

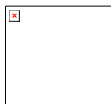
FUERZA AEROESPACIAL COLOMBIANA



ASÍ SE VA A LAS
ESTRELLAS

Memorias 1er Congreso Internacional de Investigación en Ciencias, Electrónica e Innovación Aeronáutica y Espacial

17 y 18 de agosto del 2023
Modalidad Virtual



1er Congreso Internacional de Investigación en Ciencias, Electrónica e Innovación Aeronáutica y Espacial

1er Congreso Internacional de Investigación en Ciencias, Electrónica e Innovación Aeronáutica y Espacial

1er CEINNA-Virtual: Memorias, Número 1

© 2023, Fuerza Aeroespacial Colombiana, Bogotá

Dirección Ciencia, Tecnología e Innovación

© 2023, TC Richard Humberto Cáceres León, MY Germán Rodríguez Pirate y ST Alvarado Ortega

Ignacio Alfonso, Compiladores

© Varios autores

ISSN:

Memorias, 1

Periodicidad bianual

Organizador

- 🇨🇴 Dirección Ciencia, Tecnología e Innovación – Fuerza Aeroespacial Colombiana.

Co-organizadores

- 🇨🇴 Centro Investigación y Desarrollo Tecnológico de Innovación Aeronáutica
- 🇨🇴 Centro Investigación Aeroespacial en Ciencias
- 🇨🇴 Pontificia Universidad Javeriana
- 🇨🇴 Universidad de América
- 🇨🇴 Universidad Santo Tomás – seccional Tunja
- 🇨🇴 Escuela de Posgrados de la Fuerza Aeroespacial Colombiana
- 🇨🇴 Escuela de Suboficiales CT Andrés M. Díaz.
- 🇨🇴 Empresa Grundo.

Comité Científico

- 🇨🇴 TC. Richard Humberto Cáceres León
- 🇨🇴 TC. Gerson Ricardo Jaimes Parada
- 🇨🇴 MY. Germán Rodríguez Pirateque
- 🇨🇴 MY. Juan Carlos Zamora Crespo
- 🇨🇴 CT. Mora Salazar Leonardo Augusto
- 🇨🇴 TE. Osorio Gómez Jhon Darío
- 🇨🇴 ST. Contreras Sabogal Juan Pablo
- 🇨🇴 ST. Sequeda Ramón Joseph
- 🇨🇴 ST. Bejarano Cifuentes Ingrid Xiomara
- 🇨🇴 ST. Alvarado Ortega Ignacio Alfonso
- 🇨🇴 ST. Santanilla García Jessica
- 🇨🇴 ST. Ricaurte Romero Carlos Fabián
- 🇨🇴 T1. Casallas Moreno Edwin Alexander
- 🇨🇴 T3. Puentes Garzón Orlando Andrés
- 🇨🇴 PhD. Daniel Ricardo Suárez Venegas
- 🇨🇴 PhD. Diana Mireya Ayala Valderrama
- 🇨🇴 PhD. Miller Mendoza Jimenez
- 🇨🇴 Cdto. PhD. Maria Pimiento Avella
- 🇨🇴 Cdto. PhD. Cristian Pinzón Vanegas
- 🇨🇴 Mg.Sc. Juliana Fonseca Leguizamón
- 🇨🇴 Mg.Sc. Rodrigo Ayala Camargo
- 🇨🇴 Dra. Ximena Violi Suárez
- 🇨🇴 Dra. Aura Leticia Baron Buitra



1er Congreso Internacional de Investigación en Ciencias, Electrónica e Innovación Aeronáutica y Espacial

Diseño y Diagramación

ST. Alvarado Ortega Ignacio Alfonso

Químico

Centro Investigación y Desarrollo Tecnológico de Innovación Aeronáutica

Fuerza Aeroespacial Colombiana

Ignacio.alvarado@fac.mil.co

Bogotá, Colombia, 2023

Catalogación de la publicación – Repositorio Fuerza Aeroespacial Colombiana

1er Congreso Internacional de Investigación en Ciencias, Electrónica e Innovación Aeronáutica y Espacial

1er CEINNA-Virtual: Memorias, Número 1: memorias. Número 1 / compiladores, TC Richard Humberto Cáceres León, ST Alvarado ortega Ignacio Alfonso. -- Primera edición. – Bogotá, Dirección Ciencia, Tecnología e Innovación de la Jefatura de Educación Aeronáutica y Espacial de la Fuerza Aeroespacial Colombiana, Bogotá, 2023

*1 recurso en línea: archivo de texto: PDF -- (Memorias académicas)
ISSN "En trámite"*



Indice

Prólogo

Presentación

Programa

Conferencias magistrales

Conferencia 001: “¿Es útil la Ciencia?”

Conferencia 002: “La meteorología del espacio: qué es y cómo afecta a nuestras tecnologías modernas”

Conferencia 003: “Tecnología satelital e inteligencia artificial para un futuro sostenible”

Conferencia 004: “Uso de vehículos aéreos autónomos para el desarrollo de agricultura de precisión en Colombia”

Conferencia 005: “Entrenamiento y evaluación de la conciencia situacional en labores de alto riesgo (de la torre de control al quirófano)”

Conferencia 006: “Plataforma de simulación modular para robótica bioinspirada y cognitiva usando algoritmos de Machine Learning y Deep Learning”

Conferencia 007: “Simulación avanzada de fenómenos aerodinámicos para aeronaves militares mediante métodos de interacción fluido-estructura en elementos finitos (resultados y validaciones de los modelos).”

Conferencia 008: “La Ciencia y la Tecnología como estrategia para alcanzar una ventaja militar”

Ponencias

S1P01- Arquitectura y diseño de software para pico satélites orientado al monitoreo y predicción del comportamiento de incendios forestales (CAFO_2019)

S1P02- Desarrollo de una red neuronal para la reconstrucción de espectros UV-VIS-NIR a partir de imágenes satelitales, y su implementación en el diagnóstico de uso de suelos en Colombia.

S1P03- Dynamic analysis of rounded projectiles: software solution development

S1P04- FACSAT-2 CHIRIBIQUETE: Desarrollo tecnológico para la observación terrestre y atmosférica del territorio colombiano

S1P05- Diseño de aeronaves no tripuladas de ala fija (ala zagi) en base a metodologías de diseño aeronáutico validadas con software

S2P01- Un modelo de predicción de consumo de combustible con Machine Learning y Random Forest para una aerolínea colombiana

S2P02- Evaluación de Integración de una Cámara Altícam al Sistema de Comando y Control de un RPAS de Vigilancia Tipo Multirrotor de la Fuerza Aérea Colombiana

S2P03- Un modelo de predicción de series de tiempo para la estimación de cantidad de pasajeros diarios en una semana para una aerolínea colombiana

S2P04- Prototipo funcional desarrollo de dispositivos tipo sweeper para recolección FOD en áreas operaciones aéreas.

S2P05- Estudio de la contaminación auditiva producida por las aeronaves sobre la ciudad de Bogotá, utilizando el sistema ADS-B.

S3P01- Desarrollo RPA tipo ala zagi para adquisición y análisis de imágenes para inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento

S3P02- Avances en el desarrollo de materiales compuestos ablativos y su aplicación en el campo de la coherencia experimental en la Fuerza Aérea Colombiana

S3P03- Diseño conceptual de un banco de pruebas de inyectores para motores a reacción



1er Congreso Internacional de Investigación en Ciencias, Electrónica e Innovación Aeronáutica y Espacial

S3P04- Diseño y fabricación aeronave remotamente piloteada tipo multirrotor con capacidad de carga útil para aplicaciones militares

S3P05- Diseño de un banco de pruebas de vibraciones para componentes mecánicos rotativos

Póster

CEINNA 001- Diseño de trayectorias para Vehículos aéreos no tripulados mediante el UAV Toolbox Matlab

CEINNA 002- Estación meteorológica portable con sensores para medición de calidad de aire para la operación segura de sistemas de aeronaves no tripuladas UAS.

CEINNA 003- Evaluación de la contaminación atmosférica en Bogotá D.C. causada por las emisiones de dióxido de carbono de aeronaves utilizando tecnología ADS-B

CEINNA 004- Análisis del comportamiento de múltiples sistemas de aeronaves no tripuladas volando en formación usando metodología de inyección de fallas

CEINNA 005- Implementación de polímeros termoplásticos reciclados como materia prima potencial para procesos de manufactura aditiva

CEINNA 006- Diseño de órbita satelital en el software STK-AGI

CEINNA 007- Electrical Feedback System

CEINNA 008- Uso de la inteligencia artificial para la creación de modelos 3D

CEINNA 009- Diseño y Fabricación del cuadricóptero GEMINI 2 para instrucción de la Escuela Básica de ART de la Fuerza Aérea Colombiana

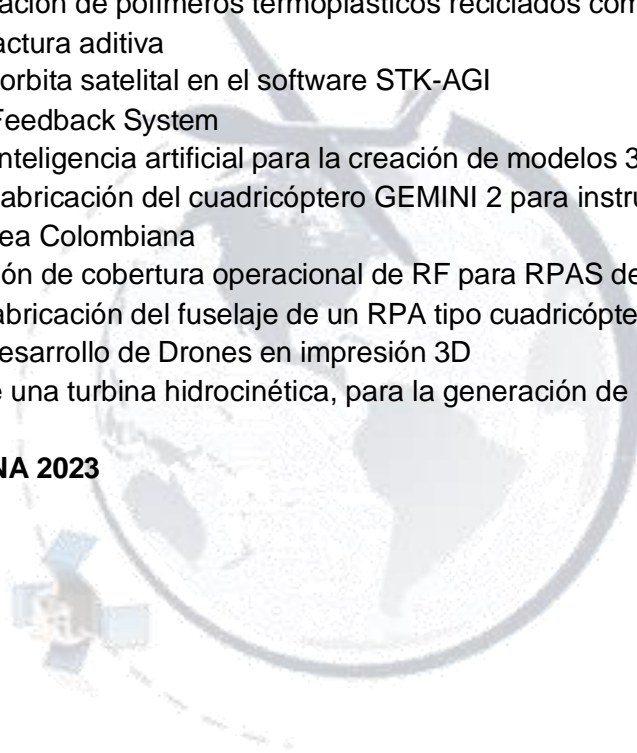
CEINNA 010- Amplificación de cobertura operacional de RF para RPAS de la Fuerza Aérea

CEINNA 011- Diseño y fabricación del fuselaje de un RPA tipo cuadricóptero

CEINNA 012- Diseño y desarrollo de Drones en impresión 3D

CEINNA 013- Análisis de una turbina hidrocíntrica, para la generación de energía eléctrica a baja escala

Fotografía oficial CEINNA 2023



1er Congreso Internacional de Investigación en Ciencias, Electrónica e Innovación Aeronáutica y Espacial

Prólogo

La relevancia de la investigación y el desarrollo en este campo no podía subestimarse, y el enfoque militar en ese Congreso agregó una dimensión adicional de importancia y responsabilidad. El desarrollo científico y tecnológico, especialmente en el ámbito de la seguridad y defensa, es fundamental para mantener la ventaja militar y garantizar la soberanía de las naciones.

En un mundo en constante cambio y evolución, donde las fronteras ya no representan barreras infranqueables, la capacidad para comprender, adaptarse y liderar los avances en ciencias, electrónica e innovación aeronáutica y espacial se convierte en un principio fundamental. La investigación brinda en ese caso, la oportunidad de explorar territorios desconocidos, descubrir nuevas soluciones a desafíos complejos y prepararse para un futuro cada vez más incierto. En este contexto, la ventaja militar adquiere una relevancia especial. No solo implica contar con tecnología avanzada y de punta todos los ámbitos de la defensa, sino también comprender y anticipar las tácticas y estrategias de los adversarios. La investigación y el desarrollo científico históricamente han permitido a las instituciones castrenses el mantenerse un paso adelante, no solo en su labor de protección contra amenazas externas, sino también en las actividades de preservación de la paz y estabilidad regional.

El compromiso de las instituciones de educación superior, los centros de investigación y las empresas, tanto civiles como militares, se traduce en el continuo desarrollo de tecnologías de punta, sistemas inteligentes, avances en electrónica y soluciones innovadoras que eleven potencial de las Fuerzas Armadas. La sinergia entre entidades del sector académico e industrial como las presentes en este documento de Memorias, fortalece este propósito y permite enfrentar los nuevos retos que por su complejidad enfrentan los gobiernos en materia de seguridad.

