

## DISEÑO DE *SOFTWARE*: PLANEACIÓN CONTROL PRODUCCIÓN AERONÁUTICO

Sergio Alejandro Álvarez Lara y Juan Pablo García Echeverry  
Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín (Colombia)

### Resumen

Este proyecto surgió ante la necesidad de implementar un *software*, como una herramienta eficaz en el sector aeronáutico local (Antioquia, Colombia), que ayude a agilizar todas las operaciones dentro de una organización de mantenimiento, ya sea una aerolínea con mantenimiento propio o un taller aeronáutico de aviación (TAR), logrando gestionar de manera más fácil y rápida la información, para de esta forma poder programar el mantenimiento y los servicios periódicos necesarios para mantener la aeronavegabilidad de las aeronaves, contribuyendo así con la seguridad aérea.

**Palabras clave:** Base de datos, ingeniería de *software*, *Java*, *Status*, *Overhaul*

### Abstract

This project arose from the need to implement a software as an effective tool in the local aviation industry (Antioquia, Colombia), helping to streamline all operations within a maintenance organization either an airline or a aeronautical workshop of aviation (AWA, own maintenance, can manage to easier and faster information, so you can program the periodic maintenance and services needed to maintain the airworthiness of aircraft, contributing to aviation safety.

**Keywords:** Databases, Software Engineering, *Java*, *Status*, *Overhaul*

### Introducción

El sector aeronáutico es conocido como una industria de alto crecimiento mundial, tendencia que se ve reflejada en las últimas décadas. Una de las principales razones para tal crecimiento, radica en la creciente necesidad de acercar a las personas y sus pertenencias de una manera más rápida y eficiente dentro de un mundo globalizado.

La competencia comercial entre las empresas prestadoras de servicios para la industria aeronáutica las ha obligado a desarrollar constantemente nuevas formas de aumentar su eficiencia. Esto, con el fin de incrementar su margen de utilidades mediante la búsqueda del mejoramiento de las áreas operacionales, logísticas, administrativas y de mantenimiento aeronáutico.

Dentro de lo relacionado con mantenimiento en este tipo de organizaciones se manejan diferentes módulos de operación tales como: materiales (almacén), ingeniería, calidad y mantenimiento, lo que hace que la actividad a desarrollar sea más compleja.

### Estado del arte

Actualmente en el mercado se encuentran soluciones informáticas que podrían ser implementadas por la industria aeronáutica colombiana, tales como *SOMA ONLINE* y *VOLARTEC*, *SAP*, entre otras, empresas extranjeras pero que por su alto costo no son asequibles a las pequeñas y medianas empresas de la industria colombiana de aviación, además la reglamentación cambia de país a país, por esta razón se hace necesario acoplar las soluciones a las reglamentaciones impuestas por la UAEAC (Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil), lo cual implica una lenta implementación de la misma; además las soluciones que se encuentran en el mercado en su gran mayoría son aplicaciones web en las cuales toda la información de los clientes se encuentra alojada en servidores externos de cada empresa de aviación, situación no muy llamativa para las compañías locales ya que no hay control absoluto de la información y en ocasiones hay problemas de seguridad, lo que podría ocasionar problemas no deseables para la industria nacional (Volartec, 2008).

En los últimos años con el auge de la informática se han desarrollado aplicaciones de muy buena calidad pero que no alcanzan a suplir todas las necesidades de la industria de aviación nacional, ya sea por precio, funcionalidad o una combinación de ambas.

### Estructura de mantenimiento

A continuación se describen las funciones de cada uno de los módulos y su problemática.

#### Almacén

El almacén es el encargado del manejo del material aeronáutico, control de vencimientos de calibraciones de los equipos que lo requieran, control de ambiente

para almacenamientos especiales, control de traslados y consumos de materiales.

El director del almacén debe encargarse en algunos casos de controlar el equipo de tierra (escaleras, bancos, taladros, *etc.*), preparar y coordinar la eliminación de elementos cuando el departamento de control de calidad, por medio de sus inspectores, los reporte como fuera de servicio. Prever en coordinación con el director de mantenimiento, la cantidad de suministros y equipos de seguridad necesarios como equipos contra incendio para ser utilizados en hangares, talleres y oficinas, así como también su reposición luego de su uso o vencimiento.

