



Banco de prueba de inyectores para motores PT-6 A/T y PT-6/T-3b.

Bench test injectors for PT-6 engine A/T and PT-6/T-3b.

Fecha de recepción: Noviembre 10 de 2008
Fecha de aprobación: Marzo 23 de 2009

DS. JIMENEZ PEREZ JUAN*
DS. LANCHEROS MORENO WILLIAM**
DS. HERRERA VELAZCO LUIS***

Resumen

El banco de prueba de inyectores para motores PT-6 A/T Y PT-6/T-3B, dará un mejor desarrollo en el mantenimiento de los motores, disminuyendo el tiempo de inspección de los inyectores, para que de esta manera se cumplan a cabalidad con todas las operaciones aéreas y se observe la gran contribución que se le hace a la Fuerza Aérea Colombiana al diseñar y modificar un banco de esta magnitud

Palabras claves: Aeronave, Inyector, Motor, Presurización, Transformador, Manómetro, Combustible, Presión, Reservorio, Interruptor, Angulo De Aspersion, Combustión.

Abstract

The bank of test of injectors for motors PT-6 A/T AND PT-6/T-3B, will give a better development in the maintenance of the motors, diminishing the time of inspection of the injectors, so that this way they are fulfilled to the perfection all the air operations and the great contribution is observed that is made to the Colombian Air force when designing and to modify a bank of this magnitude.

Key words: Aircraft, Injector, Engine, Pressurization, Transformer, Gauge, Fuel, Pressure, Switch, Angle of Aspersion, Combustion.

* Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz. E-mail: Investigación.académico@gmail.com

** Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico. Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz. E-mail: Investigación.academico@gmail.com

*** Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico. Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz. E-mail: Investigación.academico@gmail.com

Introducción

La acreditación de los cinco programas tecnológicos otorgada a la ESCUELA MILITAR DE SUBOFICIALES DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA y los proyectos de investigación formativa y tecnológica culminados, reafirman la excelente calidad de la institución, cuya perspectiva demarca el desarrollo de nuestra Fuerza Aérea Colombiana.

Se propone un banco que se adapta a una de las necesidades que tiene el taller de PT-6 de CAMAN de tal manera que se puedan probar los inyectores de combustible sin ninguna obstrucción permitiendo ver claramente el ángulo del roseado de combustible con el cual se verifica el estado del inyector, del mismo modo observar de manera más eficiente la presión que va a ejercer el combustible por medio de lectores de presión digitales obteniendo medidas más exactas para realizar un mantenimiento ágil y eficaz y contribuir a la disminución de errores de medida para así tener los motores en excelente estado y puedan dar el rendimiento necesario para que las aeronaves puedan desarrollar las operaciones diarias que mantiene la Fuerza Aérea Colombiana.

Algunas aeronaves de la FUERA AÉREA COLOMBIANA cuentan con el funcionamiento y excelente operación de los motores PT6, en los cuales es necesario realizar pruebas exhaustivas de componentes, entre los que se encuentran los inyectores. En el COMANDO AÉREO DE MANTENIMIENTO (CAMAN), en el taller de motores PT6, actualmente se carece de un banco para la inspección de inyectores de este tipo de motores pues el existente no cumple con las exigencias requeridas para su revisión, causando ineficacia en el proceso de alistamiento de los motores.