De esta manera, resulta fundamental el reconocer que el progreso en el campo de la ciencia, la tecnología y la innovación aeronáutica y espacial, no solo se traduce en ventajas militares, sino que también contribuye al bienestar de las sociedades y al desarrollo económico. La tecnología y el conocimiento generados a partir de la investigación en ese Congreso tienen el potencial de impulsar la industria y mejorar la vida de los ciudadanos.

Por último, se expresa un especial agradecimiento a todos los participantes, investigadores, académicos, personal militar y colaboradores civiles que hicieron posible ese congreso. Su dedicación y pasión por el avance del conocimiento fueron lo que hizo que ese evento fuese posible.

Comité organizador CEINNA, 2023



1er Congreso Internacional de Investigación en Ciencias, Electrónica e Innovación Aeronáutica y Espacial

Presentacion

La Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) con apoyo de El Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Innovación Aeronáutica (CETIA), la Universidad Santo Tomás – seccional Tunja, Doctorado en ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana, la Fundación Universidad de América, la Escuela de Posgrados FAC, la Escuela de Suboficiales FAC, el Centro Investigación Aeroespacial en Ciencias (CIAEC) y GRUNDO, dieron lugar al 1er Congreso Internacional de Investigación en Ciencias, Electrónica e Innovación Aeronáutica y Espacial (CEINNA), que será desarrollado en modalidad virtual, los días 17 y 18 de agosto de 2023.

El propósito de este Congreso fue exaltar el trabajo de los centros de investigación de carácter militar y civil, quienes propician un entorno apropiado para la divulgación del conocimiento científico especializado, la generación de alianzas estratégicas interinstitucionales y la presentación de avances en cinco (05) temáticas de interés para la Fuerza Aérea Colombiana y su responsabilidad constitucional relacionada con el dominio del aire, el espacio y el ciberespacio, bajo el lema “*volamos con los pies en la tierra*”.

En tal sentido, las líneas de estudio del Congreso fueron las siguientes:

1) *Ciencias Básicas y Aeroespaciales:*

- Investigaciones en ambientes extremos.
- Misiones análogas.
- Medicina aeroespacial.
- Energías alternativas con potencial aplicación aeronáutica (producción de hidrogeno, biocombustibles, baterías).

2) *Ingeniería Electrónica y Sistemas:*

- Sistemas de comando y control.
- Aeronaves remotamente pilotadas (RPA).
- Ciberseguridad, Ciberdefensa y Blockchain.
- Robótica.
- Inteligencia artificial (IA).

3) *Ingeniería Mecánica:*

- Avances en manufactura aditiva (Impresión 3D).
- Procesos de Ingeniería inversa.
- Simulación computacional.

4) *Innovación Aeronáutica*

- Dispositivos y modelos para aeródromos.
- Modelos y desarrollos aeronáuticos, sus accesorios, partes o piezas.

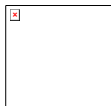
5) *Desarrollo espacial*

- Desarrollo satelital.
- Procesamiento de imágenes satelitales.

El personal interesado pudo participar en tres roles: 1) Ponente (Mediante presentaciones orales cortas o póster académico); 2) Par evaluador, y 3) Asistente.



PROGRAMA CEINNA 2023



1er Congreso Internacional de Investigación en Ciencias, Electrónica e Innovación Aeronáutica y Espacial

| Programa | | | | | |
|--|---|--|-------------------------------|------------------------------|---|
| 1er CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS, ELECTRÓNICA E INNOVACIÓN AERONÁUTICA Y ESPACIAL | | | | | |
| Jornada I: 17 de agosto 2023 | | | Jornada II: 18 de agosto 2023 | | |
| Horario | Tipo | Actividad | Horario | Tipo | Actividad |
| 07:30 -08:15 | Apertura Evento | Himno República de Colombia | 08:00 - 10:00 | Presentaciones orales cortas | Un modelo de predicción de consumo de combustible con Machine Learning y Random Forest para una aerolínea colombiana |
| 08:15 – 08:50 | | Discurso de apertura | | | Evaluación de Integración de una Cámara Altícam al Sistema de Comando y Control de un RPAS de Vigilancia Tipo Multirrotor de la Fuerza Aérea Colombiana |
| | | Intervención Comité CEINNA | | | Un modelo de predicción de series de tiempo para la estimación de cantidad de pasajeros diarios en una semana para una aerolínea colombiana |
| | | Himno Fuerza Aérea Colombiana | | | Prototipo funcional desarrollo de dispositivos tipo sweeper para recolección FOD en áreas operaciones aéreas. |
| 08:50 – 9:25 | Ponencia magistral | PhD Juan Pablo León | | | Estudio de la contaminación auditiva producida por las aeronaves sobre la ciudad de Bogotá, utilizando el sistema ADS-B. |
| | | Universidad Nacional Autónoma de México - México | | | |
| | | <i>¿Es útil la Ciencia?</i> | | | |
| PhD Adriana Gulisano | | | | | |
| Instituto Antártico Argentino. Argentina | | | | | |
| <i>La meteorología del espacio: qué es y cómo afecta a nuestras tecnologías modernas</i> | | | | | |
| 9:25 – 10.00 | PhD Miller Mendoza Jiménez | | | | |
| | Chief Science & Technology Officer, Co-Founder Grundo – Suiza | | | | |
| | <i>Tecnología satelital e inteligencia artificial para un futuro sostenible</i> | | | | |
| 10:00 – 10:30 | Descanso | | | | |
| 10:30 – 11:00 | Ponencia magistral | PhD. Ing. Iván Mondragón. | 10:30 – 12:00 | Presentaciones orales cortas | Desarrollo RPA tipo ala zagi para adquisición y análisis de imágenes para inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento |
| | | Pontificia Universidad Javeriana– Colombia | | | Avances en el desarrollo de materiales compuestos ablativos y su aplicación en el campo de la coherencia experimental en la Fuerza Aérea Colombiana |
| <i>Uso de vehículos aéreos autónomos para el desarrollo de agricultura de precisión en Colombia (casos actuales y futuros desarrollos)</i> | | | | | |
| PhD. Martha P Caro / PhD Carolina Daza | | Diseño conceptual de un banco de pruebas de inyectores para motores a reacción | | | |
| 11:00 – 11:30 | | Pontificia Universidad Javeriana– Colombia | | | |



1er Congreso Internacional de Investigación en Ciencias, Electrónica e Innovación Aeronáutica y Espacial

| | | | | | | | | |
|--|------------------------------|--|---------------|--------------------|--|--|---|---|
| | | <i>Entrenamiento y evaluación de la conciencia situacional en labores de alto riesgo (de la torre de control al quirófano).</i> | | | | | Diseño y fabricación aeronave remotamente pilotada tipo multirrotor con capacidad de carga útil para aplicaciones militares | |
| 11:30 – 12:00 | | PhD. Luis Miguel Izquierdo Córdoba | | | | | | |
| | | Fundación Universidad de América - Colombia | | | | | | |
| | | <i>Plataforma de simulación modular para robótica bioinspirada y cognitiva usando algoritmos de Machine Learning y Deep Learning.</i> | | | | | Diseño de un banco de pruebas de vibraciones para componentes mecánicos rotativos | |
| 12:00 – 14:00 | Descanso | | | | | | | |
| 14:00 – 16:30 | Presentaciones orales cortas | Arquitectura y diseño de software para pico satélites orientado al monitoreo y predicción del comportamiento de incendios forestales (CAFO_2019) | 14:00 – 15:00 | Conversatorio | | | Desarrollo de la industria y la investigación aeroespacial en nuestro contexto local | |
| | | Desarrollo de una red neuronal para la reconstrucción de espectros UV-VIS-NIR a partir de imágenes satelitales, y su implementación en el diagnóstico de uso de suelos en Colombia. | | | | | | |
| | | Dynamic analysis of rounded projectiles: software solution development | 15:00 - 15:20 | Descanso | | | | |
| | | FACSAT-2 CHIRIBIQUETE: Desarrollo tecnológico para la observación terrestre y atmosférica del territorio colombiano | 15:20– 15:50 | Ponencia Magistral | | | | PhD. Camilo Bayona. Pontificia Universidad Javeriana– Colombia |
| Diseño de aeronaves no tripuladas de ala fija (ala zagi) en base a metodologías de diseño aeronáutico validadas con software | 15:50 - 16:20 | <i>Simulación avanzada de fenómenos aerodinámicos para aeronaves militares mediante métodos de interacción fluido-estructura en elementos finitos</i> TC Richard Cáceres León, PhD. Fuerza Aérea Colombiana – Colombia | | | | | | |
| | | | 16:20– 17:00 | Cierre evento | | | | |

1er Congreso Internacional de Investigación en Ciencias, Electrónica e Innovación Aeronáutica y Espacial

| CÓDIGO | TÍTULO PÓSTER |
|------------|--|
| CEINNA 001 | Diseño de trayectorias para Vehículos aéreos no tripulados mediante el UAV Toolbox Matlab |
| CEINNA 002 | Estación meteorológica portable con sensores para medición de calidad de aire para la operación segura de sistemas de aeronaves no tripuladas UAS. |
| CEINNA 003 | Evaluación de la contaminación atmosférica en Bogotá D.C. causada por las emisiones de dióxido de carbono de aeronaves utilizando tecnología ADS-B |
| CEINNA 004 | Análisis del comportamiento de múltiples sistemas de aeronaves no tripuladas volando en formación usando metodología de inyección de fallas |
| CEINNA 005 | Implementación de polímeros termoplásticos reciclados como materia prima potencial para procesos de manufactura aditiva |
| CEINNA 006 | Diseño de orbita satelital en el software STK-AGI |
| CEINNA 007 | Electrical Feedback System |
| CEINNA 008 | Uso de la inteligencia artificial para la creación de modelos 3D |
| CEINNA 009 | Diseño y Fabricación del cuadricóptero GEMINI 2 para instrucción de la Escuela Básica de ART de la Fuerza Aérea Colombiana |
| CEINNA 010 | Amplificación de cobertura operacional de RF para RPAS de la Fuerza Aérea |
| CEINNA 011 | Diseño y fabricación del fuselaje de un RPA tipo cuadricóptero |
| CEINNA 012 | Diseño y desarrollo de Drones en impresión 3D |
| CEINNA 013 | Análisis de una turbina hidrocínética, para la generación de energía eléctrica a baja escala |

Enlace repositorio póster: <https://repositorio.crai-fac.com/xmlui/handle/20.500.12963/938>





CONFERENCIAS MAGISTRALES



GConferencia 001: “¿Es útil la Ciencia?”

PhD Juan Pablo León Gómez – México



El doctor León, Realizó sus estudios de Maestría y Doctorado en la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México, egresado con honores. Actualmente es investigador posdoctoral adscrito al Departamento de Química Inorgánica del Instituto de Química de la UNAM y profesor en la Facultad de Química de dicha Universidad. Ha realizado investigaciones encaminadas al desarrollo de nuevos materiales funcionales de base molecular, así como al diseño de quimiosensores luminiscentes.

Mail: juanpabloleon@comunidad.unam.mx

Abstract

La ciencia es quizá la actividad que más impacto ha tenido sobre las sociedades humanas. Desde la Antigüedad y hasta nuestros días, el desarrollo de artefactos producto de un conocimiento fundado en las leyes y principios que rigen la Naturaleza, ha acompañado al ser humano desde los albores de su existencia. Desde el teléfono celular, el televisor, la computadora, el internet, el automóvil, la aviación, las armas militares, las pinturas, los cosméticos, los electrodomésticos, las telecomunicaciones y toda serie de artefactos, inventos y tecnologías que hoy por hoy nos hacen la vida más fácil, pasando por la medicina, que ha logrado mejorar nuestra calidad y esperanza de vida, detrás de todo ello, hay un conocimiento fundado y fundamentado, producto de años y años de observación, experimentación y de fracasos que ha logrado impactar para bien o para mal, como ninguna otra actividad humana en nuestras vidas. La ciencia está por doquier y cualquier reducto de civilización hacia el cual se dirija la mirada, se topará con el saber científico materializado en los logros y alcances de nuestra civilización. Esta conferencia magistral tiene como objetivo introducir a los participantes en la Ciencia, su método, sus alcances, así como el impacto y la importancia social, económica y política que tiene la actividad científica sobre las sociedades humanas.