En la sección del almacén, se pueden presentar diferentes inconvenientes en el control de inventario tales como: pérdida de partes, exceso de piezas en el almacén y desconocimiento de la fecha de caducidad de los componentes con anticipación; en otros casos, no se sabe cuándo comenzar el proceso de compras de componentes para tenerlos a tiempo en futuros servicios de aeronaves, además es necesario llevar registro de la trazabilidad de cada componente. Todo esto puede llevar a que las aeronaves se mantengan en tierra varios días esperando por la llegada de componentes (Lombardo, 1998).

#### Ingeniería

Ingeniería es la sección encargada del manejo de documentos técnicos desde su origen hasta su aplicación (boletines de servicio, directivas de aeronavegabilidad, programas de mantenimiento, *etc.*). Igualmente, es tarea de este módulo administrar contratos técnicos como las suscripciones con los fabricantes para tener acceso a la documentación técnica y suministrar asistencia en la solución de problemas de mantenimiento.

Este departamento presenta diversas dificultades al integrar cada uno de los reportes de mantenimiento y las solicitudes de cumplimiento por parte de la autoridad aeronáutica. Al mismo tiempo con el crecimiento continuo de las empresas, se hace difícil hacer el seguimiento de cada una de las directivas de aeronavegabilidad (*AD*), ya que cada aeronave maneja diferentes *AD* y al tener una gran diversidad de flota se hace complejo la manipulación de esta

documentación por parte del departamento de ingeniería (RAC, 2009).

### **Calidad**

Por otra parte, en control de calidad se verifican las tareas de mantenimiento por medio de los AIT (Inspector Técnico Autorizado). El director de control de calidad es el que aprueba las órdenes de ingeniería y las órdenes de trabajo. Además en la dirección de este departamento se verifica que los registros de mantenimiento tengan las firmas correspondientes para ser aprobados finalmente por el director de control calidad. Control de calidad también se encarga de los servicios previos para coordinar con el área de materiales, basado en los informes de confiabilidad y en la programación de mantenimiento.

Por el lado del aseguramiento de la calidad, se verifican todos los procedimientos internos de las tareas y las subtareas de cada dependencia. Generalmente se lleva a cabo por medio de un programa de auditorías preparadas por una persona especializada en procesos de integración de calidad como lo son: ISO 9001 (gestión de calidad), 14001 (gestión ambiental) y OSHAS 18001 (gestión de seguridad ocupacional).

Los principales problemas encontrados en control de calidad están relacionados con los inspectores de esta área, ya que invierten mucho tiempo tratando de identificar qué componentes han sido inspeccionados y qué componentes tienen que inspeccionar; por otra parte, en algunos casos no es claro el flujo de información para realizar reportes de confiabilidad.

### **Mantenimiento**

Por último, el director de mantenimiento es quien ordena la ejecución de los trabajos a los técnicos, basado en las órdenes anexas a las guías del trabajo a realizar. Las tareas a desarrollar son las que han sido programadas o los daños que han sido reportados por escrito con el fin de que la información quede registrada.

### **Problemática**

En este sector se maneja gran cantidad de información por la diversidad de equipos a los

que se les debe llevar un registro de manutención, por lo que es muy difícil planificar servicios de mantenimiento con la debida anterioridad. Asimismo, toma mucho tiempo y esfuerzo conocer los costos detallados y totales para determinada tarea de mantenimiento.

Muchas organizaciones aeronáuticas dedicadas al mantenimiento utilizan hojas de cálculo para registrar, analizar y reportar las diferentes tareas ejecutadas en cada una de las dependencias, por esta razón se hace muy complejo el proceso de consolidación de información para generar reportes integrados de la empresa y solicitudes de cumplimiento por parte de la autoridad aeronáutica, además se corre el riesgo de que algún departamento no se encuentre actualizado con respecto a los otros. En ocasiones se confunde las hojas de cálculo y se compran componentes que se encuentran en cuarentena, a los cuales sólo les falta un requisito administrativo para ser aprobados.

