



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

UNIDAD PROFESIONAL TICOMÁN

**“PROPUESTA DEL USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS Y
REDES INFORMÁTICAS PARA EL MANEJO Y
ACCESIBILIDAD DE LA INFORMACIÓN TÉCNICA,
QUE FACILITE LOS SERVICIOS DE MANTENIMIENTO
DE AEROAVES”**

T E S I N A

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN AERONÁUTICA**

PRESENTAN:

**ANAYA FUENTES MANUEL ANTONIO
CENTENO ABUNDES MARIO ALBERTO**

ASESORES:

**M. EN C. MARIO ALFREDO BATTA FONSECA
M. EN C. JUAN ESCAMILLA GARCÍA
ING. JOSÉ RAMÓN GARCÍA ÁLVAREZ**

MÉXICO D.F.

2009



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

UNIDAD TICOMÁN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN:
DEBERÁ PRESENTAR:

INGENIERO EN AERONÁUTICA
CURRICULAR

LOS CC. PASANTES:

ANAYA FUENTES MANUEL ANTONIO
CENTENO ABUNDES MARIO ALBERTO

**“PROPUESTA DEL USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS Y REDES INFORMÁTICAS PARA EL
MANEJO Y ACCESIBILIDAD DE LA INFORMACIÓN TÉCNICA, QUE FACILITE LOS SERVICIOS
DE MANTENIMIENTO DE AERONAVES”**

CAPÍTULO I
CAPÍTULO II
CAPÍTULO III
CAPÍTULO IV

ÍNDICE (GENERAL, CUADROS, FIGURAS, DIAGRAMAS)

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL

METODOLOGÍA

DESARROLLO

ANÁLISIS DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

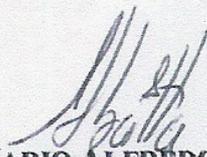
REFERENCIAS

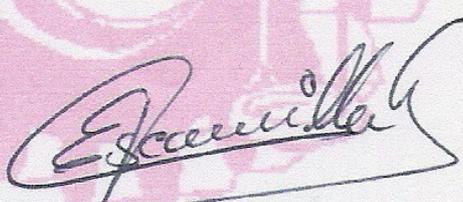
LISTADO DE SIGLAS

GLOSARIO

México, DF., a 24 de agosto de 2009.

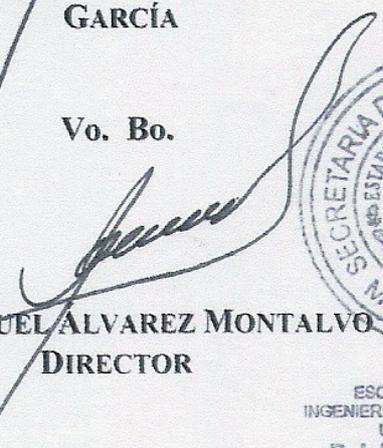
A S E S O R E S

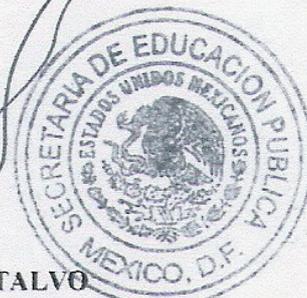

M. EN C. MARIO ALFREDO BATTA
FONSECA


M. EN C. JUAN ESCAMILLA
GARCÍA


ING. JOSÉ RAMÓN GARCÍA
ÁLVAREZ

Vo. Bo.


ING. MIGUEL ALVAREZ MONTALVO
DIRECTOR



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

Índice

Índice (general, cuadros, figuras, diagramas).....	I
Resumen.....	VI
Introducción.....	VIII
I Planteamiento de la investigación.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Objetivo general.....	5
1.3 Objetivos específicos.....	5
1.4 Justificación.....	6
1.5 Alcance.....	7
II Marco teórico y referencial.....	8
III Metodología.....	19
IV Desarrollo.....	22
4.1 Entrevistas con los mecánicos.....	22
4.1.1 Overhaul.....	22
4.1.2 Pernoctas.....	23
4.1.3 Mantenimiento en línea.....	24
4.2 Accidentes e incidentes aéreos por posible mal uso de información técnica en el mantenimiento de las aeronaves.....	26
4.3 Procesos de mantenimiento en el taller aeronáutico donde se utiliza la información técnica.....	28
4.3.1 Demoras.....	28
4.3.2 Overhaul.....	29
4.3.3 Pernoctas.....	32
4.3.4 Mantenimiento en línea.....	35

4.4 ¿Por qué se utiliza la información técnica en el mantenimiento de las aeronaves?	39
4.5 Tecnología para el manejo de la información técnica que es utilizada hoy en día en el taller aeronáutico	41
4.6 Dimensiones del área de mantenimiento y personal técnico asignado a ella	47
4.7 Procesos de mantenimiento en el taller aeronáutico donde se utiliza la información técnica	49
4.7.1 Redes inalámbricas	49
4.7.2 Dispositivos portátiles	58
4.7.3 Servidores	62
4.8 Estructura de una base de datos con la información técnica requerida por el taller aeronáutico	66
4.9 Procesos de almacén del taller aeronáutico para proveer lo necesario al técnico para el mantenimiento en el taller aeronáutico	69
4.10 Vinculación virtual almacén-técnico para mejorar el proceso de requisición de almacén en el taller aeronáutico	71
Análisis de resultados	73
Conclusiones	83
Recomendaciones	84
Referencias	85
Listado de Siglas	86
Glosario	87

Índice de cuadros

Cuadro 1. Wifi.....	16
Cuadro 2. Frecuencia, velocidad y rango.....	17
Cuadro 3. Velocidad “a”.....	17
Cuadro 4. Velocidad hipotética, rango (cerrado, libre) “b”.....	17
Cuadro 5. Velocidad hipotética, rango (cerrado, libre) “g”.....	18
Cuadro 6. Tiempo perdido de traslado para consulta del manual.....	44
Cuadro 7. Tiempo almacén.....	70
Cuadro 8. Tiempo almacén ideal.....	71
Cuadro 9. Tecnología aplicada seleccionada.....	73
Cuadro 10. Tiempo total de acceso a la información.....	77
Cuadro 11. Acceso a la red inalámbrica y al manual requerido.....	78
Cuadro 12. Tiempo de traslado al almacén.....	79
Cuadro 13. Almacén ideal.....	80
Cuadro 14. Costos totales.....	81
Cuadro 15. Costos de ganancia.....	81

Índice de figuras

Figura 1. Pocket pc de la marca HP. Esta maquina ya cuenta con la tecnología WiFi.....	4
Figura 2. Diferentes Pocket pc, Dell, Cassio y HP. La Casio ha sido descontinuada del mercado.....	4
Figura 3. Últimas Pocket pc en el mercado, pantalla más grande y se reduce el peso del dispositivo.....	5
Figura 4. Redes inalámbricas.....	14
Figura 5. Logotipo de dispositivos certificados por Wi-Fi Alliance.....	15
Figura 6. Redes inalámbricas en el área metropolitana.....	51
Figura 7. Posicionamiento de redes estándares Wireless.....	52
Figura 8. Ordenador de bolsillo PDA (acer).....	58
Figura 9. Diferentes terminales portátiles.....	62
Figura 10. Redes inalámbricas del área metropolitana.....	73

Índice de diagramas

Diagrama 1. Metodología.....	20-21
Diagrama 2. Programación Overhaul.....	30
Diagrama 3. Mantenimiento en línea.....	31
Diagrama 4. Pernoctas proceso ideal.....	33
Diagrama 5. Pernoctas proceso real.....	34
Diagrama 6. Mant. lineal ideal.....	36
Diagrama 7. Mant. lineal real.....	37
Diagrama 8. Proceso actual.....	43-44
Diagrama 9. Proceso en el taller aeronáutico.....	69-70
Diagrama 10. Proceso del uso de manuales.....	75-76
Diagrama 11. Acceso a red inalámbrica.....	77
Diagrama 12. Proceso de consulta de manuales en la biblioteca.....	78-79
Diagrama 13. Proceso de consulta de manuales por medio de la base de datos.....	79

Resumen

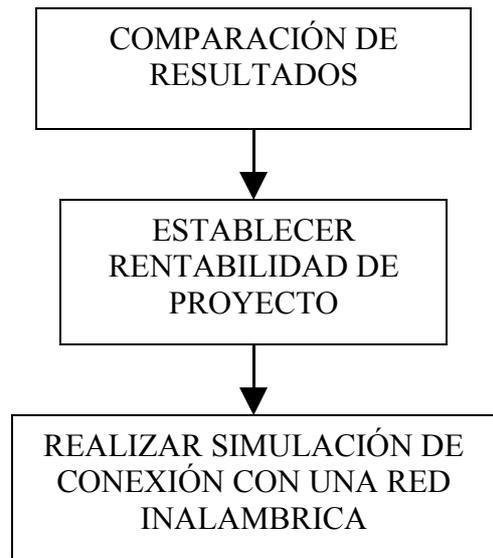
El manejo de la información técnica en el área de mantenimiento de aeronaves, (mantenimiento en línea, pernoctas y overhaul) tanto en tiempos pasados como en los actuales no ha sido la adecuada por no ser de fácil manejo ni acceso al personal técnico, teniendo como consecuencia violación en la legislación aeronáutica, demoras, pérdidas económicas y aumento de costos por concepto de mantenimiento, entre otras, todo esto englobado en el mantenimiento de las aeronaves.

El hecho de que los manuales manejaran grandes volúmenes de hojas y que en ocasiones no se encontraban disponibles en todo momento, el personal de mantenimiento omitía su uso, poniendo en riesgo la seguridad de la operación y la aeronave, generando a su vez grandes costos no previstos a la compañía.

Hoy en día los manuales ya no se manejan con grandes volúmenes de hojas, éstos han evolucionado junto con la tecnología y se han digitalizado, es decir, su manejo ya es por medio de una computadora, con lo que se ha ahorrado espacio y un mejor y organizado manejo de la información técnica, sin embargo, no se han diseñado procedimientos eficientes ni se han utilizado dispositivos adecuados para la interacción entre los manuales digitales y el personal técnico.

Otro de los problemas en el área de mantenimiento, es que el procedimiento de salida de herramienta y partes del almacén no está automatizado y aunque se tenga a la mano la información técnica, el personal necesita trasladarse hasta el almacén y llenar la hoja de requisición y esperar a que se le entregue lo solicitado, esto ocupa también tiempo considerable en el área de mantenimiento de dicha aerolínea.

Para poder analizar los datos obtenidos de la investigación solo utilizaremos los llamados límites críticos, es decir cuando el mantenimiento se intensifica al igual que las operaciones, así también elegimos aerolíneas representativas en México, las cuales manejan un gran número de operaciones así como de flota, en resumidas cuentas siempre se especificará cuál es el límite crítico de la información que se analice en su momento.



Introducción.

Hoy en día el manejo de la información técnica en el mantenimiento de aeronaves es deficiente por parte de los técnicos, sabemos que por ley y por seguridad cada que se realizan tareas de mantenimiento se utiliza la información técnica, pero hoy en día el cumplir con esto resta tiempo en el mantenimiento que se ve reflejado en perdidas económicas para la empresa.

Con la realización de este proyecto se pretende anular los tiempos muertos perdidos por el mal uso de la información técnica, utilizando la tecnología con la que se cuenta hoy en día como lo son las redes inalámbricas, servidores y dispositivos del tamaño de la palma de la mano, con esto el técnico tendrá a su disposición en todo momento y en cualquier lugar el manual que el necesite sin procedimientos administrativos como son las requisiciones.

También incluimos en esta investigación la automatización de las requisiciones de material y herramienta al almacén utilizando el técnico el mismo dispositivo y red que se empleará en la compañía para el uso de manuales, gracias a esto se pretende reducir todavía más el tiempo utilizado en el mantenimiento de las aeronaves.

En el desarrollo de este proyecto se podrá encontrar como primera instancia el planteamiento del problema donde se podrá analizar como se a manejado los manuales a lo largo del tiempo y como se podría solucionar los problemas que existen alrededor de este, posteriormente se encontrara el objetivo junto con los objetivos particulares a los cuales se pretende llegar con el desarrollo de la presente investigación, así mismo se presenta la justificación y el alcance para delimitar el campo de estudio.

En el marco teórico encontraremos extractos de leyes, reglamentos y normas tanto nacionales como internacionales en donde se justifica y se obliga el uso de los manuales técnicos en la realización del mantenimiento de aeronaves.

Con la metodología se pretende llevar un orden y una constante en la investigación del proyecto como establecer limites cítricos para cualquier análisis, como lo son los meses en que mas operación realiza una compañía y sobre todo planificar la investigación.

Dentro del desarrollo se encontraran 9 capítulos, donde comenzaremos por la entrevistas que se realizaron a los técnicos, analizando los accidentes aéreos causados por el mal manejo de la información técnica, pasando por el análisis de los procesos de mantenimiento que se llevan hoy en día donde s determinaran los tiempos muertos en el uso de los manuales técnicos, se dimensionara el taller físicamente y el numero de técnicos que laboran en el esto con el fin de limitar el numero de dispositivos y la red que se deberá ocupar.

También se hablara de la tecnología aplicable al proyecto que existe hoy en día en materia de redes inalámbricas, bases de datos, servidores y dispositivos portátiles, esto con el fin de analizar cual es la mejor opción para el desarrollo del proyecto.

Como un capítulo más del desarrollo se establecerá el proceso del almacén para requerir por parte del técnico el material y herramienta necesaria para las tareas de mantenimiento y se dará una solución para automatizar este proceso.

En el análisis de resultados se expondrá la solución tangible al problema planteado, se ejemplificara con una simulación y se comparará los diferentes procesos de mantenimiento como se llevan actualmente y como se llevaría con el proyecto aplicado.

En base a lo anterior se obtendrá la rentabilidad del proyecto con una comparación entre los minutos ahorrados con el proyecto en el uso de los manuales técnicos y su costo, y el costo de la implementación del proyecto en el proceso de mantenimiento.

Se dará al final una pequeña recomendación para posteriores investigaciones en esta materia.

Con este proyecto se pretende dimensionar la problemática que hoy en día pasa el medio aeronáutico en cuestiones administrativas y de mantenimiento donde aplicando tecnología se puede solucionar, a simple vista parece una solución de alto costo económico pero si se analiza a un plazo largo sería rentable y solucionaría varios problemas como el que se expone en esta investigación.

De igual modo se podrá observar el resultado sorpresivo de los costos de inversión y el costo de ganancia de esta manera se comprobara la rentabilidad del proyecto.

Se comprueba que rompiendo paradigmas y aplicando la tecnología a los procesos de ingeniería en el mantenimiento se puede dar un gran salto en materia de costos.

Capítulo I.-Planteamiento de la investigación

1.1 Planteamiento del problema

El manejo de la información técnica en el área de mantenimiento de aeronaves (mantenimiento en línea, pernoctas y overhaul), tanto en tiempos pasados como en los actuales no ha sido la adecuada por no ser de fácil manejo ni acceso al personal técnico, teniendo como consecuencia violación en la legislación aeronáutica, demoras, pérdidas económicas y aumento de costos por concepto de mantenimiento, entre otras, todo esto englobado en el mantenimiento de las aeronaves.

Basta con hacer referencia a uno de los accidentes provocados por el manejo inadecuado de la información técnica, donde los pasajeros del vuelo 5390 de British Airways en 1990 sufrieron momentos de angustia cuando una ventanilla del parabrisas salió por los aires provocando la despresurización de la aeronave y lanzando al capitán fuera de ésta. Después de realizadas las investigaciones se determinó que la causa probable del accidente, entre otras, apuntó al personal en tierra que realizó el mantenimiento a la aeronave por no utilizar los manuales de mantenimiento. Esta práctica de omitir el uso de la información técnica para realizar el mantenimiento era común y uno de los motivos por el que el personal lo hace así es el tiempo utilizado en solicitar el manual, buscar la información, lo cual le hacía perder tiempo valioso y como sabemos, el tiempo en las operaciones aéreas cuesta y cuesta mucho; agregándole a esto que en algunos lugares del hangar o áreas de mantenimiento y la aeronave misma, es difícil el manejo de los manuales por su volumen, dimensiones y otros tantos factores como deficiencias en la iluminación.

Como podemos observar anteriormente el hecho de que los manuales manejaran grandes volúmenes de hojas y que en ocasiones no se encontraban disponibles en todo momento, el personal de mantenimiento omitía su uso, poniendo en riesgo la seguridad de la operación y la aeronave, generando a su vez grandes costos no previstos a la compañía.

Unos de los factores por los cuales a las aerolíneas les aumenta sus costos de operación, es por las demoras en los vuelos; las cuales se dan por distintos motivos, siendo uno de ellos los que se generan en el mantenimiento, debido entre otros factores por el manejo de la información técnica, lo cual ha sucedido en tiempos pasados como en los actuales. En ocasiones un manual era ocupado por algún personal en tierra y si no existía otra copia, o no se tenía disponible cuando otro técnico lo solicitaba. Otro motivo es que en algunas aerolíneas, durante las pernoctas la biblioteca no está disponible por el horario de trabajo del personal que labora en ella, obligando a los técnicos en omitir el

uso de los manuales, con lo cual algunos trabajos de mantenimiento se realizan sin apego a los procedimientos establecidos por el fabricante de las

aeronaves, por lo que se pone en riesgo la operación y/o se generan costos por horas extras del personal.

Sumándole a todo lo planteado; por parte del personal de tierra cuando se dirigían al lugar donde se encontraba la biblioteca técnica o los manuales correspondientes surgían varios distractores, provocando que se consumiera tiempo valioso el cual no era ocupado para realizar el mantenimiento y a si generando otros costos ya fuera por demora o por tiempo extra laborado por el personal.

Actualmente en algunas aerolíneas y por entrevistas sostenidas con el personal que labora en ellas nos hemos informado que una practica común en el mantenimiento, es la omisión de manuales para realizar las distintas tareas de mantenimiento en la aeronave, como lo hemos puntualizado el no utilizar manuales en el mantenimiento hace que se incurra en una falta a las leyes, ya que éstas nos marca que no importa la condición dada, para realizar el mantenimiento de una aeronave éste debe de realizarse con base al manual correspondiente. Pero la justificación del técnico podría entenderse al referirse éste, que el manejo de la información técnica no es tan versátil hoy en día y por el solo solicitarla y buscar la referencia, se pierde tiempo el cual afecta a los tiempos planeados para realizar el mantenimiento de alguna aeronave, posiblemente esto se deba a los procedimientos que se necesitan llevar dentro de dicha empresa para solicitar el manual que se necesite agregando que hoy en día la biblioteca técnica dentro de algunas aerolíneas no esta disponible durante las pernoctas por el horario que maneja el personal de dicho departamento.

Si el personal de tierra llevará a cabo la práctica de mantenimiento con la referencia en manuales perdería tiempo que se podría convertir en demoras, lo que generaría costos adicionales a la aerolínea en cuestión o no cumplir con los tiempos estipulados en la plantación del mantenimiento, lo cual se debe a que no se ha optimizado ni se a ha hecho versátil para los técnicos y demás personal el manejo de los manuales.

En la actualidad los manuales ya no se manejan con grandes volúmenes de hojas, éstos han evolucionado junto con la tecnología y se han digitalizado, es decir, su manejo ya es por medio de una computadora, con lo que se ha ahorrado espacio y un mejor y organizado manejo de la información técnica, sin embargo, no se han diseñado procedimientos eficientes ni se han utilizado dispositivos adecuados para la interacción entre los manuales digitales y el personal técnico.

Se puede mencionar por ejemplo y en base a la información recabada por la

entrevista realizada al personal técnico de tierra que labora en una aerolínea reconocida, que existen estaciones en el aérea de mantenimiento, específicamente pc's en las cuales se puede acceder al manual requerido, pero esto presentan grandes problemas y no ayuda en nada a la optimización del manejo de los manuales y a continuación se mencionan dichos problemas; la estación pc debe de estar conectada a la red o al servidor donde se encuentran los manuales, utilizan un sistema donde se encuentran almacenados los manuales, este sistema presenta mucha inestabilidad en el sistema operativo que lo soporta además de que la interfaz del mismo es poco amigable, podemos agregar que dicha conexión a la red se hace por medio de una línea telefónica en la que se utilizan cables y conectores así como módems, todo esto debe llevar un mantenimiento programado o esta propensa a que sufra algún daño físico la red y se caiga el sistema así como fallas en el software, esto genera costos extras a la aerolínea, podemos agregar que como su mismo nombre lo dice, son estaciones, es decir, no se mueven son computadoras físicas a las cuales se debe de trasladar el personal técnico y hace que pierda tiempo en esto, sumando el tiempo utilizado en la operación de la pc tenemos como resultado lejos de solucionar u optimizar un proceso lo complica aun mas, con esto también tenemos que puntualizar que hay veces que estas estaciones por su costo y su operación se saturan del personal y tienen que esperar su turno para poder consultarla, esto ha llevado a que hoy en día se opte por no consultarla y mejor se recurra a la biblioteca técnica por una impresión de la parte del manual a utilizar, realmente se esta desaprovechando la tecnología de hoy en día y la versatilidad que te da la digitalización de dichos manuales.

El personal entrevistado mencionaba que al inicio del turno en la pernocta se recaba la información técnica requerida para el mantenimiento de ese turno, este se organiza y si falta algo se tiene que buscar, si omitiéramos este proceso se podría ahorrar tiempo y este ocuparlo en otras actividades propias del área con lo que entre otras cosas se podrían minimizar los tiempos extras trabajados por los técnicos y eliminar las demoras por el mas el uso de los manuales, dándonos como resultado bajar los costos de operación.

Otro de los problemas en el aérea de mantenimiento, es que el procedimiento de salida de herramienta y partes del almacén no esta automatizado y aunque se tenga a la mano la información técnica, el personal necesita trasladarse hasta el almacén y llenar la hoja de requisición y esperar a que se le entregue lo solicitado, esto ocupa también tiempo considerable en el aérea de mantenimiento de dicha aerolínea.

En otra empresa dedicada al transporte aéreo de pasajeros civiles a pesar de que ya casi la totalidad de sus manuales están digitalizados, hoy en día se manejan todavía papel, y esto se debe a que no se a estudiado y llegado a una conclusión para optimizar estos manuales digitalizados por ello se debe de

recurrir a la impresión de la sección que se va a ocupar del manual, esto es muy común cuando se emite una orden de ingeniería.

Por otro lado una aerolínea comercial de bajo costo y gracias a la información que nos proporcione personal del aérea de plantación de mantenimiento, el manejo de las ordenes de ingeniería así como demás formatos e información técnica para los ingenieros como para el personal técnico es compleja por el proceso que se lleva a cabo para la requisición de estos y que al final se termina teniendo el papel, esto nos lleva a la ineficiencia y perdida de tiempo para recorrer las distancias de un departamento a otro o al aérea de hangar, agregando a esto las fallas físicas que puedan ocurrir, como cuando las impresoras se dañan o el personal encargado de la impresión no se encuentra en el aérea que le corresponde.

Por ultimo podemos hacer mención que esto ya había sido considerado por un ingeniero que en su tiempo fue uno de los directores de una e las aerolíneas mas importantes de nuestro país, se necesitaban dispositivos los cuales pudieran manejar y contener los manuales requeridos en la practica del mantenimiento y que estuvieran siempre a la mano del técnico, el afirmaba que teniendo este dispositivo se podría bajar el tiempo de mantenimiento y así ahorrar en los costos de operación, lamentablemente la tecnología no lo permitió en ese entonces, ya que lo mas versátil que se tenia eran las llamadas computadoras laptop, pero sus dimensiones y peso y costo de mantenimiento así como su capacidad de almacenamiento, su difícil transportación y su imposible operación en lugares de difícil acceso impidió que esta idea se llevara a la práctica.