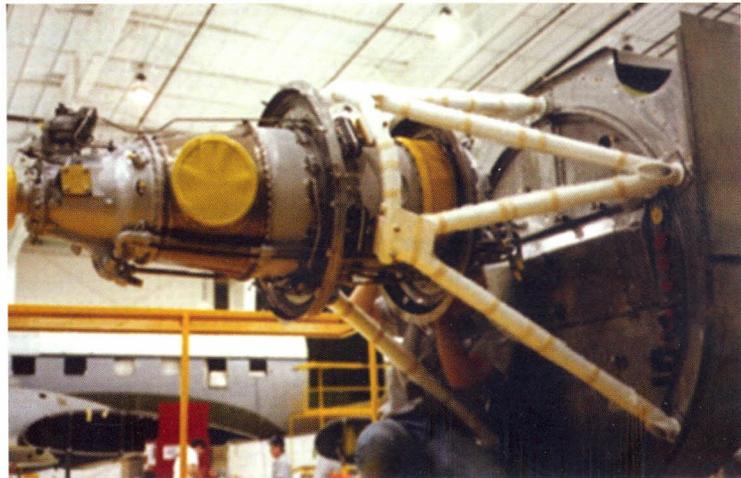


Foto 1. Motor PT-6 con bancada

Descripción del problema

En el COMANDO AÉREO DE MANTENIMIENTO (CAMAN) se realizan procesos de mantenimiento para diferentes aeronaves, el cual depende de la pericia de muchos de los suboficiales y oficiales quienes trabajan día tras día con el único fin de dejar todas las aeronaves en perfecto estado para que puedan salir a vuelo sin complicaciones, pero para esto es necesario utilizar tecnología de última categoría para que dichos procesos de mantenimiento se garanticen y tengan un alto nivel de calidad con el fin de dar cumplimiento a la misión de la FUERZA AÉREA COLOMBIANA, defender y mantener el control y la soberanía del espacio aéreo colombiano.

Justificación

Para el desarrollo de la tecnología de Mantenimiento Aeronáutico y los trabajos de mantenimiento efectuados en la Fuerza Aérea Colombiana es de vital importancia mantener un alto nivel de calidad que conlleve a un excelente cumplimiento de los programas requeridos y ordenados en la Fuerza Aérea Colombiana.

Para la institución es necesario poseer equipos eficientes con los cuales se puedan desarrollar los trabajos requeridos con la mayor agilidad; por consiguiente la creación de un banco para prueba de inyectores de los motores PT-6 suplirá las necesidades de inspección para conocer el estado en el cual se encuentran los inyectores

y llevar al personal técnico a realizar un trabajo rápido y confiable, además redundara en que no se tardaran las operaciones efectuadas por la Fuerza Aérea Colombiana trayendo beneficios en el aspecto operacional y económico.

De esta manera se incentiva a que el alumno desarrolle sus capacidades intelectuales y ponga en práctica sus conocimientos de estudios vistos en el transcurso del periodo académico y contribuir con el desarrollo tecnológico de la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana.

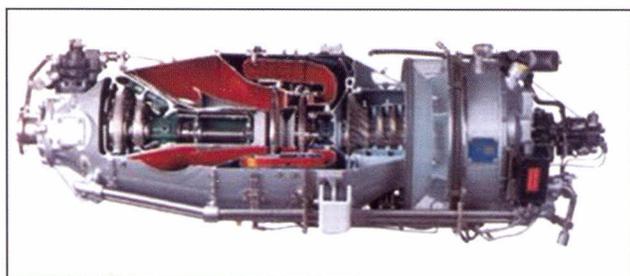


Foto 2. Motor PT 6 Vista transversal

Todo esto lleva a un desarrollo integro de la persona, creando en ella un espíritu investigativo, que lo lleve a poner en práctica sus habilidades; demostrando sus capacidades, creciendo como persona y haciendo crecer la institución.

Objetivo

OBJETIVO GENERAL

Optimizar el proceso de inspección de inyectores para los motores PT-6, contribuyendo con el alistamiento de manera eficiente, segura y rápida, evitando daños estructurales externos e internos de los motores, mediante la creación de un banco en el Comando Aéreo de Mantenimiento (CAMAN), de tal manera que este sea productivo y eficaz atendiendo a las necesidades del taller.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diseñar y construir un banco de prueba de inyectores para motores PT-6 para que el mantenimiento de estos sea favorable y eficiente.

2. Elaborar los manuales de operación, mantenimiento y de seguridad industrial, correspondientes al banco de prueba de inyectores.
3. Realizar un estudio tecnológico que determine los materiales y medidas de construcción del banco de prueba.
4. Realizar pruebas para establecer el respectivo comportamiento y funcionamiento del banco de prueba.

FUNCIONAMIENTO DEL INYECTOR

DISEÑO METODOLÓGICO

TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación realizada en el presente proyecto es de tipo aplicado, ya que comprueba y afronta el aprendizaje teórico adquirido en la ESCUELA DE SUBOFICIALES "CT. ANDRÉS MARIA DÍAZ DÍAZ" y el conocimiento práctico desarrollado en el taller de motores en el COMANDO AEREO DE MANTENIMIENTO (CAMAN), buscando el progreso teórico-práctico y la innovación de instrumentos de trabajo mediante el diseño y la fabricación de herramientas que permitan agilizar, optimizar y tecnificar los procesos de mantenimiento, aumentando el nivel de calidad de dichos procedimientos con seguridad, eficacia y eficiencia.