Al no tener un claro control con las hojas de cálculo que se manejan en cada departamento, se puede incurrir en la pérdida de algunos componentes del almacén, también en el vecindario de productos consumibles y en la pérdida de tiempo en la elaboración de reportes para dar cumplimiento a los requisitos de las autoridades. Por último, se puede incurrir en la situación más desfavorable en una empresa aérea: tener la aeronave en tierra debido a servicios de mantenimiento no planificados o esperando la llegada de componentes, que por falta de un buen inventario o mal manejo en el departamento de materiales, pueden llegar a demorarse.

Tener una aeronave en tierra es indeseado por cualquier compañía operadora de aeronaves, puesto que incurre en lucro cesante, lo cual es, la pérdida económica en una empresa por dejar de tener utilidad o ganancia, además esto no es posible recuperarlo en el tiempo. Los aviones han sido diseñados para ganar dinero volando, su producción se encuentra en los cielos y en tierra generan pérdidas, es por esta razón que es indeseable para una empresa tener las aeronaves en tierra y es importante para las mismas hacer todo lo posible para evitar esta situación.

## Factores de cuidado

Para lograr disminuir el tiempo de una aeronave en tierra es importante hacerle seguimiento a las horas de vuelo de cada una de ellas, así como realizarle control al plan de mantenimiento programado presentado ante la autoridad para garantizar una alta seguridad aérea, de igual forma se hace necesario el cumplimiento de las AD para asegurar la aeronavegabilidad de la aeronave y sus componentes.

En el proceso de compras de materiales es necesario llevar el seguimiento y control, tener los reportes de los componentes instalados y las horas totales de uso en un tiempo actualizado, para poder así realizar la programación del mantenimiento con tiempo adecuado.

Es importante para la organización hacer el análisis de los costos de mantenimiento para llevar con claridad los costos a cargo de determinado cliente, mantener el control de los componentes instalados en la aeronave y fuera de ella, poder realizar los reportes de trazabilidad de componentes instalados y evitar al máximo realizar conteos manuales, pues esto requiere tiempo y dinero dentro de la organización.

Los procesos de mantenimiento se encuentran ligados a tareas muy complejas y exhaustivas, lo que lleva implícitamente el error humano, afectando de manera directa a la empresa en su economía y seguridad.

En el área de mantenimiento se debe buscar optimizar los recursos económicos, lo que implica un buen flujo de información de los procesos entre las distintas áreas y funciones de mantenimiento.

Se debe tener en cuenta que en los últimos años el precio del combustible se ha incrementado considerablemente, situación que influye en el costo de operación de las aeronaves, de ahí que la reducción de costos en las diferentes áreas de mantenimiento ayude a compensar los sobrecostos generados por esta situación.

## Solución propuesta

Como respuesta a la problemática descrita, llega a ser necesario contar dentro de las empresas con un *software* que permita optimizar los procesos en el área de mantenimiento. La informática es una herramienta que ha demostrado su importancia en los últimos años, pues ha sido una ayuda muy significativa dentro de la compañía.

Un *software* permite manejar volúmenes muy grandes de información, por esta razón se puede obtener rápidamente un *Status* de componentes o documentación técnica importante sobre determinada aeronave en tiempo real. También permite manejar el inventario dando a conocer por parte del departamento de almacén el estado de cualquier pieza o componente; del mismo modo se puede llevar a cabo el control del personal aeronáutico para prevenir vencimientos de las licencias y cursos recurrentes.

Actualmente, dos ingenieros aeronáuticos de la Universidad Pontificia Bolivariana, en compañía de un grupo de ingenieros de sistemas desarrollan un *software* para solucionar los problemas anteriormente mencionados, aunque estos programas existen, son costosos, de difícil manejo y no satisfacen todas las necesidades de la compañía.

El *software* “Planeación Control Producción Aeronáutico”, es una herramienta desarrollada como tesis de grado para la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín; con el fin de que este trabajo cumpla con el objetivo de optimizar los procesos de mantenimiento dentro de las organizaciones aeronáuticas, se ha creado una empresa con el nombre de TM Solutions S.A.S., la cual está a cargo en el desarrollo de nuevas tecnologías y actualizaciones para sacar al mercado el software mencionado anteriormente con el nombre de TM Air, este tendrá diferentes módulos, tales como inventario, manejo de AD, manejo de boletines de servicio, de mantenimiento, de ingeniería, de personal, entre otros; además se puede generar una reducción de costos a la hora de capacitar al personal con respecto al *software*, ya que posee gran versatilidad y un ambiente intuitivo, lo que implica mayor eficiencia

en el manejo de la información por parte del personal no calificado (Wikipedia, 2009).