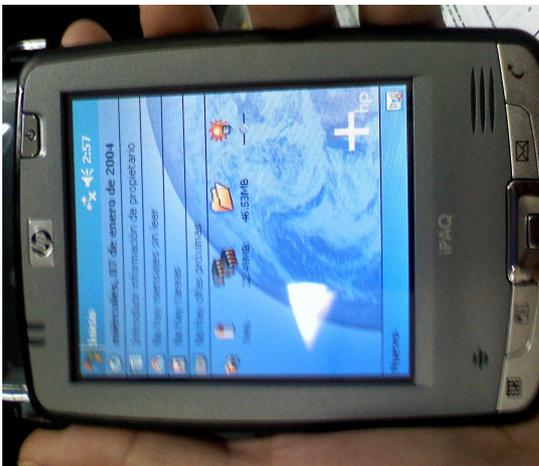


Fig 1. Pocket pc de la marca HP. Esta maquina ya cuenta con la tecnología WI-FI

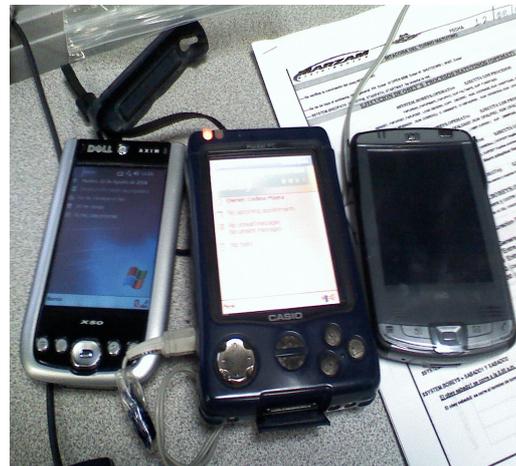


Fig 2. Diferentes Pocket pc, Dell, Casio y HP. La Casio ha sido discontinuada en el mercado



Fig 3 Últimas Pocket pc en el mercado, pantalla más grande y se reduce el peso del dispositivo.

1.2 Objetivo General

Diseñar una propuesta apoyada en el uso de nuevas tecnologías y redes informáticas para el manejo y accesibilidad de la información técnica necesaria, que facilite la coordinación en los servicios de mantenimiento de aeronaves.

1.3 Objetivos Específicos

- Entrevistas con técnicos mecánicos aeronáuticos que laboren dentro de un taller aeronáutico.
- Investigar sobre accidentes aéreos donde la posible causa fuese el uso de la información técnica.
- Investigar sobre procesos en el mantenimiento de aeronaves en un taller aeronáutico.
- Investigar sobre la tecnología usada para el uso de la información técnica dentro del taller aeronáutico.
- Investigar sobre las PC pocket.
- Investigar acerca de redes inalámbricas.
- Investigar protocolos y procedimientos de redes inalámbricas.
- Revisión de la legislación mexicana que regulen el mantenimiento de las aeronaves.

- Revisión de normas internacionales que regulen el mantenimiento de las aeronaves.
- Recopilación de información y estadísticas en el mantenimiento de aeronaves (demoras, tiempos de mantenimiento, proceso del técnico en el uso de la información técnica para el mantenimiento, establecer los tiempos muertos en el uso de información técnica por el mecánico, cumplimiento normas reglamentos y leyes que rigen el mantenimiento acerca del uso de información técnica).
- Establecer dimensiones a cubrir con la red inalámbrica
- Determinar que red inalámbrica es la correcta.
- Determinar que dispositivo PC pocket es el adecuado.
- Determinar el servidor que se adapte a las necesidades del proyecto.
- Investigar los procesos de almacén para proveer al técnico lo necesario para el mantenimiento de aeronaves.
- Establecer la conexión almacén-técnico por medio de redes inalámbricas para la automatización de algunos procesos de almacén.
- Establecer el protocolo de seguridad de la red inalámbrica.
- Establecer la administración de la información técnica en el servidor y la forma de acceder del usuario a esta.
- Investigar los costos de inversión del proyecto a la fecha.
- Comparación de los datos recabados a lo largo del proyecto con el costo de inversión.
- Determinar la rentabilidad del proyecto
- Realizar una prueba física de conexión a la red inalámbrica.

1.4 Justificación

La investigación se realizará con el fin de que con la aplicación de las redes inalámbricas poder lograr la reducción del tiempo en el mantenimiento de las aeronaves y así poder realizar otras tareas para que con esto se puedan reducir los costos que generan las horas extras del personal técnico, la

reducción de costos por demoras de vuelos derivadas del mantenimiento,

lograr que el personal técnico utilice los manuales no importando el lugar en donde se encuentre, que no sea necesario el que se tenga que estar trasladando a una estación de trabajo, a una pc o a la biblioteca técnica, que el personal cuente en todo momento y esté disponible cualquier manual no importando cuantos técnicos estén utilizando el mismo ni la hora del día, que realmente se aproveche la versatilidad que se tiene con los manuales digitalizados, eliminando por completo la impresión de dichos manuales o de alguna sección de éstos, que todos los manuales de la compañía estén concentrados en un solo dispositivo de almacenamiento y éste sea manejado por la propia compañía, eliminando a si los costos generados por la asesoría del sistema de una empresa externa, que el dispositivo que sirva como interfaz entre el técnico y el manual digitalizado, sea de dimensiones y peso adecuados para su fácil transportación, que se eliminen en la medida de lo posible dispositivos físicos en la red y se haga estable el software y el sistema utilizado para poder reducir costos de mantenimiento, que se automaticen procesos en almacén con respecto a las requisiciones por parte de los técnicos para reducir el tiempo de espera, todo esto se lograra utilizando y adaptando, servidores que contengan la información técnica, el uso de la tecnología inalámbrica en redes denominada WI-FI, el uso como dispositivo de comunicación e interfaz entre el usuario y la información digitalizada, las denominadas pocket pc, esta estaría sujeta a los resultados de la investigación y de los nuevos lanzamientos al mercado de otras pocket pc durante el desarrollo de la misma y se adapte a las necesidades de la investigación, de igual forma que estén comunicados estos dispositivos con otros departamentos como lo es el almacén para poder manejar las requisiciones desde cualquier lugar de la empresa y se agilice así el proceso que se lleva para la salida de herramienta y partes, también se utilizará un software el cual se amigable en su operación y práctico para los técnicos con el fin de reducir la operación del mismo.

1.5 Alcance

La investigación abarcara las visitas al área de mantenimiento de una aerolínea de México para poder establecer y cuantificar el tiempo perdido que se tiene por el mal manejo de la información técnica así como los costos que se generan por las demoras debidas al problema antes mencionado, se hará un estudio de factibilidad económica en comparación del costo beneficio de una posible instalación de la red inalámbrica y la automatización de requisiciones con el almacén, así como también se establecerá qué dispositivo y software son los convenientes para cumplir con los objetivos. Todo esto para comprobar que teniendo un manejo adecuado de la información técnica en el mantenimiento de las aeronaves dentro de una aerolínea se puede reducir

tiempos en el mantenimiento y por consecuencia costos por demoras y otros factores relacionados con los tiempos de mantenimiento.

II. Marco Teórico y Referencial

Los aviones son aparatos diseñados con unas exigencias de seguridad muy estrictas, las mayores de todos los medios de transporte. Y es que lo que diferencia los accidentes aéreos de los de trenes, barcos y automóviles es el número elevado de víctimas y los pocos sobrevivientes.

Aunque el diseño 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 aeronavegabilidad.

El mantenimiento de una aeronave es una serie de actividades efectuadas a fin de conservar sin fallas las partes, componentes y sistemas de una aeronave a una condición de fiabilidad y seguridad operacional y aeronavegabilidad satisfactoria al menor costo posible.

Recordemos que aeronavegabilidad es la “Condición en la que una aeronave, sus componentes y/o accesorios, cumplen con las especificaciones de diseño del certificado de tipo, suplementos y otras aprobaciones de modificaciones menores y, por lo tanto, determina que dicha aeronave, sus componentes y/o accesorios, operan de una manera segura para cumplir con el propósito para el cual fueron diseñados” y esta aeronavegabilidad se debe de mantener y esto se logra a través del mantenimiento que se efectúa ya sea en el taller técnico aeronáutico, o en el hangar de la aerolínea, esto es un requisito de ley en México para poder operar una aeronave, es por ello y como ya lo mencionamos que el mantenimiento de las aeronaves es de vital importancia para la seguridad e integridad de los implicados ya sean pasajeros o tripulación o demás actores inmiscuidos en un probable accidente.

El manteniendo que se realiza en una aerolínea pueden ser correctivo, preventivo, predictivo y proactivo, también tenemos algunos como lo son el mantenimiento programado, reparación mayor, reparación menor, mantenimiento en línea, pernoctas etc, solo por mencionar algunos; no importando cual de estos se lleve a cabo o con que filosofía de mantenimiento este debe de estar basado en procedimientos ya estipulados por la aerolínea o el taller técnico aeronáutico y a continuación se hará referencia de que leyes, reglamentos y normas regulan el mantenimiento en nuestro país.

2.1 Normatividad Internacional

Comencemos con mencionar dos anexos de la OACI en los cuales referimos la importancia de los procedimientos en el mantenimiento de las aeronaves; en el Anexo 6 "Operación de aeronaves" capítulo 8 "Mantenimiento del avión" se redacta lo siguiente:

"El explotador empleará a una persona o grupo de personas para asegurar que todo el mantenimiento se realice de conformidad con el manual de control de mantenimiento."

"El explotador proporcionará, para uso y orientación del personal de mantenimiento y operacional en cuestión, un manual de control de mantenimiento aceptable para el Estado."

"El organismo de mantenimiento dispondrá de los datos técnicos, equipo, herramientas y material necesarios para realizar el trabajo para el que recibió la aprobación."

En este anexo nos habla de seguir procedimientos establecidos en un manual del taller en donde se explicara los procedimientos y políticas para llevar a cabo el mantenimiento de las aeronaves como se explicara mas adelante en México este manual es el de procedimientos del taller aeronáutico.

Como lo hemos repetido todo el mantenimiento es necesario para conservar la aeronavegabilidad de cierta aeronave, y en el anexo 8 "Aeronavegabilidad" de igual forma nos indica que para poder conservar el certificado de aeronavegabilidad es necesario conservar esta, al igual se habla de procedimientos establecidos para llevar a cabo el mantenimiento de las aeronaves como lo referimos a continuación "Información sobre el mantenimiento; La información sobre el mantenimiento incluirá una descripción del avión y de los métodos recomendados para llevar a cabo el mantenimiento. Esa información incluirá orientación sobre el diagnóstico de defectos."

Hasta aquí podemos darnos cuenta que esos procedimientos o métodos recomendados para llevar a cabo el mantenimiento son para dar garantía del trabajo realizado, cabe mencionar que uno de esos métodos o procedimientos es la utilización de la información técnica o manuales en cada reparación o mantenimiento práctica que en nuestro país es exigible por la autoridad y como políticas de las empresas aéreas.

2.2 Legislación Nacional

Comencemos por la ley de aviación civil en este documento que delimitado el marco jurídico de la aeronáutica en México, y no es excepción del mantenimiento donde hace referencia a las normas y reglamentos que apoyan a esta ley.

En el reglamento de aviación civil en el Título Cuarto “De las aeronaves civiles, de sus operaciones y de los talleres aeronáuticos” Capítulo VII “Del mantenimiento de las aeronaves y de los talleres aeronáuticos” Sección primera “Del mantenimiento de las aeronaves” artículo 135; nos menciona lo siguiente:

El concesionario, permisionario u operador aéreo es responsable de:

“II. Cerciorarse de que el mantenimiento de las aeronaves se efectúe con sujeción a lo previsto en los manuales del fabricante y a los programas de mantenimiento e inspección, ambos aprobados por la Secretaría, a los boletines de servicio del fabricante y directivas de aeronavegabilidad, todos ellos de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes”

Precisamente aquí es donde hace referencia a la utilización de manuales y de información técnica en cualquier tarea de mantenimiento que se realice en el taller o hangar, de igual manera en la sección segunda nos vuelve a hablar de los talleres aeronáuticos y de su obligación en el uso de los manuales.

Otros documento que rigen la aeronáutica y haremos mención de ellos por su importancia para el marco legal son las normas, en ellas se establece como deben de realizarse ciertas tareas específicas de los reglamentos y de la ley. Tenemos dos normas importantes para nuestro tema una, la NOM-006-SCT3-2001 “Que establece el contenido del manual general de mantenimiento” y la otra la NOM-145/2-SCT3-2001 “Que establece el contenido del Manual de Procedimientos del taller aeronáutico” en la primera norma no establece que es lo que debe de

contener el MGM que es obligatorio para cualquier línea aérea, y la segunda establece lo que debe de contener el manual e procedimientos de taller pero como su titulo lo dice para un taller aeronáutico; en el caso de que la aerolínea tuviera su propio taller avalado por la autoridad entonces solo se elabora un manual el cual tendría como titulo “manual general de mantenimiento y procedimientos del taller aeronáutico, en ambas normas y en el caso donde se unen se establece los procedimientos y políticas para llevar acabo el mantenimiento a las aeronaves de dicha empresa, en estos documentos es donde podemos referir el uso de manuales en el mantenimiento de las aeronaves como procedimiento y como política de las líneas aéreas mexicanas y esto es por ley.

Otra de las normas en las que podemos apoyar la investigación es la NOM-145/1-SCT3-2001 “Que regula los requisitos y especificaciones para el establecimiento y funcionamiento del taller aeronáutico” en esta norma podemos observar claramente la referencia a la utilización de los manuales y la información técnica en las tareas del mantenimiento de las aeronaves: “Operación del Taller Aeronáutico. El Taller Aeronáutico deberá contar con las guías de inspección y mantenimiento de la aeronave, aprobadas por la Autoridad Aeronáutica para el concesionario, permisionario u operador aéreo para quien realiza los trabajos de mantenimiento y/o reparación, así como con la información técnica adecuada durante la aplicación de los trabajos contratados para la aeronave”

De igual manera hace mención de la protección de la información técnica ante el ambiente y el polvo, punto que apoya nuestra investigación en la cuestión de la administración de los manuales en el área de mantenimiento: “Instalaciones, equipos y herramientas. Proteger y alojar la información técnica, con objeto de que en la realización de trabajos, se proteja a los mismos de elementos climatológicos o polvo”

Otra norma que es importante mencionar para nuestra investigación es la siguiente:

“NOM-008-SCT3-2002, Que establece los requisitos técnicos a cumplir por los concesionarios y permisionarios del servicio al público de transporte aéreo, para la obtención del certificado de explotador de servicios aéreos, así como los requisitos técnicos a cumplir por los permisionarios del servicio de transporte aéreo comercial.”

En ella establece que uno de los requisitos para poder obtener el certificado es tener un manual general de mantenimiento donde a la vez habla de los procedimientos en el mantenimiento como el uso de información técnica en el mantenimiento de las aeronaves para mantener la aeronavegabilidad de las mismas.

2.3 Reglamentación de FAA

Como bien se sabe, las aeronaves que vuelan a los estados unidos deben de cumplir con cierta reglamentación para poder sobrevolar su espacio aéreo es por eso que en este apartado se hace referencia a la reglamentación de dicho país por que en México existen talleres aeronáuticos que realizan el mantenimiento a las aeronaves que vuelan a los Estados Unidos de Norteamérica.

A continuación se muestran los FAR's Relacionados con el mantenimiento y el uso de la información técnica:

FAR 39: Directivas de aeronavegabilidad.

Contiene la información y procedimientos en general para cumplir con las directivas de aeronavegabilidad.

FAR 43: Mantenimiento preventivo, reconstrucciones y alteraciones.

Regula el programa de mantenimiento al que esta sometida la aeronave y los procedimientos a cumplir cuando se le efectúan trabajos de reconstrucción y/o alteraciones mayores.

FAR 129 Operación de aeronaves extranjeras.

Regula las operaciones aeronáuticas de las aeronaves extranjeras dentro de EUA; deben contar con un programa de mantenimiento y lista de requerimientos mínimos de equipo para registro de aviones dentro de EUA.

FAR 145: Estaciones reparadoras.

Regulan los talleres o empresas reparadoras dentro de EUA y de algunas empresas extranjeras que reparan aeronaves y/o componentes fuera de EUA.

2.4 Reglamentación Europea

Así como en EUA en Europa existe EASA que se encarga de legislar las operaciones que se realicen en su espacio aéreo, como en el punto anterior mencionaremos que parte de la legislación europea ocupa a los talleres que realizan el mantenimiento en nuestro país a aeronaves que vuelan en el espacio aéreo europeo.

Como primer punto se tomara el ANEXO II (parte 145)

Esta sección establece los requisitos que deben cumplirse por una organización para calificar para la expedición o la continuación de una aprobación para el mantenimiento de aeronaves y componentes.

Segundo punto ANEXO III (Parte-66)

A los efectos de la presente Parte, la autoridad competente será la autoridad designada por el Estado miembro al que una persona que aplica para la expedición de una licencia de mantenimiento de aeronaves.

Tercer punto ANEXO I (Parte-M)

A los efectos de esta parte, la autoridad competente será:

1. Para la supervisión del mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves y la expedición de certificados de revisión de la aeronavegabilidad la autoridad designada por el Estado miembro de matrícula.

2. Para la supervisión de una organización de mantenimiento, tal como se especifica en la subparte F de MA.

- (i) la autoridad designada por el Estado miembro en el que la organización del centro de actividad principal se encuentra.
- (ii) la Agencia si la organización está situada en un tercer país.

3. Para la supervisión de una organización de gestión de mantenimiento de la aeronavegabilidad, tal como se especifica en la subparte G de MA.

10

- (i) la autoridad designada por el Estado miembro en el que la organización del centro de actividad principal, si se encuentra la aprobación no se incluye en un certificado de operador aéreo.
- (ii) la autoridad designada por el Estado miembro del operador, si la aprobación está incluida en una de operador aéreo certificado.
- (iii) la Agencia si la organización está situada en un tercer país.

4. para la aprobación de los programas de mantenimiento

- (i) la autoridad designada por el Estado miembro de matrícula.
- (ii) en el caso de transporte aéreo comercial, cuando el Estado miembro del operador es diferente de la del Estado registro, la autoridad acordada por los dos Estados antes de la aprobación del programa de mantenimiento.

Cuarto punto ANEXO IV (Parte-147)

147.A.05

Alcance

Esta sección establece los requisitos que deben cumplir las organizaciones que buscan aprobación para llevar a cabo la formación y el examen tal como se especifica en la parte 66.

147.A.10

General

Una organización de formación será una organización o parte de una organización registrada como entidad jurídica.

2.5 Tecnología Aplicable.

Redes inalámbricas

Una red inalámbrica es, como su nombre lo indica, una red en la que dos o más terminales (por ejemplo, ordenadores portátiles, agendas electrónicas, etc.) se pueden comunicar sin la necesidad de una conexión por cable.

Con las redes inalámbricas, un usuario puede mantenerse conectado cuando se desplaza dentro de una determinada área geográfica.

Las redes inalámbricas permiten que los dispositivos remotos se conecten sin dificultad, ya se encuentren a unos metros de distancia como a varios kilómetros. Asimismo, la instalación de estas redes no requiere de ningún cambio significativo en la infraestructura existente como pasa con las redes cableadas. Tampoco hay necesidad de agujerear las paredes para pasar cables ni de instalar portacables o conectores. Esto ha hecho que el uso de esta tecnología se extienda con rapidez.

Por lo general, las redes inalámbricas se clasifican en varias categorías, de acuerdo al área geográfica desde la que el usuario se conecta a la red (denominada área de cobertura):

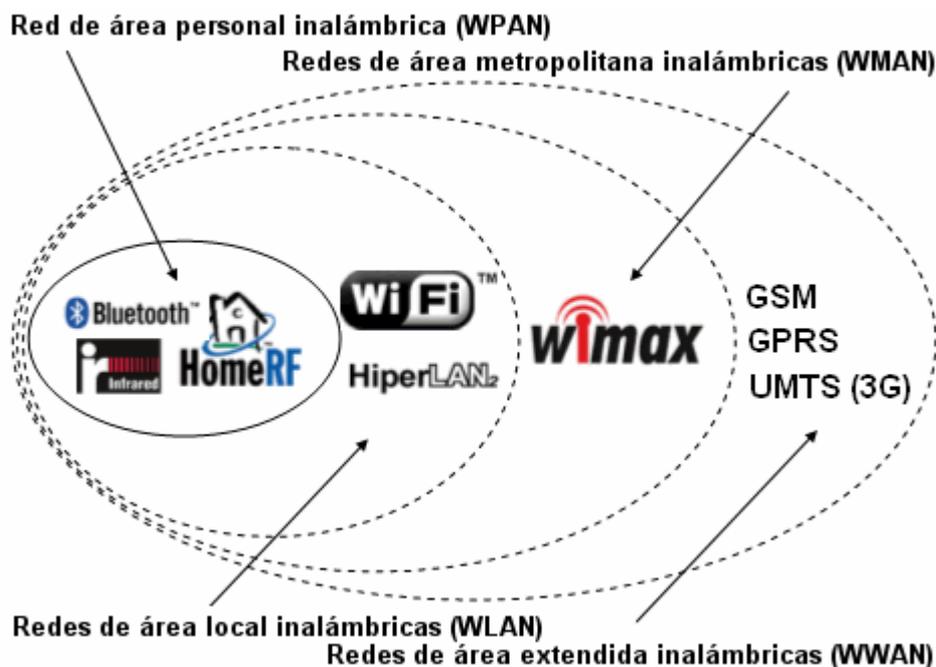


Fig. 4 Redes inalámbricas

La especificación IEEE 802.11 (ISO/IEC 8802-11) es un estándar internacional que define las características de una red de área local inalámbrica (WLAN). **Wi-Fi** es el nombre de la certificación otorgada por la Wi-Fi Alliance, anteriormente WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance), grupo que garantiza la compatibilidad entre dispositivos que utilizan el estándar 802.11. Una red Wi-Fi

es en realidad una red que cumple con el estándar 802.11. A los dispositivos certificados por la Wi-Fi Alliance se les permite usar este logotipo:



Fig. 5 Logotipo de dispositivos certificados por Wi-Fi Alliance

Con Wi-Fi se pueden crear redes de área local inalámbricas de alta velocidad siempre y cuando el equipo que se vaya a conectar no esté muy alejado del punto de acceso. En la práctica, Wi-Fi admite ordenadores portátiles, equipos de escritorio, asistentes digitales personales (PDA) o cualquier otro tipo de dispositivo de alta velocidad con propiedades de conexión también de alta velocidad (11 Mbps o superior) dentro de un radio de varias docenas de metros en ambientes cerrados (de 20 a 50 metros en general) o dentro de un radio de cientos de metros al aire libre.

Los proveedores de Wi-Fi están comenzando a cubrir áreas con una gran concentración de usuarios (como estaciones de trenes, aeropuertos y hoteles) con redes inalámbricas. Estas áreas se denominan "zonas locales de cobertura".

El estándar 802.11 en realidad es el primer estándar y permite un ancho de banda de 1 a 2 Mbps.

El estándar original se ha modificado para optimizar el ancho de banda (incluidos los estándares 802.11a, 802.11b y 802.11g, denominados estándares físicos 802.11) o para especificar componentes de mejor manera con el fin de garantizar mayor seguridad o compatibilidad. La tabla a continuación muestra las distintas modificaciones del estándar 802.11 y sus significados:

Cuadro 1. Wifi

Nombre del estándar	Nombre	Descripción
802.11a	Wifi5	El estándar 802.11 (llamado WiFi 5) admite un ancho de banda superior (el rendimiento total máximo es de 54 Mbps aunque en la práctica es de 30 Mbps). El estándar 802.11a provee ocho canales de radio en la banda de frecuencia de 5 GHz.
802.11b	Wifi	El estándar 802.11 es el más utilizado actualmente. Ofrece un rendimiento total máximo de 11 Mbps (6 Mbps en la práctica) y tiene un alcance de hasta 300 metros en un espacio abierto. Utiliza el rango de frecuencia de 2,4 GHz con tres canales de radio disponibles.
802.11c	Combinación del 802.11 y el 802.1d	El estándar combinado 802.11c no ofrece ningún interés para el público general. Es solamente una versión modificada del estándar 802.1d que permite combinar el 802.1d con dispositivos compatibles 802.11 (en el nivel de enlace de datos).
802.11d	Internacionalización	El estándar 802.11d es un complemento del estándar 802.11 que está pensado para permitir el uso internacional de las redes 802.11 locales. Permite que distintos dispositivos intercambien información en rangos de frecuencia según lo que se permite en el país de origen del dispositivo.
802.11e	Mejora de la calidad del servicio	El objetivo del estándar es definir los requisitos de diferentes paquetes en cuanto al ancho de banda y al retardo de transmisión para permitir mejores transmisiones de audio y vídeo.
802.11f	Itinerancia	El 802.11f es una recomendación para proveedores de puntos de acceso que permite que los productos sean más compatibles. Utiliza el <i>protocolo IAPP</i> que le permite a un usuario itinerante cambiarse claramente de un punto de acceso a otro mientras está en movimiento sin importar qué marcas de puntos de acceso se usan en la infraestructura de la red. También se conoce a esta propiedad simplemente como <i>itinerancia</i> .
802.11g		El estándar 802.11g ofrece un ancho de banda elevado (con un rendimiento total máximo de 54 Mbps pero de 30 Mbps en la práctica) en el rango de frecuencia de 2,4 GHz. El estándar 802.11g es compatible con el estándar anterior, el 802.11b, lo que significa que los dispositivos que admiten el estándar 802.11g también pueden funcionar con el 802.11b.
802.11h		El estándar <i>802.11h</i> tiene por objeto unir el estándar 802.11 con el estándar europeo (HiperLAN 2, de ahí la <i>h</i> de 802.11h) y cumplir con las regulaciones europeas relacionadas con el uso de las frecuencias y el rendimiento energético.
802.11i		El estándar <i>802.11i</i> está destinado a mejorar la seguridad en la transferencia de datos (al administrar y distribuir claves, y al implementar el cifrado y la autenticación). Este estándar se basa en el AES (estándar de cifrado avanzado) y puede cifrar transmisiones que se ejecutan en las tecnologías 802.11a, 802.11b y 802.11g.
802.11r		El estándar <i>802.11r</i> se elaboró para que pueda usar señales infrarrojas. Este estándar se ha vuelto tecnológicamente obsoleto.
802.11j		El estándar <i>802.11j</i> es para la regulación japonesa lo que el 802.11h es para la regulación europea.

