

TECNO ESUFA

REVISTA DE TECNOLOGÍA AERONÁUTICA

ISSN 1900-4303 • volumen 18 • diciembre 2012



"La calidad no se define, se siente" - anónimo



FUERZA AÉREA COLOMBIANA
Escuela de Suboficiales "CT. Andrés M. Díaz"



"La calidad no se define, se siente" - anónimo"

Es una Publicación Académica, Científica y Tecnológica de la Escuela de Suboficiales "CT. Andrés M. Díaz" de la Fuerza Aérea Colombiana, cuyo Propósito se Fundamenta en la Divulgación de Artículos, Resultado del Proceso de Investigación Formativa, de Investigación Tecnológica 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 son responsables legales de los conceptos expresados en los artículos, ya que estos expresan la opinión de los respectivos autores y no genera la acusación de honorarios.

Nos 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 DE 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 FAC "CT. Andrés M. Díaz"
Cra. 5 No. 2-92 Sur, Madrid-Cundinamarca
www.esufa.edu.co
e-mail: investigacion.academico@gmail.com
e-mail: esufa.investigacion@fac.mil.co
e-mail: revistatecnoesufa@gmail.com

COMITÉ DE ARBITRAJE

TE. Erwin Alfonso Sierra Salazar
Magister en Ingeniería Industrial

OD16. Alicia del Pilar Martínez Lobo
*Estudiante de Maestría Docencia e Investigación
Universidad Sergio Arboleda*

OD13. Francia María Cabrera Castro
Magister en Física, Estudiante Doctorado en Física

OD13. Patricia Cadena Caicedo
*Estudiante de Maestría Docencia e Investigación
U. Sergio Arboleda*

COMITÉ DE EVALUACIÓN

TE. Erwin Alfonso Sierra Salazar
*Magister Ingeniería Industrial
Pontificia Universidad Javeriana*

TJ. Carlos Héctor Quinchia Wilches
Jefe Programa Tecnología Seguridad Aeroportuaria

TS. Juan Edilberto Guio Vargas
Jefe Programa Tecnología de Comunicaciones Aeronáuticas

TS. Fernando Mape Guzmán
Jefe Programa Tecnología de Inteligencia Aérea

TS. Jorge Enrique Parra Montaña
Jefe Programa Tecnología Mantenimiento Aeronáutico

TS. Omar Arnulfo Morales Cueto
Jefe Programa Tecnología Electrónica Aeronáutica

TS. Cesar Martínez Escobar
Jefe Programa Tecnología Defensa Aérea

TP. Alexander Trejos Herrera
Jefe Programa Tecnología Abastecimientos

OD13. Francia María Cabrera Castro
Magister en Física, Estudiante Doctorado en Física

OD13. Guillermo Fabio Vargas
Especialista en Docencia Universitaria

OD13. Daniel Arteaga Puentes
Ingeniero Aeronáutico

COMITÉ EVALUADOR EXTERNO

MY. (R) Richard Fajardo Vergara
Magister (no titulado) en Negocios y Relaciones Internacionales

Gloria María Carrillo Lozano
Licenciada en Ciencias de la Educación con especialidad en física y estudiante de maestría en ciencias - Física.

Diego Gerardo Roldán Jiménez
*Docente Departamento de matemáticas
Ingeniero aeronáutico Universidad los Libertadores, Bogotá.*

ESPAÑOL - INGLÉS

OD.13. Marisol Romero Parra
Estudiante de Maestría de educación en énfasis lenguaje cultura y comunicación



DIRECTOR

CR. Carlos Mario Zapata Ortíz

Director Escuela de Suboficiales FAC

COMITÉ EDITORIAL

CR. Carlos Mario Zapata Ortíz

Director Escuela de Suboficiales FAC

TC. Edgar Ricardo Montenegro Romo

Subdirector Escuela de Suboficiales FAC

TC. Jhon Fredy Forero Soto

Comandante Grupo Académico

TE. Erwin Alfonso Sierra Salazar

Comandante Escuadrón Investigación

OD16. Alicia del Pilar Martínez Lobo

Jefe Investigación Formativa

OD13. Francia María Cabrera Castro

Subdirectora de proyectos I+D+I

OD13. Patricia Cadena Caicedo

Jefe Protección del Conocimiento

DIRECCIÓN

Escuela de Suboficiales CT. Andrés María Díaz

Cra. 5 No. 2-92 Sur

Madrid - Cundinamarca/Colombia

Teléfono: (1) 8209078 / 80 Ext. 1724

Escuadrón de Investigación

e-mail: investigacion.academico@gmail.com

e-mail: esufa.investigacion@fac.mil.co

e-mail: revistatecnoesufa@gmail.com

Sitio web: www.esufa.edu.co

Espanol – Inglés

OD.13. Marisol Romero Parra

Estudiante de Maestría de educación con énfasis en lenguaje cultura y comunicación

Fotografía

Eliecer Garcia Moreno

Fotografo ESUFA

DISEÑO, PREPrensa E IMPRESIÓN

Strategy Ltda.

(1) 335 0778 | 571 0350

www.strategyltda.com

ÍNDICE

INSTITUCIONALES

4. ¿AUTOEVALUARNOS... OTRA VEZ?
PD4. Flor Esperanza Hernández de Santos
8. INVESTIGANDO UN MODELO PEDAGÓGICO DESDE Y PARA LO CASTRENSE
PD4. Olga Esperanza Terreros Carrillo

CIENCIA Y TECNOLOGÍA AERONÁUTICA

17. LAS REVOLUCIONES CIENTÍFICAS, EL IMPACTO SOCIAL Y LA EDUCACIÓN
*Alexander Gonzalez-Castaño
Ricardo Bernal Jiménez*
24. DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN CRÍTICA EN LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN EN UN MOTOR COHETE
*Hernán Cerón
Saulo A. Gómez*
29. IMPORTANCIA DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE COHETES SONDA EN LATINOAMÉRICA, BRASIL Y ARGENTINA
Jenny Carolina Robledo Asencio
38. ANÁLISIS ESTRUCTURAL (CUERPO COHETE), TIPO DE REMACHADO Y CALCULO DE ESPESOR DE LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN
*Andreas Gravenhorst
Andrés D Reina Castro*
48. CONTADOR DE MUNICIÓN SUELTA
*DS. Ramos Acosta Carlos Andrés
DS. Abril Roza Anderson Fabián
DS. Guzmán Acosta Juan Guillermo*
52. LA NOBLE LABOR DEL DIRECTOR MUSICAL
Técnico Jefe Carlos Arturo Forero Farfán

TRABAJOS DE GRADO

55. TRABAJOS DE GRADO CURSO 84

PRESENTACIÓN

La Escuela de Suboficiales en los últimos años ha venido demostrando su posicionamiento ante el país como institución de educación superior a través de sus avances alcanzando reconocimientos Institucionales y Nacionales por alta calidad en la formación tanto académica como investigativa: en 2011 recibió el "Premio de educación con alta calidad" otorgado por el Ministerio de Educación Nacional, en el 2012 por su parte, recibió de la Jefatura de Educación Aeronáutica de la Fuerza Aérea Colombiana el "Premio de Ciencia y Tecnología", reconocimiento que se otorga por el aporte a la Investigación e innovación que hace la unidad al desarrollo tecnológico de la Fuerza.

El 2013 es un año más de retos para seguir evolucionando, lo alcanzaremos a través de los procesos de autoevaluación y los planes de mejoramiento, por lo que se requiere de un pensamiento cuidadoso que coadyuvará al crecimiento personal y por ende a la reacreditación institucional.

Invitamos a toda la comunidad académica a mantener una verdadera reflexión de aquellos elementos que han consolidado este reconocimiento a la loable labor educativa que se tiene en la Escuela de Suboficiales "CT. Andrés M. Díaz".

Escuadrón Investigación





EDITORIAL

Es esta la oportunidad de presentar por parte de la Escuela de Suboficiales FAC "CT. Andrés M. Díaz" la labor que durante 80 años al servicio de nuestro país ha demostrado. Lo anterior, soslayando innumerables obstáculos, preparándose y manteniéndose a la vanguardia del progreso mundial, así como, enfocándose en ir más allá de nuestra misión como fuerza militar y del arduo trabajo que como ejecutora del poderío aéreo efectúa, esto es, el apoyo a la investigación y desarrollo de la tecnología aeronáutica, el cual, ha propendido por posicionar a esta Institución entre las de más alta calidad educativa del país.

Durante ocho décadas la ESUFA ha evolucionado orientándose hacia el futuro, formando profesionales altamente capacitados para desarrollar y operar tecnología exigente, hasta alcanzar niveles de carácter internacional.

En la presente edición de la revista Tecno ESUFA, el lector podrá cautivarse con la visión y el aporte que los miembros de esta Institución han generado durante la historia aeronáutica del país, asimismo, conocerán los proyectos que impulsan la creatividad y los sueños de quienes día tras día invierten sus conocimientos y emociones en impulsar la Fuerza Aérea Colombiana como una de las primeras del mundo.

Una de las finalidades de esta edición es difundir el interés que tiene la Escuela en el desarrollo de sistemas de Autoevaluación en la Educación Superior, promoviendo la reflexión de todos los actores educativos, siendo una tarea compleja que ha requerido grandes esfuerzos llevando consigo una serie de dificultades al momento



de diseñar, construir y desarrollar modelos aplicados, los cuales en muchos casos resuelven el interés inmediato de la institución.

Finalmente se evidencia y resalta el trabajo de quienes a través del arte han representado cautelosamente a la Escuela de Suboficiales FAC, me refiero a los músicos militares que consagran su tiempo a engrandecer la Institución con una labor, que en respuesta a su dedicación, disciplina y talento, se ha visto altamente reconocida a nivel nacional.

Al término de esta lectura se demostrará una vez más que la revista Tecno ESUFA, en cabeza de todos aquellos que de manera ética, responsable y profesionalmente la elaboran, ha alcanzado una categoría importante dentro de las revistas científicas y por ello la Escuela de Suboficiales FAC puede exponer libremente los avances alcanzados, para ser libremente consultados y trascendentalmente mejorados.

Coronel CARLOS MARIO ZAPATA ORTIZ
Director de la Escuela de Suboficiales
"CT. Andrés M. Díaz"



¿AUTOEVALUARNOS... OTRA VEZ?

Selfassessing us..... again?

**PD4. FLOR ESPERANZA HERNÁNDEZ
DE SANTOS**

Jefe Autoevaluación ESUFA

e-mail: esufa.investigacion@fac.mil.co

*Fecha de Recepción: 2 de noviembre de
2012*

*Fecha de Aprobación: 6 de noviembre de
2012*

ABSTRACT

As it follows below, there are presented some considerations from self-assessment process experience and its incidence in different educational management areas, as well as the commitment in different institutional instances. It is concluded that self-assessment of educational management is an eminently reflective process by educational actors and it must start from concrete purposes: leadership and executive management incidents in a meaningful way in improvement plans.

Keywords:

Self assessment, autonomy, quality assurance, improvement plans.

RESUMEN

A continuación se presentan algunas consideraciones desde la experiencia de procesos autoevaluativos y su incidencia en las diferentes áreas de gestión educativa, así como el compromiso de las diferentes instancias institucionales. Se concluye que la autoevaluación de la gestión institucional es un proceso eminentemente reflexivo, por parte de los actores educativos y debe partir de propósitos concretos; el liderazgo y la gestión directiva incide de forma importante en los planes de mejora.

Palabras Claves

Autoevaluación, autonomía, aseguramiento de la calidad, planes de mejora

Para el desarrollo del siguiente artículo, tomaré como referente teórico los propósitos y enunciados de el modelo de autoevaluación para la Escuela de Suboficiales, FAC "Hacia el aseguramiento de la excelencia educativa", pues la consolidación de una cultura auto-evaluativa amerita una reflexión por parte de los actores educativos sobre sus propias practicas auto-evaluativas las cuales deben tener una significación desde lo educativo y para lo educativo.

UNA APROXIMACIÓN A LOS PROCESOS DE AUTOEVALUACIÓN EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE EDUCACIÓN SUPERIOR

Fundamentalmente la misión de una institución educativa es la de enseñar para que sus estudiantes aprendan, en tal sentido una institución educativa cuando se compromete ante la sociedad con la formación, adquiere no solo responsabilidades de orden legal sino compromisos éticos y sociales, ante quienes en calidad de estudiantes han elegido ser parte de una comunidad educativa para formarse académica y profesionalmente en un campo del saber.



A partir de este propósito formativo, la autoevaluación debe ser mirada como un proceso de reflexión metódica con respecto a la misión institucional y esta reflexión se soporta en el análisis proveniente de los actores educativos que desde su mirada particular emitan juicios valorativos sobre la manera como la institución ha realizado su gestión educativa desde: lo directivo, lo académico y lo administrativo.

La participación pues, es sinónimo de madurez alcanzada por una comunidad. La real academia de la lengua define el término participar como: "tomar una parte de una cosa, compartir, ...". Entonces para que la participación genere verdaderas dinámicas al interior de una comunidad educativa debe interpretarse como una acción crítica que permita producir cambios educativos en pro de las instituciones.

La participación en la autoevaluación no solo es una tarea fundamental de la gestión directiva sino que debe darse desde la iniciativa del rector quien debe ser su principal motivador y dinamizador para lograr también el compromiso de sus equipos: estudiantes, docentes y administrativos.

El deber ser de la autoevaluación es promover la reflexión de todos los actores educativos en torno al

En tal virtud un principio fundamental de la autoevaluación se sustenta en la participación de la comunidad académica como garante de un diagnóstico real - quienes a través de espacios de discusión dados por la misma institución - puedan manifestarse sobre los procesos que se encuentran afianzados en la institución y que han alcanzado los resultados esperados, así como también los que requieren ser fortalecidos.

cumplimiento de la misión institucional que para el caso de las instituciones de educación superior está dado desde sus funciones sustantivas: docencia, investigación e impacto sobre el medio.

El ejercicio auto-evaluativo se ha apoyado metodológicamente en fases, etapas y acciones que van desde la recolección, sistematización, análisis y valoración de una información –interna o externa – que permita como ya se ha dicho, determinar fortalezas y oportunidades de mejora.

De acuerdo con lo anteriormente señalado, es evidente entonces que la evaluación como proceso involucra la toma de decisiones y el participar permite dar a conocer otros puntos de vista y búsqueda de mejora continua. Luego los resultados de la autoevaluación institucional no deben convertirse en un pretexto para buscar culpables, hacer señalamientos ni mucho menos generar acciones punitivas; la madurez académica de una institución se mide por la capacidad de sus miembros de disentir y consensuar sin que ello altere el orden y el desarrollo de sus procesos y relaciones y para ello se requiere una mentalidad abierta que combata la percepción de la auto-evaluación como mecanismo de control y sanción.

HACIA EL ASEGURAMIENTO DE UNA CULTURA AUTOEVALUATIVA

La ley 30/92 (Capítulo V, Art. 55) expresa: “La autoevaluación institucional es una tarea permanente de las instituciones de Educación Superior y hará parte del proceso de acreditación”. El término tarea permanente debe entenderse dentro del ejercicio de la autonomía universitaria, como un ejercicio responsable y cotidiano que toda institución está llamada a ejercer.

Debo señalar que los diferentes postulados educativos para la sociedad del siglo XXI, demandan de las instituciones educativas formar ciudadanos que además de contar con bagaje de conocimientos que les permitan

Asegurar la calidad educativa no debe limitarse solo a gestión documental o de cifras, que aunque necesarias, podrían distraer de lo que realmente significa “aseguramiento de la calidad en lo educativo y para lo educativo”. Más allá de las cifras y retomando lo señalado en el punto anterior la promoción y generación de espacios para el debate sobre cuestiones académicas favorece una cultura de la

participación y posibilita que los actores educativos, que en ocasiones resuelven sus dudas desde una única

mirada, puedan aportar y adoptar puntos de vista diferentes.



convivir, también se le proporcionen las herramientas para enfrentar nuevos retos y resolver problemáticas que requieren de la participación consciente y comprometida de todos, dentro de los marcos de tolerancia y respeto. Por lo tanto, los espacios auto-evaluativos están llamados a favorecer estas competencias como el convivir, el tolerar, el reflexionar, el disentir así como también el consensuar.

La autoevaluación como herramienta de aseguramiento de la calidad, debe propiciar en los actores

involucrados el interés sobre: los aspectos a evaluar, reflexión colectiva, los acuerdos necesarios entre los actores involucrados y la articulación de las propuestas de mejora con los propósitos formativos.

Así mismo lo expresa el documento sobre Autoevaluación de programas curriculares, conceptos y procesos pág. 62 : “El aseguramiento de la calidad de la educación superior es la razón de ser del Sistema Nacional de Acreditación, reconocerla, velar por su incremento y fomentar su desarrollo otorga sentido a la acción del Consejo Nacional de Acreditación”¹.

El aseguramiento de la calidad, supone un esfuerzo continuo de las instituciones para someterse a un proceso de renovación y modernización permanente de su estructura y funcionamiento que le permita ser más efectiva y asumir con firmeza el compromiso con la calidad.

LA AUTOEVALUACIÓN COMO APORTE A LOS PLANES DE MEJORA

Reiteradamente se ha señalado la autoevaluación como el primer paso para el mejoramiento continuo. El resultado arrojado después de haber recopilado, sistematizado, analizado y valorado su desempeño en las áreas de la gestión educativa, se ve materializado en la determinación de fortalezas y oportunidades de mejoramiento, las cuales darán paso a los planes de mejoramiento.

Así mismo la autoevaluación, cumple función importante en cuanto sus dinámicas permiten hacer

seguimiento en el avance de los planes de seguimiento y que la institución pueda determinar que ajustes se requieren.

ALGUNAS REFLEXIONES FINALES

La preocupación año tras año de las instituciones educativas al finalizar sus periodos académicos es evaluar el resultado de su gestión, la evaluación permite un diagnóstico institucional que lleva a los actores educativos a reflexionar sobre:

- ¿Cómo es la institución que tenemos?
- ¿Cuál es la institución que queremos?

BIBLIOGRAFÍA

- [1] *Modelo autoevaluación institucional. 2012 – 2016 ESCUELA DE SUBOFICIALES “CT. ANDRÉS M. DIAZ. FAC. 2011.*
- [2] *Ley 30 de diciembre 28 de 1992. Ministerio de Educación Nacional. pdf. www.mineducación.gov.co*
- [3] *Autoevaluación para el mejoramiento institucional Ministerio de Educación Nacional. pdf.*
- [4] *ORTEGA Y GASET, José. Documento Misión de la Universidad. Indicadores y notas. RAÚL J.A. PALMA, BUENOS AIRES.2001.*
- [5] *UNESCO 2000. La carta a la tierra, una declaración de principios fundamentales para la construcción de una sociedad global justa, sostenible y pacífica en el siglo XXI. Paris WDE.*

¹ UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Autoevaluación de Programas Curriculares, Conceptos y Procesos. Bogotá 2002.



INVESTIGANDO UN MODELO PEDAGÓGICO DESDE Y PARA LO CASTRENSE

Searching a pedagogical model from and for the Military

PD4. OLGA ESPERANZA TERREROS CARRILLO

Jefe Acreditación en ESUFA

E-mail: esufa.investigacion@fac.mil.co

Fecha de recepción: 9 de noviembre de 2012

Fecha de aprobación: 23 de noviembre de 2012



ABSTRACT

This article presents the general scheme of a proposal which purpose is the creation of a pedagogical model for military training, which is called for this searching "Military Holistic Model". Similarly this article searches opening a reflection space among the educational actors responsible of showing the horizon of Educational Projects of Training Schools and to call towards which is called by its author "believe in what is ours"

Key words:

Model, Military, training, pedagogy, holistic, military, higher education, Air Force, Non Commissioned Officers, Coherence, competences, educational project

RESUMEN

El artículo presenta el esquema general de una propuesta cuyo propósito es el de la creación de un modelo pedagógico para la formación castrense, el cual se denomina para esta investigación: "Modelo Holístico Castrense". Busca de igual forma este artículo, abrir un espacio de reflexión entre los actores educativos responsables de mostrar el horizonte de los Proyecto Educativos de las escuelas de formación y hacer un llamado hacia lo denominado por su autora: "creer en lo nuestro".

Palabras Claves

Modelo, Castrense, formación, pedagogía, holístico, militar, educación superior, Fuerza Aérea, Escuela de Suboficiales, coherencia, competencias, proyecto educativo.

El hacer un recorrido histórico centrado en la formación castrense, permite evidenciar fácilmente sus resultados, resultados representados en todos y cada uno de sus miembros, ya sea de cada una de las Fuerzas Militares o de cada uno de los grados que ostentan. Todo el conjunto o conglomerado de esfuerzos realizados por las diferentes escuelas de formación se pueden ubicar en un sello indeleble que es el "militar".

Y el militar posee un sello de formación que es fácilmente reconocible por parte de la sociedad, sociedad que es esencia de su formación, pero que transformado por el modelo educativo, regresa a ella para mantener su defensa y prepararse para ser nuevamente parte de la misma.

Difícilmente un perfil de formación es tan fácilmente ubicado. Y ello podríamos aseverar se debe a la precisión del mismo modelo. Sin embargo al ingresar al mundo de la educación superior se han visto afectadas sus estructuras académicas militares, teniendo en cuenta que es un único -él mismo- hombre el que se está formando tanto en lo militar como en lo profesional, hecho que al mismo tiempo se debe verificar en el slogan de la formación integral, representativa de los objetivos de la Educación Superior.

Es así como el ingreso no solo de la Fuerza Aérea, (y por ende La Escuela de Suboficiales, objeto del presente estudio), sino de las demás Fuerzas y la Policía, al mundo de la educación superior formal, genera el rompimiento de un paradigma en la sociedad Colombiana. Este paradigma se dibujaba en un perfil de formación netamente militar para los hombres de armas que se alejaba de los ideales de la educación y que en ciertos aspectos hasta se observaba como diametralmente opuesto a las teorías educativas que propenden por una formación enmarcada en la libertad de pensamiento y acción.

Centrados en la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana, se observa que el camino recorrido para romper el paradigma ha generado un nuevo "paradigma educativo" que corresponde al nuevo modelo de formación, emanado del acatamiento a la normatividad de la Ley educativa vigente para los diferentes niveles de la formación que ostenta su sistema educativo. Este nuevo paradigma se refleja en su impacto y reconocimiento de la sociedad colombiana de la calidad de sus programas educativos y la coherencia de la formación integral del militar profesional que responde a los retos del actual mundo globalizado.



Es así, que al momento de pretender diseñar el modelo pedagógico para la Escuela de Suboficiales, es de vital importancia acudir a las manos del alfarero que de manera artística logre esculpir el perfil del militar profesional proyectado. Este alfarero corresponde al modelo de formación necesario, que sea reconocido, asumido, interpretado y aplicado y evaluado por todos los miembros que tengan en sus manos la gran responsabilidad de formar a sus hombres bajo los parámetros de integridad educativa.

Modelos y teorías son innumerables que se puedan citar y “recitar”. Sería así fácil acudir a una o varias de ellas y tratar de amoldarlas o encuadrarlas a las necesidades del momento educativo, aspecto que sería consignado teóricamente en los proyectos educativos de las Fuerzas militares; pero, que seguramente sería relegado ya que difícilmente se aplicaría a la práctica de su diario vivir en la formación. La dicotomía en la aplicación estaría soportada en la falta de pertinencia y pertenencia de muchos modelos que consignados como pilares de la educación tienen respecto a nuestras prácticas educativas.

Es así como nace un nuevo paradigma educativo al diseñar un modelo de formación único para nuestra ESUFA que tiene como objetivo principal el rescatar y perpetuar nuestra esencia militar, la médula el centro de nuestro quehacer, la arcilla del alfarero.

A través de 80 años de vida de la escuela, se ha demostrado el modelo de formación militar; siendo los egresados reconocidos por la sociedad y su perfil en las últimas décadas ha sido la base para la formación de profesionales responsables, disciplinados y comprometidos con su función social. Con esto quiero demostrar que existe ya un modelo propio inherente a la Fuerza Aérea Colombiana, inherente a la formación militar. Este modelo aunque es vivenciado por todos y cada uno de sus miembros, al mismo tiempo ha sido invisible al quererse construir documentos físicos en el cumplimiento de la

reglamentación de la educación superior. Podríamos decir: “la doctrina de la educación en la FAC”.

Quiere decir lo anterior que cuando hablamos de modelo de formación para un proyecto educativo de una institución militar, no pueden ser olvidadas sus raíces e historia para encajarlo en teorías educativas que pueden acercarse en algunos aspectos, y en otros alejarse de la realidad y necesidad del momento histórico de la Escuela de Suboficiales. Es por ello, que el primer aspecto a tener en cuenta en el Proyecto Educativo y su Modelo de Formación, es la necesidad y obligatoriedad de “creer” en lo nuestro, de estar convencidos e integrados con la filosofía castrense para llevarlo a cabo. En este modelo de formación tocaré a muchos modelos y teorías educativas, sin embargo siempre estarán revestidas con el sello indeleble de la formación militar, aspecto que permite dar vida al nuevo paradigma del modelo de formación denominado para intensiones de la presente investigación como: **“MODELO DE FORMACIÓN HOLÍSTICO CASTRENSE”**

¿Por qué modelo de formación o modelo pedagógico?