Los cambios necesarios para obtener mejores resultados dentro de la organización son inviábiles sin un soporte tecnológico adecuado que ayude a optimizar tiempos y recursos al interior de la empresa.

## Conclusiones

El diseño y desarrollo de un *software* especializado (como en este caso, *software* para mantenimiento de aeronaves), permite agilizar las operaciones de tal forma que se pueda generar una programación eficiente del mantenimiento en temas como el ingreso de la información de forma secuencial al sistema y el manejo de los recursos apropiados en la operación.

La implementación de un *software* de mantenimiento con una interfaz gráfica más amigable, en una empresa de aviación, ayuda a tener un manejo más eficaz del ingreso de información, ya que no se requiere de una capacitación compleja sobre el manejo del mismo, lo que se ve reflejado en un ahorro de tiempo y en consecuencia en un ahorro monetario para la empresa.

La ingeniería de *software* permite desarrollar proyectos de aplicaciones informáticas, tomando como base los requerimientos o necesidades de una empresa o de un problema, los cuales se convierten en modelos de diseño e implementación junto con las pruebas que esto implica y los cambios que se puedan generar durante el proceso (Weitzenfeld, 2000).

Se utilizó el *UML (Unified Modeling Language)* como herramienta de análisis, diseño y modelado de la estructura del *software* según las necesidades o requerimientos del problema. Esto permitió crear fácilmente diagramas visuales con sus relaciones entre sí, teniendo en cuenta la información que se manipulará en el producto final, para obtener así la forma más óptima del manejo de la misma.

También se buscó un sistema de acoplamiento con los datos obtenidos desde otras fuentes, como las bases de datos realizadas en hojas de *Excel®* o en *Access®*, aplicando una reingeniería por medio del

*ORM (Object Relational Mapping)* implementado en el desarrollo del *software*.

El manejo de las bases de datos fue óptimo por parte del *software*. La fidelidad de la información fue perfecta y se observó también la eficiencia del programa en la generación de informes requeridos por el operador al no arrojar errores. Lo que demostró que la aplicación realizó procesos coherentes con respecto al registro de los datos.

Para la ejecución de esta prueba se ingresó la información obtenida de un manual de mantenimiento e información ficticia y poder así completar los diferentes campos del programa, tales como creación de usuarios, ingreso de aeronaves, programación de servicios, ingreso de componentes, entre otros, obteniendo los resultados esperados, que en este caso son la eficiencia, rapidez y versatilidad requeridas en el *software*.

El proyecto realizado, mostró tener variabilidad y amplia proyección, ya que en un futuro este desarrollo podría ser parte de un *software* más completo por medio del cual se puedan integrar todos los procesos de una empresa aeronáutica, permitiendo así la unificación de la información para facilitar el análisis de los procesos operativos y posteriormente el análisis de los procesos contables o administrativos.

