

# TECNO ESUFA

Revista de Tecnología Aeronáutica  
ISSN 1900 - 4303 - Volumen 10 - Diciembre de 2008



“Experiencias en Desarrollo e Innovación Tecnológica”

FUERZA AÉREA COLOMBIANA

Escuela Militar de Suboficiales  
“CT. Andrés M. Díaz”





# TECNO ESUFA

VOL. 10 DICIEMBRE DE 2008  
EXPERIENCIAS EN DESARROLLO  
E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

5 Años generando cultura tecnología aeronáutica

Es una publicación académica, científica y tecnológica de la Escuela de Suboficiales CT. Andrés María D. Díaz de la Fuerza Aérea Colombiana, cuyo propósito se fundamenta en la divulgación de artículos resultado del proceso de investigación formativa aplicada, de investigación tecnológica de institución y de las investigaciones de las instituciones involucradas y especializadas en el campo aeronáutico militar y civil.

## DERECHOS RESERVADOS

Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización del Consejo Editorial.

La publicación y la institución no es responsable legal de los conceptos expresados la opinión de los respectivos autores y no genera la acusación de honorarios.

No reservamos el derecho de publicar los artículos seleccionados por el Comité Evaluador.

**Idioma:** Español

**Publicación:** Semestral

**Número de ejemplares:** 500

**ISSN:** 1900 - 4303

**Publicación:** Sin ánimo de lucro

**Distribución:** Interna

## NORMAS PARA LA PUBLICACIÓN ARTÍCULOS

- El artículo debe ser un trabajo inédito y responder a un proceso de investigación en ciencia y tecnología aeronáutica.
- El artículo debe relacionar el nombre, cargo, y especialidad del gestor y autor del proyecto.
- El artículo debe llevar un resumen en inglés y en español con sus palabras claves.
- Los artículos deben ser enviados en el primer y tercer trimestre de cada año, en medio impreso, magnético o vía internet.

### Información y correspondencia

Enviar los artículos a: escuadrón de investigación escuela de Suboficiales CT. Andrés M. D. Díaz  
Cra. 5 No. 2 - 92 Sur Madrid Cundinamarca  
[www.esufa.edu.co](http://www.esufa.edu.co)  
e\_mail: [investigacion.academico@gmail.com](mailto:investigacion.academico@gmail.com)

## COMITÉ ARBITRAJE

**Francia Cabrera Castro**  
Magister en Física, Doctorada

**Olga Esperanza Terreros Carrillo**  
Magister en Educación

**Mariela Rodríguez Acosta**  
Magister en Educación

**St. Gerson Ricardo Jaimes Parada**  
Candidato a magister en tecnologías de la información aplicadas a la educación

**Alicia Del Pilar Martínez**  
Especialista en docencia universitaria y alta gerencia.

## COMITÉ DE EVALUACIÓN

**TJ. Carlos Orlando Grau acero**  
Jefe Tecnología Mantenimiento Aeronáutico

**TJ. Jesús Antonio Rodríguez Muñoz**  
Jefe de Tecnología Electrónica Aeronáutica

**TS. Plinio Enrique Márquez Aponte**  
Jefe Tecnología Comunicaciones y Tránsito Aéreo

**TP. Jorge Puentes Fajardo**  
Jefe Tecnología Seguridad Aeroportuaria

**T2. Jhon Jairo Peralta Bonilla**  
Jefe Tecnología Abastecimientos Aeronáuticos

**EJ. William Pinilla**  
Piloto Administrador Educativo. Esp. Docencia Universitaria.

**EJ. Efraín Quintero**  
Ing. Mecánico, Esp. Docencia Universitaria

**EJ. Fernando Cortés**  
Lic. Matemáticas. Esp. Docencia Universitaria  
Esp. Didáctica de la Matemáticas.

**EA2. Alfonso Rey Mora**  
Lic. Sociales. Abogado, Esp. Docencia Universitaria  
Esp. Derecho Administrativo y Contratación Estatal.

## ESPAÑOL - INGLES

**EA1. Neyda López Arévalo**  
Licenciada en lenguas. Esp. Docencia Universitaria.

**TO. Nelson Guzmán**  
Licenciado en Idiomas, esp. Docencia Universitaria.



# TECNO ESUFA

VOL. 10 DICIEMBRE DE 2008  
EXPERIENCIAS EN DESARROLLO  
E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

5 Años generando cultura tecnología aeronáutica



## EDITOR:

CR. Fabio Baquero Váldes  
Director de la Escuela de Suboficiales

## COMITÉ EDITORIAL

CR. Julian Forero Soto  
Subdirector de la escuela de Suboficiales.

MY. Francisco García  
Comandante Grupo Académico (E)

ST. Edwin Alfonso Sierra Salazar  
Comandante Escuadrón Tecnológico

ST. Nelson Enrique Gómez Reina  
Comandante Escuadrón Investigación  
EJ. Francia María Cabrera Castro  
Jefe de Investigación Desarrollo Tecnológico

## DIRECCIÓN:

Escuela de Suboficiales  
CT. Andrés María Díaz  
Cra. 5-No. 2-92 Sur  
Madrid Cundinamarca / Colombia  
Teléfono: 0918251169  
Escuadrón de Investigación  
E-mail: investigacion.academico@gmail.com  
Webside: www.esufa.edu.co

## Diseño y Diagramación

Heidi Viviana Mora Sánchez

## Impresión

EDITORA PUBLIGRAFICAS LTDA.  
Pbx: 201 21 76

# Indice

## Editorial

El Desafío es la Investigación.....3  
CR. Fabio Baquero Valdés.  
Director ESUFA

## Institucionales

Puesta en Marcha del Nuevo Laboratorio de Aviónica en Esufa.....5  
TP. Omar Morales Cueto

## Ciencia y Tecnología Aeronáutica

Nitruración de titanio asistido por plasma del acero Aisi Sae 1020 con una capa de cromado electrolítico.....8  
Diego A. Cañadulce C. Paulo Velásquez.

Diseño y construcción de un banco interactivo de sistemas electrónicos de seguridad aeronáutica. Alumnos 80- 2 seguridad aeroportuaria ESUFA-FAC.....13

Herramienta para lavado del compresor del motor T-56 para optimizar la seguridad industrial .....16  
DS. Perdomo Villamil Julio A.,Ds. González González Diego  
Ds. Convariza Monrroy Andrés. Esufa-fac.

Interfase hardware-software para control electrónico de la maqueta de transito aéreo del laboratorio de comunicaciones aeronáuticas ESUFA.....23

BRI. Martínez Agudelo Julián Alberto. DS. Moreno Vega Hawer Alexander.  
DS. Vera Cerón Carlos Eduardo. ESUFA-FAC

Implementación del banco de calibración por HF.....28  
B.R.I. Sánchez Juan Daniel, D.S. Trujillo Peña Jairo ESUFA-FAC.

Simulación de Consola de Instrumentos Meteorológicos para la Práctica de Control de Aeródromo.....31  
D.S Bertrán Nariño Jairo, D.S. Céspedes Gaviria José  
D.S. Blanquicett Suárez José.

Revisión de la compresibilidad y propuesta de medición adiabática en sistemas de potencia fluida.....34  
Mario Hoyos Mesa, William Prado Martínez.

## EDUCACIÓN AERONÁUTICA

Formación por Competencias en la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana "CT. Andrés María Díaz" T4. José Bernardo Alfaro Duarte.

Proyectos y tecnologías aeronáuticas, Curso 80 / 2008.....40

## Historia y Personajes en la ESUFA

Suboficial Técnico Jefe de ESUFA asciende a Jefe de Comando.....57  
TJC. Linares Amezquita Javier  
Mejor Suboficial del año 2008 - ESUFA.....58  
Tp. Omar Morales Cueto.  
Condecoración "Policarpa Salavarrieta" a ESUFA.....60  
At. Luis Fernando Martínez

TECNOESUFA Revista de Tecnología Aeronáutica.....62

5 años generando cultura Tecnológica Aeronáutica.....63





# Presentación

La industria y la academia orientadas hacia la búsqueda de nuevos paradigmas, partiendo de la investigación aeronáutica mundial en el siglo XXI, ha generado cambios en la sociedad, en una calidad de vida global, una prevención y control ambiental, una conivcción en los derechos humanos logra desde los campos científicos y de las disciplinas contemporáneas, como : la Aerodinámica Física cuántica, la electrónica, los materiales innovar el campo tecnológico aeronáutico y aeroespacial.

Para esta edición número 10 queremos destacar los aportes en tecnología, en comunicación y divulgación aeronáutica que durante 5 años continuos ha venido presentando la revista TECNOESUFA y los aportes de los diferentes campos de especialidad como: el mantenimiento aeronáutico, la seguridad aeroportuaria, abastecimientos y logística aeronáutica, comunicaciones y transito aéreo y aviónica.

Las experiencias desarrolladas durante 76 años en la formación de técnicos y tecnólogos de aviación en la Escuela de suboficiales y las investigaciones adelantadas en tecnología, nos han permitido consolidar una trayectoria nacional e internacional en el conocimiento, desarrollo, práctica y evolución, logrando reunir en un Congreso Latinoamericano de aeronáutica las experiencias entre investigadores, docentes, estudiantes y los sectores de industria y de defensa a nivel latinoamericano situando nuestros saberes y prácticas como: " Experiencias en desarrollo e innovación Tecnológica " .

**ST. Nelsón Enrique Gómez Reina**  
*Comandante Escuadrón Investigación*  
**Ej. Francia María Cabrera Castro**  
*Jefe de Desarrollo Tecnológico*



# Editorial

## *“El Desafío es la Investigación”*

**E**n el sistema de gestión de calidad de la Escuela Militar de Suboficiales la investigación es un objetivo misional, pilar fundamental del desarrollo aeronáutico; en este sentido la Escuela ha recorrido un camino importante para ser competitiva con la acelerada transformación de las instituciones de educación superior, buscando alcanzar niveles de alta calidad educativa, fortaleciendo al interior de sus procesos el desarrollo científico, tecnológico y la constante búsqueda de la innovación.



A pesar de las limitaciones, se han obtenido logros significativos en materia de innovación e investigación partiendo de una formación de calidad fundamentada en los valores y en el reconocimiento de sus potencialidades a través de los proyectos: misión carácter y lecto-escritura, la potencialidad investigativa que parte de las investigaciones de aula y culminan en sus proyectos de grado que se orientan como alternativas de solución a las necesidades de la Fuerza Aérea; apoyo a la capacitación de tercer ciclo para implementar la investigación I+D+I y su dinamización en la Fuerza Aérea Colombiana y la Escuela de Suboficiales, el desarrollo de investigación aplicada en grupos con instituciones universitaria y del MDN en RED con el proyecto de Materiales, solicitud de estudio clasificación y registro de hallazgo de innovación para patentes de algunos trabajos de grado de las tecnologías y la divulgación de la cultura aeronáutica a través del Foro internacional en Aeronáutica, el Conversatorio sobre investigación ciencia y tecnología en la Fuerza Aérea Colombia. JEA-DICTI-ESUFA, el Congreso Aeronáutico Latinoamericano y 5 años de nuestra publicación de la revista académica tecnológica aeronáutica TECNOESUFA.

De igual forma la Fuerza Aérea Colombiana al interior de su sistema educativo SEFAC ha dado mayor prioridad al desarrollo de la ciencia y tecnología y el fomento de la innovación a través de semilleros en las escuelas de formación y la investigación aplicada, estimulando de esta forma a los alumnos para que con sus iniciativas y guiados por docentes competentes desarrollen proyectos de investigación que den solución o fortalezcan ambientes operativos o administrativos de la Fuerza.

Queda sin embargo un camino largo por recorrer en donde directivos, docentes y alumnos deben dar lo mejor de sí, para alcanzar las metas propuestas en el plan estratégico



de la Escuela, a fin de lograr el liderazgo a nivel aeroespacial mediante la gestión de la investigación con logros que aporten hacia nuevos conocimientos, desarrollo en modelos tecnológicos sostenibles y se retroalimente el escenario académico del conocimiento en nuestros alumnos, docentes, con resultados que aporten a soluciones y necesidades institucionales permitiendo con esto ahorro y aplicabilidad en el sector aeronáutico.

De igual forma la gestión del conocimiento y la doctrina es la base fundamental en el proceso de investigación generando en nuestro personal paradigmas de transferencia de pensamiento científico hacia modelos de gestión propios en las instituciones de educación superior de la Fuerza.

Finalmente, el reto es construir un futuro promisorio, sostenible y competitivo soportado en talento humano competente, afianzado en principios y valores, merecedores de confianza de todo el pueblo Colombiano y comprometido con el desarrollo social y tecnológico de nuestro país.

**Coronel Fabio Baquero Valdés**  
**Director Escuela Militar de Suboficiales**



# Institucionales

## “Puesta en Marcha del Nuevo Laboratorio de Aviónica en Esufa”

### *The New Laboratory of Avionics in Esufa*

Por: TP OMAR MORALES CUETO (IE.)  
Fuerza Aérea Colombiana  
Escuela de Suboficiales  
Jefe Tecnología en Electrónica Aeronáutica – ESUFA  
Gestor e Implementador.  
[www.esufa.gov.co](http://www.esufa.gov.co) , [adulfo03@gmail.com](mailto:adulfo03@gmail.com)

#### **ABSTRACT**

*Systematizing, organization and putting in operation of modern laboratory of avionics, for the research specializing in systems*

**KEYWORDS:** *Laboratory of avionics, software, simulation, navigation, air defense*

**RESUMEN:** Sistematización, organización y puesta en operación de moderno laboratorio de aviónica, para la investigación especializada en sistemas computacionales.

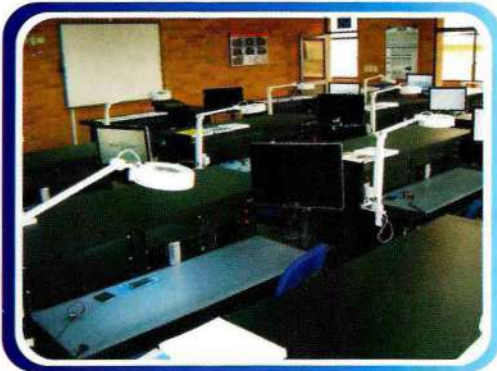
**PALABRAS CLAVES:** Laboratorio de aviónica, software, simulación, navegación, defensa aérea.

**E**l programa de la Tecnología en Electrónica Aeronáutica es un programa académico en desarrollo e innovación cumple con calidad los requerimientos en el área técnica de nuestro cliente por excelencia, la “Fuerza Aérea Colombiana”, a través de sus unidades aéreas y los principios de la calidad de la educación, emanados por el Ministerio de Educación Nacional para las Instituciones de Educación Superior.



Conscientes de la necesidad de capacitar a nuestros estudiantes en los aspectos aeronáuticos, pero manteniendo un equilibrio con el componente tecnológico de electrónica, que permita la formación de nuestros futuros suboficiales acorde a la labor que desempeñarán en las unidades aéreas a las que serán asignados, se solicita la construcción de un área para el laboratorio de investigación y entrenamiento de los sistemas aeronáuticos de aviónica

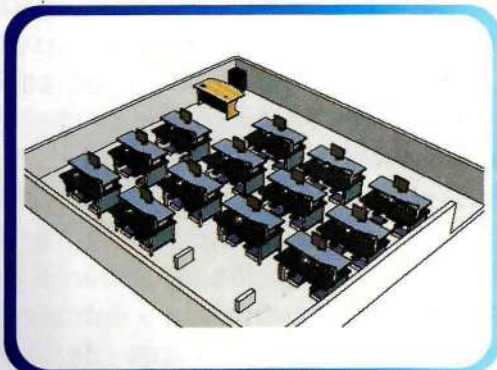




(comunicación, navegación, instrumentos, eléctricos) y afines aplicados en las actividades de los egresados de la tecnología.

El pasado 4 de julio del 2008 en las actividades para celebrar el aniversario de la ESUFA se reinaugura el laboratorio en presencia de autoridades de COFAC, de la MUSAF, de la aeronáutica civil y nacional así como del profesorado.

El área para la implementación del laboratorio de aviónica fue terminado a principios del mes de abril de 2005, este laboratorio cuenta con un área de 84 m<sup>2</sup> aproximadamente (ver figura 1), dentro de los cuales se implementaron 15 estaciones de trabajo en el primer semestre del 2008 (ver figura 2), cada una con capacidad de dos estudiantes, para un total de 30 estudiantes en el laboratorio.



Este moderno laboratorio tiene como misión proporcionar entrenamiento en equipos de alta gama de tecnología como son por ejemplo los entrenadores basados en sistemas CAD con programas en CBT'S y los elementos necesarios para desarrollar temas de investigación en aviónica y telecomunicaciones, utilizando software que facilitará el trabajo de los grupos de investigación en estos temas; a continuación se mencionan algunos software adquiridos:

- Software de instrumentación virtual lab view.
- Software de matlab.
- Software de simulación de circuitos orcad.
- Software autocad electrical para hacer cualquier cableado eléctrico.
- Software aeronáutico en sistemas de comunicación, navegación e instrumentos de aviación marca avotec.
- Software de simulación interactivo de circuitos del sistema de entrenamiento marca lab volt.



Con la adquisición de otros equipos de laboratorio se reforzará el entrenamiento de los alumnos de la tecnología de electrónica aeronáutica, en lo concerniente al trabajo de materias propias del mundo de las telecomunicaciones y de la modernidad de los sistemas de electrónica a bordo de las aeronaves, directamente en este laboratorio.





Para los suboficiales egresados del programa de electrónica aeronáutica se tiene previsto por primera vez implementar cursos utilizando entrenamiento interactivo. Se estudiarán temas de índole aeronáutica a manera de repaso entre los mismos suboficiales de las diferentes subespecialidades de electrónica, con el fin de nivelar los conocimientos propios y los adquiridos en comisiones al exterior en equipos electrónicos y aeronáuticos que la Fuerza Aérea Colombiana posee.

En cada curso de repaso se invitará un suboficial experto que tenga certificado del curso aeronáutico adquirido en el exterior para entrenamientos proporcionado por la Fuerza Aérea para ejercer su factor multiplicador del mismo, con el fin de brindar una gran ayuda al proceso de recuperar la capacidad reparadora de la fuerza y mantener su personal técnico y tecnólogo actualizado.

El próximo paso es adquirir la autorización de la aeronáutica civil UAEAC. Para poder ofrecer cursos de recurrencia a nivel licencia TEEI (técnico especialista en sistemas de comunicación, navegación, eléctricos e instrumentos aeronáuticos) a cualquier empresa civil o militar que lo requiera y así poder generar una capacidad de ofrecer y prestar servicios.

Con la implementación del laboratorio de aviónica único en Colombia, la Escuela de suboficiales ESUFA. da un paso importante para mantener el liderazgo en el campo aeronáutico a nivel militar, por ser el primer laboratorio en el país de esta temática y dotación de equipos especializados que de audiovisuales, computo, software y técnicos que dinamizaran y acompañaran el hacer academia de los docentes militares y civiles de todas las unidades FAC, abierto con esta realidad un nuevo camino a la investigación y desarrollo del conocimiento en electrónica aeronáutica en el país.

#### REFERENCIAS

Hesse, F. 1988. Elektrotechnik und Avionik: Grundlagen zur Funknavigation. Hesse, Breidenbach

IEEE, AIAA. 1991. Digital Avionics: A Global Perspective : 10th Digital Avionics Systems. Papers and Programme, Universidad de Michigan. Ed. IEEE,

Kendal, B. 1982. Manual de aviónica. Ed. Paraninfo. España.

Meizoso Fernández, J. 2000. Compendio de Aviónica Digital: Sistemas de control y guiado, Vol I, II, Ed. Bellisco. España





# Ciencia y Tecnología Aeronáutica

## “Nitruración de Titanio Asistido por Plasma del Acero AISI SAE 1020 con una Capa de Cromado Electrolítico”

Congreso Latinoamericano en Aeronáutica: Experiencias  
en Desarrollo e Innovación Tecnológica

Diego A. Cañadulce C.  
Facultad de Ingeniería  
Aeronáutica, Universidad de San Buenaventura  
Sede Bogotá, Colombia  
Email: dialcaci@hotmail.com  
Paulo Velásquez  
Facultad de Ingeniería Aeronáutica,  
Universidad de San Buenaventura  
Sede Bogotá, Colombia  
Email: ingpaulocesar@hotmail.com

### RESUMEN:

Una fina capa superficial de (NT) se genera en un acero 1020 que es cromado previamente mediante el proceso de “electrólisis” aumentando sus propiedades mecánicas (corrosión, terminado superficial, dureza) para luego adherir una capa homogénea de nitruro de titanio (NT), este sistema de deposición se realiza mediante PAPVD (deposición física de vapores activado por plasma) utilizando la técnica de deposición mediante arco eléctrico en alto vacío dando como resultado una vaporización física de átomos debido a una energía cinética desarrollada que en este caso corresponden a las de un blanco de Titanio, estas se adhieren en la superficie sólida del acero. El análisis de esta estructura se realiza por medio de equipos especializados tales como (XRD) difracción de rayos X para analizar el enlace de la capa generada de (NT), (SEM) microscopio electrónico de barrido.