Para comenzar, un modelo pedagógico se soporta en el desarrollo de procesos formativos los cuales a su vez deben responder a los desafíos y expectativas de los estudiantes que acoja una institución educativa; entonces para objeto de este estudio se hace necesario dar a manera de ilustración respuesta a interrogantes cómo: ¿Qué es un modelo? ¿Qué es Pedagogía? y ¿Por qué un Modelo Pedagógico para las Instituciones de Educación Superior militar?¹

Pues bien, son innumerables las concepciones que sobre modelos y pedagogía se tienen; así como también muchos autores de las ciencias afines a la educación cuyos aportes en materia de enseñanza-aprendizaje han

¹ Esperanza Hernández de Santos. Asesora de Evaluación educativa Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana

referenciado la praxis educativa a través de los siglos XIX, XX e inicios del XXI, sin embargo, nos apoyaremos en lo que proponen Thomas Khun y Edgar Morín contemporáneos en cuanto a planteamiento de modelos los cuales son coincidentes al definirlos cómo: “un paradigma que establece límites y reglas de juego dentro de los cuales se resuelven ciertos problemas y a la vez estos límites y reglas son compartidos por una comunidad de carácter científico, creando una cultura propicia para tal fin”(Khun 1969).

Por otra parte, “La Pedagogía no es una ciencia, ella no tiene el derecho de ser paciente”, afirmaba Durkheim (1925). Pero, agregaba, “ella tampoco es un arte: nosotros no hubiéramos fácilmente confiado una clase ni a Montaigne ni a Rousseau.” La pedagogía sería entonces un asunto intermedio entre el arte y la ciencia: “Ella no es el arte, porque no es un sistema de prácticas organizadas, sino de ideas relativas a esas prácticas. Es un conjunto de teorías; (...) las teorías pedagógicas tienen por objeto inmediato guiar la conducta.” Durkheim, muestra la relación fundadora de la teoría y la práctica para la pedagogía, definida, en su naturaleza mixta, como “teoría/práctica”. Si bien, la expresión no da cuenta absoluta del pensamiento pedagógico, explica la problemática: “la problemática, decía él, no es otra cosa que la reflexión más metódica y la mejor documentada posible, puesta al servicio de la práctica de la enseñanza.”:

Cabe aquí dar respuesta al interrogante arriba planteado, ¿Por qué un modelo pedagógico para la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea?, pues bien, siendo el modelo pedagógico “la forma como una institución responde y asume de manera sistémica los desafíos que exige la formación de sus estudiantes para transformarlos en profesionales que respondan a una sociedad”², el

modelo pedagógico se convierte en el hilo conductor del quehacer de una institución, de acuerdo a su naturaleza, propósitos y la forma cómo ésta orienta la construcción de los saberes. Por lo tanto, el modelo formativo que se proponga una institución debe caracterizarse por la coherencia y sistemicidad de sus partes en relación con el todo, apuntando al desarrollo de las funciones de la educación superior y lo más importante: evaluable en su práctica, lo cual será garante para no convertirse en letra muerta o simple construcción capitular traída como copia de la vivencia de otras instituciones lejanas a la comunidad militar y su historia.

Por qué Holístico?

Antes de examinar las razones que soportan la definición del modelo, se considera necesario partir de algunas características y definiciones otorgadas para la holística por diferentes autores y posterior a ello situarnos en los aspectos específicos que describen el modelo holístico castrense:

Para Rafael Abener y Carlos Alberto Cargano, en su libro “Nueva Filosofía Holística” (2009): “La educación holista es considerada como el nuevo paradigma educativo para el siglo XXI, se ha desarrollado a partir de la presente década de los noventa, recuperando el mejor conocimiento de diferentes campos e integrándolo con los nuevos desarrollos de la ciencia de la totalidad. Ofrece un nuevo marco para entender el sentido de la educación en la nueva época, por un lado recupera lo mejor de los educadores clásicos y por el otro supera los falsos supuestos en que se basó la educación durante el siglo XX, el resultado es un paradigma educativo enormemente creativo, sin precedentes en la historia de la educación que está revolucionando radicalmente nuestras ideas sobre lo educativo. La educación holista es mas un arte que una tecnología. Percibe al mundo en términos de relación e integración, reconoce que toda la vida en la

² ALTET, M. (1988) “Les styles d’enseignement: un instrument d’analyse de la stabilité et de la variabilité des pratiques d’enseignement” en: Les sciences de l’éducation pour l’ère nouvelle. CERSE. Caen.

tierra está organizada en una vasta red de interrelaciones. Cuando los principios holísticos son aplicados a la educación la escuela empieza a funcionar como un sistema vivo.”³

Womper Gallardo, F.H. (2008), en su libro - La inteligencia Holística la llave para una nueva era- : “... por lo tanto, el holismo, un nuevo paradigma que se basa en la rica tradición de muchas disciplinas eruditas, que afirma la interdependencia entre ellas mismas, así como con la teoría, la investigación y la práctica en constante evolución. El holismo tiene sus raíces en la proposición de que el universo es una totalidad integrada, en el cual todo está conectado, pero además corrige la falta de equilibrio de los métodos reduccionistas, poniendo énfasis en un concepto expandido de la ciencia y del potencial humano, además contiene implicaciones de gran significado para la ecología y la evolución humana.

Para Jan Smutts, citado por Gamal Abdel Cerda E. en “Holística una vertebradora para el cambio” (1998), 4“reconoce en el holismo un modo de contestar a la cuestión de cómo diversos elementos o factores forman una totalidad o unidad distinta de ellos en un proceso de síntesis creadora; los todos resultantes de tal proceso son dinámicos, evolucionarios y creadores. En el universo holístico el holismo es el factor universal y el concepto básico; en dicho universo todo tiende a la formación del todo holístico que es la personalidad.

Quienes adhieren al enfoque holístico testimonian la irrupción de una nueva era, en donde todo tiende a unirse. El universo, y todo lo que forma parte de él, incluida la especie humana, está unificado, interconectado, en algo global, esta interconexión esencial permite al hombre una profunda comprensión de la integralidad, que se traduce en todos los actos de su cotidianidad,

expresándose en una disponibilidad y apertura irrestricta hacia las demás criaturas en un amor incondicional y justo”.

Estas consideraciones son solamente un abrebocas de los postulados de la filosofía y el método holístico, que facilitan esbozar la intensión de los holístico en forma macro y permiten a continuación explicitar el porqué es tomado como base en el modelo de formación para la Escuela de Suboficiales. Partiendo de este esquema se muestran a continuación entrelazadas las características que el modelo debe representar para ser holístico y su contextualización en la vivencia de formación del suboficial, con el objetivo de dar claridad al cómo de la práctica del modelo:

Se aseveró al principio de este capítulo, que la Escuela de Suboficiales Ct. Andrés M. Díaz, ha generado un nuevo paradigma en el medio educativo representado en el reconocimiento de la calidad de sus programas e Institución en su conjunto, reconocimiento que está enmarcado en la formación militar reflejada en sus egresados y su impacto en la sociedad Colombiana. Pero bien sabido es que la ESUFA pertenece a la Fuerza Aérea, la cual no tiene como Institución, la misión educativa como su prioridad, mas si es ésta (la educación) un eje articulador de sus procesos e impacto social. Dicho en otros términos la Educación en la FAC, no es un ente único o aislado. Su sistema educativo es un “organismo”, una totalidad, una permanente relación.

Existe la Misión general de la escuela, que apoya la misión de cada una de las unidades impregnada de los aspectos administrativos, de seguridad, de calidad, instrumentales y operacionales que afectan y actúan al mismo tiempo con el desarrollo de la administración educativa. Es un permanente ciclo de autorregulación. Demuestra así que el “mundo está hecho de conjuntos, conjuntos que se integran y conforman nuevas realidades”: Smuts 1950 – Holismo y evolución -

3 Nueva filosofía Holística Rafael Abner y Carlos Alberto Carcagno <http://holismoplanetario.wordpress.com>

4 Holística : una luz vertebradora para el cambio. Holistic : a guiding lighth for change 188 . Estudios pedagógicos (Valdivia). Versión on- line ISSN 0718-0705

He aquí la conexión con la filosofía holística. Esta no es escogida al azar para fundamentar la construcción de este modelo pedagógico, es mejor, tomada como la que más nos describe en nuestro quehacer. Queremos decir con esto, que al hablar de un modelo de formación, no podemos disgregarlo de toda la realidad de la Fuerza, no podemos ver la educación como un proceso aislado sino como una actividad integradora que es afectada y afecta el diario vivir de la Institución. Y cuando hablamos de la Institución hablamos al mismo tiempo de su contexto, de la sociedad para la cual funciona y de la cual se impregna para reinventarse permanentemente.

Podemos asegurar que el modelo holístico castrense es un nuevo mirador desde la integralidad, desde la totalidad para una mejor educación, es ver la educación como un proceso que nos muestra el camino hacia la globalización, la comprensión integradora, transdisciplinaria. Una expresión holística. Una nueva cosmovisión.

Quiere decir lo anterior, que la Escuela de Suboficiales por sus características complejas, no puede matricularse en un único modelo y tratar de ajustar a su vivencia los existentes, o al contrario ella cambiar su historia para matricularse en uno, o peor aún consignar un modelo pedagógico en su Proyecto Educativo sin la seguridad de que este será comprendido y aprehendido por sus actores educativos. Es por ello que se recalca la construcción de este nuevo modelo que posee las características ya mencionadas de la holística y se impregna de la formación castrense como centro del devenir en la formación de nuestros hombres.

Ahora bien, continuamos en la construcción de la respuesta hacia ¿el por qué holístico? y atendiendo a ello resaltamos que nos debemos como sistema a las políticas y estrategias emanadas de los entes rectores educativos, y por ello hacemos referencia a las competencias en las que la política del Plan Estratégico del Sistema

Educativo (PEFA),⁵ enmarca la formación de sus hombres y que equiparado con el modelo holístico nos permite ubicarnos en nuestro contexto y por tanto desglosar los elementos que lo matriculan como holístico:

Los principios del SEFA están enmarcados hacia: Calidad educativa vista esta como “La eficiencia en los procesos educativos, la eficacia en los resultados y la congruencia y relevancia de ellos con las expectativas y demandas de la organización militar y policial del siglo XXI” – PESE⁶ – pág.18. La equidad y acceso a la educación, la pertinencia y el enfoque humanista

Aquí parece pertinente resaltar el enfoque humanista que exige el Plan Estratégico de las FF.MM. tener en la construcción de los Proyectos educativos individuales y se resalta precisamente por la relación con el modelo holístico en cuyo centro siempre está el ser humano y su conexión global. El PESE, para ser más preciso en su política, acude a Vigotsky ---“El hombre es el principal factor de cambio e innovación que afecta la instrucción; la persona guía el hacer educativo; la formación para el desarrollo humano, vincula alternativamente, tanto el proceso de enseñanza como el proceso de aprendizaje y parte de suponer que el crecimiento humano se potencia mediante la acción educativa que sigue las líneas naturales del desarrollo”. PESE pág. 19

Acercando más nuestro modelo ESUFA al Proyecto Educativo Fuerzas Armadas, llamamos a las competencias allí relacionadas como imperativas a desarrollar los hombres como “Militantes de la aldea planetaria, que debemos concebir y organizar en beneficio de las generaciones futuras” (Unesco 2008) :

Competencias del ser: Implica formación con énfasis en el desarrollo humano que refuerce los principios, valores y virtudes militares y policiales; que guíe su capacidad

5 Proyecto Educativo de las Fuerzas Armadas – PEFA. Ministerio de Defensa Nacional- República de Colombia 2008

6 Plan Estratégico del Sistema Educativo 2007-2019 – PESE. Ministerio de Defensa Nacional de Colombia

de autorregulación en función de una conciencia ética-mente formada; que fortalezca la vocación por la verdad y el bien común y que proyecte el sentido de trascendencia individual” PEFA pág. 13

Competencias del Saber: ... se privilegia el desarrollo de diversas competencias de pensamiento (analítico, sintético, crítico, creativo, sistémico. Que potencien la investigación y favorezcan el alcanzar un pensamiento complejo). PEFA pág. 14

Competencias del Hacer: .. “El aprendizaje no se debe limitar únicamente a las técnicas y procedimientos para el desempeño laboral de la profesión militar o policial, por cuanto es imperativo ampliar el campo de acción a otras habilidades que permitan hacer frente a situaciones diferentes, algunas imprevisibles y de difícil decisión.” PEFA pág. 14



Competencias del Convivir: “El militar y el policía del siglo XXI deben fortalecer las competencias para el trabajo en equipo, con objetivos comunes, sinergia, respeto y valoración por el otro. Así mismo se promueve la “esencia ciudadana” PEFA.

Acudimos para este paralelo a lo consignado por Fredy Hardy Wompner Gallardo en su libro Inteligencia Holística la llave para una nueva era. Capítulo VIII de la Educación Holística: “... Esta propuesta (holística)” señala cuatro tipos de aprendizajes que es necesario desarrollar

en las comunidades educativas del siglo XXI, y que son las siguientes: Aprender a Aprender, Aprender a hacer; Aprender a vivir juntos y Aprender a Ser. Estos cuatro aprendizajes se reconocen como estratégicos para los seres humanos del siglo XXI (... y se orientan a las cuatro dimensiones de la educación holística: ciencia, sociedad, ecología y espiritualidad.”)

Baste lo anterior, para responder el porqué de los holístico del Modelo propuesto y a manera de conclusión previa se consigna:

- Es holístico por su capacidad de acoger elementos de diferentes teorías clásicas y contemporáneas de la pedagogía, elementos que desarrollamos en nuestra cotidianidad formativa, pero que no hacen parte en su totalidad de un exclusivo modelo ya que por ser privilegiada la formación militar se muestran otros matices que nos diferencian.
- Es holístico por la necesidad de interdependencia de muchos elementos que no se dan separadamente sino al unísono en el desarrollo de la Misión de la Fuerza Aérea y su interrelación con la misión educativa de sus entes formativos.
- Es holístico ya que perseguimos el desarrollo del hombre como centro de la formación, privilegiando su interacción con el universo en general y acatando la necesidad de respetar y potenciar su desarrollo individual para proyectarse a la aldea global.
- Es holístico, ya que nos acogemos a nuevos paradigmas educativos y al mismo tiempo nos convertimos en un “holos”, generador de nuevos paradigmas en la educación al conectar vivencialmente las características de la formación castrense en nuestro devenir.
- Y finalmente: “Los procesos educativos en las Fuerzas Armadas, son los responsables de generar en cada uno de sus integrantes capacidad de crecimiento individual con referencia a todas sus dimensiones desde una perspectiva holística” PESE 2009-2017. Pág. 14

El principio general del holismo fue resumido concisamente por Aristóteles en su metafísica: "El todo es mayor que la suma de sus partes".

¿Por qué Castrense?

Sin duda alguna, la gran mayoría de quienes ejecutarán este modelo "holístico castrense", poseen los elementos de juicio y cimientos teóricos y prácticos que les permitan enmarcar lo que el modelo tiene en su médula. Sin embargo, a pesar de ser un modelo de formación que traspasa las barreras de tiempo, cuando nos ubicamos en la Educación Superior bajo la amalgama de modelos y teorías educativas, este ha sido en ocasiones disfrazado, olvidado, relegado o acaso se ha hecho confuso para poderlo describir.

Uno de los aspectos que radicalmente puede afectar en la aplicación de un modelo pedagógico es sin duda alguna, la falta de interiorización del mismo por parte de quienes tienen en sus manos la noble tarea de formar. Es por ello que antes de teorizar al respecto, se deben reivindicar los aspectos que lo enmarcan y su incidencia en la formación del hombre. El código de ética militar, dibuja en forma precisa aquel material único, aquella arcilla del alfarero del militar, aquellos lineamientos que imprimen el sello del modelo pedagógico castrense. Importa dejar sentado además, que el Código de "Ética Militar Aérea, hace referencia a variados aspectos que muestran el mapa del modelo castrense y entre ellos podemos citar: Los fundamentos éticos (principios, valores y virtudes fundamentales de la actuación ética en la Fuerza Aérea. El código de Honor para sus hombres y el mismo fortalecimiento de la gestión ética.⁷ De ahí la importancia sin par que tiene la compilación y divulgación de la doctrina militar aérea, ya que en ella se engendra el modelo pedagógico que rige en la formación de los hombres.

Dentro de este marco han de considerarse los aspectos anteriores responsables del sello que tiene el militar

reconocido por la sociedad. Es por ello, que el perfil profesional que se persigue en los diferentes programas educativos que la ESUFA ofrece a sus hombres no puede afectar su ser militar, la supremacía de la formación castrense que debe ser regida por la ética militar, por su código de honor, por la escultura base de su formación.

De aquí, que al ubicar un modelo de formación o modelo pedagógico para la Escuela, no se puede acudir a la exclusividad de los ya existentes aplicados en ámbitos no contextualizados con nuestro medio. La responsabilidad social que nos enmarca exige un modelo que permita ser fácilmente evaluado y reconocido sabiendo que como materia prima de nuestro sistema educativo está la esencia militar.

Y esta esencia militar, no riñe en ningún momento con los objetivos de la educación superior como son: profundizar en la formación integral, ser factor de desarrollo científico y cultural, solucionar mediante el conocimiento problemáticas del país, ser factor de desarrollo social, económico, actuar con otras entidades educativas, promover la consolidación de comunidades académicas, preservar el patrimonio del país, promover la preservación del medio ambiente entre otros⁸.

Cabe recordar lo plasmado en párrafos iniciales referente al surgimiento de un nuevo paradigma educativo con la inmersión de la Escuela de Suboficiales en el ámbito educativo, donde se ha podido verificar por el mismo estado y la sociedad académica la excelencia en calidad educativa, siendo acatado y respetado el modelo de formación militar por los representantes de la academia Nacional.

¿Por qué Holístico Castrense?

El modelo pedagógico que propone la investigación para la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana corresponde al denominado "Holístico castrense", ya que acoge la filosofía de integración de las

7 Código de ética Militar Aérea, Fuerza Aérea Colombiana. 2010

8 Ley 30 de 1992 (Diciembre 28) Diario Oficial No. 40700 de 29 Diciembre de 1992, por la cual se organiza el servicio público de la educación superior

partes del sistema teniendo como objetivo primordial el hombre, promoviendo potenciar las competencias del Ser, el Saber, El Hacer y El Convivir, preparando al hombre para una ciudadanía global, haciendo del aprendizaje un proceso vivencial, respetando su capacidad de aprender, respetando su libertad desde la disciplina, respetando y preservando el ambiente y generando conciencia planetaria. Todo ello enmarcado en los preceptos de la Formación castrense como eje articulador.

Práctica y consolidación del modelo

Un modelo de formación, no puede quedarse en el ámbito de su fundamentación teórica, ya que perdería su razón de ser. Es así como los actores educativos pertenecientes a la ESUFA hacerlo realidad en sus prácticas educativas. Esto conduce a la obligatoriedad de:

- Transversalizar el programa de formación militar a todos y cada uno de sus programas
- Respetar los lineamientos definidos por la FAC en su proyecto educativo, y adaptar y contextualizar a su nivel de formación y características específicas el modelo descrito en esta investigación para verificar la coherencia entre la teoría y la práctica de la formación militar.

Especificar y desglosar el cómo y para qué de cada una de sus prácticas educativas en la formación militar. Es decir: la explicación lógica de los ejercicios y actividades de formación militar conectándolo con los objetivos finales enmarcados en el perfil del militar que desea. Por lo tanto no podrán quedar al azar o al libre albedrío las prácticas educativas del programa de ciencias militares.

- Lo anterior exige un análisis detallado de las prácticas militares, que acude a la semiótica y hermenéutica (análisis e interpretación de la simbología), que enmarca nuestra formación y su incidencia en el proceso de enseñanza – aprendizaje. Este análisis será base de evaluación del modelo y eje de la reflexión permanente sobre el quehacer educativo.
- Es inherente a la práctica y consolidación del modelo, la capacitación del personal docente militar y civil en el modelo de formación militar y la verificación de la coherencia de sus metodologías en el espacio académico.

Finalmente y como aspecto concomitante el “creer en lo nuestro”, permitirá mantener la esencia del militar y generar un impacto en la sociedad académica del país, verificando el surgimiento de un nuevo paradigma educativo en la formación de hombres para la sociedad colombiana.

Es así como este artículo solo pretende ser un abre-bocas para todos aquellos que quieran ser partícipes en la investigación en curso que propende por el rescate de la esencia militar en el modelo de formación de la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea; arduo y satisfactorio trabajo que verificará el placer real de construir mediante la investigación juiciosa y no solo limitarnos al facilismo de copiar esquemas ajenos a nuestra cultura.

(Endnotes)

1 Terreros Carrillo Olga Esperanza. Administradora Educativa de la Universidad San Buenaventura, Especialista en Docencia Universitaria, Universidad Santo Tomás de Aquino, Magistra en educación con énfasis en política educativa de la Pontificia Universidad Javeriana. Jefe de Acreditación Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana

“El modelo holístico castrense es un nuevo mirador desde la integralidad, desde la totalidad, desde la esencia militar como sello de la coherencia en la Formación militar”

Olga Terreros Carrillo



LAS REVOLUCIONES CIENTÍFICAS, EL IMPACTO SOCIAL Y LA EDUCACIÓN

Scientist revolutions, social impact and education

ALEXANDER GONZÁLEZ CASTAÑO

Físico U. Nacional de Colombia
Docente-Investigador UNIMINUTO
Biosoft Research Group – COLCIENCIAS
Calle 2B 41 – 77
407 3728 – 317 224 0303
E-mail: algonzalez@uniminuto.edu

RICARDO BERNAL JIMÉNEZ

Ingeniero de Sistemas
Especialista en redes de alta velocidad y distribuidas
Especialista en Tecnologías de la información
Postulante al título de Maestro
Licenciatura en Filosofía U. Santo Tomas
Biosoft Research Group – COLCIENCIAS
E-mail: ribeji@hotmail.com

Fecha de recepción: 2 de noviembre de 2012

Fecha de aprobación: 6 de noviembre de 2012

ABSTRACT

We present a review over science's history since its beginnings to our time, making clear the present position of human been with respect to knowledge, to both advance and dehumanize itself, giivng rise to nowadays complex social fabric. Taking into account that science is the best tool of the human been to solve your deep questions and problems, it is shown how we obtain all this huge knowledge. So we give to research work the importance it deserves to use it taking in mind its long-term consequences.

Key words

Consequences, history, knowledge, research work, science .

RESUMEN

Se expone un repaso sobre la historia de la ciencia desde sus inicios hasta nuestra época, evidenciando la posición actual del ser humano con respecto al conocimiento, tanto para avanzar como para deshumanizarse, dando lugar al complejo tejido social actual. Con la idea en mente que la ciencia es la mejor herramienta con la que cuenta el ser humano para solucionar sus preguntas y problemas mas profundos, se muestra como llegamos a la obtención de todo este basto conocimiento. De esta manera le damos al trabajo investigativo la importancia que merece para usarlo teniendo en mente, sus consecuencias a largo pazo.

Palabras Claves

Ciencia, conocimiento, consecuencias, historia, trabajo investigativo.

LAS REVOLUCIONES CIENTÍFICAS

Desde la perspectiva de la ciencias puras, sorprende en la historia de la construcción del conocimiento, la forma en que se ha llegado a este. En primera instancia, la barrera más difícil de superar es la de nuestros propios sentidos. Hasta muchas de las veces, nos resulta imposible comprender cómo nuestros propios sentidos nos engañan. Por simple observación, no podríamos deducir que la Tierra es redonda por ejemplo. O como otro ejemplo de nuestras limitaciones sensoriales, con raíces en los comienzos de nuestra civilización; vemos como para los antiguos griegos no era evidente que nuestro planeta Tierra estuviese en movimiento perpetuo sobre su propio eje. E inclusive para nosotros mismos hoy en día, aunque ya sabemos la respuesta, nos resultaría imposible mostrar a partir de nuestra observación, que la Tierra está efectivamente en movimiento. Si la Tierra está girando, nos podemos preguntar al igual que ellos, por qué no las nubes se mueven de este a oeste mientras la Tierra se mueve en sentido contrario? Por qué un objeto al ser lanzado verticalmente hacia arriba, vuelve a caer exactamente en el mismo lugar de donde se lanzó, si por el giro de la Tierra debería caer más adelante o más atrás? Por qué no sentimos un viento que nos golpea la cara si estamos en movimiento junto a la Tierra? Toda la evidencia sensorial apunta a que la Tierra no está en movimiento.

Preguntas como estas, están ancladas en la lógica que produce la experiencia; experiencia que percibe nuestros sentidos. Los paradigmas iniciales para la construcción del conocimiento, tienen esa característica; están hechos con base a la percepción directa y a la racionalidad que se deriva de esta. A partir de la observación se articulaba todo un complejo andamiaje conceptual que pretendía describir el mundo alrededor y al mismo tiempo explicaba dichos fenómenos y todos aquellos que guardaran relación de similitud con estos.

En diferentes latitudes, varias culturas mediante observaciones, se daban una idea hasta teñida con un matiz antropocéntrico, de lo que era el universo; la inexorable tendencia a describir los fenómenos físicos en términos de la actividad inherente al ser humano. Es importante destacar el papel de la cultura Griega en la construcción del pensamiento; las evidencias históricas muestran su interés profundo por este tema, dando los primeros pasos en la construcción de la actitud científica, relacionada con la concatenación entre lo observado y las teorías, pudiendo marcar el destino de la humanidad en forma más completa y acertada que por otras personas. Aunque también hubo inciertos, a pesar de ellos incorporaron un elemento importante en esta tarea; al ser imposible separar lo divino y trascendental con la descripción de lo observado, tomaron la "Matemática" como la herramienta básica para este cometido, intentando acoplar la observación con sus postulados; en primera instancia, el resultado fue una intrincada demostración de los fenómenos mediante estructuras geométricas complejas, avalando, en caso particular de Tolomeo, la teoría de que la Tierra, "Estática", era el centro del universo y que todo giraba alrededor de ella; postulado en total concordancia con la evidencia que mostraba los sentidos: tras un largo periodo de observación de los cielos, encontrábamos que los cuerpos celestes se movían de este a oeste incluyendo el Sol.

En contraposición a Tolomeo, Aristarco negándose a las pruebas observacionales, propuso de una forma matemática más sencilla, armoniosa y hermosa una Tierra en movimiento alrededor de su propio eje y del Sol.

