de 50% del tiempo a baja altitud (menos de 1000 pies) sobre el mar.

Condiciones atmosféricas arenosas o polvosas.

Aplicable a todas las aeronaves que vuelen en condiciones en las que el viento sea contenga arena y el aterrizaje este contemplado en lugares con altas cantidades de arena.

Condiciones atmosféricas donde la temperatura es fría.

Aplicable para aeronaves que vuelen en las siguientes condiciones:
Temperatura de -10°C (14°F) a -30°C (-22°F)

Condiciones atmosféricas donde la temperatura es muy fría

Aplicable para aeronaves que vuelen en las siguientes condiciones:
Temperatura de -30°C (-22°F) a -40°C (-40°F).

Intervalo Máximo de Conformidad para las Operaciones de Mantenimiento

El intervalo es el valor nominal expresado en horas de vuelo, horas de operación, tiempo calendarizado, número de ciclos u operaciones, etc.

El implementar un plan de mantenimiento de acuerdo a las operaciones del helicóptero, la empresa de servicios especificara otros valores para complementar los intervalos conocidos como márgenes en los cuales las operaciones de mantenimiento deberán desempeñarse.

El intervalo mas el margen son considerados como el intervalo máximo de aplicación para las operaciones de mantenimiento. Entonces ningún margen será autorizado para estos intervalos máximos.

Como el margen es parte del intervalo máximo autorizado por el fabricante. Este podrá ser utilizado de una forma repetitiva.

Las reglas para aplicar este margen son especificadas de acuerdo a estos 3 casos:

- Margen del 10% limitado a 300 H, por intervalos expresados en horas de vuelo, 6 meses por intervalos expresados en tiempo calendarizado, y ningún limite para los otros tipos (ciclos, etc.). Entonces este es un valor por de fault y no es especificado en las tareas concernientes. Estas operaciones son clasificadas como "sin estrella" o "una estrella"

- Margen específico: en este caso, el valor del margen es especificado en cada tarea concerniente. Estas operaciones son clasificadas como de "una estrella".
- Margen no permitido: Las operaciones sin margen permitido serán clasificadas como de "una estrella"

Todas las operaciones clasificadas como de "dos estrellas" son las que no tiene margen, no tienen ninguna particularidad mencionada.

		Intervalo		
		Sin Estrella	Una Estrella	Dos Estrellas
Margen	Margen no permitido	No Aplicable	Margen no permitido es especificado en las tareas	Todas las tareas
	Margen específico	No Aplicable	Valor del margen especificado en las tareas	No Aplicable
	10% de Margen	Todas las tareas	No especificados en las tareas	No Aplicable

Para los componentes con límites de vida útil (SLL) y con "margen no permitido", incluso si tiene un nivel alto de margen el operador deberá verificar este límite de vida de servicio.

Ejemplo:

Las operaciones de mantenimiento "A" es planeado en un intervalo $X=600$ H con un margen del 10%, y este es un margen permitido de $Y=60$ H.

El intervalo máximo de aplicación para esta operación de mantenimiento "A" es $X+Y$ o $600+60$ esto es igual a 660 H.

La siguiente aplicación de esta misma operación de mantenimiento "A" podrá llevarse a cabo al último en $X+Y$ o $600+60=660$ H.

En todos los casos el periodo de tiempo entre dos operaciones de mantenimiento no deberán exceder del intervalo máximo de $X+Y$.

Este principio es idéntico para intervalos expresados en ciclos o en tiempos calendarizados.

Pueden darse transferencias de componentes que no están sujetos a la puesta en servicio por monitoreo, esta acción es autorizada entre helicópteros de la misma versión, estas versiones pueden ser civiles y militares.

CAPITULO 3

APLICACION PARA EL CONTROL DE PARTES

3.1 ANÁLISIS Y REQUERIMIENTOS.

Para la elaboración de un protocolo de mantenimiento es indispensable el llevar un control de componentes los cuales tienen un tiempo de vida, horario o calendario como ya lo describimos en el capítulo 2 (SLL, TBO, OC) para lograr monitorear estos componentes y verificar si su potencial esta vencido o está próximo a vencerse y con esto determinar la acción de mantenimiento correspondiente.

Por estas razones elaboraremos una tabla dinámica la cual controlara los potenciales y fechas estimadas para el cambio de los componentes del cuerpo básico y del motor. A continuación describiremos los parámetros que aplicamos en la tabla.