**PALABRAS CLAVES:** electrólisis, Deposición física de vapores activados por plasma

### INTRODUCCIÓN

El análisis y estudio de nuevos materiales compuestos pretende la aplicabilidad de distintos materiales metálicos que han sido recubiertos mediante distintos métodos en este caso PAPVD (deposición física de vapores activado por plasma) mediante la técnica de arco pulsado por otros metales u/o compuestos químicos con el fin de mejorar propiedades mecánicas complementando de esta manera el proceso dúplex con el fin de obtener características de los procesos complementarios de electrolisis y arc-PVD correspondientes a dureza superficial, generando resistencia al desgaste, resistencia a altas temperaturas, alto nivel de corrosión entre otras con lo cual se pretende la incorporación de dichos avances a la industria colombiana y dado los resultados al campo aeronáutico con el propósito de aumentar el rendimiento, rentabilidad y seguridad de los equipos y sistemas de partes o piezas a utilizar. Este estudio es necesario dado que en la actualidad se viene incrementando en los distintos diseños de máquinas mayor exigencia operacional y por ende materiales adecuados y de mayor confiabilidad para un desarrollo fructífero. Teniendo como referencia el acero AISI-SAE 1020 que está caracterizado y descrito de mayor fortaleza que el 1018 y menos fácil de conformar. Responde bien al trabajo en frío y al tratamiento térmico de cementación.



La soldabilidad es adecuada. Por su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para elementos de maquinaria. Su norma involucrada es ASTM A108, las propiedades mecánicas que posee es Dureza: 111 HB; Esfuerzo de fluencia: 205 MPa (29700 PSI); Esfuerzo máximo: 380 MPa (55100PSI); Elongación: 25%; Reducción de área: 50%; Módulo de elasticidad 205 GPa (29700 KSI); Maquinabilidad 72%. (Como propiedades físicas posee: Densidad 7.87 g/cm<sup>3</sup> (0.284 lb/in<sup>3</sup>). Y como propiedades químicas 0.18 – 0.23 % C; 0.30 – 0.60 % Mn; 0.04 % P máx., 0.05 % S máx. y 0.15% - 0,3% (Si) entre otros mostrados en la tabla 1, las cuales se analizarán luego de realizar el tratamiento de cromado y nitruro de Titanio mediante PAPVD dando como resultado un aumento sustancial en dichas propiedades.

Tabla 1. Composición Acero AISI SAE 1020

Chemical Composition of AISI 1020 (WT.%)

Element	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	W	S	Cu	P
Wt. %	0.18	0.54	0.27	0.08	0.05	0.010	0.031	0.051	0.026	0.019

También se proyectan o visualizan nuevas aplicaciones y tratamientos térmicos respecto a este proceso pues se tiene como referencia del ASI/SAE 1020 el cual es utilizado en la actualidad en la condición de cementado donde la resistencia al desgaste y el tener un núcleo tenaz es importante. Es utilizado completamente endurecido mientras se trate de secciones muy delgadas. Se puede utilizar para ejes de secciones grandes y que no estén sometidas a esfuerzos. Otros usos incluyen engranes ligeramente esforzados con endurecimiento superficial, pines endurecidos

superficialmente, piñones, cadenas, tornillos, componentes de maquinaria, prensas y levas. Se puede cementar para aumentarle la resistencia al desgaste y su dureza mientras que el núcleo se mantiene tenaz. Se puede recocer a 870 °C y su dureza puede alcanzar los 111 HB, mientras que con normalizado alcanza los 131 HB.

Tabla 2. Propiedades mecánicas acero AISI SAE 1020

Estado de Suministros	Laminado en Caliente	Calibrado
Resistencia a la Tracción (Kg/mm)	40	55
Limite elástico (Kg/mm)	31	38
Alargamiento %	25	15
Reducción de Área %	45	30
Dureza Brinell Aprox	140/180	180/220

## 2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Este acero es una barra de 1/8 de Pul. La cual es debidamente cortada en torno en espesores de 4 mm. Luego la superficie se prepara con lijas de diferente granulometría desde 60 a 1200 hasta llegar un pulido tipo espejo que genere una mayor adherencia entre la capa de cromo y TIN.

El paso siguiente es realizarle un baño de cromado el cual se realiza por electrolisis (extensivamente usado en la industria para proteger metales de la corrosión y mejorar su

aspecto) utilizando una temperatura que están alrededor de los 60°C. El proceso de cromado ocurre con una descomposición de ánodo-deposición en cátodo y se separan a una distancia de 1centímetro y el voltaje aplicado es de 1v.



Antes de realizar este proceso se debe limpiar muy bien los componentes para que no tengan impurezas o residuos óxidos que pueden afectar dicho cromado.

Antes de generar la capa de TIN en la superficie de cromo las probetas son ubicadas en una cuba ultrasónica con una cantidad de cetona que recubre la pieza con la cual se limpian las impurezas residuales y contaminantes que estén presentes en dicha superficie; en condiciones adecuadas se introduce la probeta en el reactor donde en condiciones variables de voltaje, distancia ánodo/cátodo, y vacío obtenido en la cámara (presión) se logra un adecuado crecimiento de TIN.

El espesor del recubrimiento de la capa es la longitud característica de la película medida en la dirección perpendicular de la superficie del sustrato; cuando se realiza un recubrimiento por medio de técnicas de plasma se tiene un rango de 10-1 a 104  $\mu\text{m}$ , la adherencia que se obtiene depende del espesor del recubrimiento, cuando los espesores superan cierto valor crítico las tensiones pueden llegar a producir un desprendimiento espontáneo de la película.

Por otra parte cuando se tiene un mayor espesor de recubrimiento este le da mayor rigidez y aumenta su capacidad portante con esto se produce una menor deformación del conjunto recubrimiento-sustrato. La caracterización del sustrato obtenido se realiza mediante difracción de rayos X con lo cual se identifican: textura cristalográfica, los enlaces generados y la relación de energía de las moléculas en la superficie respecto a la capa de cromo y el acero medida en Counts y con ángulos de difracción variables; este equipo utiliza un haz monocromático dispersando rayos en todas las direcciones, estos rayos golpean ciertos planos a diferentes ángulos los cuales se refuerzan en vez de eliminarse, para esto debe cumplirse la ley de Bragg.

El microscopio electrónico de barrido (SEM) nos da como resultado la composición química de la capa, morfología, estudio de moléculas, entre otros. El funcionamiento básico de este equipo (SEM) es por medio de un haz de electrones constituido por un filamento que en este caso llamaremos cátodo y un ánodo en el que finalmente llegan los electrones; los electrones chocan contra los átomos de la muestra y se generan diferentes tipos de señales captadas por detectores los cuales proyectan la señal.

### 3. RESULTADOS

Tabla 3. Condiciones para generar la deposición de TIN en el reactor.

Acero ASI/SAE 1020 Cromado	
Condiciones de Deposición para TIN	
Presión de Trabajo (mbar)	1.1
Atmosfera	Nitrogeno N2
Descarga Potencial (Volt)	260
Distancia Ánodo / Cátodo (mm)	13
Numero de Arcos	5
Tiempo entre Arcos (Seg)	1.5

Acero ASI/SAE1020 cromado y crecido con nitruro de titanio bajo condiciones mostradas en la Tabla 3 realizada sobre una superficie plana.

En la grafica se identifican claramente los picos correspondientes a los elementos encontrados en el acero cromado junto a la energía de las líneas eV, símbolo químico del elemento y la identificación de las líneas K, L, M, de los elementos correspondientes y Z símbolo químico del elemento teniendo como base de dato.



Tabla 4. Líneas características (KeV)

Elemento	Z	K $\alpha$	K $\beta$	L $\alpha$
Ti	22	4.508	4.931	0.452
Cr	24	5.411	5.946	0.573
Ni	28	7.471	8.263	0.851

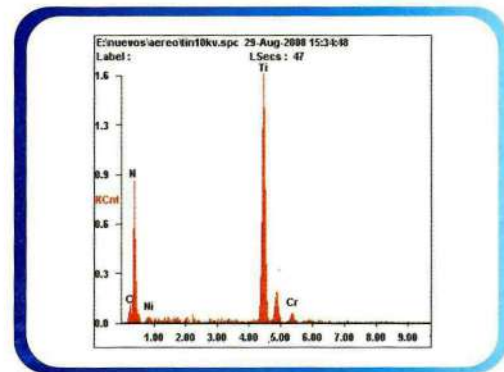
Tabla de línea característica respecto a la diferencia de energías entre orbitas dadas por Fotones (K $\alpha$ , K $\beta$ ) para los elementos de investigación titanio (Ti), cromo (Cr) y níquel (Ni) de Tabla de identificación de elementos (EPIC).

Tabla 5. Resultados Obtenidos

Elementos	Z	Wt %	At %
C K	6	06.02	10.87
N K	7	42.86	66.37
NiL	28	03.43	01.27
TiK	22	44.93	20.24
CrK	24	02.76	01.15

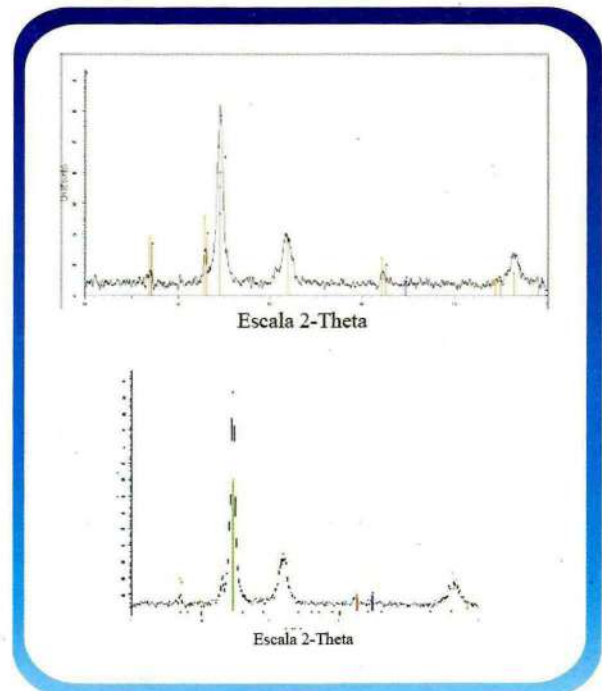
Los resultados mostrados a continuación muestran el análisis respectivo de la capa de TiN sobre una superficie previamente cromada, dados los resultados se muestra una composición de un alto contenido de titanio y nitrógeno donde se resalta el componente preconcebido como lo es el cromo y níquel, también se aprecia el carbono percibiéndose la composición del acero. El contenido de los componentes está dado en un porcentaje mostrado a continuación:

FIGURA 1. Espectro generado por el equipo SEM



En la figura 1 se aprecia un espectro de energía de rayos X emitidos cuando un haz de electrones de KeV incide sobre el TiN cromado. Se ha marcado el espectro continuo y el espectro característico, en esta parece indicada la escala vertical (VS) y la escala horizontal (VS).

FIGURA 2. Difracción de rayos x



Los elementos presentes en un probeta plan dan como resultado:



En la figura se aprecia el difractograma obtenido sobre una probeta plana mostrando la relación de energía medida en Counts de (0- 70) y los ángulos de difracción que están entre 30 y 80, mostrados en el eje Y y X respectivamente. El pico muestra la presencia de Níquel y Cromo ubicado entre el rango de 15° y 30°; la velocidad de barrido fue de 1 deg/min. y una longitud de onda ( $\lambda$ ) de 1.5406, los picos naranja corresponden a nitruro de titanio TiN

#### 4. CONCLUSIONES

Se creció una capa de TiN mediante la técnica de arco catódico sobre un substrato el cual corresponde a un acero ASI/SAE 1020, la deposición es fruto de una limpieza adecuada en cubeta ultrasónica y numero de arcos necesarios con lo cual se logro una fase satisfactoria entre Cromo y TiN, cabe resaltar que se obtiene un pico mas elevado de cromo níquel (proceso electrolítico) debido a su densidad y espesor de capa (200/500  $\mu\text{m}$ ) y los picos de nitruración de titanio con magnitud inferior debido a misma causa correspondiente a (2/3  $\mu\text{m}$ ) lo cual se conoce como un proceso de DUPLEX de refuerzo o suplementario post-tratamiento. Por medio de difracción de rayos x se pudo determinar la composición de los elementos químicos de la probeta y poder apreciar los elementos que tienen una mejor adherencia en la superficie.

#### 5. RECONOCIMIENTOS

Universidad Nacional sede Manizales, en especial a los Ingenieros Físicos Pedro José Arango, Rogelio Ospina, Diana Galeano, Santiago Vargas los cuales nos brindaron toda su colaboración para el correcto funcionamiento de los equipos utilizados. A nuestro asesor, Ingeniero Carlos Bohórquez el cual nos brindo el apoyo necesario durante todo el proceso de investigación para llevar este proceso acabo.

#### REFERENCIAS

1. P.B.Ghate "Deposition Techniques and Microelectronics Applications"
2. J.L.Zilko "Metal Organic Chemical Vapor Deposition"
3. F.F.Chen "Introduction to Plasma and Controlled Fusion", Vol. 1
4. G.Schmidt "Physics of High Temperature Plasmas", 2nd edition, 1979
5. J.L.Cecchi "Handbook of plasma processing Technology", Cap, 1982
6. R.J.Goldston P.H. Rutherford. "Introduction to Plasma Physics", IOP Publishing. Bristol, 1993
7. C.M.Horwitz "Hollow cathode etching and deposition" Cap. 12 "Handbook of Plasma Processing Technology, 1990.
8. H.O.Pierson, "Handbook of Chemical Vapor Deposition. Principles Technology and Applications", USA, 1992.



# “Diseño y Construcción de un Banco Interactivo de Sistemas de Seguridad Aeronáutica”

## *I Design and Contruction of an Interactive Bank of Electronic Systems of Aeronautical Security*

Alumnos Curso 80-2  
Fuerza Aérea Colombiana  
Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz.  
Tecnología de Seguridad Aeroportuaria  
investigacion.academico@gmail.com

### **ABSTRACT**

*The Interactive Bank of Electronic Systems in Aeronautical Security is a compilation of systems used in different military units it consists of systems of CCTV, FIRE, INTRUSION, CONTROL OF ACCESS and ILLUMINATION.*

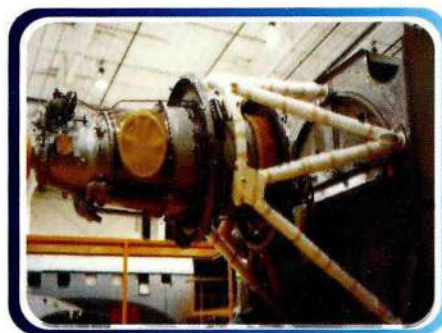
**KEYWORDS:** *Star, Refractor, Reflector, Lux, Foot Candel, Ionization, Refraction, Fotoconductor, Diffusion, Quad.*

**RESUMEN:** El Banco Interactivo de Sistemas Electrónicos en Seguridad Aeronáutica es una compilación de sistemas utilizados en diferentes unidades militares consta de sistemas de CCTV, INCENDIO, INTRUSIÓN, CONTROL DE ACCESO e ILUMINACIÓN.

**PALABRAS CLAVES:** Luminaria, Refractor, Reflector, Lux, Foot Candel, Ionización, Refracción, Fotoconductor, Difusión, Quad.

### **INTRODUCCIÓN**

La Escuela Militar de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana “CT. ANDRÉS MARÍA DÍAZ DÍAZ” forma suboficiales tecnólogos en diferentes especialidades, en la tecnología en seguridad aeroportuaria con capacidad y habilidad para mantener un excelente estado de operatividad en las unidades.



### **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Hoy en día las diferentes unidades de la FUERZA AÉREA cuentan con sistemas electrónicos como circuitos cerrados de televisión, sensores de detección, control de acceso, sensor de intrusión, sistemas de iluminación utilizados para mejorar la seguridad y prevenir un acto de intrusión o sabotaje.

Debido a la implementación de sistemas electrónicos de seguridad en las unidades de la FUERZA AÉREA el alumno de la tecnología de



seguridad aeroportuaria en la Escuela Militar de Suboficiales debe tener la capacitación en su período de formación en el núcleo específico sobre dichos sistemas de seguridad, para que, como Suboficial, pueda poner en práctica los conocimientos adquiridos y asuma la responsabilidad del seguimiento y control de los mismos, sin embargo, en estos momentos la tecnología de seguridad y defensa de bases aéreas no cuenta con los elementos suficientes que permitan el desarrollo en el aspecto de instrucción con el fin de lograr los objetivos teórico-prácticos de la formación y el entrenamiento del personal de alumnos de la especialidad.

### **JUSTIFICACIÓN**

El avance tecnológico, los nuevos sistemas de control de acceso, de alarma y monitoreo son factores de gran importancia, con estos métodos avanzados se podrá llevar un control más eficiente en pro de la seguridad de instalaciones, evitando interrupción en las operaciones militares y aéreas.

Mediante el diseño de un Banco Interactivo de Sistemas Electrónicos de Seguridad se pretende mejorar la capacitación del personal de alumnos de la tecnología en seguridad y defensa de bases aéreas, con el fin de facilitar un mejor desempeño laboral del futuro aerotécnico en las unidades.

Con la construcción de este banco se pretende también minimizar costos en la compra de material de instrucción para dotar de manera eficaz y eficiente el laboratorio de la tecnología en seguridad y defensa de bases aéreas.

### **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y construir un banco didáctico de sistemas electrónicos de seguridad mediante la adaptación de dispositivos electrónicos

utilizados en las unidades aéreas para la formación teórico-práctica de los alumnos de la tecnología de seguridad aeroportuaria.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar los sistemas electrónicos que se utilizan en las diferentes unidades.
2. Conocer e identificar los diferentes sistemas de detección, intrusión, CCTV, incendio e iluminación.
3. Seleccionar los tipos de sistemas electrónicos de seguridad mas utilizados en la protección de instalaciones vitales.
4. Determinar la utilidad de cada elemento utilizado en el banco didáctico.
5. Aplicar los conocimientos adquiridos en pro de un mejor desarrollo académico.

### **DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **CLASES DE INVESTIGACIÓN**

La investigación que se efectuó para la elaboración del banco de sistemas electrónicos de seguridad es de tipo aplicada, ya que por medio de ésta podemos integrar los conocimientos adquiridos en el área teórica y fundamentar su aplicación para la construcción del banco.

#### **FUENTES DE INFORMACIÓN**

Para la realización de este proyecto, como base fundamental y apoyo tecnológico se utilizaron los siguientes fuentes de investigación:

Fuentes primarias. Para el desarrollo del proyecto, se hicieron investigaciones apoyadas en la necesidad de recibir capacitación no solo en la parte teórica, y poner en práctica los conocimientos con el fin de diseñar y construir el banco de sistemas electrónicos de seguridad.



Observando la capacitación recibida por el alumno de la especialidad de seguridad y defensa de bases de la Escuela Militar de Suboficiales de la Fuerza Aérea se detalló que es necesaria la creación del banco para implementar la instrucción recibida y brinde facilidad en los procesos de aprendizaje.

Exploración. Para la realización de este proyecto fueron necesarias fuentes de información escritas de donde obtuvimos herramientas suficientes para fundamentar cada proceso.

Fuentes secundarias. Recurrimos a las fuentes de información secundaria como lo fueron medios escritos (libros de consulta, tesis de grado, catálogos de productos), medios magnéticos (páginas web, información por e-mail).

Para la creación de este proyecto fue necesario poner en práctica la capacitación recibida en la parte teórica y utilizar la información tecnológica suministrada por los instructores de la especialidad de seguridad y defensa de bases.

## ESTUDIO TECNOLÓGICO

El banco interactivo de sistemas electrónicos de seguridad es una ayuda didáctica para la instrucción que brinda la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea a sus alumnos de seguridad y defensa de bases se complementa desarrollando una capacitación teórica-práctica y de esta manera elevar su nivel de aprendizaje en pro del mejoramiento continuo de la especialidad.

## CONCLUSIONES

- Con la construcción del banco interactivo de sistemas electrónicos de seguridad se facilita el aprendizaje debido a la fácil interacción con los sistemas.
- Con la adaptación de los sistemas al banco de sistemas electrónicos de seguridad se afianzan

- Los conocimientos adquiridos en la capacitación recibida a lo largo del periodo de formación.
- Se adquieren destrezas, como discriminar los diferentes sistemas electrónicos de seguridad, sus elementos, utilidad y función de cada uno de ellos en pro de la seguridad física de una unidad.

## REFERENCIAS

- Introducción a CCTV y alarmas; programación del panel de digiflex 848.
- EMPRESA DLUX.2008. productos profesionales CCTV,CD interactivo de capacitación
- Manual de protección contra incendios. 1978 Madrid, Editorial Mapfre, Madrid, págs. 1589.
- BRYAN, J.L. 1982. Fire suppression and Detection System. New York, MacMillan Publishing Co., Inc., págs.518
- N.F.P.A. National Fire Codes. Ed. 1983. Vol. 7. Battery march Park, Quincy, Massachusetts, ,
- National Fire Protección Association, 1982. Standard on Automatic Fire Detectors. NFPA 72E- págs 68.
- UBEDA GAZQUEZ, P. 1979, Ingeniería de protección contra incendios. Madrid, Clima y Ambiente, págs.217
- Handbook of industrial Fire Protection and Security. 1st Ed.
- Morden, Surrey. Inglaterra, s-a, Trade & Technical Press Ltd, págs.423
- AMY, L. 1972. L'Incendie, París, Dunod, págs.581.
- Catálogos y documentación de Cerberus, Mather & Platt Española, S.A., Guardián Ibérica, Nittan (UK.) Ltd., Alarmline. Fenwal, Grinell, American Distric Telegraph Co., Protectowire, Globe, ADT Security Systems.
- PAGINAS WEB:  
[www.gammaelectronica.com](http://www.gammaelectronica.com)  
[www.secutitysystems.com](http://www.secutitysystems.com)  
[www.axis.com](http://www.axis.com)  
[www.Asisinternacional.com](http://www.Asisinternacional.com)  
[www.Paradox.com](http://www.Paradox.com)



# “Herramienta para el Lavado del Compresor del Motor T-56 para Optimizar la Seguridad Industrial”

## Tool HLC for the Wash of the Compressor of the Engine T-56 to Optimize the Industrial Safety

DS.PERDOMO VILLAMIL JULIO A.