Aristarco y su particular manera de describir los fenómenos, fue el presagio de cómo en adelante se iría a construir el conocimiento; la descripción del universo con la estética matemática más armoniosa y sencilla; es decir, entre todas las posibilidades de descripción de los fenómenos usando la argumentación matemática, la de mayor belleza, armonía y sencillez se impondría

ante todas las demás. Sorprende como, a pesar de la evidencia contraria de los sentidos, la construcción del conocimiento se basa en un ingrediente de mayor peso, la racionalidad pura compatible con la belleza estética proporcionada por postulados matemáticos.

Pero la aprehensión de la verdad no se contentaba con la belleza estética de la matemática. De alguna manera esa armonía debía ser compatible con la observación, con la experiencia. Es imposible limitar la verdad a únicamente a una argumentación matemática. El uso de herramientas en la observación, fue una ventaja tecnológica sin precedentes en la construcción del conocimiento científico, marcando una diferencia abismal con relación a lo observado a simple vista y por tanto, aportando sólida evidencia experimental a una teoría. El modelo heliocéntrico de movimiento planetario de Copérnico, publicado en su libro póstumo [1], tenía esa belleza matemática, pero los sentidos seguían mostrando lo contrario. El uso del telescopio por parte de Galileo Galilei, coloca ese ingrediente que hacía falta en la aprehensión de la verdad; la descripción matemática de un fenómeno avalada por las pruebas observacionales. Galileo en su libro [2], ponía los cimientos del método científico, mostraba el camino apropiado para obtener la verdad. Estas discusiones demuestran la invalidez de la elegante teoría unificada de los cielos que los filósofos tradicionales sostenían, creada para probar que la Tierra era inmóvil; por ejemplo, la existencia de montañas en la Luna, de las mismas lunas de Júpiter y de las manchas solares, no podía ser explicada por la vieja astronomía. Los filósofos tradicionales no podían entender como objetos de la esfera celeste y por ende perfectos, la luna y el Sol, tenían tantas irregularidades e imperfecciones como la Tierra. Además, no entendían cómo alrededor de un cuerpo celeste giraban otros cuerpos, si sus postulados argumentaban que absolutamente todo giraba únicamente alrededor de la Tierra.

Inmediatamente devino la polémica en los estamentos sociales del momento. Se le acusó de hereje al autor ante la inquisición, con los mismos argumentos con que se defendía la verdad bíblica sobre la obra de Copérnico. Toda una cultura había sido construida durante siglos sostenida, es su descripción del mundo, en este marco de referencia, en este paradigma aristotélico. Cómo podría ser mentira toda esta argumentación? Cómo podían ser falsos los conocimientos transmitidos a las personas y las premisas enseñadas durante tanto tiempo?

Pero esta no fue la única revolución científica ni cambio de paradigma en la historia; el método científico que nació con Galileo dio origen a nuevos marcos de referencia, a nuevas aproximaciones a la verdad por parte de otros pensadores. Newton demostraba el movimiento de los planetas alrededor del Sol, incluida la Tierra, por medio de la ley de gravitación universal; primera gran unificación. Los demás planetas y la Tierra, con respecto al sol tienen un movimiento, y todo este conjunto un movimiento con relación al espacio absoluto, al éter, al espacio totalmente inamovible. Dejaba en claro que no había forma de apreciar si un movimiento en línea recta con velocidad constante, a través del espacio absoluto, podía diferenciarse de uno que estuviera en reposo con relación a dicho sistema; en cualquiera de los dos casos, se podían observar los mismos fenómenos naturales, estudiarlos y no encontrar diferencia alguna. La noción de que el tiempo transcurre con igual ritmo para todos los observadores, bien sea en un sistema en movimiento o uno en reposo, se deriva de esta apreciación.

Pero esta noción del tiempo empieza a perder peso ante las nuevas evidencias. El Físico escocés James Maxwell creó la segunda gran unificación de todos los fenómenos electromagnéticos con sus famosas ecuaciones. Sus predicciones plenamente corroboradas experimentalmente, mostraban la velocidad de propagación de la luz como una invariante universal.

Con respecto a qué sistema esta velocidad de la luz era siempre la misma? justamente con relación al éter postulado por Newton. Siendo así, se podría medir la velocidad del movimiento de la Tierra con respecto al éter teniendo en cuenta esta invarianza.

En el mismo instante en que la Tierra se mueve respecto al éter, se envía un haz de luz en dirección opuesta y se mide el tiempo en alcanzar un punto determinado. Puesto que dicho punto se mueve con la Tierra y la velocidad de la luz es invariante con respecto al éter, por suma de velocidades se podía determinar la velocidad de la Tierra. El resultado sorprendente de este famoso experimento realizado por Michelson y Morley, fue que nunca se encontró diferencia alguna en los tiempos que la luz se demoraba en recorrer la distancia estipulada para medir la rapidez de la Tierra respecto al éter. En vista de no poderse encontrar una solución aceptable a dicha contradicción, por parte de los defensores del paradigma newtoniano, como Lorentz, el experimento de Michelson-Morley se convirtió en el principio del derribo de la teoría newtoniana.

La dicotomía observada entre el planteamiento de Newton, de que no existía experimento mecánico alguno que fuera capaz de demostrar la velocidad relativa con el éter y el planteamiento de las ecuaciones de Maxwell con respecto a la velocidad de la luz; daban la razón suficiente a Einstein para prescindir de la existencia del éter, en la formulación de su teoría. De los cuatro artículos publicados en 1905, por parte de Einstein, en la revista Annalen der Physik, uno sería el que cambiaría por completo la historia de la física [3], proporcionando un duro golpe sobre las bases mismas de la estructura del paradigma newtoniano.

DE LOS PRINCIPIOS PLANTADOS POR EINSTEIN:

- Todo observador inercial puede considerarse marco de reposo absoluto. Es decir, un observador en

movimiento rectilíneo uniforme o en reposo obtienen los mismos resultados experimentales en sus mediciones.

- La rapidez de la luz es independiente de la fuente emisora y es siempre constante.

La implicación mas importante es que el tiempo deja de ser absoluto y se convierte en una cantidad relacionada con un sistema de referencia. Para diferentes observadores, la medida del tiempo es relativa y diferente para cada uno de ellos, acentuándose la diferencia a medida que la velocidad de uno de los sistemas se acercara a la velocidad de la luz. Al igual que Tolomeo y Copérnico, la belleza encontrada en la sencillez y armonía en la Teoría Especial de la Relatividad de Einstein, que lograba una explicación menos compleja de los fenómenos, era la carta de entrada y aceptación en la comunidad científica y el punto de referencia para ganar la batalla ante sus mas serios rivales. Su belleza y sencillez eran tan contundentes que aunque la sustentación experimental no podía llevarse a cabo en ese momento por limitaciones tecnológicas, su trabajo marcó el comienzo de la Física Teórica.

Todavía faltaba otro cataclismo. La naturaleza empezaba a tomar una faceta no determinista. La estadística en la descripción de los fenómenos, es la herramienta fundamental para dar una aproximación a la posición de las partículas que giran alrededor del núcleo de los átomos. Ya no existe la certeza total de su posición en el tiempo; no es fácil determinar ya, sólo aproximadamente, el comportamiento futuro de la materia microscópica. A través de toda la historia, después de un arduo camino en la articulación de cada paradigma, se había logrado una descripción de los fenómenos que garantizaba la determinación del comportamiento futuro. La **Mecánica Cuántica**, a pesar de la armonía matemática en su estructura, rompía este esquema y solo podía brindar una aproximación del comportamiento. Eran innegables los excelentes resultados y comprobaciones

experimentales, pero dejaba la sensación de que la verdad se había obtenido incompleta. Aunque no rompía la teoría especial y general de la relatividad de Einstein, dejaba claro que la base fundamental de la construcción de toda la masa del universo, los átomos, tenían un comportamiento totalmente diferente al encontrado en toda la historia de la construcción del conocimiento. Para Einstein, quien inicialmente ayudó en la construcción de la mecánica cuántica, este duro golpe amenazaba su idea de un universo totalmente accesible, predecible, diáfano, armónico, simple y bello; compatible con las cualidades de una deidad superior.

EL IMPACTO SOCIAL Y LA EDUCACIÓN

Cada nuevo paradigma, genera un nuevo cambio en la visión de la realidad; esta nueva visión hace tambalear los preceptos establecidos, aceptados en general por

todas las personas; cambian su visión del ser, la vida, el universo, Dios, etc., en esencia, un nuevo paradigma trae un cambio social profundo para la humanidad en todos los ámbitos. Al igual que ha sucedido en la Física, en las demás ramas del conocimiento, la Química, la Medicina, la Biología, la Matemática, la Ingeniería, las Ciencias Sociales y la Filosofía; han ocurrido similares revoluciones encausadas por las revoluciones de la construcción científica de la Física. Ante cada nuevo paradigma sucede una reeducación de las personas sobre la nueva visión de la realidad. La percepción hoy en día de Dios es en esencia, totalmente diferente a la que se tenía en sus comienzos; de tal manera que a nivel general se entiende que en la ciencia no hay cabida para el concepto de un creador. La perspectiva relativística de Einstein aplicada a la cuántica, generó una teoría cosmológica muy bien fundamentada que argumenta que a partir del caos, se



generó este universo, así que si existe un Dios, este no tuvo nada que hacer.

Nuestra generación actual tiene a su disposición el conocimiento construido en toda la historia de la humanidad; un conocimiento basto. La cantidad de conocimiento acumulado es tan basto, a comparación del conocimiento acumulado hasta antes del siglo XVII, que no alcanzaría toda la vida para incorporarlo, para aprenderlo. Así que la fragmentación del conocimiento en disciplinas y ramas, inicialmente es lógica, y las especializaciones en las ramas de cada disciplina coherentes. Lo que si no es coherente ni lógico, pedazos de fragmentos aislados, desconectados, sin los vínculos de procedencia, sin interconexiones con las demás disciplinas; fragmentos y especializaciones que sólo sirvan para cumplir tareas laborales específicas, sin peso ético, que no permitan pensar, investigar y crear.

Nuestra generación trae sobre sus hombros las consecuencias sociales encausadas por cada uno de los nuevos paradigmas. Los trabajos de Maxwell, Einstein, y teóricos cuánticos como Schrodinger, Dirac, Borh, Fayman, etc., sentaron las bases de esta civilización en lo que a la revolución de la información y a toda tecnología se refiere. Dispositivos electrónicos de toda índole, radio, televisión, computadores, automóviles, aviones, satélites e internet. Dichas bases teóricas, con el apoyo de la ingeniería dieron como resultado el desarrollo de todos estos dispositivos. Es muy importante en este punto, tener en cuenta que existe una diferencia muy grande, casi abismal, entre la creación de un dispositivo tecnológico y el uso que se le dé a este. Las ideologías de toda índole simplemente encontraron un medio para difundir sus intereses. Una sociedad moderna, con síndrome de impaciencia, que quiere a toda costa complacer sus mas diversos deseos inmediatamente, que no acepta compromisos, sin prácticamente fundamentos éticos; que ve la educación como otro bien que sólo sirve para tener el medio que sustente económicamente la complacencia

inmediata de sus deseos sin sentido; es simplemente una sociedad que raya en la irracionalidad al ser victimas de un uso inapropiado de la información que aparece en los diferentes medios de comunicación. Una sociedad que no ha aprendido a discernir ni reconocer la forma en que esta siendo manipulada. El problema esta sencillamente en el interior de cada cual.

Las revoluciones en la Biología, la Medicina y los medios masivos de producción de alimentos y energía prácticamente sobrepoblaron el planeta, de tal manera que la excesiva explotación de las fuentes de energía para suplir la cada vez mas creciente demanda, agotan los recursos naturales y destruyen la biodiversidad; consecuencia esta enmarcada en la problemática mencionada arriba con relación al mal manejo de la información. Adicionalmente, ante una perspectiva de visión sin solidés ética, minada por la ausencia de un hacedor universal, que marque las pautas de comportamiento apropiadas hacia nosotros mismos, los demás seres humanos, las demás especies y el planeta entero; no existirá una posición inquebrantable de rechazo o de cambio sustancial, ante toda idea que limite nuestros deseos mas profundos, nuestros sueños; que nos haga pensar y tener en cuenta en cada instante, lo inmensamente pequeños, limitados y mortales que somos ante este universo que nos muestra la ciencia; que nos permita ver que la realización de la vida no está en trabajar arduamente para obtener bienes y servicios materiales en un sistema, para el cual muchas de las veces trabajamos, que concibe y vende productos muchos de ellos totalmente innecesarios; que nos de la visión que el bien material mas importante es el conocimiento; que nos de el poder de discernimiento para comprender que cualquier empresa que emprendamos en el ámbito educativo, sea simplemente para el goce del conocimiento y no para seguirle el juego a un puñado de personas que aprovechan los medios masivos de información y sus políticas de explotación, para crear esclavos laborales; que entendamos

que el uso adecuado del conocimiento y el manejo de su poder nos puede brindar las pautas para la creación de nuestras propias empresas libres de ideologías de manipulación y explotación tanto de seres humanos como de la naturaleza en general.

La educación debe incorporar este pilar, sugiriendo a cada instante estas iniciativas. La última gran revolución esta dentro de nosotros mismo realmente. Por mas que se muestre constantemente un camino, sino se hace la reflexión interna, el cambio nunca llegará a suceder. Una vez realizado el cambio, el siguiente paso es encausar al ser en la búsqueda de su propia verdad, la búsqueda de la verdad común. En realidad la ciencia lo que busca es dar respuesta a los interrogantes mas profundos sobre la existencia.

La ciencia es la herramienta para obtener conocimiento, para entender nuestro entorno, para comprender el ser y la vida, no es una herramienta perfecta pero es lo mejor que tenemos. Todavía existen tantos misterios por descubrir que no podemos decir que a pesar de todo el desarrollo científico y tecnológico alcanzado hasta el momento, no hay nada más por descubrir. Existen misterios tan grandes como la conciencia; que la mecánica cuántica ni la relatividad general han podido desentrañar.

El mundo científico no ha podido explicar cómo a través de toda la evolución de la materia, desde el Big

Bang hasta nuestra era, un puñado de materia conformada por miles de millones de átomos, ha llegado a tener conciencia de si misma. Es mas, el mundo del caos desde la cuántica y la cosmología abren puertas a aspectos totalmente inesperados y desconocidos del universo como la formulación teórica de la existencia de dimensiones alternas a las existentes. La cuántica, en sus desarrollos teóricos mas avanzados, nos habla de una interconexión de todo con el todo. La intuición me lleva a pensar que toda esta creación, que el ser y la conciencia, están para propósitos mas profundos que los que simplemente podríamos alcanzar en nuestras vidas; que detrás de toda esta manifestación material existe una gran magia unificadora, consiente, que nos deparará muchas mas increíbles aventuras cuando decidamos ir en pos de su conocimiento.

REFERENCIAS

- [1] Copernico, Nicolas, *"De revolutionibus orbium coelestium"*, Sobre el movimiento de las esferas celestiales, 1543.
- [2] Galilei, Galileo, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, Diálogos sobre los dos máximos sistemas del mundo, 1632.
- [3] Einstein, Albert, *On the Electrodynamics of Moving Bodies*, *Annalen der Physik*, 1905.



DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN CRÍTICA EN LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN EN UN MOTOR COHETE

Determining of the critical pressure in combustion chamber in a rocket motor

HERNÁN CERÓN

Ingeniero Mecánico Universidad Nacional de Colombia

Maestría en Ingeniería Mecánica, Universidad de São Paulo

Doctorado en Ingeniería Mecánica, Universidad de São Paulo

Profesor de la Escuela de Ingeniería de São Carlos, Universidad de Sao Paulo

E-mail: hernan@sc.usp.br

SAULO A. GÓMEZ

Ingeniero Mecánico Universidad Nacional de Colombia

Investigador Grupo de Investigaciones en Ciencias Aeroespaciales GICA, FU los Libertadores

Estudiante de Maestría en Ingeniería Aeronáutica y Mecánica del Instituto Tecnológico de Aeronáutica, ITA-Brasil

E-mail: sagomez@unal.edu.co

Fecha de recepción: 6 de noviembre de 2012

Fecha de aprobación: 6 de noviembre de 2012

ABSTRACT

This work describes a methodology to find the critical pressure in the combustion chamber of a rocket motor. Analytical formulation of materials resistance in containers pressurized is implemented for this purpose. Then, it shows the effect of the temperature in the yield strength of a selected material. The distribution of stress on the wall is obtained analytically and numerically by finite elements when the chamber is subjected to critical conditions.

Key words

Pressure recipients, combustion chamber, rocket motor, Von Misses stress, yield failure.

RESUMEN

El objetivo del trabajo es mostrar una metodología para hallar la presión crítica a la que puede ser sometida la cámara de combustión en un motor cohete. Para ello se recurre a la formulación analítica que se emplea en resistencia de materiales para recipientes a presión. En seguida se presenta como afecta la temperatura al esfuerzo de fluencia del material seleccionado. La distribución de esfuerzos sobre la pared es obtenida analíticamente y numéricamente por elementos finitos, cuando la cámara esta sometido a las condiciones críticas establecidas.

Palabras clave

Cámara de combustión, esfuerzo de Von Misses, falla fluencia, motor cohete, recipientes a presión,

INTRODUCCIÓN

El proceso de combustión que se lleva a cabo dentro de un motor cohete genera en su interior una carga de presión a alta temperatura en la cámara, lo que induce esfuerzos en el material que la conforma. Si dichos esfuerzos sobrepasan el denominado límite de elástico o esfuerzo de fluencia, al retirarse la carga, el material presentara deformaciones plásticas de carácter permanente lo que afectara su desempeño en el siguiente ciclo de uso. Si sigue incrementando la presión indefinidamente, la pieza termina por colapsar, en el caso de un recipiente sometido a presión, el colapso implica la explosión del recipiente, situación que se tiene que evitar, puesto que pone en riesgo la integridad del personal y los bienes materiales que se encuentre en las cercanías.

Para evitar estos indeseables escenarios es necesario definir la presión crítica, P_{max} , como la presión máxima dentro de la cámara a la cual los esfuerzos del material inducen solamente deformaciones de tipo elástico, es decir, se conservan las dimensiones originales una vez termina la combustión.

En el caso de materiales dúctiles, como el aluminio, el criterio de falla por fluencia, deformación plástica, que se ha ajustado de mejor manera a la evidencia experimental es la denominada **Hipótesis de la Energía de Deformación**, la cual predice que este tipo de falla ocurrirá cuando la energía de deformación total en un volumen unitario alcanza o excede la energía de deformación en el mismo volumen correspondiente a la resistencia de fluencia en tensión o compresión[5]. Esta hipótesis evalúa el factor de seguridad como el cociente entre la resistencia de fluencia, S_y , y el Esfuerzo de Von Miseses, σ' . Como ya se menciono, la presión crítica corresponderá a un factor de seguridad 1. Es decir, que esfuerzo de Von Miseses inducido por la presión interna alcanza le resistencia de fluencia o limite elástico.

Los datos de entrada para el caso de estudio, aquí analizado, corresponden a las dimensiones y materiales seleccionados para el Proyecto Cohete Sonda que adelanta el grupo GICA de la Fundación Universitaria los Libertadores [4]. Esos datos se consignan en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades del material seleccionado para la cámara de combustión

Material	Aluminio 6061 T6
Densidad	2770 kg/m ³
Modulo de Young	71 GPa
Razón de Poisson	0.334
Coefficiente de expansión térmica	2,3 x 10 ⁻⁵ K ⁻¹
Conductividad Térmica a 100 C	165 W/(m K)
Radio Externo, r ₀	1.5"
Espesor, t	0,035"

FORMULACIÓN ANÁLITICA

De acuerdo con Shigley [5], para recipientes cerrados sometidos a Presión, en su forma más general, y considerando que la presión externa es despreciable respecto a la interna, los esfuerzos tangencial, σ_t , radial, σ_r , y longitudinal, σ_l , que corresponden a los esfuerzos principales se estiman mediante las siguientes relaciones:

$$\sigma_t = \frac{r_i^2 p_i}{r_0^2 - r_i^2} \left(1 + \frac{r_0^2}{r^2} \right) \quad (1)$$

$$\sigma_r = \frac{r_i^2 p_i}{r_0^2 - r_i^2} \left(1 - \frac{r_0^2}{r^2} \right) \quad (2)$$

$$\sigma_l = \frac{r_i^2 p_i}{r_0^2 - r_i^2} \quad (3)$$

Donde r es la distancia desde el centro del recipiente hasta cualquier punto sobre la pared. Los índices i y o denotan una variable sobre la pared interna y externa respectivamente.

El Esfuerzo de Von Miseses, σ' , y es evaluado mediante:

$$\sigma' = \sqrt{\frac{(\sigma_t - \sigma_l)^2 + (\sigma_l - \sigma_r)^2 + (\sigma_r - \sigma_t)^2}{2}} \quad (4)$$

Se puede demostrar que la máxima magnitud de este esfuerzo se da sobre el radio interior del recipiente.

Por ser el radio interior, r_i , el punto más crítico de esfuerzo, debe ser este sobre el que se evalúe el Esfuerzo de Von Misses.

La presión crítica corresponderá a la presión, p_i , donde se cumpla:

$$\sigma' = S_y$$

EFFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA RESISTENCIA

La información disponible para S_y de un material dado corresponde a condiciones normalmente ambientales, sin embargo, como se mencionó anteriormente, la cámara de combustión de un motor cohete, se encuentra a elevadas temperaturas,

De acuerdo con información disponible en la norma ASME usada para diseño de recipientes a presión [1].

El esfuerzo de fluencia del aluminio 6061 T6 varía con la temperatura. Este comportamiento se muestra en la Figura 1.

Para este aluminio, el esfuerzo de fluencia disminuye un 5 % a 100 °C, en adelante esta magnitud decae en forma considerable.

$$S_y|_{t=100^{\circ}\text{C}} = 230 \text{ MPa}$$

Con este valor y las ecuaciones (1) a (4), se estima la presión máxima de la cámara.

$$P_{max} = 6,1 \text{ Mpa}$$

En la Figura 2 puede ser observado la relación entre cada uno de los esfuerzos descritos en las ecuaciones y la presión máxima, respecto al radio de pared.

Imagen tomada de: www.elgrancapitan.org/foro/viewtopic.php?f=60&t=8809&start=180



Figura 1. Variación del esfuerzo de fluencia con la temperatura

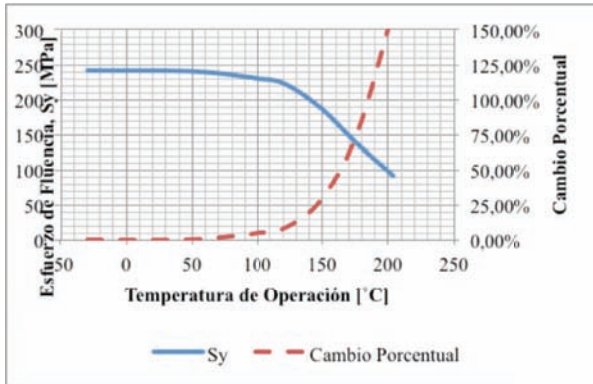
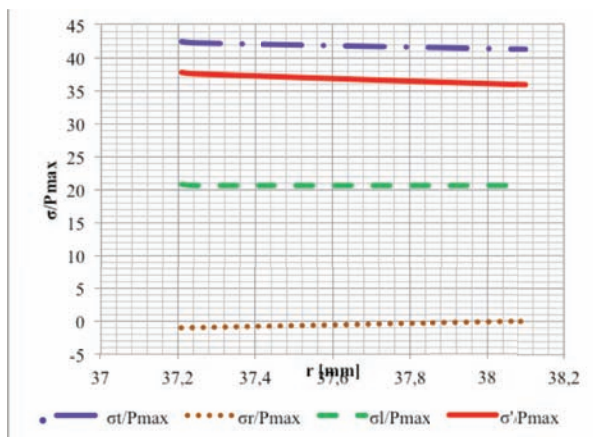


Figura 2. Distribución de los esfuerzos sobre la pared de la cámara



Nótese que el esfuerzo equivalente de Von Mises, σ' , usado como criterio de falla es menor que el esfuerzo tangencial que usualmente se usa en los modelos de recipientes de pared delgada. Por lo que la aplicación de este segundo criterio resultara en diseños más conservativos, es decir, con una menor presión crítica. O mayores espesores de pared para una presión crítica determinada.

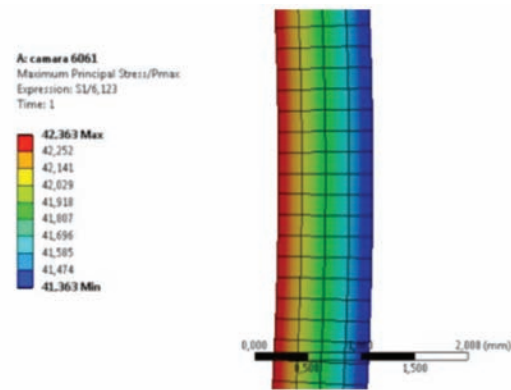
ANÁLISIS MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS.

Para corroborar los cálculos se recurre a una simulación mediante elementos finitos en el software ANSYS.

Se implementa un modelo bidimensional, empleando un corte transversal de la cámara de combustión. La malla estructurada cuenta con 4 divisiones radiales y 1197 perimetrales, para un total de 4.788 elementos, todos ellos son cuadriláteros, y 16.758 nodos.

Como lo presenta la Figura 2, el esfuerzo tangencial, σ_t , es el máximo de los principales calculados, por tanto puede compararse con el esfuerzo máximo principal que suministra Ansys, Maximum Principal Stress. En la Figura 3 se muestra la relación entre este esfuerzo y la presión a la que es sometido, en este caso la crítica.