Foto 3. Inyector

Método de investigación

Para emprender la búsqueda del objetivo principal del presente proyecto, fue necesaria la aplicación del método de observación y entrevista guiada por el personal de operarios del taller de motores PT-6 del COMANDO AÉREO DE MANTENIMIENTO (CAMAN), permitió la visualización y ejecución de una alternativa que resolviera los inconvenientes presentados en la inspección de los inyectores de las aeronaves AC-47T, TUCANO T-27, BELL 212, BELL 412, C-90, CESSNA 208 CARAVAN, ARABA. Posteriormente, se efectuó la aplicación de los conocimientos teórico-prácticos adquiridos y requeridos en este campo, para hacer uso del método científico que permitiera el diseño y sucesiva fabricación del banco de prueba para inyectores de los motores PT-6 A/T Y PT-6/-3B, sometiéndolo a pruebas de funcionamiento, que afianzaran la aplicabilidad de dicho banco dentro de los procesos de mantenimiento de las aeronaves anteriormente descritas.

Sistematización de la información

Recolección de la información. El desarrollo del presente proyecto, hizo que fuera necesario recurrir a diferentes fuentes de información, dentro de las cuales se pueden citar las más importantes y primordiales, como lo fue la ofrecida por los señores jefes de los talleres de motores PT-6 del COMANDO AÉREO DE MANTENIMIENTO (CAMAN), COMANDO AÉREO DE TRANSPORTE MILITAR (CATAM) respectivamente, así como también la de todo el personal de operarios civiles y militares anexos a estas dependencias, quienes día tras día realizan tareas de mantenimiento a las aeronaves AC-47T, TUCANO T-27, BELL 212, BELL 412, C-90, CESSNA 208 CARAVAN, ARABA, enfrentando la problemática en la inspección de los inyectores de las plantas motrices ya mencionadas. Así mismo, se utilizaron fuentes secundarias de información tales como manuales de mantenimiento, manuales de herramientas, catálogos de partes y ordenes técnicas, todos aplicables a los motores PT-6 A/T Y PT-6/-3B.



Foto 4. Aviones Skytrain Ac-47T

Análisis de la información. A través de un estudio exploratorio o de campo, utilizando un método cualitativo de análisis como lo es la entrevista, se logra visualizar y al mismo tiempo determinar el problema actual, la viabilidad del proyecto, y su posterior aplicación a los procesos de mantenimiento de los inyectores de los motores PT-6 A/T Y PT-6/-3B de las aeronaves AC-47T, TUCANO T-27, BELL 212, BELL 412, C-90, CESSNA 208 CARAVAN, ARABA, en el taller de motores del COMANDO AEREO DE MANTENIMIENTO (CAMAN).

Entrevista. Para adquirir una apreciación de la aplicabilidad del banco de prueba de inyectores para motores PT-6 A/T Y PT-6/-3B en el taller de motores PT-6 COMANDO AÉREO DE MANTENIMIENTO (CAMAN) y el COMANDO AEREO DE TRANSPORTE MILITAR (CATAM), la presente entrevista tuvo como único fin, interpretar y conocer el punto de vista del personal de operarios que labora a diario en los talleres de motores PT-6, respecto a la necesidad presente en los procesos de mantenimiento de dichas plantas motrices, obteniendo una respuesta satisfactoria y clara a las actuales limitaciones que con la implementación del banco, se cubrirían totalmente, cumpliendo con el objetivo de detallar su funcionalidad y alto nivel de eficiencia.