- **Componente**

Aquí se indica el nombre del componente o sistema del cual se trata

- **Numero de Parte**

Aquí se indica el número de parte asignado que tiene el componente para ser localizado en el catálogo de partes (IPC) o en cualquier otro documento que así lo requiera.

- **Serie**

Este es número de serie que tiene el componente o sistema que se está reportando

- **Tiempo en el momento de la instalación (TMI)**

Esta columna contiene el tiempo total que posee la aeronave o el componente o ensamble superior cuando se instaló el componente que se está registrando.

- Tiempo del componente desde nuevo (TCN)

Esta columna contiene el tiempo total desde nuevo que posee el componente ó ensamble cuando se instaló en el ensamble superior ó en la aeronave.

- Tiempo Total (TT)

Esta columna corresponde al tiempo total desde nuevo que posee el componente, ensamble superior o helicóptero.

- Tiempo del componente el cual tenía en el momento del Overhaul.(TO)

Esta columna corresponde al tiempo total desde nuevo que tenía el componente o ensamble superior cuando se le efectuó la última revisión general (Overhaul).

- Tiempo de la última revisión (TUR)

Esta columna corresponde al tiempo total que ha transcurrido desde que al componente o ensamble superior se le efectuó la última revisión general

- Potencial (RM)

Potencial o remanente en horas de vuelo, tiempo calendario o ciclos para alcanzar la limitación de vida o de servicio especificada en la

columna de LV / RG. Nota, en el caso de que el potencial esté especificado en ciclos, este podrá referirse según corresponda a lo siguiente:

- Ciclos para el fuselaje, se refiere a los vuelos, los cuales se cuantifican por medio de los aterrizajes efectuados.
- Ciclos para el motor, dependiendo el tipo de motor analizado se podrá referir a los ciclos totales del motor, a los ciclos del modulo compresor o ciclos de turbina libre.

- Tiempo estimado de cambio del componente (TEC)

Intervalo en horas de vuelo, ciclos o fecha calendario estimada en la cual se deberá efectuar el reemplazo o inspección mayor del componente.

- Instalación

Fecha calendario en la cual se instaló el componente en la aeronave respectivamente

- Observaciones

En esta columna están anotados comentarios diversos sobre el componente

TIPOS DE LIMITACIÓN

- En esta tabla se encuentran contenidos, todos aquellos componentes que poseen algún tipo de limitación en su utilización, los tipos de limitación son como siguen
- Limitaciones de aeronavegabilidad contenidos en el capítulo 4 del manual de servicios recomendados

Las limitaciones de aeronavegabilidad, pueden referirse a componentes que han alcanzado su límite de operación y que deben de ser reemplazados, o bien a servicios de mantenimiento, en el caso de los servicios de mantenimiento considerados en esta sección, son servicios que no cuentan con tolerancia en su ejecución, por lo que pueden ser adelantados a criterio del operador, pero no pueden ser retrasados.

- Limitaciones de revisión general (Overhaul) contenidos en el capítulo 5 del manual de servicios recomendados.

Este tipo de limitación se refiere al tiempo en el cual, los componentes (Principalmente dinámicos) deberán de ser inspeccionados a profundidad para determinar su estado, toda vez que esta revisión general termina, podrán empezar un nuevo ciclo de operación, existen algunos caso so en los cuales, el componente cuenta con una limitación TBO (Time between Overhaul) y adicionalmente con un límite de vida SLL (Service Life Limit) (RIC 12 y 13)

- En el caso del motor, si se realizan cambios de limitaciones entre revisiones normales al manual de mantenimiento, dichos cambios se publican con antelación mediante una carta de servicio (SL)

ACTUALIZACIÓN DE LIMITACIONES

- La columna LV/RG del registro de componentes deberá ser revisada de acuerdo a los intervalos especificados en las secciones 4 y 5 de los manuales con el objeto de verificar que los intervalos contenidos en el archivo electrónico se encuentren actualizados e idénticos a los señalados por el manual, es posible agregar en la columna de Observaciones algunas notas importantes como la revisión del manual de la cual se obtiene la limitante, ya sea normal o temporal, o la carta de servicio de donde se obtienen los límites para el caso del motor.