Figura 3. Relación σ_t/P_{max} mediante FEA



Según se ilustra en la Figura 3, cualquier nodo ubicado a la misma distancia del centro de la cámara tiene el mismo esfuerzo tangencial. Al tomar una línea radial, se encuentran 5 nodos equidistantes entre sí. En la Tabla 2 se consignan los valores obtenidos analíticamente y por elementos finitos, FEA para cada uno de esos nodos.

Tabla 2. Resultados analíticos y mediante elementos finitos para 5 nodos distribuidos radialmente

r [mm]	σ_t/P_{max}		Diferencia
	Analítico	FEA	
37,21	42,363	42,363	-0,0001%
37,43	42,106	42,113	0,0158%
37,66	41,854	41,862	0,0187%
37,88	41,606	41,614	0,0181%
38,1	41,363	41,363	-0,0001%

En ningún caso, la diferencia entre los valores obtenidos para la razón esfuerzo tangencial-presión crítica supera el 0.02 %; demostrando concordancia entre las dos técnicas empleadas, analítica y elementos finitos

A partir de estos resultados se valida el uso del modelo FEA en este caso simplificado y bajo situaciones, donde la formulación analítica sea insuficiente, como geometrías más complejas y el uso de múltiples materiales.

CONCLUSIONES

Para una cámara como la planteada según lo establecido en la Tabla 1, a una temperatura de referencia de 100 °C, la presión crítica interna a la que se puede ver sometida es 6,1 MPa, La presión de diseño se define una vez sea seleccionado el factor de seguridad donde se tiene en cuenta la incertidumbre sobre el régimen bajo el cual trabajara el sistema motor y/o el grado de confiabilidad requerido.

Los mayores esfuerzos se presentan sobre el diámetro de la cámara, donde esta aplicada directamente la presión que resulta de la combustión.

Ya que la combustión puede llegar a temperaturas superiores a los 1000 °C, es necesario el uso de un material aislante que evite se afecte la pared en aluminio. La temperatura máxima admisible es de 100 °C para no disminuir de manera significativa la resistencia nominal de la pared metálica.

De acuerdo a la presión de combustión esperada, puede determinarse una presión de diseño superior a 100 °C, según las consideraciones de la Figura 1. Sin embargo, la norma para el diseño de recipientes a presión ASME [1], sugiere que no se superen los 200 °C, hasta donde el esfuerzo de fluencia ha sido determinado con un margen satisfactorio de confiabilidad.

El análisis mediante elementos finitos ofrece resultados veraces y concordantes con el planteamiento analítico, por lo que constituye una valiosa herramienta en el proceso de diseño de la cámara de combustión.

La determinación del estado de esfuerzo en la cámara se puede precisar en la medida que el proceso de combustión se caracterice con certeza, específicamente, presión y temperatura.

RECONOCIMIENTOS

Los autores agradecen a los integrantes del proyecto Propelentes de Indumil, Ing. Carlos Cubides, Ing. Johana Perez, Ing. Gabriel Escobar e Ing. Oscar Orduz. Cuyos trabajos experimentales, tanto en laboratorio como en campo permitieron contextualizar los conceptos aquí presentados.

REFERENCIAS

- [1], *Asme Boiler and Pressure Vessel Code-Section II*.
- [2], *Garcia A, Alvares J, Dos Santos C. Ensaio dos Materiais, LTC. Rio de Janeiro, 2008.*
- [3], *Engineering Data Sources, Ansys 13.*
- [4], *Murcia J, Ceron H, Gómez S. Diseño Conceptual Preliminar y Análisis de la Trayectoria de Vuelo de un Cohete Sonda de Propelente Solido. Cuarto Congreso CICTA, Bogotá. 2012*
- [5], *Shigley J, Mischke C. Diseño en Ingeniería Mecánica. Mc Graw Hill, 6Ed. Mexico, 2002.*
- [6], *Sutton G., Rocket Propulsion Elements. 7Ed, Wiley & Sons, 2001.*
- [7], *Zienkiewics O, Taylor R. The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics, 6Ed.*



IMPORTANCIA DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE COHETES SONDA EN LATINOAMÉRICA, BRASIL Y ARGENTINA

Importance of design and construction of sounding rocket in Latin America, Brazil and Argentina

**JENNY CAROLINA ROBLEDO
ASENCIO**

Ingeniería Aeronáutica

Fundación Universitaria Los Libertadores

Candidata a Magister en ingeniería
y tecnologías espaciales Área de
concentración combustión y propulsión
espacial Instituto Nacional de Pesquisas
Espaciais-INPE

E-mail: jcrobledoa@libertadores.edu.co

Fecha de recepción: 6 de noviembre de
2012

Fecha de aprobación: 6 de noviembre de
2012

ABSTRACT:

Countries such as Argentina and Brazil have the richest history in contributions to aerospace technology in Latin America. Most important contributions were generated by the institutions, national conditions and arrangements to promote research in this field. These two countries are clear examples of that in Latin America can make great contributions, and that all depends on the process and progress of the country interests. In this article you can see clear examples of institutional contributions within countries as well as international. It is to highlight the great contributions in sounding rockets, the basis of space programs established, ongoing improvements, and investment policies for development in action.

Key words:

Aerospace development, rocket, sounding rocket, launch, propellant.

RESUMEN:

Países como Argentina y Brasil, tienen una rica historia en aportes para la tecnología aeroespacial en Latinoamérica. Las contribuciones más importantes fueron generadas por las instituciones, las condiciones del país y los acuerdos establecidos para promover la investigación en este campo. Estos dos países son claros ejemplos de que en Latinoamérica se pueden realizar grandes aportes, y que todo depende del proceso y los intereses de progreso del país. En este artículo se pueden ver claros ejemplos de contribuciones institucionales dentro de los países, como también internacionales. Es de resaltar los grandes aportes en cohetes sonda, como base de los programas espaciales establecidos, las constantes mejoras, y las políticas de inversión para el desarrollo en acción.

Palabras clave:

Cohete, cohete sonda, desarrollo aeroespacial, lanzamiento, propelente.

INTRODUCCIÓN

Argentina y Brasil son países muy importantes para la generación de conocimiento y tecnología para Latinoamérica, durante su historia se han realizado aportes importantes para el desarrollo de cohetes sonda, el interés por parte de instituciones direccionadas, hacen que hoy, sean consideradas competentes en la industria mundial. En el presente artículo se mencionan en breve como se ha logrado esto, como también los inicios de las instituciones que regulan el campo aeroespacial y aun fomentan la investigación.

Se realizara un breve recorrido de su historia aeroespacial, involucrando algunos detalles sobre las instituciones y nombrando los cohetes sonda con sus principales características y usos en diferentes épocas.

ARGENTINA

En Argentina la actividad espacial, inicia aproximadamente en agosto de 1947 cuando es creada la división de proyectos especiales en el instituto Aerotécnico-IA que tenía como propósito principal estudios y desarrollos en vehículos teledirigidos, y motores cohete. Paralelamente el Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas Argentinas-CITEFA realizo la construcción de un motor cohete de combustible líquido AN-1 para impulsar un aeromóvil que se lanzaría desde un avión, su nombre era TABANO, que fue lanzado desde Salinas grandes en 1950 y alcanzó una velocidad aproximada de 800 y 900 km/h [1].

El plan espacial Argentino es iniciado el 28 de enero de 1960 con la creación de la comisión Nacional de Investigaciones Espaciales-CNIE en la Fuerza Aérea Argentina. De acuerdo con la iniciativa se crearon los primeros proyectos en coherería [1][2]:

Proyecto Centauro: donde se realizó el primer cohete Argentino el ALFA CENTAURO APEX-M6 lanzado en 2 de febrero de 1961 (Tabla 1), tenía la misión de efectuar estudios en alta atmósfera, era propulsado por pólvora

bibásica (Nitrocelulosa, Nitroglicerina y aditivos), y fue lanzado desde una base improvisada cerca de Santo Tomas en Pampa de Achala, Provincia de Córdoba [3]; en este mismo año fue creado el Centro de Experimentación y lanzamientos de proyectiles Autopropulsados (CELPA) en Chamental, La Rioja que entro en funcionamiento en mayo del siguiente año. Durante el periodo de 1961 hasta 1965 se realizaron pruebas con cohetes ALFA, BETA y GAMA, los últimos de 2 etapas y con la misión de medir los sistemas telemétricos abordo, pruebas de separación de las dos etapas y recuperación de cargas útiles por medio de paracaídas [1][4].

ÍTEM	APEX-M6
Alcance	20 km
Carga útil	3,3 kg
Diámetro carga útil	0,101 m
Diámetro del motor cohete	0,094 m
Impulso total	1800 kg/s
Longitud	2,705 m
Longitud de carga útil	1,088 m
Longitud motor cohete	1,617 m
Masa propelente	11 kg
Masa total de lanzamiento	28 kg
Tiempo de combustión	1,23 s

Tabla 1. Características del cohete Alfa Centauro.

En la asamblea científica de la COSPAR en 1965 realizada en el mar de la Plata, Buenos Aires, Argentina tomo la iniciativa sugiriendo la creación de una red interamericana de estaciones de cohetes meteorológicos para estudios en la alta atmósfera entre 30 y 60 km de altura, idea formalizada en participación de la NASA (National Aeronautics and Space Administration), CNAE Brasil (Comissão nacional de atividades Espaciaies y la CNIE Argentina (Comisión Nacional de Investigaciones espaciales), dando como resultado la creación de EXAMETNET (Experimental Interamerican Metereological Rocket Network), en 1966 se lanzaron cohetes nombrados JUDI en marco de este proyecto [2][5].

Proyecto Orión: El 13 de agosto de 1966 se lanza el primer ORIÓN II (Tabla 2), fue construido utilizando un combustible compuesto de poliuretano y diseñado

principalmente para estudios más elevados de la atmósfera terrestre y llevar a cabo experimentos biológicos de magnitud en los cuales fue transportando en una cápsula un ratón e instrumental necesario para su análisis y control durante la trayectoria, fue una prueba exitosa [2]. Paralelamente es construido el cohete CANOPUS (Tabla 2) que fue lanzado en noviembre del mismo año [5][7]. Gracias al avance en estos dos cohetes Argentina pudo probar su primer proyecto suborbital, lanzado el 17 de diciembre de 1967 el RIGEL R-10 de dos etapas, la primera etapa con CANOPUS y la segunda con ORION por un lapso de 9 min [7].

ÍTEM	ORION II	CANOPUS	CASTOR
Longitud total (m)	3	4,67	8
Etapas	1	1	1
Masa total (kg)	-	280	280
Masa de carga útil (kg)	20	50	75
Apogeo (km)	114	100	500

Tabla 2. Características del cohete ORION II, CANOPUS y CASTOR.

En diciembre 23 de 1969 la Fuerza Aérea Argentina con técnicos y científicos de la Universidad nacional de Tucumán efectuaron el lanzamiento del RIGEL 04 de dos etapas donde viajaron un mono caí misionero, el lanzamiento fue exitoso, y alcanzó una altura de 60 km durante un tiempo de 8 min. En diciembre 19 de 1970 el cohete CASTOR (Fig. 3) realiza un gran logro en la historia espacial Argentina, alcanzando un altura de 500 km [6].

Proyecto Tauro: El proyecto es iniciado en 1977 con la realización de los cohetes ANTARES, propulsados a base de cloruro polivinílico. En diciembre 10 de 1981 uno de los cohetes tauro de dos etapas despegó desde Chical de los Andes alcanzando una altura de 160 km. En 1979 se inicia el “plan de satelización” iniciado por el entonces comandante en jefe de la Fuerza Aérea Argentina, con apoyo tecnológico de la empresa Alemana CONSEN, subsidiaria de la DORNIER, y con ello también el comienzo de la Planta de Falda del Carmen que fue terminada para 1983. El plan de satelización destinado a elaborar un motor con propulsante sólido con el objetivo de desarrollar

un cohete de una etapa con un alcance de 300 km; desarrollar un sistema de control y un cohete de dos etapas con la posibilidad de llevar carga útil de 400 kg a 550 km de altura; y finalmente, la construcción de un vehículo de lanzamiento modular que lograría colocar una carga útil de 200 kg en órbitas bajas, objetivo que debería lograrse para el año de 1990. El tipo de propelente fue cambiado de líquido a sólido, puesto que brindaba mayores ventajas según las especificaciones del proyecto y los fines militares que estaban siendo desarrollados para esta época [2].



Figura 1. Cohete CASTOR CR-01 lanzado en la Base Chical de los Andes [54].

El primer prototipo realizado fue el CONDOR I que alcanzó los 300 km y transportó una carga útil de 500 kg, se innovó en la utilización de un combustible llamado “composites”, el sistema de dirección era inercial-aerodinámico, por medio de aletas; los primeros ensayos

estáticos del motor se realizaron más o menos entre 1983 y se tenía planeado lanzar el CONDOR I para finales del 1985. Con motivo de validar el desarrollo hecho en el último avance, se construyó el CONDOR I A-III también llamado ALACRÁN que fue un cohete táctico de artillería de 120 km de alcance con un sistema de dirección inercial aerodinámico y capaz de transportar 250 kg de carga útil, fue lanzado varias veces en 1988 a modo de prueba en Chamental. Al principio el proyecto se realizó con fines civiles, y fue cambiado para realizar el desarrollo de misiles que tuviera dentro de su radio de alcance objetivos Chilenos y en las Islas Malvinas [2]. En 1984 se firma un decreto "secreto" entre Argentina y Egipto, donde Argentina entrega a Egipto 44 motores de combustible sólido además de transferencia de tecnología para producirlos, e incorporando a técnicos Egipcios en las instalaciones de Falda del Carmen. Para 1987 se construye la empresa integradora Aeroespacial S.A. (INTESA SA) en unión de la Fuerza Aérea Argentina, CONSELTEC SA y DESINTEC SA [2]. Al culminarse la primera etapa del proyecto CONDOR y tomando en cuenta los avances en el campo de la propulsión, se da inicio a la segunda etapa del proyecto que se enfocaba en la construcción de un cohete de dos etapas controlado y guiado desde tierra al cual se le dio el nombre de CONDOR II, alcanzaría los 1200 km y transportaría una carga de 500 kg de carga bélica, su misión era disparar a objetivos con márgenes de error de 3000 m. En abril de 1987 Argentina firma el acuerdo MTCR (Missile Technology Control Regime) en el cual los países que firmantes se comprometían a negar la transferencia de tecnología de misiles con sistema guiado, capaces de transportar cargas mayores a los 500 kg, a distancias superiores a los 300 km, por lo que el proyecto CONDOR fue detenido, para el 28 de mayo de 1991 fue desactivado por el ministro de defensa, y debido a distintas oposiciones patrióticas finalmente terminó para 1993, fueron destruidos los misiles construidos [2].

En 1994 se crea un decreto (Decreto 2076/94) que promulga "el plan espacial Argentina en el espacio

1995-2006", enfocado en el desarrollo de satélites para aplicaciones científicas y logra resultados en los siguientes proyectos [6][8][9]: Satélite Víctor I, Satélite SAC-B y el Satélite SAC-C. Para el plan nacional de 2004-2015, que actualizaba el plan nacional anterior, se contempló el desarrollo espacial de Argentina en la realización de estaciones terrenas en Tierra de Fuego, y el sector Antártico, y la realización de misiones satelitales [10]: Satélite SAC-D (AQUARIUS)[57][58], Satélite SAC-E (SABIA)[8] y el Satélite SAOCOM I[11].

El 10 de enero del 2007 fue lanzado en Sriharikota, India el Satélite PEHUENSAT-1, a bordo del cohete PSLV C-7 de ISRO (Indian Space Research Organization), el satélite fue producto de 5 años de investigación de profesores y estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Comahue, la Asociación Argentina de Tecnología Espacial (AATE) y (AMSAT) Argentina; el satélite aun está en órbita y tiene como objetivo comunicar a escuelas y universidades de toda Argentina y el mundo, transmitiendo mensajes en diferentes idiomas [10].

En el plan nacional 2004-2015, establece el proyecto TRONADOR [12], en el cual la primera fase estará enfocada en el desarrollo de un motor propulsor a base de anilina y ácido nítrico, la segunda fase en la construcción de cohete con un sistema de navegación guiado y controlado, a fin de constituirse en un inyector satelital que use en sus primeras etapas motores brasileños. En este proyecto se pretende también la conformación de grupos universitarios apoyados por profesionales de diferentes instituciones responsables de los distintos subsistemas del cohete, cumpliendo así con el plan nacional Espacial, entre las instituciones involucradas en este proyecto se encuentra: el Instituto Universitario Aeronáutico-IUA Córdoba, la Fuerza Aérea Argentina-FAA, la Comisión Nacional de Energía Atómica-Instituto Balseiro-CNEA-IB, la Comisión Nacional de Actividades Espaciales- CONAE, y el Centro de Investigaciones Técnicas de las Fuerzas Armadas-CITEFA [13][14].

Como se ha podido observar, los avances tecnológicos aeroespaciales presentados por Argentina fueron dados con fines militares y científicos, lo que ha permitido el avance en el área de la cohería, además de los convenios generados en instituciones dentro y fuera del país, como de las agencias espaciales de distintas partes del mundo. Lo que demuestra que la industria espacial argentina, es una de las más sobresalientes en Latinoamérica. Es de gran importancia el apoyo que presentan las instituciones para la formación de personas capacitadas en este campo, y el trabajo mano a mano de las universidades con estas instituciones.

BRASIL

El interés de Brasil en investigaciones aeroespaciales se genera en 1941 con la creación del Ministerio de Aeronáutica, el Ministerio a su vez crea en 1946 el Centro Técnico de Aeronáutica, hoy día llamado Departamento Técnico de Ciencia y Tecnología Aeroespacial-DCTA. En 1950 se da inicio a las actividades del Instituto Tecnológico de Aeronáutica-ITA [15].

En la etapa de 1950-1970 fueron creadas las principales instituciones que administran, regulan y desarrollan actividades a nivel espacial en Brasil, tales fueron: el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico-CNPq; la Comisión Nacional de Actividades espaciales-CNAE [15][16]; el Grupo de Trabajo de Estudios y Proyectos Espaciales-GTEPE; el Centro de Lanzamiento de Barrera del Infierno-CLBI; el Grupo Ejecutivo de y Trabajo Estudio de Proyectos Espaciales-GETEPE; la Empresa Brasileña de Aeronáutica S.A. EMBRAER; y se realizaron los primeros acuerdos en cooperación con Alemania[15].

GETEPE proyectó y lanzó los primeros cohetes sonda: el cohete SONDA I[15], fue desarrollado para el transporte de cargas útiles científicas y tecnológicas. Se efectuó el lanzamiento del cohete mono etapa SONDA II, evolución del cohete SONDA I e innovo en su masa, alcance, nuevas protecciones térmicas, nuevos propelentes

y una electrónica más moderna [17] [18]. El Instituto de Aeronáutica y Espacio-IAE inició el desarrollo del cohete de dos etapas SONDA III el cual utilizaba propelente sólido y era capaz de transportar cargas útiles científicas y tecnológicas de hasta 150 kg, este vehículo recibió por primera vez sistemas de instrumentación completo: de separación de etapas, de ignición para la segunda etapa, de tele destrucción, de control de altitud de los tres ejes de carga útil, de recuperación de la carga en el mar, además de muchos dispositivos electrónicos. En la Tabla 3 se pueden observar las especificaciones de los cohetes SONDA I, II y III.

ÍTEM	SONDA I	SONDA II	SONDA III
Longitud total (m)	3,1	4,534	6,985
Diámetro máximo (m)	0,127	0,3	0,557
Etapas	2	1	2
Masa total (kg)	59	368	1548
Masa de carga útil (kg)	4,5	70	150
Apogeo (km)	70	100	650

Tabla 3. Características del cohete SONDA I, II y III.

En la etapa de 1971-1989: fue creado el Instituto de Investigaciones Espaciales; la COBAE (Comisión Brasileña de actividades Espaciales), y el NUIAE (Núcleo del Instituto de actividades espaciales) en el CTA (Centro Técnico Espacial) e incorporando el GETEPE; el CTA firmó un convenio de cooperación en el campo de la Investigación Aeronáutica y Espacial, con el NFVLR (Instituto Alemán de Investigaciones y ensayos de Navegación Aérea y Espacial) [15] [19]; Brasil se posiciono como tercer país después de los Estados Unidos y Canadá, en tener una estación operacional (Cuiabá/MT) para recibir imágenes de satélites; se desarrollaron cohetes equipados con sistemas de pilotaje automático, que condujeron al desarrollo del cohete de dos etapas SONDA IV (Tabla 4), este cohete utilizaba propelente sólido y fue proyectado con el fin de obtener el dominio de las tecnologías indispensables para el desarrollo del vehículo lanzador de satélites VLS; fue aprobada la Misión Espacial Completa Brasileña-MECB en donde se desarrollaron vehículos lanzadores y

se implementaron centros de lanzamiento en suelo brasileño; Brasil y Colombia firmaron un acuerdo de cooperación científica y tecnológica [15]; empieza el desarrollo en el Instituto de Aeronáutica y espacio (IAE) del cohete de sondaje monoetapa VS-30 (Tabla 4), correspondiente a la primera etapa del cohete SONDA III [17]; fue inaugurado el CLA (centro de lanzamiento de Alcântara) en Maranhão (MA) [20]; fue creado el Ministerio de Ciencia y Tecnología - MCT, y el Instituto Nacional de Pesquisas espaciales - INPE pasa a pertenecer al MCT, como un órgano autónomo; se dio inicio a las operaciones del CLA con el lanzamiento del cohete SONDA-2; fue inaugurado el Laboratorio de Integración y Testes-LIT del INPE; Brasil y China firmaron un acuerdo de cooperación para el desarrollo de los satélites sino-brasileño de recursos terrestres CBERS; Brasil y el Gobierno de la Unión de las Repúblicas Socialistas Soviéticas firmaron el protocolo sobre la cooperación en el campo de la investigación espacial y de la utilización del espacio para fines pacíficos; Brasil y Argentina firmaron una declaración conjunta sobre la cooperación bilateral en los estudios pacíficos del espacio exterior [15].

En la etapa de 1990-1999: fue lanzado el primer satélite brasileño de recolección de datos SCD-1, que tenía la misión de coleccionar datos ambientales; se realizó el primer vuelo en el CLA, del cohete VS-40 (Tabla 4), con el objetivo de realizar testes de la cuarta etapa del vehículo Lanzador de Satélites VLS [18][16]; fue creada la Agencia Espacial Brasileña AEB, institución responsable de formular y coordinar la política espacial brasileña; fue realizada la primera campaña internacional (operación Guarã) de lanzamiento de cohetes de sondaje en el CLA, y Brasil se adhiere al régimen de control de tecnologías de misiles [15]; Brasil y Argentina firmaron un memorando de entendimiento que establece un cuadro de cooperación en actividades espaciales entre la AEB y el centro Nacional de Estudios Espaciales CNES [15]; Brasil y Chile firmaron un acuerdo básico de cooperación científica, técnica y tecnológica; fue firmado un acuerdo de

cooperación en los usos pacíficos del espacio exterior con Estados Unidos; se realizó el primer teste en vuelo del VLS-1, a partir del CLA, y el primer vuelo de calificación del cohete VS-30 (Tabla 4); Brasil ingresó en el Programa Espacial Internacional ISS [64]; fue lanzado en Florida, Estados Unidos el satélite brasileño SCD-2, la AEB selecciono el primer candidato brasileño astronauta; el satélite CBERS-1 fue lanzado por cohetes Chinos LONGA MARCHA IV de la base de Taiyuan, en China, fue realizado el vuelo del segundo prototipo del VSL-1 (Tabla 5), con falla del propulsor de segunda etapa; fueron lanzados dos microsátélites científicos, SACI 1 que falla, y el SACI 2, a bordo del cohete LONGA MARCHA IV y del VLS; Brasil y Ucrania firmaron un acuerdo sobre cooperación en los usos pacíficos del espacio exterior [18].

ÍTEM	SONDA IV	VS-30	VS-40
Longitud total (m)	9,185	7,428	6,725
Diámetro máximo (m)	1	0,557	1
Etapas	2	1	1
Masa total (kg)	6917	1460	6235
carga útil (kg)	500	260	500
Apogeo (km)	1000	160	650

Tabla 4. Características del cohete SONDA IV, VS-30 y 40.

En la etapa de 2000-2004: fue lanzado el primer prototipo de sondaje VS-30 ORIÓN durante la operación Pirapema, y se testa el VS-30 en la operación Cumã; se firmó el nuevo acuerdo de cooperación entre Brasil y China para el desarrollo de los satélites CBERS-3 y CBERS-4; se firmó el tratado entre la República Federativa de Brasil y Ucrania sobre la cooperación de largo plazo en la utilización del vehículo lanzador CYCLONE-4 en el CLA; el satélite SCD-1 Completó 10 años en órbita, y el SCD-2 completó 5 años; Lamentablemente ocurrió un accidente en el CLA con el vehículo lanzador de satélites VLS-1; se lanzó el CBERS 2 a partir del centro de lanzamiento de Taiwán [16]; fue firmado el acuerdo marco entre el Gobierno de Brasil y el Gobierno de India en los usos pacíficos del espacio exterior; se dio inicio a los lanzamientos

del cohete VSB-30 (Tabla 5), una versión del cohete VS-30, además de una etapa para aumentar la capacidad de carga útil y tiempo de micro gravedad, el desarrollo del vehículo comenzó en mediados del 2000, y fue fruto de una cooperación entre las Agencias espaciales Brasileña AEB y Alemana DLR. El vehículo VSB-30 fue creado para contribuir con el avance de la ciencia al permitir la ejecución de experimentos científicos y tecnológicos, sus siglas significan Vehículo de sondaje Booster-30 [15][16] [21].

ÍTEM	VSB-30	VLS
Longitud total (m)	12,6	19
Diámetro máximo (m)	0,57	1
Etapas	2	4
Masa total (kg)	2.570	50000
carga útil (kg)	400	300
Apogeo (km)	270	1000

Tabla 5. Características del cohete VSB-30 y VLS.