1er Congreso Internacional de Investigación en Ciencias, Electrónica e Innovación Aeronáutica y Espacial

Conferencia 002: “La meteorología del espacio: qué es y cómo afecta a nuestras tecnologías modernas”

PhD Adriana Gulisano – Argentina



Licenciada y Doctora en Ciencias Físicas por la Universidad de Buenos Aires (UBA). Es Jefa del Departamento de Ciencias de la Atmósfera de la Coordinación de Ciencias Físico-Químicas e Investigaciones Ambientales del IAA. En el ámbito del Comité Científico en Investigaciones Antárticas (SCAR), es Directora adjunta del Grupo Científico Permanente de Ciencias Físicas (SSG-PS), Miembro del Comité Directivo del Programa de Investigación Científica Astronomía & Astrofísica desde Antártida (AAA) y Miembro del Grupo de Expertos de Investigación y Aplicación del Sistema Satelital de Navegación Global para el Medio Ambiente Polar (GRAPE). En el ámbito nacional representa al IAA en el comité asesor de la Red Nacional de Magnetometría, el comité científico de la Red RAPEAS (Red Argentina para el estudio de la Atmósfera Superior) y la Red Científico Tecnológica para la Gestión del Riesgo de Desastres/ Red Científico Tecnológica para la Adaptación al Cambio Climático y la Sustentabilidad Ambiental.

Mail: adrianaquisano@gmail.com

Abstract

La meteorología del espacio se refiere al estudio de las condiciones variables del entorno espacial de la Tierra, que están influenciadas por la actividad solar. Estas condiciones pueden tener efectos adversos en diversos sistemas tecnológicos que usamos a diario, como las telecomunicaciones, el posicionamiento, la navegación, la energía eléctrica o la aviación. En esta charla se explicará qué es la meteorología del espacio, qué fenómenos la componen, cómo se monitorean y pronostican, y qué medidas se pueden tomar para mitigar sus impactos en nuestra sociedad. También se mostrarán algunos ejemplos de eventos extremos de meteorología del espacio que han ocurrido en el pasado y cómo podrían afectarnos en el futuro.

1er Congreso Internacional de Investigación en Ciencias, Electrónica e Innovación Aeronáutica y Espacial

Conferencia 003: “Tecnología satelital e inteligencia artificial para un futuro sostenible” PhD Miller Mendoza Jiménez – Suiza (GRUNDO)



Físico y Máster de la Universidad Nacional de Colombia, donde se graduó como físico, realizó sus estudios doctorales en ETH Zürich (Politécnico de Zúrich), y tras finalizarlos, continuó allí como investigador avanzado, gestionando proyectos, escribiendo propuestas y supervisando estudiantes. Después de 10 años de una carrera académica, optó por dar el salto al sector empresarial fundando primero la empresa Serpius que se dedica al desarrollo de soluciones en finanzas descentralizadas, Web 3.0, y tecnología de blockchain. Luego en el año 2020, fundó con dos compañeros, la empresa Grundo, la cual es una compañía tecnológica enfocada en resolver problemas relacionados con el desarrollo sostenible, en áreas como la agricultura, medio ambiente, e infraestructura, entre otros. Allí se usan los datos satelitales y la inteligencia artificial para alcanzar los objetivos propuestos.

Mail: miller@grundo.io

Abstract

El uso de las imágenes satelitales en la agricultura, la protección del medio ambiente, el cuidado de las reservas naturales, el monitoreo de la infraestructura en zonas de alto riesgo, y la detección de minería ilegal, es cada vez más común debido a la capacidad de estos sistemas para proporcionar información detallada sobre amplias áreas de terreno y cuerpos acuáticos. En esta charla, hablaremos sobre algunos de estos casos. Por ejemplo, veremos cómo usando la inteligencia artificial y los datos satelitales podemos clasificar cultivos y generar inventarios, lo que permite a los agricultores tomar decisiones más informadas y aumentar la eficiencia en la gestión de recursos. Además, mencionaremos el uso de satélites para el monitoreo de la biodiversidad y la detección de cambios en los ecosistemas, lo que es fundamental para la conservación y la gestión sostenible de los recursos naturales.

También se discutirán, entre otros, cómo hacer la detección temprana de incendios forestales (e incluso prevenirlos), el seguimiento de la actividad humana, la vigilancia de los océanos y el monitoreo de la actividad volcánica. En todos estos casos, los datos satelitales y la inteligencia artificial se combinan para proporcionar información valiosa y permitir una toma de decisiones más informada y efectiva.

1er Congreso Internacional de Investigación en Ciencias, Electrónica e Innovación Aeronáutica y Espacial

Conferencia 004: “Uso de vehículos aéreos autónomos para el desarrollo de agricultura de precisión en Colombia”

PhD Iván Fernando Mondragón Bernal – Colombia



(Colombia, 1980) se tituló como Ingeniero Eléctrico (BSEE), Universidad Nacional de Colombia, 2002; Magister en Ingeniería Electrónica y de Computadores, Universidad de los Andes (Colombia), 2005; doctorado en Automática y Robótica, Universidad Politécnica de Madrid (España), 2011. Desde 2013, es profesor a tiempo completo y director del Centro Tecnológico de Automatización Industrial (CTAI), Departamento de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana. Actualmente está trabajando en visión artificial aplicada a vehículos aéreos no tripulados, robótica industrial así como en sistemas de fabricación flexible FMS, inspección de calidad, realidad virtual (sistema inmersivos tipo CAVE) e Industria 4.0.

Mail: imondragon@javeriana.edu.co

Abstract

Esta presentación muestra una revisión de los trabajos realizados por la Pontificia Universidad Javeriana, en el área de agricultura de precisión basada en la información visual obtenida con cámaras multiespectrales a bordo de vehículos aéreos no tripulados. Se analizan casos de aplicación en cultivos tradicionales como el arroz y la papa e igualmente en otros tipos de explotaciones agroindustriales especialmente en palmas amazónicas como el moriche y azai.

Se hace una revisión de las tecnologías empleadas y los métodos de procesamiento de información que permiten junto a otros tipos de sensores (IoT), generar parámetros de los cultivos tales como estado de madurez, rendimientos, biomasa, estrés hídrico, entre otro y que son parte esencial de la transformación industrial 4.0 del sector agroindustrial.

Conferencia 005: “Entrenamiento y evaluación de la conciencia situacional en labores de alto riesgo (de la torre de control al quirófano)” PhD Martha Patricia Caro – Colombia



Ingeniera Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana, Master en Logística Integral de la Universidad Pontificia de Comillas en España y PhD en Ingeniería con énfasis en Ergonomía Cognitiva de la Pontificia Universidad Javeriana. Profesora Asociada del Departamento de Ingeniería Industrial y Líder del grupo de investigación Centro de Estudios de Ergonomía de la misma Universidad.

Con experiencia en Docencia, Investigación y Consultoría en ergonomía cognitiva aplicada a Salud y Logística en empresas del sector Salud, Hidrocarburos y Alimentos, en identificación de modelos cognitivos en operaciones industriales y de servicios, así como en el diseño de entrenamientos para mejoramiento de habilidades cognitivas orientadas a la seguridad y productividad.

Mail: mpcaro@javeriana.edu.co

Cdto. PhD Martha Patricia Caro – Colombia



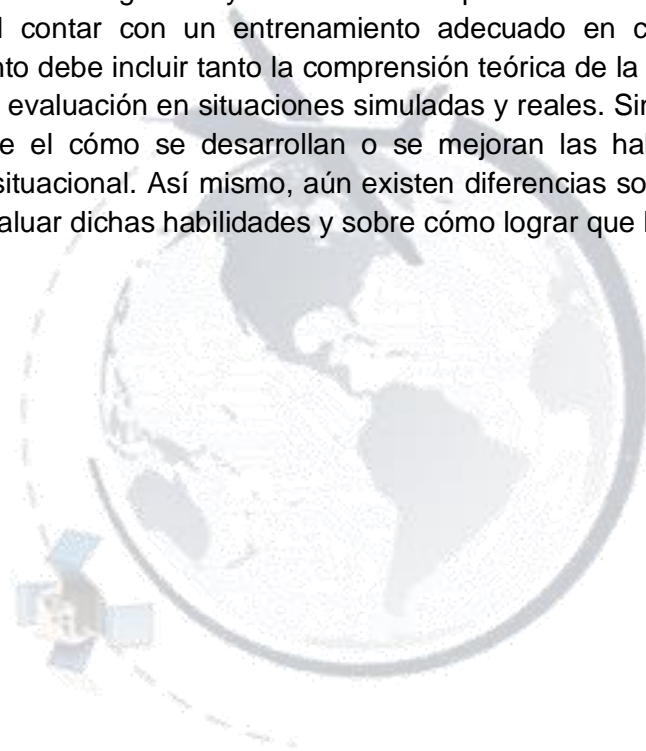
Diseñadora industrial de la Pontificia Universidad Javeriana y Magíster en Mercadeo de la Universidad de Los Andes, actualmente se encuentra cursando el Doctorado de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana y se desempeña como profesora del Departamento de Diseño de la misma universidad. Con amplia experiencia docente e investigativa en las áreas de ergonomía y factores humanos, abordando temáticas de ergonomía física y cognitiva, usabilidad, sostenibilidad y seguridad desde su aplicación teórica y metodológica, hasta su aplicación práctica. Ha estado vinculada al grupo de investigación Diseño, ergonomía e innovación y a la Sociedad Colombiana de Ergonomía desde 2003.

Mail: dazac@javeriana.edu.co

Abstract

En los dominios de alto riesgo, las tareas operativas dinámicas como el monitoreo del espacio aéreo, las operaciones de emergencia o el monitoreo de los signos vitales de un paciente, requieren el mantenimiento de la conciencia de la situación para una comprensión clara y actualizada de lo que está sucediendo en el entorno, incluyendo la identificación de posibles riesgos y amenazas previo a la toma de decisiones. En dominios como la aviación o la anestesia se ha dicho que cerca del 80% de los errores asociados con el error humano se deben en realidad a la pérdida de la conciencia situacional.

Para garantizar la seguridad y el éxito de las operaciones en entornos de alto riesgo, es fundamental contar con un entrenamiento adecuado en conciencia situacional. Este entrenamiento debe incluir tanto la comprensión teórica de la conciencia situacional como la práctica y evaluación en situaciones simuladas y reales. Sin embargo, aún hay muchos vacíos sobre el cómo se desarrollan o se mejoran las habilidades para mantener la conciencia situacional. Así mismo, aún existen diferencias sobre cuál puede ser la mejor forma de evaluar dichas habilidades y sobre cómo lograr que la evaluación sea válida y



Conferencia 006: “Plataforma de simulación modular para robótica bioinspirada y cognitiva usando algoritmos de Machine Learning y Deep Learning” PhD Luis Miguel Izquierdo Córdoba – Colombia



Doctor en Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Estatal de Campinas –UNICAMP (São Paulo, Brasil)., Magíster en Mecatrónica e Ingeniero Electrónico. Posee 5 años de experiencia en investigación desarrollando proyectos en las áreas de robótica, sistemas de control automático, machine learning y deep learning, como miembro del grupo de investigación en Diseño avanzado.

Áreas de investigación

- Robótica industrial y móvil.
- Machine Learning y Deep Learning.
- Lógica difusa y algoritmos de computación evolutiva.
- Identificación, control y automatización de procesos.
- Controladores lineales y no lineales.
- Métodos de simulación numérica.

Mail: luis.izquierdo@profesores.uamerica.edu.co

Abstract

Los dispositivos robóticos orientados a la rehabilitación y asistencia física, como los exoesqueletos, y robots con inspiración biomimética para aplicaciones industriales y de investigación en general, han cobrado especial importancia recientemente con el activo desarrollo de técnicas de inteligencia artificial. En este anteproyecto de investigación se propone el marco referencial y metodológico para desarrollar una plataforma de simulación integrada de robots bioinspirados y técnicas de inteligencia artificial. Esta plataforma tiene como objetivo permitir la proyección e implementación rápida y modular de técnicas de control motor bioinspiradas utilizando algoritmos de Machine Learning (ML) y Deep Learning (DL). En particular, se proponen dos tipos de mecanismo robóticos simulados: un brazo antropomórfico y un mecanismo bípedo, para aplicación en las áreas de rehabilitación y asistencia física, y en la robótica colaborativa.

1er Congreso Internacional de Investigación en Ciencias, Electrónica e Innovación Aeronáutica y Espacial

Conferencia 007: “Simulación avanzada de fenómenos aerodinámicos para aeronaves militares mediante métodos de interacción fluido-estructura en elementos finitos (resultados y validaciones de los modelos).”