INGRESO DE INFORMACIÓN EN LAS LÍNEAS DE LOS COMPONENTES Y/O ENSAMBLES SUPERIORES

- En el caso de que la limitación corresponda a horas de vuelo

La información que deberá ser ingresada en los campos TIA, TIC, Instalación y si aplica, en TURM se encuentra descrita en los puntos anteriores.

- En el caso de que la limitación corresponda a una fecha calendario

La información requerida se limita solo a la columna Instalación la cual se explica por si misma. Nota, debido a que en la columna Instalación debería de registrarse la fecha de instalación del componente, es posible utilizar alguna otra casilla disponible en la hoja de cálculo para capturar

la fecha de fabricación del componente, el cual es en realidad la fecha que se debe utilizar para el cálculo de los límites por tiempo calendario.

- En el caso de que la limitación corresponda a ciclos

Adecuar las formulas de manera que los datos sean actualizados en los registros pertinentes de los ciclos.

Después de haber realizado el control de los componentes del cuerpo básico y del motor, por medio de la tabla, se debe de contar con un control de las inspecciones a realizarse, dichas inspecciones están determinadas por el fabricante. Los parámetros a considerar para la elaboración de la tabla son los siguientes.

3.2 LISTA DE COMPONENTES

La tabla se encontraría conformada por las siguientes columnas, las cuales contienen la siguiente información a saber:

- Inspecciones (Componentes)

Indica a quien aplica la inspección Cuerpo Básico o Motor

- Numero de Parte

Indica el modelo de cuerpo básico o motor del cual se trata

- Serie

Indica el número de serie del fuselaje o motor

- TMI (Tiempo en el Momento de la Instalación)
- Indica el tiempo total que la aeronave o motor tenía cuando se le realizó la última inspección de acuerdo al intervalo especificado en la columna de Observaciones.

- Tiempo Total (TT)

Indica el tiempo total que la aeronave o motor ha acumulado a partir del momento en que se realizó la última inspección de acuerdo al intervalo especificado en la columna de Observaciones.

- TRM: No aplica

- Potencial (RM)

Potencial o remanente en horas de vuelo, es el tiempo calendario o ciclos para efectuar la siguiente inspección especificada en la columna de Observaciones. Nota, en el caso de que el potencial esté especificado en ciclos, este podrá referirse según corresponda a lo siguiente:

- Ciclos para el fuselaje, se refiere a los vuelos, los cuales se cuantifican por medio de los aterrizajes efectuados.
- Ciclos para el motor, dependiendo del tipo de motor analizado se podrá referir a los ciclos totales del motor, a los ciclos del módulo compresor o ciclos de turbina libre.

- Tiempo Estimado del Cambio de Componente (TEC)

Intervalo en horas de vuelo, ciclos o fecha calendario estimada en la cual se efectúa la inspección, en función de lo descrito en la columna Observaciones

- Aplicación (Instalación)

Fecha calendario en la cual se realizó el servicio especificado en la columna Observaciones

- Observaciones

En esta columna están descritos los intervalos de inspección a ser efectuados en las unidades de horas de vuelo, tiempo calendario o eventos (ciclos) especificados en el manual de servicios recomendados de mantenimiento (PRE) o en las secciones de inspecciones aplicables a los diferentes equipos que recibirán el mantenimiento.

A continuación describiremos los pasos para la actualización de las tablas que elaboramos

- Para el caso del fuselaje, se deberá de verificar en el manual de servicios recomendados (PRE, MSM, Capítulo 5 del manual de mantenimiento), que todas y cada una de las inspecciones ahí listadas, se encuentren dadas de altas en la tabla de servicios, especificando los intervalos de horas de vuelo, el tiempo calendario o ciclos con que se deben de ser efectuados. Esto con el fin de mantener actualizada nuestra tabla, ya que el fabricante realiza actualizaciones al manual constantemente.
- Una vez establecidos todos los intervalos de inspección, se debe verificar que las formulas contenidas en las casillas correspondientes a las columnas TT RM y TMI realicen los cálculos adecuados dependiendo el tipo de intervalo a cálculos
- Después de verificar las fórmulas, se ingresan los datos requeridos en las columnas (TMI) y Aplicación (Instalación), obteniendo los datos de la anotación en la bitácora de la última inspección efectuada según el intervalo mencionado en la columna de observaciones.

Una vez analizada la tabla con todos los valores obtenidos del último servicio efectuado, se procederá a determinar los servicios a ser aplicados durante el próximo servicio a ser presupuestado.