En marzo 30 del 2006 el teniente coronel Marcos Pontes se convierte en el primer astronauta brasileño al partir en dirección a la Estación Espacial Internacional ISS, a bordo de la Nave Rusa SOYUZ 8, con ocho experimentos científicos para la ejecución en ambiente de micro gravedad en conmemoración a el vuelo del 14 Bis (misión Centenario-Santos Dumont). Se estable para este año la empresa binacional ACS (Alcántara Cyclone Space) [15].

En 2007 fue lanzado el satélite Brasileño CBERS-B, en china; y se realizó la primera reunión del consejo de administración de la ACS y efectiva instalación de la empresa. En el 2008 se concentran una serie de sucesos dentro de la historia espacial brasileña [15]: se creó el Centro de Ciencia del Sistema terrestre y el Centro regional del Amazonas del INPE; el programa CBERS completó 20 años de funcionamiento; Brasil firmó un acuerdo de cooperación en el área espacial con Francia, y con Italia se firmó el término de cooperación, en donde firmaron la carta de intenciones para la exploración de oportunidades para cooperación en el Espacio Nacional e Internacional en tecnologías y aplicaciones; se dió inicio a las obras de

reconstrucción de la torre Móvil de Integración TMI en el centro de lanzamiento de Alcántara MA; Brasil y argentina firmaron un acuerdo de cooperación en el área espacial, además de un acuerdo de cooperación por medio de la AEB y de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales de la República de Argentina para desarrollo de actividades conjuntas en las áreas de control de altitud y orbita, cámaras de imágenes de largo barrido y procesamiento de datos sensoriales orbitales.

En 2009 y 2010 se firmó con Bélgica el acuerdo de cooperación en el área espacial, el VS-30 recibe una certificación en Suecia, para la operación FOGTREIN I en el CLBI fueron lanzados dos cohetes de entrenamiento básico FTB; El instituto de aeronáutica y espacio completo 55 años [15]; en la operación Barrera I en el CLBI se lanzó un cohete de entrenamiento Intermediario FTI [22], se anunció el fin de las operaciones del CBERS después de tres años de funcionamiento; En la operación FOGTREIN I en el CLA se lanzaron dos cohetes, un cohete de Entrenamiento Básico FTB y un cohete de Entrenamiento Intermediario FTI; Se expidió por el IBAMA (Instituto Brasileño de Medio Ambiente y de Recurso Naturales renovables) la licencia que permite el inicio de las obras del sitio de lanzamiento de la ACS, lugar de lanzamiento del Cyclone-4; fueron lanzados tres cohetes de entrenamiento Básico FTB del CLBI; se conmemoró los 40 años del INPE y se inauguró un super computador para la previsión de tiempo y estudios en cambios climáticos, al mismo tiempo que el Centro de Lanzamiento de Barrera del Infierno conmemoró sus 45 años [64]; se desarrolló la operación FOGTREIN II y MARACATI II en el CLA en la primera fueron lanzados dos cohetes de Entrenamiento Básico FTB y un cohete de Entrenamiento Intermediario FTI, y en la segunda un VSB-30 fue lanzado llevando experimentos científicos, su carga útil fue rescatada con éxito [15].

Enfatizando en los vehículos de sondaje, Brasil por medio del Instituto de aeronáutica y Espacio (IAE/DCTA) y de la Industria Aeroespacial, desarrollo y produjo un conjunto de cohetes para la experimentación científica

y tecnológica. Con el dominio de los cohetes de sondaje se estableció la base para el desarrollo de un vehículo lanzador de Satélites VLS, artefacto de cuatro etapas con cerca de 50 toneladas en despegue, y capaz de lanzar satélites de 100 kg a 350 kg, en altitudes de 200 km a 1000 km [17].

El actual Vehículo Lanzador de cohetes VLS-1 se analizó en 15 concepciones, dando como resultado una configuración Cluster con cuatro propulsores geométricamente distribuidos en torno a un cuerpo central, una configuración semejanza a la utilizada en diferentes lanzadores operacionales; el desarrollo es una consecuencia natural de aproximadamente 25 años de experiencia acumulada por el Instituto de Aeronáutica y Espacio IAE en cohetes sonda [16] [21], entre sus características más relevantes de este vehículo convencional, están: cuatro etapas que totalizan una longitud de 19 m y una masa total en el despegue de 50 toneladas, su sistema de propulsión usa propelente sólido en todas sus etapas, y posee una capacidad de colocar en órbita circular de 250 km a 1000 km de altitud satélites de 100 kg a 300 kg [18].

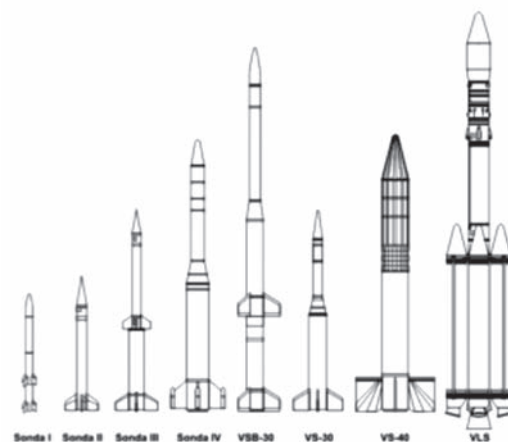
Actualmente el VLS-1 es el principal proyecto totalmente nacional en el área de lanzadores de satélites y se encuentra en la fase de calificación en vuelo, hasta ahora fueron construidos tres prototipos y efectuados dos lanzamientos en el CLA, los lanzamientos de los prototipos V01 y V02 realizados entre 1997 y 1999, problemas técnicos comprometieron el cumplimiento de la misión como un todo, pero no impidieron la calificación en vuelo de diversos componentes del vehículo [66]; el prototipo V03 cuyo lanzamiento debería haber ocurrido en 2003, resulto en un accidente el 22 de agosto de ese año, antes del intento de lanzamiento [18][16].

Los cohetes sonda son utilizados para misiones suborbitales de exploración del espacio, con capacidad de lanzar cargas útiles compuestas por experimentos científicos y tecnológicos; Brasil posee vehículos operacionales de este tipo que suplen una buena parte de las necesidades, además de haber tenido exitosos lanzamientos. Las actividades que desarrollaron cohetes de

sondaje comenzaron en 1965 con el cohete SONDA-I quien efectuó el primer vuelo inaugural en el CLBI, y durante un periodo de 12 años fueron realizados más de 200 experimentos con cohetes de este tipo, actualmente la política de involucramiento creciente de las universidades y Centros de Investigación en el Programa espacial Brasileiro viene acarreado una demanda mayor de estos vehículos, lo que permite la continuación de su producción [17].

En la Fig. 2 se pueden observar todos los cohetes brasileros desarrollados, como muestra de su evolución a través de los años. Brasil es uno de los países latinoamericanos que cuenta con una industria aeroespacial sólida, proporcionando una fuente de progreso, es de sobrellevar la inversión que hacen antes del estado en bolsas de estudio para desarrollar investigaciones concernientes a este campo lo que ha permitido de manera gradual, grandes avances.

Figura. 2. Cohetes desarrollados en Brasil.



CONCLUSIONES

Es importante reconocer los avances en materia de tecnología aeroespacial que se han realizado en la región, ya que de estos Colombia puede tomar ejemplo, e integrarse, proporcionando aportes de gran magnitud. Lo que es más importante ahora es establecer políticas de apoyo en educación como lo han venido haciendo

Argentina y Brasil, como también inversiones en la investigación para la nación, es muy importante cultivar la cultura de la academia integrada con las instituciones del gobierno, trabajando a la par para generar contribuciones que crean mejoras en las condiciones del país.

La tecnología es una herramienta, que bien direccionada y utilizada, puede suplir necesidades comunes y crear independencia. Aunque pequeños aportes, otros países de la región ya han generado y establecido los primeros pasos para el desarrollo aeroespacial en Latinoamérica, estos son descritos en el artículo "IMPORTANCIA DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE COHETES SONDA EN LATINOAMÉRICA (OTROS PAÍSES)".

REFERENCIAS

- [1] *Historia de la cohertería en Argentina, el sitio de la cohertería experimental amateur de Juan Parzewski*, disponible: <http://www.jpcoheteria.com.ar/que.htm#bases>
- [2] *Historia de la cohertería en Argentina, el sitio de la cohertería experimental amateur de Juan Parzewski*, disponible: <http://www.jpcoheteria.com.ar/Alfacentauro.htm>
- [3] *RAK 2 Opel's contribution to the space Race*, disponible: <http://www.droopsnoot.co.uk/rak2.htm>
- [4] A. Viscardi, *El Programa Espacial Argentino, 1960-2008. Un análisis de largo plazo*. Universidad Nacional de La Plata.
- [5] *Argentina y la conquista del espacio*, disponible: http://www.reconquistaydefensa.org.ar/_historia/espacio/conquista.htm
- [6] *Cohete CASTOR de fabricación en Argentina*, disponible: <http://www.tomamateyavivate.com.ar/tecnologia-argentina/cohete-castor-de-fabricacion-argentina/>
- [7] J. Navesnik, *el cohete sonda CANOPUS y su legado*, 2006.
- [8] Dossier del lanzamiento misión satelital SAC-D/AQUARIUS, Vandenberg, California, EEUU, 2011.
- [9] Proyecto conjunto de la Universidad Nacional del Comahue, AATE y Amsat Argentina, disponible: www.aate.org/pehuensat.html
- [10] Comisión Nacional de Actividades Espaciales, SAC-E, disponible: <http://www.conae.gov.ar/satelites/sac-e.html>
- [11] INVAAP, área de aeroespacial y gobierno, disponible: <http://www.invaap.com.ar/es/area-aeroespacial-y-gobierno/proyectos/satelite-sac-daquarius.html>
- [12] Comisión Nacional de Actividades Espaciales, proyecto tronador, disponible: www.conae.gov.ar/accesoal espacio/tronador.html
- [13] Comisión Nacional de Actividades Espaciales, SAOCOM, disponible: <http://www.conae.gov.ar/satelites/saocom.html>
- [14] Lanzamiento PSLV C-7, polar satellite Launch vehicle C-7, disponible: www.aate.org/lanzamiento.html
- [15] Agencia Espacial Brasileira, disponible: http://www.aeb.gov.br/index.php?secao=linha_do_tempo
- [16] Garcia, Yamanaka, Barbosa, Bizarria, Jung, Scheuerpflug, VSB-30 sounding rocket: history of flight performance. Institute of Aeronautics and Space- SJC Brasil. German Aerospace Center.
- [17] B. Harvey, H. Smid, T. Pirad, *Emerging space powers: the new space programs of Asia, the middle east and South America*, Springer Berlin Heidelberg, New York, 2010.
- [18] A. Castro, *Foguetes no Brasil, do foguete Congreve ao VLS*, parte 3.
- [19] *Agencia Espacial Brasileira, Veículos Lançadores*, disponible: <http://www.aeb.gov.br/index.php?secao=lancadores>
- [20] C. Bastos, *Astros II o eficiente sistema de artilharia de foguetes Brasileiros-1*, Universidade Federal de Juiz de Fora.
- [21] J. Leite, *AVIBRAS Industria Aeroespacial S/A*.
- [22] C. Bastos, *foguetes no exercito Brasileiro 1949-2009*, Universidade Federal de Juiz de Fora.



ANÁLISIS ESTRUCTURAL (CUERPO COHETE), TIPO DE REMACHADO Y CALCULO DE ESPESOR DE LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN

Structural analysis (rocket body) riveting type and combustion chamber thickness calculation

ANDREAS GRAVENHORST

Ingeniero Aeroespacial.
Especialista en estructuras Aeroespaciales
Docente Fundación Universitaria los Libertadores.
Co-investigador Grupo de Investigaciones en Ciencias Aeroespaciales GICA.

E-mail: awgravenhorst@gmail.com

ANDRÉS D. REINA CASTRO

Estudiante Programa de Ingeniería Aeronáutica último año
Segundo puesto 1 Feria Aeronáutica Organizada por la fundación Universitaria Los libertadores con el proyecto (Giróscopo Direccional) mayo 21 del 2010
Estudiante - investigador Grupo de Investigaciones en Ciencias Aeroespaciales GICA

E-mail: adreinac@libertadores.edu.co

Fecha de recepción: 6 de noviembre de 2012

Fecha de aprobación: 6 de noviembre de 2012

ABSTRACT

This article aims to discover a structural analysis presented in the conceptual and preliminary design of the sounding rocket which is being currently worked on the Research Group of Aerospace Sciences(GICA) of the program of Aeronautical Engineering of the University Foundation Los Libertadores showing the structural design parameters that must be taken into account for developing this structure same, trying to avoid the over load which involves the take-off and while flight operating conditions through the design of a hold ring and some calculations of the combustion chamber

Key words

Sounding rocket, holding ring, Structure, Simulation, Stress, Loads.

RESUMEN

El presente artículo quiere dar a conocer el análisis estructural que se presenta en el diseño conceptual y preliminar del proyecto Cohete sonda que trabaja en este momento el Grupo de Investigación en Ciencias Aeroespaciales (GICA) del Programa de Ingeniería Aeronáutica de la Fundación Universitaria los Libertadores, mostrando los parámetros de diseño estructural que se deben tener en cuenta para el desarrollo de esta estructura, tratando de evitar al máximo la sobre carga que conlleva el despegue y condiciones operacionales durante el vuelo por medio del diseño de un anillo sujetador y algunos cálculos de la cámara de combustión.

Palabras clave

Cohete Sonda, Anillo de sujeción, Estructura, Simulación, Esfuerzo, Cargas.

INTRODUCCIÓN

Actualmente uno de los proyectos que trabaja el grupo de investigación en Ciencias Aeroespaciales (GICA) es el desarrollo de un cohete sonda para transportar sondas meteorológicas para medir las condiciones atmosféricas del territorio Colombiano hasta adoptar un segundo prototipo que permita llevar cargas biológicas para fines de medicina aeroespacial. Existen varias áreas de investigación dentro de las cuales se encuentra la de estructuras aeroespaciales cuya función principal es velar por la seguridad de los componentes que integran el cohete sonda y desarrollar la mejor estructura para soportar todo tipo de cargas que se presenta durante la misión.

En la industria aeroespacial existen distintos componentes que permiten el dimensionamiento de un diseño con énfasis en el peso mínimo posible, donde interactúa la vibración, la búsqueda y selección del material apropiado para el uso del espacio. Se trata de alcanzar unos objetivos claros acerca de las cargas dinámicas y estáticas que se someten sobre la estructura, en base a pruebas computarizadas junto a las teóricas en las distintas fases lanzamiento. Este ítem es independiente a otros, tales como análisis térmico, comunicaciones y otras ramas que se trabajan en el campo aeroespacial. (Spacecraft Systems Engineering 2011)

Se necesita la selección de materiales y configuraciones que permitan un adecuado desempeño de la estructura realizando simulaciones para ir determinando la solución más óptima y así mismo pasar de lo analítico a la construcción final. Por otra parte en este documento se podrán estudiar los componentes que se trabajarán durante el desarrollo del proyecto (COHETE SONDA) mostrando por medio de análisis de elementos finitos y analíticos, las cargas que se soportan sobre el cuerpo cilíndrico y los remaches a tratar junto al cálculo de espesor en la cámara de combustión, dando a conocer los tipos de sujetadores para la industria y los que se trabajarán durante el desarrollo del proyecto.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Diseñar y analizar la estructura mas adecuada para que el cohete pueda cumplir con su misión principal de transportar la carga útil y velar por la seguridad de todos sus componentes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Seleccionar un material liviano, resistente a altas fuerzas y temperaturas, para dimensionar y soportar las cargas durante la fase de lanzamiento.
- Prevenir el esfuerzo cortante al máximo sobre la estructura para evitar el desprendimiento de sus componentes.
- Crear anillos de sujeción que permitan evitar las vibraciones en la estructura soportando mayores cargas.
- Validar el comportamiento de la estructura, utilizando modelos matemáticos y computarizados.
- Calcular el espesor de la cámara de combustión con parámetros matemáticos.

Parámetros de diseño

Los anillos sujetadores y la cámara de combustión están basados en los siguientes parámetros y limitaciones:

- Los anillos de sujeción deben estar fabricados inicialmente en materiales livianos (aeroespaciales) para no aumentar el peso del cohete.
- Debe soportar la fase de despegue estimada en un empuje de 1400m/s
- Soportar temperaturas sobre los 1600 k en la cámara de combustión
- Ser sometida a velocidad supersónica de aproximadamente 3.5 mach

Una vez se tienen los parámetros de diseño, se procede a implementar un primer prototipo de diseño de sujeción entre las dos fases del cuerpo-cohete, seguido de la cámara de combustión.

ELEMENTOS DE FIJACIÓN

Se usan varios métodos para mantener unidas las piezas de metal. Estos incluyen el remachado, la fijación por medio de pernos, tornillos, la soldadura fuerte y la soldadura común. El procedimiento usado debe producir una unión tan fuerte como las piezas que se unen. (Santiago Poveda Martínez 2010)

El aluminio y sus aleaciones son difíciles de soldar. Para hacer una buena unión y una junta resistentemente se deben remachar las piezas de aluminio. El remachado es satisfactorio desde el punto de vista de resistencia y nitidez, y es mucho más fácil de hacer que la soldadura. El método más común utilizado para asegurar o unir aleaciones de aluminio en la construcción y reparación de cohetes. (Santiago Poveda Martínez 2010)

Los tipos de elementos de fijación estas divididos así:

Figura 1 División de los sujetadores permanentes [4]

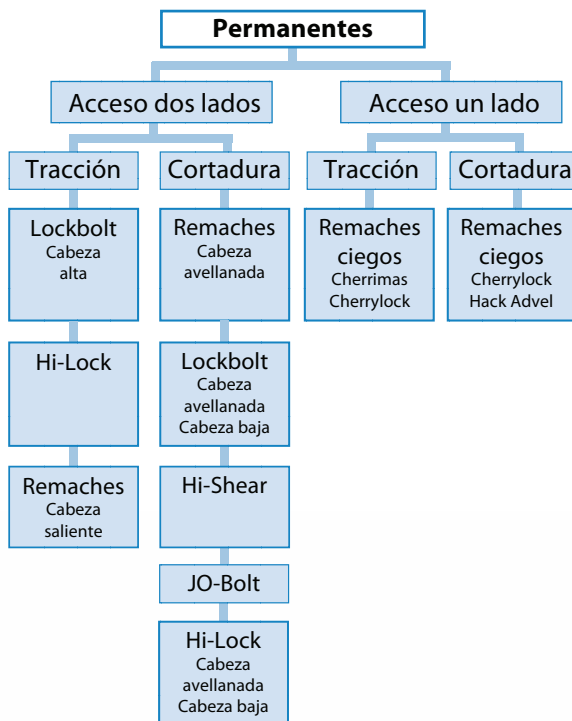
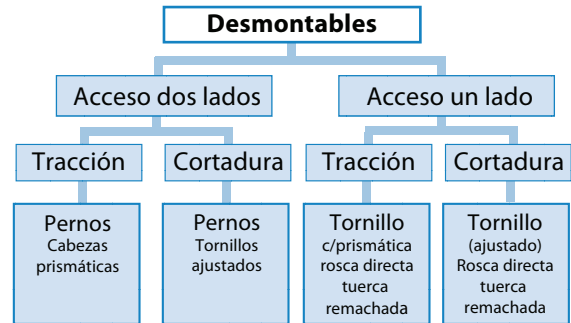
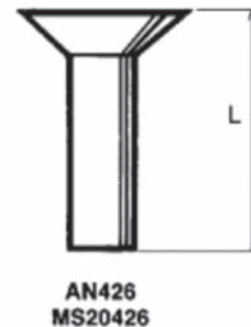


Figura 2. División de sujetadores desmontables [4]



Para el análisis estructural se seleccionó remache de tipo permanente de cabeza avellanada para evitar al máximo las fuerzas de arrastre y no interfiera con la trayectoria de vuelo del cohete, se utilizó el siguiente sujetador que se muestra a continuación junto a su referencia:

Figura 3. Sujetador avellanado a utilizar [4]



Se optó por escoger cabeza avellanada ya que durante la fase de lanzamiento y a medida que asciende el cohete se generan velocidades mucho mayores alcanzando velocidades supersónicas que nos puedan afectar la estructura si genera un drag inducido por eso este tipo de cabeza es la más adecuada ya que en superiores exteriores producen baja resistencia aerodinámica.

Para el caso de la cámara de combustión se usaría de igual forma avellanada pero de un material 2117-T3 (aluminio) utilizados en sellados de tanques de combustible.

CONSIDERACIONES DEL REMACHADO

Las formas en las que se pueden producir el fallo en la estructura depende de los cálculos mínimos que se requieren para el buen ajuste de implementación sobre la estructura del cohete y considerando todos los factores a los que estarán expuestas las sujeciones como de temperatura, densidad y presión a continuación se muestran las fallas principales que ocurren en el remachado:

- Cortadura del elemento de fijación

Figura 4. Corte del vástago por esfuerzo



Está determinado por la ecuación matemática

$$P = (F_{su})_F \left(\frac{\pi}{4} \right) (D)^2 \quad (1)$$

Donde P es el valor de la carga mínima a la que se produce el fallo a cortadura del vástago.

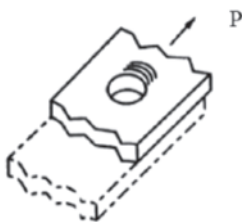
F_{su} = Resistencia a la cortadura del elemento de fijación.

D = Diámetro del vástago.

(Santiago Poveda Martínez 2010)

-Aplastamiento (Bearing)

Figura 5. Aplastamiento de la estructura [4]



Está determinado por la ecuación matemática

$$P = (F_{BRU})(T)(D) \quad (2) [4]$$

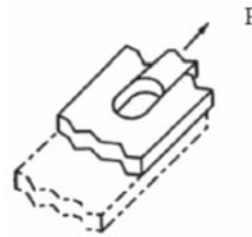
Donde P es el valor de la carga mínima a la que se produce el fallo a cortadura del vástago.

D = Diámetro del vástago

(Santiago Poveda Martínez 2010)

-Desgarro (shear out)

Figura 6. Acción de sheart out. [4]



Está determinado por la ecuación matemática

$$P = (F_{SU})(L)(T)(2) \quad (3)$$

Donde P es el valor de la carga a la que se produce el desgarro del materia de la chapa

F_{su} = Resistencia a la tracción del material

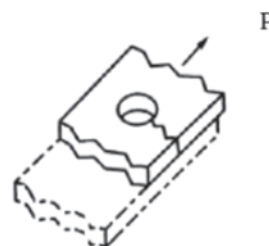
L = Distancia efectiva al borde del material o al próximo agujero

T = Espesor del material

(Santiago Poveda Martínez 2010)

-Fallo por tracción del material

Figura 7. Fallo por tracción [4]



Está determinado por la ecuación matemática

$$P = (F_{TU})(T)(W - D) \quad (4)$$

-Donde P es el valor de la carga a la que se produce el desgarro del materia de la chapa.

- F_{TU} = Resistencia a la tracción del material
- T = Espesor del material
- W = Ancho de la chapa
- D = Diámetro del agujero

(Santiago Poveda Martínez 2010)

CÁLCULO DE ESPESOR DE LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN

Para el cálculo del espesor de la cámara de combustión se deben tener en cuenta factores como, material a utilizar, cálculos previos de presión sobre la cámara que en este caso ya había sido estimado en 2.5 Mpa y utilizamos la siguiente expresión:

$$S_z = \frac{p_i \cdot a}{\sigma_{zu} \cdot e} \quad (5)$$

(Gravenhorst, A, 2007)

Dónde:

- S_z = Espesor de pared de una sección cilíndrica de un tanque.

- e = calidad de soldadura (≤ 1)

P_i = presión máx. de utilización en los tanques

a = eje medio grande de elipse (=radio para esfera)= long combustible.

σ_{zu} = tensión permitida máx. Para el material del tanque durante su utilización.

El material a utilizar es el aluminio 7075-T6 por sus grandes propiedades resistentes y poco peso sus propiedades a tener en cuenta son:

- Esfuerzo máxima de tensión: 78 000lb/in²= 604650 000 N/m²

- Presión máxima en la cámara/tanque: 5Mpa= 5 000 000 N/m
- Para longitud tanque: a= 0,5m
- Calidad soldadura: e= 0,8

Para el cálculo se debe utilizar un rango mayor al obtenido matemáticamente, con el fin de asegurar en la mayor medida el factor de seguridad, por lo tanto se utilizó un valor de presión de cámara de 5 Mpa. (Gravenhorst, A., 2007)

Teniendo los datos del material a utilizar y el cálculo de la presión en la cámara se utiliza la ecuación (5)

$$S_z = \frac{5000000 \cdot 0,5}{604650000 \cdot 0,8} = 5,16 \cdot 10^{-3} m \approx 5mm$$

Ref. Formula: Manuscrito de Cátedra: Ing. Andreas Gravenhorst

Con este valor se pudo determinar que para los requerimientos de la misión para llegar a un espesor de tubo de 2.5mm, se requiere disminuir la presión en la cámara de combustión o acero 4130 como segunda opción.

(Gravenhorst, A, 2007)

El acero 4130 tiene una TensiónFtu (ksi) de 90-95 mientras que el aluminio 7075-T6 es de78 y una densidad para el aluminio 7075-T6 de 0.101 y del acero 1030 de 0.102 lo cual nos da a mostrar que sus características cambian y hay que reducir la presión de la cámara o trabajar en acero 4130 y realizar modificaciones.