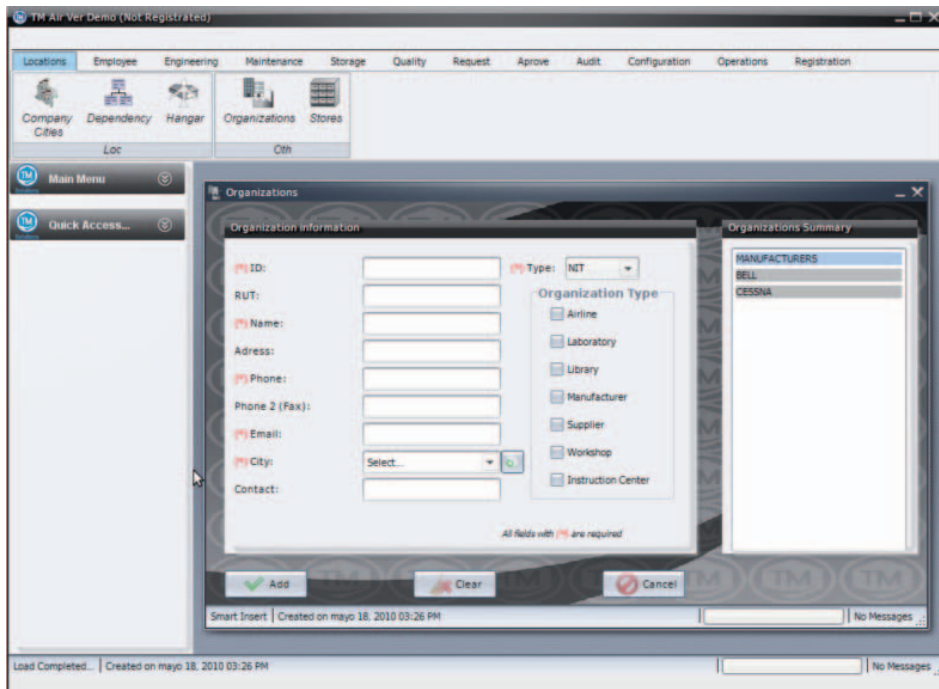
Aunque no es el campo de acción al cual corresponde este proyecto, por medio de algunas modificaciones al *software*, este se puede aplicar para manejo de inventarios y operación de maquinaria que no se encuentre directamente relacionada al campo de la aeronáutica, incrementando la versatilidad de la aplicación.

Ver el modelo en [www.tmsolutions.com.co](http://www.tmsolutions.com.co)

## Anexo

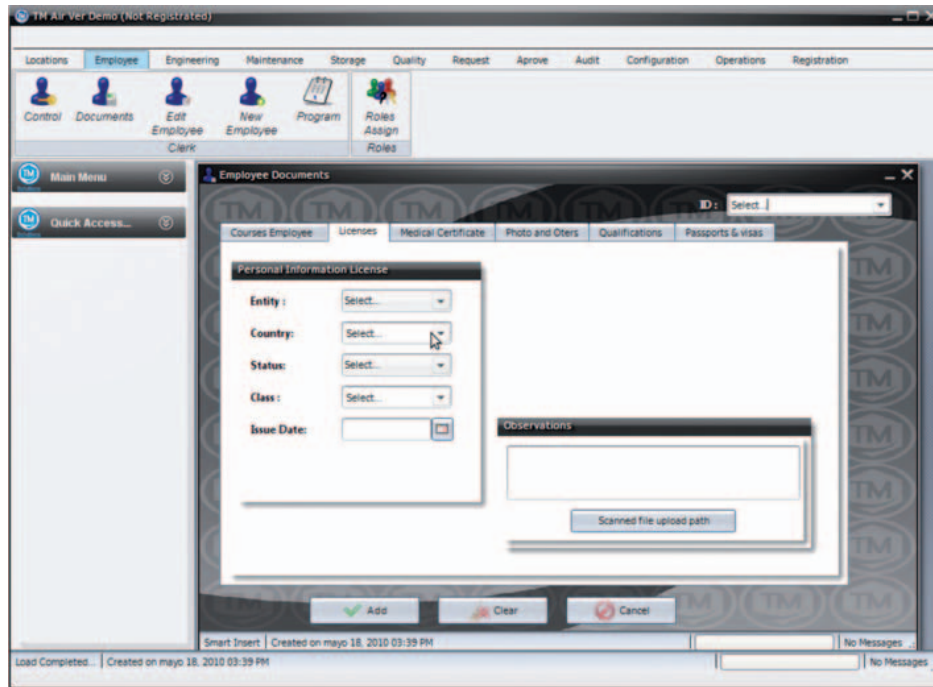
**Locaciones:** en la gráfica 1 se muestra un pantallazo donde se ingresan las organizaciones que tiene relación comercial con la empresa (aerolínea, laboratorio, librería, fabricante, proveedor, taller o centro de instrucción)

Gráfica 1. Imagen de la ventana de administración de locaciones.