- Para el caso de las horas de vuelo, el registro de componentes deberá contar con los últimos registros anotados durante el último servicio, es decir, las horas de vuelo que tenía la aeronave, los ciclos de motor y los aterrizajes, posterior a ello se anotará las horas de vuelo correspondientes a la siguiente inspección a ser efectuada. Por ejemplo, si la última inspección efectuada correspondió a un servicio de 100 horas cuando el helicóptero tenía 1800 hrs, y el presupuesto a efectuar corresponde a un servicio de 100 horas cuando el helicóptero llegue a las 1900 hrs, entonces se deberá cargar en las horas totales de la aeronave esas 1900 horas
- Una vez capturado el dato de horas de vuelo, la tabla actualizará los potenciales de todas las inspecciones que dependen de las horas de vuelo, marcando los valores muy cercanos a cero horas disponibles e inclusive, valores negativos de potencial, lo que es un indicativo de que la inspección se habría vencido cuando el helicóptero realmente llegara a las 1900 hrs
- Para el caso de las inspecciones en tiempo calendario, la columna (TEC) indica la fecha estimada en que dicho servicio habrá de vencerse, por lo que, conociendo la fecha estimada en la cual el helicóptero llegará a servicio a la estación reparadora, se podrá determinar aquellas inspecciones que estarán próximas a su

vencimiento e inclusive, aquellas que ya se encontrarán vencidas para esa fecha.

- Para el caso de los ciclos se deberán de capturar los valores estimados de ciclos que tendría la aeronave al momento de llegar a su inspección, para que los potenciales por ciclos se actualicen de manera similar a las horas de vuelo

Una vez que se realicen estas actividades, la tabla mostrará todas las inspecciones que deberán ser aplicadas en la inspección a ser presupuestada.

Registros actualizados de la aeronave

- En la bitácora de vuelo, se concentran diferentes datos relativos al vuelo, los cuales varían de una bitácora a otra, sin embargo, toda anotación en bitácora de vuelo, deberá reportar las horas de vuelo, los ciclos de motor y los aterrizajes efectuados. Es posible que algunos operadores no reporten ciclos de motor o los aterrizajes, sin embargo, en las secciones correspondientes al mantenimiento o inclusive, boletines de servicio, se encuentran referencias para estimar estos datos en base a las horas de vuelo y el tipo de operación que realiza el operador de la aeronave.

Identificación de componentes vencidos

Todos aquellos componentes que presenten un potencial igual o menor a cero en horas de vuelo, días calendario o ciclos, deberán ser reemplazados antes de que el helicóptero quede aeronavegable, así mismo, es recomendable realizar la propuesta de reemplazo de aquellos componentes cuyo potencial sea bajo, esta decisión se deberá basar en diversos criterios, principalmente, la cadencia de vuelo del helicóptero.

RESULTADOS

Al termino de esta tesina podemos ver que realizamos los objetivos buscados basándonos en todos los principios para la planeación y el control de mantenimiento, logrando obtener una aplicación con la cual calcularemos los tiempos en los cuales se tendrán las remociones de los componentes y por lo tanto también se tendrá un control de las inspecciones para planear adecuadamente el mantenimiento programado, y así reduciremos todo el tiempo perdido, y las demoras que a veces se tienen en el área de mantenimiento, cabe mencionar que la aplicación no tiene valores por que se tiene pensado que ahora los componentes de cualquier helicóptero a inspeccionar necesitan ser analizados primero para después ir llenando respectiva tabla.