DISEÑO DEL ANILLO

Una vez terminada la parte de cálculos se procede a realizar el dimensionamiento del anillo sujetador que tendrá unida las dos partes principales del cohete que se dividen en la parte de carga paga y parte de la cámara de combustión por lo cual se implementaron dos tipos de que se ilustran en la siguiente tabla:

PARTE	MATERIAL
1. Anillo de sujeción	Aluminio 7075-T6
2. Sección de instrumentos de medición y carga paga	Aluminio 6061
3. Cámara de combustión o zona del propelente solido	Aluminio 7075-T6
4. Remache avellanado MS20426	2024-T3 (al-cu-mg)

Tabla 1. Materiales y partes

Figura 8. Anillo de sujeción en aluminio 7075-T6

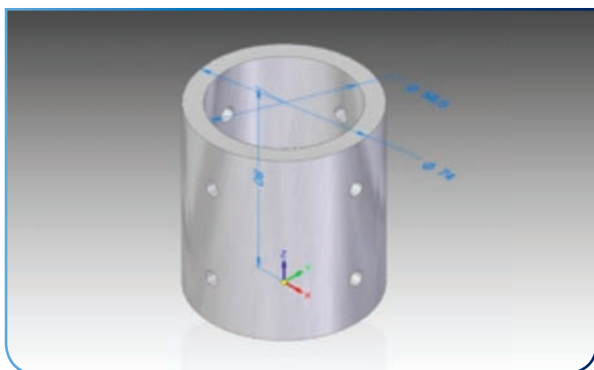
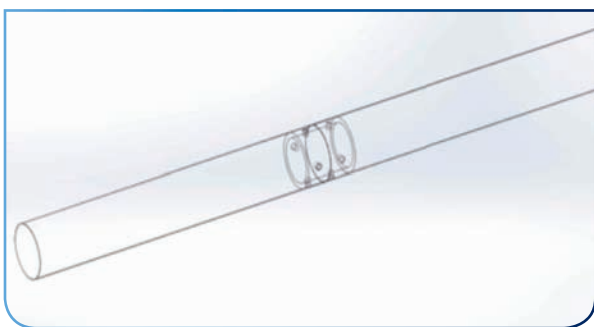


Figura 9. Anillo Ensamblado



Densidad	2,795 g/cm ³
Coefficiente de expansión térmica	0,000000 /C
Conductividad térmica	121,000 W/m-C
Calor específico	920,000J/kgC
Módulo de elasticidad	71705,47Mpa
Coefficiente de Poisson	0,33
Límite elástico	503,317 Mpa
Tensión de rotura	572,265 Mpa
Elongación %	0

Tabla 2. Propiedades del aluminio 7075-T6

Los materiales son seleccionados debido a sus bajas densidades y resistencias mecánicas. La cámara de combustión en aluminio se encarga de soportar las presiones de 2.5MPa, aislando térmicamente del propelente para que las temperaturas sobre las paredes no superen los 50°C, la cámara de combustión cuenta con un factor de seguridad de 10.

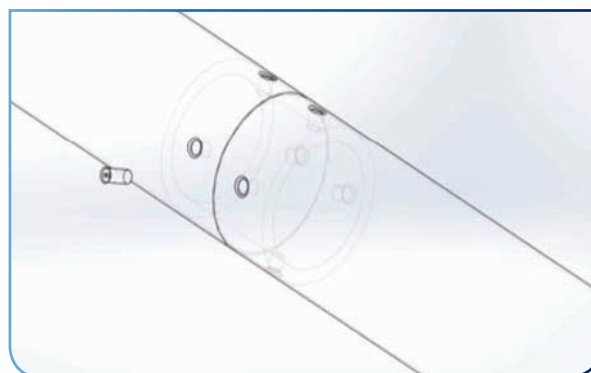
Densidad	2,712 g/cm ³
Coefficiente de expansión térmica	0,000000 /C
Conductividad térmica	180,000W/mC
Calor específico	920,000J/kg-C
Módulo de elasticidad	68947,570MPa
Coefficiente de Poisson	0,33
Límite elástico	275,790 Mpa
Tensión de rotura	310,264 Mpa
Elongación %	0

Tabla 3. Propiedades del aluminio 6061

Figura 10. Sección corte anillo



Figura 11. Remachado para aplicar



El anillo proporcionara una sujeción interna que permita mantener unidas las dos secciones del cohete y de esa forma no generar esfuerzos concentrados que dañen la estructura y afectando los componentes que van internamente de medición, sistema de recuperación y cargas pagas en el caso de las cargas biológicas u modificaciones que se puedan realizar.

Por otra parte se puede decir que estas uniones serian aplicadas a las aletas y ojiva que componen el cuerpo del cohete.

Figura 12. Anillo vista Avellanados

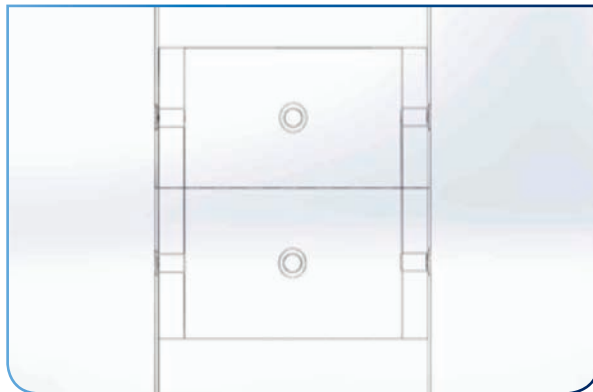


Figura 13. Anillo finalizado - remachado vista superior



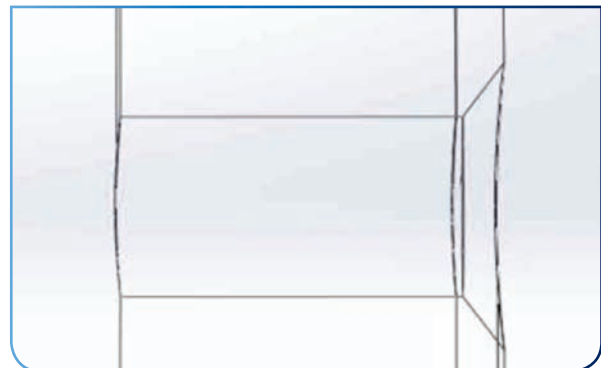
El anillo se diseñó con la finalidad de mantener unidas las dos partes del cuerpo del cohete iniciales o principales como la parte de la carga paga con una medida de 500 mm y la zona del propelente y cámara de combustión de medida 1000 mm, por otra parte cave tener en

cuenta que dentro de la información que se maneja en el semillero de investigación se tomaron valores de diseño como espesor del tubo máximo de 2mm que utilizamos en este caso.

Dentro del diseño inicial de cualquier estructura por mínima que sea el remachado cumple una función fundamental y primordial en el caso de los avellanados. El espesor de una chapa, en la que existan avellanados, debe de ser igual o mayor de 1,5 veces la profundidad de avellanado, en piezas críticas en fatiga y en otras aplicaciones debe ser igual o mayor que esta profundidad más 0,5 mm (0,02 pulgadas).

(Santiago Poveda Martínez 2010)

Figura 14. Construcción del orificio avellanado



El diseño de uniones en los que los remaches trabajen sólo a tracción, constituye una práctica no deseable y debe realizarse con las máximas restricciones posibles. Cuando una carga de tensión secundaria sea impuesta a un remache de aluminio (como en el caso de la unión de una barra de nervadura a un larguero), utilizar como carga de resistencia a la de tracción del remache, la obtenida mediante pruebas para el conjunto remache chapa. Existen datos experimentales sobre estos casos. (Tactical Missile Design, fleeman 2006)

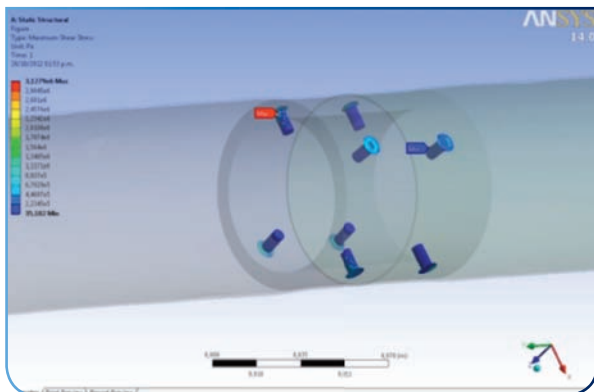
SIMULACIÓN ANSYS

Mediante software especializado como Ansys Workbench (módulo Static Structural) es posible obtener

un análisis del comportamiento de los esfuerzos y condiciones a las cuales se somete el (cuerpo-cohete) junto a su remachado qué en este caso era nuestra prioridad para comprender si su uso era aplicable a la construcción física.

A continuación de la Figuras 15 a 18 se pueden ver los resultados analizados como el corte máximo, el equivalente de stress y sus equivalentes valores teniendo en cuenta valores unidimensionales ya estudiados por el área de aerodinámica del grupo de investigación los cuales se emplearon datos de la fuerza normal de arrastre del cohete se calculó en 1.2 KN equivalente a 1200 N y una aceleración estimada de 30 gravedades (294,3 m/).

Figura 15. Análisis Máximo corte



Por otra parte se pudo comprobar que el remache soporto los grandes esfuerzos de aceleraciones a las cuales estaría estimadas el cuerpo del cohete durante el vuelo y su fase de lanzamiento.

Como era de esperar como se muestra en la gráfica 16 el remache tubo un corte máximo a los 3,1279e9 MPa en donde sufre un corte y nos deja ver que se podría implementar en la construcción.

Elegir cuidadosamente las tolerancias de ajuste de los elementos de fijación, ya que el aprieto produce cargas de tensión sostenidas con efectos beneficiosos en cuanto a evitar de grietas en el material de las piezas unidas.

(Sutton G. 2010)

Figura. 16 Punto máximo

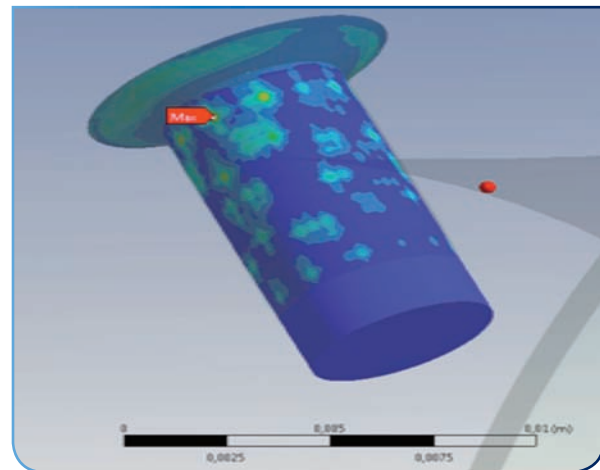


Figura 17. Distribución de esfuerzos en total del cuerpo

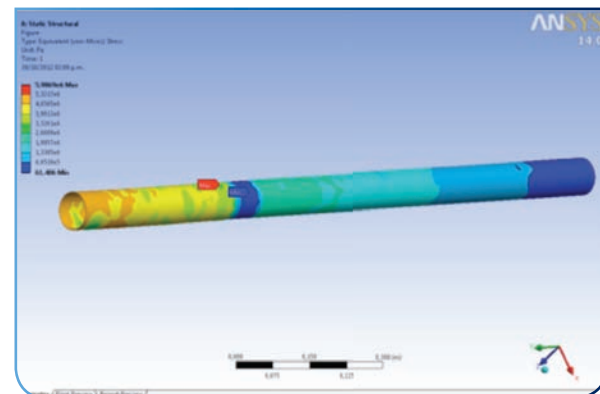


Figura. 18 Concentración de energía de distorsión

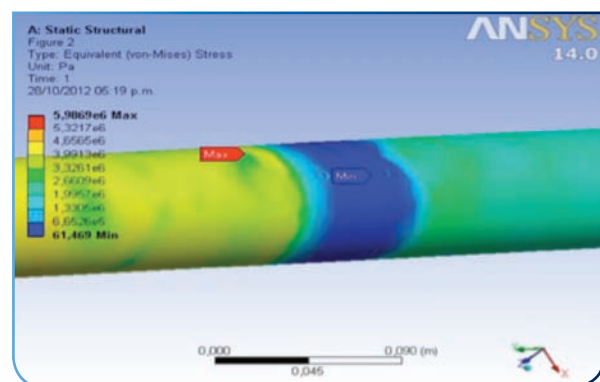


Figura 19.

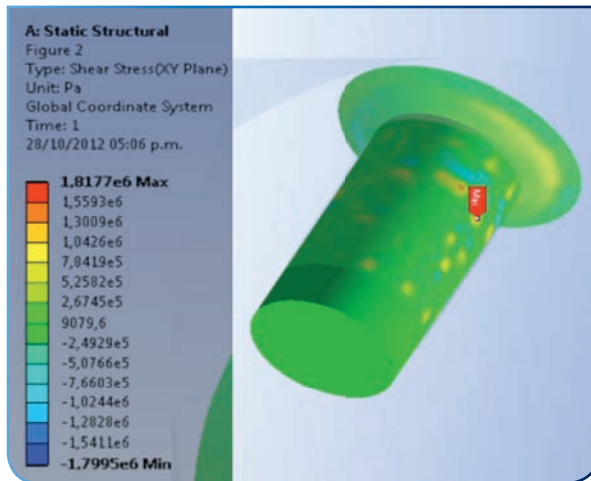
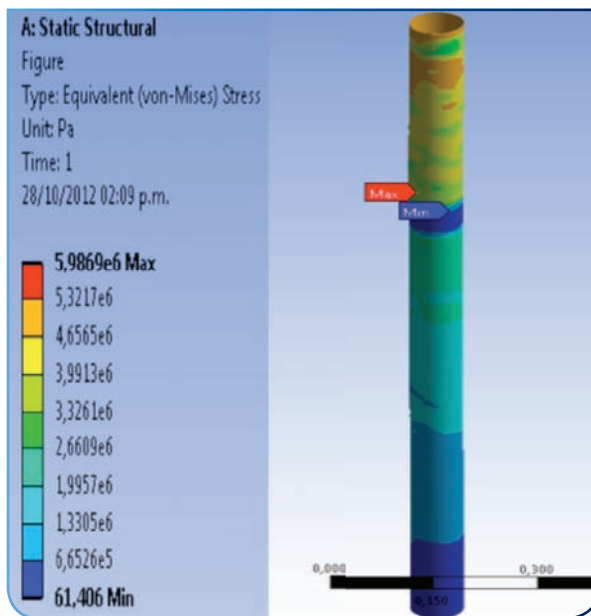


Figura 20.



El shear máximo como se ve en la figura 18 es de $1.81177e6$ Mpa el cual utilizaremos como dato para aplicarlos para evaluar la similitud con la teoría unidimensional.

RESULTADOS ESPERADOS

Antes de implementarlo en el cohete se realizarán pruebas de manera experimental en los laboratorios de

estructuras de la Fundación Universitaria Los Libertadores para comparar los resultados obtenidos computacionalmente y así mismo proceder con la implementación al primer prototipo que se estaría construyendo en 4 meses.

Se utilizarán otras aleaciones y tipos de remaches para comparar de la misma forma los resultados y finalmente determinar cuál es el mejor para la implementación, también se trabajarán junto a otras universidades como la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad Libre quienes han estado trabajando de la mano con el grupo de investigación en diferentes áreas.

CONCLUSIONES

Es fundamental tener buenos parámetros de diseño para poder implementar cualquier tipo de simulación por cualquiera que sea experimental o computacional.

Los fallos pueden ocurrir por varias razones, pero generalmente porque algún factor, tal como esfuerzos secundarios debidos a excentricidades (los vectores de la carga no pasan por el elemento de fijación o por el centroide del conjunto de ellos), concentración de tensiones, deslizamiento entre conexiones, excesivas deformaciones, etc. o bien combinación de ellos, no ha sido tenido en cuenta, por lo que resulta difícil realizar una detallada evaluación de los mismos.

Independientemente del espesor del material se pueden utilizar remaches teniendo en cuenta sus parámetros de instalación siendo el 1.5 más la altura de la cabeza del avellan.

La simulación en Ansys es una gran herramienta que permite comprender distintos fenómenos acercándose a la realidad con un margen de error mínimo.

Una vez obtenidos los resultados de las pruebas, se deben corroborar los datos reales con los teóricos para simular nuevamente las ecuaciones y predecir el comportamiento real de la estructura.

RECONOCIMIENTOS

Al profesor Jhonatan Murcia por el aporte de sus conocimientos, Ing. Saulo Gómez y a los estudiantes del semillero de investigación en ciencias aeroespaciales (GICA).

REFERENCIAS

- [1] *Gravenhorst, A., 2007, "Manuscrito de Cátedra Sistemas de Transporte Espacial y Propulsión Espacial", Bogotá.*
- [2] *Sutton G., "Rocket Propulsion Elements". 7Ed, Wiley & Sons, 2001*
- [3] *Spacecraft Systems Engineering, 4th Edition Peter Fortescue, Graham Swinerd & John Stark. 2011*
- [4] *Elementos de fijación en estructuras aeroespaciales por Santiago Poveda Martínez 2010*
- [5] *Calderón, Murcia, "Diseño conceptual y preliminar de Un vehículo que transporta carga útil de una tonelada a orbitas bajas de la tierra". Tesis de grado en ingeniería aeronáutica. Universidad Los Libertadores.*
- [6] *Tactical Missile Design (AIAA Education Series) 2006*
- [7] *Humble, R. Hery, G. & Larson W. "Space Propulsion Analysis and Design", McGraw Hill, 3Ed, 1996.*
- [8] *Airframe stress analysis and sizing second edition (Michael C. Niu) 1999*
- [9] *Composite Airframe Structures (Michael C. Niu) 1892*
- [10] *Airframe Structural Design (Michael C. Niu) 1995*



CONTADOR DE MUNICIÓN SUELTA

Loose ammunition counter

DS. RAMOS ACOSTA CARLOS ANDRÉS

Escuela de Suboficiales
"CT. Andrés M. Díaz"

Tecnología en Seguridad Aeroportuaria
Madrid, Colombia

Email: carlosmono112@hotmail.com
Investigacion.academico@gmail.com

DS. ABRIL ROZO ANDERSON FABIÁN

Escuela de Suboficiales
"CT. Andrés M. Díaz"

Tecnología en Seguridad Aeroportuaria
Madrid, Colombia

Email: Fabian1254@hotmail.com
Investigacion.academico@gmail.com

DS. GUZMÁN ACOSTA JUAN GUILLERMO

Escuela de Suboficiales
"CT. Andrés M. Díaz"

Tecnología en Seguridad Aeroportuaria
Madrid, Colombia

Email: juanguui999@hotmail.com
Investigacion.academico@gmail.com

Fecha de recepción: 1 de noviembre de
2012

Fecha de aprobación: 6 de noviembre de
2012

ABSTRACT

Because of the listed problems and the high amount of time spent on cartridge by cartridge have parts in each airbase daily, we wanted to implement an ammo count which staff can facilitate this service, its functions when journal.

Hence it is designed and built the prototype of a system with an appropriate technology for counting loose ammunition caliber 5.56mm and 7.62mm to be used by airport security staff in all units of the Air Force.

This project aims to improve the work and eliminate the margin of error that may have to do a count or weapons magazine, also leaving high technology in airport security to go hand in hand with technological advances.

Key words

Microcontroller, strain gages, resistors, LCD

RESUMEN

Debido a los enumerados problemas y la alta cantidad de tiempo que se gasta en contar cartucho por cartucho en los partes diario en cada base aérea, se quiso implementar un contar de munición el cual pueda facilitar al personal que este de servicio, sus funciones al momento de la revista.

Por lo cual se Diseño y construyo el prototipo de un sistema con una tecnología adecuada para contar munición suelta calibre 5.56 mm y 7.62 mm para que sea utilizada por el personal de seguridad aeroportuaria en todas las unidades de la Fuerza Aérea.

Con este proyecto se pretende mejorar el trabajo y eliminar el margen de error que se pueda tener al realizar un conteo o revista de armamento, así mismo dejar en alto la tecnología de seguridad aeroportuaria para que vaya a la mano con los avances tecnológicos.

Palabras clave

Microcontrolador, galgas extensiométricas, resistencias, pantalla LCD

INTRODUCCIÓN

El personal de seguridad y defensa de bases aéreas que presta los servicios de las Unidades, bases fijas y que comisionan en los cerros tiene la necesidad de constatar el parte de la munición asignada. Este proceso de conteo toma demasiado tiempo retardando los relevos y exponiéndose a errores humanos.



Para evitar esta novedad se ha implementado un mecanismo automático para el contador de munición suelta que tenga la capacidad de contar la munición por sí solo y reducir los márgenes de error humano a cero.

Debido a los enumerados problemas y la alta cantidad de tiempo que se gasta en contar cartucho por cartucho en los partes diario en cada base aérea, se quiso implementar un contador de munición el cual pueda facilitar al personal que este de servicio, sus funciones al momento de la revista.

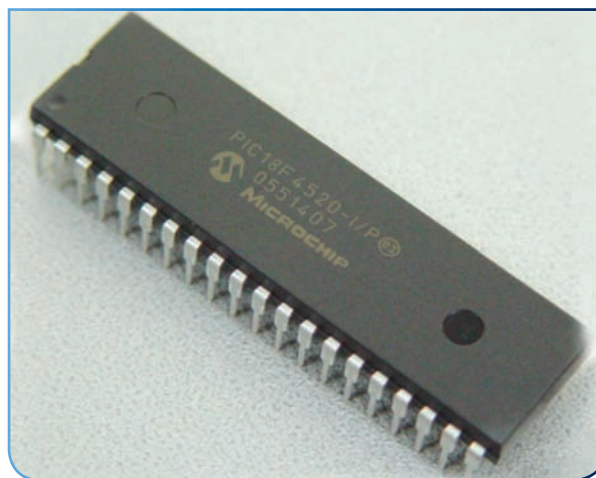
Actualmente el personal de seguridad y defensa de bases presta su servicio en las diferentes bases aéreas y a la hora del relevo se presenta un problema al contar la munición, la cual requiere tiempo y atención por parte del personal para realizar dicho conteo.

Se ha evidenciado errores humanos en algunas oportunidades al no entregar al nuevo turno la cantidad exacta de las municiones. Para superar estas falencias se ve la necesidad de diseñar y construir un equipo

electrónico, mediante la adaptación de un conjunto conformado por un material electrónico y materia prima, previamente estudiada y analizada para que sea totalmente resistente al uso que se le va a dar en las bases.

Con este proyecto se pretende mejorar el trabajo y eliminar el margen de error que se pueda tener al realizar un conteo o revista de armamento, así mismo dejar en alto la tecnología de seguridad aeroportuaria para que vaya a la mano con los avances tecnológicos.

Basados en una encuesta no estructurada, los autores concluyeron que el diseño de un sistema electrónico de conteo ayudará al personal de seguridad y defensa de bases a constatar el parte de munición de una forma rápida y eficaz asegurando que la cantidad de munición sea exacta y evitar pérdidas.



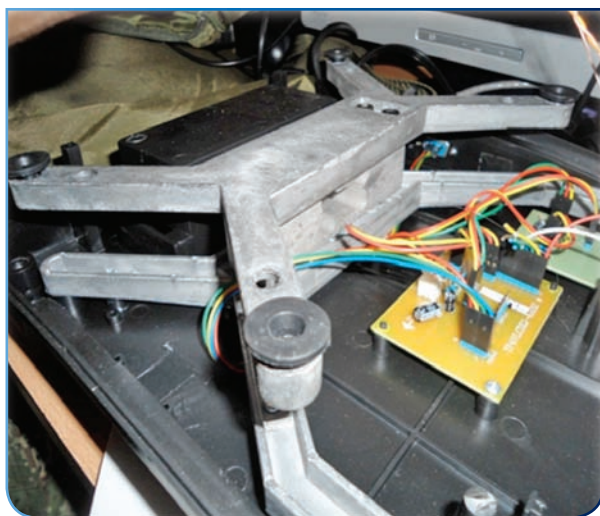
En cada una de la bases de la Fuerza Aérea Colombiana existen un deposito y una persona que está a cargo del control y almacenamiento de armamento y munición, por lo tanto debe llevar un registro exacto de su material y es muy importante que la Fuerza Aérea Colombiana posea un deposito para que el control sea más rápido, exacto y confiable y así se pueda mostrar un buen trabajo en la tecnificación y agilidad en las revistas de armamento.

Los conocimientos adquiridos en el transcurso de nuestra investigación a nivel electrónico nos enseñó el funcionamiento de las galgas extensiométricas, el modo de programación del PIC18F452 y de micro LCD, y con esto poder extender nuestros conocimientos acerca de lo visto en nuestro nivel académico.

CONCLUSIONES

Es un dispositivo mecánico y electrónico que permite tener un control de la munición suelta por su fácil manejo y realiza un conteo rápido y seguro.

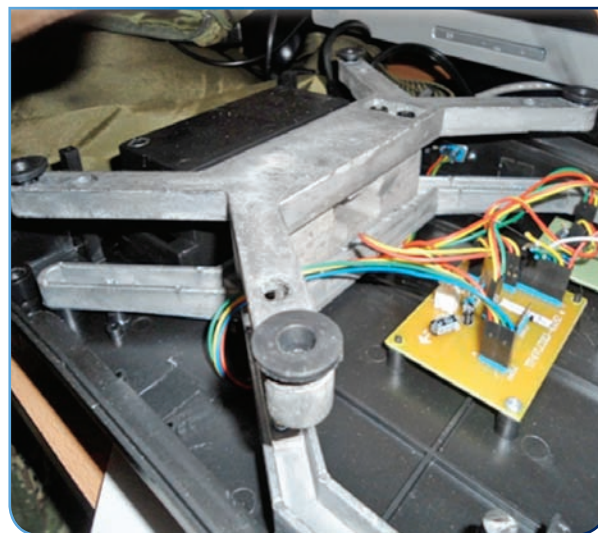
El sistema permite que sea manejado por cualquier usuario, la limpieza del dispositivo también la puede realizar el operario.