A continuación se relacionan los diferentes interrogantes y preguntas que se le realizaron al personal de operarios, teniendo en cuenta la problemática a solucionar:

1. ¿Qué inconvenientes presenta la institución, y más específicamente el taller de motores PT-6 de CAMAN, al realizar estas pruebas de inspección de inyectores?
2. ¿Qué problemas presentaba el banco de inyectores que se estaba utilizando anteriormente para realizar las pruebas a los inyectores?
3. ¿Cree que la ergonomía y diseño del antiguo banco era el adecuado para realizar las pruebas a los inyectores de los motores PT-6?
4. ¿Como se sentía al realizar las pruebas de los inyectores en el antiguo banco?
5. ¿Piensa que la implementación del banco de prueba de inyectores aumentara la capacidad de mantenimiento del taller?.

Conclusiones de la entrevista. Una vez realizada la entrevista al cuerpo de jefes de taller, operarios y demás personal orgánico perteneciente al COMANDO AEREO DE MANTENIMIENTO (CAMAN), específicamente al personal que labora en el taller de motores PT-6 se llegan a las siguientes conclusiones:

1. El retraso en el proceso de mantenimiento para contribuir con el alistamiento de los motores y deficiencias en la inspección que se le realiza a cada uno de los inyectores pues no se cuenta con una estructura o banco de prueba de inyectores adecuado para los mismos.

Con la implementación del banco, el taller estará en la capacidad de realizar el mantenimiento de los inyectores de una forma eficiente y rápida demostrando las grandes capacidades que tiene el taller y el personal que labora en el.

2. A pesar de que el trabajo se realizaba rápido era muy incomodo el observar el verdadero ángulo de aspersion que producía el inyector al hacer las pruebas, ya que era alumbrado con una luz inadecuada y por un solo lado; también la cámara era transparente y era muy poco lo que se inspeccionaba en cuanto al correcto funcionamiento del inyector.

3. El diseño del banco anterior no era el adecuado, ya que estaba hecho en madera, y el combustible estaba afectando las características del material, además de eso estaba recubierto en una pasta blanca que en varias partes ya se había despegado y lo hacía ver viejo y en mal estado; también la ergonomía no era la adecuada, puesto que el operario tenía que accionar el interruptor de paso de combustible desde un lugar que estaba lejos de la cámara en la cual se observaba el funcionamiento del inyector.

El banco cumplía con su función, pero el operario sentía insatisfacción, preocupación, inseguridad, y desanimo, al utilizar un banco que no se encontraba en excelente estado en cuanto a la parte estructural, también se pensaba que el trabajo se estaba realizando mal porque no había mucha precisión al inspeccionar el ángulo de aspersion que daba el inyector.

Con la implementación del banco, el taller estará en la capacidad de realizar el mantenimiento de los inyectores de una forma eficiente y rápida

demonstrando las grandes capacidades que tiene el taller y el personal que labora en el.

Estudio tecnológico

El banco existente para la prueba de inyectores para motores PT-6 se encuentra en condiciones muy deficientes, ya que demuestra que su estructura es vieja y no es la adecuada para realizar la inspección de una parte tan importante del motor como es el inyector; el material en el cual está hecho es madera, demuestra deficiencia en cuanto a dureza, resistencia y durabilidad, también hay deficiencias en la cámara en la cual se observa el Angulo de aspersión que produce el inyector, puesto que utiliza una luz que normalmente es para odontología, además de eso la cámara es de un acrílico transparente lo que impide ver verdaderamente el estado del inyector que se esta inspeccionando. Sin embargo a pesar de que existían una serie de novedades ya mencionadas el mantenimiento de los inyectores se realizaba bien pero producía un poco de inseguridad e ineficiencia en la inspección de esta parte del motor. Por lo tanto se tomo la determinación de crear un prototipo con base en el banco anterior con varias modificaciones pero aplicable a los inyectores de los motores AC-47T, TUCANO T-27, BELL 212, BELL 412, C-90, CESSNA 208 CARAVAN, ARABA, pero que fuera similar en forma y tamaño, tanto de características estructurales externas, como también aquellas referentes a los sistemas de presurización y eléctrico, pero con algunas modificaciones en el material que se va a trabajar los cuales son necesarios para su correcto funcionamiento y con los cuales se podrán realizar los siguientes procedimientos de inspección:

- Ángulo de aspersión de combustible inyectado.
- Flujo de combustible inyectado en las cantidades adecuadas

Prototipo final del banco de inyectores

Construcción del banco de prueba de inyectores para motores PT-6 A/T y PT-6/3B.