Los estándares 802.11a, 802.11b y 802.11g, llamados "estándares físicos", son modificaciones del estándar 802.11 y operan de modos diferentes, lo que les permite alcanzar distintas velocidades en la transferencia de datos según sus rangos.

Cuadro 2. Frecuencia, Velocidad y Rango

Estándar	Frecuencia	Velocidad	Rango
WiFi a (802.11a)	5 GHz	54 Mbit/s	10 m
WiFi B (802.11b)	2,4 GHz	11 Mbit/s	100 m
WiFi G (802.11g)	2,4 GHz	54 Mbit/s	100 m

El estándar 802.11 tiene en teoría un flujo de datos máximo de 54 Mbps, cinco veces el del 802.11b y sólo a un rango de treinta metros aproximadamente. El estándar 802.11a se basa en la tecnología llamada OFDM (multiplexación por división de frecuencias ortogonales). Transmite en un rango de frecuencia de 5 GHz y utiliza 8 canales no superpuestos.

Es por esto que los dispositivos 802.11a son incompatibles con los dispositivos 802.11b. Sin embargo, existen dispositivos que incorporan ambos chips, los 802.11a y los 802.11b y se llaman dispositivos de "banda dual".

Cuadro 3. Velocidad "a"

Velocidad hipotética (en ambientes cerrados)	Rango
54 Mbit/s	10 m
48 Mbit/s	17 m
36 Mbit/s	25 m
24 Mbit/s	30 m
12 Mbit/s	50 m
6 Mbit/s	70 m

El estándar 802.11b permite un máximo de transferencia de datos de 11 Mbps en un rango de 100 metros aproximadamente en ambientes cerrados y de más de 200 metros al aire libre (o incluso más que eso con el uso de antenas direccionales).

Cuadro 4. Velocidad hipotética, rango (cerrado, libre) "b"

Velocidad hipotética	Rango (en ambientes cerrados)	Rango (al aire libre)
11 Mbit/s	50 m	200 m
5,5 Mbit/s	75 m	300 m
2 Mbit/s	100 m	400 m
1 Mbit/s	150 m	500 m

El estándar 802.11g permite un máximo de transferencia de datos de 54 Mbps en rangos comparables a los del estándar 802.11b. Además, y debido a que el estándar 802.11g utiliza el rango de frecuencia de 2.4 GHz con codificación OFDM, es compatible con los dispositivos 802.11b con excepción de algunos dispositivos más antiguos.

Cuadro 5. Velocidad hipotética, rango (cerrado, libre) “g”

Velocidad hipotética	Rango (en ambientes cerrados)	Rango (al aire libre)
54 Mbit/s	27 m	75 m
48 Mbit/s	29 m	100 m
36 Mbit/s	30 m	120 m
24 Mbit/s	42 m	140 m
18 Mbit/s	55 m	180 m
12 Mbit/s	64 m	250 m
9 Mbit/s	75 m	350 m
6 Mbit/s	90 m	400 m

Capitulo.-III Metodología.

Para poder realizar la presente investigación se tomaran diferentes recursos para poder obtener los datos necesarios para la realización del proyecto, a continuación se describe la metodología a seguir:

Para poder analizar los datos obtenidos de la investigación solo utilizaremos los llamados limites críticos, es decir cuando el mantenimiento se intensifica al igual que las operaciones, así también elegimos aerolíneas representativas en México las cuales manejan un gran numero de operaciones así como de flota, en resumidas cuentas siempre se especificara cual es el limite critico de la información que se analice en su momento.

En primera instancia para poder identificar y delimitar el problema se realizaran entrevistas directamente a los técnicos ya que estos son los que intervienen directamente con el manejo de los manuales en el mantenimiento, las entrevistas no serán formales ni con un formato establecido ya que la información que se quiere obtener son los procedimientos que no siguen al realizar su tarea este si que se llevara a cabo como una platica para otorgar confianza y los técnicos mencionen en realidad lo que sucede en el mantenimiento.

Posteriormente se realizara una investigación acerca de los accidentes e incidentes provocados por el mal uso de los manuales, nos apoyaremos en el internet, en videos, y en la información que se pueda obtener tanto de la aerolínea como de algún experto en accidentes aéreos.

Se revisara toda la legislación mexicana, normas, reglamentos y leyes para poder identificar los procesos de mantenimiento en donde la ley obliga utilizar la información técnica esto para sustentar nuestro proyecto, también se analizara la legislación FAA y la europea para tener un panorama mas amplio.

Investigar con expertos en el tema los procesos que se llevan a cabo en el mantenimiento, también se analizaran en el taller estos mismos procesos pero como se llevan en realidad en la practica para poder identificar los errores que se cometen en las tareas de mantenimiento en el uso de los manuales, así como determinar los tiempos muertos por la razón antes mencionada.

Se investigara en bibliografías, internet así como con expertos acerca de los dispositivos portátiles o mejor conocidos como pc's pocket, de redes inalámbricas y su normalización así como bases de datos y formatos de visión de archivos pdf.

Se establecerán dimensiones del taller (limites críticos), para establecer el diámetro que cubrirá la red inalámbrica.

En base a costos de servidores con distintos proveedores y en base a el tamaño de información que se tiene en manuales promedio de un taller, se determinara el servidor adecuado para el proyecto, al igual se establecerá el dispositivo pc adecuado.

Se realizara una investigación en el almacén del taller para conocer el proceso de requisición al mismo, esto para pode establecer la conexión por vía red técnico – almacén y automatizar el proceso de requisición.

Se realizara una base de datos para organizar la información en un servidor y así su acceso sea fácil para el técnico.

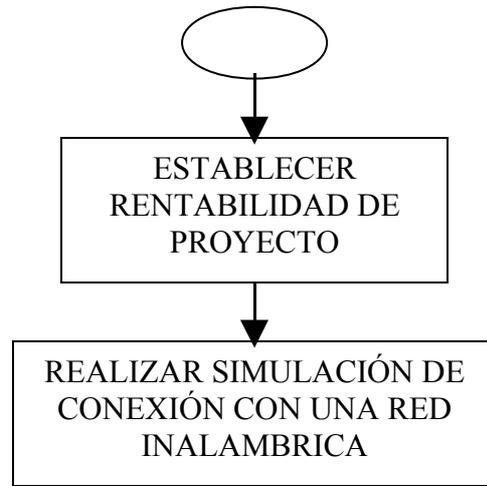
Se determinara una forma de contabilizar las perdidas por demoras en el mantenimiento y el mal manejo de la información técnica.

Comparando las perdidas económicas que se pretenden evitar con el proyecto con lo invertido en maquinas pc en servidores y en las redes así como en la mano de obra se establecerá la rentabilidad del proyecto.

Se realizara una conexión física con la maquina elegida a un servidor que servirá como simulación de cómo trabajaría el proyecto en la realidad.

Diagrama 1. Metodología





IV Desarrollo.

4.1 Entrevistas con los técnicos

El mal manejo de la información técnica comienza directamente por los técnicos o mecánicos del área de mantenimiento, ya sea mantenimiento en línea, overhaul o pernoctas, esto se debe a diversos factores los cuales se tuvieron que establecer puntualmente para tener un punto de partida y sobre todo por que son ellos los que manejan la información técnica como lo hemos mencionado anteriormente, para establecer estos se realizaron entrevistas a técnicos de diferentes aerolíneas, no se ocupo un formato en común de entrevista si no simplemente se llevo a manera de charla esto ayudo a llevar una conversación amena y que el técnico realmente se sintiera en confianza y no mintiera en los procesos donde se utiliza la información técnica ya que como pudimos comprobar después de las platicas algunos procesos no se cumplen.

De las diferentes conversaciones que se tuvieron con los técnicos obtuvimos las siguientes conclusiones con las cuales podemos comprobar las diferentes hipótesis que teníamos acerca del manejo de la información técnica en el mantenimiento.

4.1.1Overhaul.

Los mecánicos en este tipo de mantenimiento tienen por tarea el mantenimiento de cada parte y componente de la aeronave en su totalidad por lo que el tiempo es de vital importancia(es importante mencionar que en capítulos posteriores se detallara las características de este tipo de mantenimiento en este capítulo nuestro objetivo es analizar los comentarios de los técnicos), el técnico como es común trabaja bajo presión y mientras les proporcionen todas las herramientas incluyendo la información técnica necesarias para realizar su trabajo se reduce el tiempo que tardarían en buscar la información, en trasladarse al lugar donde se encuentra, en requisitar con los formatos pertinentes la información técnica y en su caso si lo hay, buscar la información en estaciones de trabajo con pc's que por lo regular, y lo voy a citar textualmente como ellos lo comentaron "nunca sirven o están trabadas, además tengo que ir hasta donde están y eso me quita tiempo" agregando a esto que los manuales se encuentran poco organizados y los tienen que buscar en los diferentes departamentos o talleres de la empresa, cuando comúnmente deberían de encontrarse en una biblioteca técnica.

Todo lo que se acaba de mencionar restan tiempo y concentración al mecánico por un mal manejo de la información técnica, recalcando que no es como ellos la manejan si no como esta a su disposición por parte del taller, todo lo anterior fueron comentarios de los técnicos cuando se les pregunto acerca de cómo estaba disponible la información técnica en el overhaul.

A continuación se englobaran los puntos más importantes del por que hoy en día el manejo de la información técnica para los mecánicos o técnicos aeronáuticos en el taller aeronáutico resta tiempo:

- En ocasiones los manuales ya están ocupados por otra persona.
- Se tienen que desplazar al lugar donde se encuentran los manuales.
- El trámite de requisición del manual es tardado.
- Si se tiene físicamente el manual su manejo en el área de mantenimiento es poco versátil.
- Si se encuentran con pc's su funcionamiento no es el adecuado y se encuentran lejos del área de trabajo.
- No se encuentra con una base de datos de los manuales bien administrada ni un lugar específico bien definido donde encontrar los manuales requeridos para el mantenimiento.

4.1.2 Pernoctas

Las pernoctas se tiene como objetivo hacer las reparaciones pertinentes en la aeronave sin que existan pérdidas económicas ya que es cuando la aeronave no tiene vuelos en su itinerario, de igual forma este tipo de mantenimiento se retomara mas adelante, nos enfocaremos a los comentarios de los entrevistados.

Como lo es común en el mantenimiento de aeronaves, algo de lo mas importante es reducir el tiempo, y las pernoctas es el mantenimiento hasta cierto punto programado y doy la característica de hasta cierto punto por que no necesariamente se realizara el mantenimiento que viene programado, si no que se tratara de corregir la mayor de las fallas posibles ya que el avión no esta en itinerario de vuelo y como lo mencionamos no se generaran pérdidas, claro, siempre y cuando se cumplan con los tiempos establecidos.

Según los técnicos existen diversos factores por el cual no cumplir con los tiempos de mantenimiento establecidos en las pernoctas, se analizaran únicamente aquellos que competen a la investigación (el manejo de la información técnica), como ya lo mencionamos para reducir el tiempo se necesita proveer al técnico con todo lo necesario para la realización de sus tareas, una de sus herramientas son los manuales o información técnica, el técnico no puede estarse desplazando al lugar donde se encuentre el manual

por la pérdida de tiempo, ellos comentaban que los manuales se encuentran en la biblioteca técnica o en otro departamento del taller y por el horario administrativo normal los departamentos como la biblioteca técnica se encuentran sin personal o cerradas limitando al técnico a la información que se le proporcione ya sea en la orden de ingeniería o por otro medio, además de pérdida de tiempo se están violando procedimientos de mantenimiento al no sustentar las tareas de mantenimiento en el manual correspondiente.

Es importante recalcar que la disposición de la información en estos casos es nula ya que la biblioteca técnica no labora en el horario de pernoctas y contratar personal para ese horario elevaría los gastos de mantenimiento y operaciones, se suman a este problema todos los mencionados en el overhaul y los cuales se enlistan a continuación:

- La biblioteca técnica no labora en el horario de pernoctas.
- El manual físico no es fácil su manipulación en el área de trabajo.
- Si existen estaciones de trabajo con pc no están en funcionamiento o el tiempo de enlace es demasiado.
- La iluminación en algunos lugares del taller o hangar no es la adecuada por la misma naturaleza de la noche para poder leer un manual.
- El técnico necesita disminuir su tiempo de tarea en la pernocta y el buscar o requerir algún manual entorpece este objetivo.
- En la mayoría de los casos cuando no se tiene a la mano algún manual se procede a realizar la tarea de mantenimiento sin sustentarla en la información técnica correspondiente, violando a si los procedimientos de mantenimiento como lo dicta las normas reglamentos y leyes aeronáuticas.

4.1.3 Mantenimiento en línea.

Por lo regular en el mantenimiento en línea se realizan las “no rutinas” o trabajos no rutinarios en su momento se explicara como se desarrolla este tipo de mantenimiento, aquí es donde se originan las mayor parte de las demoras y donde el tiempo es un factor importante.

En este tipo de mantenimiento según los mecánicos, es donde la información técnica requerida (además de otros factores que no se analizan por que no le compete a la investigación), tarda mas tiempo en llegar a sus manos para poder realizar las tareas asignadas, esto se debe a que por lo regular el mantenimiento que se realiza a las aeronaves es no programado, ya que se

origina de fallas que suceden durante la operación de la aeronave, así que el mecánico pierde tiempo entre otras cosas en encontrar la referencia del manual para poder cumplir con los procedimientos para el mantenimiento de aeronaves y en muchas ocasiones a no trabajar con el manual y en el peor de los casos incurrir en una falla por parte del técnico por no tener la referencia en sus manos.

De toda la información que obtuvimos por parte de los técnicos a continuación se muestra los puntos mas importantes del por que el manejo de la información técnica no es la adecuada por el complicado acceso a ella.

- Los manuales se encuentran desorganizados dentro del taller.
- La requisición del manual se lleva demasiado tiempo.
- La distancia que tienen que recorrer le consume valioso tiempo.
- Cuando los manuales son digitales, se tienen que buscar impresoras disponibles.
- El hardware si son pc's o impresoras la mayor parte del tiempo se encuentran fuera de servicio
- La búsqueda de la referencia es tardada y se añade al tiempo del análisis de falla.

De esta forma se puede observar que los problemas con el manejo de la información técnica, no importando en que mantenimiento aplique, resta tiempo al proceso del mantenimiento, tiempo que al final se traduce en perdidas económicas o en el peor de los casos provocar incidentes y accidentes por no utilizar las referencias para realizar las tareas de mantenimiento desembocando en la mala reputación de la compañía y claro, en perdidas humanas; en el siguiente capitulo se tratara este importante tema.

4.2 Accidentes e incidentes aéreos por posible mal uso de información técnica en el mantenimiento de las aeronaves.

Como se ha comentado con anterioridad el mal manejo de la información técnica o la omisión de ella en las tareas de mantenimiento, entre otras consecuencias, puede desembocar en accidentes o incidentes aéreos, en la mayor parte de la investigación a cerca de accidentes por este motivo se oculta la verdad del por que y se le da mayor peso a otros factores pero sin embargo cuando no se utilizan las referencias en las tareas de mantenimiento se esta propenso a cometer errores.

Existió un caso en el que el peritaje determino que la posible causa del accidente fue por la omisión del uso de manuales en el mantenimiento a continuación se hace una breve reseña de este caso.

“El 10 de junio de 1990, el vuelo 5390 de British Airways, que despegaría desde Birmingham, Reino Unido con destino a Málaga, España sufrió la rotura del parabrisas izquierdo a 5.000 m de altitud, succionando al capitán, que se quedó enganchado por las piernas en los mandos del aparato. A bordo se encontraban 81 pasajeros y 6 tripulantes.

El capitán Tim Lancaster y el primer oficial Alistair Atchison comandan la aeronave. A las 7:20, hora local, el 1-11 despegó de Birmingham. Trece minutos después de despegar, el vuelo 5390 alcanzó los 5 Km. de altura.

El servicio de comida comenzaba cuando el parabrisas del lado del capitán se desprende. Ocurre una descompresión explosiva que succiona al capitán hacia afuera y lo deja atorado en el agujero de la cabina de mando.

Dos miembros de la tripulación sostienen a Lancaster. Mientras, Atchison debe volar el avión solo. Le informa al control de tráfico aéreo de la situación.

Atchison decide aterrizar en Gatwick pero la torre le dice que lo haga en Southampton, que está más cerca. El primer oficial logra aterrizar el avión con éxito en Southampton. Increíblemente, Lancaster sobrevive al igual que todos los pasajeros.

Se descubre que el personal de mantenimiento colocó el parabrisas siniestrado con tornillos un número más pequeños de los que requiere un BAC 1-11”

Se opto por tomar este accidente como referencia para la realización del proyecto, ya que el resultado del peritaje nunca oculto que si realmente el técnico hubiera seguido los procedimientos correctos de mantenimiento nunca se habría llegado a la catástrofe de este vuelo.

El técnico en las entrevistas que se le aplicaron posterior al accidente y correspondientes a la investigación, confeso que por lo regular omitía el uso de manuales en las pernoctas ya que el tiempo no era suficiente y la búsqueda del manual y de la referencia realmente le restaba del tiempo referido para la tareas propias del mantenimiento en las pernoctas, aunado a esto el tener físicamente el manual o las hojas que corresponden a este son de difícil manejo ya que en ocasiones la luz no es la adecuada o como en su caso, en el hangar no siempre es cómodo acceder al área de la aeronave donde se realizara el mantenimiento.

Es por eso que se tomo a este caso como referencia ya que es un claro ejemplo de las consecuencias que pueden acarrear el no utilizar los manuales en el mantenimiento de las aeronaves y las razones que en cierto modo justifican el mal uso de la información técnica por parte de los técnicos.

En el desarrollo de la investigación se presento un incidente en una aerolínea comercial en México, la aeronave tuvo que regresar a la base de mantenimiento por una fuga en una línea hidráulica del motor numero 1, cuando se realizo la investigación del por que de esta falla se pudo determinar que el personal técnico que realizo el mantenimiento no dio el torque correcto a un tornillo de la línea hidráulica provocando la falla, todo esto sucedió por que el técnico no utilizo el manual ya que para tener la referencia tenia que esperar 2 horas mas en conseguir el manual, en conseguir una impresora, en trasladarse al lugar donde se encontraba y en realizar los procesos administrativos para la obtención de este.

Estos son casos representativos claros del mal manejo en el uso de la información técnica y sus consecuencias, hay ocasiones en que se tiene que disminuir el tiempo de mantenimiento pero no a costa de la seguridad y se puede notar que hoy en día la información técnica para los mecánicos no es ni accesible ni su manejo es versátil, es por ello que se tiene que dar un cambio radical para corregir este tipo de malas practicas con los manuales de mantenimiento, es decir, que para los mecánicos dicha información sea versátil y de fácil manejo.

4.3 Procesos de mantenimiento en el taller aeronáutico donde se utiliza la información técnica.

Para poder determinar realmente los tiempos del mantenimiento en, el proceso que se debe llevar a cabo, los tiempos muertos por diversos factores, entre ellos los del técnico propiamente y como se maneja la información técnica, fue necesario estar en plataforma de mantenimiento y en el taller aeronáutico analizando y recabando datos en tiempo real para poder establecer los puntos mencionados, en este capítulo analizamos los datos obtenidos del taller aeronáutico.

4.3.1 Demoras.

Propiamente una demora, es aquella que se origina por diversos factores en entre ellos y el que nos ocupa, el que se origina por mantenimiento o por una falla no prevista en la aeronave que evita que esta realiza sus operaciones según su itinerario, es decir, por la falla y el mantenimiento el vuelo es retrasado y por lo tanto se originan pérdidas económicas ya sea por los gastos que repercuten el tener un avión en tierra o ya sea por el efecto domino en donde el suspender operaciones de alguna aeronave con itinerario se ve reflejado en las operaciones que vienen detrás de ella.

No es necesario profundizar demasiado en las demoras basta con saber cuanto tiempo se pierde en estos casos y no precisamente en el tiempo total de la demora y todas las causas que la provocan si no únicamente en aquellas, como ya lo mencionamos, que se originan por una falla no prevista y el mantenimiento de esta y el tiempo que se invierte en el manejo de la información técnica.

Para determinar el costo de una demora difiere de compañía en compañía, y los factores son diversos y demasiados, el objetivo de la investigación no es como se calcula el costo de una demora si no como se puede reducir el tiempo en el mantenimiento ya sea en una demora o no, así que no profundizaremos en como se calcula si no en el costo real de ella por minuto el cual se obtuvo de la información que se le otorgo a esta investigación por parte de la empresas investigadas.

\$ 400 MN x minuto aprox. (costo vigente hasta la finalización de este trabajo)

Este costo es el promedio obtenido de los costos de demoras de las compañías visitadas que como lo hemos dicho son representativas actualmente en el mercado aeronáutico en México.

Es importante que se establezca este costo ya que la demora es un límite crítico del mantenimiento para nuestra investigación y en base a este costo se determinara al final de la investigación, cuanto tiempo y dinero se ahorrara en una demora aplicando el proyecto que se esta desarrollando.

El como se lleva el proceso de mantenimiento por una demora y mas puntualmente el manejo de la información en dicho proceso se analizara en los siguientes subcapítulos divididos en los diferentes tipos de mantenimiento que se investigaron en el proyecto, esto con el fin de organizar la información recabada y seguir el mismo formato de investigación que se esta utilizando.

4.3.2 Overhaul.

Antes de analizar el como se maneja los manuales se definirá overhaul como lo dicta la teoría, es decir, se dará esta definición para poder ver las diferencias que existe entre esta y la practica.

“El mantenimiento de una aeronave es una actividad considerada por el fabricante y las autoridades aeronáuticas como esencial para mantener la aeronavegabilidad continua y confiabilidad operacional de la aeronave.”

“Overhaul es la restauración de una parte usada, componente o ensamble por inspección, prueba y reemplazo en conformidad con los estándares aprobados para extender la vida de operación.”

En pocas palabras, el objetivo del mantenimiento de aeronaves es el de mantener la aeronave aeronavegable. Condición necesaria y obligatoria para que pueda operar dicha aeronave.

El overhaul es el mantenimiento donde se regresa a la parte componente o sistema de la aeronave a sus condiciones de cuando salió de fábrica para extender la vida de estos.

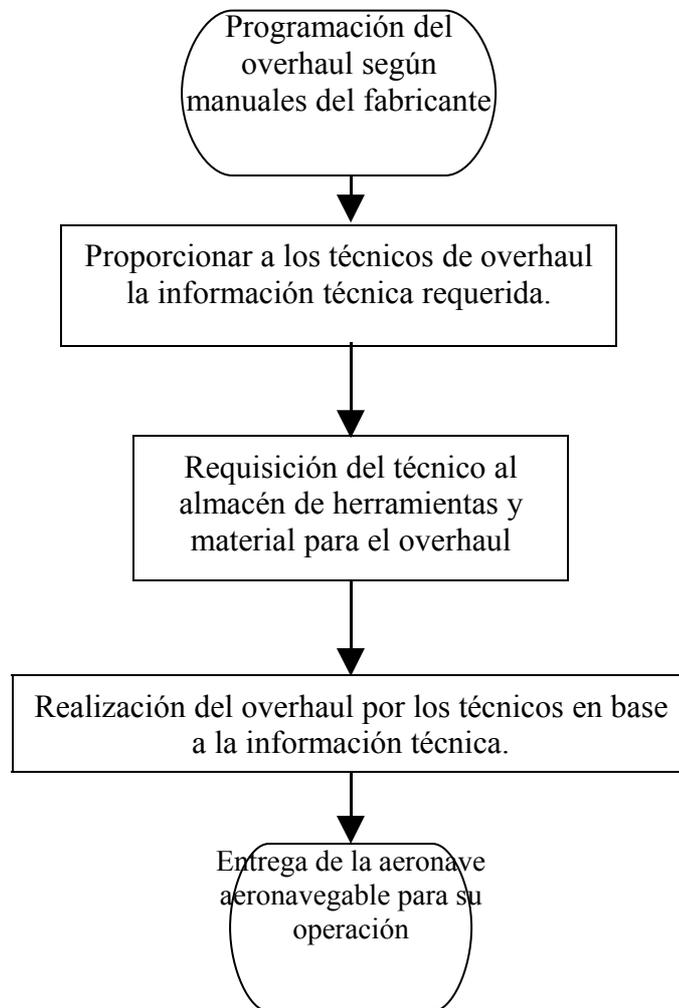
En el taller el overhaul al avión se hace cada cierto numero de horas de vuelo y este es programado, es importante mencionar que los datos aquí asentados son puramente empíricos y resultado de la investigación de campo que se realizo en los distintos talleres aeronáuticos, así que la documentación técnica necesaria para este ya es proporcionada por el departamento de ingeniería o similar, sin embargo es común que se detecte una falla no programada o no se cuente en el momento con la información necesaria o que se encuentre en un lugar poco accesible para poder llevarla consigo o se encuentre a una distancia considerable.