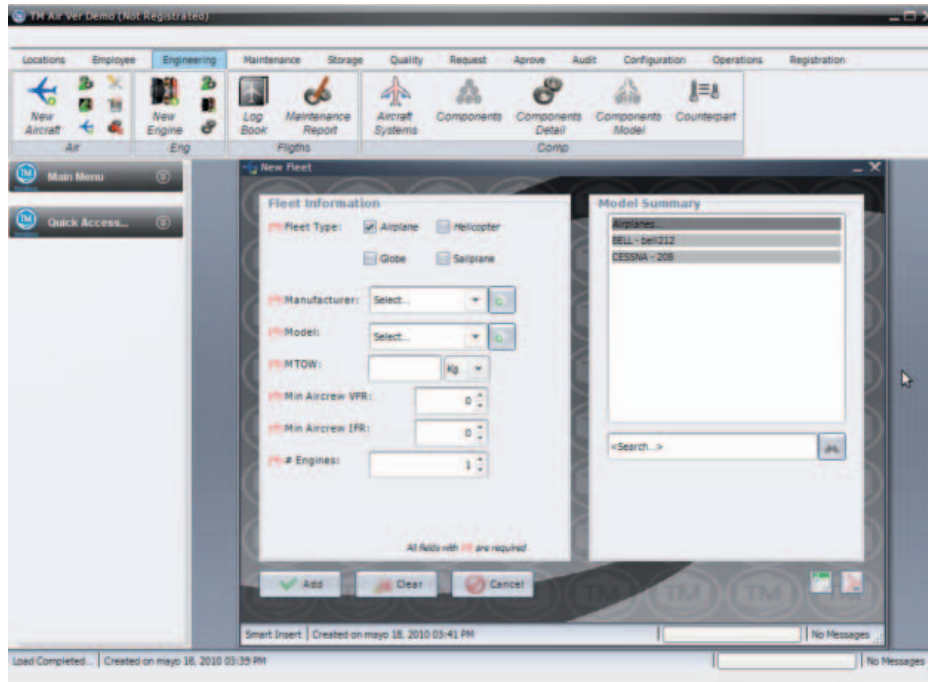
**Empleados:** En la gráfica 2 se muestra un pantallazo de la documentación de los empleados donde se puede ingresar licencias, certificados médicos, habilitaciones, pasaportes, visas y cursos.

Gráfica 2. Imagen de la ventana de administración de locaciones.



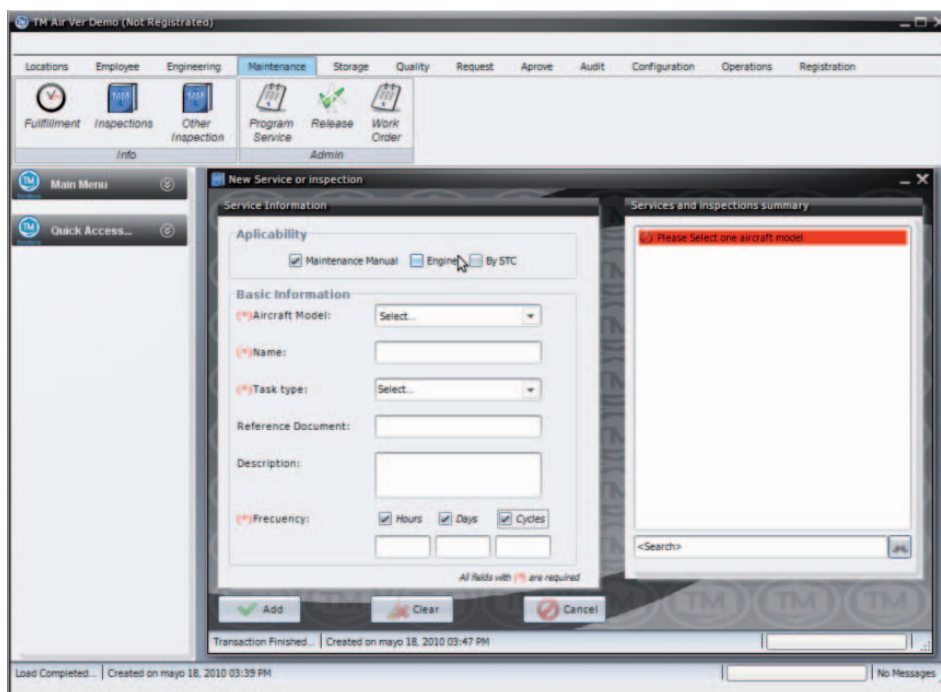
**Ingeniería:** En la gráfica 3 se muestra el ingreso toda la información necesaria del certificado tipo.