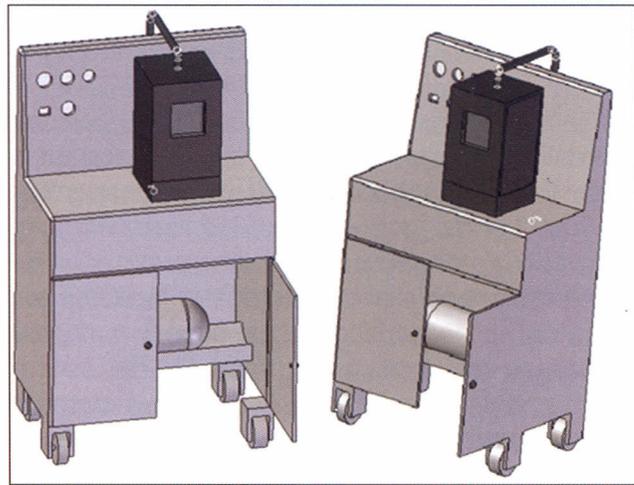


Foto 5. Prototipo del banco en sistema CAD

Estructura externa. Debido a los anteriores requerimientos a los cuales debe corresponder el banco, se entiende que es necesaria la implementación de un sistema de presurización que permita simular la presión de combustible requerida por los inyectores dentro del motor, y así mismo, permitir su control y manejo según los criterios y exigencias necesarias para lograr los resultados esperados del procedimiento de prueba. Por ello, se hizo necesaria la construcción de la estructura externa del banco en lamina Cold Rolled, un material derivado del acero con índice de maleabilidad escaso que presenta resistencia a fuerzas de vibración ocasionadas por el funcionamiento de dicho sistema de presurización y al peso de los materiales e instrumentos que debe soportar. Además, en este tipo de lámina es mínima la posibilidad de contraer corrosión u oxidación que, ya sea por las condiciones sanitarias del taller de trabajo, la intensidad en los procesos de inspección o por factores ambientales, llegaran a alterar su apariencia y ocasionar destrucción o deformación del mismo.

Dicha estructura externa se divide principalmente en tres partes, las cuales son la parte inferior en el cual van a estar contenidos los reservorios, las líneas de fluido y aire, la parte electrónica que hace funcionar los manómetros, la segunda parte está compuesta por el lugar donde se encuentran los manómetros, ya que la lamina que los contendrá es ancha y tiene propiedades de dureza. Y la tercera parte es el mesón el cual contiene una parte plástica para que al trabajar

con los inyectores, el banco no sufra ningún rayón o percance.

Cámara de pruebas. Debido a la necesidad de realizar uno de los procesos más importantes como lo es la inspección del ángulo de aspersion de combustible producido por los inyectores, se opto por la construcción de un visualizador de forma rectangular, el cual estaría compuesto por cinco caras en acrílico de espesor 3 mm para que fuese resistente a la intensidad de los trabajos realizados sobres si con los inyectores y demás componentes para realizar la inspección de los mismos. Este visualizador, permite que el desarrollo del proceso de inspección de los inyectores se pueda observar detenidamente para así constatar y determinar irregularidades explícitas a simple vista.

Dicha cámara de pruebas, posee en su interior una lámpara reflectora la cual le suministra luz a la cámara para que de esta manera se pueda ver con más claridad el ángulo de aspersion y se puedan conocer en realidad la situación de cada inyector, también contiene dos cubos que protegen la lámpara de cualquier fluido que caiga sobre ella una que tiene unas dimensiones de y la otra de por lo cual adquiere más seguridad por si se produce algún accidente. La cámara en su interior en todo el centro tiene un orificio por donde saldrá el combustible utilizado que bajara a uno de los depósitos y este lo llevara al depósito principal y de esta manera se pueda repetir el ciclo, la cámara está sujeta por unos tornillos que la unen con la lámina y queda totalmente hermética para hacer las pruebas.

Lámpara. Con el objetivo de garantizar que el desarrollo del proceso de inspección del ángulo de aspersion de combustible de los inyectores fuera lo menos dudoso posible, y que al contrario ofreciera al operario la capacidad de evaluar a simple vista las condiciones del fluido, se implemento en el interior del banco de prueba de inyectores una lámpara eléctrica de 110V la cual cumple la función de irradiar y dirigir luz hacia la cámara de pruebas, cumpliendo con el propósito de hacer lo más visible posible el ángulo de aspersion del inyector que se esté inspeccionando.