Es en estos casos cuando se empieza a consumir tiempo mas del programada, y es que en este tipo de mantenimiento así como se programa el mantenimiento se programa la duración de este según la aeronave y cualquier retraso en este originara un costo extra no solo en la mano de obra si no en el itinerario que s tenga programado para dicha aeronave,

Así que el tiempo de mantenimiento es importante llevarlo como se programo para evitar costos extras, y el uso de la información técnica consume comúnmente más del tiempo en que se debe terminar las tareas del overhaul.

Se asentara un diagrama de flujo de cómo debería de llevarse un mantenimiento programado de overhaul, no olvidando, que se toma en cuenta únicamente el uso de la información técnica.

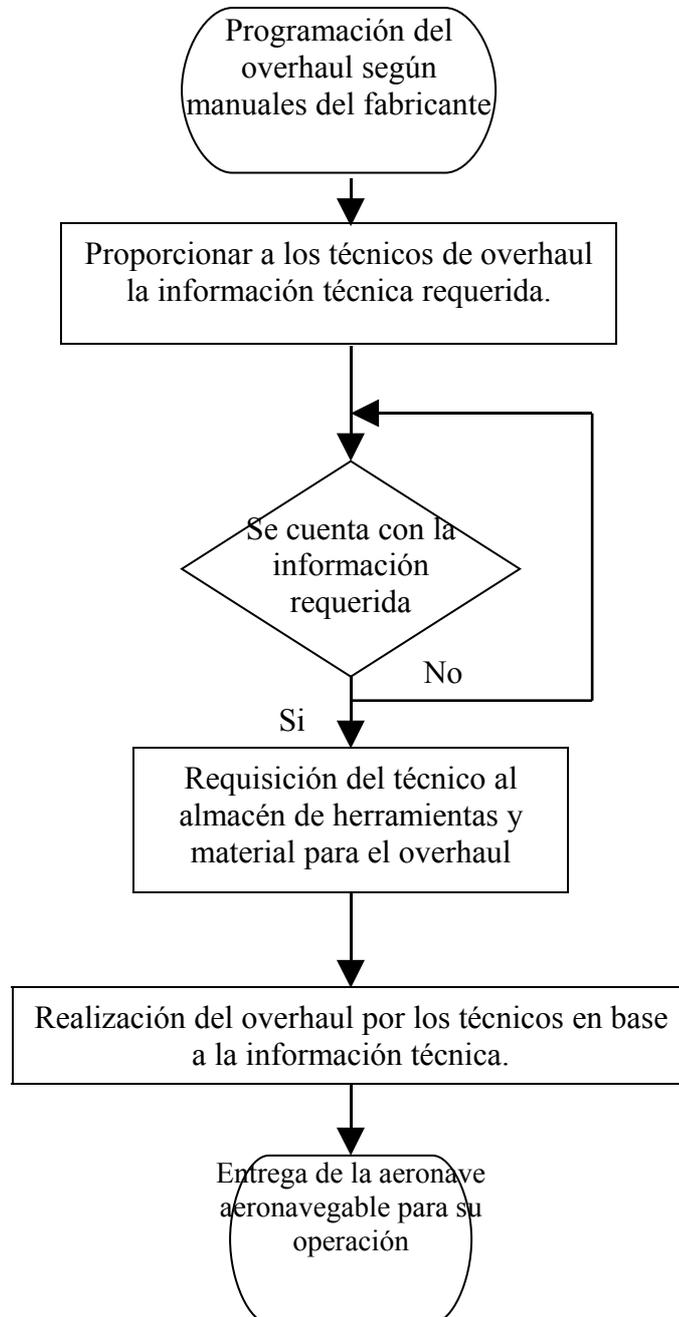
Diagrama 2. Programación del overhaul



Como se puede observar es un diagrama lineal, es decir no tiene ciclos

indeterminados o de decisión, esto en la practica se traduce en que no hay un consumo de tiempo adicional del que se planeo para llevar a cabo el mantenimiento, como ejemplo se plasma lo que en realidad se pudo observar que ocurre en un overhaul de una aeronave,

Diagrama 3. Mantenimiento en línea



En la el taller el overhaul se desarrolla con el diagrama anterior que a comparación que el primer diagrama se le añade un ciclo indeterminado, donde

cuando no se cumpla la condición regresara al proceso anterior, y cada retorno se le suma mas tiempo al proceso.

Determinar en cantidad cuanto tiempo es verdaderamente complicado por el hecho de que para cada aeronave se tiene un tiempo determinado para el overhaul, sin embargo con esto podemos notar la diferencia que existe entre la teoría y la practica y sobre todo, demostrar que el uso de los manuales restan tiempo del total del overhaul, el como se resta ese tiempo por su uso actualmente se analizara y cuantificara con detalles en el capitulo 4.5.

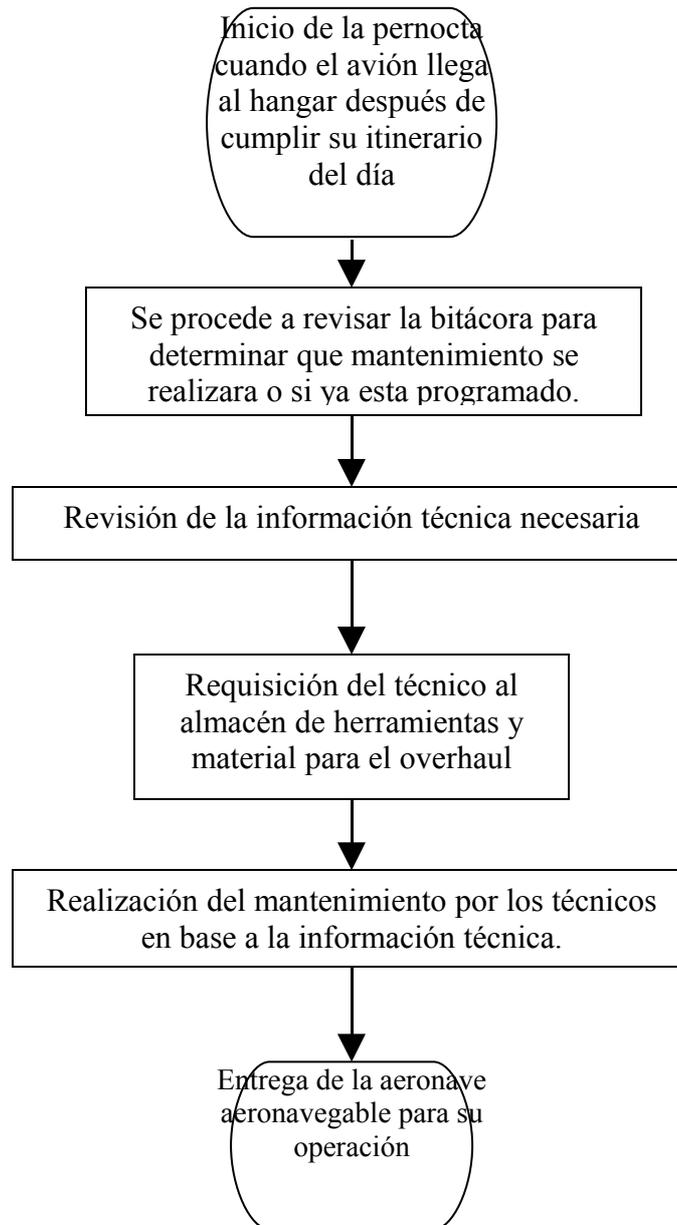
4.3.3 Pernoctas.

Este mantenimiento se lleva a cabo como su nombre los dice, en las noche o mejor dicho en las madrugadas cuando la aeronave no esta en operación como resultado de su itinerario, es decir se corrigen la mayor posible de las fallas que se originaron en ruta para evitar que falle cuando inicie a operar en su itinerario del día, también se programan algunos mantenimientos y se diagnostican fallas aeronave no tiene vuelos o cumplió con su itinerario del día, sin embargo no siempre es así, y unos de los motivos por el cual no se cumple en su totalidad el objetivo de la pernocta es el mal uso de los manuales técnicos y basta con recordar que unos de los accidentes mencionados en la actual investigación causada por el mal manejo de la información técnica se origino en una pernocta, para que mantenimiento en línea se encargue de corregirlas.

Lo que se busca con este mantenimiento es la menor perdida de tiempo por mantenimiento y se logra por que la por que la aeronave no tiene vuelos o cumplió con su itinerario del día, sin embargo no siempre es así, y uno de los motivos por el cual no se cumple en su totalidad el objetivo de la pernocta es el mal uso de los manuales técnicos y basta con recordar que unos de los accidentes mencionados en la actual investigación causada por el mal manejo de la información técnica se origino en una pernocta.

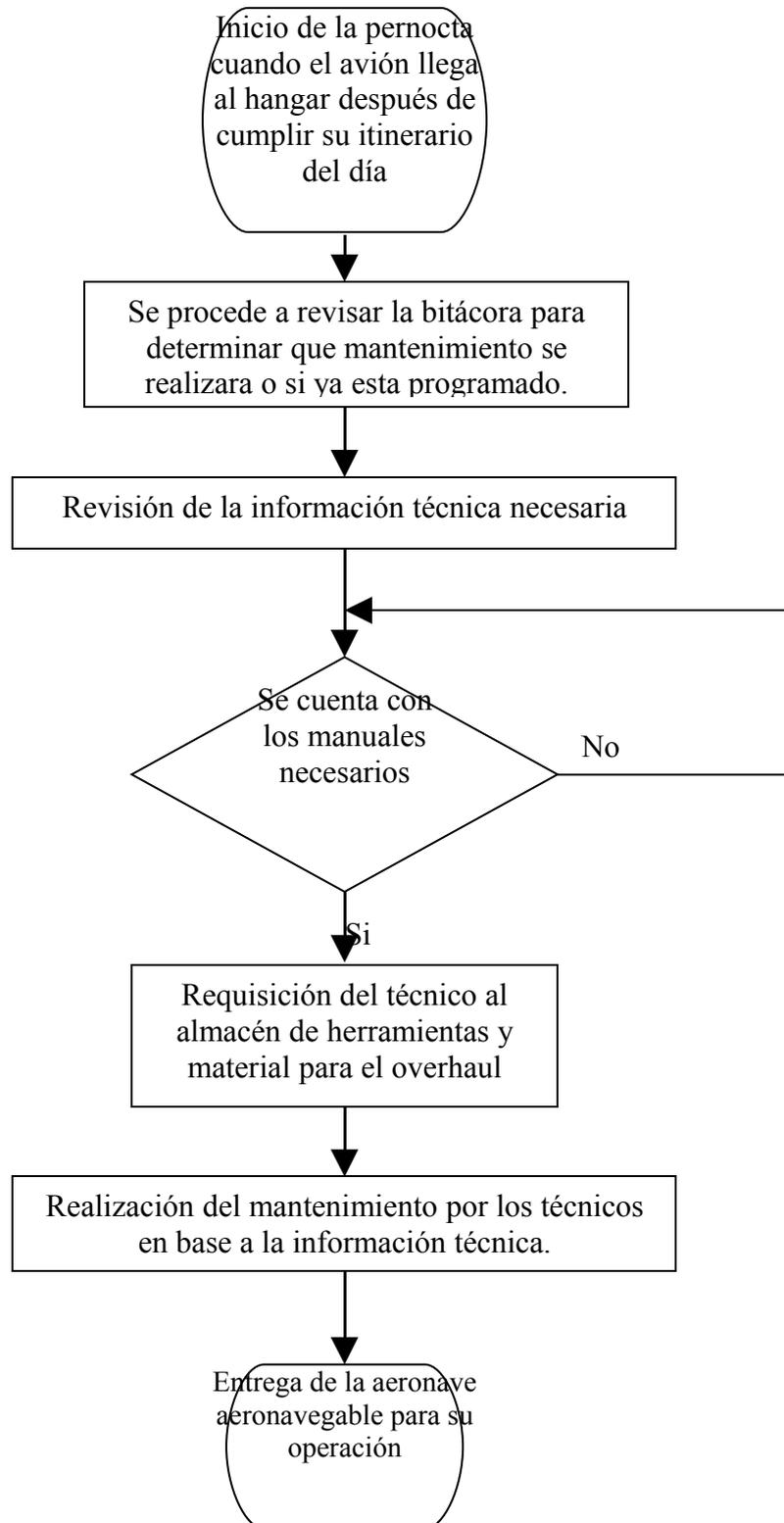
El proceso como debería de llevarse del mantenimiento durante una pernocta se representa con el siguiente diagrama.

Diagrama 4. Pernoctas proceso ideal



Así debería de llevarse la pernocta, sin embargo, por el mal uso de la información técnica debe de añadirse un ciclo indeterminado, en la realidad la pernocta se lleva de la siguiente forma, es importante señalar que la información aquí mostrada es resultado de la investigación de campo que se realizó en las diferentes compañías que se visitaron, es decir los datos son prácticos y tomados en tiempo real, el proceso es basado únicamente en los límites del uso de la información técnica.

Diagrama 5. Pernocta Real



Como ya se había mencionado el ciclo indeterminado en el proceso no arroja

mas tiempo en el tanto como se repita y se regrese en el punto del proceso, y en este caso se presenta en la practica de nuevo un problema con el manejo de la infamación técnica que suma tiempo al mantenimiento de aeronaves.

- Los principales problemas del mal manejo de la información técnica las pernoctas son:
- El poco tiempo que se tiene para la búsqueda de los manuales.
- Por lo regular la biblioteca técnica labora con horario administrativo por lo cual en la pernocta permanece cerrada.
- La iluminación artificial del hangar en ocasiones no es la adecuada o es inexistente en ciertas áreas del taller para la lectura y observación a detalle de los manuales.
- Por la cantidad de aviones que se encuentran en pernocta el espacio físico para llevar a cabo la tarea de mantenimiento en ocasiones no permite el uso de hojas o manuales.

Con este proyecto se pretende corregir todos los punto anteriores agregado la disponibilidad entera de los manuales, y así reducir el tiempo y facilitar el manejo de los manuales pro los técnicos, el proceso de cómo se utilizan actualmente con la tecnología aplicada y la cuantificación de dicho proceso se explica mas adelante.

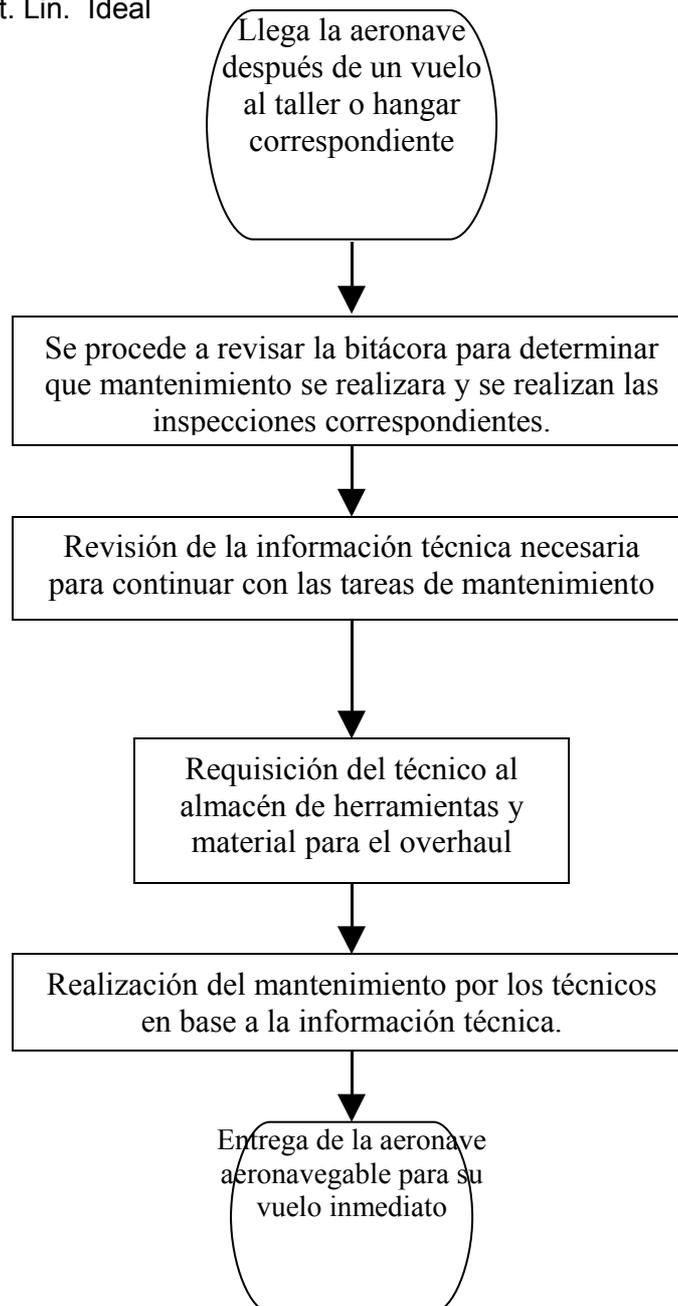
4.3.4 Mantenimiento en línea.

La teoría dicta lo siguiente acerca del mantenimiento en línea:

“Verificación de rutina, inspección y rectificación del mal funcionamiento realizado en la ruta y en la estación base durante el tránsito, turnaround o pernocta”

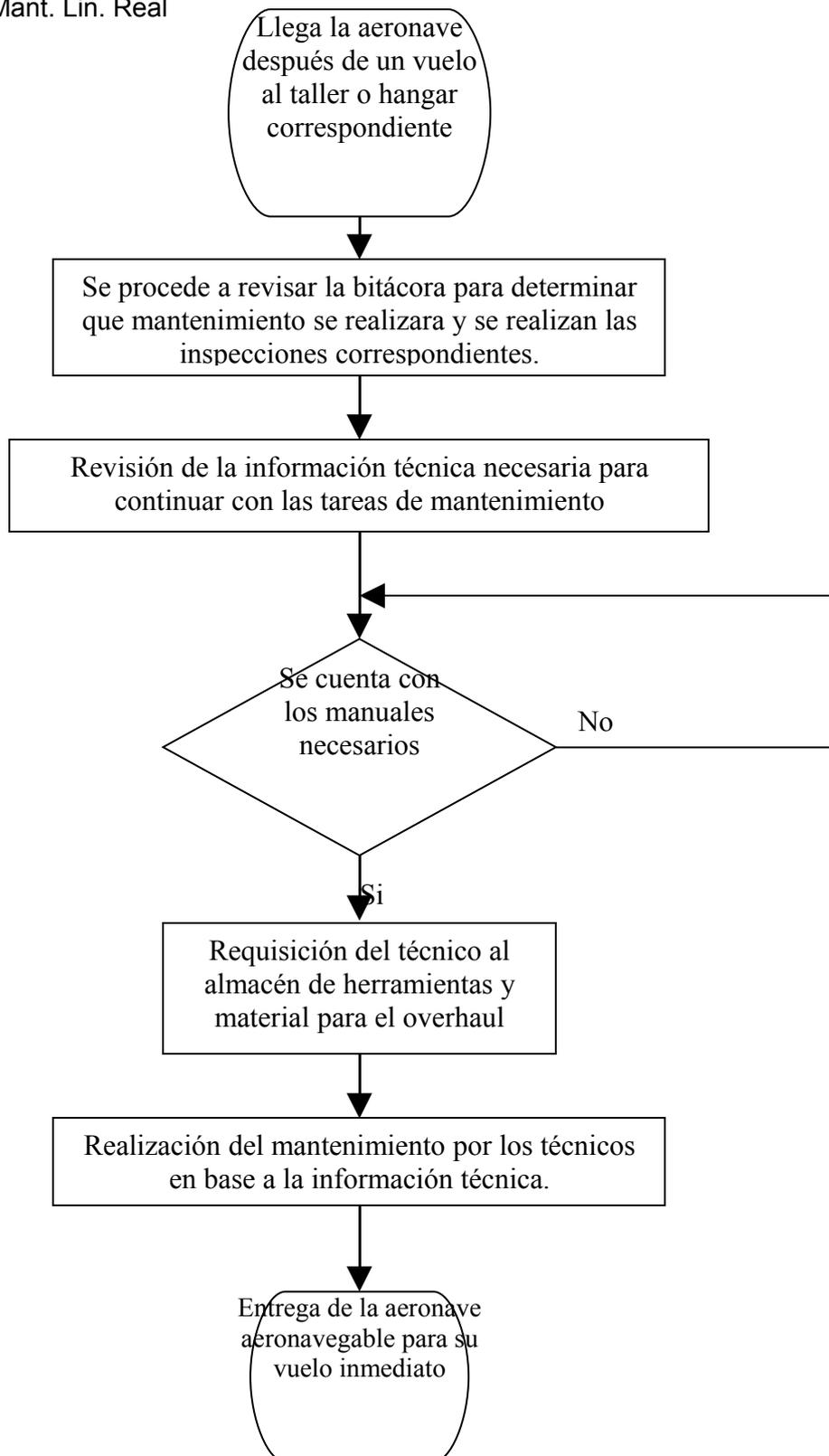
Es decir este tipo de mantenimiento es el mas critico para nuestro proyecto, ya que aquí es donde se corrigen y se inspecciona la aeronave de las fallas que sucedieron durante su ruta, en este mantenimiento es donde se originan la mayor de las demoras y es en donde la información técnica no se les proporciona a los mecánicos por parte de ningún departamento, es decir, el técnico necesariamente tiene que solicitarla a la biblioteca técnica o donde se encuentre esta, y aquí se produce el mayor tiempo perdido por el mal uso de la información técnica; como se ha venido realizando se presentara un diagrama de flujo donde se ejemplifica el proceso del mantenimiento en línea sin olvidar que se presenta en el contexto del manejo de la información técnica en dicho proceso.

Diagrama 6. Mant. Lin. Ideal



Como se observo en los otros procesos de mantenimiento teóricamente el mantenimiento en línea no cuenta con ningún ciclo indeterminado, claro, esto en la teoría por que en la practica es diferente, y como se menciono únicamente en el uso de los manuales se genera un ciclo de decisión el cual de este ciclo se desprende las demoras mas comunes que suceden en el taller o aerolínea a causa del mantenimiento y el mal uso de los manuales técnicos, esto se puede analizar en el siguiente diagrama de flujo.

Diagrama 7. Mant. Lin. Real



Como se puede observar si el técnico no cuenta con la información técnica

necesaria el ciclo cae en un bucle indeterminado hasta que se consigue o en el pero de los casos se omite el uso de los manuales, como la aeronave esta en itinerario es decir se encuentra con vuelos programados se genera la demora con todas las consecuencias que atrae estas, también surgen demoras por otras situaciones que no se analizaran por que se salen de los limites del proyecto.

La mayor de las causas del mal uso de los manuales se explican en capítulos subsecuentes donde también se cuantifica el tiempo perdido por esta razón, recordemos que estos datos son prácticos consecuencia de la investigación de campo que se realizo en los talleres que se visitaron.

4.4 ¿Por que se utiliza la información técnica en el mantenimiento de las aeronaves?

El fundamento del por que se utiliza la información técnica en el mantenimiento de las aeronaves esta respaldado en leyes, reglamentos y normas tanto nacionales como internacionales, recordemos que en nuestro país la autoridad aeronáutica que dicta estas leyes, normas y reglamentos es la SCT a través de la DGAC y esta reglamentación es la que se ejerce en México, existen otras como lo es la FAA en Estados Unidos y la Europea de EASA, aunque estas no tienen valides en México se mencionan ya que existen aeronaves con bandera de México que operan en el espacio aéreo tanto de estados unidos como de Europa y también sin olvidar a la OACI, pero esto ya se acento del capitulo 2.1 al 2.4 donde se menciona todo esto así como un pequeño extracto de dichas leyes; en este capitulo se trata de darle una cierta dimensión al correcto uso de los manuales en cuestión de la seguridad de la operación y por supuesto, de los pasajeros y tripulación de dicha aeronave ya sea comercial o de carga.