HELICOPTERO AS-350B											
COMPONENT	PART NUMBER	SERIE	TMI	TCN	T.T.	TO	TUR	RM	TEC	INSTALACION	OBSERVACIONES
Cuerpo básico Airframe	AS-350 B	1385	0		0.00		N/T	5000.00	5000	02-Dic-1980	
Cuerpo básico Airframe	AS-350 B	1385	FECHA DE VENCIMIENTO					-984.8 Días	03-Feb-06	02-Feb-1994	
Mangueras elastoméricas Elastomer pipes	ALL P/N	---	FECHA DE VENCIMIENTO					-6518.4 Días	11-Dic-90	02-Dic-1980	
Cinturones de seg pasajeros Passangers belts straps	ALL P/N	---	FECHA DE VENCIMIENTO					-6518.4 Días	11-Dic-90	02-Dic-1980	
Cinturones de seg tripulación Crew belt straps	ALL P/N	---	FECHA DE VENCIMIENTO					-6518.4 Días	11-Dic-90	02-Dic-1980	
Arnes de tripulación Crew harness	ALL P/N	---	FECHA DE VENCIMIENTO					-6518.4 Días	11-Dic-90	02-Dic-1980	
Bateria Battery	---			0	0.00	UNK	0.00	A.C.	A.C.	02-Dic-1980	
Loc. Emergencia Emergency locator	---		0		0.00		N/A	A.C.	A.C.	02-Dic-1980	
Bateria de loc emergencia. Batt Emergency locator	---		FECHA DE VENCIMIENTO					-9447.3 Días	04-Dic-82	02-Dic-1980	
Extintor de Cabina Extinguisher, Cabin	---		FECHA DE VENCIMIENTO					-6518.4 Días	11-Dic-90	02-Dic-1980	
Extintor de Cabina Extinguisher, Cabin	---		PROXIMO PESADO DE BOTELLA					-9996.5 Días	03-Jun-81	02-Dic-1980	
Bomba de comb. Fuel pump	P94B12-208	23521	3502	0	-3502.30		N/A	A.C.	A.C.	02-Dic-1980	
Filtro de combustible Fuel filter	402A12-4	---			0.00		N/A	1000.00	1000	02-Dic-1980	
Filtro de combustible Fuel filter	402A12-4	---	FECHA DE VENCIMIENTO					-8715.1 Días	05-Dic-84	02-Dic-1980	
Bomba hidráulica Hydraulic pump	704A34-310-006	20330971			0.00		N/A	A.C.	A.C.	02-Dic-1980	
Filtro de hidráulico Hydraulic filter	157152	---			0.00		N/A	500.00	500	02-Dic-1980	
Filtro de hidráulico Hydraulic filter	157152	---	FECHA DE VENCIMIENTO					-9447.3 Días	04-Dic-82	02-Dic-1980	
Banda de Bomba Hid Belt drive	704A33-690-004	---			0.00		N/A	600.00	600	02-Dic-1980	
Conjunto antivibratorio Vibration absorber assy	UNK	UNK			0.00		N/A	A.C.	A.C.	02-Dic-1980	
Pala de R/P Main rotor balde	350A11-0010-07	7298	3940		-3940.00		N/A	23940.00	20000	02-Dic-1980	

Pala de R/P Main rotor blade	350A11-0010-07	7306	3940		-3940.00		N/A	23940.00	20000	02-Dic-1980	
Pala de R/P Main rotor blade	350A11-0010-07	7295	3940		-3940.00		N/T	23940.00	20000	02-Dic-1980	
Núcleo de R/P Main rotor hub	350A31-0000-02	M538	4701	5091.2	390.70		N/T	A.C.	A.C.	02-Dic-1980	
Estrella flexible Starflex	350A31-1901-03	M2309	5091	926	1208.30		N/T	991.70	2200	02-Dic-1980	
Cuerno de paso Horn, blade	350A31-1877-02	M1840	5091	926	1208.30		N/T	78791.70	80000	02-Dic-1980	
Cuerno de paso Horn, blade	350A31-1877-02	M1821	5091	926	1208.30		N/T	78791.70	80000	02-Dic-1980	
Cuerno de paso Horn, blade	350A31-1877-02	M1797	5091	926	1208.30		N/T	78791.70	80000	02-Dic-1980	
Manga sup Flange, upper	350A31-1831-07	M18340	5091	1063	1345.20		N/T	2654.80	4000	02-Dic-1980	
Manga sup Flange, upper	350A31-1831-07	M18334	5091	1063	1345.20		N/T	2654.80	4000	02-Dic-1980	
Manga sup Flange, upper	350A31-1831-07	M18783	5091	1063	1345.20		N/T	2654.80	4000	02-Dic-1980	
Manga inf Flange, lower	350A31-1831-06	M17975	5091	1063	1345.20		N/T	2654.80	4000	02-Dic-1980	
Manga inf Flange, lower	350A31-1831-06	M18557	5091	1063	1345.20		N/T	2654.80	4000	02-Dic-1980	
Manga inf Flange, lower	350A31-1831-06	M18446	5091	1063	1345.20		N/T	2654.80	4000	02-Dic-1980	
Tope esférico Thrust bearing, sphe	579061	8008	5091	2121	2402.70		N/T	3997.30	6400	02-Dic-1980	
Tope esférico Thrust bearing, sphe	579061	7155	5091	2121	2402.70		N/T	3997.30	6400	02-Dic-1980	
Tope esférico Thrust bearing, sphe	579061	8057	5091	2121	2402.70		N/T	3997.30	6400	02-Dic-1980	
Perno de Tope esf. Pin, spherical thrust	350A31-2051-20	M1273	0	0	5373.40		N/T	-373.40	5000	02-Dic-1980	
Perno de Tope esf. Pin, spherical thrust	350A31-2051-20	M1291	0	0	5373.40		N/A	-373.40	5000	02-Dic-1980	
Perno de Tope esf. Pin, spherical thrust	350A31-2051-20	M1272	0	0	5373.40		N/A	-373.40	5000	02-Dic-1980	
Perno de Tope esf. Pin, spherical thrust	350A31-2051-20	M1293	0	0	5373.40		N/A	-373.40	5000	02-Dic-1980	
Perno de Tope esf. Pin, spherical thrust	350A31-2051-20	M1446	0	0	5373.40		N/T	-373.40	5000	02-Dic-1980	
Perno de Tope esf. Pin, spherical thrust	350A31-2051-20	M1852	0	0	5373.40		N/T	-373.40	5000	02-Dic-1980	
Adap. Frecuencia Adapter, frequency	E1T2549-01	5273	5091	1614	1895.80		N/T	A.C.	A.C.	02-Dic-1980	
Adap. Frecuencia Adapter, frequency	E1T2549-01	5274	5091	1614	1895.80		N/A	A.C.	A.C.	02-Dic-1980	