Fuerza Aérea Colombiana

Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz.

Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico

investigacion.academico@gmail.com

DS.CONVARIZA MONRROY ANDRÉS

Fuerza Aérea Colombiana

Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz.

Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico

DS. GONZÁLEZ GONZÁLEZ DIEGO

Fuerza Aérea Colombiana

Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz.

Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico

investigacion.academico@gmail.com

### ABSTRACT

*The tool HLC was designed to improve industrial safety, in the process of washing compressor of the engine T-56, the C-130 Hercules aircraft, reducing the risk by 100% technical staff and saving maintenance technicians for this process as well as time in the development of that country by ensuring quality in aviation maintenance.*

**KEYWORDS:** Aircraft, industrial safety, motor, washing, compressor, tool, inspection.

### RESUMEN

La herramienta diseñada para aumentar la seguridad al 100% en el desarrollo del mantenimiento del lavado del compresor del motor T-56 de la aeronave C-130 Hércules, en una inspección que se realiza cada 200 horas o por condición, siendo este un proceso necesario en la unidad de CATAM, reduciendo el tiempo de trabajo para esta tarea al igual que técnicos en mantenimiento requeridos en la inspección, siendo efectivos y eficaces además de contribuir al alistamiento de las aeronaves y a su operatividad en el país ya que esta aeronave es una de las más operativas de la Fuerza Aérea Colombiana.

**PALABRAS CLAVES:** Aeronave, seguridad industrial, motor, lavado, compresor, herramienta, inspección.

### INTRODUCCIÓN

La Fuerza Aérea Colombiana, cuenta dentro su estructura orgánica, con un personal capacitado con calidad para realizar los trabajos relacionados con el mantenimiento aeronáutico, de todas sus aeronaves. Para esta capacitación del cuerpo de tecnólogos aeronáuticos, cuenta con la Escuela de Suboficiales CT. Andrés María Díaz Díaz, la cual imparte a los alumnos una educación integral y de calidad.

Para la integración del ciclo académico con el profesional laboral realizamos una actividad de investigación que culmina en nuestro proyecto de grado donde podemos integrar y especializar nuestro desarrollo como alumnos de último año, desarrollando a la vez las competencias del hacer con el saber para generar los conocimientos beneficiosos para la fuerza aérea



y su operatividad. Con el ánimo de cumplir con nuestro objetivo nos desplazamos a la unidad de CATAM (comando aéreo de transporte militar), ubicada en la ciudad de Bogotá, en donde su avión insignia es el C-130 Hércules.

Pensado en la importancia de su operatividad en la Fuerza, buscamos las necesidades propias de mantenimiento en el taller de motores, encontrando una necesidad importante para la seguridad industrial del personal de técnicos que trabajan en el motor del T-56 del avión C-130.

El mantenimiento y lavado del compresor del compresor del motor T-56, según el manual presenta procesos que requieren de una gran atención y tiempo del técnico, sin embargo existen ciertas deficiencias a la hora de realizar el mantenimiento nivel 3, por la no existencia de ciertas herramientas de seguridad industrial que permitan la operación de los procesos y a la vez optimizando dicha función.

Por la importancia de mantener en óptimas condiciones esta aeronave y salvaguardar la integridad del personal que trabaja en el mantenimiento del motor de la misma, se requiere que los procesos se realicen con la mayor calidad posible, por esta razón nuestro grupo tomo esta necesidad para intentar diseñar una herramienta o dispositivo que permita el mejoramiento del proceso de mantenimiento y garantizar la seguridad de los técnicos de la base que están involucrados con el mantenimiento del C-130 Hércules.



## SEGURIDAD Y TRABAJO

En la actualidad el desarrollo de las tecnologías modernas, exigen implementar y mejorar procesos en el mantenimiento de las aeronaves de la fuerza aérea, y elevar el nivel de calidad que conlleva el cumplimiento en lo ordenado en los manuales técnicos.

La deficiencia en algunos aspectos tales como los económicos para la adquisición del equipo requerido, hace que muchas veces los procedimientos no sean los mejores, exponiendo en ocasiones factores humanos y maquinaria.

Como futuros Suboficiales de una Institución debemos contribuir al desarrollo de la misma y aplicar los conocimientos adquiridos mediante la capacitación brindada por la misma Fuerza Aérea.

## DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El mantenimiento del avión C-130 en sus diversas fases, es realizado en el comando aéreo de transporte militar CATAM

Dentro de este mantenimiento podemos encontrar la fase de overhaul, que se realiza a los diferentes sistemas del avión, como es el de lavado de compresor de los motores Allison que se realiza en el taller de motores por el personal de suboficiales en CATAM.

Para la realización de este proceso de mantenimiento es indispensable contar con la herramienta o accesorios requeridos para tal proceso, y acomodarse al área de trabajo que es bastante complicado por la posición en que se opera.

Para realizar el lavado de estos compresores es necesario de tres técnicos u operarios ya que no contamos con la herramienta adecuada para tal proceso, estos operarios están expuestos a



muchos riesgos entre ellos accidentes por la forma en que se opera, en este proceso de mantenimiento se debe realizar con el tanque del compresor de agua, limpieza pasteurizado Parte No. 6796852, y adicional a eso con dos soportes que van ensamblados a la entrada de aire del motor, la cual no cuentan en el taller de motores.



Este proceso se debe realizar con la herramienta No. 6797919- 200 y 679718-200, la cual está certificada por la casa fabricante.

Este sistema de mantenimiento que se está ejecutando al lavado del compresor expone esfuerzos innecesarios. Arriesgando con esto las aeronaves, y lo más importante la seguridad de los operarios que realizan este trabajo de mantenimiento. Y teniendo en cuenta el tiempo en que se realiza es muy largo y retiene a la aeronave de su misión.

## JUSTIFICACIÓN

La escasez de herramientas con seguridad industrial adecuadas para la reparación y mantenimiento de piezas en los equipos de trabajo, genera en algunas ocasiones retrasos y contratiempos en la restauración de estos, la cual hace que la seguridad y respuesta oportuna se vean afectadas, a partir de esto surge nuestro interés por crear una herramienta que facilite el lavado de los compresores de los aviones C-130

para posibilitar la rápida ejecución de esta tarea lo cual aumentaría el alistamiento operacional del equipo.

Mediante la implementación de elementos técnicos para los diferentes procesos de mantenimiento queremos realizar esta herramienta en el taller de motores de CATAM para el lavado de los compresores y de esta forma se realice un proceso de mantenimiento con eficacia, logrando reducir al máximo el tiempo de trabajo, y reducción de costos operativos del avión Hércules C-130.

De esta manera se genera una excelente posición a la hora de operar y brindar un trabajo con mayor calidad, evitando el desgaste del personal y ayudando con la seguridad industrial.

Al obtener esta herramienta en el taller de motores del comando aéreo de transporte militar contarán con un elemento indispensable para los desarrollos de los procesos con calidad ,teniendo en cuenta que en nuestra labor diaria la rapidez y precisión en la ejecución de las tareas es de vital importancia para responder oportunamente a las necesidades de nuestro país, las cuales dependen de nuestra respuesta inmediata y eficiente.

## OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir una herramienta para el proceso de lavado de compresor del motor Alison del avión C-130 Hércules, mediante la construcción de una herramienta que se asegure a la entrada de admisión de aire y sostenga las líneas del compresor de lavado, con el fin de realizar un mantenimiento adecuado y seguro.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Investigar sobre el proceso de mantenimiento de los motores Alison y la fase de lavado de compresor.



2. Reforzar y aplicar los conocimientos adquiridos en el área de mantenimiento aeronáutico.
3. Diseñar una herramienta que se ajuste a las necesidades del taller de motores y al área de trabajo.
4. Finalizar el proceso de estudios en la escuela de suboficiales presentando la propuesta de grado y de esa manera obtener el título de tecnólogos en aviación.



## DISEÑO METODOLÓGICO

Este proyecto se fundamenta metodológicamente en los métodos exploratorio, de campo y experimental. Nuestro método investigativo fue ir a las fuentes directas de los inconvenientes técnicos, nos dirigimos a la unidad de CATAM; una vez estando allí nos desplazamos al grupo técnico, en donde nos interesó el inconformismo de la mayoría de operarios que trabajaban en el taller de motores, en el hangar del avión Hércules, luego procedimos a buscar en el PIT (Puesto de Información Técnica) las ordenes técnicas en donde se encontraba el proceso de mantenimiento de lavado de compresor, que impartieron una capacitación para iniciar proceso de sistematización de la información a

través de manuales y ordenes técnicas FAC, para así poder tener bases fuertes e informarnos a fondo sobre este proceso.

ya que, parte de una exploración en el taller de motores para la ubicación de la falencia y la asesoría de técnicos altamente cualificados, que impartieron una capacitación para iniciar proceso de sistematización de la información a través de manuales y ordenes técnicas FAC y posteriormente iniciar diseño, construcción y evaluación de la alternativa de solución para la herramienta HCL, la cual permitirá un mantenimiento aeronáutico con visión tecnológica y de la seguridad industrial.

A raíz de nuestro profundo interés por desarrollar un proyecto que sea interesante en todos los aspectos y de la búsqueda de información y el aporte significativo de técnicos expertos que nos colaboraron en aclarar nuestras dudas y asesorarnos.

Nuestro método investigativo fue ir a las fuentes directas de los inconvenientes técnicos, nos dirigimos a la unidad de CATAM; una vez estando allí nos desplazamos al grupo técnico, en donde nos interesó el inconformismo de la mayoría de operarios que trabajaban en el taller de motores, en el hangar del avión Hércules, luego procedimos a buscar en el PIT (Puesto de Información Técnica) las ordenes técnicas en donde se encontraba el proceso de mantenimiento de lavado de compresor, para así poder tener bases fuertes e informarnos a fondo sobre este proceso.

Así mismo buscamos por internet las páginas en donde se encontraba relacionada la aeronave en cuestión y a la página de la USAF.

Por ende el tipo de investigación que se realizó durante la elaboración de este proyecto de grado es un método exploratorio, ya que nos dirigimos directamente a la base del problema.



## SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La elaboración de este proyecto, hizo que fuese necesario recurrir a múltiples fuentes de información, en las cuales nos aportaron ideas y conocimientos para el desarrollo de la herramienta HLC, dentro de las cuales se pueden destacar, las accesorias de los diferentes técnicos de la unidad de CATAM, así como los manuales técnicos de la aeronave C-130 Hércules, y información valiosa sobre seguridad industrial.

De igual forma se realizó una encuesta para conocer el pensamiento de los técnicos militares y civiles que laboran en esta unidad.

Encuesta. Se realizó un estudio explorativo utilizando la técnica de la encuesta, la cual le permitió visualizar el problema actual, la viabilidad del proyecto, y su posterior aplicación a los procesos de mantenimiento del proceso de lavado de los motores T-56 de las aeronaves C-130 de la Fuerza Aérea Colombiana.

A continuación se relacionan las diferentes preguntas que se le realizó al personal de técnicos militares y civiles de la unidad de CATAM.

1. ¿Le parece segura y eficiente la forma en que se realiza actualmente el lavado de compresor del motor del C 130?

2. ¿Está de acuerdo en utilizar una nueva herramienta que mejore las condiciones antes mencionadas?

3. ¿Cree usted que con el prototipo que se diseño puede mejorar las necesidades de seguridad industrial y tiempo en realizar el procedimiento de lavado de compresor?

4. ¿Es necesario el debido uso de una herramienta que garantice el proceso de mantenimiento y mejore las condiciones de seguridad industrial, en el que no se expongan

la integridad de los operadores y se minimice el tiempo en que se realice el mismo?

1. ¿Cree usted que el prototipo cumple con las expectativas y con los objetivos propuestos?
2. ¿Cree usted que con la herramienta se disminuye la cantidad de personal que trabaja en el proceso de lavado de compresor?

## Conclusiones de la encuesta

En la encuesta realizada se observa una aceptación de la herramienta diseñada, por lo cual se hace viable el proyecto, dando así un voto de confianza del personal técnico militar y civil, ya que este cumple con los objetivos propuestos de mejorar la condición de mantenimiento y reducir el riesgo de los operadores, cumpliendo así con los estándares de seguridad industrial requerida en los talleres de mantenimiento aeronáutico, en la unidad del Comando Aéreo de Transporte Militar. Con la anterior encuesta podemos concluir:

## ESTUDIO TECNOLÓGICO

En la unidad de CATAM (Comando Aéreo de Transporte Militar), de la Fuerza Aérea Colombiana se realizan diversas fases de mantenimiento en el equipo C-130 Hércules, pasando por diversos talleres que sean especializados en el mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo y Overhaul de algunos componentes de este equipo.

Dentro del mantenimiento preventivo, se encuentra el proceso de lavado de compresor de los motores T-56, ubicados en los planos de la aeronave. Para dicho proceso se necesita el acercamiento o extensión de varias mangueras con agua, jabón y aire comprimido al sistema de admisión de dichos motores, además es necesario que las palas se encuentren en una posición determinada (bandera), y este en su movimiento de rotación, por falla de un





dispositivo adecuado, los operarios deben arriesgarse al sostener estas mangueras a una distancia inferior de 30 cm aparte de ser un procedimiento arriesgado es muy dispendioso ya que deben sostener las mangueras una por una en diferentes tiempos y orden, ocupando varias personas en este lavado, lo cual lo hace poco eficiente.

#### HERRAMIENTA



El peso de la herramienta es el indicado, ya que es liviana y se deja manipular fácilmente, posee propiedades propias del aluminio, como resistencia, maleabilidad, resistencia a la corrosión.

#### CONSTRUCCION DEL HLC

Después de tener identificado el diseño, se procedió a buscar los mejores materiales y los más viables los cuales no le ocasionara daños a la aeronave, y su costo no fuera tan elevado y que estuviera aprobado para la aviación.

Con la ayuda del señor T2. Freddy Saúl Perdomo se llegó a la conclusión que el mejor material era el aluminio, gracias a sus características anteriormente mencionadas y el cual no afectaría el material ni la estructura de la

aeronave. Se realizó la compra del material el cual fue aluminio 20-20 y duraluminio 70-75, posteriormente se hizo un boceto para de esta manera poder tomar las medidas correspondientes.

Luego de esto procedimos al taller de maquinaria en la unidad de CAMAN para que nos colaboraran con la realización de los cortes del material basados en los planos.

Se cortaron dos laminas de igual magnitud de aluminio 2025, para hacer la estructura de la herramienta, y se utilizó duraluminio 7075 para hacer los soportes guías de las mangueras o bisagras.

Teniendo los cortes hechos los llevamos a la unidad de CATAM para tomar las medidas correspondientes y perforar los agujeros de los pernos que sujetan la herramienta al motor de la aeronave.





Con las medidas ya tomadas el siguiente paso fue soldar todas las piezas y abrir los agujeros para los pernos, los fleches con los que va sujeta la herramienta a la estructura se consiguieron en la base de CATAM, los cuales tenían que ser los mismos que utiliza el avión c-130 en sus tapas del motor.

Con todas las piezas soldadas, los pernos y fleches listos se procedió a ensamblar y ajustar cada una de estas piezas, se procedió a CATAM para realizar las últimas pruebas y se llevo al taller de pintura en CAMAN para finalizar por completo la herramienta.



## REFERENCIAS

COVERT, E. 2005. Aeronautical Technologies for the Twenty-First Century, COMMITTEE ON AERONAUTICAL TECHNOLOGIES AND NATIONAL RESEARCH COUNCIL.

HESSBURG, J. 1956. Air Carrier MRO Hand Book, Ed. Aviation Week Book

HOWELL, W.C. 2006. staffing standards for aviations safety inspectors. Committee of federal aviation

MANUAL DE INSTRUCCIÓN ENTRENAMIENTO TÉCNICO. FAC.

POLLARD, D. 2005. Handbook Aeronautical Inspection and pre-purchase. Trafford Publishing.

SOLIVÉREZ, C. 1992. Ciencia, Técnica y Sociedad, Editado por Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Buenos Aires (Argentina), 1992

TREVORI, W. 1987. Historia de la Tecnología. Desde 1900 hasta 1950, 2 volúmenes (4 y 5 de la serie), Siglo Veintiuno de España Editores, Madrid

The Aeronautical Journal, 1989. v.93-94. Royal Aeronautical Society.

WILSON, H.W. 1970. Company Applied Science & Technology.

[www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

[www.fac.com.mil](http://www.fac.com.mil)

[www.machtres.com](http://www.machtres.com)



# **“Interfase Hardware - Software para Control Electrónico de la Maqueta de Transito Aéreo del Laboratorio de Comunicaciones Aeronáuticas ESUFA”**

**Interface Hardware - Software for Electronic Control of Air  
Traffic Artwork Laboratory of Community ESUFA**

Ds. Moreno Vega Hawer Alexander  
FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
ESCUELA DE SUBOFICIALES  
“CT. Andrés. M. Díaz Díaz”  
Tecnología electrónica

BRI. Martínez Agudelo Julián Alberto  
FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
ESCUELA DE SUBOFICIALES  
“CT. Andrés. M. Díaz Díaz”  
Tecnología electrónica  
julianb.e@hotmail.com  
Georgia Institute of Technology  
Atlanta, Georgia 30332-0250  
Email: mshell@ece.gatech.edu

Ds. Vera Cerón Carlos Eduardo  
FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
ESCUELA DE SUBOFICIALES  
“CT. Andrés. M. Díaz Díaz”  
Tecnología electrónica

## **ABSTRACT**

*In this article, is a summary of the design and development of a system of electronic interface between hardware and software for controlling a light system of a simulation model for air traffic control.*

**KEYWORDS:** *Interface, Hardware, Software.*

## **RESUMEN:**

En el presente artículo, se presenta un resumen del diseño, y elaboración de un sistema de interfase electrónico entre hardware y software, para el control de un sistema de luces de una maqueta de simulación para control de tráfico aéreo

**PALABRAS CLAVES:** Interfase, Hardware, Software.

## **INTRODUCCIÓN**

**L**a maqueta del laboratorio de control de aeródromo de comunicaciones Aeronáuticas de la Escuela de Suboficiales FAC, surgió como necesidad en el personal de alumnos y suboficiales de la

especialidad de aeronáuticas que reciben capacitación y requieren prácticas básicas en el control de aeródromos

La Fuerza Aérea Colombiana, ha evidenciado un constate desarrollo tecnológico, que surgen a partir de la realización de nuevos diseños y modificaciones de modelos estructurales antiguos y tradicionales, lo que permite desarrollar nuevas ideas en el ámbito aeronáutico. El sistema de simulación de luces y ayudas visuales de aeródromo del Laboratorio de Comunicaciones Aeronáuticas, busca complementar el procesó de aprendizaje del futuro controlador aéreo, al brindar una herramienta de gran ayuda para el docente en su instrucción y al alumno en su etapa de formación.



Para aportar conocimientos necesarios a la seguridad en el transporte aéreo, se ha hecho necesario diseñar e implementar infraestructuras modernas que contengan situaciones meteorológicas y visuales utilizadas para las aeronaves, que se aproximen lo mejor posible a la realidad para la capacitación del personal de tránsito aéreo.

El proyecto tiene como principal enfoque, el desarrollo de sistemas electrónicos aplicados al ámbito del tránsito aéreo, mediante la búsqueda, aplicación y modernización de distintos métodos, capaces de manipular los sistemas de ayudas visuales que hacen parte de un aeródromo, utilizando tecnología de vanguardia en electrónica como los son Labview, MPLAB entre otros.

La implementación de un sistema interfaz entre un Software y la maqueta, por medio de sistemas periféricos que logren comunicar al computador, con un dispositivo microcontrolador y las luces de la maqueta, es la manera por la que el personal perteneciente a la especialidad de comunicaciones aeronáuticas podrá contar con una herramienta eficaz para su capacitación mediante el desarrollo de diferentes prácticas que representen las condiciones normales con las que se debe enfrentar diariamente un controlador aéreo.

La culminación de este proyecto representa para los controladores aéreos el poder experimentar diferentes situaciones reales en el desarrollo de sus prácticas de control de tránsito y control de aeródromo, para brindar una mas amplia experiencia en su carrera profesional.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las Fuerzas Militares, en especial la Fuerza Aérea Colombiana, no cuentan con un laboratorio de tránsito aéreo completamente especializado y tecnificado para la capacitación del personal de controladores aéreos. Teniendo en cuenta que el proceso de instrucción, en su fase teórica, debe

apoyarse en la práctica, para que le proporcione al alumno la suficiente confianza, experiencia y pericia, además del entrenamiento necesario para realizar de una forma correcta, un proceso de tránsito aéreo; proceso que en la actualidad no se puede aplicar en su totalidad debido a que no existen las instalaciones debidamente adecuadas que permitan combinar la práctica con la parte magistral y así obtener la mas apropiada instrucción, creando inconvenientes en el proceso de aprendizaje.

La maqueta del Laboratorio de Comunicaciones aeronáuticas de la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea carece de un sistema de iluminación intervenido por un hardware y software, es decir carece de tecnología y no representa una herramienta útil ni necesaria para brindar al estudiante el debido conocimiento en el área.

Actualmente existe un laboratorio de control de tránsito aéreo en el CEA (Centro de Estudios Aeronáuticos) en el que se capacita al personal de alumnos de la Fuerza Aérea Colombiana y de la Aeronáutica Civil, pero cuenta con una maqueta y no se encuentra dentro de las instalaciones de la Escuela de Suboficiales, lo que representa al personal de alumnos de la escuela un largo desplazamiento a otros planteles para el desarrollo de sus prácticas.