A lo largo del desarrollo de la aviación no nada mas en México si no también en el mundo se busca como prioridad la seguridad ya que se ponen en riesgo vidas humanas, para ello los expertos en el tema han estudiado a lo largo del tiempo y desarrollado procedimientos para las operaciones aéreas incluyendo el mantenimiento de ellas, sin abordar el tema de la operación, el mantenimiento es fundamental en la seguridad aérea ya que con este se busca obtener la aeronavegabilidad de la aeronave adjetivo, característica y estado con el cual debe cumplir cualquier aeronave para poder operar y esto se da en cualquier país, México no es la excepción.

Los procedimientos establecidos para el mantenimiento son demasiados estrictos, uno de esos tantos dicta el usar para cualquier tipo de mantenimiento, la referencia técnica correspondiente no importando la experiencia en práctica, en años y cuantas veces haya realizado la tarea el técnico, siempre dicha tarea debe ir acompañada de la referencia técnica.

En el taller aeronáutico hay demasiadas presiones hacia los técnicos y una de las mas fuertes es la del tiempo, como lo hemos mencionado el tiempo en la aviación cuesta y cuesta mucho, así que con esta presión los mecánicos suelen incurrir en varias violaciones hacia los procedimientos de mantenimiento y la mas importante es la omisión del manual o su mal uso como se pudo percatar en la investigación de campo realizada en los diferentes talleres aeronáuticos en que se recabaron todos los datos, y realmente no toda la culpa es del mecánico; la tecnología sigue evolucionando y aunque actualmente se a aplicado en diversos campos de la aviación en México, se a dejado de lado en la cuestión administrativa e informática como lo son los manuales.

Aunque hoy en día los manuales ya son digitales y se han acondicionado varias tecnologías de la computación a ellos, dista demasiado de lo que se

puede hacer hoy en día con la información técnica y la tecnología, claro, todo con el fin de facilitarle al técnico su manejo, en el capítulo siguiente se analizará la tecnología aplicada hoy en día en el manejo de los manuales para el mantenimiento de las aeronaves y se podrá entender mejor lo que se menciona.

Si el uso de la información técnica se omite en el mantenimiento de las aeronaves tarde o temprano por las presiones generadas en el taller aeronáutico se incurrirá en un error que puede costar algunos dólares o en el peor de los casos vidas humanas, y claro la posible quiebra de la empresa, el uso de la información técnica da seguridad al mantenimiento ya que el técnico seguirá el manual al pie de la letra como se mencione el procedimiento y así se reducirá el riesgo por mano de obra del técnico, reducirá tiempo en el procedimiento del mantenimiento (ya se mencionó el capítulo anterior las razones del tiempo muerto por el mal o su uso nulo de los manuales) y sobre todo se economizará y se dará seguridad a la operación de la aeronave, es por ello que el buen uso de los manuales es demasiado importante en el mantenimiento de las aeronaves, y se les debe de facilitar el uso de estos a los técnicos, fin que persigue esta investigación.

4.5 Tecnología para el manejo de la información técnica que es utilizada hoy en día en el taller aeronáutico.

Para poder ubicar en espacio y tiempo y así entender la dimensión de la actual investigación se analizar la diferente tecnología que actualmente se aplica para el uso de los manuales en el mantenimiento de las aeronaves en el taller aeronáutico.

En el pasado los manuales eran realmente volúmenes de inmenso tamaño y no solo eso, si no ocupaban un gran espacio físico dentro del taller aeronáutico o aerolínea, esto para la compañía le costaba recursos monetarios ya que se debía de establecer un espacio físico dentro del taller o aerolínea considerable en gran tamaño, el cual le restaba lugar a la compañía para poder establecer algún otro departamento, aunado a esto, las paginas de dichos manuales eran perdidas con facilidad o maltratadas, esto le costaba a la compañía ya que dichos manuales tienen un precio; por ello; las compañías empezaron a establecer procedimientos de requisición para los manuales por parte de los técnicos, procedimientos que en vez de atacar el problema de conservación de los manuales agregaron tiempo al proceso de mantenimiento que a la larga derivaron en otros problemas, como los que hemos mencionado en capítulos anteriores.

Esta problemática nunca se atendió con seriedad, a pesar de que se tiene conocimiento y se cree que resolviendo el problema del uso de los manuales se ahorraría mucho dinero, en parte por la tecnología que en ese entonces existía y nos referimos a la tecnología en informática y computación.

Actualmente en los talleres se está empezando a implementar una cultura de la aplicación de la tecnología en el uso de los manuales, sin embargo, ningún experto en la aeronáutica se ha preocupado por diseñar procedimientos y aplicar tecnología en el uso de la información técnica, claro, hasta ahora.

Las compañías manufactureras de aeronaves se han preocupado por entregar a sus clientes actualmente los manuales digitales, es decir, en disco compacto o DVD según sea el caso, con esto se ha resuelto el problema del volumen físico y la conservación de los manuales además de facilitar un poco su manejo al técnico ya que hoy en día no tiene que tener el manual en su totalidad al estar realizando una tarea de mantenimiento, pero también se agregaron otros contratiempos en su uso.

El manual actualmente es digital, así que los técnicos para poder consultar su información necesitan las paginas impresas o un dispositivo que les permita visualizar dicha información, como se estudio en capítulos anteriores los procesos de mantenimiento, por parte del departamento de ingeniería se le entrega al técnico la información técnica impresa necesaria para su tarea, pero esto es funcional en mantenimiento programado por el tiempo que se tiene

para prepararlo, pero cuando hablamos de situaciones que no se tienen programadas como un falla en la aeronave en operación con itinerario, se complica la situación ya que para imprimirlo se necesitan dispositivos como impresoras y un común que observamos en las aerolíneas investigadas, dichos dispositivos no están a la mano en el área que se necesita o no funcionan correctamente, así que todo esto suma tiempo al que se utiliza para realizar el mantenimiento en si.

En otros casos se tienen estaciones de trabajo con pc's, en donde el técnico después de buscar el manual en disco en el laboratorio correspondiente o en la biblioteca técnica, claro si es horario de servicio, tiene que trasladarse a dicha estación y observar la información, si se cuenta con impresora en funcionamiento en dicha estación el técnico después de un tiempo considerable resuelve el problema de los manuales, si la impresora no esta habilitada no sirvió de nada la búsqueda del manual y termina por realizar la tarea de mantenimiento sin referencia técnica, incurriendo en una falta a la ley, con posibilidades de que la falla sea aun mayor provocada por el técnico o en el pero de los casos las perdidas de vidas humanas.

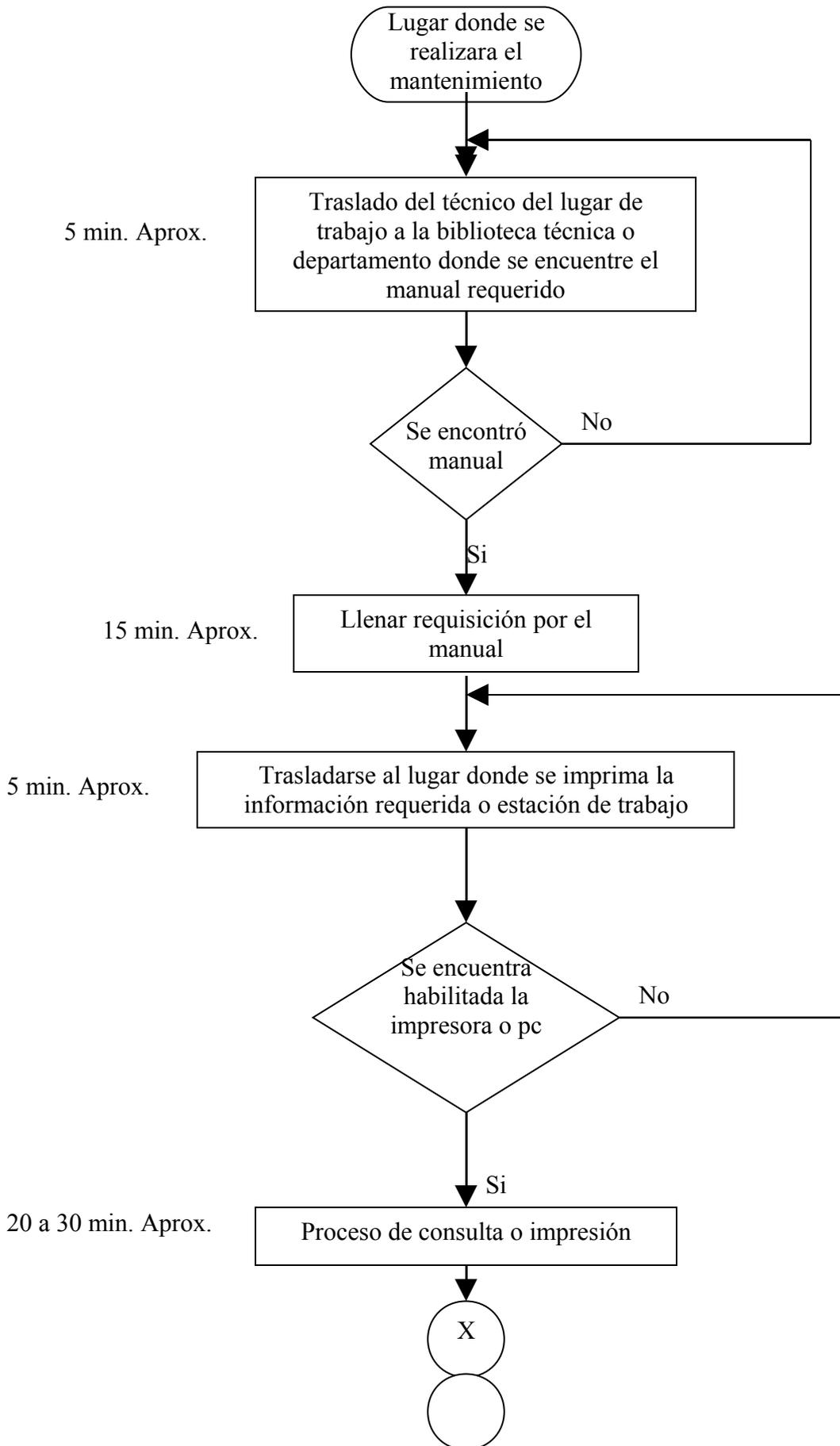
Es por ello de que a pesar de que la tecnología a empezado a incursionar en el manejo de los manuales técnicos, ya que los administrativos en mantenimiento se han dado cuenta el tiempo perdido en el manejo de la información técnica y lo que puede repercutir en cuestión monetaria.

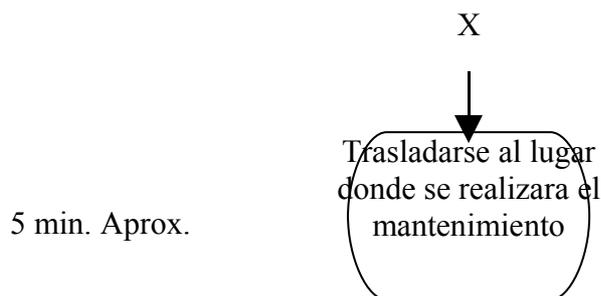
Así, como conclusión, la tecnología aplicada hoy en día para el uso de los manuales es la siguiente:

- Manuales digitalizados en DVD o disco compacto.
- Estaciones de trabajo con pc's donde el técnico puede consultar dicha información.
- En el mejor de los casos, lap top's que son pesadas y delicadas y no de fácil transportación que el técnico trae consigo en el mantenimiento de las aeronaves.

Se presenta un diagrama de flujo del proceso que sigue actualmente el técnico para requerir un manual y obtener el extracto deseado, se toma desde el punto físico donde se realizara el mantenimiento hasta el regreso con la información técnica o sin ella al mismo lugar donde trabajara así como el tiempo que se toma en seguir el diagrama.

Diagrama 8. Proceso actual





Cuadro 6 Tiempo perdido de traslado para consulta del manual

Traslado del técnico del lugar de trabajo a la biblioteca técnica o departamento donde se encuentre el manual requerido	Llenar requisición por el manual	Trasladarse al lugar donde se imprima la información requerida o estación de trabajo	Proceso de consulta o impresión	Trasladarse al lugar donde se realizara el mantenimiento	Otros motivos	Total
1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*
5 min. Aprox.	15 min. Aprox.	5 min. Aprox.	20 a 30 min. Aprox.	5 min. Aprox.	20 min. aprox.	80 min.

A continuación se explicara cada uno de los procesos del diagrama que se presento:

1*: El técnico para poder conseguir la información técnica necesaria para el mantenimiento siempre tiene que trasladarse desde el lugar donde realizara el mantenimiento a la aeronave a la biblioteca técnica o departamento donde se encuentre el manual, esto le lleva aproximadamente y después de analizarse en la practica 5 minutos. Después de este proceso entra en un ciclo de decisión ya que si no lo hay tendrá que buscarlo en otro lugar y se le agrega de nuevo tiempo como lo podemos observar en el diagrama de flujo, claro, esto en el mejor de los casos por que si la biblioteca técnica o el departamento donde se encuentre el manual se encuentra cerrado como en las pernoctas se trabajara sin referencia técnica o el mantenimiento se atrasara hasta que cuente con la información técnica correspondiente, recordemos que el diagrama de flujo cuenta con ciclos determinados de decisión y si la respuesta nos regresa un proceso se sumara a la cuenta el tiempo que se lleve de nuevo.

2*: En este proceso se esta tomando en cuenta el tiempo de llenado de la requisición así como la búsqueda del manual solicitado.

3*: Una vez que se cuenta con el disco del manual se tendrá que desplazar hacia la estación de trabajo o PC o en su defecto a cualquier impresora en funcionamiento.

4*: en este proceso es el que mayor tiempo se lleva ya que se esta tomando en cuenta el tiempo de búsqueda por parte del mecánico o el tiempo que se lleva en imprimirlo y claro con las limitaciones técnicas acerca de computación de los mecánicos.

5* Ya que el técnico tiene la información técnica necesaria y en un formato que pueda consultar se traslada al lugar donde realizara la tarea de mantenimiento.

6*: Aquí se esta englobando todo el tiempo que pierde el técnico y no tiene nada que ver con la búsqueda la información, es el tiempo perdido por distracciones propiamente dicho que se originan en el proceso de la búsqueda de información técnica, entre otras podemos mencionar:

- Platicas personales con otros compañeros de trabajo.
- Compras de bebidas como son cafés y refrescos así como el consumo de las mismas.
- Distracción con otro trabajo de mantenimiento.
- Simplemente alargar la búsqueda por evadir el trabajo.
- Realizar llamadas personales.

En este punto se genera demasiado tiempo perdido y no por la búsqueda de la información como se puede notar si no por malas costumbres en los técnicos.

7*: como total tenemos 1 hora y 20 minutos que se consumió por la búsqueda de los manuales, tiempo que se suma al de mantenimiento y tiempo que también se podría ahorrar si el manejo de la información técnica fuera versátil para los mecánicos, tiempo que es de vital importancia para poder economizar, por ejemplo, en una demora donde el tiempo consumido son perdidas para la empresa o aerolínea.

Es importante recordar que los resultados de este análisis es producto de una investigación de campo así que los datos recabados son en su totalidad prácticos es por ello que los tiempos se manejan como aproximados, así mismo este análisis se realizo bajo la condición de cuando el mantenimiento no es programado o no se esta preparado para ello como lo es en una demora o en un reporte de bitácora de la tripulación.

En los resultados de la investigación compararemos este proceso con su similar pero aplicando el proyecto, es ahí donde de verdad se vera la importancia de facilitar el manejo de los manuales a los técnicos.

4.6 Dimensiones del área de mantenimiento y personal técnico asignado a ella.

A pesar de que no se puede determinar ni establecer medidas generales para un hangar o taller aeronáutico por que cada empresa y dependiendo de su objetivo y capacidad, cuenta con talleres y hangares de diferente tamaño, es importante analizar las medidas del hangar así como el personal que trabaja en ellas y la explicación se dará a continuación:

Las distintas tecnologías que existen actualmente de redes informáticas, tienen un rango en distancia bien definido donde su espectro es detectado (esto se tratara mas a detalle en el siguiente capítulo) es por ello que por lo menos se tiene que establecer un rango de distancia para poder determinar que red es la mas adecuada para su aplicación en el proyecto.

Para poder delimitar la una distancia general para el hangar o taller aeronáutico se tienen que tomar en cuenta que es un hangar o taller aeronáutico no un ensambladora ni empresa manufacturera, así que su tamaño no será demasiado grande, se tomara en cuenta desde aviones pequeños o ejecutivos así como helicópteros así como aeronaves comerciales de gran tamaño.

Basados en esto se tendrá que elegir una red que no sea personal como lo es un infrarrojo donde su alcance es a muy corta distancia o una red satelital la cual puede accesarse a ella en cualquier parte del mundo, si no que debe de limitarse a una red que este entre estas dos es decir una red inalámbrica local, donde si se necesitara un mayor cobertura en distancia se pudiera dar soluciones como repetidores de señal, como lo mencionamos se podrá analizar mas a fondo en el próximo capítulo.

A si mismo es difícil un numero general para poder determinar con que personal se cuenta en un hangar o taller aeronáutico, pero de igual forma es necesario para el proyecto delimitar que personal es el que contara con el dispositivo para visualizar los manuales ya que esto repercute en el costo del proyecto. Para poder delimitar esto se debe tomar en cuenta que por lo general en un taller o hangar se cuenta con un gerente de mantenimiento (línea, overhaul y pernoctas, como se ha manejado a lo largo de la investigación) supervisores y técnicos mecánicos así como los conocen en el medio ayudantes de mecánico.

Por la importancia de las tareas y realmente quienes son los que están en contacto con el avión en el mantenimiento se debe de otorgar un dispositivo a cada técnico mecánico y a cada supervisor, estos son los únicos que se les debe de asignar dispositivo, sumando a estos que se tendrá que tener de soporte 1 dispositivos por cada 10 técnicos y supervisores que cuenten con uno, esto para darle continuidad al proceso de mantenimiento.

Así que por las dimensiones que cuentan un hangar o un taller aeronáutico y tomando en cuenta que la red será parte del hangar o taller lo mas conveniente para elegir una red será:

- Red inalámbrica local.

Y por la importancia de las tareas que realizan el personal para el mantenimiento la asignación de los dispositivos será:

- 1 por cada técnico mecánico con licencia.
- 1 por cada supervisor.

Además de contar con 1 dispositivo por cada diez asignados para soporte

4.7 Tecnología aplicable para el manejo de la información técnica en el mantenimiento.

4.7.1 Redes inalámbricas

Las redes inalámbricas (en inglés *wireless network*) son aquellas que se comunican por un medio de transmisión no guiado (sin cables) mediante ondas electromagnéticas. La transmisión y la recepción se realizan a través de antenas.

Tienen ventajas como la rápida instalación de la red sin la necesidad de usar cableado, permiten la movilidad y tienen menos costos de mantenimiento que una red convencional.

Tipos

Según su cobertura, se pueden clasificar en diferentes tipos:

- **WPAN** (*Wireless Personal Area Network*)

En este tipo de red de cobertura personal, existen tecnologías basadas en **HomeRF** (estándar para conectar todos los teléfonos móviles de la casa y los ordenadores mediante un aparato central); **Bluetooth** (protocolo que sigue la especificación IEEE 802.15.1); **ZigBee** (basado en la especificación IEEE 802.15.4 y utilizado en aplicaciones como la **domótica**, que requieren comunicaciones seguras con tasas bajas de transmisión de datos y maximización de la vida útil de sus baterías, bajo consumo); **RFID** (sistema remoto de almacenamiento y recuperación de datos con el propósito de transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio).

Banda Angosta

Un sistema de radio de banda angosta transmite y recibe información en una radio frecuencia específica. La banda amplia mantiene la frecuencia de la señal de radio tan angostamente posible para pasar la información. El cruzamiento no deseado entre canales es evitado al coordinar cuidadosamente diferentes usuarios en diferente canal de frecuencia. En un sistema de radio la privacidad y la no-interferencia se incrementan por el uso de frecuencias separadas de radio. El radio receptor filtra todas aquellas frecuencias que no son de su competencia. La desventaja de esta tecnología es el uso amplio de frecuencias, uno para cada usuario, lo cual es impráctico si se tienen muchos.

Espectro extendido

La gran mayoría de los sistemas inalámbricos emplean la tecnología de Espectro Extendido (*Spread Spectrum*), una tecnología de banda amplia desarrollada por los militares estadounidenses que provee comunicaciones

seguras, confiables y de misión crítica. La tecnología de Espectro Extendido está diseñada para intercambiar eficiencia en ancho de banda por confiabilidad, integridad y seguridad. Es decir, más ancho de banda es consumida con respecto al caso de la transmisión en banda angosta, pero el 'trueque' [ancho de banda/potencia] produce una señal que es en efecto más fuerte y así más fácil de detectar por el receptor que conoce los parámetros de la señal de espectro extendido que está siendo difundida. Si el receptor no está sintonizado a la frecuencia correcta, una señal de espectro extendido se miraría como ruido en el fondo. Otra característica del espectro disperso es la reducción de interferencia entre la señal procesada y otras señales no esenciales o ajenas al sistema de comunicación.

Infrarrojo

Los sistemas de comunicación por infrarrojo utilizan muy altas frecuencias, justo abajo del espectro de la luz visible para transportar datos. Como la luz, el infrarrojo no puede penetrar objetos opacos, ya sea directamente (línea de vista) o indirectamente (tecnología difundida/reflectiva). El alto desempeño del infrarrojo directo es impráctico para usuarios móviles pero su uso es prácticamente para conectar dos redes fijas. La tecnología reflectiva no requiere línea de vista pero está limitada a cuartos individuales en zonas relativamente cercanas.

Láser

La tecnología láser tiene todavía que resolver importantes cuestiones en el terreno de las redes inalámbricas antes de consolidar su gran potencial de aplicación.

Hoy en día resulta muy útil para conexiones punto a punto con visibilidad directa, utilizándose fundamentalmente en interconectar segmentos distantes de redes locales convencionales (Ethernet y Token Ring). Es de resaltar el hecho de que esta técnica se encuentre en observación debido al posible perjuicio para la salud que supone la visión directa del haz. Como circuitos punto a punto se llegan a cubrir distancias de hasta 1000 metros, operando con una longitud de onda de 820 nanómetros.

Microondas

Las microondas son ondas electromagnéticas cuyas frecuencias se encuentran dentro del espectro de las super altas frecuencias, SHF, utilizándose para las redes inalámbricas la banda de los 18-19 Ghz. Estas redes tienen una propagación muy localizada y un ancho de banda que permite alcanzar los 15 Mbps.

La red Rialta de Motorola es una red de este tipo, la cual va a 10 Mbps y tiene un área de cobertura de 500 metros.

Radio UHF

Las redes basadas en equipos de radio en UHF necesitan para su instalación y uso una licencia administrativa. Tienen la ventaja de no verse interrumpida por cuerpos opacos, pudiendo salvar obstáculos físicos gracias a su cualidad de difracción.

WaveLAN es una red inalámbrica de NCR que utiliza las frecuencias de 902-928 Mhz en Estados Unidos, aunque en Europa ha solicitado la concesión de otras frecuencias, ya que esta banda está siendo utilizada por la telefonía móvil. Esta red va a 2 Mbps, y tiene una cobertura de 335 metros. Puede utilizarse de forma independiente o conectada a una red Novell convencional (Arcnet, Token Ring o Ethernet) .

PureLAN es otra red de este tipo compatible con Novell Netware, LAN Manager, LAN Server y TCP/IP. Va a 2 Mbps y tiene una cobertura de 240 metros.

A continuación se presentan las redes inalámbricas del área metropolitana existentes hoy en día.



Fig. 6 Redes inalámbricas en el área metropolitana

Posicionamiento de Estándares Wireless

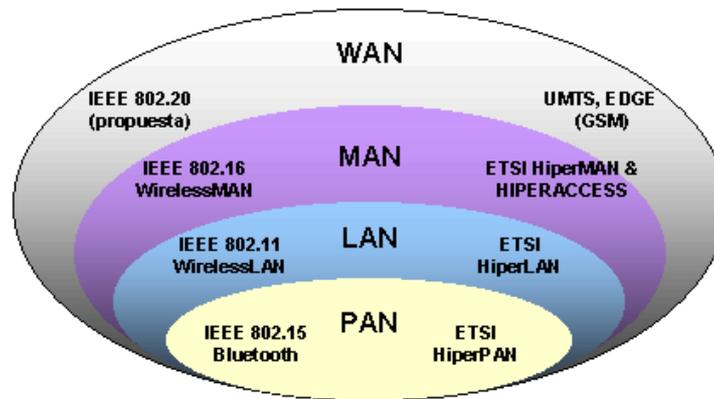


Fig. 7 Posicionamiento de redes estándares Wireless

Cobertura y estándares

- **WLAN** (*Wireless Local Area Network*)

En las redes de área local podemos encontrar tecnologías inalámbricas basadas en **HiperLAN** (del inglés, *High Performance Radio LAN*), un estándar del grupo **ETSI**, o tecnologías basadas en **Wi-Fi**, que siguen el estándar IEEE 802.11 con diferentes variantes.