PhD Camilo Andrés Bayona Roa – Colombia



Docente de la Universidad Javeriana. Es Ingeniero Mecánico y Magister en Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Colombia, doctor en ingeniería de la Universidad Politécnica de Cataluña. Tiene también estudios de maestría en Ingeniería Térmica y en Métodos Numéricos para la Ingeniería. Ha trabajado como investigador en centros europeos de investigación, tales como el Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE) y el Centro Tecnológico de Transferencia de Calor y Masa (CTTC). Su experiencia en la descripción computacional de fenómenos físicos (Mecánicos) abarca múltiples aplicaciones de interés práctico. Ha sido desarrollador e investigador de múltiples avances científicos y tecnológicos para el entendimiento y el desarrollo de nuevos productos o procesos. La línea de energía y fluidos, particularmente de flujos compresibles, es de su gusto e interés.

Mail: ca_bayonar@javeriana.edu.co

Abstract

Esta conferencia presenta una visión reciente de la simulación computacional de fenómenos aeronáuticos desarrollados en la Pontificia Universidad Javeriana usando técnicas de vanguardia en elementos finitos. Se discutirán las necesidades de simulación que demandan las empresas de ingeniería aeronáutica punteras, las problemáticas existentes y cómo se han solucionado mediante desarrollos científicos y tecnológicos. Se mostrará cómo aplicar herramientas nuevas de simulación para diseñar o analizar aeronaves o armas militares mediante técnicas de flujos incompresibles, compresibles, en dominios no inerciales y deformables, así como problemas de interacción de fluido-estructura y los modelos de orden reducido. Se destacarán los resultados y recientes validaciones, así como las posibles ampliaciones y limitaciones de los desarrollos a la fecha. Esta ponencia ofrece una oportunidad única para que los tomadores de decisión, técnicos y académicos de la industria aeronáutica militar mejoren su productividad con análisis y diseño de nuevos componentes sin necesidad de adoptar costosos y engorrosos proyectos de fabricación o prueba en campo sino mediante el desarrollo de software especializado.

1er Congreso Internacional de Investigación en Ciencias, Electrónica e Innovación Aeronáutica y Espacial

Conferencia 008: “La Ciencia y la Tecnología como estrategia para alcanzar una ventaja militar” Teniente Coronel Richard Humberto Cáceres León, PhD – Colombia



Oficial del Curso No 73, PhD en Física y Meteorología de la Universidad de Barcelona (España), con experiencia en docencia, investigación, pronóstico del tiempo, meteorología aeronáutica, formulación y ejecución de proyectos I+D+i, actualmente se desempeña como Director Ciencia, Tecnología e Innovación.

Mail: richard.caceres@fac.mil.co

Teniente Coronel Gerson Ricardo Jaimes Parada – Colombia



Oficial de grado Teniente Coronel de la Fuerza Aeroespacial Colombiana, con formación en Gestión Tecnológica e Innovación, con experiencia en la administración y desarrollo de programas, proyectos y actividades de CTel en el campo aeroespacial, con vocación de servicio y habilidades en articulación de la triada Universidad, Empresa y Estado. Licenciado en Matemáticas y Computación, Universidad Francisco de Paula Santander Y Especialista en Estadística Aplicada de la misma universidad. Magister en Tecnologías de la Información aplicadas a la Educación, Universidad Pedagógica Nacional.

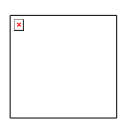
Mail: gerson.jaimes@fac.mil.co

Abstract

La Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC) busca fortalecer su posición estratégica y capacidad operativa. Este estudio analiza el papel crítico de la ciencia y la tecnología como instrumentos esenciales para alcanzar una ventaja militar significativa. Se investigan las aplicaciones y desarrollos tecnológicos clave que pueden transformar las operaciones aeroespaciales de la FAC, enfocándose en tres dimensiones: el dominio en el sector aeronáutico, espacial y ciberespacial. Que involucra, el desarrollo y avance en áreas como la integración de la inteligencia artificial y el análisis de datos, que permite a la FAC procesar grandes volúmenes de información, mejorar la toma de decisiones y optimizar la eficiencia operativa. La ciberseguridad se convierte en un pilar fundamental para proteger las infraestructuras críticas y garantizar la continuidad de las operaciones en un mundo cada vez más digital. Además, la innovación en sistemas de defensa, incluyendo drones avanzados y tecnologías de vanguardia, brinda a la FAC una capacidad estratégica para proteger su soberanía y contribuir a la estabilidad regional.

Este análisis destaca la importancia de la inversión continua en investigación y desarrollo en el ámbito aeroespacial, promoviendo la colaboración entre instituciones académicas, gubernamentales e industriales. Al adoptar una visión proactiva hacia la ciencia y la tecnología, la Fuerza Aeroespacial Colombiana puede posicionarse como una fuerza militar de vanguardia, capaz de enfrentar los desafíos contemporáneos y asegurar la defensa de los intereses nacionales en el espacio aéreo y más allá.

PRESENTACIONES ORALES CORTAS



**Arquitectura y diseño de software para pico satélites orientado al
monitoreo y predicción del comportamiento de incendios forestales
(CAFO_2019)**

Carlos Leonardo Adames Camargo^a, Brayan Ricardo Moreno Espinosa^{b*}, Ricardo

Andrés Santa Quintero^c

^a *Universidad Libre, Bogotá, Colombia*

^b *Universidad Libre, Bogotá, Colombia*

^c *Universidad Libre, Bogotá, Colombia*

Email: brayanr-morenoe@unilibre.edu.co

Resumen

Actualmente se han desarrollado avances en la arquitectura de software, dos de las más importantes son la arquitectura limpia y la sustentable, ya que estas combinan estrategias para lograr generar un modelo arquitectónico escalable que soporte los sistemas de información descentralizados los cuales implementan principios como la disponibilidad, confidencialidad e integridad. Por lo que en esta investigación se propone realizar la implementación de un sistema descentralizado con una arquitectura de software que presente una solución óptima y eficaz para el monitoreo y predicción del comportamiento de incendios forestales por medio de una serie de pico satélites. Una de las grandes problemáticas es La explotación de recursos naturales, la deforestación, el cambio climático, la contaminación del aire entre otras han generado condiciones propicias para el avivamiento y la propagación de los incendios forestales. Por lo cual se presenta la necesidad de implementar sistemas estratégicos con el objetivo de monitorear y predecir el comportamiento de estos fenómenos ambientales [1]. Por ende, se evidencia una oportunidad para la implementación de pico satélites en un sistema descentralizado. En este caso se han utilizado cansat (variación de los pico satélites, con unas medias específicas: 66 mm de diámetro, 115 mm de altura, con una masa de entre 300 y 350 gramos) [2], los cuales se encargan de la obtención de datos de factores ambientales por medio de sensores climatológicos que están instalados en estos pico satélites. Este tipo de sistemas descentralizados aplicados al monitoreo y predicción de incendios forestales tienen como atributos de calidad la escalabilidad, disponibilidad y seguridad, garantizando la correcta obtención, transmisión y almacenamiento de los datos que son utilizados durante los procesos

de analítica de datos. En este artículo se muestra el proceso realizado para definir la arquitectura del sistema garantizando los atributos de calidad ya indicados. Debe tenerse en cuenta que este sistema descentralizado, que tiene como nodos a los cansat, debe permitir la toma de decisiones por parte de las autoridades pertinentes a través de alertas, consultas y cuadros de mando, brindando la posibilidad de tener información en tiempo real del evento ambiental, y realizar seguimiento incluso durante las acciones de mitigación. El análisis de los requerimientos del sistema, tanto funcionales como no funcionales, la adaptación y uso del patrón arquitectónico que permita la interacción entre los diferentes nodos del sistema descentralizado, son garantía para el alcance de características de calidad como son la escalabilidad, disponibilidad y seguridad [3]. Se plantea utilizar un patrón arquitectónico más orientado a microservicios respecto a que primera instancia se presenta un sistema totalmente descentralizado a su vez se ven como cada uno de los nodos se conecta con los demás, no obstante, se evidencia en la figura 1 como ninguno de estos presenta una sobre carga haciendo que la comunicación y el flujo de datos esté en sus diferentes áreas. A su vez se evidencia en la figura 1 como los cansat se comunican entre ellos, no solo para la transferencia de datos sino también como puentes para el encuentro con los diferentes nodos, como lo son la base terrena y la base de datos, por ende, se promueve una mayor conexión en la totalidad de los nodos.

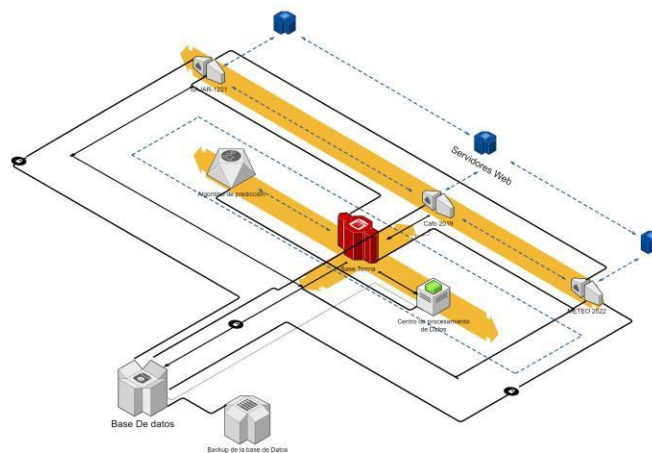


Figura 1. Diagrama Arquitectónico de microservicios. Fuente Propia

Referencias

[1] IDEAM, «IDEAM,» 23 08 2022. [En línea]. Available:

<http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/zonificacion-del-riesgo-a-incendios>. [Último acceso: 25 03 2023].

[2] O. A. Jaramillo, R. C. Briñez y J. C. Tejada, «DISEÑO DE UN CANSAT PARA MEDICIÓN DE VARIABLES AMBIENTALES,» *Publicaciones e Investigación Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia*, 25 Julio 2018.

[3] J. Jiménez, «Redes Zone,» 15 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-cable/que-son-redes-descentralizadas/>. [Último acceso: 16 Julio 2022].



S1P02

Desarrollo de una red neuronal para la reconstrucción de espectros UV- VIS-NIR a partir de imágenes satelitales, y su implementación en el diagnóstico de uso de suelos en Colombia.

Laura Margarita Rodríguez Ortiz^a, Camilo Andrés Aponte Gutierrez^b, Miller Mendoza Jiménez^{c*}, Jorge Andrés Ramírez Rincón.

^a Universidad de América, Bogotá D.C., Colombia

^b Universidad de América, Bogotá D.C., Colombia

^c GRUNDO S.A.S, Zug, Suiza

Email: * miller@grundo.io

^d Universidad de América, Bogotá D.C., Colombia

Resumen

Tener un conocimiento preciso de la firma espectral de un terreno con alta biodiversidad genera un impacto positivo en el desarrollo de diversas áreas, ya que permite identificar con mayor precisión la disponibilidad de zonas asociadas a la agricultura, reservas naturales, la detección de desechos en cuerpos de agua [1], el uso de energías sostenibles y la toma de decisiones asociadas al cambio climático [2].

Este proyecto consiste en desarrollar una red neuronal convolucional basada en autoencoders. La cual cuenta con la facultad de aumentar la resolución espectral de imágenes satelitales a través del uso de Sentinel-2 [3] y diferentes capturas de muestras de suelos colombianos por medio de una cámara hiperespectral, la estructura de autoencoders reducen significativamente la pérdida de señal original contenida en la imagen con información óptica. Esto posibilitará obtener nueva información óptica que antes no era posible interpretar con los métodos tradicionales.

Se realizaron mediciones utilizando una cámara hiperespectral para obtener muestras de laboratorio y campo en zonas rurales y urbanas de Bogotá D.C. y municipios selectos de Boyacá. Esto facilitará el desarrollo de una red neuronal capaz de mejorar la resolución espectral de las imágenes satelitales, creando imágenes que destacarán la presencia de muestras u objetos con diversas características, tanto naturales como artificiales.

El desarrollo de esta red convolucional de autoencoders se compone de tres partes esenciales: el codificador, encargado de comprimir los datos de entrada; el cuello de botella, que contiene las representaciones de conocimiento comprimidas y constituye la parte más crucial de la red; y, por último,

el decodificador, que descomprime las representaciones de conocimiento y reconstruye los datos desde su forma codificada para luego compararlos con una referencia fundamental [4].