Gráfica 3. Imagen de la ventana de administración de ingeniería



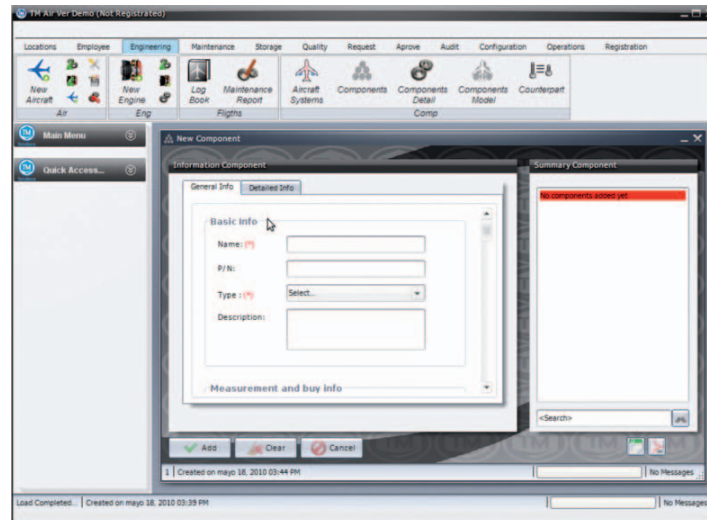
**Mantenimiento:** Ingreso de inspecciones y tareas de mantenimiento contenidas en el capítulo 5 del manual de mantenimiento de las aeronaves.

Gráfica 4. Imagen de la ventana de administración de mantenimiento.



Almacén: Ingreso de componentes o material de catálogo. En esta parte se ingresa todo lo que es información básica, información de medidas para el almacenamiento, tiempo de vencimientos, fabricantes, proveedores, talleres, laboratorios, *stock* mínimo, *stock* máximo, punto de reabastecimiento, información de tipo de tarea (*Overhaul*, *life limit*, *On Condition*) y el intervalo al cual se le realiza la tarea de mantenimiento.

Gráfica 5. Imagen de la ventana de administración de almacén.



## Referencias

- Volartec (2008). Consultado el 1 de Junio de 2008 en <http://volartec.com/default.aspx>
- Lombardo, David A. (1998). Aircraft Systems. McGraw – Hill segunda edición, New York, E.U.A., pp. 61 - 256.
- RAC (2009). Parte 1. Consultado el 1 de Marzo de 2009 en [http://portal.aerocivil.gov.co/portal/pls/portal/!PORTAL.wwpob\\_page.show?\\_docname=6757729.PDF](http://portal.aerocivil.gov.co/portal/pls/portal/!PORTAL.wwpob_page.show?_docname=6757729.PDF)
- Wikipedia (2009). Software. Consultado el 23 de Enero de 2009 en [http://es.wikipedia.org/wiki/Computer\\_software](http://es.wikipedia.org/wiki/Computer_software)
- Weitzenfeld, Alfredo. (2000). Ingeniería de software Orientada a Objetos con UML, Java e Internet. Thomson – Pacto Andino, Bogotá, Colombia, pp. 1 - 128.
- Navathe C, Batini. (1994). Diseño Conceptual de Bases de Datos. Adisson – Wesley / Díaz de Santos, Massachusetts, E.U.A., pp. 1 - 65.
- Wikipedia. Sistema Operativo. Consultado el 23 de Enero de 2009 en [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_operativo](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_operativo)
- Álvarez L, Sergio Alejandro y García E, Juan Pablo. (2009). Diseño de software: “Planeación Control Producción Aeronáutica”. Biblioteca UPB, Medellín, Colombia, pp. 1 – 160.

## Sobre los autores

### Sergio Alejandro Álvarez Lara

Ingeniero Aeronáutico. Universidad Pontificia Bolivariana. Calle 19 # 42 – 02 Oficina 03. Medellín, Colombia. laraser@gmail.com

### Juan Pablo García Echeverry

Ingeniero Aeronáutico. Universidad Pontificia Bolivariana. Calle 19 # 42 – 02 Oficina 03. Medellín, Colombia. pabl8garcia@hotmail.com

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.