- **WMAN** (*Wireless Metropolitan Area Network*, Wireless **MAN**)

Para redes de área metropolitana se encuentran tecnologías basadas en **WiMax** (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*, es decir, Interoperabilidad Mundial para Acceso con Microondas), un estándar de comunicación inalámbrica basado en la norma IEEE 802.16. WiMax es un protocolo parecido a Wi-Fi, pero con más cobertura y **ancho de banda**. También podemos encontrar otros sistemas de comunicación como **LMDS** (*Local Multipoint Distribution Service*).

- **WWAN** (*Wireless Wide Area Network*, Wireless **WAN**)

En estas redes encontramos tecnologías como **UMTS** (*Universal Mobile Telecommunications System*), utilizada con los teléfonos móviles de tercera generación (**3G**) y sucesora de la tecnología **GSM** (para móviles **2G**), o también la tecnología digital para móviles **GPRS** (*General Packet Radio Service*).

Características de redes inalámbricas

Según el rango de frecuencias utilizado para transmitir, el medio de transmisión pueden ser las **ondas de radio**, las **microondas** terrestres o por satélite, y los **infrarrojos**, por ejemplo. Dependiendo del medio, la red inalámbrica tendrá unas características u otras:

Ondas de radio: las **ondas electromagnéticas** son omnidireccionales, así que no son necesarias las **antenas parabólicas**. La transmisión no es sensible a las atenuaciones producidas por la lluvia ya que se opera en frecuencias no demasiado elevadas. En este rango se encuentran las bandas desde la **ELF** que va de 3 a 30 **Hz**, hasta la banda **UHF** que va de los 300 a los 3000 **MHz**, es decir, comprende el espectro radioeléctrico de 30 - 3000000 Hz.

Microondas terrestres: se utilizan antenas parabólicas con un diámetro aproximado de unos tres metros. Tienen una cobertura de kilómetros, pero con el inconveniente de que el emisor y el receptor deben estar perfectamente alineados. Por eso, se acostumbra a utilizar en enlaces **punto a punto** en distancias cortas. En este caso, la atenuación producida por la lluvia es más importante ya que se opera a una frecuencia más elevada. Las microondas comprenden las frecuencias desde 1 hasta 300 **GHz**.

Microondas por satélite: se hacen enlaces entre dos o más estaciones terrestres que se denominan estaciones base. El **satélite** recibe la señal (denominada señal ascendente) en una banda de frecuencia, la amplifica y la retransmite en otra banda (señal descendente). Cada satélite opera en unas bandas concretas. Las fronteras frecuenciales de las microondas, tanto terrestres como por satélite, con los infrarrojos y las ondas de radio de alta frecuencia se mezclan bastante, así que pueden haber interferencias con las comunicaciones en determinadas frecuencias.

Infrarrojos: se enlazan transmisores y receptores que modulan la luz infrarroja no coherente. Deben estar alineados directamente o con una reflexión en una superficie. No pueden atravesar las paredes. Los infrarrojos van desde 300 GHz hasta 384 **THz**.

Aplicaciones

- Las bandas más importantes con aplicaciones inalámbricas, del rango de frecuencias que abarcan las ondas de radio, son la **VLf** (comunicaciones en navegación y submarinos), **Lf** (radio **AM** de onda larga), **Mf** (radio **AM** de onda media), **Hf** (radio **AM** de onda corta), **VHf** (radio **FM** y **TV**), **UHF** (**TV**).

- Mediante las microondas terrestres, existen diferentes aplicaciones basadas en protocolos como [Bluetooth](#) o [ZigBee](#) para interconectar ordenadores portátiles, PDAs, teléfonos u otros aparatos. También se utilizan las microondas para comunicaciones con [radares](#) (detección de velocidad o otras características de objetos remotos) y para la [televisión digital terrestre](#).
- Las microondas por satélite se usan para la difusión de [televisión por satélite](#), transmisión telefónica a larga distancia y en redes privadas, por ejemplo.

Los infrarrojos tienen aplicaciones como la comunicación a corta distancia de los ordenadores con sus [periféricos](#). También se utilizan para [mandos a distancia](#), ya que así no interfieren con otras señales electromagnéticas, por ejemplo la señal de televisión. Uno de los estándares más usados en estas comunicaciones es el [IrDA](#) (*Infrared Data Association*). Otros usos que tienen los infrarrojos son técnicas como la [termografía](#), la cual permite determinar la temperatura de objetos a distancia.

Wi-Fi

Wi-Fi es un sistema de envío de datos sobre redes computacionales que utiliza ondas de radio en lugar de cables, además es una marca de la *Wi-Fi Alliance* (anteriormente la *WECA: Wireless*

Ethernet Compatibility Alliance), la organización comercial que adopta, prueba y certifica que los equipos cumplen los estándares 802.11.

Historia

Nokia y Symbol Technologies crearon en 1999 una asociación conocida como WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance, Alianza de Compatibilidad Ethernet Inalámbrica). Esta asociación pasó a denominarse Wi-Fi Alliance en 2003. El objetivo de la misma fue crear una marca que permitiese fomentar más fácilmente la tecnología inalámbrica y asegurar la compatibilidad de equipos.

De esta forma en abril de 2000 WECA certifica la interoperabilidad de equipos según la norma IEEE 802.11b bajo la marca Wi-Fi. Esto quiere decir que el usuario tiene la garantía de que todos los equipos que tengan el sello Wi-Fi pueden trabajar juntos sin problemas, independientemente del fabricante de cada uno de ellos. Se puede obtener un listado completo de equipos que tienen la certificación Wi-Fi en Alliance - Certified Products.

En el año 2002 la asociación WECA estaba formada ya por casi 150 miembros en su totalidad.

La norma IEEE 802.11 fue diseñada para sustituir el equivalente a las capas físicas y MAC de la norma 802.3 (Ethernet). Esto quiere decir que en lo único que se diferencia una red Wi-Fi de una red Ethernet es en cómo se transmiten las tramas o paquetes de datos; el resto es idéntico. Por tanto, una red local inalámbrica 802.11 es completamente compatible con todos los servicios de las redes locales (LAN) de cable 802.3 (Ethernet).

El nombre

Aunque se pensaba que el término viene de Wireless Fidelity como equivalente a Hi-Fi, High Fidelity, que se usa en la grabación de sonido, realmente la WECA contrató a una empresa de publicidad para que le diera un nombre a su estándar, de tal manera que fuera fácil de identificar y recordar. Phil Belanger, miembro fundador de Wi-Fi Alliance que apoyó el nombre Wi-Fi escribió.

“Wi-Fi y el "Style logo" del Ying Yang fueron inventados por la agencia Interbrand. Nosotros (WiFi Alliance) contratamos Interbrand para que nos hiciera un logotipo y un nombre que fuera corto, tuviera mercado y fuera fácil de recordar. Necesitábamos algo que fuera algo más llamativo que “IEEE 802.11b de Secuencia Directa”. Interbrand creó nombres como “Prozac”, “Compaq”, “OneWorld”, “Imation”, por mencionar algunas. Incluso inventaron un nombre para la compañía: VIVATO.”

Estándares existentes

Existen diversos tipos de Wi-Fi, basado cada uno de ellos en un estándar IEEE 802.11 aprobado. Son los siguientes:

- Los estándares IEEE 802.11b e IEEE 802.11g disfrutaban de una aceptación internacional debido a que la banda de 2.4 GHz está disponible casi universalmente, con una velocidad de hasta 11 Mbps y 54 Mbps, respectivamente.
- En la actualidad ya se maneja también el estándar IEEE 802.11a, conocido como WIFI 5, que opera en la banda de 5 GHz y que disfruta de una operatividad con canales relativamente limpios. La banda de 5 GHz ha sido recientemente habilitada y, además no existen otras tecnologías (Bluetooth, microondas, ZigBee, WUSB) que la estén utilizando, por lo tanto existen muy pocas interferencias. Su alcance es algo menor que el de los estándares que trabajan a 2.4 GHz (aproximadamente un 10%), debido a que la frecuencia es mayor (a mayor frecuencia, menor alcance).

- Un primer borrador del estándar [IEEE 802.11n](#) que trabaja a 2.4 GHz y a una velocidad de 108 Mbps. Sin embargo, el [estándar 802.11g](#) es capaz de alcanzar ya transferencias a 108 Mbps, gracias a diversas técnicas de aceleramiento. Actualmente existen ciertos dispositivos que permiten utilizar esta tecnología, denominados *Pre-N*.

Seguridad y fiabilidad

Uno de los problemas más graves a los cuales se enfrenta actualmente la tecnología Wi-Fi es la progresiva saturación del espectro radioeléctrico, debida a la masificación de usuarios, esto afecta especialmente en las conexiones de larga distancia (mayor de 100 metros). En realidad Wi-Fi está diseñado para conectar ordenadores a la red a distancias reducidas, cualquier uso de mayor alcance está expuesto a un excesivo riesgo de interferencias.

Un muy elevado porcentaje de [redes](#) son instaladas sin tener en consideración la [seguridad](#) convirtiendo así sus redes en redes abiertas (o muy vulnerables a los crackers), sin proteger la información que por ellas circulan.

Existen varias alternativas para garantizar la [seguridad](#) de estas redes. Las más comunes son:

- Utilización de [protocolos](#) de [cifrado](#) de datos para los estándares Wi-Fi como el [WEP](#) y el [WPA](#), que se encargan de codificar la [información](#) transmitida para proteger su confidencialidad, proporcionados por los propios dispositivos inalámbricos
- [WEP](#), cifra los datos en su red de forma que sólo el destinatario deseado pueda acceder a ellos. Los cifrados de 64 y 128 bits son dos niveles de seguridad WEP. WEP codifica los datos mediante una “clave” de cifrado antes de enviarlo al aire.
- [WPA](#): presenta mejoras como generación dinámica de la clave de acceso. Las claves se insertan como de dígitos alfanuméricos, sin restricción de longitud
- [IPSEC \(túneles IP\)](#) en el caso de las VPN y el conjunto de estándares [IEEE 802.1X](#), que permite la autenticación y autorización de usuarios.
- Filtrado de [MAC](#), de manera que sólo se permite acceso a la red a aquellos dispositivos autorizados.
- Ocultación del punto de acceso: se puede ocultar el punto de acceso ([Router](#)) de manera que sea invisible a otros usuarios.

- El protocolo de seguridad llamado **WPA2** (estándar **802.11i**), que es una mejora relativa a **WPA**. En principio es el protocolo de seguridad más seguro para Wi-Fi en este momento. Sin embargo requieren hardware y software compatibles, ya que los antiguos no lo son.

Sin embargo, no existe ninguna alternativa totalmente fiable, ya que todas ellas son susceptibles de ser vulneradas.

Existen varios dispositivos que permiten interconectar elementos Wi-Fi, de forma que puedan interactuar entre sí. Entre ellos destacan los **routers**, **puntos de acceso**, para la emisión de la señal Wi-Fi y las tarjetas receptoras para conectar a la computadora personal, ya sean internas (tarjetas **PCI**) o bien **USB**.

- Los **puntos de acceso** funcionan a modo de emisor remoto, es decir, en lugares donde la señal Wi-Fi del **router** no tenga suficiente radio se colocan estos dispositivos, que reciben la señal bien por un cable **UTP** que se lleve hasta él o bien que capturan la señal débil y la amplifican (aunque para este último caso existen aparatos especializados que ofrecen un mayor rendimiento).
- Los **router** son los que reciben la señal de la línea ofrecida por el operador de **telefonía**. Se encargan de todos los problemas inherentes a la recepción de la señal, incluidos el control de errores y extracción de la información, para que los diferentes **niveles de red** puedan trabajar. Además, el **router** efectúa el reparto de la señal, de forma muy eficiente.
- Además de **routers**, hay otros dispositivos que pueden encargarse de la distribución de la señal, aunque no pueden encargarse de las tareas de recepción, como pueden ser **hubs** y **switches**. Estos dispositivos son mucho más sencillos que los routers, pero también su rendimiento en la **red de área local** es muy inferior
- Los dispositivos de recepción abarcan tres tipos mayoritarios: tarjetas **PCI**, tarjetas **PCMCIA** y tarjetas **USB**:

Tarjeta USB para Wi-Fi.

- Las tarjetas **PCI** para Wi-Fi se agregan a los **ordenadores de sobremesa**. Hoy en día están perdiendo terreno debido a las tarjetas USB.
- Las tarjetas **PCMCIA** son un modelo que se utilizó mucho en los primeros **ordenadores portátiles**, aunque están cayendo en desuso, debido a la integración de tarjeta inalámbricas internas en estos ordenadores. La mayor parte de estas tarjetas solo son capaces de llegar hasta la **tecnología B** de Wi-Fi, no permitiendo por tanto disfrutar de una velocidad de transmisión demasiado elevada

- Las tarjetas **USB** para Wi-Fi son el tipo de tarjeta más común que existe y más sencillo de conectar a un **PC**, ya sea de sobremesa o portátil, haciendo uso de todas las ventajas que tiene la tecnología **USB**. Además, algunas ya ofrecen la posibilidad de utilizar la llamada tecnología PreN, que aún no esta estandarizada.
- También existen impresoras, cámaras Web y otros periféricos que funcionan con la tecnología Wi-Fi, permitiendo un ahorro de mucho cableado en las instalaciones de redes.

4.7.2 Dispositivos Portátiles

PocketPC

Es un ordenador de bolsillo, también llamado PDA (Personal Digital Assistant). Se trata de un pequeño ordenador, diseñado para ocupar el mínimo espacio y ser fácilmente transportable que ejecuta el sistema operativo Windows CE de Microsoft entre otros, el cual le proporciona capacidades similares a los PC de escritorio.

Microsoft sacó la línea al mercado en 1998, decidiendo denominarla Palm PC. Debido a una demanda de Palm, el nombre fue cambiado a PocketPC.



Fig. 8 Ordenador de bolsillo PDA (acer)

Características

De acuerdo con Microsoft, el PocketPC es "un dispositivo de mano que le permite grabar, enviar y recibir e-mails, contactos, citas, mostrar archivos multimedia, juegos, intercambiar mensajes de texto con MSN Messenger, navegar por la web y más".

PDA

Las PDAs suelen llevar pantalla táctil para la navegación Para otros usos de este término, véase PDA (desambiguación).

PDA, del inglés Personal Digital Assistant (Asistente Digital Personal), es un computador de mano originalmente diseñado como agenda electrónica (calendario, lista de contactos, bloc de notas y recordatorios) con un sistema de reconocimiento de escritura. Hoy día (2009) estos dispositivos, pueden realizar muchas de las funciones de una computadora de escritorio (ver películas, crear documentos, juegos, correo electrónico, navegar por Internet, reproducir archivos de audio, etc.) pero con la ventaja de ser portátil.

Historia

En 1990, el Atari Portfolio, aunque técnicamente clasificado como palmtop fue una muestra temprana de algunos de los más modernos dispositivos electrónicos. Le siguieron otros dispositivos como los Psion Organiser, el Sharp Wizard o la Amstrad Penpad que fueron sentando la base de las funcionalidades de las PDAs.

La primera mención formal del termino y concepto de PDA (Personal Digital Assistant) es del 7 de enero de 1992 por John Sculley al presentar el Apple Newton, en el Consumer Electronics Show (Muestra de electrónica de consumo) de Las Vegas (EE.UU.). Sin embargo fue un sonoro fracaso financiero para la compañía Apple, dejando de venderse en 1998. La tecnología estaba aún poco desarrollada y el reconocimiento de escritura en la versión original era bastante impreciso, entre otros problemas. Aun así, este aparato ya contaba con todas las características de la PDA moderna: pantalla sensible al tacto, conexión a una computadora para sincronización, interfaz de usuario especialmente diseñada para el tipo de máquina, conectividad a redes vía módem y reconocimiento de escritura.

En 1995 con la aparición de la empresa Palm, Inc. comenzó una nueva etapa de crecimiento y desarrollo tecnológico para el mercado de estos dispositivos. Tal fue el éxito que las PDA son a veces llamadas Palm o Palm Pilot, lo cual constituye un caso de una marca registrada que se transforma en el nombre genérico del producto.

La irrupción de Microsoft Windows CE (2000) y Windows Mobile (2003) en el sector los dotó de mayores capacidades multimedia y conectividad, y sobre todo incorporó a un público ya acostumbrado al uso de sus programas y que se los encontraban en versión reducida.

La irrupción de los Smartphones o Comunicadores (híbridos entre PDA y teléfono móvil) trajeron por un lado nuevos competidores al mercado y por otro incorporaron al usuario avanzado de móviles al mercado. De paso supuso la vuelta de un sistema operativo que había abandonado el mercado de las PDAs

y ordenadores de mano en favor de los móviles : el Symbian OS. Las PDAs de hoy en día traen multitud de comunicaciones inalámbricas (Bluetooth, Wi-Fi, IrDA, GPS...) que los hace tremendamente atractivos hasta para cosas tan inverosímiles como su uso para domótica o como navegadores GPS.

Características

Actualmente, un PDA típico tiene una pantalla táctil para ingresar información, un slot de memoria para almacenarla y al menos Infrarrojo, Bluetooth o WiFi. El software requerido por un PDA incluye por lo general un calendario, un directorio de contactos y algún programa para agregar notas. Algunos PDAs también contienen soporte para navegar por la red y para revisar el correo electrónico.

Touch screen Muchos PDAs como el Apple Newton y el Palm Pilot, tiene pantallas táctiles para interactuar con el usuario, por lo que tienen muy pocos botones reservados para abrir los programas más utilizados. Por lo general los PDAs con esta pantalla tienen un lápiz desmontable, con el cual se realizan todas las tareas. Para agregar texto por lo general se usan uno de los siguientes métodos:

Se usa un teclado virtual, y para agregar las letras hay que tocar cada una de ellas.

Se puede conectar un teclado externo conectado vía USB o Bluetooth.

Usando el reconocimiento de letras o palabras, y luego traduciéndolas a letras dentro de la caja texto seleccionada.

Usando un reconocimiento de símbolos, donde cierto grupo de estos representa una letra. Por lo general estos símbolos son fáciles de recordar.

Los PDAs diseñados para el uso en negocios, como el BlackBerry o el Treo tienen teclados completos y scrolls para facilitar el ingreso de información, en vez de usar una pantalla táctil.

Los PDAs más nuevos como el iPhone o el iPod Touch incluyen una nueva interfaz de usuario con otros medios de entrada. Estos PDAs usan una tecnología llamada Multi-touch.

Memory cards

Aunque algunos PDAs no usan tarjetas de memoria, en la actualidad la mayoría permite el uso de tarjetas SD. Además, unas cuantas tienen un puerto USB. Para obtener un pequeño tamaño, además, ciertos PDAs ofrecen slots miniSD.

Conectividad por cable, aunque algunos PDAs antiguos se conectaban al PC usando un cable serial, en la actualidad la mayoría usan un cable USB. Además de permitir la conexión con el computador, sirven como puertos de alimentación de corriente eléctrica en especial el USB.

Conectividad Inalámbrica

Muchos de los PDAs modernos tienen conectividad Bluetooth, esto permite conectar teclados externos, auriculares, GPS y mucho más accesorios. Además unos cuantos poseen conectividad Wi-Fi, ésta nos permite conectarnos a redes inalámbricas y nos permiten el acceso al Internet. Los PDAs antiguos disponían además de un puerto infrarrojo, sin embargo muy pocos de los actuales tienen esta tecnología, ya que es muy lento. El infrarrojo permite conectividad entre dos PDAs o con cualquier otro accesorio que tenga uno de estos puertos.

Sincronización

Una de las funciones más importantes de los PDAs es la sincronización con los Ordenadores Personales. Esto permite la actualización del directorio, haciendo que la información del computador y del PDAs sea la misma. La sincronización también evita la pérdida de la información almacenada en caso de que el accesorio se pierda, sea robado o destruido. Otra ventaja es que se puede ingresar información mucho más rápido desde el computador y transmitirla luego al dispositivo. La sincronización se realiza mediante un programa que entregan los fabricantes, los más conocidos son el HotSync Manager (Palm OS) y el Windows Mobile Device Center (Windows Mobile).

Aplicaciones

Como otros ordenadores, los PocketPC o PPC son ordenadores de carácter general, no obstante se han diseñado aplicaciones especialmente adaptadas a sus características, como por ejemplo lectores de códigos de barras o receptores GPS para el control de flotas.

La programación de aplicaciones puede realizarse mediante varios lenguajes, y generalmente desde un computador de escritorio, entre los cuales C_Sharp, Visual_Basic y Lexico son buenos ejemplos. El tercero tiene la particularidad de utilizar códigos en castellano que lo hacen muy legible para personas de habla Castellana.

La diferencia principal a tener en cuenta en la programación es que debido a las limitaciones de la máquina la plataforma .NET utilizada es más reducida y presenta menos cantidad de opciones en su polimorfismo.

Ya antes expuesto todo lo anterior podríamos resumirlo como:

El avance tecnológico es algo que no deja de sorprendernos, cada día es mas frecuente ver a gente que ha sustituido sus voluminosas agendas por pequeños dispositivos portátiles.

El nombre genérico que se les asigna a estos dispositivos portátiles es PDA. Se pueden definir como dispositivos de pequeño tamaño que combina un ordenador, teléfono/fax, Internet y conexión de red. Según sus funcionalidades, tamaño y características (con teclado o sin teclado) son diferenciados como Palmtops, Hand Held Computers (ordenadores de mano) y Pocket Computers (ordenadores de bolsillo). (Véase apartado Tablet PC).

Es frecuente clasificar los PDAs en función de su sistema operativo, siendo los más comunes: Palm (antes Palm Pilot) utilizan el sistema operativo Palm OS (de PalmSource, Inc.) y Pocket Pc que utilizan el sistema operativo Windows Mobile (de Microsoft).

También existen otro tipo de terminales portátiles, los tradicionales terminales de captura de datos (CCD o láser), que son usados con aplicaciones de gestión de almacén y logística.

Además de los terminales, existen aplicaciones móviles (movilidad) específicas para todo este tipo de dispositivos que le permitirán realizar todo tipo de labores de campo (logísticas, administrativas, comerciales...etc.) desde cualquier lugar y con plena efectividad.



Fig. 9 Diferentes terminales portátiles

4.7.3 Servidores

En informática, un servidor es un tipo de software que realiza ciertas tareas en nombre de los usuarios. El término servidor ahora también se utiliza para

referirse al ordenador físico en el cual funciona ese software, una máquina cuyo propósito es proveer datos de modo que otras máquinas puedan utilizar esos datos.

Este uso dual puede llevar a confusión. Por ejemplo, en el caso de un servidor web, este término podría referirse a la máquina que almacena y maneja los sitios web, y en este sentido es utilizada por las compañías que ofrecen hosting o hospedaje. Alternativamente, el servidor web podría referirse al software, como el servidor de http de Apache, que funciona en la máquina y maneja la entrega de los componentes de las páginas web como respuesta a peticiones de los navegadores de los clientes.

Los archivos para cada sitio de Internet se almacenan y se ejecutan en el servidor. Hay muchos servidores en Internet y muchos tipos de servidores, pero comparten la función común de proporcionar el acceso a los archivos y servicios.

Un servidor sirve información a los ordenadores que se conecten a él. Cuando los usuarios se conectan a un servidor pueden acceder a programas, archivos y otra información del servidor.

En la web, un servidor web es un ordenador que usa el protocolo http para enviar páginas web al ordenador de un usuario cuando el usuario las solicita.

Los servidores web, servidores de correo y servidores de bases de datos son a lo que tiene acceso la mayoría de la gente al usar Internet.

Algunos servidores manejan solamente correo o solamente archivos, mientras que otros hacen más de un trabajo, ya que un mismo ordenador puede tener diferentes programas de servidor funcionando al mismo tiempo.

Los servidores se conectan a la red mediante una interfaz que puede ser una red verdadera o mediante conexión vía línea telefónica o digital.

También se suele denominar con la palabra servidor a:

- Una aplicación informática o programa que realiza algunas tareas en beneficio de otras aplicaciones llamadas clientes. Algunos servicios habituales son los servicios de archivos, que permiten a los usuarios almacenar y acceder a los archivos de una computadora y los servicios de aplicaciones, que realizan tareas en beneficio directo del usuario final. Este es el significado original del término. Es posible que un ordenador cumpla simultáneamente las funciones de cliente y de servidor.