Gracias al sistema mecánico y electrónico los relevos en las bases fijas, los cerros aldaños y en las revistas de armamento, serán rápidos y seguros ya que el dispositivo permite un conteo de la munición suelta muy ágil y eficaz.

La seguridad hoy en día está muy a la mano con el desarrollo que ha tenido la electrónica, esto nos permite realizar avances tecnológicos dirigidos al mejoramiento de la seguridad aeroportuaria tanto en la parte civil como en la parte militar.

Este proyecto incentiva a los alumnos en formación en generar ideas productivas para que cada día la especialidad en Seguridad Aeroportuaria crezca y se imponga ante el mundo.



RECONOCIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a:

A Dios, que nos llevo a la culminación de este proyecto con el mejor de los éxitos.

A nuestros padres, por su constante respaldo moral, espiritual y económico que nos permitió alcanzar nuestra visión, objetivos y metas.

A la profesora Alicia del Pilar Martínez Lobo asesora metodológica; quien gracias a sus amplios conocimientos y experiencia en el área de investigación, corrigió nuestro trabajo en las diferentes etapas de la realización del proyecto, permitiéndonos presentarlo con un alto nivel de calidad.

Al señor T3. Alfaro Duarte José Bernardo, por brindarnos sus experiencias y conocimientos en el área de Seguridad y Electrónica la cual fue de gran utilidad para el desarrollo y finalización del proyecto.

Al señor Nelson Javier Rodríguez, por brindarnos su experiencia en la aérea electrónica como asesor técnico

para la elaboración de nuestro proyecto, ya que con sus conocimientos nos brindo un apoyo en la instalación y buen funcionamiento del mismo.

Al señor Tj. Quinchia Wilches Carlos, por brindarnos su apoyo constante como jefe de la tecnología de seguridad aeroportuaria.

REFERENCIAS

- [1] Congreso Colombiano. (2010). *Código Penal Militarqwqw*. Bogotá.
- [2] docstoc. (10 de mayo de 2012). www.docstoc.com/search/pantalla-tft.
- [2] HARPER. (2005). *EL ABC DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS*. MEXICO D.F: LIMUSA S.A.
- [3] <http://www.futurlec.com/microchip/pic18f452.shtml>. (10 de mayo de 2012). www.futurlec.com.
- [4] PALAZZENI, A. (marzo de 2012). www.wikipedia.com.
- [5] República de Colombia. (2004). *Constitución Política de Colombia 1991*. Bogotá: Cupido.
- [6] Santamaria. (1993). *electrónica digital y microprocesadores*. biblios industria grafica,s.l.
- [7] Universidad Politecnica Salesiana. Letrero RGB basado en LEDs. En *Capítulo III Microcontrolador* (pág. 2). BOGOTA.
- [8] www.bci.com. (10 de mayo de 2012). Obtenido de celdas de carga.



Imagen tomada de: http://azarius.es/headshop/pipes/metal_pipes/pipe_metal_golden_bullet/



LA NOBLE LABOR DEL DIRECTOR MUSICAL

The noble job of the Musical Director

TÉCNICO JEFE CARLOS ARTURO FORERO FARFÁN

Profesor Militar, Especialista en Operaciones Psicológicas, Músico, Escritor e Historiador.

E-mail: cafofa5@yahoo.es

Fecha de Recepción 12 de noviembre de 2012

Fecha de Aprobación: 6 de noviembre de 2012

“La justicia militar es a la justicia, lo que la música militar es a la música”.

Georges Clemenceau.

ABSTRACT

I will start mentioning the most outstanding festivities within the Colombian Air Force and at the same time, reminding the celebration of the First flight in Colombia executed on 9th December 1912. Subsequent to these important facts I will do a tribute to the Military Symphonic Band FAC and its Musical Directors, and finally I will remind the job and importance of the Band in FAC and the Country.

Key words

Anniversary, FAC, BASINFAC, Alma Mater, Music, Homeland, Musical Director, baton, instrument players, musical scores, discipline, stronghold, leadership, Silver Weddings, principals y values.

RESUMEN

Iniciaré mencionando las festividades más resaltantes al interior de la Fuerza Aérea Colombiana y a su vez recordar la celebración del primer vuelo en Colombia efectuado el 09 de diciembre de 1912, posterior a estos importantes hechos haré un homenaje a la Banda sinfónica Militar FAC y a sus Directores Musicales, y finalmente recordar la labor e importancia de la Banda en la FAC y el país.

Palabras claves

Aniversario, FAC, BASINFAC, Alma Mater, música, patria, Director Musical, batuta, instrumentistas, partituras, disciplina, baluarte, liderazgo, Bodas de Plata, principios y valores.



BANDA SINFÓNICA MILITAR DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA

CRONOLOGÍA:

El año 2012 marca hitos históricos muy importantes en las páginas doradas de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC.), hacia el 05 de julio se efectuó la celebración del Octogésimo Aniversario de la creación de la Escuela de Suboficiales FAC “Capitán Andrés M. Díaz” localizada en el municipio de Madrid Cundinamarca; el 08 de noviembre se realizó la celebración del Nonagésimo Tercer Aniversario de la FAC. y casi a la par, el aniversario de la Banda Sinfónica Militar FAC (BASINFAC) lo cual es propicio y oportuno resaltar esa parte sensible y artística de nuestra Institución, ella también tiene su inicio en el mes de noviembre, mes muy especial para la aviación militar en nuestro país y a su vez recordar la celebración del centenario del primer vuelo en Colombia (09 de Diciembre de 1912) sobre la ciudad de Santa Marta por el piloto George Schmitt.

La BASINFAC conmemora sus primeros veinticinco años de creación en el seno del Alma Mater de la Suboficialidad, pues ella se crea el año 1987 donde ha estado en innumerables actuaciones de la FAC y el país, siempre llevando ese sello de calidad como lo ratifican todos los procesos al interior de la Institución Aérea.

La reciente ganadora del Concurso de Bandas Sinfónicas del país, coadyuva con la misión de motivar a todo y cada uno de los integrantes de la Institución, provee apoyo emocional por medio del idioma universal (la música) a los habitantes de nuestras regiones del país, disipa los sentimientos hostiles de personas que van en contra de los objetivos nacionales y acompaña en los momentos de extrema tristeza por la pérdida de héroes nacionales que ofrendaron su sangre al altar de la patria en pro de un mejor mañana.

Después de este breve paneo, nos enfocaremos en tiempo primo a la dedicada e importante función que desempeña el Director Musical, comúnmente llamado “Maestro”, aquel que esta visualmente siempre ubicado delante de la Banda Sinfónica, acompañado con un madero ejecutando movimientos y señas un tanto extrañas para el público; de una forma concisa explicare el papel que él desarrolla al interior de la misma, es quien esta trabajando hombro a hombro con sus integrantes, es soporte emocional, dirigente de planes de mejora de cada uno de los instrumentistas, es amigo, compañero y guía en el montaje de obras musicales para luego ser mostradas al público exigente que aprueba o desaprueba por medio del aplauso (alimento esencial para el artista), es aquel hombre trabajador, tras horas y horas de incansable estudio, disciplinado y dedicado consigo mismo como con su instrumento musical, acompañado siempre de montañas de partituras (escritos musicales).

Quiero en este instante hacer un reconocimiento a la entrega, paciencia, abnegación y loable labor realizada por el maestro FIDEL ÁNGEL CHAVARRO PEÑALOZA, quien se desempeñó durante veinte años como Director de la Banda Sinfónica Militar FAC., los cuales iniciaron el 01 de Septiembre de 1992 y finalizaron este año para dar paso a nuevas generaciones.

Desde que el profesor Fidel toma la batuta (madeiro con el cual se dirigen la Orquestas Sinfónicas) y dirige la Banda, lo hace con entusiasmo y con espíritu de mejora, seña de lo anterior es que al poco tiempo inicia su capacitación en la Universidad Juan N. Corpas en la Capital de la República, en Dirección de Bandas y Grupos Instrumentales y Corales, con maestros reconocidos y talentosos como Jorge Zorro Sánchez, Jorge Pinzón, Jorge Salazar y Carlos Arcila entre otros.



Fotografía Concierto de la Banda Sinfónica Militar de la Fuerza Aérea Colombiana.

El maestro Fidel Chavarro además de dirigir la Banda, también hizo aportes significativos a la Fuerza Aérea y el Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario (INPEC), compuso la música de los himnos de la Acción Social de Nuestra Señora de Loreto, del cuerpo de Seguridad y Defensa de Bases Aéreas y del INPEC; dirigió la Banda Juvenil de Madrid (Cundinamarca) y participó activamente en todas las grandes celebraciones de la Institución Aérea, así como de otras entidades estatales.

Otro baluarte al que debo hacer mención y exaltar su virtualidad es el maestro Javier Ignacio Álzate Pineda,

quien con su gran entrega y colaboración asume el liderazgo de tomar la batuta después de haber finiquitado la gran encomienda el maestro Fidel Chavarro; Ignacio Álzate (Nacho) llega en un momento clave en la enrutada y magnífica oportunidad que se presenta al interior de la Banda, cambia varios modelos y rutinas con miras a llegar a explotar el potencial de cada uno de los integrantes de la BASINFAC, es así como elabora y ejecuta un plan de trabajo continuo para llegar a posicionar la Banda aun más de lo que ella estaba acreditada, de su aporte y disciplina gesta y cosecha el premio obtenido el pasado 04 de noviembre de 2012 en la población de Anapoima, reconocimiento que llega en un momento de grandes celebraciones como el aniversario de la Fuerza Aérea Colombiana y la celebración de las Bodas de Plata de nuestra Banda (25 Años).

Cabe resaltar que la Banda Sinfónica Militar de la Fuerza Aérea Colombiana, es pionera en ser una entidad conformada desde su génesis con personal netamente militar.

A la fecha, contamos con un grupo homogéneo de 30 integrantes con alto sentido de compromiso en todas sus actuaciones dentro y fuera de la institución, basados en principios y valores. Los miembros de la Banda Sinfónica son egresados de los diferentes Conservatorios y Escuelas Nacionales de Música, es una embajadora del Folclor Nacional al divulgar bellas y maravillosas melodías entre el público infantil y adulto; es además imagen de la Fuerza Aérea Colombiana, de la Escuela de Suboficiales FAC "Capitán. Andrés M. Díaz" y del país, su sede esta ubicada en la población de Madrid Cundinamarca y funciona al interior de la Escuela de Suboficiales.

“Ir sin amor por la vida es como ir al combate sin música, como emprender un viaje sin un libro, como ir por el mar sin estrella que nos oriente”.

Autor: Henri Beyle Stendhal

Trabajos de grado

curso 84

TECNOLOGÍAS AERONÁUTICAS

TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA

TS. OMAR MOLARES CUETO

DOCENTE: OD16. ALICIA DEL PILAR MARTÍNEZ LOBO

PROYECTO	AUTORES	OBJETIVO
PROTOTIPO PLATAFORMA CON MOVIMIENTO 6 DOF CON FLIGHT SIMULATOR 2004	SBR. CAMACHO TUTA ERICK SBR. VIVEROS DIAZ BRAYAN DS. POLANCO OLAYA JHON FREDY DS. CONTRERAS LOZANO NESTOR FERNANDO	Construir el prototipo de una plataforma de movimiento para un simulador de vuelo de la escuela de suboficiales CT ANDRES M DIAZ.
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN AUTÓNOMO CON PANELES SOLARES	SBR. DUQUE CESPEDES JEFFERSON DS. CASTILLO HOYOS WALSER DS. VARGAS CALDERON WILMER	Diseñar y construir un Sistemas de iluminación autónoma de baja potencia con energía solar, implementando bombillos tipo led y un panel solar.
DISEÑO DE PROTOTIPO DE BANCO DE PRUEBA PARA LA AMETRALLADORA M3W DEL AVIÓN A29-B	BRM. ECHAVARRIA CRUZ SIMON E. DS. CORREA PEREZ FABIAN A. DS. NEIRA JIMENEZ LUIS S.	Diseñar un banco para el desarrollo de prueba de la ametralladora M3W instalada en la aeronave A-29B en el Comando Aéreo De Combate N°2
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA ARNECES Y CALIBRACION DE PROBETAS DE COMBUSTIBLES PARA EL T-90	SBR. MARTINEZ IBARRA ANGEL ANDRES DS. LOPEZ LEÓN DAVID ELIAS DS. SUAREZ HERRERA CARLOS HERNAN	Diseñar un banco de pruebas físico que permita ver en una pantalla los niveles exactos de combustible en el tanque para lograr efectividad en los procesos de mantenimiento en la aeronave calima t-90.
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE UN BANCO DE PRUEBA PARA MASTER CAUTION PARA HELICÓPTEROS BELL 412- 212 DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA	SBR. RIVERA ESTEVEZ DAVID ALEXANDER SBR. SANTANA BERNAL LUIS CARLOS SBR. MEJIA SALAZAR VICTOR HUGO	Mejorar los procedimientos de mantenimiento en la reparación e inspección de las cajas de máster caution en los helicópteros Bell 412 y Bell 212, mediante el diseño y la construcción de un banco de prueba de cajas de máster caution como una pronta respuesta para el mantenimiento y así mismo aportando a toda la sección técnica del comando aéreo de mantenimiento (CAMAN).
DISEÑO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS (STOP BARS) EN LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA	SBR. GALEANO IBAÑEZ EDILBER DS. MEDINA OROZCO HENRY ALEXANDER DS. PATERNINA ARIAS IVAN DARIO	Diseñar el sistema eléctrico de las barreras de parada (STOP BARS) mediante el uso de un software electrónico para hacer simulación de circuitos electrónicos para los aeródromos.
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL HORNO DE REFLUJO RALUDO 84	DS. DURAN PUENTE INVAN RENE DS. LOPEZ RAMIRES JOHAN SEBASTIAN DS. RAMIREZ PINZON JEFERSON OLMEDO	Diseñar y construir un modelo prototipo de horno reflujo para componentes electrónicos montados sobre circuitos impresos. Para corregir puntos de soldadura incorrectos, quitar o sustituir componentes mal soldados y producir pequeños prototipos de ingeniería que permita trabajar con las tarjetas de montaje superficial.

TECNOLOGÍA EN SEGURIDAD AEROPORTUARIA

TJ. CARLOS HÉCTOR QUINCHIA WILCHES
DOCENTE: OD16. ALICIA DEL PILAR MARTÍNEZ LOBO

PROYECTO	AUTORES	OBJETIVO
DISEÑO Y ELABORACIÓN DE LA TAPA PROVEEDOR PARA EL FUSIL GALIL ACE	DS. BEDOYA MORENO ALEJANDRO DS. GRANADOS MORA JOSÉ DS. BENAVIDES SUAREZ OSCAR	Diseñar un dispositivo para el fusil galil ace que prevenga la suciedad, humedad dentro de la cavidad del proveedor cuando este no se encuentre en uso
MODIFICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE EL RECOLECTOR DE VAINILLAS PARA FUSIL GALIL-AR	SBR. DÍAZ GUIO DIEGO NICOLÁS DS. AGUIRRE RÍOS ALEJANDRO	Recolectar las vainillas expulsadas del fusil galil-ar en ejercicios de entrenamiento mediante el diseño y adaptación de un dispositivo para el fusil galil-ar.
REGISTRÓ FÍLMICO DE PATRULLA	DS GARCIA BOHORQUEZ RAUL DS QUIROZ GONZALEZ SERGIO DS VACCA LOPEZ GUSTAVO	Diseñar el dispositivo de registro en video para las patrullas determinando el tipo de cámara que cumpla con las necesidades y acondicionando el diseño para la patrulla.
REVISOR EXTERNO DEL CHASIS BAJO VEHICULAR	SBR. POLANCO ANGEL ANDRES MAURICIO DS. GOMEZ SANCHEZ FRADER ANDRES DS. RAMIREZ TORRES WOLFGANG LEONARDO	Diseñar un prototipo de cctv en el cual se pueda detectar y minimizar el riesgo de vulnerabilidad en la unidad, que cual revise los vehículos en su parte baja detectando anomalías de paquetes extraños, o artefactos explosivos.
CHALECO DE BÚSQUEDA Y RESCATE CANINO	T2. HOYOS RIVILLAS LUIS EDUARDO DS. JARAMILLO POVEDA JIMMY EDUARDO DS. MOLINA SEGURA SERGIO DANIEL	Rediseñar y adaptar el equipo de avanzada canino militar diseñado en el 2009, con el fin que el equipo de rescate brece pueda ver en tiempo real la trayectoria que sigue el canino, estado de la víctima logrando un rescate más efectivo y su vez brindar mayor movilidad al canino.
BANCO DE INSPECCIÓN Y REVISIÓN DE LA CÚPULA Y LAS LINEAS DE SUSPENSIÓN DE LOS PARACAÍDAS DE ALTO RENDIMIENTO.	DS. CASTIBLANCO ESPINOSA MAIKOL DS. ERASO OCAÑA JERSON DS GELVEZ MEDINA VICTOR	Diseñar un prototipo de inspección para la cúpula y las líneas de suspensión de los paracaídas
CONTADOR DE MUNICIÓN SUELTA	DS RAMOS ACOSTA CARLOS ANDRES DS ABRIL ROZO ANDERSON DS GUZMAN ACOSTA JUAN GUILLERMO	Diseñar y construir un prototipo de un sistema con una tecnología adecuada para contar munición suelta calibre 5.56 mm y 7.62 mm utilizada por el personal de seguridad aeroportuaria en todas las unidades de la fuerza aérea.

TECNOLOGÍA EN INTELIGENCIA AÉREA

TS. FERNANDO MAPE GUZMÁN
DOCENTE: PD4. F. ESPERANZA HERNÁNDEZ DE SANTOS

PROYECTO	AUTORES	OBJETIVOS
APLICACIÓN DE PROTOCOLO Y DOCTRINA EN DEFENSA AÉREA, EMPLEADO EN UN JUEGO DE GUERRA	DS. GONZÁLEZ MORENO J. DS. MORENO CRUZ JIMMI DS. RAMÍREZ TÓCORA JORGE	Crear un software para almacenar y procesar archivos de comunicación, componente armado y ubicaciones de los actores armados ilegales a través del análisis de documentos de inteligencia de las FF.MM. con el fin de facilitar el análisis e interpretación de comunicados emanados de esos grupos al margen de la ley y por parte de la jefatura de inteligencia
EQUIPO PARA INTEGRAR LAS COMUNICACIONES -PROTOTIPO	DS. ARIAS PUENTES DIEGO A. DS. MARTÍNEZ HUÉRFANO C. PEÑUELA ROBAYO DIEGO F. RODRÍGUEZ MEDINA CARLOS	Diseñar un prototipo de un dispositivo electrónico localizador capaz de interceptar señales en frecuencias vhf, mediante el estudio y observaciones de otros dispositivos existentes en el mercado, para su implementación en las unidades de la fuerza aérea colombiana

TECNOLOGÍA EN MANTENIMIENTO AERONÁUTICO

T.J. JORGE PARRA MONTAÑO
DOCENTE: PATRICIA SÁNCHEZ

PROYECTO	AUTORES	OBJETIVO
HERRAMIENTA PARA REALIZAR LA INSTALACIÓN Y REMOCIÓN DE LA TAPA DEL HANGER DE HELICÓPTEROS MEDIANOS EN CAMAN	SBR. TEUTA TIQUE REINALDO DS. VARGAS ESPAÑA ARVEY	Diseñar y Construir una herramienta, mediante la investigación de los materiales adecuados para esta, que tenga la capacidad de desmontar y montar la tapa superior del Hanger para poder efectuar un proceso de manera eficiente, segura y rápida llegando al mantenimiento requerido de dicho componente.
ESTUDIO PARA LA ADAPTACIÓN DE UNA COMPUERTA EN LA SECCIÓN DE TRANSICIÓN Y TAIL BOOM EN EL EQUIPO UH-60L PRESIDENCIAL	SBR. MEJÍA DE LA HOZ LUIS GABRIEL DS. CLAVIJO CASTRO RODRIGO DS. LESMES ROBAYO GERMAN ESTEBAN DS. ROJAS SUAREZ NELSON FABIAN	Elaborar una orden de ingeniería para el helicóptero Black Hawk UH-60L FAC 0007 Presidencial, la cual indicara el procedimiento de instalación de una compuerta en la sección de la transición entre la estación 443.5 y la estación 464 (lado derecho), para un acceso más rápido y cómodo de dichas inspecciones actuales e inspecciones de aviónica con la futura modernización de esta aeronave.
DISEÑO DE UN BANCO PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO NIVEL III DE LOS PLANOS DEL AVIÓN HÉRCULES C-130	BRM. PASTOR RAMOS DUMAR REYNEL BRM. RINCON DUEÑAS JUAN DAVID SBR. RAMIREZ ZULETA JILVER	Diseñar un banco para el mantenimiento nivel III de los planos del avión Hércules C-130 sobre sus soportes en tierra, que se encuentra en el taller de overhaull PDM (Programmed Depot Maintenance), del Comando aéreo de mantenimiento CAMAN.
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA LAS BOMBAS ELÉCTRICAS DE COMBUSTIBLE 2B7-38 Y 3B7-15 DEL SÚPER TUCANO A29 Y TUCANO T27, CACOM 2 FUERZA AÉREA COLOMBIANA	DS. RAMÍREZ BETANCOURT JAMES DS. PRIETO SIERRA FEDERICO ANDRES	Diseñar y construir un prototipo de banco de prueba en para las bombas eléctricas de combustible 2B7-38 y 3B7-15 del súper tucano A29 y tucano T27 de la Fuerza Aérea Colombiana, con el fin de mejorar las condiciones del mantenimiento y operación de estos componentes, tecnificando los procesos de manipulación con estas piezas, en pro de la visión institucional.
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESCALERA DE ABORDAJE PARA UH-60L VIP PRESIDENCIAL	SBR. SARCHI RUIZ JORGE DAIRO SBR. YEPES SANCHEZ OSCAR DAVID DS. SALAS DUARTE JOSE WALTER DS. VASCO MARTINEZ HAROLD	Diseñar y fabricar una escalera de abordaje que permita el fácil ingreso a la zona VIP del UH-60L presidencial.
MODIFICACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE DRENAJE PARA LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN C-130 HÉRCULES, CATAM. CAMAN	SBR. VELOSA ECHEVERRY WILMER ALEJANDRO SBR. VILLAMIZAR ALBARRACIN JOSÉ GREGORIO	Implementar una herramienta para el drenaje de los tanques de combustible de los aviones C-130 Hércules de la Fuerza Aérea Colombiana en el CAMAN y CATAM.
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA HERRAMIENTA PARA EL CAMBIO DE LA CAJA COMBINADA DE LOS MOTORES PT6-T3/B (Twin Pack) DE LOS HELICÓPTEROS BELL 212 Y 412.	BRM. GARAVITO DURAN HANNER. SBR. HUALPA ZUÑIGA EDWIN SMITH. SBR. ESTEVEZ ROMERO ERWIN. DS. MURILLO MONTAÑEZ PAWELL.	Diseñar y construir una herramienta para la extracción de la caja combinada (Twin-pack) de los helicópteros BELL 212 y 412 en todas sus versiones, para reducir tiempos de mantenimiento.
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA HERRAMIENTA PARA EXTRAER LAS PISTAS DEL TRUNNION DEL ROTOR DE COLA DE LOS HELICÓPTEROS MEDIANOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA.	BR. ARAGON VILLEGAS JUAN DAVID SBR. ARCE CRUZ JUAN DAVID SBR. FORERO MONTAÑO YEISON LEONEL DS. MANCILLA SANDOVAL LUIS ALEJANDRO	Optimizar los procesos de mantenimiento en la extracción de las pistas del trunnion del rotor de cola de los helicópteros HUEY II, Bell 212, 412, 205 y UH – 1H mediante el diseño, construcción e implementación de una herramienta como una solución innovadora para el mantenimiento, y sirva como complemento y solución a los problemas presentados en el Comando Aéreo de Mantenimiento CAMAN.
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA HERRAMIENTA PARA LA EXTRACCIÓN DE LOS BUSHING (412-010-428-101) DEL CONJUNTO DEL CONTROL COLECTIVO DEL HELICÓPTERO BELL-412	SBR. DELGADO CARO EDWIN LEANDRO DS. AMAYA PARADA JAWI ANTONIO DS. CHACON GARZON MIGUEL ANGEL DS. LAGUNA CAPERA JHONATAN	Mejorar y agilizar los procesos de inspección de helicópteros en el taller de componentes dinámicos del comando aéreo de mantenimiento (CAMAN) a través del diseño y fabricación de una herramienta para el desmonte del bushing de la palanca colectiva de los helicópteros Bell 412.

GUÍA DE IDENTIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS ESPECIALES PARA LOS COMPONENTES DINÁMICOS DE HELICÓPTEROS MEDIANOS	SBR BARRERA BARON CAMILO ANDRES SBR. NIÑO SALAMANCA EDWIN DS. BALLESTEROS GARCIA JOSE	Diseñar y crear un método que facilite la identificación de herramientas especiales que son utilizadas en helicópteros medianos.
DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE UNA CAJA DE SIMULACIÓN DE LA CONDICIÓN (AIRE /TIERRA) PARA LA FLOTA T-27	DS. ROMERO BECERRA JEISSON HERNANDO	Diseñar un prototipo de una caja de simulación en la condición (aire-tierra) para la flota T - 27 Tucano, que permita optimizar los procesos de mantenimiento en el taller de eléctricos de CACOM 2.
DISEÑO DEL BANCO PARA PRUEBAS DE LA BOMBA DE ACEITE DEL MOTOR T-53-L-13/703 PARA EL COMANDO AÉREO DE MANTENIMIENTO DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA	BR. RODRIGUEZ ROJAS PEDRO YESID DS.SIERRA BUITRAGO GERMAN ELIECER	Elaborar un Diseño que tenga las características técnicas óptimas para la construcción de un banco que realice las pruebas de presión en la bomba de aceite del Motor T53-L-13/703.