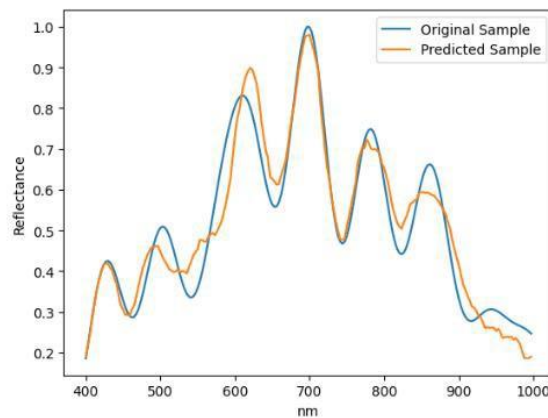


Figura 1. Resultado preliminar de pruebas de la red neuronal con 2000 pruebas sintéticas comparadas con resultados reales de laboratorio con un MSE del 0.6% sobre el conjunto de datos de validación.

Se ha evidenciado a través de la captura de imágenes con la cámara hiperespectral que las primeras muestras de suelo presentan diferentes picos a lo largo de las longitudes de onda en la gráfica. Esto indica la presencia de varios factores que deben tenerse en cuenta para su respectivo análisis, como la cantidad de materia orgánica, el porcentaje de humedad del material y la composición química de la muestra.

En cuanto al desarrollo de la red neuronal convolucional, se ha trabajado con 10,000 muestras sintéticas de espectros continuos generadas por computadora, de las cuales 8,000 muestras se utilizaron para entrenar la red neuronal. Además, se realizó la primera validación del modelo utilizando 2,000 muestras sintéticas, lo que resultó en errores cercanos al 0,6% en el MSE (mean-square-error). En la gráfica se puede observar la comparación entre la muestra esperada y la muestra predicha utilizando 10 de las 12 bandas satelitales.

Referencias

- [1] Atzberger, C. (2013). Advances in remote sensing of agriculture: Context description, existing operational monitoring systems and major information needs. In *Remote Sensing* (Vol. 5, Issue 2, pp. 949–981). <https://doi.org/10.3390/rs5020949>.
- [2] Sishodia, R. P., Ray, R. L., & Singh, S. K. (2020). Applications of remote sensing in precision agriculture: A review. *Remote Sensing*, 12(19), 1–31. <https://doi.org/10.3390/rs12193136>
- [3] SENTINEL 2. (s/f). Esa.int. Recuperado el 20 de abril de 2023, de https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Spain/SENTINEL_2
- [4] Bandyopadhyay, H. (2023, marzo 2). Autoencoders in deep learning: Tutorial & use cases [2023]. V7labs.com. <https://www.v7labs.com/blog/autoencoders-guide>

Dynamic analysis of rounded projectiles: software solution development

Juan David Roa Camargo*,

Juan Pablo Ruiz Puente,

Camilo Andrés Bayona Roa

Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

*Email: * roa_juan@javeriana.edu.co*

Summary

The use of projectiles dates back to the earliest moments of human history. We have employed them for hunting, defense, and offensive purposes. The study of their motion has garnered significant attention, particularly in the fields of defense and military, as they require specific amounts of kinetic energy to reach objectives. This is why we aim to conduct a comprehensive analysis of their motion using dynamics, the physical discipline that combines both kinetics and kinematics.

The kinematical description is a fundamental concept that relates the trajectory and position of bodies in any system over time. By incorporating the Kinetical description, we can accurately predict how objects interact with forces, enabling us to create realistic models based on the actions of nature and their mathematical representation.

One of the main challenges lies in identifying the forces that affect a projectile-like body, such as a ball, and understanding their impact on its trajectory. By modeling this problem in a three-dimensional space and applying basic vector analysis, we can achieve precise predictions. This approach allows us to develop a comprehensive kinematic model, considering various forces like the Magnus effect, gravitational force, drag in fluid interactions, and other accelerations influencing the body's motion. By integrating concepts from kinematics and calculus, we obtain a general mathematical description over time. For instance, the constant accelerated motion given in Eq.1.

$$\vec{r}(t) = \left(x_0 + v_x(t) + \frac{a_x(t)^2}{2} \right) \hat{i} + \left(y_0 + v_y(t) + \frac{a_y(t)^2}{2} \right) \hat{j} + \left(z_0 + v_z(t) + \frac{a_z(t)^2}{2} \right) \hat{k}$$

Eq. 1: General Mathematical description of a constant accelerated motion.

Using these basic models, we can apply principles of physics and engineering to solve problems and develop systems for various applications. These range from guided missile systems and trajectory modeling to simpler cases like determining the trajectory of a ball in a game. To demonstrate this, we present a part of our trajectory analysis process using Matlab Appdesigner, a widely used tool among engineers and scientists. It simplifies the creation of models and aids in visualizing the effects of accelerations and forces on a body's trajectory. These analyses can be performed in three dimensions, enabling the determination of velocity and time, crucial factors when studying such events.

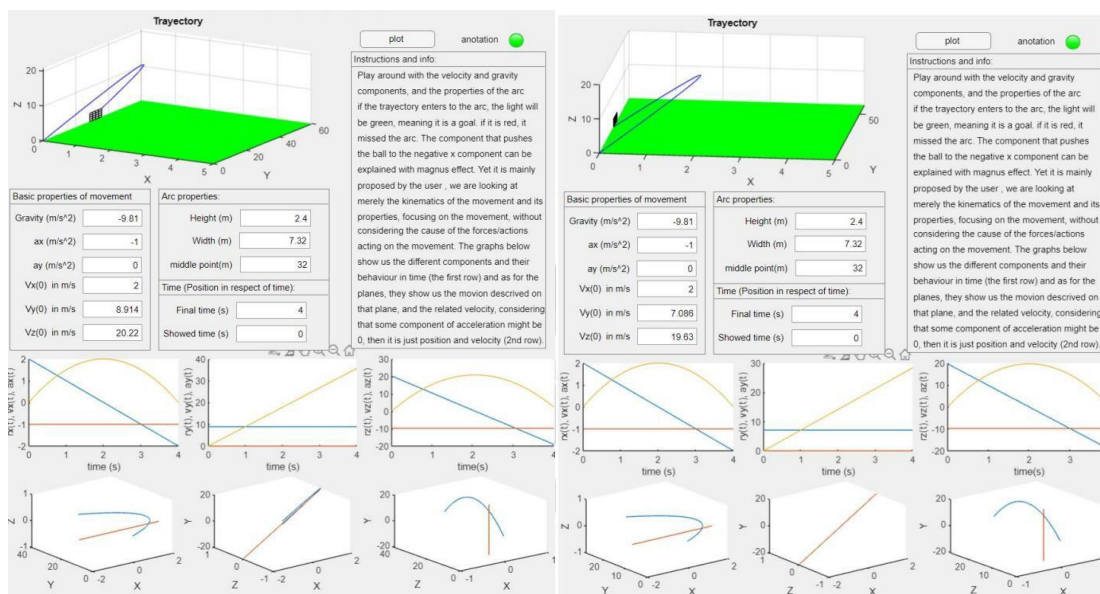


Fig. 2: Example done using Matlab Appdesigner.

Additionally, we corroborate our findings with detailed time results presented in Table 1, obtained through analysis using Excel.

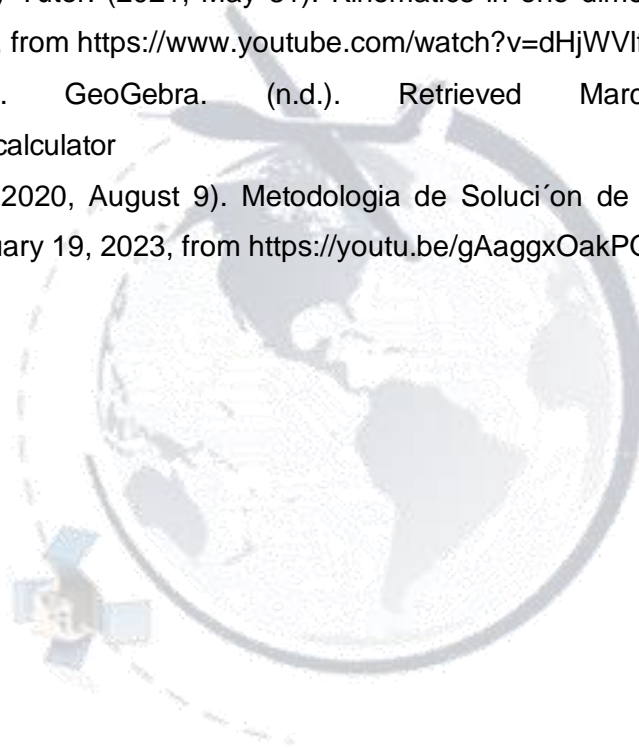
Table 1. Results in a more detailed description of time:

| ax(t) m/s ² | ay(t) m/s ² | az(t) m/s ² | vx(t) m/s | vy(t) m/s | vz(t) m/s | consider all initial positions 0 | | | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------------------|----------|-------|--|--|--|
| -1 | 0 | -9.81 | 2 | 8 | 20 | | | | | | |
| 0.25 | 0.46875 | 1.75 | -1 | 2 | 0 | 4.6934375 | 17.5475 | -9.81 | | | |
| 0.5 | 0.875 | 1.5 | -1 | 4 | 0 | 8.77375 | 15.095 | -9.81 | | | |
| 0.75 | 1.21875 | 1.25 | -1 | 6 | 0 | 12.2409375 | 12.6425 | -9.81 | | | |
| 1 | 1.5 | 1 | -1 | 8 | 0 | 15.095 | 10.19 | -9.81 | | | |
| 1.25 | 1.71875 | 0.75 | -1 | 10 | 0 | 17.3359375 | 7.7375 | -9.81 | | | |
| 1.5 | 1.875 | 0.5 | -1 | 12 | 0 | 18.96375 | 5.285 | -9.81 | | | |
| 1.75 | 1.96875 | 0.25 | -1 | 14 | 0 | 19.9784375 | 2.8325 | -9.81 | | | |
| 2 | 2 | 0 | -1 | 16 | 0 | 20.38 | 0.38 | -9.81 | | | |
| 2.25 | 1.96875 | -0.25 | -1 | 18 | 0 | 20.1684375 | -2.0725 | -9.81 | | | |
| 2.5 | 1.875 | -0.5 | -1 | 20 | 0 | 19.34375 | -4.525 | -9.81 | | | |
| 2.75 | 1.71875 | -0.75 | -1 | 22 | 0 | 17.905375 | -6.9775 | -9.81 | | | |
| 3 | 1.5 | -1 | -1 | 24 | 0 | 15.855 | -9.43 | -9.81 | | | |
| 3.25 | 1.21875 | -1.25 | -1 | 26 | 0 | 13.1909375 | -11.8825 | -9.81 | | | |
| 3.5 | 0.875 | -1.5 | -1 | 28 | 0 | 9.91375 | -14.335 | -9.81 | | | |
| 3.75 | 0.46875 | -1.75 | -1 | 30 | 0 | 6.0234375 | -16.7875 | -9.81 | | | |
| 4 | 0 | -2 | -1 | 32 | 0 | 1.52 | -19.24 | -9.81 | | | |

At this point of our development, we are interested in integrating both gravity, drag and magnus forces in the dynamic description of the projectile. That will allow the software user to achieve accurate predictions on the projectile trajectory based on the initial and environmental conditions.

In conclusion, understanding and predicting the movement of projectiles can be greatly facilitated by utilizing tools and methods from physics and engineering. By leveraging these resources, we can precisely determine the desired time and velocity for a projectile to reach a specific location in space, offering us a valuable advantage in various applications.

- [1] The Organic Chemistry Tutor. (2021, May 31). Kinematics in one dimension - physics. YouTube. Retrieved March 26, 2023, from <https://www.youtube.com/watch?v=dHjWVIfNraM> .
- [2] Calculator Suite. GeoGebra. (n.d.). Retrieved March 20, 2023, from <https://www.geogebra.org/calculator>
- [3] Bayona Roa, C. A. (2020, August 9). Metodología de Solución de Problemas de Ingeniería. YouTube. Retrieved February 19, 2023, from <https://youtu.be/gAaggxOakPQ>.



FACSAT-2 CHIRIBIQUETE: Desarrollo tecnológico para la observación terrestre y atmosférica del territorio colombiano.