- Una computadora en la que se ejecuta un programa que realiza alguna tarea en beneficio de otras aplicaciones llamadas clientes, tanto si se trata de un ordenador central (mainframe), un miniordenador, un ordenador personal, una PDA o un sistema integrado; sin embargo, hay computadoras destinadas únicamente a proveer los servicios de estos programas: estos son los servidores por antonomasia.

Un servidor no es necesariamente una máquina de última generación grande y monstruosa, no es necesariamente un superordenador; un servidor puede ser desde una computadora vieja, hasta una máquina sumamente potente (ej.: servidores web, bases de datos grandes, etc. Procesadores especiales y hasta varios gigabytes de memoria). Todo esto depende del uso que se le dé al servidor. Si usted lo desea, puede convertir al equipo desde el cual usted está leyendo esto en un servidor instalando un programa que trabaje por la red y a la que los usuarios de su red ingresen a través de un programa de servidor web como Apache.

A lo cual podemos llegar a la conclusión de que un servidor también puede ser un proceso que entrega información o sirve a otro proceso. El modelo Cliente-servidor no necesariamente implica tener dos ordenadores, ya que un proceso cliente puede solicitar algo como una impresión a un proceso servidor en un mismo ordenador.

TIPOS DE SERVIDORES

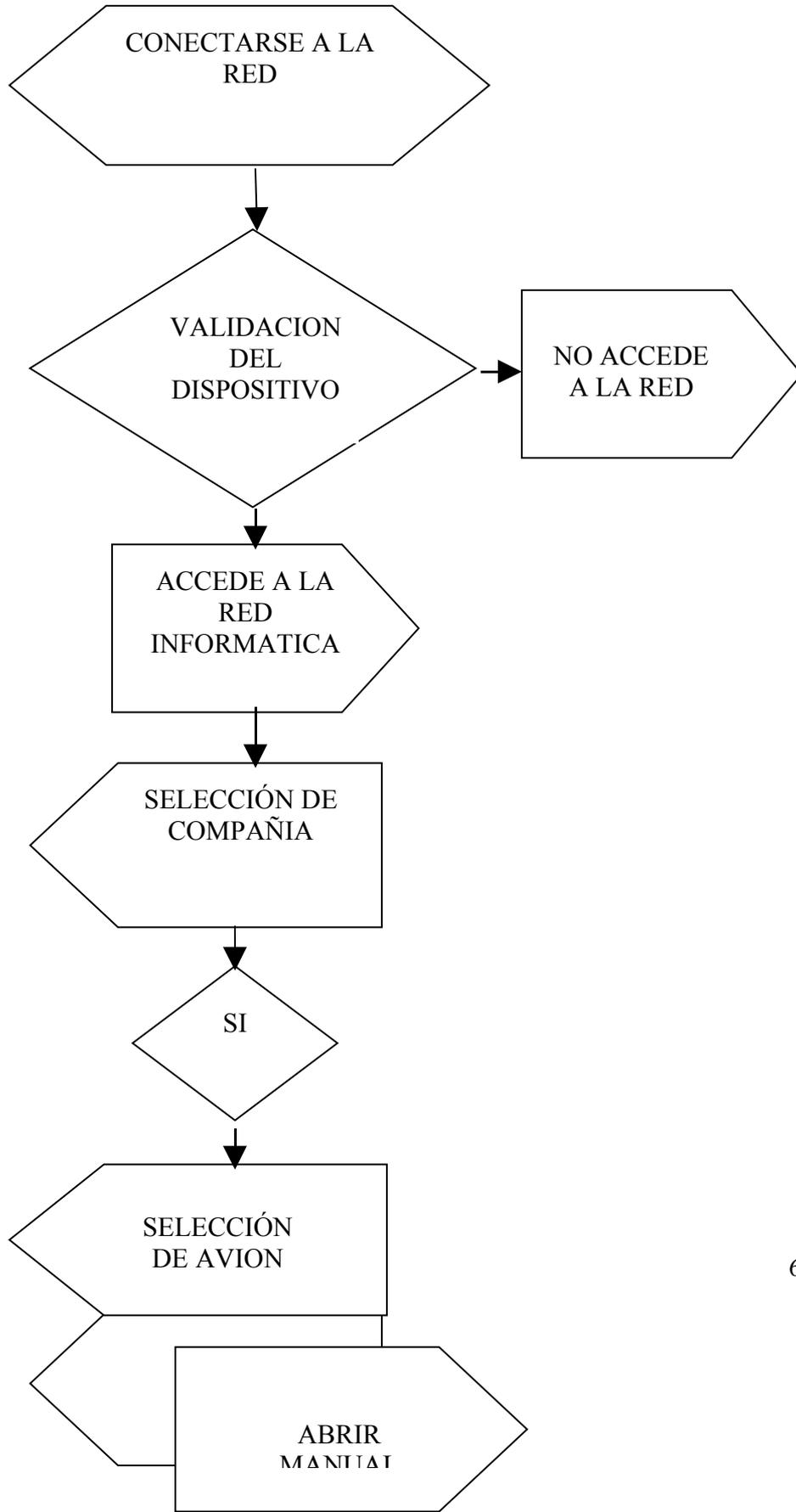
En las siguientes listas, hay algunos tipos comunes de servidores y de su propósito.

- Servidor de archivo: almacena varios tipos de archivos y los distribuye a otros clientes en la red.
- Servidor de impresiones: controla una o más impresoras y acepta trabajos de impresión de otros clientes de la red, poniendo en cola los trabajos de impresión (aunque también puede cambiar la prioridad de las diferentes impresiones), y realizando la mayoría o todas las otras funciones que en un sitio de trabajo se realizaría para lograr una tarea de impresión si la impresora fuera conectada directamente con el puerto de impresora del sitio de trabajo.
- Servidor de correo: almacena, envía, recibe, en ruta y realiza otras operaciones relacionadas con email para los clientes de la red.
- Servidor de fax: almacena, envía, recibe, en ruta y realiza otras funciones necesarias para la transmisión, la recepción y la distribución apropiadas de los fax.

- Servidor de la telefonía: realiza funciones relacionadas con la telefonía, como es la de contestador automático, realizando las funciones de un sistema interactivo para la respuesta de la voz, almacenando los mensajes de voz, encaminando las llamadas y controlando también la red o el Internet, p. ej., la entrada excesiva del IP de la voz (VoIP), etc.
- Servidor proxy: realiza un cierto tipo de funciones a nombre de otros clientes en la red para aumentar el funcionamiento de ciertas operaciones (p. ej., prefetching y depositar documentos u otros datos que se soliciten muy frecuentemente), también sirve seguridad, esto es, tiene un Firewall. Permite administrar el acceso a internet en una Red de computadoras permitiendo o negando el acceso a diferentes sitios Web.
- Servidor del acceso remoto(RAS): controla las líneas de módem de los monitores u otros canales de comunicación de la red para que las peticiones conecten con la red de una posición remota, responden llamadas telefónicas entrantes o reconocen la petición de la red y realizan los chequeos necesarios de seguridad y otros procedimientos necesarios para registrar a un usuario en la red.
- Servidor de uso: realiza la parte lógica de la informática o del negocio de un uso del cliente, aceptando las instrucciones para que se realicen las operaciones de un sitio de trabajo y sirviendo los resultados a su vez al sitio de trabajo, mientras que el sitio de trabajo realiza el interfaz operador o la porción del GUI del proceso (es decir, la lógica de la presentación) que se requiere para trabajar correctamente.
- Servidor web: almacena documentos HTML, imágenes, archivos de texto, escrituras, y demás material Web compuesto por datos (conocidos colectivamente como contenido), y distribuye este contenido a clientes que la piden en la red.
- Servidor de Base de Datos: (database server) provee servicios de base de datos a otros programas u otras computadoras, como es definido por el modelo cliente-servidor. También puede hacer referencia a aquellas computadoras (servidores) dedicadas a ejecutar esos programas, prestando el servicio.
- Servidor de reserva: tiene el software de reserva de la red instalado y tiene cantidades grandes de almacenamiento de la red en discos duros u otras formas del almacenamiento (cinta, etc.) disponibles para que se utilice con el fin de asegurarse de que la pérdida de un servidor principal no afecte a la red. Esta técnica también es denominada clustering.
- Impresoras: muchas impresoras son capaces de actuar como parte de una red de ordenadores sin ningún otro dispositivo, tal como un "print server", a actuar como intermediario entre la impresora y el dispositivo que está solicitando un trabajo de impresión de ser terminado.
- Terminal tonto: muchas redes utilizan este tipo de equipo en lugar de puestos de trabajo para la entrada de datos. En estos sólo se exhiben datos o se introducen. Este tipo de terminales, trabajan contra un servidor, que es quien realmente procesa los datos y envía pantallas de datos a los terminales.

4.8 Estructura de una base de datos con la información técnica requerida por el taller aeronáutico

DEIAGRAMA DE OPERACIONAL DE LA BASE DE DATOS



SELECCIÓN DE COMPAÑÍA

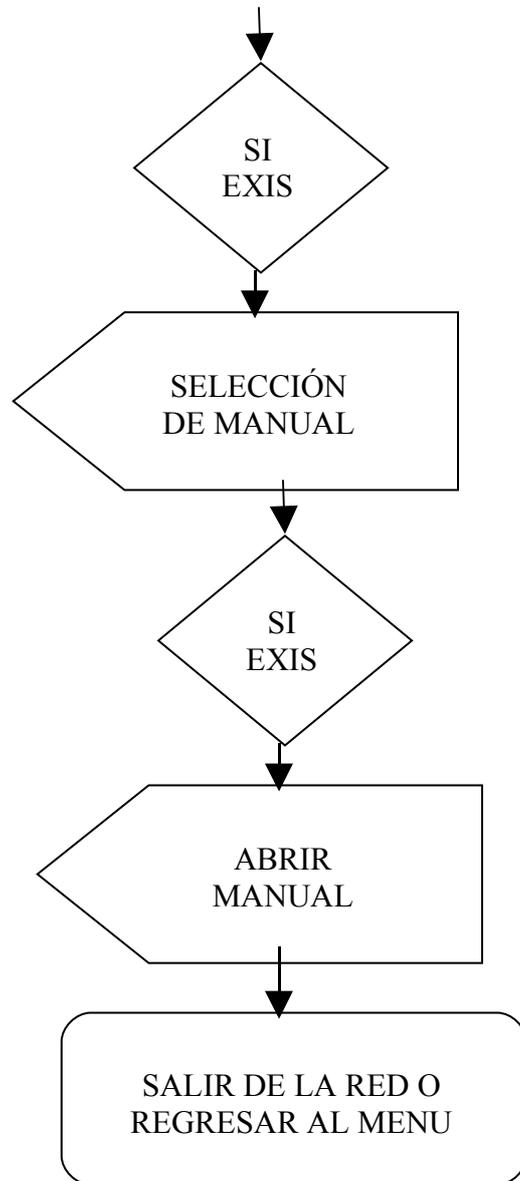


Diagrama operacional de la base de datos:

67

El diagrama de flujo se explica de la siguiente manera el personal tendrá que primero seleccionar el icono de acceso directo a la conexión del servidor esto con fines de validación del dispositivo, siguiendo con la selección de compañía

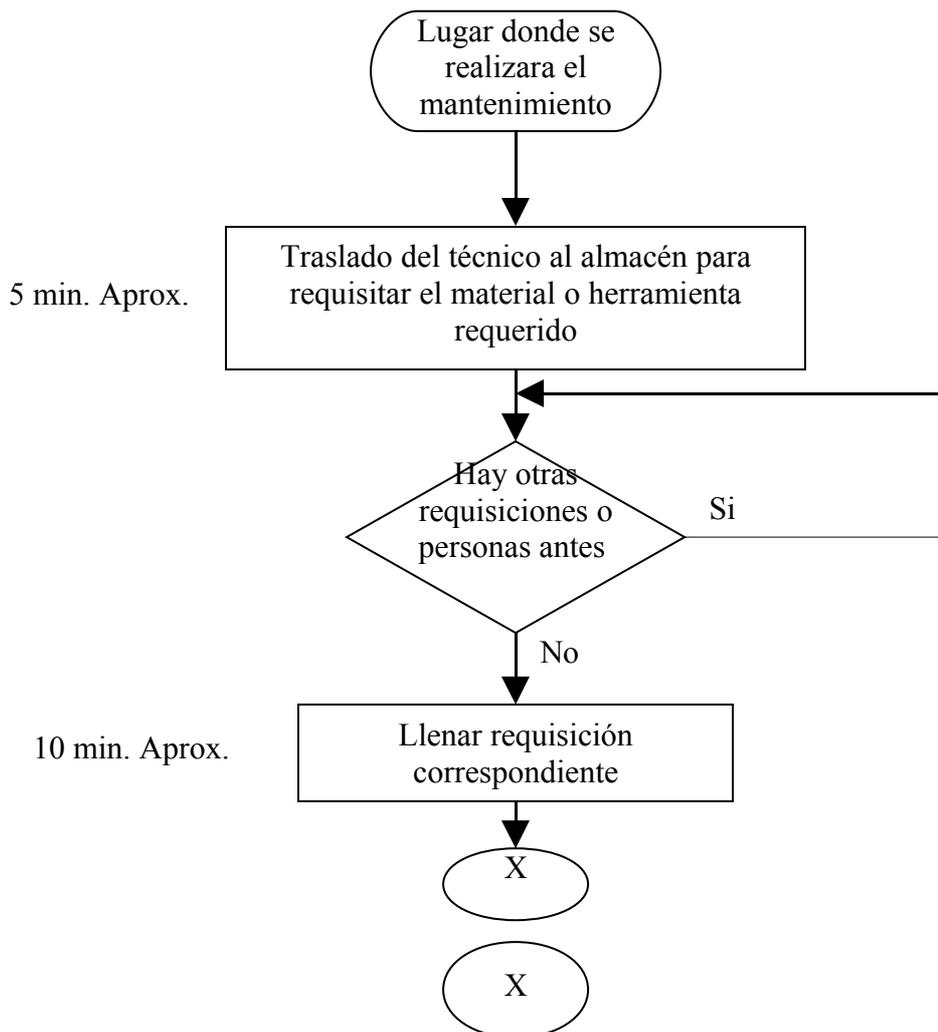
en esta parte el mecánico tendrá que seleccionar de que flota esta hablando una vez que se seleccione abrirá una ventana en la cual pedirá con que avión en particular está trabajando (modelo) ya que se selecciono el modelo se abrirá una nueva ventana la cual contendrá los manuales aplicables a este modelo esto para que el mecánico pueda tener una mejor disposición de la información a distancia.

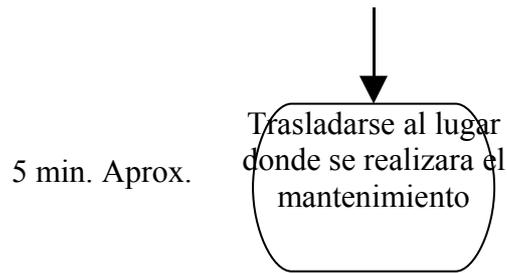
Hay que aclarar una vez que se ha seleccionado una ventana nueva esta tendrá a la vez una opción de regreso esta con fines prácticos para el mecánico, esto tendrá que ser muy versátil para que la persona que esté trabajando con ella no se le dificulte.

Cuando se inicio la investigación y se realizaron las entrevistas con los técnicos, fue de notarse que la mayoría de ellos cuando comentaban el tiempo perdido en el proceso de mantenimiento y mas concretamente en el uso de los manuales técnicos, hicieron referencia que otro de los graves problemas propiamente administrativo y de papeleo que consume tiempo son las requisiciones de material y herramienta al taller. Es por ello que se tomo en cuenta para la realización de este proyecto ya que vimos el potencial que podía tener el reducir tiempo a este proceso por medio del mismo dispositivo con el que se visualizaran los manuales.

Es importante mencionar como ya lo hemos hecho que la investigación de este proceso fue experimental es decir los datos recabados son puramente prácticos y de la observación y estudio dicho proceso en el taller aeronáutico, que es similar en cualquier compañía, para poder entenderlo mejor se presenta un diagrama de flujo como los que ya se han presentado para el análisis del proceso y el tiempo que consume.

Diagrama 9. Proceso en el taller aeronáutico





En este diagrama podemos observar que el hecho del consumo de tiempo es en primera instancia el traslado del lugar de trabajo hacia el almacén, y después que es donde se consume el mayor tiempo de todo el proceso es el esperar a ser atendido y llenar la requisición es por ello, que en el diagrama encontramos un ciclo determinado ya que regresaremos al punto anterior del proceso tantas veces como requisiciones existan antes, en este punto se puede llevar, en temporada de mayor operaciones, hasta 30 minutos, ya por ultimo es el traslado hacia su lugar de trabajo y las distracciones que se generan a lo largo de este proceso, distracciones que ya se mencionaron en capitulo anteriores.

Así que tenemos cuando no hay requisiciones

Cuadro 7 Cuadro de tiempo almacén

Traslado al almacén	5 min. Aprox.
Requisición y entrega de material y herramienta.	10 min. Aprox.
Traslado al lugar de trabajo	5 min. Aprox.
Otras distracciones	15 min. Aprox.
Total	35 min. aprox.

70

Cuando hay requisiciones ya esperando en almacén queda de la siguiente forma:

Cuadro 8 Cuadro de tiempo almacén ideal

Traslado al almacén	5 min. Aprox.
Espera para ser atendido	Hasta 30 min. Aprox.
Requisición y entrega de material y herramienta.	10 min. Aprox.
Traslado al lugar de trabajo	5 min. Aprox.
Otras distracciones	15 min. Aprox.
Total	65 min. aprox.

Con el total de minutos contabilizados se puede observar el por de la importancia de considerarlo para el desarrollo de este proyecto, ya que se disminuye el tiempo consumido en dicho proceso y sumado a los minutos ahorrados por el manejo de la información técnica tendremos una baja en el costo de las demoras y mantenimiento de aeronaves considerable además de las otras ventajas como la seguridad que no puede ser contabilizada.

4.10 Vinculación virtual almacén-técnico para mejorar el proceso de requisición de almacén en el taller aeronáutico.

Para poder disminuir el tiempo de este proceso en el mantenimiento de las aeronaves, se debe de establecer un vínculo por el cual el técnico una vez diagnosticada la falla y con la referencia técnica pueda requerir su material y

71

herramienta al almacén, claro este vínculo debe de ser virtual es decir, se utilizara tecnología informática.

Para realizar este vinculo se utilizara el mismo dispositivo con el cual se visualizan los manuales y la misma red inalámbrica que se utilizar en el taller,

únicamente se tendrá un acceso al almacén virtualmente mediante una base de datos en el mismo, de tal manera que el técnico desde el lugar en donde realizara la tarea de mantenimiento por medio de un formato digital, mandara la requisición a la base de datos del almacén y este a su vez procederá a surtirla, esto da como resultado que el técnico no se mueva de su lugar para ir a llenar la requisición y el tiempo que tardara en llegar a el almacén que listo su requisición.

Como un plus esto le dará más orden y control al almacén cuestión que no analizaremos ya que no es parte del objetivo de la investigación.

Cabe mencionar que la base de datos debe desarrollarse en un lenguaje de fácil uso y de licencia común para minimizar los costos.

V.- Análisis de Resultados

Después del análisis de los procesos de mantenimiento y del manejo de los manuales técnicos por parte de los mecánicos además de la información recabada de la tecnología existente de redes inalámbricas, servidores y dispositivos portátiles así como sus costos se llegó a los siguientes resultados en la elección de dicha tecnología.

Cuadro 9 Tecnología aplicada seleccionada

Tecnología aplicada seleccionada.				
TECNOLOGIA	Red inalámbrica	Servidor	Ruteador	Dispositivo portátil
	WI - FI	IBM eServer xSeries 236	Inalámbrico / WI-FI	HP iPAQ 216
COSTO POR UNIDAD		\$2000 dólares aprox.	\$500 MN aprox.	\$400 dólares aprox.

Los costos mostrados en el trabajo son vigentes a la fecha de terminación del mismo y únicamente para poder demostrar la rentabilidad, recordemos que el proyecto es adaptable dependiendo de la empresa, enseguida se dará una breve explicación del por que aplica esta tecnología en el momento de elaborar este trabajo.

- **Red inalámbrica.**

La red inalámbrica que se adapta al proyecto es la denominada WI-FI esto es por el rango en distancia con el que cuenta ya que, como se puede observar en la siguiente figura, es la que se adapta a un taller o un hangar de tamaño estándar.

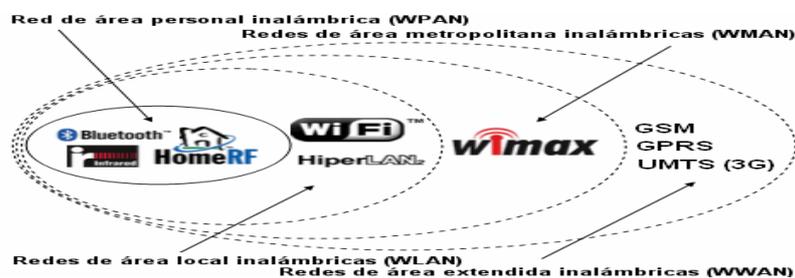


Fig. 10 Redes inalámbricas en el área metropolitana

En la imagen anterior se muestran las diferentes redes inalámbricas que existen actualmente y se puede percatar él por que la WI-FI es la ideal para el proyecto ya que las que se encuentran en un rango bajo son conexiones personales y las de rango posterior sobrepasan una red local. Precisamente la

WI-FI es una red local la mayoría de los dispositivos portátiles cuentan con esta conexión.

- **Servidor**

En el caso de los servidores, para poder elegir la decisión se baso en la empresa desarrolladora de servidores que actualmente son líderes en este rubro la cual IBM México, y contactando al proveedor nos recomendó para nuestro proyecto el servidor mencionado ya que una característica importante es que cuenta con un disco duro de un TB el cual es mas que suficiente para la documentación técnica de una empresa o una aerolínea que cuente con una flota razonablemente grande, y si la empresa en un futuro eleva el numero de su flota y la capacidad de almacenamiento del disco duro del servidor no es suficiente cuenta este con 9 ranuras de expansión para discos duros, así que es una inversión a muy largo plazo.

- **Ruteador**

En este caso no se opto por elegir algún modelo o marca en particular ya que el costo de estos no varia mucho y únicamente se necesita un ruteador inalámbrico por medio de WI-FI y que también sirva como un repetidor de señal en el caso de que se necesite.

- **Dispositivo portátil**

El dispositivo portátil que se opto por seleccionar fue la pocket pc HP iPAQ 216 ya que es él más nuevo en el mercado que se adapta a las necesidades del proyecto ya que cuenta con la pantalla más grande del mercado con 4 pulgadas VGA touchscreen y WI-FI integrado además de software con licencia incluida con el costo más económico por las características que ofrece como sus medidas (profundidad 16mm, ancho 76mm, altura 126mm y un peso de 192 g).

Una vez establecida la tecnología aplicable se procederá a ejemplificar para poder comparar el tiempo que se llevara el manejo de los manuales técnicos aplicado el proyecto este análisis se llevara a cabo con los datos recabados en la investigación y expuestos en este trabajo, recordemos que son en su totalidad empíricos y que se tomaron en cuenta límites críticos, es decir, en los meses que se tienen el mayor numero de operaciones.