Foto 6. Banco de prueba de inyectores

Sistema de presurización. El sistema de presurización del presente banco de prueba de inyectores para motores PT-6 A/T Y PT-6/-3B se diseño con base a los requerimientos de los manuales de mantenimiento de las aeronaves AC-47T, TUCANO T-27, BELL 212, BELL 412, C-90, CESSNA 208 CARAVAN, ARABA.

Los cuales especifican las características que deben tenerse en cuenta en el proceso de prueba de los inyectores para así obtener resultados veraces y rigurosos. Dicho sistema de presurización está compuesto principalmente por una línea de aire suministrada por el taller, un indica-



Foto 7. Cessna 208

edor de presión inyectores, un indicador de presurización del tanque o deposito, un deposito con entrada de aire y varsol, una válvula reguladora de presión que varía entre los 60 a 100 psi, una salida de aire para limpiar los componentes en la mesa de trabajo del banco.

Válvula Reguladora. Permite modificar la presión con la cual entra el aire al sistema de tal manera que haya un control sobre todo el banco como tal, también no sirve para después de haber terminado el proceso de inspección, sirve para despresurizar el banco y dejarlo en el inicio y listo para una nueva inspección.

Llave de paso simple. Cumple la función de graduar el paso de varsol proveniente directamente de uno de los reservorios para que pueda pasar al reservorio principal y se repita el proceso de inspección.

Conclusiones

El taller de motores PT-6 del COMANDO AEREO DE MANTENIMIENTO (CAMAN), será dotado con el banco de prueba de inyectores para motores PT-6 A/T Y PT-6/T-3B, el cual ha sido diseñado y elaborado mediante estudios técnicos, con materiales y componentes de la más alta calidad, bajo la supervisión de asesores y especialistas en construcción de bancos especiales. Por ello, el banco de prueba de inyectores, como resultado del trabajo realizado durante varios meses de investigación y construcción, reflejara su importancia y calidad de implementación, en el desarrollo de los procedimientos de overhaul y los procesos de mantenimiento de las aeronaves Cessna 208 Caravan, Tucano T-27, C-90, Araba, AC-47T, Bell 412, Bell 212, King 300.

El banco de prueba de inyectores para los motores PT-6 A/T Y PT-6/T-3B cumplirá rigurosamente el propósito para el cual fue diseñado, de una manera eficiente que ofrecerá un alto margen de seguridad al operario, para así dar cumplimiento al proceso de mantenimiento de dichos componentes de una manera confiable. Además de esto, le reducirá considerablemente los costos a la institución, teniendo en cuenta el ahorro,

en términos de tiempo, que se obtendrá con la implementación de dicho banco para realizar la inspección y prueba de los inyectores, cumpliendo directamente con la necesidad de disminuir el periodo que la aeronave debe cumplir en el hangar para desempeñar el debido mantenimiento de la misma; y aumentando la capacidad operativa de la aeronave, para que influya formidablemente en el desarrollo y cumplimiento de la misión institucional.

Finalmente, se puede deducir que el proceso de inspección de inyectores a través de la implementación de dicho banco de prueba, cumple con los objetivos anteriormente propuestos en el planteamiento del proyecto.

Bibliografía

AERONÁUTICA CIVIL. Reglamentos aeronáuticos de Colombia. Parte IV.

FUERZA AÉREA COLOMBIANA. Directiva permanente N° 69. 2005.

CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ley 30 de 1992. Organización del servicio público de la educación superior. 11 p.----- Ley 115 de 1994. Ley general de educación. 1 p.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA 1991. 1, 11, 12, 13 p.

ESCUELA DE SUBOFICIALES "CT. "ANDRÉS MARÍA DÍAZ DÍAZ". Reglamento académico. Tercera edición 2005. Madrid, Cundinamarca.

FUERZA AÉREA COLOMBIANA. Manual Mantenimiento FAC. MM-1-01. 3, 4, 5 p. ----- Manual de Seguridad Industrial FAC 3-13 publico. Segunda edición. Primera parte. Capítulo I- Sección A. 1 p.