Sonia Rincón Urbina ^a, Lorena Cárdenas Espinosa ^a, Mateo Castillo Sepúlveda ^{a*}.

^a Centro de Investigación en Tecnologías Aeroespaciales (CITAE) – Fuerza Aérea Colombiana, Cali, Colombia.
Email: mateo.castillo@epfac.edu.co*.

Resumen

Con el lanzamiento de la misión Transporter-7 al espacio, en la madrugada del 15 de abril de 2023, ya son tres los activos espaciales que el país consolida a la fecha. El SAT-CHIRIBIQUETE (**Fig. 1**) es el segundo nanosatélite de la Fuerza Aérea Colombiana y el primero con dos cargas útiles para observación terrestre y atmosférica de Gases de Efecto Invernadero (GEI).



Figura 1. Nanosatélite FACSAT-2 (SAT-CHIRIBIQUETE) – CubeSat de seis unidades (6U).

El satélite proporciona, a través de dos cargas útiles, datos como imágenes multiespectrales y, en paralelo, firmas espectrales mediante un espectrómetro en el rango infrarrojo de onda corta para el seguimiento de gases de efecto invernadero [1]. La carga útil principal, la MultiScape100 CIS, es una cámara multiespectral de barrido, con un sensor de imágenes CMOS en el rango espectral visible e infrarrojo cercano (VNIR), 8 bandas espectrales y una distancia de muestreo terrestre (GSD) de 4,75 a 5 metros por pixel. Por otra parte, la carga útil secundaria, el ARGUS 2000, es un espectrómetro que opera en las bandas infrarrojas de onda corta (SWIR) en el rango de 1000 a 1700 nm; arduos estudios de vigilancia tecnológica adelantados por la FAC consolidan, a la fecha, a este sensor como único de su clase, óptimo para una misión tipo CubeSat con certificación y herencia espacial.

En busca de mejorar las capacidades de la misión FACSAT-1, en el diseño se determinó que esta nueva misión debería contemplar seis unidades (CubeSat 6U) para la estructura del nanosatélite, que actualmente, opera en una órbita heliocéntrica a una altitud de 500 km sobre la superficie terrestre, albergando las dos cargas útiles simultáneas.

Tabla 1. Especificaciones, detalles, usos y aplicaciones de las cargas útiles del FACSAT-2.

| Carga útil | Nº y nombre del Canal Espectral | Rango Espectral (nm) | Usos y Aplicaciones |
|-----------------------|---------------------------------|--|--|
| MultiScape100 CIS [2] | 0 – Azul | 457.5 – 522.5 | <ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento de aguas profundas • Correcciones atmosféricas |
| | 1 - Verde | 542.5 – 577.5 | <ul style="list-style-type: none"> • Distinguir el estado y tipo de vegetación |
| | 2 – Rojo | 650.0 – 680.0 | <ul style="list-style-type: none"> • Caracterización geológica y tipos de suelo • Infraestructura gran escala • Índice Normalizado de Diferencia de Vegetación (NDVI) |
| | 3 – Red Edge 1 | 697.5 – 712.5 | <ul style="list-style-type: none"> • Agricultura • Estado y sanidad de cultivos y vegetación • Monitoreo de vegetación, rendimiento de cultivos |
| | 4 – Red Edge 2 | 732.5 - 747.5 | |
| | 5 – Red Edge 3 | 773.0 - 793.0 | <ul style="list-style-type: none"> • Geología • Contenido de Biomasa • NDVI |
| | 6 – NIR | 784.5 – 899.5 | |
| 7 - PAN | 500 - 750 | <ul style="list-style-type: none"> • Mejora el contraste de las imágenes • Mejora y aumento en la tasa de adquisición de datos e información | |
| Argus 2000 [3] | 1 - SWIR | 1000 – 1700 | <ul style="list-style-type: none"> • Detección y monitoreo de Gases de Efecto Invernadero • Caracterización superficial de minerales |

La Fuerza Aérea Colombiana decidió utilizar el generador de imágenes MultiScape100 CIS, diseñado por Simera Sense, para cumplir con el avance, desarrollo y mejoramiento tecnológico de los programas espaciales de la nación, de hecho, el FACSAT-2 cuenta con una mayor resolución espectral y una resolución espacial 84.33% mejor que FACSAT-1. La cámara es un sistema de imagen electroóptico que utiliza un sensor CMOS CMV12000 con un filtro multispectral de 7 bandas en VNIR más una banda pancromática (**Tabla 1**). Este equilibrio entre la resolución espacial y la cantidad de bandas espectrales junto con la aplicación de técnicas de inteligencia artificial (IA) permitirán la caracterización del territorio

colombiano. El sensor electroóptico tiene un efecto de barrido a lo largo del recorrido del satélite y la captura de imágenes en modo instantáneo con un ancho de franja de 19.4 km.

Con base en tareas de investigación para la implementación de una segunda carga útil al sistema satelital FACSAT-2 [4], la Fuerza Aérea Colombiana seleccionó el espectrómetro infrarrojo de onda corta (SWIR) Argus 2000, diseñado y desarrollado por Thoth Technology. Este instrumento es un espectrómetro en miniatura, con óptica de grado espacial integrada, para aplicaciones de detección remota. Fue diseñado para realizar observaciones apuntando a nadir en la superficie de la Tierra con una resolución espacial de 1.6 km² a una velocidad orbital de 7.5 km/s.

Por medio de la misión CANX-2, liderada por la Universidad de Toronto en el marco del programa espacial canadiense, en la cual se impulsó el desarrollo y prueba de estas micro tecnologías, se probó el Argus 1000, espectrómetro antecesor al instrumento a bordo del FACSAT-2. El espectrómetro radiométrico de 12 bits por píxel y su bajo tiempo de exposición proporcionan una resolución espacial horizontal por debajo de los 5 km de la atmósfera inferior. Algunos tipos de GEI que se podrían llegar a analizar dentro del rango espectral del Argus 2000 (**Tabla 1**) incluyen oxígeno O₂ (1250 nm), dióxido de carbono CO₂ (1570 nm y 1610 nm), monóxido de carbono CO (1630 nm), metano CH₄ (1670 nm) y fluoruro de hidrógeno HF (1265 nm).

Por medio de las mediciones de GEI se espera que el satélite aporte a la transición energética del país. El reto con el espectrómetro es la identificación de fuentes fijas y difusas, ya sean naturales o antropogénicas de grandes emisores de GEI. Para lograr este objetivo, es importante tener un claro entendimiento del procesamiento de datos y firmas espectrales asociadas a los GEI.

La integración de las capacidades de los dos sensores ofrece una ventaja para estudios multitemporales del análisis de vegetación, control de deforestación, detección de incendios, análisis de cuerpos de agua, infraestructura crítica, ordenamiento territorial, caracterización superficial de minerales y el monitoreo de minería a cielo abierto. Para este último componente, el FACSAT-2 es clave para el trabajo que viene desarrollando el satélite FACSAT-1, expandiendo la frontera de alcance para probar si por medio del espectrómetro es posible detectar minerales en superficie con características de absorción entre 1000 y 1700 nm, como la caolinita, la pirofilita, la alunita, la dickita, además de la discriminación en la cobertura del suelo.

Finalmente, es importante dar continuidad al desarrollo y mejoramiento del patrimonio y las tecnologías aeroespaciales, que se han logrado con la integración y la puesta en órbita del FACSAT-2, permitiendo a la nación un mejor conocimiento del territorio y el posible estudio y análisis de las condiciones ambientales del país.

Referencias

- [1] S.R. Rincón Urbina, J.M. Cárdenas, K.N. Pirazán Villanueva, *et al. Diseño crítico del nanosatélite de la misión FACSAT-2 para la observación y análisis del territorio colombiano*. Colombia, 2023.
- [2] Simera Sense. *MultiScape100 CIS Datasheet*. 036665, v.6. South Africa, 2021.
- [3] Thoth Technology, Inc. *Argus 2000 IR Spectrometer Owner's Manual*.OG274001, v.1.03. Canada, 2018.
- [4] L.P. Cárdenas Espinosa, E. Gutiérrez Bossa, I.R. Plata Arango, *et al. Investigación para la implementación de una segunda carga útil al sistema satelital FACSAT-2, para el análisis de gases de efecto invernadero*. Colombia, 2020.

S1P05

Diseño de aeronaves no tripuladas de ala fija (ala zagi) en base a metodologías de diseño aeronáutico validadas con software.

Juan Diego Carreño Triana^a, Didier Aldana Rodríguez^b

^a *Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá D.C. Colombia (jdcarrenot@libertadores.edu.co)*

^b *Escuela de Aviación del Ejército, Bogotá D.C. Colombia (didieraldanarodriguez@cedoc.edu.co)*

Resumen

El objetivo de este documento es dar un argumento de ingeniería para un diseño de una aeronave no tripulada (UAV) de ala fija (Ala zagi); esto se puede lograr utilizando de la metodología de diseño aeronáutico del Dr. Jam Roskam y el Ing. Snorri Gudmundsson, además de que como se puede comparar la información obtenida en cálculos por medio de software, también se relata el cómo se puede hacer uso de un túnel de viento y de un banco de pruebas para motores brushless para validar las simulaciones en una práctica de laboratorio, esto debido a que la Fundación Universitaria los Libertadores cuenta con un túnel de viento subsónico de flujo no compresible y un banco de pruebas para motores brushless.

Como primer paso en el diseño, se debe realizar la elección del perfil aerodinámico, la categoría de diseño es un aeromodelo debido a las dimensiones, en el libro de diseño aeronáutico del Dr Jam Roskam "Airplane desing" parte 1, en el capítulo 3 nombra lo relacionado con la elección del perfil adecuado según la misión de diseño; hay que tener en cuenta que la elección de un perfil aerodinámico óptimo es de suma importancia debido a que es una parte fundamental en la operación de la aeronave, para el aeromodelo de muestra se elige el perfil MH84, este se elegio usando el software XFLR5 porque permitió realizar la comparación de varios perfiles observando el comportamiento del ángulo de ataque (AOA) vs el coeficiente de sustentación (Cl), Seguido de la elección del perfil aerodinámico viene la elección de la geometría de la aeronave, en el libro de diseño aeronáutico del Ing, Snorri Gudmundsson "General aviation aircraft desing" en el capítulo 9 se muestra lo relacionado con la geometría trapezoidal, se usa está porque es la geometría que se desempeña de una manera adecuada a velocidades bajas; la elección de un ángulo de flechamiento y dimensiones es crucial porque es una parte fundamental en la operación, para el diseño y análisis computacional es conveniente utilizar un software que permita hacer diseños en CAD 3D, análisis de fluidos estructural, para poder realizar el análisis del comportamiento del flujo de aire con la geometría, a fin de obtener un análisis computacional de fluidos y después importar los datos obtenidos a un análisis estructural y observar como influyen las fuerzas aerodinámicas en las fuerzas estructurales, al tener ambas simulaciones se consolida información acerca de la fuerza

de sustentación, esfuerzos, etc. Para el análisis computacional del aeromodelo de muestra se usa el software SolidWorks debido a que permite realizar el diseño y así mismo realizar las simulaciones aerodinámicas y estructurales sobre el diseño creado. Para la validación de la simulación estructural se puede utilizar el túnel de viento, con el uso de este se evidencia la deflexión que sufre el plano de la aeronave, y para hacer un análisis estructural completo se utiliza el software Tracker para hallar la deformación experimental y así se puede realizar una comparación objetiva entre la práctica y simulación. Para seguir, después del análisis computacional es idóneo realizar un análisis de estabilidad, para hallar el Centro de gravedad (Cg) se utiliza la matemática relacionada a la geometría alar elegida para el diseño de la aeronave y para realizar el análisis de estabilidad se puede utilizar el software XFLR5, en específico el módulo de diseño y estabilidad estática que nos indica la estabilidad de la aeronave a varios AOA y así determinar si la aeronave cuenta con una óptima relación entre estabilidad y maniobrabilidad.