## **JUSTIFICACIÓN**

Debido a que la Fuerza Aérea Colombiana, no contaba con ninguna instalación que le brindara a todo el personal de alumnos y de suboficiales de la especialidad de Comunicaciones Aeronáuticas con énfasis en control de tránsito aéreo, una adecuada instrucción y entrenamiento para las tareas a realizar, la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana, adecuó un espacio para la implementación de diferentes herramientas de simulación que les permite realizar las prácticas que los capacite, incrementando el



nivel de la formación tecnológica y el nivel educativo de la institución, así como minimizar los gastos económicos para la Fuerza y el personal de alumnos, al dejar de depender de otras entidades aeronáuticas que nos brindan su apoyo, teniendo en cuenta el beneficio que esto le genera a el personal de alumnos, por la disponibilidad de tiempo requerido para la realización de sus prácticas.

Así mismo se le otorgaría la posibilidad a los controladores aéreos ya formados, a recobrar su autonomía en diferentes áreas de tránsito aéreo, para contar con un personal mejor capacitado.

La implementación de esta maqueta representa un aporte valioso al desarrollo tecnológico de la Escuela Militar de Suboficiales y a la Fuerza Aérea Colombiana en general, convirtiéndose en la única maqueta para la simulación de diferentes situaciones que diariamente se presentan en el mundo del control de tránsito aéreo.

El diseño de la plataforma de control de sistemas de ayudas visuales de aeródromo de ESUFA, es muy importante para el desarrollo académico del futuro controlador aéreo; además que es la segunda maqueta existente en el país, teniendo en cuenta que la primera, es bastante obsoleta y no cumple con las suficientes herramientas para una adecuada instrucción.

Durante el desarrollo de este proyecto, representa para nosotros la puesta en práctica de todos los conocimientos electrónicos adquiridos a lo largo de la capacitación en la Escuela, además del desarrollo de nuevas ideas encaminadas a nuestro desarrollo profesional. La maqueta significó también para nosotros la adquisición de nuevos conocimientos en el mundo de la electrónica, abriéndonos la mente y dándonos un claro ejemplo de los miles de proyectos que se pueden desarrollar con lo aprendido en la tecnología.

## OBJETIVOS

### A. GENERAL

Optimizar electrónicamente los procesos de la maqueta de laboratorio de tránsito aéreo mediante un sistema de control de interfase hardware-software apropiado para la simulación y el entrenamiento del personal de alumnos y suboficiales en la escuela de Suboficiales "CT. Andrés María Díaz Díaz", de la Fuerza Aérea Colombiana.

### B. ESPECÍFICOS

- a. Estudio y evaluación del sistema electrónico y procesos en la maqueta de tránsito aéreo.
- b. Implementación de los circuitos en los diferentes sistemas de luces y ayudas visuales de la maqueta.
- c. Adaptar un software que permita en forma gráfica el control del microcontrolador y a su vez de los sistemas de luces de la maqueta
- d. Implementar un sistema de interfase entre un computador y un microcontrolador que permita al instructor o al alumno en torre, el control de los diferentes sistemas de luces de la maqueta.
- e. Evaluar el funcionamiento de todos los sistemas que intervienen en la simulación de la maqueta, y realizar los respectivos ajustes y calibraciones.

## ESTUDIO TÉCNICO

### FUNCIONAMIENTO GENERAL

La maqueta del sistema de simulación de luces aeronáuticas y de aeródromo será controlado por un panel de controles, diseñados en un



software implementado desde la torre de control del laboratorio, el cual contara con 50 pulsadores virtuales, que con la ayuda del mismo software, comunicaran al microcontrolador los diferentes sistemas que deberán o no ponerse en funcionamiento; permitiendo a este mediante un lenguaje de programación, controlar el paso de la corriente por las diferentes luces pertenecientes a los distintos sistemas que conforman la maqueta.

La disposición de los Led se realizó en forma paralela, para con un voltaje máximo de 5V y mínimo de 3V (dependiendo el color del Led), para que puedan todos encender con una misma intensidad de luz, así garantizar además que el sistema seguirá funcionando a pesar del mal funcionamiento del cualquiera de los Led que se encuentren haciendo parte del sistema.

Este tipo de diseño requiere entonces, un alto consumo de corriente, ya que por cada Led, se sumara una carga mas para el sistema de alimentación, y teniendo en cuenta el alto numero de Led empleados, así mismo se vera reflejado en el alto amperaje necesitado por todo el sistema.

$$\text{CONSUMO TOTAL DE CORRIENTE=} \\ (\text{Consumo de corriente por cada Led}) \times \\ (\text{Cantidad total de Led})$$

Debido a que el sistema total nos exige un amperaje aproximado de 40 amperios, se utilizaron 4 fuentes de alimentación de una capacidad aproximada de 15 amperios y 5Vdc cada una, para efectos de un trabajo prolongado y así evitar el recalentamiento de las mismas.

Se utilizaron en su totalidad 1400 Led a chorro, que son de alta intensidad, pero a su vez de alto consumo, con variedad de colores para diferenciar los diferentes sistemas que hacen parte de la maqueta.

Se utilizaron Led de color rojo para y verdes para las luces de umbral y fin de pista, así mismo los Led amarillos fueron utilizados para las luces de aproximación, Rabbit, borde y centro de pista y las luces de contacto, y las luces azules fueron utilizadas en las calles de rodaje.

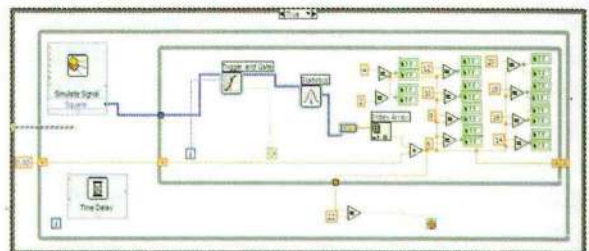
### PANEL DE CONTROL



Modulo de pista (panel de Control)

El panel de Control diseñado en el Software de Labview, muestra un plano de la maqueta de simulación, permitiendo al controlador, predisponer en que calle de rodaje o sistema quiere poner en funcionamiento, son simplemente hacer clic en el interruptor que lleve el respectivo nombre. El mismo plano, simulara su funcionamiento real en la maqueta, ya que el sistema que sea activado en dicho panel, encenderá al igual que en la maqueta, siento una forma mas didáctica y simple para el controlador saber que esta poniendo en funcionamiento.

### LUCES RABBIT



Diseño simulación para luces Rabbit



Las luces rabbits, a diferencia de las del resto de sistemas, son las únicas luces que requerían una configuración especial para el recorrido que estas hacen en la simulación.

La ilustración 2 muestra el diagrama diseñado en Labview, que permite la realización de dicho recorrido en estas luces.

### LUCES GENERALES

Cuando hablamos de las luces en general, nos referimos a la mayoría de los sistemas, ya que todos tienen en común la disposición de los Led, en paralelo.

Todas las luces fueron alambreadas con cables de colores que permitieran su fácil identificación, así como también fueron cortadas en parejas de 2, un socket por cada Led, el cual fue soldado directamente al cable.

Igualmente fue adaptado por cada Led un Portalet, que permitiera la correcta instalación del Led en la maqueta, y así también su fácil mantenimiento en caso de ser necesario.

### VI. CONCLUSIONES

- La elaboración de la maqueta representó una nueva alternativa para la capacitación de todo el personal de alumnos de la escuela de suboficiales.
- La maqueta representa una nueva herramienta que contribuye al desarrollo de la especialidad de Comunicaciones Aeronáuticas, y como tal al progreso tecnológico de la escuela de suboficiales.
- La maqueta permite realizar prácticas con una breve tutoría de un instructor, aplicando los conocimientos básicos en la especialidad.
- La utilización de esta maqueta reduce los gastos económicos y logísticos de la Escuela de Suboficiales.

### VII. BIBLIOGRAFÍA

- Microcontroladores PIC diseño práctico y aplicaciones (Mac Grawn Hill)
- Curso avanzado de microcontroladores PIC CEKIT (Edison Duque)
- Pagina Web [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- Pagina Web [www.alldatasheet.com](http://www.alldatasheet.com)
- Pagina Web [www.google.com](http://www.google.com)





## “Implementación del Banco de Calibración de Comunicaciones por HF”

B.R.I. SÁNCHEZ JUAN DANIEL

Escuela Militar de Suboficiales FAC  
[Investigacion.academico@gmail.com](mailto:Investigacion.academico@gmail.com)  
[dany.fac1@gmail.com](mailto:dany.fac1@gmail.com)

D.S. TRUJILLO PEÑA JAIRO

Escuela Militar de Suboficiales FAC  
[Investigacion.academico@gmail.com](mailto:Investigacion.academico@gmail.com)

### ABSTRACT

*This project is realized with the purpose of to replace a necessity of the Aerial Commando of Maintenance (CAMAN) of the consisting of Colombian Air Force improving, accelerating the processes and to fulfill quality the enlistment of the communications equipment for the air operations, by means of the implementation of the bank of calibration of communications of HF, contributing to the pilot and his crew greater security in the flight, since by means of an excellent calibration of the communications equipment of HF airship-airship and airship-earth due to the accomplishment of more reliable tests in an analogous bank of earth HF can be counted on excellent communication between, of such form that is reached a greater precision in maintenance that is realized in the laboratory of the equipment in mention.*

**KEYWORDS:** Power cable, Power supply, Load circuit, Cable assembly, Cable clips leads, Screw, Point, Cable kid, Aerial, Aldrey.

**PALABRAS CLAVES:** cable de transmisión de corriente alterna, fuente de energía tipo A circuito de carga de corriente alterna, conjunto de cables adaptadores, grapas conductoras del cable adaptador, estuche de cables adaptadores, tornillo de ajuste, punto de observación o de avanzada, antena, aleación de aluminio.

### INTRODUCCIÓN

Es muy importante para el grupo saber que el trabajo de investigación para un laboratorio de tan alta calidad como lo es taller de AVIÓNICA del Comando Aéreo de Mantenimiento y saber que cuando uno se compromete a llevar algo a cabo es capaz de realizar cosas interesantes.

Este proyecto se realiza con el fin de aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo del proceso de formación en la escuela de suboficiales ct. Andrés M. Díaz.

El banco de prueba se utilizara en el laboratorio

de aviónica de la unidad de CATAM por los suboficiales que tengan el nivel de pericia para el mantenimiento de los equipos de HF.

Así como se acudió a la observación de campo, la consulta bibliográfica, el otro método utilizado fue el exploratorio ya que través de entrevistas informales a los suboficiales del taller de aviónica se verifico el funcionamiento del banco e igualmente en los manuales y órdenes técnicas.

El proyecto no solo es un aporte al laboratorio de aviónica si no también a la especialidad de electrónica y a quienes lo realizaron ya que el proyecto se realizo con todos los pasos para que cumpliera con altos estándares de calidad y que sea seguro en su operación y manipulación por parte de los técnicos en el mantenimiento de los bancos.

El tiempo fue un factor que intervino bastante en la realización de trabajo investigativo.

El grupo de trabajo agradece primero a Dios y segundo a nuestros padres y a todas las



personas que de una u otra manera intervienen en la investigación del proyecto.

#### IMAGEN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL BANCO [HF]



#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la presentación de este proyecto hemos logrado cumplir con los objetivos propuestos sin olvidar que los resultados de su efectividad se darán después de un tiempo de uso del mismo. La construcción de este banco de prueba le permite a la FUERZA AÉREA COLOMBIANA mejorar sus procesos de mantenimiento y calibración de los equipos de HF y le da una tecnificación al taller de electrónica abordo (AVIÓNICA) del Comando Aéreo de Mantenimiento (CATAM). El banco es de fácil manejo así que es de gran ayuda para preservar tener un mejor alistamiento de las aeronaves ahorrándole tiempo y costo a la Fuerza Aérea. Desarrollar proyectos de investigación, permiten al futuro Suboficial poner en práctica todos los conocimientos adquiridos dentro del proceso de formación y estimula su iniciativa para formular ideas que generen desarrollo tecnológico a la institución.

Es recomendable seguir los pasos establecidos por los creadores del banco, que asesorados por

el personal técnico, fueron proporcionados por los manuales de operación y mantenimiento, que tienen como finalidad general, garantizar que ningún proceso sea desarrollado de forma incorrecta.

El seguir las recomendaciones posteriormente descritas en los manuales, descarta toda posibilidad de falla por parte del banco. En caso contrario, el operario asumirá la responsabilidad sobre el proceso realizado en términos de seguridad personal, industrial y de operación y funcionamiento del banco.

#### Características de la banda HF

HF, high frequency, son las siglas utilizadas para referirse a la banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 3 mhz a 30 Mhz

En esta banda, también conocida como onda corta, se produce la propagación por onda ionosférica con variaciones según la estación del año y la hora del día.

Se distinguen: entre 14 y 30 mhz las bandas altas o bandas diurnas, y entre 3 y 14 mhz las bandas bajas o nocturnas. la banda de 14 mhz presenta características comunes a ambas.

Las bandas nocturnas son bandas cuya propagación es mejor durante la noche.

#### OBJETIVO GENERAL

Optimizar el banco de HF con el fin de que realice funciones de prueba, ajustes, alineamiento y calibración de forma eficiente implementando exponentes acordes con la tecnología aeronáutica para el laboratorio de aviónica de CATAM.



## ESTUDIO TECNOLÓGICO

Este proyecto se fundamenta en tres puntos así:

### Descripción del proyecto

El banco de prueba en tierra para la calibración de los equipos de HF, pretende garantizar y dar confiabilidad a las pruebas que se desarrollen a estos equipos, a la vez proporcionar seguridad a la aeronavegabilidad.

### COMPONENTES

El banco de prueba posee un parlante el cual nos ayuda a detectar si tenemos algún tipo de señal. los múltiples conectores que utiliza para separar las líneas de comunicaciones, harnees con cable choliado para evitar el ruido.

¿Cómo funciona?

El modo de funcionamiento se debe realizar de acuerdo a las órdenes técnicas del manual khf 950 sección 5 de mantenimiento ya que todo se explica en ellas.

## REFERENCIA

Malvino a. p.(2000), principios de electrónica, mac graw hill, madrid, españa.

Cogdell, jr. (2000).fundamentos de electrónica, ed. pearson educación, México.

Boilestad r , 2004, Introducción al análisis de circuitos ed. prentice hall México.

Boilestad r.2004.electrónica, manual de sistemas de electrónica y aviónica, ed. prentice hall, México.

Bendix/king kts  
150,153,kcu951,kac952,ktr953, pdf,  
manual de instalación, Caman.







# “Simulación de Consola de Instrumentos Meteorológicos para la Práctica de Control de Aeródromo ”

## Simulation of Console of Meteorological Instruments for the Practice of Control of Aerodrome

D.S. BELTRAN NARIÑO JAIRO

Escuela Militar de Suboficiales FAC

[Investigacion.academico@gmail.com](mailto:Investigacion.academico@gmail.com)

D.S. CESPEDES GAVIRIA JOSÉ

Escuela Militar de Suboficiales FAC

[Investigacion.academico@gmail.com](mailto:Investigacion.academico@gmail.com)

[Fercho1582@hotmail.com](mailto:Fercho1582@hotmail.com)

D.S. BLANQUICETT SUÁREZ JOSÉ

Escuela Militar de Suboficiales FAC

[Investigacion.academico@gmail.com](mailto:Investigacion.academico@gmail.com)

[blanki\\_166@hotmail.com](mailto:blanki_166@hotmail.com)

### ABSTRACT:

*The aeronautical communications and the area of knowledge of control of the aerodrome have been very important in our air force for that embraces in her, the sovereignty and the control of the air space that it has allowed the good development of the military operations. This is due to the good instruction that has offered the Colombian air force to maintain trained and mainly up-to-date the personnel of I traffic air.*

*The purpose is to contribute with a tool that facilitates the student's training, and in the hand with the aerodrome scale model improves the techniques and methods, of instruction and evaluation.*

**KEYWORDS:** *intensity, temperature, dew point, visibility, console, instruments, meteorological, wind, direccional.*

### RESUMEN:

Las comunicaciones aeronáuticas y el área de conocimiento de control del aeródromo han sido muy importantes en nuestra fuerza aérea, por que en ella abarca, la soberanía y el control del espacio aéreo, que ha permitido el buen desarrollo de las operaciones militares. Esto se debe a la buena instrucción que ha brindado la fuerza aérea colombiana para mantener entrenado y principalmente actualizado el personal de tránsito aéreo. El propósito es contribuir con una herramienta que facilite el adiestramiento del alumno, y en la mano con la maqueta de aeródromo mejora las técnicas y métodos, de instrucción y evaluación.

**PALABRAS CLAVES:** Consola, Instrumentos, Meteorológicos, Vientos, Dirección, Intensidad, Temperatura, Punto de Rocio, Visibilidad.

### INTRODUCCIÓN

Este proyecto pretende como principal finalidad actualizar y mejorar el programa anterior, ajustándolo en forma de instrucción que contenga las características necesarias para optimizar las prácticas de control de aeródromo y así mismo, el programa sea de fácil manejo por parte de los instructores y alumnos, haciendo cada vez un laboratorio más real con mejores efectos meteorológicos.

Para la elaboración del proyecto se tuvo en cuenta la consulta de fuentes bibliográficas la



recopilada y la necesidad que se presentaba en los ejercicios de laboratorio.

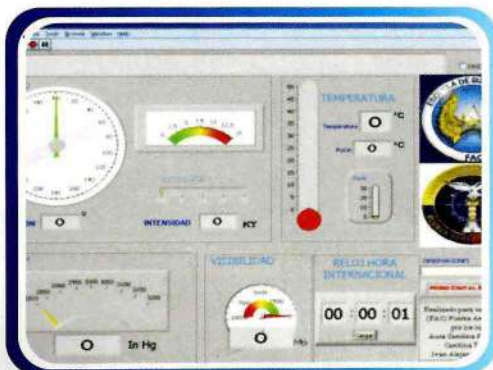
Finalmente se vea reflejado en el continuo progreso de la calidad en el control de tránsito aéreo.

Además el trabajo realizado es muy importante en el medio aeronáutico, principalmente a los controladores, esta herramienta busca elevar y mejorar el nivel pedagógico de la instrucción en el laboratorio y así mas adelante asegurar un óptimo desempeño laboral en las Bases Aéreas.

Para la construcción de este proyecto, estuvimos afectados con diferentes inconvenientes, situaciones que en algunos casos sentíamos preocupación por su culminación. Por ejemplo el tiempo y la falta de recursos fue uno de los factores comunes en la elaboración de todo el trabajo, pero lo elemental fue el deseo de terminar y aportar algo a la Escuela de Suboficiales y sobre todo a la Tecnología de Comunicaciones.

Los autores expresan sus agradecimientos, a todas las personas que contribuyeron a la culminación y al buen desarrollo del proyecto.

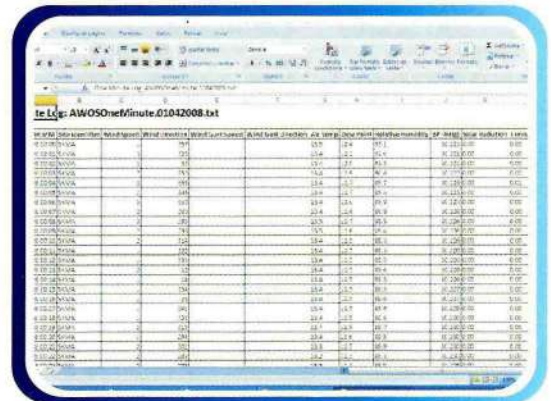
Aplicación de conceptos teóricos, el análisis de la información



Observación de otras consolas



Diseño



Elaboración de Rutina



Implementar la Investigación en un Lenguaje de Programación



## CARACTERÍSTICAS DE LOS INSTRUMENTOS

La consola de torre de control es la herramienta fundamental en las labores del controlador de aeródromo, ya que en ella encuentra la información necesaria y primaria que debe brindar a toda aeronave que se encuentre tanto en el área de maniobras como en el área de movimiento y de igual forma a toda las aeronaves que se encuentren en la fase para aterrizar en el aeródromo o en otro caso a la aeronave que sobrevuele la zona de control de aeródromo.

Dicha consola cuenta con ciertos número de instrumentos que son los encargados de determinar la información que el controlador suministra a las aeronaves, cada instrumento proporciona un tipo de información diferente, como la viento, dirección e intensidad, presión atmosférica, temperatura, punto de rocío, hora internacional.

El ambiente construido simula unos equipos de manera que el alumno se sienta y se ubique como si estuviera realmente en el puesto de trabajo.

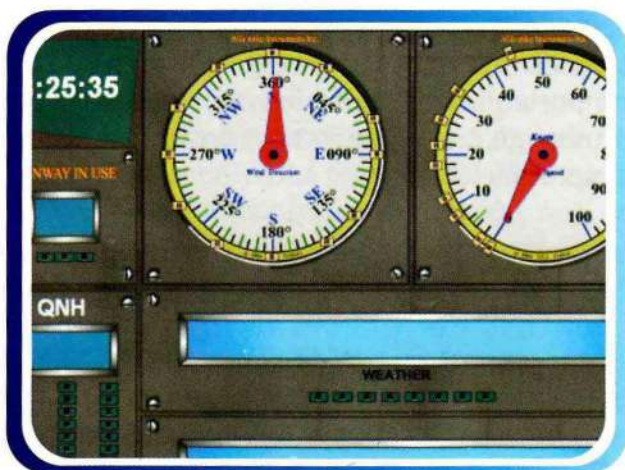
## REFERENCIAS

METEOROLOGÍA AERONÁUTICA.  
Autor JORGE CORREDOR

ATC CONTROL DE TRAFICO AÉREO.  
Autor J.M GIL DIEZ. Editorial  
PARANINFO

CIRCULACIÓN AÉREA Didáctica del  
Reglamento. Editorial PARANINFO

REGLAMENTOS AÉREOS DE  
COLOMBIA (RAC)







## “Revisión de la Compresibilidad y Propuesta de Medición Adiabática en Sistemas de Potencia Fluida”

William Prado Martínez  
Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería  
Universidad Católica Popular de Risaralda  
Péireira, Colombia  
prado@ucpr.edu.co

Mario Hoyos Mesa  
Facultad de Ingeniería Mecánica  
Universidad Tecnológica de Pereira  
Pereira, Colombia  
marhoyos@utp.edu.co

### RESUMEN

La presente ponencia aborda la determinación del módulo de compresibilidad tangente adiabático en aceites minerales y presenta resultados preliminares en su medición utilizando un procedimiento experimental con ondas ultrasónicas. Este es un desarrollo inicial de uno de los proyectos de grado de la Maestría en Sistemas Automáticos de Producción, dentro del grupo de investigación en Potencia Fluida y Control de la Universidad Tecnológica de Pereira y con apoyo del grupo de investigaciones GEMA de la Universidad Católica Popular del Risaralda.