Porta satelites Cage planet gear	UNK	UNK	0		0		N/T	54000.00	54000	02-Dic-1980		
Reduc. Conico Reducteur gear tapered	350A32-0300-03	M536	3502	534	-2968.10	534	-3502.30	6502.30	3000	02-Dic-1980		
Piñon Bevel Pinion	UNK	UNK	0		2014.60		N/T	A.C.	A.C.	02-Dic-1980		
Rueda conica Conic wheel	UNK	UNK	0		2014.60		N/T	A.C.	A.C.	02-Dic-1980		
Bomba de aceite. Oil pump	350A32-0400-00	M547	3502	534	-2968.10	534	-3502.30	6502.30	3000	02-Dic-1980		
Filtro de Aceite Oil filter	GD4100	---		UNK	#¡VALOR!		N/A	A.C.	A.C.	02-Dic-1980		
Flecha delantera de R/C. Front section, rear transm.	350A34-0150-02	UNK	0	0	0.00		N/A	A.C.	A.C.	02-Dic-1980		
Flecha trasera de R/C. Rear section, rear transm.	350A34-0210-06	M3321	4053		-4052.50		N/A	A.C.	A.C.	02-Dic-1980		
Conjunto de tubo Tube assembly	350A34-0210-06	M3321	0		930.20		N/A	19069.80	20000	02-Dic-1980		
Baleros lubricables lubricated bearing	ALL P/N	---			930.20		N/A	2669.80	3600	02-Dic-1980		
Baleros lubricables lubricated bearing	ALL P/N	---	FECHA DE VENCIMIENTO						-8352.6 Días	03-Dic-85	02-Dic-1980	
Pala de R/C. Tail rotor balde	350A31-0030-14	2967	3502	1847	-1655.30		N/T	5655.30	4000	02-Dic-1980		
Cuerno cambio de paso blade horn assy	350A12-1368-03	15451	0	0	3327.40		N/A	A.C.	A.C.	02-Dic-1980		
Cuerno cambio de paso blade horn assy	350A12-1368-03	15550	0	0	3327.40		N/A	A.C.	A.C.	02-Dic-1980		
Plato mando R/C. Pitch change spider tail rotor	350A33-2004-05	M0808	4908.20	1487	-3421.20		N/T	A.C.	A.C.	02-Dic-1980		
Balero cambio de paso R/C Bearing	60102RSIMT33CA	---	0	0	1561.50		N/T	1438.50	3000	02-Dic-1980		
Biela de cambio de paso R/C Rod pitch control	350A33-2145-01	---	0	0	1561.50		N/T	A.C.	A.C.	02-Dic-1980		
Biela de cambio de paso R/C Rod pitch control	350A33-2145-01	---	0	0	1561.50		N/T	A.C.	A.C.	02-Dic-1980		
Caja de Rotor de Cola. Tail gear box	350A33-0200-05	MA0252	4701	6908	2207.00	6206.60	-3999.60	6999.60	3000	02-Dic-1980		
Piñon conico Pinion, Bevel	350A33-1000-21	ZF5505	0		7189.70		N/A	A.C.	A.C.	02-Dic-1980		
Rueda conica Wheel, bevel	350A33-1001-21	ZF4308	0		7189.70		N/A	A.C.	A.C.	02-Dic-1980		