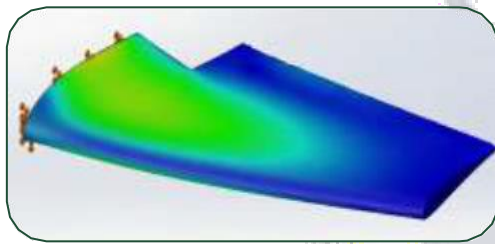


Figura 1 Análisis estructural

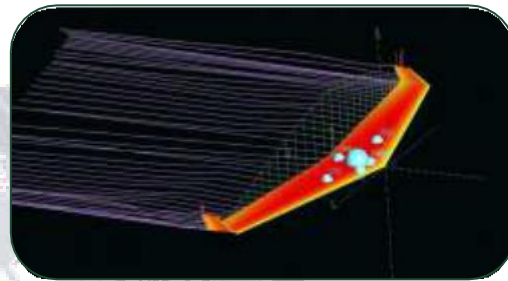


Figura 2 Análisis de estabilidad

Habiendo finalizado la etapa de análisis de estabilidad se sabrá si el diseño es el adecuado y cumple las necesidades de la misión, ahora para culminar se debe elegir el sistema de propulsión, control, etc. Y para eso se debe realizar la elección de la electrónica de control; como la aeronave (ala zagi) es un aeromodelo es conveniente utilizar un motor brushless, hélice de nylon, batería LiPo, Tx y Rx tipo profesional y servos de piñonera metálica para el control de actitud; es imprescindible recalcar la importancia de que la carga útil depende de la necesidad de la misión entonces puede ser variable ejemplo: cámara infrarroja, tomográfica, fotográfica, etc. En cambio, el control de actitud es general; debido a esto se relata el cómo realizar la elección de la electrónica idónea para el control de la aeronave con ayuda del software ECALC que brinda datos de empuje, velocidades, tiempos, potencia, corriente, etc. Todos los datos que arroja el software se pueden comparar con la teoría de performance del Ing. Snorri Gudmundsson, y para la validación de los datos arrojados se puede utilizar un banco de pruebas para motores brushless. Del trabajo realizado acerca del diseño de un aeromodelo tipo ala zagi, se concluye que este tipo de aeronaves deben tener un Cl de sustentación alto debido a sus bajas velocidades de operación, que existen múltiples materiales económicos y costosos pero todos funcionales para cumplir las necesidades y/o requerimientos, además de que son aeronaves inestables en vuelo debido a velocidades de pérdida bajas y la carga útil depende del usuario o misión.

REFERENCIAS

- [1] D. J. Roskam, Airplane design, Lawrence: Dar corporation, 2018.
- [2] «SolidWorks,» [En línea]. Available: <https://www.solidworks.com/es>. [Último acceso: 17 11 2022].
- [3] S. Gudmundsoon, General aviation aircraft design: applied methods and procedures, USA: Elsevier, 2014.
- [4] «Ecalc,» [En línea]. Available: <https://www.ecalc.ch/>. [Último acceso: 2023 05 28].
- [5] «XFLR5,» [En línea]. Available: <http://www.xflr5.tech/xflr5.htm>. [Último acceso: 2023 05 28].
- [6] «Tracker,» [En línea]. Available: <https://physlets.org/tracker/>. [Último acceso: 2023 05 28].



Un modelo de predicción de consumo de combustible con Machine Learning y Random Forest para una aerolínea colombiana

Juan Bermudez Gomez^a, Samuel Fuentes Rodriguez^a, Sara Gonzalez Medina^a, Cristian Lozano Tafur^a, Pedro Melo Daza^a.

^a Escuela de Aviación del Ejército, Bogotá D.C., Colombia

Email: juanbermudezgomez@cedoc.edu.co

Resumen

En la industria de la aviación comercial y la aeronáutica en general, se ha observado un crecimiento significativo en las operaciones aéreas cada año. Por lo tanto, es crucial concentrar esfuerzos en reducir el consumo de combustible en las operaciones aéreas. Este consumo de combustible representa un elevado gasto para el operador del activo aeronáutico, siendo objeto de estudio en un esfuerzo conjunto de la academia y la industria [1-2].

La reducción del consumo de combustible Jet A1 representa un ahorro de capital para el operador del activo aeronáutico y una cantidad considerablemente baja o en descenso de las emisiones de gases de carbono a la atmósfera, permitiendo el objetivo de tener una industria aérea sustentable en relación al cuidado del medio ambiente [3].

Con el fin de obtener una disminución del consumo de combustible de las operaciones aéreas de una aerolínea colombiana, la Escuela de Aviación del Ejército diseñó un modelo de predicción con el paradigma de *Random Forest* para estimar el consumo de combustible en cada operación aérea del operador a estudio, donde al tener las variables de cantidad de pasajeros, carga, origen, destino, aeronave, tiempo de vuelo y fecha, fue posible estimar el consumo de combustible para así evaluar los factores antes mencionados y reducir el consumo del carburante. A razón del mencionado modelo de predicción, adicionalmente se puede estimar en futuras investigaciones en conceptos clave de la industria aeronáutica como la mejora de la gestión logística del operador de activos aeronáuticos y la planificación del gastos a futuro.

La elección del modelo de predicción *Random Forest* fue a razón de la adaptabilidad del modelo a los datos. El modelo consiste en la combinación de árboles capaces de realizar una predicción la cual cada componente del modelo, árbol predictor, no observa la totalidad de los datos de entrenamiento, lo que indica un aprendizaje automático para cada componente para resolver un problema en común, donde al combinar su predicción mediante *soft-voting*, un método de combinación donde se implementa mayor importancia a los resultados de los árboles con mayor certeza, realiza una generalización de la predicción con mayor certeza [4-5].

El modelo de *Machine Learning* para la predicción del consumo de combustible realizado fue desarrollado en el entorno de programación *Python*, el cual se adecuaron los datos obtenidos de una aerolínea colombiana, filtrando la base de datos por las variables especificadas; se adecuó un valor cuantitativo para los valores cualitativos de origen, destino y aeronave en un archivo formato *comma-separated values*; posteriormente, se aplicó el modelo de predicción *Random Forest* el cual analiza las variables y encuentra la correlación entre ellas en función de generar un resultado dependiente de estas, logrando la predicción del consumo de combustible según la aeronave, ruta, pasajeros, carga y tiempo de vuelo para el operador del activo aeronáutico.

Referencias

- [1] Morrison, J., Bonnefoy, P., Hansman, R. J., & Sgouridis, S. (2010). Investigation of the Impacts of Effective Fuel Cost Increase on the U.S. Air Transportation Network and Fleet. 10th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations (ATIO) Conference. doi:10.2514/6.2010-9202.
- [2] Ching-Cheng Chao, Ching-Wen Hsu, Cost analysis of air cargo transport and effects of fluctuations in fuel price, *Journal of Air Transport Management*, Volume 35, 2014, Pages 51-56.
- [3] Rativa, E. A. (2022). Analisis De Series de Tiempo Para La Estimacion Del Consumo Combustible En Aeronaves ATR42 Para Aerolinea Colombiana. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11371/5407>.
- [4] Xi Chen, Hemant Ishwaran, Random forests for genomic data analysis, *Genomics*, Volume 99, Issue 6, 2012, Pages 323-329.
- [5] Ali, J., Khan, R., Ahmad, N., & Maqsood, I. (2012). Random forests and decision trees. *International Journal of Computer Science Issues (IJCSI)*, 9(5), 272.

Evaluación de Integración de una Cámara Alticam al Sistema de Comando y Control de un RPAS de Vigilancia Tipo Multirroto de la Fuerza Aérea Colombiana

**Mariacamila Perdomo Mora^a, Juan Camilo Cuevas Sua^b, Diana Marcela Ovalle Martínez^c,
Ignacio Alfonso Alvarado^d, Juan Carlos López^e, Sara Gabriela Medaglia López^f**

^a Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

^b Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

^c Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

^d Fuerza Aérea Colombiana, CETIA, Madrid Cundinamarca

^e Fuerza Aérea Colombiana, CETIA, Madrid Cundinamarca

^f Fuerza Aérea Colombiana, CETIA, Madrid Cundinamarca

Email: mperdomom@udistrital.edu.co

Email: jccuevass@udistrital.edu.co

Resumen

En Colombia, el estudio de aeronaves no tripuladas, específicamente la línea de Scaneagle, comenzó en 2006 gracias a la Fuerza Aérea Colombiana. Estas aeronaves se enfocan en misiones de inteligencia, vigilancia y reconocimiento contra organizaciones terroristas, aprovechando su gran autonomía y tamaño reducido [1]. El modelo Scaneagle cuenta con una cámara Alticam [2] fabricada por HOOD TECH, diseñada para sus funciones operativas. Sin embargo, el funcionamiento de la cámara está completamente limitado por el software, y no se tiene información sobre cómo interactúa con el hardware. Por lo tanto, se requiere independencia del software y se plantea la posibilidad de decodificar los comandos de control a través de la interfaz de comunicación de la cámara [3], lo que permitiría utilizarla en otras aeronaves no tripuladas y mejorar su capacidad de visualización.

Para reutilizar de manera efectiva las cámaras Alticam que se vuelven obsoletas, el Centro Tecnológico de Innovación Aeronáutica (CETIA) propuso integrar una de ellas al sistema de comando y control de un RPAS (Sistema Aéreo Pilotado a Distancia) de vigilancia de tipo multirroto. Para establecer la comunicación entre el RPAS y la cámara, se desarrolló un proceso de ingeniería inversa a dicha cámara. Con este proceso, después de un reconocimiento físico, se obtuvo la guía universal de decodificación de los comandos (estos comandos fueron decodificados en formato hexadecimal). Una vez obtenidos los comandos de las funciones se necesitó incluir un traductor; el micro-controlador ARDUINO UNO. Este dispositivo recibe una señal de PWM y mediante un código implementado en su software, traduce la información a un bus de datos en formato hexadecimal, los cuales hacen referencia a los comandos de la cámara decodificados. Esta información traducida permite llevar a cabo algunas funciones específicas de la cámara.

Dado que era necesario el manejo inalámbrico de la cámara, debido a su integración en el sistema de comando y control del RPAS, se creó la necesidad de utilizar un radiocontrol, el radiocontrol Herelink. Este sistema consta de dos partes: la primera parte hace referencia al mando terrestre, que tiene una pantalla donde se transmite el video y cuenta con botones, joysticks y otros componentes adaptables

para controlar el gimbal de la cámara y la segunda parte hace referencia a la unidad aérea, que se conecta directamente al dron y se encarga de transmitir los datos de forma inalámbrica al mando terrestre mediante una señal de radio. Además, la unidad aérea tiene interfaces para los protocolos de comunicación SBUS y HDMI, en los cuales se conectaron un conversor de SBUS-PWM para la comunicación adecuada entre la unidad aérea y el traductor, y un conversor AV-HDMI para convertir el vídeo analógico NTSC de la cámara en video digital, ya que este último es compatible con el radiocontrol.

Por último, para instalar la cámara en el vehículo elegido [Figura 1], un octocóptero S1000 [4], se diseñó un soporte capaz de cargar 1,02 kg de peso y mantener la estabilidad durante el vuelo, el cual tenía implementado un sistema de reducción de vibraciones para asegurar que el video transmitido fuera estable y no se viera afectado por los movimientos del dron.

Uno de los principales objetivos de este proyecto fue reducir la obsolescencia programada. Gracias a la ingeniería inversa realizada en la cámara Alticam, ahora es posible utilizarla en cualquier RPAS diseñado, implementado o construido en el CETIA. En el futuro, se aprovecharán todas las cámaras descartadas de los Scaneagle, ya que ahora se cuenta con el proceso de desciframiento de comandos de las cámaras, el cual se puede aplicar a cualquiera sin importar de qué generación se trate o de qué funcionalidades presente (visión nocturna, autotracking, zoom, pan, tilt, etc), esto debido a que todas tienen el mismo puerto serial de entrada. Además, es importante resaltar que con cada cámara utilizada en un RPA se están aprovechando aproximadamente 144 millones de pesos colombianos, el cual es un precio aproximado de cada una de las cámaras. La fuerza aérea colombiana podrá realizar más operaciones de inteligencia, búsqueda y rescate, reconocimiento u otro tipo de misión que requiera de un video en vivo, sin tener que adquirir nuevos dispositivos, utilizando así la gran cantidad de cámaras Alticam que posee la Fuerza Aérea.



Figura 1. Octocóptero con cámara Alticam implementada en la montura.