El desarrollo se sustenta en consideraciones teóricas que relacionan la velocidad de propagación de perturbaciones de presión con la densidad y el módulo de compresibilidad en líquidos. Para efectos de la medición se realiza un montaje experimental en el cual a una señal acústica se le varía la frecuencia y se estudia el ángulo de fase de la señal recibida en un transductor ultrasónico respecto de la señal emitida dado que el efecto de compresibilidad de los fluidos aumenta el tiempo de respuesta de los actuadores hidráulicos, disminuye la eficiencia energética al no generar trabajo útil y se utiliza para calcular los picos de presión en el cierre o apertura de válvulas y el inicio de

movimiento o parada de actuadores, la información obtenida de los valores experimentales del módulo de compresibilidad se toman en consideración para mejorar el diseño de los sistemas de potencia fluida en aeronaves.

### I. INTRODUCCIÓN

Todas las sustancias exhiben cambios de volumen por efecto de la presión, sin embargo como estos cambios son mínimos suele asumirse que su comportamiento es incompresible.

No obstante, esta asunción es inconveniente cuando el fluido se utiliza en sistemas hidráulicos que necesitan de una respuesta rápida como en el caso del control de los alerones en las aeronaves. El estudio del comportamiento dinámico de sistemas como estos exige que el fluido sea considerado como compresible.

La propiedad que tienen las sustancias de cambiar su volumen cuando son sometidas a cambios de presión se denomina compresibilidad. Para cuantificar dicha propiedad se utiliza el módulo de compresibilidad (módulo de bulk  $\beta$ ) que expresa la resistencia del fluido a la deformación volumétrica.



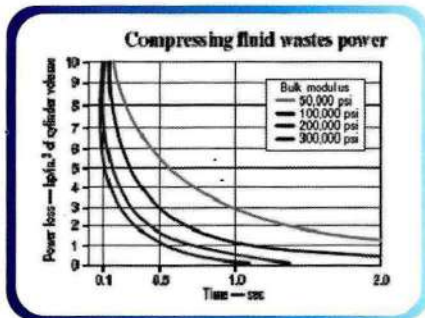


Figura 1: Potencia gastada en un cilindro a 3000 psig por cada 1 in<sup>3</sup> como función del tiempo para diferentes módulos de bulk. Tomado de Barber[13]

Por otro lado, Stroempl [15] cita los efectos del módulo de compresibilidad en relación con la velocidad del flujo y la generación de picos de presión; Usualmente los sistemas hidráulicos contienen dispositivos que limitan las oscilaciones de presión debido a efectos dinámicos como el cierre o apertura de válvulas y el inicio o parada de actuadores. En general las válvulas de control de presión reaccionan rápidamente.

Para válvulas de alivio pequeñas el tiempo de apertura se encuentra entre 6 y 30 milisegundos. Para válvulas más grandes el tiempo está entre 60 y 100 milisegundos.

Durante este corto período de tiempo la bomba continua descargando fluido y el flujo debe ser adsorbido por mangueras, válvulas, actuadores y otros componentes. La presión del sistema se eleva porque los controles de presión no se anticipan para responder al flujo adicional. Entre mayor sea la rigidez del sistema y el modulo de compresibilidad mayor será el choque de presión que puede inutilizar los componentes hidráulicos y provocar fugas. La tabla 1, resume este efecto para diferentes combinaciones velocidades de flujo debido a la compresibilidad y presión del sistema.

Tabla 1. Efecto de la velocidad de flujo considerando el modulo de bulk

How Flow Velocity Affects Pressure				
Fluid Bulk Flow Velocity (V <sub>b</sub> ), in/s	Pressure-Control response, sec	Size of Pressure Spike, Psi	Base Pressure Setting, Psi	Total Pressure (base + Spike), Psi
120	0.012	728	1,000	1,788
300	0.012	1,970	1,000	2,970
600	0.012	3,941	1,000	4,941
300	0.006	985	1,000	1,985
600	0.03	9,852	1,000	10,852

El módulo de bulk adiabático  $\beta_A$ , se define para procesos en los que no hay transferencia de calor hacia fuera o hacia adentro del sistema, se utiliza de forma aproximada, cuando la transferencia de calor es mínima e insuficiente para mantener la temperatura constante. Esto es aplicable en sistemas donde los cambios en el volumen y/o presión del fluido suceden en intervalos de tiempo más pequeños que los necesarios para establecer procesos de transferencia de calor que alteren significativamente el comportamiento del sistema.

## II. MÓDULO DE BULK ADIABÁTICO TANGENTE

En la literatura técnica y científica suelen encontrarse referencias al módulo de compresibilidad o módulo de bulk adiabático relacionado con los términos secante o tangente. De esta manera, obtenemos: módulo de bulk adiabático secante  $\beta_S$ , módulo de bulk adiabático tangente  $\beta_T$

El módulo de bulk adiabático secante  $\beta_S$ , esta dado por la ecuación

$$\beta_S = V_o \frac{P_b - P_o}{V_b - V_o} \quad (3)$$



El módulo de bulk tangente adiabático está dado por

$$\beta_T = V \frac{\partial P}{\partial V} \quad (4)$$

### III. VELOCIDAD DE LAS PERTURBACIONES DE PRESIÓN

Las perturbaciones  $\psi$  en un líquido satisfacen la ecuación de onda

$$\frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2}(\vec{r}, t) = \nabla^2 \psi(\vec{r}, t) \quad (5)$$

Donde  $v$  es la velocidad de propagación de la perturbación en el medio y  $rr$  son coordenadas del espacio. Esta ecuación puede utilizarse para predecir relaciones entre la presión y la compresibilidad del fluido.

Para el caso de perturbaciones  $\psi$  de presión  $P$  que viajan a lo largo del eje  $x$  la ecuación (5) se reduce a

$$\frac{\beta_A}{\rho_0} \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 P(x, t)}{\partial t^2} \quad (6)$$

Comparando la ecuación (5) con la ecuación (6) se concluye que

$$\beta_A = \rho_0 v^2 \quad (7)$$

De (7) se observa que el módulo de bulk adiabático  $\beta_A$  puede calcularse midiendo la velocidad de propagación de la presión  $v$  y la densidad  $\rho_0$

Balasubramanian [5] usa la expresión (7) en el cálculo del módulo de compresibilidad adiabático. Para ello utiliza un recipiente alargado que contiene el fluido a presión que se desea estudiar. En un extremo del recipiente, un pistón genera una perturbación de presión ( $\psi \approx 100\text{PSI}$ ) que viaja una distancia  $L$  en un tiempo  $\Delta t$  hasta ser captada por un transductor de presión. La distancia  $d$  dividida por el tiempo  $\Delta t$  es una medida de la velocidad  $v$ .

Balasubramanian reporta para aceite hidráulico valores del módulo de compresibilidad entre 1,55Gpa y 1,68Gpa frente a valores aceptados de 1,72GPa. Para agua reporta valores entre 1,60GPa y 1,64Gpa frente a valores aceptados 2,20GPa (error porcentual 26%). Prakob [6] reporta un módulo de bulk 1,6GPa (100bar 50°C) para Shell Tellus( 37 )y utiliza este valor para determinar el comportamiento de un sistema hidráulico.

### IV. MÉTODO DE MEDICIÓN

Para un comportamiento de la señal de presión tiene la forma

$$P(x, t) = P_0 \text{Sin}(kx - 2\pi f t) \quad (8)$$

Donde

$x$ : Posición

$t$ : Tiempo

$\lambda$ : Longitud de onda

$k = 2\pi / \lambda$ : Número de onda

$v = \lambda f$ : Velocidad de la onda

$f$ : Frecuencia

Si una señal se emite en  $x = 0$  y es observada a una distancia  $x = L$ , la ecuación (20) permite obtener expresiones para la señal emitida  $\psi_E(0, t)$  y la observada o captada  $\psi_R(L, t)$

$$\psi_E = \psi_{0E} \text{Sin}(-2\pi f t), \quad x = 0 \quad (9)$$

$$\psi_R = \psi_{0R} \text{Sin}(kL - 2\pi f t), \quad x = L \quad (10)$$

Las ecuaciones (24) y (25) pueden escribirse como

$$\text{Sin}(-2\pi f t) = \frac{\psi_E}{\psi_{0E}} \quad (11)$$

$$\text{Cos}(-2\pi f t) = \frac{1}{\text{Sin}(kL)} \left( \frac{\psi_R}{\psi_{0R}} - \frac{\psi_E}{\psi_{0E}} \text{Cos}(kL) \right) \quad (12)$$





De acuerdo con Wood [12], es posible combinar las ecuaciones (11) y (12) como dos vibraciones armónicas simples mutuamente perpendiculares eliminando el parámetro  $t$  de ambas ecuaciones. Elevando al cuadrado y sumando se obtiene:

$$\frac{\psi_R^2}{\psi_{OR}^2} - \frac{2\psi_R\psi_E}{\psi_{OR}\psi_{OE}} \cos(kL) + \frac{\psi_E^2}{\psi_{OE}^2} - \sin^2(kL) = 0 \quad (13)$$

En general la ecuación (25) describe una elipse inscrita en el rectángulo  $\psi_E = \pm \psi_{OE}$ ,  $\psi_R = \pm \psi_{OR}$  como muestra la figura 4.

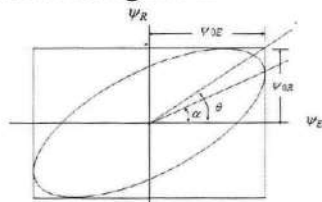


Figura 4. Figura de lissajous

De la figura 4 puede deducirse que

$$\tan \theta = \frac{\psi_{OR}}{\psi_{OE}} \quad (14)$$

$$\tan \alpha = \cos(kL) \tan \theta \quad (15)$$

La figura 5 muestra los modos de vibración para  $\lambda = L$  y  $\lambda = L/2$ .

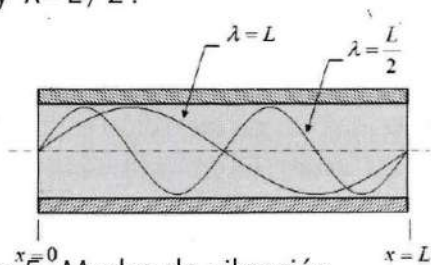


Figura 5. Modos de vibración

En general si  $\lambda = L/n$  con  $n = 1, 2, 3, \dots$  el producto  $kL = 2\pi n$  causando que la señal emitida  $\psi_E(0, t)$  y la observada o captada  $\psi_R(L, t)$  estén en fase y por lo tanto la elipse de la ecuación (28) degenera en una línea recta dada por

$$\psi_R = \frac{\psi_{OR}}{\psi_{OE}} \psi_E \quad (16)$$

Variando la frecuencia  $f$  puede conseguirse que la longitud de onda alcance modos de vibración

dados por  $\lambda = L/n$  con  $n = 1, 2, 3, \dots$ , en este caso la velocidad del sonido estará dada por

$$v = \frac{L}{n} f \quad (17)$$

La señal sinusoidal proveniente de un generador de ondas alimenta un emisor de ultrasonido sumergido en el fluido.

En el emisor la excitación es convertida en perturbaciones ultrasónicas  $\psi_E$  que viajan a la velocidad del sonido en el medio hasta un receptor ultrasónico inmerso también en el fluido y ubicado a una distancia calibrada  $L = 3,5\text{cm}$ . El receptor y el emisor ultrasónicos están basados en materiales piezoeléctricos.

Las señales eléctricas en el par emisor y receptor ultrasónico pueden combinarse en un osciloscopio para formar una figura de lissajous como la de la figura 4 y dada por la ecuación (13).

Se varía la frecuencia hasta obtener una línea recta de pendiente positiva  $\psi_{OR}/\psi_{OE}$  correspondiente al primer modo de vibración  $\lambda = L$ . Para este caso la velocidad del sonido puede calcularse con la expresión (17) con  $n = 1$ . Para los ensayos se utilizó agua como fluido de control, Sverdrup [14] relaciona la velocidad del sonido en el agua pura como función de la temperatura. Algunos valores se relacionan en la tabla 2.

Tabla 2. Velocidad del sonido en función de la temperatura para agua

Temperatura °C	Velocidad (m/s)
15	1450
20	1484
13	1493





La interpolación de los datos de la tabla 2 permite obtener una ecuación para estimar la velocidad del sonido como función de la temperatura. De esta manera la velocidad del sonido en el agua para una temperatura de 22°C se estima en 1491m/s<sup>2</sup>

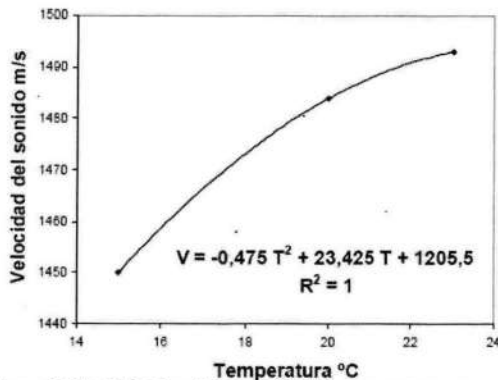


Figura 6. Velocidad del sonido en función de la temperatura para agua

Los errores de medición se calcularon propagando los errores de cada instrumento de medición de acuerdo con la ecuación

$$\Delta\beta_A = \frac{\partial\beta_A}{\partial\rho_0} \Delta\rho_0 + \frac{\partial\beta_A}{\partial\lambda} \Delta\lambda + \frac{\partial\beta_A}{\partial f} \Delta f \quad (18)$$

## V. RESULTADOS

Tabla 3. Mediciones para agua

Distancia L (mm)	Frecuencia f (KHZ)	Velocidad (m/s)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Módulo de Bulk (Gpa)
35±1	43,1±0,1	1509±471	1000±10	2,28±0.16

Fluido: Agua  
 Temperatura: 22°C  
 Error de medición: 7,0%

Tabla 4. Mediciones para Shell Tellus 37

Distancia L (mm)	Frecuencia f (KHZ)	Velocidad (m/s)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Módulo de Bulk (Gpa)
32±1	43,6±0,1	1395±47	840±10	1,63±0.13

Fluido: Shell Tellus 37  
 Temperatura: 21°C  
 Error de medición: 8,0%

Tabla 5. Mediciones para agua

Distancia L (mm)	Frecuencia f (KHZ)	Velocidad (m/s)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Módulo de Bulk (Gpa)
36±1	40,3±0,1	1451±44	840±10	1,77±0.13

Fluido: MinerOil serie H  
 Temperatura: 22°C  
 Error de medición: 7,3%

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El método de medición por ultrasonido para agua presenta errores de medición para el módulo de bulk de 7,0% el cual es significativamente menor al reportado midiendo la velocidad del sonido mediante tiempo y distancia (26%). También presenta promedios  $2,28 \pm 0.16$  GPa más cercanos al valor de 2.2Gpa reportado en la literatura técnica (error porcentual de 3,64%)

En caso de Shell Tellus 37 el módulo obtenido fue de  $1,63 \pm 0,13$  GPa (error de medición 8,0%). El aceite MinerOil serie H presenta un módulo de compresibilidad de  $1,77 \pm 0,13$  GPa.

Para reducir los errores de medición es necesario disminuir las incertidumbres en la frecuencia de la onda emitida  $\psi$  E y de la distancia L. Con valores de incertidumbre en la frecuencia  $\pm 0,01$  kHz y en la distancia  $\pm 0,1$  mm se estima errores de medición para el módulo de bulk menores de 3%. El procedimiento presentado puede ser utilizado para realizar mediciones del módulo de bulk a diferentes temperaturas y con sustancias diferentes. Tales mediciones podrían utilizarse posteriormente para relacionar densidad, temperatura y presión con la velocidad del sonido y el módulo de bulk.

En próximos trabajos se plantea determinar el comportamiento del módulo de bulk adiabático a diferentes presiones.





## REFERENCIAS

- [1] BLACKBURN J.F, REETHOF G., SHEARER J.L. Fluid Power Control. The Massachusetts Institute and Technology, Cambridge, 1960.
- [2] WATTON J. AND AL-BALDAWI R A H "Performance optimization of an electrohydraulic position control system with load dependent supply pressure", Proc Instn Mech Engrs, 1991.
- [3] McCLOY D. AND MARTÍN H.R. Control of Fluid Power: Analysis and Design. 2a edición. Ellis Hoorwood, 1980.
- [4] FINN JACOBSEN, "propagation of sound waves in ducts" Acoustic technology, Orsted DTU, Technical University of Denmark, Building 352, Orsteds Plads, DK-2800 Lyngby, Denmark, Agosto 2006
- [5] BALASUBRAMANIAN KARTHIK, "Smart bulk modulus sensor" . A thesis presented to the graduate school of the University of Florida in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science, university of Florida 2003, pp. 5,11
- [6] PRAKOB SURAWATTANAWAN, "An Approach for the Identification of Hydraulic Oil Bulk Modulus Utilizing Wave Propagation Effect and FFT". The 17 Conference of mechanical engineering network of Thailand. Oct 2003.
- [7] HOYOS MESA MARIO, MEJÍA LUZ ADRIANA, HENAO EDISON, "Determinación experimental del módulo de bulk de tuberías flexibles para sistemas Scientia et técnica, Año XI - Número 29, pp. 151-156, Dic 2005
- [8] HOYOS MESA MARIO, MEJÍA LUZ ADRIANA, "Sistema para medir la compresibilidad isotérmica de aceites minerales" Scientia et técnica, Año XII - Número 32, pp. 213-216, Dic 2006
- [9] HOYOS, M. Notas de clase del curso de Potencia Flúida y Control (sin publicar). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, II semestre de 2005.
- [10] ISO STANDARD 6370: 1997 (E). Prediction of the bulk Moduli of petroleum fluids used in hydraulics fluid power systems
- [11] ARTHUR A KRAWETZ "Method for the measurement bulk modulus and pressure viscosity of liquids", U.S. Patent 5 383 352, Jun. 4, 1995
- [12] WOOD ALEXANDER. "Acoustics". Dover Publications, Inc. New York 1966, pp.208
- [13] Barber, Allen; George, Herman H. "What is bulk modulus, and when is it Important?" Hydraulics & Pneumatics Date: July 1, 2007
- [14] Sverdrup H. U, Johnson Martin W., Fleming Richard H. "The Oceans Their Physics, Chemistry, and General Biology" Prentice-Hall, Inc. New York 1942, pp 77

**Congreso Latinoamericano  
en Aeronáutica: Experiencias  
en Desarrollo e Innovación  
Tecnológica**



# “Proyectos Tecnologías Aeronáuticas” Escuadrón Investigación Programa Tecnológico en Abastecimientos Aeronáuticos

CURSO 80 /2008

T2. Jhon Jairo Peralta Bonilla

Jefe del programa de Tecnología Abastecimientos Aeronáuticos

EJ. Olga Esperanza Terreros Carrillo

Asesora Metodológica

<i>Nº</i>	<i>TITULO</i>	<i>INTEGRANTES</i>	<i>OBJETIVO</i>	<i>UNIDAD</i>
1.	Diseño y distribución en planta del del almacén misceláneos para la ESUFA	DS. Chica Mitón A. DS. Daza R. Ramón DS. Lozano R. Jorge DS. Suárez R. Cesar	Aplicar un diseño y distribución en planta al almacén de misceláneos de la esufa con la finalidad de optimizar los procesos logísticos de almacenamiento.	ESUFA
2.	Herramienta para el drenado de combustibles en las mangueras del equipo HTARS en operación caliente de las aeronaves FAC.	DS. Acosta G. Johan DS. Florián E. Juan DS. Portilla C. Sergio	Construcción de una herramienta Técnica que realice el drenado de las mangueras coaxiales de los equipos HTARS.	DICOA
3.	Propuesta especialización en administración de combustibles de aviación	DS. Estupiñán F. German DS. Vargas V. Freddy	Mejoramiento continuo y liderazgo a nivel nacional mediante la implementación de la propuesta de especialización en administración de combustibles de aviación	ESUFA



## **“Programa Tecnológico en Comunicaciones y Tránsito Aéreo”**

CURSO 80 / 2008

TS. Plinio Enrique Márquez Aponte

Jefe del programa de Tecnología en Comunicaciones y Tránsito Aéreo

EJ. Olga Esperanza Terreros Carrillo

Asesora Metodológica

<b>Nº</b>	<b>TITULO</b>	<b>INTEGRANTES</b>	<b>OBJETIVO</b>
1.	Cartilla para el manejo y/o administración del error en las operaciones aéreas por factor controlador aéreo.	DS. Monard Moreno Diego Javier DS. Torres Hernández Jesús	Elaborar una cartilla para el manejo de factores humanos que inciden en accidentes aéreas y puedan afectar el desempeño del personal de controladores aéreos de la Fuerza Aérea Colombiana
2.	Estudio de factibilidad para la implementación de un simulador virtual de tránsito aéreo para la Escuela de Suboficiales.	DS. Ramírez Torres jairo DS. Vanegas Cera Wilmer DS. Lizcano Restrepo Andrés	Realizar un estudio de factibilidad acerca de los simuladores virtuales que actualmente complementan la enseñanza en el control de tránsito aéreo, con operaciones y contingencias simuladas en escenarios adversos, en los cuales el futuro controlador de tránsito aéreo pueda adquirir un nivel de pericia y control enfocado en las operaciones aéreas.
3.	Diseño e implementación de la pistola de luces en el laboratorio de tránsito aéreo de la Escuela de Suboficiales FAC.	DS. Jiménez García Diego Fernando DS. Lizarazo Ballesteros Juan G. DS. Mahecha Mahecha Oscar H	Diseñar e implementar una pistola de luces para el laboratorio de tránsito aéreo de la Escuela de Suboficiales que sirva de guía pedagógica para la preparación y simulación de nuevos y antiguos controladores, en las fallas de comunicaciones y otras contingencias.
4.	Estudio de la viabilidad para la ampliación en la red de las estaciones meteorológicas móviles en la FAC	DS. Acevedo García Juan Salvador DS. Collazos Mosquera Marco Antonio	Estudiar la viabilidad que la FAC pueda adquirir más estaciones meteorológicas móviles y su sistema de comunicaciones asignadas en las diferentes unidades para obtener el cubrimiento total de nuestro país.