TECNOLOGÍA EN COMUNICACIÓN AERONÁUTICA

TS. JUAN EDILBERTO GUIO VARGA
DOCENTE. PD4. OLGA ESPERANZA TERREROS CARRILLO

PROYECTO	OBJETIVOS	AUTORES
APLICACIÓN DE PROTOCOLO Y DOCTRINA EN DEFENSA AÉREA, EMPLEADO EN UN JUEGO DE GUERRA	Diseñar una aplicación interactiva a través de un software de juegos de guerra para simular teatros de operaciones	DS. RODRÍGUEZ CALDERÓN DS. SIERRA BETANCOURTH
EQUIPO PARA INTEGRAR LAS COMUNICACIONES -PROTOTIPO	Diseñar un prototipo del equipo análogo que integre las frecuencias y las líneas telefónicas que componen los puestos adelantados de control de las unidades FACRE un señuelo radar militaraciones.	DS. CALDERÓN MORA DS. PICO SOLEDAD DS. SÁNCHEZ DE LA PEÑA
NORMAS Y PROCEDIMIENTOS PARA EL EMPLEO DE AVIONES DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA...	Diseñar una guía de instrucción y entrenamiento sobre normas y procedimientos para el entrenamiento de aviones de la FAC	DS. HENAO ORTIZ DS. HERRÁN LABRADOR
DISEÑO DE UNA GUÍA INTERACTIVA PARA EL SISTEMA PPSII	Diseñar una guía interactiva del sistema PPSII que se encuentra en el CCOFA	DS. GUAJE LINARES ANDRÉS DS. MATEUS MARTÍNEZ
DISEÑO DE UN SEÑUELO RADAR – ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	Realizar un estudio de factibilidad sobre un señuelo radar militar	SBR. PAÉZ CALDERÓN SBR. ROSERO RUIZ HUGO DS. OTÁLVARO MORA
SOFTWARE DE FRASEOLOGÍA	Diseñar software de fraseología aeronáutica que permita identificar cada una de las comunicaciones	DS. GALINDO GALINDO DS. MORENO ALCINA
SOFTWARE INTERACTIVO DE DETECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE TRAZAS	Desarrollar una herramienta interactiva para detección e identificación de trazas.	DS- MANRIQUE VANEGAS DS. ROA NARANJO
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PROTOTIPO PARA LA PERTURBACIÓN DEL GPS,;	Implementar un sistema electrónico de INTERFR un sistema eléctrico y procedimientos para el entrenamiento de aviones de la faccerencia para el gps civil, como aporte a la guerra electrónica en el proceso de interceptación de aeronaves	SBR. CORTÉS MOLINA DS. DIAZ PRIETO JEISSON J. DS. GAITÁN JUNCA JOSHUA
MAQUETA	Diseñar una maqueta radar de ultrasonido para el laboratorio de Defensa Aérea -ESUFA	DS. FLÓREZ AGUJA DS. TORO HURTADO DS. VALENCIA GÓMEZ

TECNOLOGÍA EN ABASTECIMIENTOS AERONÁUTICOS

TP. ALEXANDER TREJOS HERRERA
DOCENTE. PD4. OLGA ESPERANZA TERREROS CARRILLO

TITULO	INVESTIGADORES	OBJETIVO
ACTUALIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN SEGUIMIENTO, EJECUCIÓN Y EVALUACIÓN DEL PROGRAMA ANUAL DE SOPORTE LOGÍSTICO – PALS -	DS. GRANDA ARENAS DANIEL DS. CANTOR LADINO LEONARDO DS. RIVERA PULIDO JEISSON MAURICIO	Realizar la actualización del procedimiento para la elaboración, seguimiento, evaluación y ejecución del programa anual de soporte logístico (PALS).
MÁQUINA PARA EMBALAR ESTIBAS EN LA DIRECCIÓN DE COMERCIO EXTERIOR	DS. ARBOLEDA GUZMÁN OSCAR ARLEY DS. MELO CÓRDOBA JORGE EDUARDO DS. MOLINA ROBAYO OSCAR ALONSO	Diseñar una máquina para embalar estibas en la dirección de comercio exterior (DICEX).
DISEÑO DE BANCO PARA ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE HÉLICES EN LOS EQUIPOS A-29, T-27 ARAVA	DS. CORREA CHAPARRO JONHATAN IVÁN DS. BULLA CÉSPEDES DIEGO ANDRÉS DS: AGUIRRE MORENO JUAN CARLOS	Diseñar un banco que permita el almacenamiento y el manejo de las hélices de equipos A-29, t-27 y ARAVA en el escuadrón de abastecimientos.
PROPUESTA PARA LA ADECUACIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL COMPLEJO DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES DE CACOM 2 DE ACUERDO A LA NORMATIVIDAD EXISTENTE	DS. CIPAGAUTA HERNÁNDEZ ALDAIR DS. CORTÉS PEÑA DUMAR RICARDO DS. GONZÁLEZ ACUÑA OSCAR	Elaborar una propuesta para la adecuación y organización del complejo de almacenamiento de combustibles de CACOM2 de acuerdo a la normatividad existente
DISEÑO DE EQUIPO PARA DRENAJE DE COMBUSTIBLES DE AVIACIÓN PARA LAS AERONAVES A-29 Y T-27	DS. ARTUNDUAGA SÁNCHEZ HÉCTOR MARIO DS. MILLÁN MARTÍNEZ FERNEY GIUSEPPE DS. VANEGAS CARDONA MICHAEL ANDRÉS	Diseñar un equipo de drenaje de combustible de aviación para las aeronaves A29 súper Tucano y T27 tucano.
PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL ALMACENAMIENTO DE LA DIVISIÓN DE TRENES DE ATERRIZAJE DEL GRUPO TÉCNICO DEL COMANDO AÉREO DE MANTENIMIENTO	DS. CAMACHO NIÑO SERGIO ANDRÉS DS. CAMACHO TUTA YAMID DS. HERNÁNDEZ LOZANO CARLOS ANDRÉS	Realizar una propuesta para la optimización del sistema de almacenamiento de los trenes de aterrizaje, repuestos y herramientas en la división de trenes de aterrizaje del grupo técnico del comando aéreo de mantenimiento.

TECNOLOGÍA EN DEFENSA AÉREA

TS. CESAR ARTURO MARTINEZ ESCOBAR

DOCENTE: PD4. F. ESPERANZA HERNÁNDEZ DE SANTOS

PROYECTO	AUTORES	OBJETIVO
APLICACIÓN DE PROTOCOLO Y DOCTRINA EN DEFENSA AÉREA, EMPLEADO EN UN JUEGO DE GUERRA	DS. RODRÍGUEZ CALDERÓN MARCOS DS. SIERRA BETANCOURTH PALBO	Diseñar una aplicación interactiva a través de un software de juegos de guerra para simular teatros de operaciones, ambientes, casos y situaciones, recreando teatros operacionales virtuales para el entrenamiento del personal de Defensa Aérea.
EQUIPO PARA INTEGRAR LAS COMUNICACIONES AIRE –TIERRA Y TIERRA – TIERRA PROTOTIPO	DS. CALDERÓN MORA RUBEN AUGUSTO DS. PICO SOLEDAD ROBINSON ANDREI DS. SÁNCHEZ DE LA PEÑA WILMER ALEXANDER	Diseñar un prototipo del equipo análogo que integre las frecuencias y las líneas telefónicas que componen los Puestos Adelantados de Control de las unidades de la FAC.
NORMAS Y PROCEDIMIENTOS PARA EL EMPLEO DE AVIONES DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA CONTRA AERONAVES QUE VIOLAN EL ESPACIO AÉREO NACIONAL	DS. HENAO ORTIZ JEISSON LEONARDO DS. HERRÁN LABRADOR JEFFERSON	Diseñar una guía de instrucción y entrenamiento sobre normas y procedimientos para el empleo de aviones de la Fuerza Aérea Colombiana contra aeronaves del espacio aéreo, mediante el análisis de la reglamentación interna 04-20-444.
DISEÑO DE UNA GUÍA INTERACTIVA PARA EL SISTEMA PPSII	DS. GUAJE LINARES ANDRÉS FELIPE DS. MATEUS MARTÍNEZ STEVEN	Diseñar una guía interactiva del sistema PPSII que se encuentra en el CCOFA a través de recopilación de información sobre el funcionamiento del equipo para incorporarla a una herramienta multimedia que facilite las prácticas y adaptación del personal de la especialidad.
DISEÑO DE UN SEÑUELO RADAR – ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	SBR. PAÉZ CALDERÓN ANDRES SBR. ROSERO RUIZ HUGO DS. OTÁLVARO MORA ANDRES	Realizar un estudio de factibilidad sobre un señuelo radar militar que garantice una emisión de señal radar en puntos estratégicos del territorio colombiano.
GUÍA INTERACTIVA FRASEOLOGÍA PARA DEFENSA AÉREA	DS. GALINDO GALINDO RAFAEL DS. MORENO ALCINA JAVIER	Diseñar un Software de fraseología aeronáutica para el personal de alumnos de Defensa Aérea, mediante el cual el alumno aprenda a identificar cada una de las comunicaciones aeronáuticas.
SOFTWARE INTERACTIVO DE DETECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE TRAZAS	DS- MANRIQUE VENEGAS EMANUAL DS. ROA NARANJO CRISTHIAN	Desarrollar una herramienta interactiva para la detección e identificación de trazas, mediante el estudio y análisis del manual de defensa aérea y la utilización de herramientas virtuales que permitan hacer simulaciones de operaciones aéreas que conduzcan al desempeño del futuro operador radar.
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PROTOTIPO PARA LA PERTURBACIÓN DEL GPS QUE OPERA EN LA BANDA CIVIL 1,5742 GHZ.	SBR. CORTÉS MOLINA CRISTIAN CAMILO DS. DIAZ PRIETO JEISSON JAVIER DS. GAITÁN JUNCA JOSHUA	Implementar un sistema electrónico de interferencia para el GPS civil, mediante la emisión de la frecuencia 1,5742 Ghz, como aporte a la Guerra Electrónica en el proceso de interceptación de las aeronaves.
MAQUETA RADAR DE ULTRA SONIDO PAC – SAN ANDRES	DS. FLÓREZ AGUJA ANDRES MAURICIO DS. TORO HURTADO JULIAN DS. VALENCIA GÓMEZ DARIO	Diseñar una maqueta radar de ultra sonido con su respectivo software mediante la aplicación de los conocimientos de la especialidad para facilitar las prácticas y el desempeño del futuro oficial y suboficial de vigilancia aérea.



Modelo presentación artículos para la revista TECNOESUFA

TE. ERWIN ALFONSO SIERRA SALAZAR

Magíster en Ingeniería Industrial y Electrónica
Pontificia Universidad Javeriana
Escuela de Suboficiales
"CT. Andrés M. Díaz"
Escuadrón Investigación
Madrid, Colombia

investigacion.academico@gmail.com

Fecha de Recepción.
Fecha de Aprobación.

RESUMEN

(Debe ir en Inglés y español) El formato actual proporciona algunas pautas para preparar los artículos que se publican en la revista TECNOESUFA: sobre resultados de investigación, y/o Experiencias en Desarrollo e Innovación Tecnológica. Este resumen no debe exceder de 200 palabras y debe indicar los objetivos principales de la investigación, describir la metodología empleada, resumir los resultados e indicar las conclusiones principales.

Incluya por favor las palabras claves apropiadas en su resumen orden alfabético, separado por comas.

Palabras claves

Congreso, plantilla.

I. INTRODUCCIÓN

Este documento de ejemplo está intencionado para servir como referente en la realización del artículo e informe científico de los avances o resultados de una investigación.

El artículo debe tener como mínimo 1.500 palabras en longitud y un máximo de 8 páginas en formato de doble columna. Para los contenidos no tratados en estas instrucciones, por favor referirse a los procedimientos de aplicaciones pasadas o a su editor de publicaciones.

Todos los artículos deben ser enviados electrónicamente en formato .Doc. Realice su informe usando el tamaño de página carta.



Justifique sus columnas izquierdas y derechas. Utilice uno o dos espacios entre las secciones, el texto, las tablas o figuras, para ajustar la longitud de la columna.

En la última página de su artículo, trate de ajustar la longitud de las dos columnas para que sean del mismo tamaño. Utilice la separación por sílabas con guión automático y corrección de ortografía.

A. Título de la sub-sección aquí: Tablas y Figuras

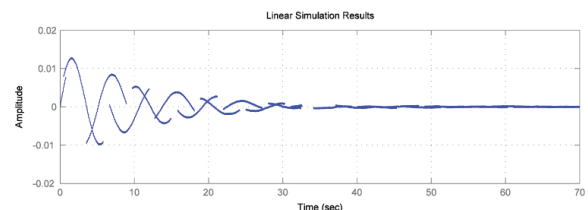
Los **gráficos** deben ir en archivo eps, 600 dpi (1 bit/muestra) para artes en línea (gráficos, tablas, dibujos o tablas) y a 300 dpi para las fotos e imágenes en escalas de grises.

Coloque las figuras y las tablas en la parte superior o inferior de las columnas. Evite colocarlas en el medio de columnas. Las figuras y las tablas grandes pueden atravesar ambas columnas.

Las leyendas de las figuras deben ir debajo de las estas; los nombres y leyendas de las tablas deben ir sobre

las mismas. Evite colocar figuras y tablas antes de nombrarlas en el texto. Use la abreviatura "Fig." incluso al principio de la frase.

Fig. 1. Resultados de Simulación



1) **Citas:** enumere las citas consecutivamente en paréntesis cuadrados [1]. La puntuación de la frase va seguida a los paréntesis cuadrados [2]. Refiérase simplemente al número de referencia, ej [3]. No utilice: "Ref. [3]" o "referencia [3]".



20 |

CIENCIA Y TECNOLOGÍA AERONÁUTICA | 21

OBTENCIÓN DE LAS VARIABLES DE POSICIÓN ANGULAR PITCH, ROLL, YAW DE UNA AERONAVE POR MEDIO DE UNA UNIDAD DE MEDICIÓN INERCIAL IMU (Inertial Measurement Unit) A TRAVÉS DEL FILTRO DE KALMAN

VARIABLES OBTAINING OF PITCH, ROLL, YAW ANGLE POSITION OF AN AIRCRAFT THROUGH AN INERTIAL MEASUREMENT UNIT IMU THROUGH KALMAN FILTER

NELSON JAVIER RODRIGUEZ
Docente Escuela Suboficiales Fuerza
Aérea Colombiana ESUFA
Investigador Grupo de Investigación
TESLA
nelson.rodriquez.docente@gmail.com
Fecha de recepción: 8 de mayo de 2012
Fecha de aprobación: 7 de junio de 2012

ABSTRACT

This article pretends to demonstrate how to obtain, measure, condition, and process using analogue and digital way, micro electromechanical sensor variables (MEMS) like as gyroscopes and accelerometers found in an inertial measurement unit (IMU) to gauge in real time the position angle variables PITCH, ROLL, YAW employed for flight control and trajectory in an aircraft, UAV or missile.

Key words

IMU, Sistema MEMS, Giroscopio, Acelerómetro, Grados de libertad (DOF), Pitch, Roll, Yaw, Sensor MEMS, microcontrolador, DSPIC, estimador de estado, filtro de Kalman, ángulo de posición, velocidad angular, UAV, ART.

RESUMEN

En este artículo se pretende mostrar cómo obtener, medir, acondicionar y procesar de manera analógica y digital las variables de sensores micro electromecánicos MEMS como giroscopios y acelerómetros encontrados en una unidad de medición inercial (UMI) para medir en tiempo real las variables angulares de posición PITCH, ROLL, YAW utilizadas para el control de vuelo y trayectoria en una aeronave, UAV o misil.

Palabras claves

IMU, Sistema MEMS, Giroscopio, Acelerómetro, Grados de libertad (DOF), Pitch, Roll, Yaw, Sensor MEMS, microcontrolador, DSPIC, estimador de estado, filtro de Kalman, ángulo de posición, velocidad angular, UAV, ART.

INTRODUCCIÓN

La medición y el control de las variables de posición angular de una aeronave PITCH, ROLL, YAW son las que determinan en última medida la forma en que este móvil se desplaza en el aire, el agua o el espacio en la figura 1 se muestran gráficamente estas variables dinámicas.

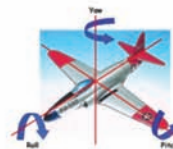


Figura 1. [1] Variables angulares de posición de una aeronave.

La unidad de medición de estas variables angulares (Pitch, Roll, Yaw) son los grados [°]. El cambio de estas variables angulares en el tiempo se denomina velocidad angular $\dot{\Omega}$ su unidad son los grados por unidad de tiempo o segundos $\frac{[^\circ]}{[s]}$ o grados por segundo.

La obtención física de estas variables angulares en una aeronave se realiza a través de sistemas conocidos como giroscopios, estos dispositivos usualmente basan su funcionamiento en fenómenos: ópticos (giroscopios láser), mecánicos (giroscopios electromecánicos), entre otros.



Figura 2. Giroscopio Láser [2].

El avance en la electrónica de estado sólido, en particular con la tecnología de los sensores MEMS permite que en la actualidad existan sensores como giroscopios y acelerómetros electrónicos, los cuales tienen la ventaja que son mucho más pequeños que sus contrapartes mecánicas, ahorran espacio físico en la aeronave y

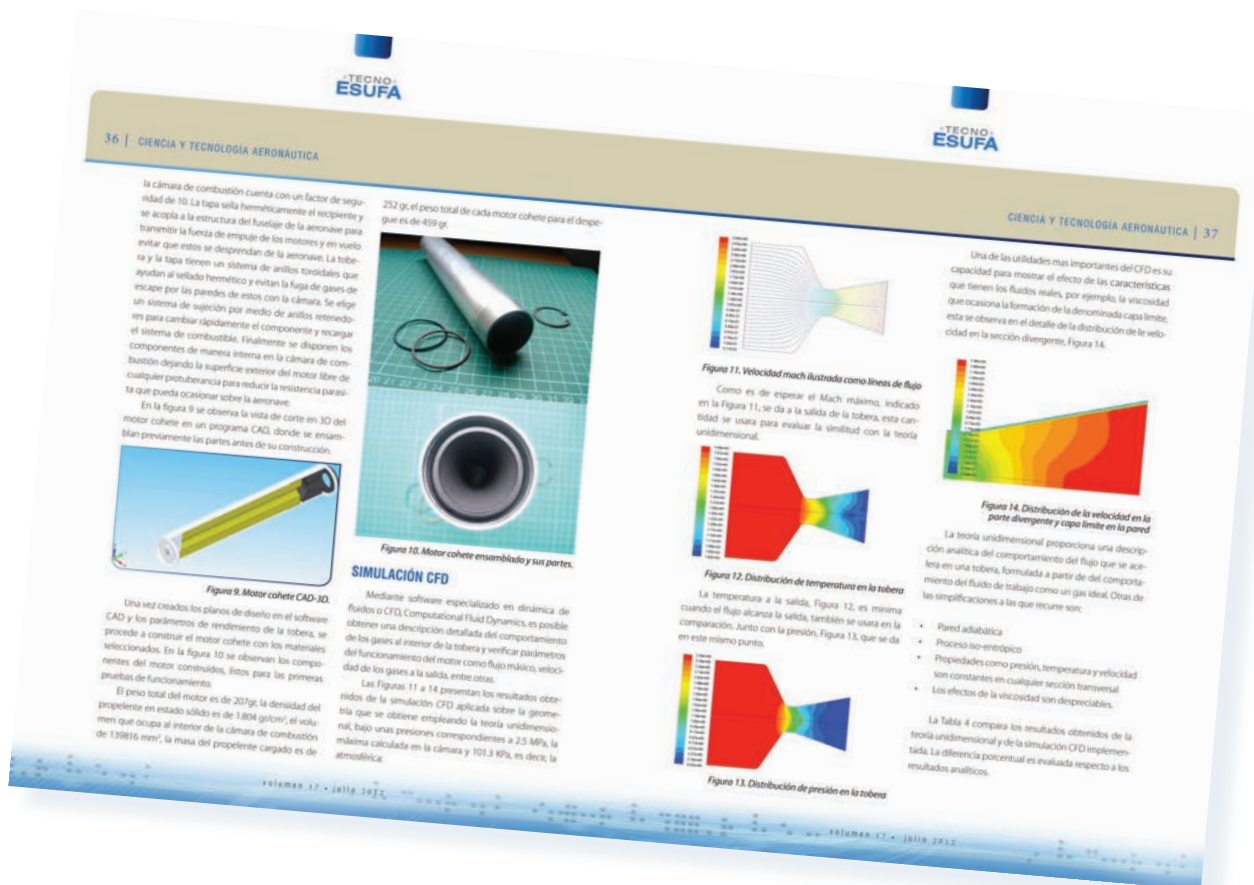
Tabla 1. Tamaño y estilos de las fuentes

ÍTEM	TAMAÑO	ESTILO
Título	24	Negrilla
Autor	11	Regular
Información de los autores	10	Regular
Resumen	9	Negrilla
Palabras claves	9	Negrilla
Cuerpo del texto	10	Regular
Primera letra del encabezado de las secciones	12	Regular
Otras letras del encabezado de las secciones	8	Regular
Encabezado de sub-secciones	10	Itálico
Primera letra, título de las tablas	10	Regular
Leyenda de las tablas	8	Regular

Con excepción en el inicio de una frase: "La referencia [3] muestra..."

2) **Ecuaciones:** enumere las ecuaciones consecutivamente con el número de la ecuación en paréntesis





alineado a la derecha, ejemplo (1). Para hacer sus ecuaciones más compactas, puede utilizar el símbolo de división (/), la función exponencial o exponentes apropiados.

Utilice guión grande en lugar del signo menos.

Use los paréntesis para evitar ambigüedades en los denominadores. Maneje la puntuación para las ecuaciones con comas, y puntos cuando sean parte de una frase, como en

$$A=B \quad (1)$$

Asegúrese que los símbolos en su ecuación hayan sido definidos antes que la ecuación aparezca o inmediatamente después de ella. Refiérase a "(1)," no "Eq. (1)" o "ecuación (1)," excepto al inicio de una frase: "La ecuación (1) es ..."

RECONOCIMIENTOS

Los Autores agradecen acá.

REFERENCIAS

- [1] http://fifthpostulate.net/roll_pitch_and_yaw.htm
- [2], <http://www.aero.org/publications/helvajian/helvajian-3.html>

INFORMACIÓN DE AUTORES

- Nombre Completo
- Afiliación
- Dirección Completa
- Números telefónicos o Fax
- Correo electrónico

CONTENIDO EDICIÓN ANTERIOR

TECNO ESUFA

volúmen 17 • julio 2012

EDITORIAL

Coronel CARLOS MARIO ZAPATA ORTIZ

Director de la Escuela de Suboficiales FAC

INSTITUCIONALES

APLICACIÓN DEL ENFOQUE POR COMPETENCIAS EN LA ESCUELA DE SUBOFICIALES

T3. Alfaro Duarte Bernardo

EVALUANDO "EL CAMINO A LA EXCELENCIA EDUCATIVA"

PD.4 F. Esperanza H. De Santos

ESUFA : "QUIJOTES DE LA EDUCACIÓN EN LA FAC"

PD4. Olga Esperanza Terreros Carrillo

CIENCIA Y TECNOLOGÍA AERONÁUTICA

OBTENCIÓN DE LAS VARIABLES DE POSICIÓN ANGULAR PITCH, ROLL, YAW DE UNA AERONAVE POR MEDIO DE UNA UNIDAD DE MEDICIÓN INERCIAL IMU (Inertial Measurement Unit) A TRAVÉS DEL FILTRO DE KALMAN

Nelson Javier Rodríguez

DISEÑO DE LOS MOTORES COHETES DE PROPELENTE SOLIDO PARA EL DESPEGUE ASISTIDO DE UN VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO (VANT).

Jhonathan O. Murcia Piñeros.

Saulo A. Gómez Salcedo

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN COHETE SONDA PARA TOMA DE DATOS ATMOSFÉRICOS

Jhonathan O. Murcia Piñeros.

Sergio N. Pachón Laiton

CELP CONTROL DE ENCENDIDO DE LUCES DE PISTA

AT. Barrios Amaya Martín Orlando

AT. Caro Rincón Jhonattan

AT. González Arbelaéz John Alexander

MODELAMIENTO DE UN SISTEMA PREVENTIVO DE ALERTA TEMPRANA QUE PERMITA DETECTAR LA ELEVACIÓN DE CANSANCIO EN EL PILOTO EN VUELO

Ing. Pedro Luis Ochoa

Ds. Acosta Puerta Sebastián

Ds. Ramírez Gómez Brian

Ds. Rincón Ochoa Oscar

HISTORIA Y PERSONAJES

OTRA FORMA DE LUCHA

Técnico Subjefe Carlos Arturo Forero Farfán



ESCUELA MILITAR DE SUBOFICIALES FUERZA AÉREA COLOMBIANA "CT. ANDRÉS MARÍA DÍAZ"



INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR - IES ACREDITADA EN ALTA CALIDAD

Según Resolución 3328 del 25 de abril de 2011

PROGRAMAS TECNOLÓGICOS



INTELIGENCIA AÉREA



ELECTRÓNICA
AERONÁUTICA



ABASTECIMIENTOS
AERONÁUTICOS



SEGURIDAD
AEROPORTUARIA



DEFENSA AÉREA



COMUNICACIONES
AERONÁUTICAS



MANTENIMIENTO
AERONÁUTICO

PRIMERA FUERZA MILITAR CERTIFICADA EN TODOS SUS PROCESOS



www.esufa.edu.co

Cra 5 N° 2-92 Sur, Madrid Cundinamarca.

Teléfonos: (1) 820 9080 | 820 9667 | 820 2071 | 820 9278