Alojamiento (carter) Housing, TGB	350A33-1090-02	MA1560	6207	0.00	983.10		N/A	19016.90	20000	02-Dic-1980	
Flecha de R/C Shaft, rotor	350A33-1092-01	MA1471	6207	0.00	983.10		N/T	A.C.	A.C.	02-Dic-1980	
Leva de cambio de paso Lever, pitch control	350A33-1058-03	MA2989	6207	0.00	983.10		N/T	A.C.	A.C.	02-Dic-1980	
Servo mando R/P Main servo control	AC67246	QJ239	3502	292	-3210.30		-3210.30	5010.30	1800	02-Dic-1980	
Servo mando R/P Main servo control	AC67244	LX106	3502	UNK	# VALOR!		#####	# VALOR!	1800	02-Dic-1980	
Servo mando R/P Main servo control	AC67244	FU379	4701	1809.80	-2890.70	1809.80	-4700.50	6500.50	1800	02-Dic-1980	
Servo mando R/C Rear servo control	AC67032	QJ296	3195	0	-3194.80	0.00	-3194.80	4994.80	1800	02-Dic-1980	
Marcha-generadora. Generator - starter	150SG122Q	8513	0	UNK	# VALOR!	0.00		1600.00	1600	02-Dic-1980	
Motor. Engine	ARRIEL 1B	469	4053	2616	-1436.50	2616.10	N/T	4436.50	3000	02-Dic-1980	

CONCLUSIONES

El mantenimiento es un sistema el cual necesita ser administrado para lograr los objetivos planteados de forma eficiente, una parte fundamental para realizar el mantenimiento es la planeación debido a que como ya vimos la función de planear es el proveer y el organizar, para poder llegar a los resultados requeridos de forma rápida y tratando de hacer eficientes los costos disminuyendo los márgenes de error.

SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS

Este trabajo es realizado con todas las bases respecto a los requerimientos que se necesitan para que posteriormente si a alguien le interesa, puede usar esta tabla que lleva control de componentes, para comenzar a automatizar aun mas, un adecuado programa de mantenimiento, y se podría implementar un software que haga también el control de partes, pero aunado a esto que también por los avances tan grandes que hay actualmente en este ámbito se pueden lograr características muy buenas que permitirán que la cantidad de información recopilada o almacenada sea mayor, y también más rápido acceder a ella, reduciría tiempos muertos en la búsqueda de los reportes o de las ordenes de ingeniería, todo se tendría organizado y a la mano para cualquier consulta, también se generaría en nuestra información la seguridad que requiere el tomar datos o fechas para próximas remociones, pues con nuestra tabla logramos un control adecuado pero no se logra tener el nivel de seguridad adecuado para estos datos y así lograr que la empresa aérea tenga un buen mantenimiento dentro de sus instalaciones.

BIBLIOGRAFIA

1. Claude s. George, jr., "historia del pensamiento administrativo", ed. Prentice may, 1981.
2. Russell I. Ackoff, "un concepto de planeación de empresas", ed. Limusa, 1998.
3. George I. Morrisey, "planeación a largo plazo", ed. prentice hall, 1996.
4. George a. Steiner, "planeación estratégica", ed. cecsa, 2000.
5. Edward de Bono, "seis sombreros para pensar", ed. cecsa, 1998.
6. Biblia Reina-Valera 1995, ed. Sociedades Bíblicas Unidas, 1998.
7. j. D. Campbell , Uptime Strategies fro excellence in maintenance Management , Productivity Prees , Portland, OR.
8. H. Clifton, principles of planned Maintenance, Arnold, London.
9. SALIH DUFFUAA, Sistemas de mantenimiento, Limusa Wiley, 2000.