## **“Programa Tecnológico en Mantenimiento Aeronáutico”**

CURSO 80 / 2008

TJ. Carlos Orlando Grau Acero

Jefe del programa de Tecnología en Mantenimiento Aeronáutico

EJ. Francia M. Cabrera

Asesora Metodológica

<b>TITULO</b>	<b>INTEGRANTES</b>	<b>OBJETIVO</b>
Banco de prueba de inyectores para motores PT6 A/T y PT6T-3B.	BRM. Jiménez Pérez Juan Manuel BRI.Lancheros Moreno William Alberto SBR.Herrera Velazco Luis gabriel	Optimizar el proceso de inspección de inyectores para los motores PT-6 de manera eficiente, segura y rápida, evitando daños estructurales externos e internos de los motores mediante la construcción de un banco en el Comando Aéreo de Mantenimiento.
Herramienta extractora de los pillow Block y del trunnion assembly de los Helicópteros Bell 212 Huey II y UH-1H	Ds. Salamanca Rodríguez Filmar Andrey Ds. Torres Alvarez Carlos Andrés Ds. Verdugo Reyes Edwin Fabián	Implementar un proceso técnico de mantenimiento para la extracción de los Pillow Block y Trunnion assembly de los helicópteros Bell 212 , Huey II, UH-1H, mediante el diseño y construcción de una herramienta extractora VTS-80 con seguridad industrial.
Banco para el drenado de las celdas de combustible de los Helicópteros UH-1H.CAMAN	DS. Dicelis Ardila Rogger Majul SBR. García Chacón Andrés Felipe DS. Gómez Zapaquirá Rogger SBR. Guacheta Porras Alexander	Diseñar y construir un banco para el drenaje de combustible de una forma tecnificada para mejorar los procesos de mantenimiento en el CAMAN.
Herramienta extractora RTR-80 del cuerno de cambio de paso de los helicópteros UH-1H, Bell 212 y Huey II	DS. Romero Rincón William E. DS. Tocancipa Pulido César A. DS. Rincón Duarte Alvarado A.	Diseñar y construir una herramienta mecánica para optimizar los procesos de mantenimiento en la inspección y reparación de los componentes del HUB en el taller de componentes dinámicos del CA-COM 4.
Banco de Run Out para el compresor de los motores T-53	SB. Calvo Puentes German Andrés SB. Casagua Pinzón Oscar Javier SB. Barreto Zemanate Víctor Alejandro	Optimizar los procesos de mantenimiento nivel uno, dos y overhaul en algunos componentes, de los motores T-53 en los helicópteros UH-1H II (HUEY II) de la Fuerza Aérea Colombiana mediante el diseño y construcción de un banco análogo-mecánico para alineación de los alabes del compresor del motor T-53.
Herramienta de sujeción de los locking strip para facilitar el dobles en la colocación de los alabes de la rueda de turbina del motor j-85	BR. Morales Amaya Heidisson Iván DS. Tarazona Salcedo Ángel Enrique	Optimizar los procesos de mantenimiento del motor J-85 mediante el diseño construcción e implementación de una herramienta de sujeción.
Banco de prueba para los actuadores de los motores T-53-I13 y T-53-I703	DS. Mahecha Martínez Wilmer Yesid DS. Mora Rocha Andrés Felipe	
Play bering kit special tool	SBR. Quiroga Vergara Luis Miguel SBR. Ramírez Ramírez Duberney DS. Serrano Soler Anderson	Implementar un proceso técnico para el control del juego de las balineras de los links del rotor principal y rotor de cola de los helicópteros HUEY II, UH-1H, BELL 212 ,garantizando el proceso de mantenimiento en el taller de componentes dinámicos del comando aéreo de mantenimiento.



<i>TITULO</i>	<i>INTEGRANTES</i>	<i>OBJETIVO</i>
Depósito para el control de aceites usados de los motores en las aeronaves de plano alto de la unidad de CATAM (fase 1)	DS. Alaguna Sánchez Andrés Felipe DS. Beltrán Casallas David Julián BR. Carrillo Rodríguez Eric Enrique	Implementar un sistema para el control y recolección de los líquidos de desecho de las aeronaves para el taller de motores, por medio un proceso de recolección controlada.
Herramienta Garlo-80 extractora de las campanas del Hub de los helicópteros bell 212 y HUEY II en CAMAN	DS. Garcia Perdomo Jesús A. DS. Gallo Jurado Freddy O.	Optimizar los procesos de mantenimiento mediante el diseño, construcción e implementación de una herramienta de funcionamiento mecánico, para la extracción de las campanas del HUB en el taller de componentes dinámicos de CAMAN.
Herramienta para el lavado del compresor del motor T-56 de Aviones FAC	DS. Perdomo Villamil Julio A. DS. González González Diego Ds. Convariza Monrroy Andrés	Diseñar y construir una herramienta para el proceso de lavado de compresor del motor Alison del avión C-130 Hércules, mediante la construcción de una herramienta que se asegure a la entrada de admisión de aire y sostenga las líneas del compresor de lavado, con el fin de realizar un MANTENIMIENTO adecuado y seguro.
Herramienta HGH-80 extractora de la balinera ms5-1969-1 del rotor de cola de los helicópteros Huey II Y Bell 212	BRM. Herrera Babativa Wilmar SBR. Hernández Ortiz Edgar DS. González Sabogal Francisco	Diseñar y construir una herramienta de funcionamiento mecánico que optimice los procesos de mantenimiento en las fases de inspección y reparación de los componentes del rotor de cola del taller de componentes dinámicos de CACOM-4.
Banco para el motor T-53, I 11 del Aula taller en ESUFA	DS. Jaime Andrés Malaver Castro DS. Diego Alonso Martínez Bohada DS. Víctor Javier Melo Forero	Lograr que la Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz, cuenten con un banco de prácticas de inspecciones de 150 horas, desensamblé de la sección caliente y compresor del motor T-53 L-11, constituyéndose en la primera maqueta de instrucción de un motor a reacción turboshaft.



# “Programa Tecnológico en Seguridad Aeroportuaria”

CURSO 80 / 2008

TP. Jorge Puentes Fajardo

Jefe del programa de Tecnología en Seguridad Aeroportuaria

O.D.16.Alicia del Pilar Martínez Lobo

Asesora Metodológica

INTEGRANTES	TITULO
DS. Marín Núñez Marlon Alexis DS. Méndez Soler Carlos Andrés DS. Moreno Díaz Pedro Hernando DS. Muñoz García Elkin Yesid DS. Orjuela Rincón Ferney Giovanni DS. Parra Avila Luis Antonio DS. Quintero Montañez Eric Alexis DS. Ramírez Atehortua Yamid Alexis DS. Ramírez Muñoz John Edison DS. Rey Rivera Emmanuel Leonardo DS. Rodríguez Caro Wilmer Duvanny DS. Rodríguez Romero Diego Germán DS. Sotomonte López Diego Luis DS. Teuta Tique Wilfredo DS. Vargas Lavao Brahian Augusto DS. Vinasco Ardila Cristian Camilo	Banco interactivo de sistemas electrónicos de seguridad

INTEGRANTES	TITULO
DS. Afanador Cárdenas Christian Eduardo DS. Aguilar Vargas Miguel Alberto DS. Alvares Hernández Jack Erwin DS. Aranzales Pedraza Dairo Fernando DS. Ariza Martínez Jhonatan DS. Azain Vallejo Diego Armando DS. Bastidas Gustin Javier Fernando DS. Bonilla Angarita Jimmy Eduardo DS. Bustamante Aztaiza Jaime Alfredo DS. Celis Castro Ivan Fernando DS. Cruz Briñez Diego Fernando DS. Gómez Chavez Rubio Fernando DS. Gómez Gonzales Christian Camilo DS. Izquierdo Martínez Daniel DS. Luna Sánchez Roberto	Compilación del manual de seguridad y defensa de bases aéreas
DS. Alvarado López Milton Mauricio DS. Ballesteros Ballesteros Juan Carlos	Sistema de refrigeración para el cañón de la ametralladora M60



# “Programa Tecnológico en Electrónica Aeronáutica”

CURSO 80 / 2008

TJ. Jesús Antonio Rodríguez Muñoz  
Jefe de Tecnología de Electrónica Aeronáutica

EJ. Esperanza Hernández de Santos  
Asesora Metodológica

	INTEGRANTES	TITULO	OBJETIVO
1	Bri. Sánchez Juan Daniel DS. Trujillo Peña Jairo Enrique	Implementacion banco de prueba para el equipo de hf del laboratorio de avionica de caman de la fuerza aerea colombiana	Optimizar el banco de hf con el fin de que realice funciones de prueba, ajustes, alineamiento y calibración de forma eficiente implementando exponentes acordes con la tecnología aeronáutica para el laboratorio de aviónica de caman.
2	DS. Aristizabal Osorio Santiago DS. Calle Herrera Carlos Daniel DS. Cortes Suárez Juan Pablo	Implementacion soporte de mantenimiento equipo star safre ii	Implementar soporte para el mantenimiento del equipo fir star safre II, a través del uso del diseño e instalación de rieles a un soporte, que permita más autonomía de giro para lograr el manejo electrónico del dispositivo de movimiento
3	BRI Martínez Agudelo Julian Alberto DS. Moreno Vega Hawer Alexander DS. Vera Cerón Carlos Eduardo	Interface Hardware –Software para control de la maqueta del laboratorio de Comunicaciones	Optimizar electrónicamente los procesos de la maqueta de laboratorio de transito aéreo mediante un sistema de control de interfase hardware .software apropiado para la simulación y el entrenamiento del personal de alumnos y suboficiales en la escuela de suboficiales CT. Andrés M. Díaz de la Fuerza Aérea Colombiana.
4	DS. Bonilla Guerrero Jhonny DS. Buitrago Rodríguez Harold DS. Castaño Gómez Luis Fernando	Diseño e implementación de una base de datos Inteligente AVIO-NICS DATA	Implementar una base de datos en JAVA TM, para optimización del control de procesos de mantenimiento que se realiza con los bancos de prueba ubicados em el taller de avionica de CAMAN





## **“Formación por Competencias en la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana “CT. Andrés María Díaz Díaz”**

**Educational Based on Competentes at the Escuela de Suboficiales Fuerza Aérea Colombiana CT. Andrés Maria Díaz Díaz**

T4.José Bernardo Alfaro Duarte

Coordinador Programa tecnología en Seguridad. (alfarte1979@hotmail.com)

### **ABSTRACT:**

*Since the educational based on competences, this essay aims to create a crossed reflection according the politics which are planted by the Colombian Air Force Headquarter, to build the new pedagogical statements implied in the academic processes at the Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea “CT. Andrés María Díaz Díaz”.*

**KEYWORDS:** *Escuela de Suboficiales, educational based on competences, optimal performance, social and formative focusing.*

**PALABRAS CLAVES:** Escuela de Suboficiales, formación basada en competencias, desempeño idóneo, enfoque socioformativo.

### **RESUMEN**

A partir de la formación basada en competencias, éste ensayo pretende realizar una reflexión interrelacionando este enfoque de educación con las políticas emanadas por la alta administración de la Fuerza Aérea Colombiana y poder así construir una serie de lineamientos pedagógicos nuevos para el mejoramiento de los procesos académicos en la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea “CT. Andrés María Díaz Díaz”.

### **Políticas de Comando**

**E**n el Plan Estratégico Institucional de la Fuerza Aérea Colombiana existen, entre otras, las políticas de desarrollo humano, científico tecnológico y cultural, una línea estratégica denominada “Desarrollo Humano orientado a las necesidades institucionales” (Fuerza Aérea Colombiana, 2006), en la que uno

de los objetivos específicos trazados es “Implantar un Sistema de Gestión Humana por Competencias” (Fuerza Aérea Colombiana, 2006), su propósito es el mejoramiento de la administración del personal de la Fuerza; allí se requiere definir tres aspectos de cada una de las áreas en las cuales las personas integrantes de la Fuerza Aérea puede ejercer una labor. Ellas son el perfil personal, el perfil profesional y el perfil ocupacional, todo esto enmarcado en las necesidades que posee la institución.

Siendo la Escuela de Suboficiales “CT. Andrés María Díaz Díaz” (Escuela) el ente formador de las personas que van a laborar en cualquier área de la Fuerza Aérea y según las políticas expuestas anteriormente, se plantea la siguiente pregunta: ¿Es necesario concebir la educación de los Alumnos (entendido como grado militar) mediante un modelo basado por competencias? Para poder comprender y resolver esta pregunta en primera instancia se determinará cómo se puede enmarcar pedagógicamente el concepto de competencia y como contextualizar la denominada formación basada en competencias en la Escuela.



## Antecedentes históricos del concepto de competencias y cómo se construyen en la actualidad.

Varios autores, desde diversos escenarios, han tratado de plantear el concepto de competencia y articularlo con la formación humana, se mostrarán algunos de ellos para poder tener una comprensión de cómo ha evolucionado este concepto.

### La Lingüística

El concepto de competencia fue inicialmente tratada por Noam Chomsky bajo la denominación de competencia lingüística, su tesis fundamental es "los seres humanos pueden producir y comprender nuevas oraciones, así como rechazar otras que no pueden ser gramaticalmente correctas, con base en su limitada experiencia lingüística", es decir que cualquier persona tiene la capacidad (como competencia) de aprender un lenguaje en un escenario en el cual interactúa con otros con el fin de entenderse con los demás. Maldonado (2001) concluye bajo este enfoque que la competencia es el conocimiento teórico de la lengua y la actuación es el uso real de la lengua en su cotidianidad. Competencia es disposición para, es teoría,... su complemento es la actuación o producción de oraciones o frases comprensibles (Maldonado, 2001).

Dell Hymes (citado por Tobón, 2006) complementó la construcción de Chomsky situando el concepto de competencia comunicativa, adicionando la capacidad que tiene el ser humano para determinar cuándo o cuándo no hablar, sobre qué y cómo, con quién y en qué forma, esto hace que no solamente se rija por reglas gramaticales, sino además se tiene en cuenta motivaciones, actitudes que se tienen con el lenguaje así como con el contexto con el que está interactuando.

## El Mundo Laboral

El mundo laboral actual es cambiante, las empresas se han ido transformando de acuerdo con los diferentes modelos económicos, en la actualidad existe la tecnología – globalización, la economía informacional y la desregulación de mercados, para ello las organizaciones le solicitan al mercado personas que tengan ciertas capacidades que puedan adecuarse a los nuevos procesos laborales dependiendo de las necesidades de los clientes, y además que esos procesos se realicen bajo las condiciones de eficiencia, eficacia y calidad. Por lo anterior ha surgido la construcción del concepto de competitividad, como característica de una empresa u organización para que pueda mantenerse en el sistema productivo, de acuerdo con su contexto; en el ser humano se traduce como la persona que tiene la capacidad (competencia) de realizar una serie de actividades acorde con las necesidades de una organización, es decir, el desempeño (Tobón, 2006) de su trabajo en la empresa.

Los aportes de Mertens (1995) se orientan fundamentalmente a los requerimientos laborales que los empresarios demandan de los trabajadores, es decir, su propósito es la instauración de modelos de formación basados en competencias laborales (Maldonado, 2001), así mismo es esencial que se lleven procesos de capacitación para que los obreros y empleados incrementen sus competencias (CEPAL-UNESCO, 1992, citado por Tobon, 2006).

### Psicología Cognoscitiva

Este enfoque aporta a las competencias desde los conceptos de inteligencia, procesos mentales y procesamiento de la información, entre otros. De esta manera se ha construido el concepto de competencias cognoscitivas, entendido como los procesos mediante los cuales se procesa la



información, acorde con las demandas del entorno,... lo cual permite al ser humano conocer, percibir, explicar, comprender e interpretar la realidad (Tobón, 2006).

La Teoría de la modificabilidad estructural cognoscitiva parte de allí y considera que las competencias se pueden desarrollar a partir de experiencias de aprendizaje, dichas competencias según Prieto (1989) se abordan desde esta teoría como la capacidad para pensar y desarrollar conductas inteligentes, empleando la experiencia previa para abordar nuevas situaciones (citado por Tobón, 2006), esta capacidad es denominada potencial de aprendizaje y de acuerdo con la complejidad de la formación humana, se considera que no es lineal, ni por etapas, sino por asociación y en espiral.

Gardner (1983) en su teoría de las inteligencias múltiples, entra en contraposición con el concepto tradicional en el cual la inteligencia es unitaria e inmodificable, considera que es más bien una serie de capacidades (competencias) asociadas a factores lógico - matemáticos y de lectoescritura, que sirven para la resolución de problemas o crear algo en un ambiente cultural.

De igual manera Perkins (citado por Tobón, 2006) con el concepto de desempeño comprensivo indica que "comprender es la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe", esto implica que se interrelacionen aspectos como procesos cognoscitivos, desempeño y diversidad de capacidades cognoscitivas enmarcadas en contextos particulares, del desarrollo de este concepto aparece un enfoque educativo denominado Educación para la comprensión.

## Inicios del desarrollo de competencias en Colombia.

En Colombia el desarrollo de las competencias comienza a ser estudiado como posible objeto de evaluación de los aprendizajes..., en el marco de la política de calidad del Estado buscando nuevas metodologías para evaluar los aprendizajes y la calidad de la educación (Jurado, 2003, citado por Tobón 2006). Esta comprensión se comenzó a construir a partir de la competencia lingüística y comunicativa, posteriormente los conceptos de la psicología cognoscitiva y las competencias laborales llevaron a las instituciones de educación y de capacitación a desarrollar estas concepciones.

## Reflexión de los conceptos

Después de abordar las competencias desde varias perspectivas, se puede asociar que todas manejan el concepto de competencias cuando se habla que el ser humano tiene la capacidad de..., y la forma de evidenciarlo es por medio de las actuaciones, es decir de los desempeños que tiene cada ser humano.

De allí surge un cuestionamiento ¿Cuál sería el desarrollo más apropiado del concepto de competencias? En concordancia con Tobon (2006) se puede concluir que el tema de las competencias están siendo asumidas como un "moda" y que existe la necesidad de relacionarla con actividades educactivas y con mayor razón si existen debilidades en los procesos académicos, por el contrario se considera necesario hacer una reflexión sobre las competencias, que desde su concepto histórico, permita hacer una articulación de todo estos aportes, con el fin de conformar una matriz básica general que oriente la formación humana en los diferentes campos de su desempeño.



Para ello en éste ensayo se tomarán algunas características de una perspectiva denominada enfoque socioformativo complejo (Tobón, 2006), que articula de alguna manera ese desarrollo histórico del concepto de competencia a la formación integral de diferentes dimensiones del desempeño humano.

### **Enfoque Socioformativo Complejo (Tobón, 2006) y estructura del concepto de competencias**

Existe una línea de acción denominada Enfoque Socioformativo Complejo que tiene como función facilitar el establecimiento de recursos y espacios para promover la formación humana basada en competencias en los diversos contextos, tomando como base la construcción del proyecto de vida, las potencialidades de las personas y las expectativas sociales con respecto a la convivencia y la producción; la socioformación es un proceso que pretende integrar las dinámicas sociales de cada contexto que influyen en los sujetos con las dinámicas personales, pero a su vez los pensamientos y actuaciones personales tienen la posibilidad de incidir en los procesos sociales; bajo este precepto se puede decir que existe una unidualidad que permite transformar y reconstruir la humanidad y la sociedad.

La socioformación requiere de espacios, recursos, normas, valores, entre otros, que la sociedad debe permitir para que la formación humana y la construcción de la sociedad que se sueña lleguen a ser realidad, el medio más adecuado para lograr este cometido es la educación.

La educación, entendida bajo este enfoque pretende orientar los todos los procesos teniendo en cuenta el contexto socioeconómico, y el proceso de autorrealización, no solamente

desde un punto de vista unidimensional, sino articulándolos entre sí para poder obtener una construcción de capacidades, habilidades, conocimientos, actitudes y valores que este acordes con la sociedad y con la(s) persona(s) a construirlos, como lo enuncia Luzuriaga (1954) "es una función de la sociedad mediante la cual se trata de desarrollar un plan de vida del hombre y de introducirle en el mundo social y cultural,... se realiza durante la vida del hombre, desde que nace hasta que muere, alcanzando todas las dimensiones, desde la orgánica hasta la espiritual".