Tomemos en cuenta que se aplicara a una aerolínea "X" la cual cuenta con un taller aeronáutico autorizado, para generalizar se tomara en cuenta el proceso

74

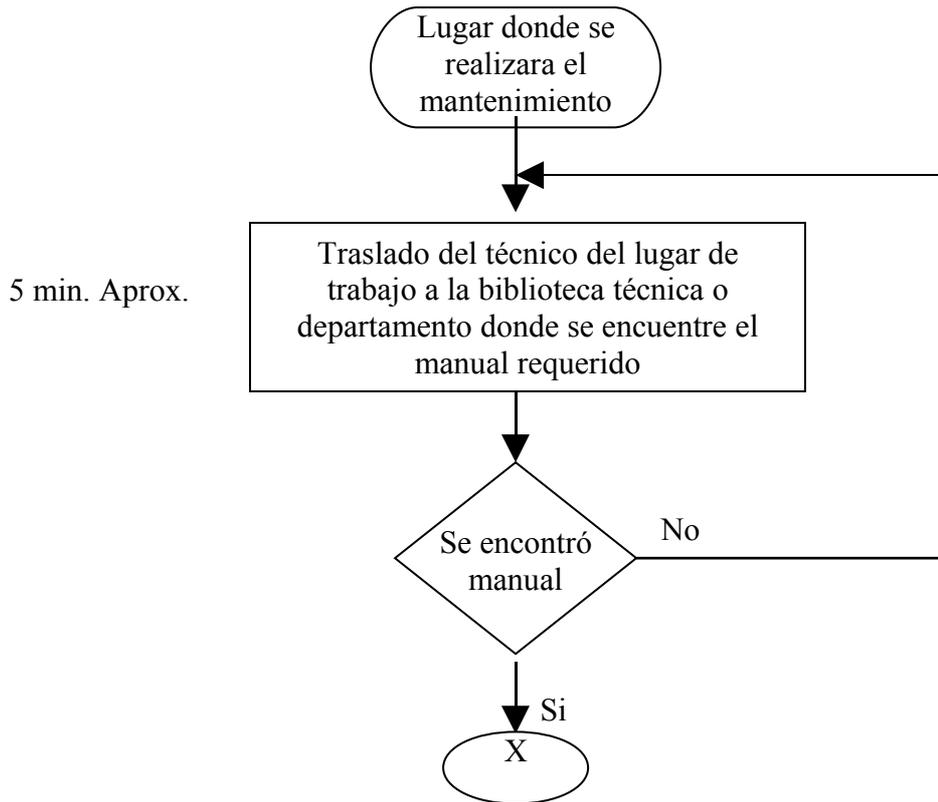
de mantenimiento en general de la pernocta, overhaul y mantenimiento en línea, es decir, nos avocaremos al proceso en el mantenimiento del manejo de los manuales que es donde se reducirá el tiempo.

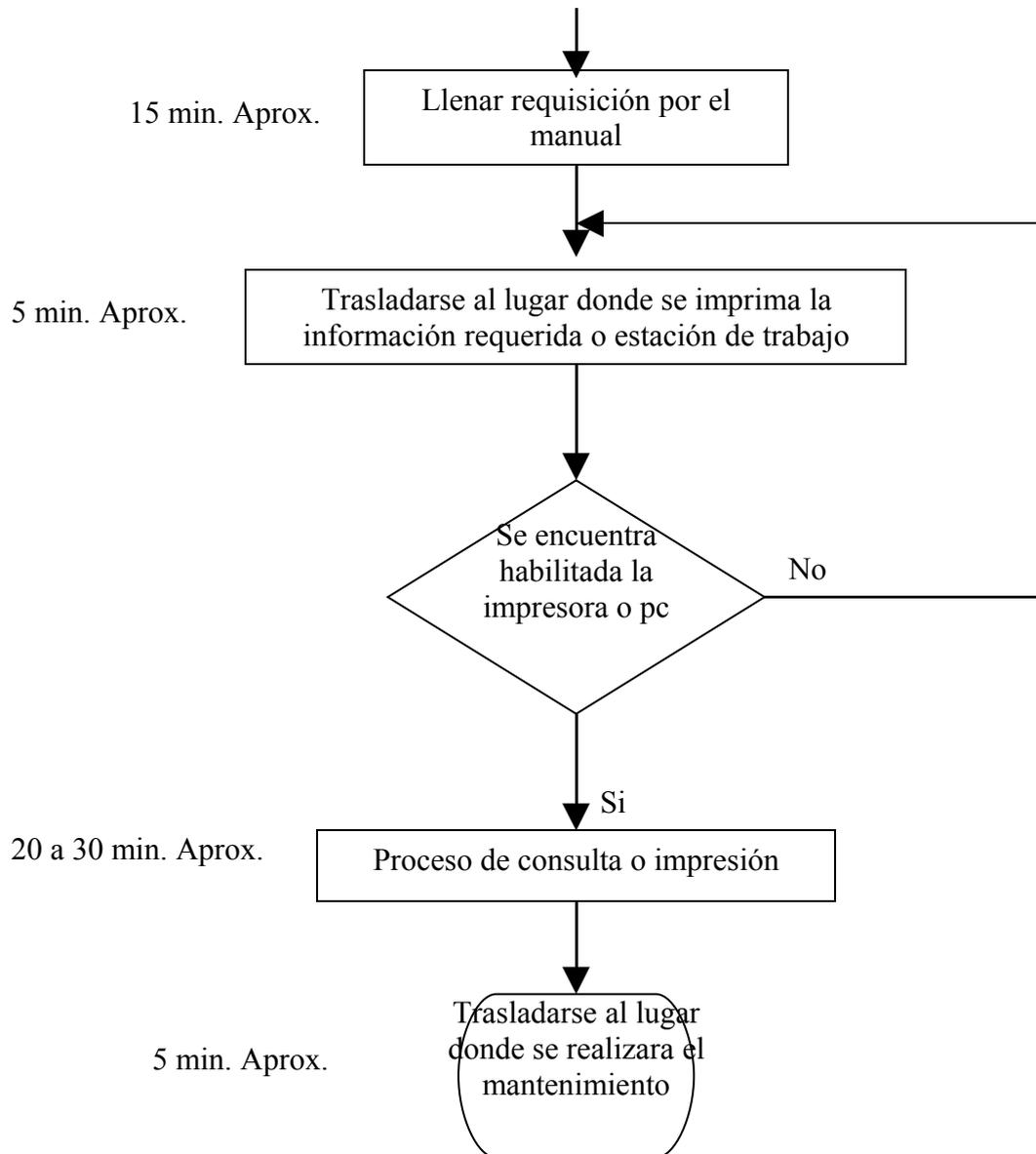
Generalizando a todo el personal de pernoctas, mantenimiento en línea y overhaul y solo supervisores y técnicos mecánicos con licencia y permanentes (el análisis del personal se realizó en capítulos posteriores) suman un total de:

- 736

El proceso que se lleva a cabo para el uso de los manuales técnicos es el siguiente:

Diagrama 10 Proceso del uso de manuales



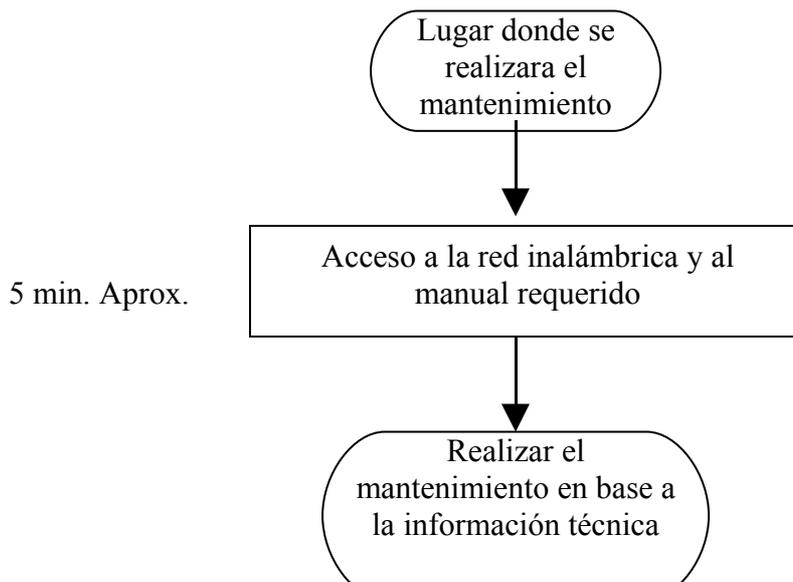


Cuadro 10 Tiempo total de acceso a la información

Traslado del técnico del lugar de trabajo a la biblioteca técnica o departamento donde se encuentre el manual requerido	Llenar requisición por el manual	Trasladarse al lugar donde se imprima la información requerida o estación de trabajo	Proceso de consulta o impresión	Trasladarse al lugar donde se realizara el mantenimiento	Otros motivos	Total
1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*
5 min. Aprox.	15 min. Aprox.	5 min. Aprox.	20 a 30 min. Aprox.	5 min. Aprox.	20 min. aprox.	80 min.

Este proceso ya fue analizado lo importante es hacer la comparación con el mismo proceso pero con el proyecto aplicado el cual quedaría de las siguiente manera:

Diagrama 11 Acceso a red inalámbrica



Cuadro 11 Acceso a la red inalámbrica y al manual requerido

Acceso a la red inalámbrica y al manual requerida
1*a
5 min. Aprox.

1*a Es notable el tiempo que se reduce aplicando el proyecto y se observa en el diagrama e flujo cuantos pasos al proceso se eliminaron y como ya no existen los ciclos indeterminados, tomando en cuenta únicamente una vuelta al diagrama de flujo es decir, que no caiga el proceso en un ciclo indeterminado el tiempo ahorrado es de:

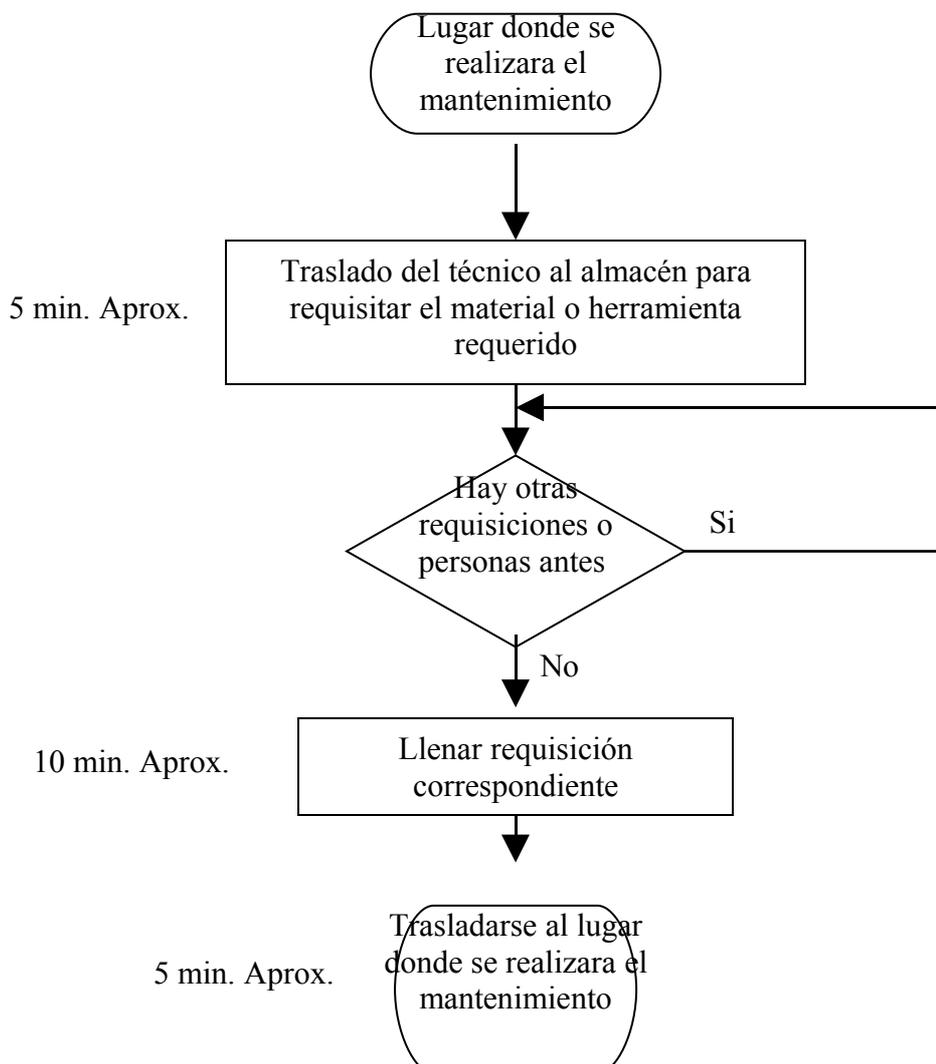
Proceso del manejo de los manuales actualmente.....80 min. aprox.

Proceso del manejo de los manuales aplicando el proyecto.....5 min. aprox.

Tiempo ahorrado 75 min.

Recordemos que a este tiempo le tenemos que agregar el tiempo que se reducirá por la vinculación que existirá al almacén para las requisiciones, de igual forma como la anterior compararemos los diagramas.

Diagrama 12 Proceso de consulta de manuales en la biblioteca

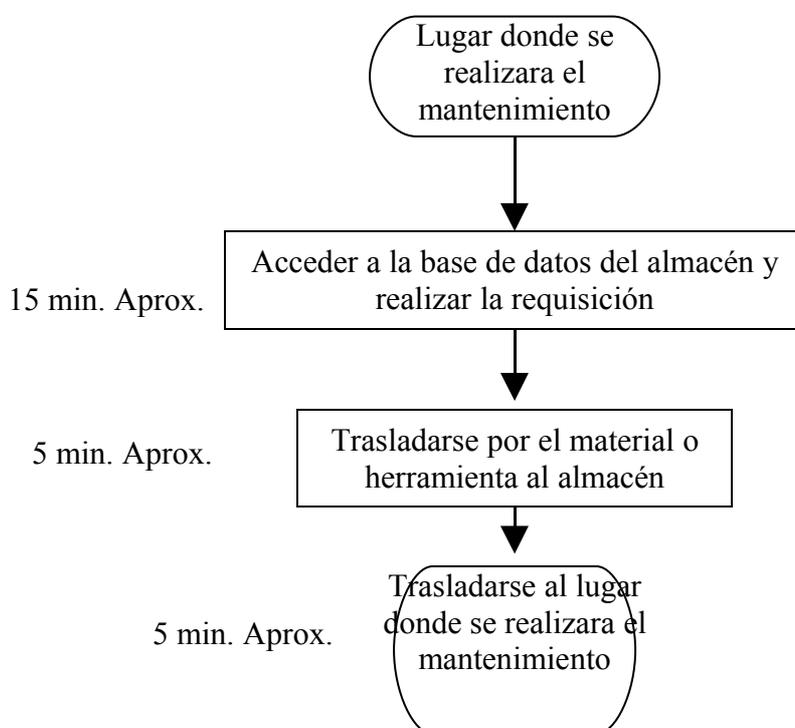


Cuadro 12 Tiempo de traslado al almacén

Traslado al almacén	5 min. Aprox.
Espera para ser atendido	Hasta 30 min. Aprox.
Requisición y entrega de material y herramienta.	10 min. Aprox.
Traslado al lugar de trabajo	5 min. Aprox.
Otras distracciones	15 min. Aprox.
Total	65 min. aprox.

Adaptando el proyecto en este ejemplo nos queda el tiempo de la siguiente forma:

Diagrama 13 Proceso de consulta de manuales por medio de la base de datos



Cuadro 13 Almacén ideal

Acceder a la base de datos del almacén y realizar la requisición	5 min. Aprox.
Trasladarse por el material o herramienta al almacén	15 min. Aprox.
Trasladarse al lugar donde se realizara el mantenimiento	5 min. Aprox.
Tiempo total	25 min. aprox.

Proceso de almacén con las requisiciones actualmente.....65 min. aprox.

Proceso de almacén con las requisiciones con un vinculo virtual.....15 min. aprox.

Tiempo ahorrado 40 min. aprox.

Este tiempo que se logro reducir se le sumara al que se redujo en el proceso del manejo de los manuales técnicos.

Lo anterior se logro únicamente realizando una base de datos para almacén que se encuentre en una pc ubicada en este departamento y el técnico accedera por medio de la red inalámbrica y con el dispositivo que se utilizara para la visualización de los manuales por lo anterior no se generan gastos extras por esta automatización y se obtiene una ganancia.

Ahora que se tiene ya el tiempo que se disminuyo con el proyecto procederemos a demostrar la rentabilidad del proyecto y esto será utilizando una condición crítica la cuales son las demoras, esto es tomaremos el ejemplo que estamos desarrollando y se establecerá el costo de inversión y el costo de ganancia, repetimos, únicamente basado en una simulación de demoras generadas en la aerolínea "X".

- Costo de inversión.

Cuadro 14 Costos totales

	Costo	Total
Servidor	\$ 20000 MN	\$ 20,000 MN
Dispositivo x trabajador	\$ 4000 x 736 MN	\$ 2,944,000 MN
Ruteador	\$ 500 * 2 MN	\$ 1,000 MN
\$ 2,965,000 MN aprox.		

Tenemos un costo de inversión de \$ 2,965,000 MN aprox.

Se recuerda que este costo solo aplica para el ejemplo que estamos desarrollando y tomando en cuenta que en el día se generan aprox. de 7 a 10 demoras.

- Costo de ganancia

Cuadro 15 Costos de ganancia

	Minutos ahorrados
Manuales	75 min. Aprox.
Almacén	40 min. aprox.
	115 min.

Se multiplican los 115 min. por el costo la demora que es de \$ 400 MN:

$$115 \text{ min.} \times 400 = \$ 46,000 \text{ MN}$$

A su vez se multiplican por 8 demoras al día (es un promedio de demoras totales en el día), nos da una ganancia de:

$$46,000 \times 8 = \$ 368,000 \text{ MN}$$

Esto quiere decir que al año se cuenta con una reducción por la aplicación proyecto para el uso de la información técnica de:

\$ 134,320,000 MN aprox.

Comparando el costo de inversión y el costo de ganancia tenemos:

Costo de inversión → **\$ 2,965,000 MN aprox.**

Costo de ganancia → **\$ 134,320,000 MN aprox.**

Es fácil de observar que el proyecto es rentable ya que la inversión total de proyecto es mucho menor que el costo de ganancia y la inversión realmente se recupera en poco mas de un mes aprox. o 45 días aprox.

EL PROYECTO ES RENTABLE

Es importante recordar que esto es un ejemplo para poder demostrar la rentabilidad del proyecto, los costos manejados en el ejemplo son validos hasta la terminación de este trabajo, no se tomo en cuenta el costo de la mano de obra y del mantenimiento ya que el costo que se genera es realmente menor a los manejados en este ejemplo.

A lo largo de la historia se han presentado problemas en la aviación, problemas que siempre se han resuelto buscando la totalidad de la seguridad en la operación.

En cuestiones administrativas se ha buscado economizar en costos, claro sin perder de vista el objetivo principal de buscar la máxima seguridad en la operación, hoy en día vivimos tiempos difíciles para la economía aeronáutica, y buscar modernizar procesos como por ejemplo en el mantenimiento sería de gran ayuda para la economía y para fortalecer la industria aeronáutica de México.

A pesar de que se sabe de que existen tecnologías como lo son las tecnologías de la informática, todavía se tienen que romper paradigmas para poder utilizar esa tecnología e innovar procesos de la administración aeronáutica, ya que estas llevan demasiado tiempo poniéndose en práctica y lamentablemente personas del medio aeronáutico son las mismas que le ponen el pie a la innovación por miedo a no se sabe que.

Con este proyecto se rompió uno de los mas grandes paradigmas en la industria aeronáutica, como lo es el manejo de la información técnica en el mantenimiento de las aeronaves.

La innovación de este proceso en el manteniendo de aeronaves busca reducir los costos que genera este, y claro esta, agrega seguridad tanto al mantenimiento como a la operación de las aeronaves.

Ahora es tiempo que echemos mano de todas las herramientas que existen en nuestro entorno para poder economizar en las operaciones aéreas, y no se debe olvidar en buscar la seguridad de esta.

Así pues se espera que este trabajo no solo se ponga en práctica si no que ayude para que generaciones futuras de ingenieros aeronáuticos lo utilicen como referencia para que se atrevan a innovar no solo en cuestiones de tecnología aeronáutica, recordemos que la ingeniería también se aplica en procesos administrativos como lo es el manejo de la información técnica y vuelva a recuperar el terreno que se había ganado en materia aeronáutica en México.

Recordemos alguien tiene que iniciar el cambio.....

Con la presentación de este proyecto resolvimos un problema que se tenía desde hace ya varios años, facilitar el uso de la información técnica en el mantenimiento a los técnicos siempre se había buscado, tal vez no dándole la importancia necesaria pero si se buscaba, se tenía la idea que si el técnico tenía todos los manuales del taller a su disposición al la hora que fuese en el lugar que fuese, se podría decir, que los manuales estuvieran con el en la cintura, se resolvería problemas de tiempo en el mantenimiento originado por estos motivos.

Ya en ese entonces se pensaba en dispositivos donde se pudieran visualizar, pero solo existían en la imaginación, la tecnología de esos tiempos no permitía la conectividad a distancia por medio de redes inalámbricas o dispositivos realmente pequeños que facilitara su transportación y no terminaran creando mas problemas a los técnicos.

Por suerte a los autores de esta investigación nos toco vivir en una época donde la tecnología se esta desarrollando a pasos gigantescos, y la computación no es la excepción, es por ello que se dio la solución hoy en día de un problema que se tenía con anterioridad, hay que romper paradigmas en la aviación y ocupar esas tecnologías que hay a nuestro alrededor para utilizarlas como herramientas y optimizar los procesos propios de la aviación, esto fue lo que se realizo en este proyecto.

Este proyecto es versátil, es decir se puede personalizar y adoptar a la compañía, aerolínea o taller en el que se quiera adaptar, si alguien pretende seguir con la investigación que seria realmente factible, debe de tomar en cuenta que la tecnología sigue desarrollándose día con día, simplemente se puede hacer un vistazo y hoy en día ya existen redes satelitales que en un futuro se podría adaptar para que los manuales se encontraran en la base de mantenimiento y en sus estaciones de servicio a lo largo d la republica se pudiera conectar a esta red y acceder a los manuales de la base de mantenimiento, esto por solo mencionar un ejemplo.

Este proyecto tiene toda una gama de posibilidades para optimizar los procesos de un taller aeronáutico o una aerolínea que por falta de tiempo no se trato, nos enfocamos a un problema que ya tenía tiempo sin resolver, solo basta con que rompamos con costumbres conservadoras y tradicionalistas que servían hace años pero hoy en día lejos de ayudar perjudican los procesos en la aeronáutica administrativa, hay que atraerse y la industria aeronáutica saldrá adelante.

Referencias

Angel Maldonado, 1997, Servicios aeronáuticos a través de una base fija de operaciones, México DF: IPN

DGAC,
Ley general de aviación civil, México DF: DGAC

DGAC,
Reglamento de la ley de aviación civil, México DF: DGAC

DGAC,
Reglamento de operación de aeronaves civiles, México DF: DGAC

OACI,
Anexo 6, Montreal: OACI

OACI,
Anexo 11, Montreal: OACI

FAA,
Dar's, EUA: FAA

EASA,
Reglamentación EASA, España: EASA

IBM, 2009, Catalogo de costos IBM 2009, México DF: IBM

http://es.wikipedia.org/wiki/Red_inal%C3%A1mbrica

http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_de_sistemas/redesinalambricas/

[http://observatorio.cnice.mec.es/modules.php?
op=modload&name=News&file=article&sid=261](http://observatorio.cnice.mec.es/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=261)

Listado de siglas

DGAC (Dirección General de Aviación Civil)

EASA (European Aviation Safety Agency)

FAA (Federal Aviation Administration)

FAR (Federal Acquisition Regulation)

GPRS (General Packet Radio Service)

HF (High frequency)

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

IPSEC (Internet Protocol security)

MF (Medium Frequency)

MGM (Manual General de Mantenimiento)

OACI (Organización de la Aviación Civil Internacional)

OFDM (multiplexación por división de frecuencias ortogonales)

PC (Personal Computer)

PDA (Personal Digital Assistant)

RFID (Radio Frequency Identification)

SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes)

WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance)

WEP (Wired Equivalent Privacy)

WLAN (Wireless Local Area Network)

WPAN (Wireless Personal Area Network)

WWAN (Wireless Wide Area Network)

86

Glosario

Aeronavegabilidad - entendida como la capacidad de un avión para estar listo para volar con seguridad en cualquier ambiente y circunstancias para las que ha sido diseñado y certificado por el fabricante.

Despresurización – pérdida de presión en el avión.

Flota – aviones con los que cuenta la empresa para dar el servicio.

Legislación - cuerpo de leyes que regulan una determinada materia o al conjunto de leyes de un país.

Limites críticos – punto máximo de su función.

Mantenimiento en línea – mantenimiento que se le dan a los aviones cuando están en operación.

Overhaul – mantenimiento mayor

Pernoctas – mantenimiento que se realiza en la noche.

Red inalámbrica - es aquella que posibilita la conexión de dos o más equipos entre sí, sin que intervengan cables.

Servidor - es una computadora que, formando parte de una red, provee servicios a otras computadoras denominadas clientes.

Software - se refiere al equipamiento lógico o soporte lógico de un computador digital, y comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios para hacer posible la realización de una tarea específica, en contraposición a los componentes físicos del sistema (hardware).

WI-FI - es un sistema de envío de datos sobre redes computacionales que utiliza ondas de radio en lugar de cables, además es una marca de la Wi-Fi Alliance (anteriormente la WECA: Wireless Ethernet Compatibility Alliance), la organización comercial que adopta, prueba y certifica que los equipos cumplen los estándares 802.11.