Dependencia del ser humano por haber nacido en ella y haber requerido una serie de recursos para su formación y desarrollo; para ello es necesario que cada persona construya conciente e intencionalmente su proyecto ético de vida, que consiste en la planeación de su vida con el fin de proyectarse en diversos campos del desarrollo humano, buscando satisfacer sus necesidades dentro de un contexto que exige de él una responsabilidad consigo mismo, con los demás y con la sociedad; se puede observar que en esta relación se crea una complementariedad entre la autonomía y la dependencia que debe asumir un ser humano en su contexto.

Se resalta en este enfoque el concepto de hombre como una persona con una multiplicidad de dimensiones cuya realización se efectúa mediante el compartir con otros y el contexto, las metas del enfoque es formar competencias en la persona que le permitan autorrealizarse y a su vez, contribuir a la convivencia y al desarrollo social en todos sus aspectos.

La didáctica se basa en los problemas de la comunidad y los intereses de los estudiantes, se tiene el ritmo de aprendizaje de las personas bajo una pautas institucionales, la función del docente es el facilitador guía asesor creando



los espacios para que los estudiantes construyan su formación desde su proyecto ético de vida y promoviendo en los estudiantes procesos de metaplaneación (conocimiento y control de los procesos que ayudan a elaborar el proyecto ético de vida).

### • Estructura de las competencias en la educación

Para llegar al desarrollo del concepto de competencias, se hace necesario tener en cuenta cómo se han usado en el contexto educativo, Tobón (2006) comenta que se ha hecho un reduccionismo de este concepto de la siguiente manera:

Las competencias han sido desarrolladas a partir de conceptos como eficiencia, efectividad, equidad y eficacia sin sustentación pedagógica.

- Políticas educativas basadas solamente en formación para la vida laboral, como lo dice Braslavsky (1995), formar un ciudadano – trabajador competente.
- Han pasado de ser una alternativa a ser un fin en la educación.
- Se han desarrollado como un "saber en contexto".

Bajo el enfoque socioformativo complejo se pretende tener en cuenta la multiplicidad de fuentes teóricas, poderlas articular y así llegar a una integralidad en la propuesta del concepto de competencias, es así que conceptualiza las competencias como "procesos complejos de desempeño con idoneidad en un determinado contexto, con responsabilidad" Tobón (2006b); con base en los términos de este enunciado se puede decir que:

- Procesos: Son las acciones que permiten llegar a un fin (resolver problemas y realizar

actividades en la vida cotidiana, laboral, y profesional).

- Complejo: Apropiándolo como la integralidad de la persona en sus aspectos bio-psico-social-cultural.
- Desempeño: Como las acciones reflejadas en la realidad articulando el saber ser, el saber conocer y el saber hacer para realizar ciertos procesos.
- Idoneidad: Se tienen en cuenta los criterios de eficiencia, eficacia y efectividad de la realización de actividades, así como la pertinencia de estos en el contexto.
- Contexto: Basado en tiempo, espacio, lugar y personas con los cuales se pretende interactuar, para ello se deben tener en cuenta las necesidades personales (autorrealización) y del entorno (sociales, culturales, laborales, empresariales), allí se construye el proyecto ético de vida.
- Responsabilidad: El componente ético de las competencias, es tener en cuenta las consecuencias de realizar cualquier acto, y si llegan a suceder corregirlos de la mejor manera rápidamente y sin afectar a otras personas o a sí mismo.

### Desarrollo de competencias en la Escuela de Suboficiales desde el Enfoque Socioformativo Contextualización en la Escuela de Suboficiales

Para poder articular el concepto de competencias desde el enfoque socioformativo complejo en la Escuela de Suboficiales Fuerza Aérea, es necesario conocer las responsabilidades sociales que aceptan las personas que ingresan a conformar las Fuerzas Militares de Colombia, como lo enuncia la Carta Magna en el artículo 217 "Las Fuerzas Militares tendrán como finalidad primordial la defensa de la soberanía, la independencia, la integridad del territorio



nacional y del orden constitucional" (Constitución Política de Colombia, 1991), bajo ese mandato la responsabilidad de la Fuerza Aérea Colombiana es "ejercer y mantener el dominio del espacio aéreo y conducir operaciones Aéreas, para la defensa de la soberanía, la independencia, la integridad territorial nacional y el orden constitucional" (Fuerza Aérea Colombiana 2006).

En la estructura organizacional de la Fuerza existen Oficiales y Suboficiales que son los autores para que se cumpla esta misión, por ello es importante su formación y educación, los suboficiales la reciben en la Escuela de Suboficiales "CT. Andrés M. Díaz" (Escuela) con sede en el municipio de Madrid, Cundinamarca, cabe resaltar que la Escuela además de estar entre la estructura jerárquica de la Fuerza Aérea, es también una Institución de Educación Superior a nivel de programas tecnológicos avalada por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) y según la Ley 30 de 1992.

La misión de la Escuela es "Formar y capacitar suboficiales en el campo militar y Tecnológico Aeronáutico para el desarrollo de operaciones aéreas" (ESUFA, 2004), es decir que existen dos horizontes que son responsabilidad en la formación del estudiante que ingresa, por un lado el concepto del militar enmarcado en sus principios y valores cuyo método de aprendizaje es instruccional, y por otro una educación tecnológica en cualquiera de las áreas que ofrece la Escuela (cinco programas tecnológicos), en el que existen mayores espacios para que el estudiante sea más autónomo.

Con respecto a la pregunta ¿Cómo puede integrarse la formación militar y la tecnológica? El Proyecto Educativo Institucional (PEI) de la Escuela (ESUFA, 2004) enmarca tres situaciones importantes: integración de las ciencias militares

y tecnológicas soportadas en la disciplina, la formación de un militar que desea hacerlo, que se tenga en cuenta la responsabilidad social que demanda esta profesión y la transversalidad de la filosofía militar en la construcción curricular (ESUFA, 2004)

### **Clasificación de las competencias para su aplicación**

De acuerdo con la clasificación de las competencias usadas por Tobón (2006), se desarrollaran los criterios de las competencias que pueden aplicarse en la Escuela como a continuación se expone: Competencias básicas.

Son fundamentales para vivir en sociedad y desenvolverse en cualquier ámbito laboral, una de las características más importantes de este tipo de competencias es que se desarrollan en la educación básica y media, además son la base para formar otro tipo de competencias, permiten resolver problemas de la vida cotidiana, y son la base fundamental para el procesamiento de información de cualquier tipo.

Algunas competencias básicas formadas en estos momentos de la vida son las competencias comunicativas (comunicar los mensajes acorde con las necesidades de cada situación), la competencia matemática (resolver problemas con base en el lenguaje y procedimientos matemáticos), la de manejo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (Manejar las TIC según requerimientos del contexto), es vital el desarrollo de la competencia de autogestión del proyecto ético de vida (Desde allí se comienzan a planificar de una manera sistémica las metas personales, las estrategias para alcanzarlas y desarrollar un proceso de autoevaluación para las mismas), entre otras.

Cuando en Colombia surgió la transformación de los exámenes de Estado para el ingreso de la educación superior por medio del enfoque



basado en competencias, se desarrollo un tipo de evaluación que permitiera mostrar el desempeño de los estudiantes en tres competencias básicas cognitivas: interpretativa, argumentativa y propositiva, este modelo es el que actualmente es soportado por las políticas del Ministerio de Educación Nacional (MEN).

Este tipo de competencias en la Escuela se puede aplicar para la transformación de los instrumentos de evaluación para admisión a la institución, observado el desempeño del aspirante en cuanto a sus competencias cognoscitivas, comunicativas, matemáticas, sociales, como también de sus proyección de vida en el campo militar.

### Competencias genéricas:

Son aquellas competencias comunes a varias ocupaciones o profesiones que permiten a los estudiantes afrontar los continuos cambios del quehacer profesional (Corominas, 2001, citado por Tobón, 2006), esto permite formar en los estudiante habilidades genéricas que una vez desarrolladas puedan optar por una especialidad en una de las áreas de acuerdo con su proyecto ético de vida.

Las características más importantes de este tipo de competencias son la adaptación a diferentes entornos laborales, no están ligadas a una ocupación es particular, se adquieren mediante procesos sistemáticos de enseñanza – aprendizaje, su adquisición y desempeño puede evaluarse de manera rigurosa.

La aplicabilidad de este tipo de competencias puede basarse en la integralidad y la transversalidad de las dimensiones militar y tecnológica, es decir, tener una formación militar inicial basada en la disciplina, aplicando el diseño instruccional (Ragan y Smith, 1993) como un proceso sistemático por medio del cual se elaboran planes para el desarrollo de materiales

y actividades de enseñanza con base en principios de aprendizaje (citado por Tobón, 2006), es decir, que el paradigma de que el diseño instruccional estaba basado en el conductismo cambia y el concepto puede ser abordado desde distintos modelos pedagógicos, bajo ese término se pueden construir procesos donde se pueden evaluar los desempeños de los Alumnos de manera rigurosa.

Los procesos antes mencionados se fortalecerían con los principios y valores de la institución, también en el inicio del proyecto de vida como militar a los Alumnos se le deben desarrollar habilidades psicomotrices y de resistencia física, contextualizar a los estudiantes acerca de lo que significa ser un militar; a partir de allí se modificaría el currícula, debe ser significativo en el aprendizaje la responsabilidad social, el trabajo en equipo y competencias sociales, el desarrollo de competencias cognoscitivas. basadas en "Doctrina Militar".

En el proceso tecnológico, existirían espacios académicos en los cuales se desarrollen competencias de unas áreas de conocimiento de carácter general que requieren los programas tecnológicos, entre ellas pueden estar las ciencias básicas, el manejo de tecnologías de la información y la comunicación (aunque se debe tener en cuenta que las nuevas generaciones han desarrollado estas competencias rápidamente por haber nacido en esta época), incrementar los desempeños de las competencias básicas de acuerdo al contexto. entre otras.

En este momento del proceso los directivos (profesores, comandantes, directores de programa) junto con el Alumnado deben ir "explorando cual es el querer" de cada uno de los estudiantes (del programa tecnológico escogido) para orientarlo en su proyecto ético de vida y si es necesario hacer cambios



realizarlos de manera responsable con el fin de que las decisiones que tomen de aquí en adelante, sean de beneficio tanto para el Alumno, como para la Institución y la sociedad.

#### Competencias específicas:

Son aquellas competencias propias de una determinada ocupación y profesión (Tobón, 2006), se desarrollan en programas técnicos, de formación para el trabajo y en la educación superior, desde aquí empiezan a observarse los saberes de cada una de las especialidades, así como en el área de ingeniería, cada programa comienza a ejecutar sus procesos de aprendizaje en electrónica, civil, mecánica, entre otras. En la Escuela después de pasar por un momento del proceso de aprendizaje en el cual se busca en el Alumnado el desarrollo de competencias genéricas basado en su proyecto ético de vida en las áreas militares y de ciencias básicas, entre otras, comienza su proceso de aprendizaje en el programa tecnológico escogido (en la Escuela se cuenta actualmente con cinco programas tecnológicos), el desarrollo de estos programas "debe ser una amalgama entre la educación militar y la educación civil" (ESUFA, PEI, 2004), es importante aplicar la transversalidad de los saberes militares e interrelacionarlos con los espacios académicos de tipo tecnológico para así tener una mejor contextualización del aprendizaje y que tenga un carácter significativo.

En este proceso es necesario continuar con la "Practica de Área", con la cual se busca el desarrollo de competencias laborales directamente en las áreas de trabajo, en este momento el Alumnado experimentará la interacción con la realidad laboral, profesional y personal en cada una de las Bases Aéreas, las cuales una vez graduado como Suboficial – Tecnólogo afrontará en su proyecto ético de vida, cabe resaltar que existe un desarrollo profesional y laboral por parte de la Fuerza Aérea Colombiana que genera un proceso

continuo al de la Practica de Área y a los programas tecnológicos.

Investigación del entorno con base en el análisis funcional para poder realizar un diseño curricular basado en competencias se hace necesario tener en cuenta no solamente los aspectos académicos y disciplinares, sino también las necesidades del entorno que inciden en el desarrollo del talento humano que pretende formar la institución educativa, la fuerza Aérea Colombiana en el último decenio ha tenido transformaciones que influyen mediante sus políticas institucionales el desarrollo de la academia en la Escuela, así como las políticas de aseguramiento de la calidad de procesos y en ámbito que se viven en la actualidad Colombiana.

Las funciones son las características que tiene un área de trabajo y sus actividades que un profesional debe ser capaz de desempeñar con el fin de cumplir una meta; en las funciones se determinan como primer término el propósito clave de un área, denominadas función clave, como segundo las funciones de segundo nivel para cumplir ese propósito y como tercera instancia las funciones conexas hasta llegar a las contribuciones individuales, que son los aportes específicos de cada una de las personas, estas serían funciones nivel tres o superior; Tobón se sirve de este concepto para poder abordar el diseño curricular basado en competencias.

#### Construcción de competencias y desempeño idóneo

Dentro de la metodología del diseño del currículo basado en el enfoque socioformativo complejo existe un eje en el cual se hace necesaria la identificación y normalización de competencias. De acuerdo con Tobón (2006), las competencias constituyen la articulación de los requerimientos del contexto social y laboral – empresarial con las expectativas de las personas en cuanto a su formación y autogestión del



proyecto ético de vida, teniendo como base la filosofía institucional y las políticas educativas, de esta manera las competencias buscan ser la orientación de los procesos de aprendizaje para tener una integralidad con referencia a las dimensiones humanas, sus desempeños y las necesidades políticas, sociales, culturales y económicas del entorno.

Como primera medida se deben tener en cuenta si existen normas de competencia establecidas por grupos sectoriales; como en la Fuerzas Militares no existen, es necesario que la Escuela comience a construir las competencias esenciales que requiere formar en los estudiantes, para ello Tobón recomienda los siguientes pasos:

- Identificar las unidades y elementos de competencia: Primero se debe identificar los elementos de competencia, los cuales buscan desempeños de manera específica, su símil en el análisis funcional son las contribuciones individuales específicas para cumplir la función clave (funciones nivel tres y cuatro), luego de tener una serie de elementos de competencia se identifica las unidades de competencia el cual debe ser coherente con los elementos de competencia, serían estos las funciones de nivel dos y por ultimo diferentes unidades de competencia pueden formar una competencia global o lo que en el análisis funcional serian las funciones claves del proceso de aprendizaje.
- La descripción de las competencias en sus diferentes niveles tendría como criterios un verbo en infinitivo que determina la acción que debe realizar el Alumno, un objeto o situación en el cual recae la acción, y una condición de calidad que permite una evidencia para la evaluación del desempeño de la competencia.
- Establecer criterios de desempeño: Los criterios de desempeño recaen directamente en los criterios de la competencia en el cual

se debe observar la acción, la situación u objeto y la condición (que debe tener un parámetro de calidad), adicionalmente se deben describir una serie de resultados en la actividad (sea académica o laboral).

- Determinar el rango de aplicación del elemento de competencia: Con este paso se pretende determinar los contextos, espacios, escenarios donde debe demostrarse el desempeño indicado en el elemento de competencia (Zúñiga, 2003: citado por Tobón, 2006), allí se describen las áreas de trabajo, equipos a utilizar, medios didácticos empleados, herramientas de aprendizaje, maquinaria a utilizar.
- Describir los saberes esenciales requeridos por cada criterio de desempeño: Para este paso es consecuente describir los conocimientos no solo de tipo cognoscitivos (ser conocer), sino además conocimientos de tipo procedimental (ser hacer) y actitudinal (saber ser).
- Establecer las evidencias requeridas: Están orientadas por los criterios de desempeño y su rango de aplicación, permiten probar y evaluar el grado de competencia con el fin de poder determinar la idoneidad de la persona.

### **Implementación del desempeño idóneo en la Escuela**

Como primera medida el desempeño idóneo asociado al concepto de estrategia, se puede pensar como el plan orientador que pretende el desarrollo de metas de aprendizaje (Schunk, 1991, citado por Tobón, 2006), eso implica que para desarrollar una serie de estrategias es necesario aplicar una serie de planes en los aspectos cognoscitivos, afectivos, sociales y motrices (incluidos en los saberes esenciales), acordes con las necesidades del contexto en el



cual se ubica la Fuerza Aérea Colombiana. Desde el punto de vista del enfoque socioformativo es conveniente indicar que el desarrollo del proyecto ético de vida se construye mediante procesos de metacognición, es decir, la toma de conciencia y control de los procesos de desempeño, en el cual existen las etapas de planeación, monitoreo y evaluación; en la Escuela es recomendable aplicar esta serie de lineamientos en el currículo y construir en los primero semestres el desarrollo de la metacognición en los Alumnos, con el fin de que en su posterior proceso de formación se puedan aplicar en los diferentes espacios académicos. Las estrategias que se deben aplicar en el saber hacer deben potencializar los procesos de sensibilización (motivación, emociones y actitudes), personalización (asumir de forma crítica y creativa la información, para la construcción de nuevo conocimiento) y cooperación (conocimiento de la interacción social), basados en valores, actitudes y normas (Tobón, 2006), en la Escuela estos procesos pueden ser transversales en los diferentes espacios académicos y deben estar encaminados a la toma de conciencia y al conocimiento de la importancia que tiene tanto el ser militar y su responsabilidad, como la incidencia del programa tecnológico que cursa en los procesos macro de la institución, el fundamento de la existencia de la Fuerza Aérea en la sociedad y su participación en la construcción de la sociedad colombiana.

Las estrategias para el saber conocer pretenden potencializar los procesos de atención (selección de la información importante de la que no es necesaria), adquisición (información que debe ser incorporada al sistema cognoscitivo), recuperación (recuperar la información almacenada en la memoria para aplicarla en determinada situación), transferencia (relacionar los aprendizajes con otras situaciones) y evaluación (determinar si se han alcanzado las metas); son procedimientos sistemáticos y organizados para codificar,

comprender, retener y reproducir información (Tobón, 2006). Para ello es importante desarrollar en el Alumno procesos de toma de conciencia acerca de estos procesos cognitivos, como también el uso de diferentes didácticas por parte del docente contextualizadas al espacio académico que permitan la apertura de los procesos mentales, así como la articulación de varios conocimientos en situaciones más complejas. En el saber hacer las estrategias deben potencializar el proceso de actuación, basado en la planeación, la regulación y la evaluación, y depende de la tarea que se va a realizar (Tobón, 2006). En la Escuela tanto en el aspecto militar como el tecnológico es necesario implantar planes para el desarrollo de la motricidad fina, al igual que la resistencia física, habilidades de coordinación y lateralidad, esto es necesario en el desarrollo de operaciones militares, de mantenimiento y es importante tener en cuenta en estos procesos, dependiendo del contexto los procesos de modelamiento (aprender de personas que ya tienen un desempeño idóneo) y comprensión de la tarea.

## Conclusiones

En primera instancia es preciso indicar que las competencias no son un modelo pedagógico, son un enfoque que permite la orientación de la construcción de programas y la integración de los saberes evidenciándolos en el desempeño de los estudiantes de acuerdo a unos estándares de calidad, para ello es importante tener en cuenta que este enfoque puede ser aplicado a cualquier modelo pedagógico, a una integración de ellos, o a los lineamientos curriculares que posea la institución educativa, en este caso la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana.

Esos estándares de calidad son construidos desde políticas emanadas desde el Ministerio de Defensa, como también desde el Ministerio de Educación, y deben ser correlacionadas con las políticas internas de la Escuela para poder articular los procesos académicos y los aspectos



curriculares, estos aspectos inciden en la Escuela y es importante que la educación impartida en ella hacia los estudiantes sea coherente con las necesidades del contexto (la Fuerza Aérea Colombiana y la responsabilidad social enmarcada en la Constitución Nacional). Para la administración y en la práctica docente a partir del enfoque socioformativo complejo se hace necesario afrontar el paradigma de que la educación instruccional está basada en el conductismo, de hecho, el enfoque basado en competencias permite evidenciar esas destrezas tan específicas, tomando como ejemplo, el manejo del armamento, no solo desde el saber hacer, es decir, como se opera, sino que sucede con el Alumno en su proceso cognoscitivo (la comprensión sobre el uso de las armas y su importancia) y actitudinal (que siente el Alumno al tener un arma en sus manos, cuál es su reacción) frente a un material bélico otorgado por el Estado para mantener la soberanía de la nación, buscando así el desempeño idóneo del estudiante.

Es importante generar en los Alumnos ciertos espacios académicos para la comprensión de los procesos de metaplaneación del proyecto ético de vida y todos sus componentes para tener un buen desarrollo de las estrategias para obtener el desempeño idóneo que requiere la institución.

En los docentes también se hace necesario una transformación del paradigma, debido a las condiciones típicas de una institución militar, desde la construcción del conocimiento junto con los estudiantes, la detección de problemas en los procesos de aprendizaje y tener en cuenta su conocimiento previo para el desarrollo de sus desempeños, en la cual no solo se debe verificar un solo saber (de acuerdo con lo que se pretende evaluar), sino identificar que se está desarrollando como un ser integral.

En la actualidad existe una bifurcación en la educación entre los componentes militar y tecnológico, se observa en primera instancia una

desarticulación ya que se manejan desde dos programas diferentes, creando una fragmentación que no permite cumplir con los lineamientos curriculares establecidos en el Proyecto Educativo Institucional, sería bueno en pensar la integración de los dos componentes en cada uno de los programas tecnológicos de acuerdo a su contexto. Para poder construir las competencias, aunque sería ideal la transdisciplinariedad, se hace necesaria como mínimo la interdisciplinariedad para poder integrar los saberes, generar interrelaciones que permitan al estudiantado comprender la significancia que tiene cada una de las asignaturas y su relación con su vida cotidiana, laboral y social.

## REFERENCIAS

- ESUFA, PEI (2004). Proyecto Educativo Institucional Escuela de Suboficiales, recuperado el 16 de Agosto de 2008 de <http://www.esufa.edu.co>
- Fuerza Aérea Colombiana. (Junio de 2006). Plan Estratégico Institucional 2006 - 2019. Recuperado el 23 de Junio de 2008, de <http://www.fac.mil.co/?idcategoria=31>
- Maldonado García, M. Á. (2001). Las competencias, una opción de vida. Bogotá D.C.: ECOE Ediciones.
- Tobón, S. (2006). Formación basada en competencias. Pensamiento Complejo, diseño curricular y didáctica (Segunda ed.). Bogotá D.C., Colombia: ECOE Ediciones.
- Tobón, S. (2006a). Competencias en la educación superior. Bogotá D.C.: ECOE Ediciones.
- Tobón, S. (2006b). Aspectos básicos de la Formación basada en Competencias, Talca: Proyecto Messesup. Recuperado el 06 de Agosto de 2008 de [www.tecnologicocomfacuca.edu.co/Imagenes/archivos/Aspectos%20basicos%20FBC.pdf](http://www.tecnologicocomfacuca.edu.co/Imagenes/archivos/Aspectos%20basicos%20FBC.pdf)



# Historia en la ESUFA

## Ascenso Jefe de Comando en la ESUFA TJC. Linares Amezquita Javier



El señor tjc. Jose Javier Linares Amezquita ingresó al alma mater de la suboficialidad el 10 de marzo de 1979, como alumno integrante del curso número 53, de la especialidad de infantería de aviación denominación que recibía en ese entonces, hoy seguridad y defensa de bases aéreas; en el año de 1983 conforma su hogar en compañía de la señora Yolanda Rodríguez Vargas de cuya dicha union nacen sus hijos Viviana, Oscar, Javier y Jose David, quienes por la voluntad de dios, con su grata, calurosa y afectiva compañía me han acompañado a lo largo de esta carrera militar.

Su primera destinacion fue al comando aéreo de transporte militar y posteriormente fue trasladado nuevamente a la escuela de suboficiales FAC en el año de 1985, desempeñandose como comandante de elemento, jefe sección de intendencia y régimen interno de escuadrón, hasta el año de 1992 año en el que se traslada para la escuela militar de aviación donde cumplió su función como jefe de la sección de operaciones en el grupo de seguridad.

Para el año de 1993 por orden del comando FAC, es destinado a prestar sus servicios en el comando general de las fuerzas militares en la sección seguridad de personas donde por su experiencia e idoneidad es requerido para pasar a desempeñarse como analista en la jefatura de inteligencia FAC hasta el año 2002. Realizó durante su carrera curso de paracaidista, instructor de policia militar, curso para escolta motorizado en la policia nacional, analisis de documentos y supervisor de seguridad aeroportuaria. Se escalafonó como instructor académico en quinta categoría asi como el curso de formador de formadores. en el año 2003 es ascendido al grado de técnico jefe encontrandose prestando sus servicios en la escuela de suboficiales FAC. En el mes de marzo de 2007 adelanto el curso internacional para jefe de comando en la escuela de relaciones civiles y militares del ejercito nacional, como integrante del curso número 08 de liderazgo donde participaron suboficiales del ejercito, armada nacional y suboficiales invitados de paises suramericanos de el Salvador, Panama, Honduras, Guatemala, Ecuador, Chile, Brasil y Paraguay.

Por disposicion del comando FAC es ascendido al grado de técnico jefe de comando el 01 de septiembre de 2008, por haber reunido los requisitos de ley, y como reconocimiento a sus virtudes y servicios prestados a la institución; sea esta la ocasión para felicitarlo por tan grande logro lo cual motiva a las nuevas generaciones para que se proyecten y alcancen este significativo grado.





**Suboficial de la Fuerza Aérea Colombiana  
 Seleccionado como el Mejor Suboficial  
 del año 2008 en la ESUFA  
 TP. Omar Morales Cueto**



A Dios, a mi familia y a mi esposa Clara Lucía que me ha apoyado en todos mis sueños...

TP. MORALES CUETO OMAR (ESUFA)

Gestor e implementador.

Integrante Curso: No. 67 de suboficiales FAC.

Fecha de Nacimiento: 03-03-76

Cargo Actual: Jefe Tecnología Electrónica Aeronáutica.

Estudios Realizados:

- Tecnólogo en electrónica aeronáutica ESUFA 1995.
- Ingeniero electrónico y telecomunicaciones Universidad Cooperativa de Colombia.

Antecedentes Laborales: Se desempeñó como especialista de aviónica en los talleres de electrónica a bordo de las unidades de CACOM 4 y CAMAN desde 1995 hasta enero del 2006 sobresaliendo en trabajos especiales de reparación, ajuste y calibración de equipos de comunicación y navegación aeronáuticos así como en la modernización del helicóptero FAC 4002 (primer helicóptero presidencial en Colombia) en el cual en el año 1997 se le realiza el cambio de toda la instalación eléctrica y de nuevos equipos de aviónica de la línea Bendix King ahorrando recursos a la institución.

En el año 2006 asume la coordinación y jefatura de la tecnología en electrónica aeronáutica de ESUFA y recibe de los anteriores suboficiales que tenían a su cargo la tecnología una locación construida de un laboratorio nuevo pero vacío así como unos bosquejos de ideas de dotar el laboratorio para fines de instrucción en AVIÓNICA (estudio de electrónica aeronáutica, comunicación, navegación, instrumentos, eléctricos).







El TP. Morales entonces comienza a estructurar un anteproyecto, solicitud de apoyo presupuestal y la idea de implementar un laboratorio único en Colombia para el entrenamiento virtual e interactivo de los nuevos sistemas integrados de aviónica de aeronaves de última generación.

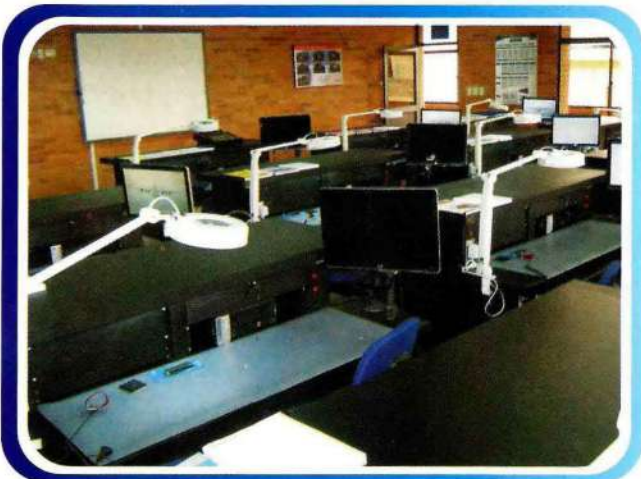
Este proyecto fue apoyado por las actuales directivas del grupo académico así como por parte de la dirección y subdirección de la escuela de suboficiales FAC, el personal de los departamentos de planeación, contratos y financiero donde se logra que el Comando General de la Fuerza Aérea Colombiana a través de EMAPE apoyara el proyecto para implementar la primera etapa de dotación ejecutada en el primer semestre del 2008 por un valor de \$300.000.000 con los cuales se adquieren equipos modernos de computo, los mejores muebles técnicos para trabajo en electrónica suministrados por industria nacional, excelentes sistemas de audiovisuales y lo mas importante se adquiere software de diseño electrónico, entrenadores basados en programas de computación CBT's de electrónica aeronáutica y telecomunicaciones.

En cada curso de repaso se invitará un suboficial experto que tenga certificado del curso aeronáutico adquirido en el exterior proporcionado por la Fuerza Aérea para ejercer su factor multiplicador del mismo.

Lo anterior con el fin de brindar una gran ayuda al proceso de recuperar la capacidad reparadora de la fuerza y mantener su personal técnico y tecnólogo actualizado.

El próximo paso es ofrecer cursos de recurrencia a nivel (técnico especialista en sistemas de comunicación, navegación, eléctricos e instrumentos aeronáuticos) a cualquier empresa civil o militar que lo requiera y así poder vender servicios de capacitación con el fin de reforzar el desarrollo investigativo de la tecnología en electrónica aeronáutica en lo referente al desarrollo de monografías con estos énfasis.

Con la implementación del laboratorio de aviónica único en Colombia, la Escuela de suboficiales ESUFA. da un paso importante para mantener el liderazgo en el campo aeronáutico a nivel militar, debido a que es el primer laboratorio en el país de esta temática que acompañado de los docentes militares y civiles de todas las unidades FAC, abrirán con esta realidad un nuevo camino a la investigación en electrónica aeronáutica en el país.





## **ESUFA Recibió la Condecoración Policarpa Salavarrieta AT. Luis Fernando Martínez**



**E**n el marco de la Ceremonia de Entrega de Armas y Juramento de Bandera de los Cursos 04 extraordinario y 18 administrativo de Suboficiales, fue entregada esta máxima distinción en la orden de Gran Cruz a la Escuela de Suboficiales FAC.

“Fiel a la filosofía de exaltar por meritos a instituciones que han aportado a la construcción de un mejor Departamento y teniendo en cuenta que ESUFA, con 76 años de historia de los cuales 38 de ellos han transcurrido en el Municipio de Madrid, graduando 79 promociones de Suboficiales regulares y 17 administrativos, que han llegado a la gloria de Colombia y Latinoamérica”. Es lo que en uno de sus apartes menciona la proposición numero 02 por la cual la Asamblea Departamental otorgó esta condecoración reconociendo el liderazgo en al ámbito aeroespacial y el compromiso con la sociedad Colombiana según lo dispuesto por los honorables diputados Juan Carlos Coy Carrazco, Gloria Betty Zorro Africano, Luis Aroldo Ulloa, Juan Manuel Cotrino y Oscar Carbonel, quienes presentaron dicho documento para llevar a cabo este importante reconocimiento al alma mater de la Suboficialidad Aérea.

Por ello, el Señor Coronel Fabio Baquero (Director de ESUFA), manifestó el orgullo y satisfacción que siente la comunidad académica de la Escuela al recibir, de manos de estos honorables diputados, la máxima presea que entrega el Departamento de Cundinamarca en reconocimiento a los logros obtenidos, dejando claro que es un gesto que estimula y motiva a todos los hombres y mujeres que integran esta institución Militar de educación superior tecnológica, la cual se siente parte activa del desarrollo de Madrid y de Cundinamarca.



Proposición No. 02  
La Honorable Asamblea de  
Cundinamarca,

Fiel a la filosofía de exaltar por méritos a las instituciones que han aportado a la construcción de un mejor Departamento. Y teniendo en cuenta que Escuela de Suboficiales "Capitán Andrés M. Díaz Díaz", con Setenta y Seis Años de Historia de los cuales 38 años han transcurrido en el Municipio de Madrid, Cundinamarca, graduando a 79 Promociones de Suboficiales Regulares y 17 Administrativos, que han llenado de Gloria a Colombia y Latinoamérica.

Siendo reconocida como una Institución de Educación Superior de Alta calidad por el Ministerio de Educación Nacional y Gobiernos Latinoamericanos, gracias a sus aportes, a los conocimientos aeronáuticos y científicos, a la innovación tecnológica y a una cultura aeronáutica para nuestro país.

La Escuela de Suboficiales "Capitán Andrés M. Díaz Díaz" es motivo de orgullo no solo para la fuerza Aérea sino para el Departamento y la Nación. Ha que es la primera institución, tecnológica aeronáutica que obtiene este reconocimiento, el cual ha sido, el resultado del trabajo, de impacto en aspectos académicos, de desarrollo tecnológico, investigación aeronáutica y social, meritos liderados por su Director Coronel Fabio Baquero.

su trayectoria nos permite concluir, que

**La Escuela de Suboficiales  
"Capitán Andrés M. Díaz Díaz"**

y en su nombre el Coronel Fabio Baquero es merecedor de la mayor dignidad del Departamento de Cundinamarca:

Se Otorga La Condecoración Orden al Mérito  
**Policarpa Salavarrieta**  
en su Máximo Grado de Gran Cruz.

como Reconocimiento a su liderazgo y compromiso con la fuerza Aérea Colombiana, Madrid, Cundinamarca y nuestra querida Colombia.

La Mesa Directiva en uso de sus atribuciones legales designa a los proponentes para hacer entrega formal de la Proposición a su Director

**Coronel Fabio Baquero**

le invitese a recibir esta Condecoración en Acto Solemne.

Transcribese en nota de estilo la presente Proposición y hágase la respectiva entrega en Ceremonia Protocolaria.  
Comuníquese y Cúmplase

Proposición presentada por los Honorables Diputados:

Juan Carlos Coy Carrasco

Gloria Betty Juan Ariano

Luis Abello Ulloa L.  
Presidente

Juan Manuel Estrada G.  
Vicepresidente

Osiris Caraball R.  
Segundo Vicepresidente

Dada en Bogotá, D.C. al primer día del mes de Octubre de 2008.



# TECNOESUFA

## Revista de Tecnología Aeronáutica

**E**n el año 2004 la Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz de la Fuerza Aérea Colombiana inicia la publicación de la revista académica TECNOESUFA, de divulgación académica, científica y tecnológica aeronáutica, resaltándose la importancia hacia la investigación, el desarrollo de la ciencia y la tecnología aeronáutica, reflexionando alrededor de estos campos, generando innovación en el conocimiento y reconociendo su valor y trascendencia, así como, velando por su promoción, difusión y cultura en pro del cumplimiento de la misión de la Fuerza Aérea Colombiana.

Este espacio de comunicación institucional circula semestralmente, y cuenta con artículos resultados de la investigación propuestos por el personal docente, de alumnos de la Institución, y de importantes colaboradores de entidades relacionadas con el ámbito de la investigación y la tecnología aeronáutica, que sobresalen a nivel nacional por sus conocimientos y trayectoria.

En sus secciones principales se tratan temas institucionales, de ciencia, tecnología, historia y educación aeronáutica, abarcando, así aspectos de vital importancia en el campo de la ciencia y tecnología aeronáutica, que coadyuvarán a su desarrollo en el país.

Hoy 2008 cumple cinco años de estar semestralmente fortaleciendo los canales de comunicación entre los distintos grupos de docentes y los programas permitiendo la formulación de proyectos académicos inter y transdisciplinarios a la vez que propicia la interacción de alumnos y equipos de investigación.

En estos primeros cinco años TECNOESUFA, ha tenido un crecimiento en general positivo en los artículos publicados; se han ampliado los enfoques llenando expectativas y consolidando sus secciones. En los objetivos planteados existe concordancia y los resultados de estos cinco años en la promoción y desarrollo de la investigación en tecnología aeronáutica en ESUFA. Se espera que en las próximas publicaciones se dé cobertura a artículos de transferencia y adopción de tecnología aeronáutica y fortalecer vínculos con investigadores nacionales e internacionales para publicar sus experiencias.



# 5 Años

## Generando Cultura Tecnológica Aeronáutica

### Año 2004

Vol.1. "FORMANDO SUBOFICIALES PARA GARANTIZAR LA SOBERANÍA AÉREA"

Vol.2. "LA INVESTIGACIÓN: COMPROMISO CON LA CONSTRUCCIÓN DEL SABER TECNOLÓGICO"

### Año 2005

Vol.3. "LA GESTION: FUNDAMENTO DEL DESARROLLO DE LA CULTURA AERONÁUTICA MILITAR"

Vol.4. "LA TECNOLOGÍA AL SERVICIO DE LA SEGURIDAD AÉREA"

### Año 2006

Vol.5. "74 AÑOS FORMANDO SUBOFICIALES CON ALTA CALIDAD"

Vol.6. "LA ACREDITACIÓN: RESULTADO DE UN PROCESO DE GESTIÓN DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR"

### Año 2007

Vol.7. "LA INVESTIGACIÓN FORMATIVA: FUNDAMENTO DEL SABER CIENTÍFICO TECNOLÓGICO AERONÁUTICO"

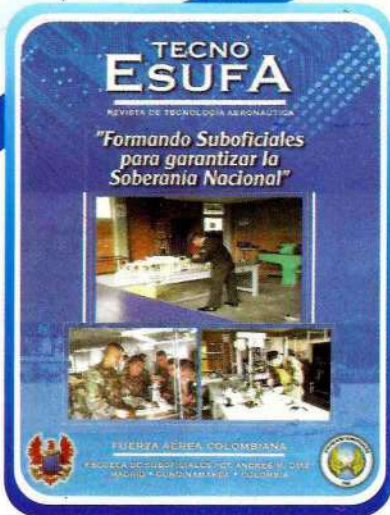
Vol.8. "LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DINAMIZADORAS DE LA TECNOLOGÍA AERONÁUTICA"

### Año 2008

Vol.9. "ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA TECNOLOGÍA AERONÁUTICA"

Vol.10. "EXPERIENCIAS EN DESARROLLO E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA"

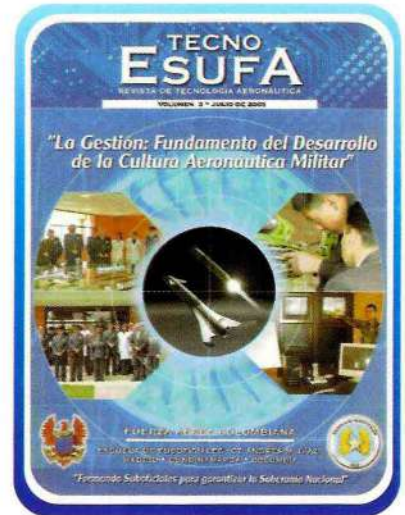




Vol. 1



Vol. 2



Vol. 3



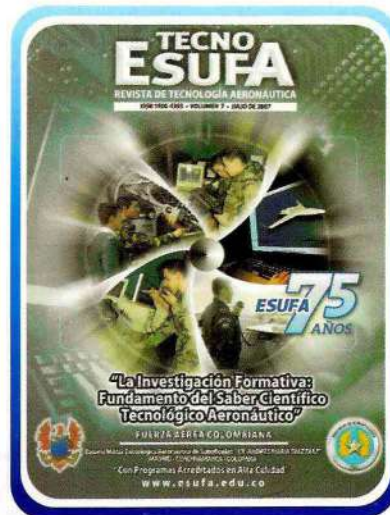
Vol. 4



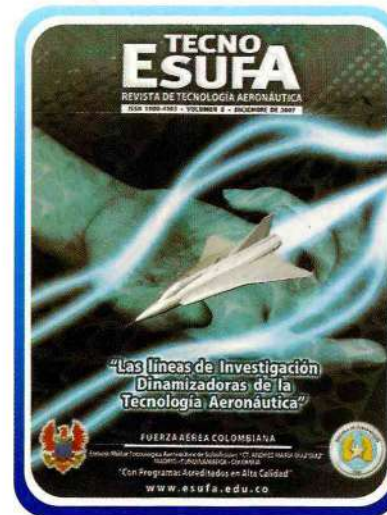
Vol. 5



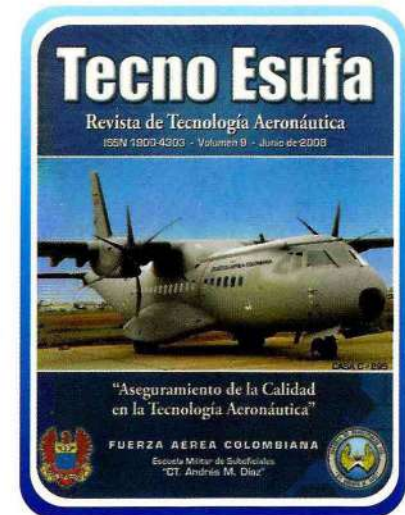
Vol. 6



Vol. 7



Vol. 8



Vol. 9



## EDITORIAL

CR. Fabio Baquero Valdés.  
Director Escuela de Suboficiales FAC

## INSTITUCIONALES

Excelencias en la Calidad Educativa  
ST. zarur Valderrama Ivetthe

Formación en el ser, para un Mundo Globalizado  
Olga Terreros Carrillo. MGT

## CIENCIA Y TECNOLOGÍA AERONÁUTICA

Herramienta BCDG - 079 Extractora de los componentes del HUB de los Helicópteros BELL 212 y HUEY LICACOM 4.  
DS. Pachón López Jhon Jairo - DS. Rodríguez Jiménez Roniyer A. - DS. Rodríguez Luna Edgar Alexander

Diseño de un Centro Logístico para el comando aéreo de transporte militar CATAM  
DR. Garrido Floyd Carlos Alberto - DS. Bocanegra Peña Mauricio - DS. Vásquez Álvarez Jhon Edison

Implementación de un banco de prueba para indicadores y probetas del sistema de combustible del AC - 47T.  
SBR. Burbano Guzmán Jhon Alberto - SBR. Trujillo Corral Carlos Andrés - DS. Arce Castañeda Héctor Fabio

PROYECTOS DE GRADO CURSO 79/2007

## EDUCACIÓN AERONÁUTICA

Especialización Tecnológica en Calidad Aeronáutica  
Alfonso Rey Mora

## HISTORIA AERONÁUTICA

Historia y Personajes  
TS. Carlos Roberto Hurtado Hurtado  
TS. Juan Alfonso Piñeros Calderón  
RTS. Plinio Marquez Aponte





5  
AÑOS

**PROGRAMAS TECNOLÓGICOS  
CERTIFICADOS CON ALTA CALIDAD**

**Comunicaciones  
Aeronáuticas**

**Abastecimientos  
Aeronáutico**

**Mantenimiento  
Aeronáutico**

**Electrónica  
Aeronáutica**

**Seguridad  
Aeroportuaria**

**Primera Fuerza Militar Certificada en todos sus procesos**



Escuela Militar de Suboficiales FAC "CT. ANDRÉS M. DÍAZ"  
Cra. 5 No. 2-92 Sur. Madrid - Cundinamarca - Tels.: 820 90 67 / 820 90 80 / 820 90 78  
[www.esufa.edu.co](http://www.esufa.edu.co)