Referencias Bibliográficas

- [1] R. García, Aeronaves no tripuladas en Colombia: El Scaneagle. (Última visita, Diciembre de 2022)
Disponible en: <https://www.webinfomil.com/2011/12/aeronaves-no-tripuladas-en-colombia-el.html?m=1>
- [2] HOOD TECHNOLOGY, Alticam 07 EO1. (Última visita, Diciembre de 2022)
Disponible en: http://www.alticamvision.com/doc/pdf/Alticam_07EO1.pdf
- [3] Insitu, ScanEagle Wiring Diagrams and Pinout Supplement, 2009. p. 4.
- [4] DJI, Spreading Wings S1000. (Última visita, Diciembre de 2022)
Disponible en: <https://www.dji.com/spreading-wings-s1000/feature>



S2P03

Un modelo de predicción de series de tiempo para la estimación de cantidad de pasajeros diarios en una semana para una aerolínea colombiana

**Sara González Medina^a, Samuel Fuentes Rodriguez^a, Juan Bermudez Gomez^a, Cristian
Lozano Tafur^a, Pedro Melo Daza^a**

^a Escuela de Aviación del Ejército, Bogotá D.C, Colombia

Email: valentinagonzalezmedina@cedoc.edu.co

Resumen

En la industria aeronáutica y la aviación comercial en general se ha presentado un aumento en operaciones aéreas considerable de manera anual, por lo que es necesario centralizar los esfuerzos en disminuir los tiempos en tierra de las aeronaves, estos tiempos de espera se presentan cuando se realiza el abordaje, desembarque, tanqueo y los diversos servicios los cuales la personería jurídica del activo aeronáutico realice entre cada ciclo de esta [1-2].

En los últimos años, el desarrollo de sistemas de inteligencia artificial basados en el aprendizaje automático (machine learning) ha impulsado significativamente la estimación de tiempos en tierra. Sin embargo, la estandarización de estos modelos en diversas situaciones sigue siendo un desafío.

Con el objetivo de reducir el tiempo de espera en tierra de las aeronaves, la Escuela de Aviación del Ejército ha desarrollado un modelo de predicción basado en series de tiempo. Este modelo permite estimar el tiempo de espera en tierra de un activo aeronáutico en función de su actividad aérea, operador y categoría. Además de esto, se espera que las investigaciones futuras utilicen este modelo para abordar conceptos clave en la industria aeronáutica, como la planificación aeroportuaria y el consumo de combustible [3].

El modelo de predicción fue desarrollado utilizando el lenguaje de programación Python. En la primera etapa, se realizaron filtros en un archivo en formato CSV (valores separados por comas, por sus siglas

en inglés), para seleccionar los datos de tiempo de espera por horas. A continuación, se llevó a cabo la prueba Dickey-Fuller para verificar la estacionalidad de los datos. Posteriormente, se aplicó la función de modelo auto-arima para determinar los valores de p , q y d del modelo [4].

Una vez obtenidos estos valores, se aplicó el modelo de serie de tiempo ARIMA para predecir los tiempos de espera en tierra de las aeronaves. Esto permitirá a los operadores de estos activos realizar una planificación más precisa para la entidad aeroportuaria, optimizar la planificación del combustible, los ciclos de vuelo y el rendimiento de los activos aeronáuticos [5].

Por último, se realizaron evaluaciones del modelo de serie de tiempo diseñado y se obtuvo un valor de R^2 cercano a el valor unitario, lo que indica que las predicciones se ajustaron de manera precisa a los valores reales. Esto significa que las predicciones no tendrán una diferencia significativa con respecto a la realidad.

Referencias

- [1] Schultz, M., Evler, J., Asadi, E., Preis, H., Fricke, H., & Wu, C. L. (2020). Future aircraft turnaround operations considering post-pandemic requirements. *Journal of Air Transport Management*, 89, 101886.
- [2] Rodríguez Cárdenas, J. A., Peralta Borraes, E. S., & Pacheco Martínez, B. A. (2015). Estudio de factores que generan demoras en tierra en el Aeropuerto El Dorado.
- [3] Sánchez Sánchez, T. (2018). Análisis del problema de rotación de aviones para una compañía mediana.
- [4] Kaushik, J., & Vashisht, A. V. (2022, December). A study of Autoregressive Model Using Time Series Analysis through Python. In *2022 4th International Conference on Advances in Computing, Communication Control and Networking (ICAC3N)* (pp. 89-94). IEEE.
- [5] González Casimiro, M. P. (2009). Análisis de series temporales: Modelos ARIMA.

Prototipo funcional desarrollo de dispositivos tipo sweeper para recolección FOD en áreas operaciones aéreas.

Jhon Darío Osorio Gómez^a, Jhon Alexander Cárdenas Puentes^b.

^a Centro Tecnológico de Innovación Aeronáutica FAC, Colombia, Madrid Cundinamarca

^b Escuela de Suboficiales FAC, Colombia, Madrid Cundinamarca,

Jhon.osorio@fac.mil.co; jhonca@esufa.edu.co

Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar el diseño y fabricación dispositivo tipo tapete (Sweeper) para recolección de Foreign Object Debris (FOD) de las Unidades Militares Aéreas de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) con una TRL nivel 5 [1], mediante un análisis comparativo del funcionamiento y rendimiento operacional del prototipo, en busca de optimizar el Programa de Prevención de Accidentes (PREVAC) y los recursos operacionales de la FAC. La Fuerza Aérea Colombia como autoridad aeronáutica, ha establecido un (PREVAC) en sus Unidades Militares Aéreas (UMAS) [2], donde una de las principales líneas de acción es la prevención de daños generados por objetos extraños FOD [3].

La presencia de FOD en el área de operaciones aéreas (AOA) de un aeropuerto o en las UMAS, representa una amenaza importante para la seguridad de los viajes aéreos. FOD tiene el potencial de dañar las aeronaves durante las fases críticas del vuelo [4], lo que puede conducir a pérdidas catastróficas de vidas, fuselajes, como mínimo, a un aumento de los costos de mantenimiento y operación [5]. Sin embargo, los peligros de FOD pueden reducirse mediante la implementación de un programa de gestión de FOD y el uso eficaz de equipos de detección y eliminación de FOD [6].

Para el desarrollo del presente proyecto se establece una metodología que involucra tres etapas: 1) ingeniería de diseño; 2) ingeniería de detalles; y 3) fabricación y evaluación del prototipo. Esta investigación se presenta como un reto de desarrollo para la FAC, en tanto permite independencia tecnológica, optimización de recursos y un fortalecimiento del SCTel en el área de ingeniería, con énfasis en el fortalecimiento de la Seguridad Operacional.

En la primera etapa se realizó la recolección de información correspondiente a dispositivos similares desarrollados por otros países, caracterizando materiales, dimensiones y operación de cada dispositivo, adicionalmente se generó una matriz de fortalezas y debilidades de los dispositivos, generando las bases de la investigación.

Posteriormente se realiza la etapa de ingeniería de detalles donde se establecen los diseños del dispositivo, por medio del software de ANSYS 2020 R1, desarrollando la estructura de integración del dispositivo, módulo de recolección de material FOD y el módulo de almacenamiento del material, como se puede observar en la siguiente ilustración,



Ilustración 1. Estructura modular del dispositivo para recolección de FOD, Fuente propia

Para el módulo de recolección de material FOD se emplea caucho vulcanizado de acuerdo con el análisis de materiales, por sus características de empleo al contacto con las superficies de concreto y de asfalto, el diseño incorpora un sistema angulado por niveles escalonados con un contenedor para el material recolectado como se observa en la siguiente ilustración.



Ilustración 2. Módulo de recolección FOD, fuente propia

Para la selección del tipo de caucho a emplear se realizaron varios análisis donde la propiedad de dureza fue una de las más importantes a considerar por el tema de integridad y fricción al cual se somete el dispositivo, se verificaron varios estudios tomando como referencia [7], en el que se presentan las durezas para los diferentes tipos de cauchos en Colombia como se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Valores de dureza Shore A de los cauchos (Norma ASTM D2240)

| Prueba | Cauchos vulcanizados | | | | |
|---------------------|----------------------|-------|-------|-------------|-------------|
| | AA723 | AA725 | AA726 | Comercial 1 | Comercial 2 |
| P 1 | 82 | 78 | 80 | 69 | 70 |
| P 2 | 81 | 78 | 79 | 70 | 68 |
| P 3 | 79 | 79 | 81 | 68 | 69 |
| P 4 | 81 | 79 | 80 | 69 | 69 |
| Media | 80.8 | 78.5 | 80 | 69 | 69 |
| Desviación estándar | 1.26 | 0.58 | 0.82 | .82 | .82 |

Se puede concluir que el diseño y fabricación del dispositivo, genera una nueva alternativa en el desarrollo de estos dispositivos por su diseño modular con lo que permite el remplazo de cada componente de una forma fácil y practica a diferencia de los dispositivos analizados previamente, los cuales son integrales y al deteriorarse se deben remplazar de forma completa, en la parte económica el costo es mas bajo que los dispositivos actuales siendo una ventaja para la comercialización de este.

Referencias

- [1] «anexo5_7.pdf». Accedido: 29 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo5_7.pdf
- [2] «magso_2020.pdf». Accedido: 17 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.fac.mil.co/sites/default/files/linktransparencia/Planeacion/Manuales/manuales2022/magso_2020.pdf
- [3] «Campaña FOD en pro de la Seguridad Operacional», *Fuerza Aérea Colombiana*. <http://www.fac.mil.co/es/noticias/campana-fod-en-pro-de-la-seguridad-operacional> (accedido 17 de mayo de 2023).

- [4] «Foreign Object Debris (FOD) | SKYbrary Aviation Safety». <https://skybrary.aero/articles/foreign-object-debris-fod> (accedido 17 de mayo de 2023).
- [5] «AC_150_5220-24.pdf». Accedido: 19 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_150_5220-24.pdf
- [6] «FAA Foreign Object Debris Program | Federal Aviation Administration». https://www.faa.gov/airports/airport_safety/fod (accedido 29 de mayo de 2023).
- [7] L. S. Q. Martínez, «ANÁLISIS DE FATIGA Y EVALUACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS A BUJES DE CAUCHO-METAL».



Estudio de la contaminación auditiva producida por las aeronaves sobre la ciudad de Bogotá, utilizando el sistema ADS-B.

Danny Stevens Traslaviña Navarrete^{a*}, Alec Mauricio Rosales Cabezas^a, Sergio Nicolás Madrid Farfan^a, Cristian Lozano Tafur^a, Iván Felipe Rodríguez Barón^a, Edison Jair Bejarano Sepúlveda^b.

^a *Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá, Colombia*

^b *Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España*

Email: * dstraslavinan@libertadores.edu.co

Resumen

La pandemia del COVID-19 trajo consecuencias negativas para la industria de la aviación comercial, generando una reducción significativa del tráfico aéreo. Sin embargo, diversos estudios estiman que, para finales de 2023, el tráfico aéreo recupere las cifras prepandemia e incremente a partir de allí un 4.4% anual [1], lo que trae consigo un aumento de la contaminación auditiva y ambiental para las zonas aledañas a los aeropuertos y para los lugares que se encuentran bajo rutas aéreas. Este incremento en el flujo del tráfico aéreo implica un incremento en el riesgo de contraer enfermedades relacionadas, ya sea directa o indirectamente, con el ruido de las aeronaves, de las cuales las más comunes son cambios repentinos de humor, pérdida de la audición, perturbación de sueño, problemas cardiovasculares, problemas cognitivos en niños, problemas metabólicos, entre otros [2]. El posible aumento en el padecimiento de dichas enfermedades en personas que se encuentren cerca de aeródromos o rutas aéreas ha generado una gran preocupación en los organismos encargados de controlar la aviación, ya sea de forma nacional o internacional, debido a que, según Airbus, mundialmente se cuenta con 47 megaciudades [3], en las cuales sus aeropuertos cuentan con un alto flujo de vuelos intercontinentales; lo que requiere, muchas veces, aeronaves con mayor potencia, que generan grandes cantidades de ruido. En Colombia la entidad encargada de regular y establecer los niveles de ruido es la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (UAEAC) mediante su anexo 36 del Reglamento Aeronáutico Colombiano (RAC) [4], e internacionalmente se regula por medio del anexo 16 de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) [5]. Mediante este estudio se busca examinar el ruido generado por los aviones sobre el área metropolitana de la ciudad de Bogotá, para lograr identificar aquellas zonas que tienden a sufrir un gran impacto debido a la contaminación acústica producida por las aeronaves al transitar sobre la ciudad de Bogotá.

Para la recolección de los datos enviados por las aeronaves mediante su transpondedor, se utilizó una antena del Sistema de Vigilancia Dependiente Automática, ADS-B por sus siglas en inglés, que permite registrar los datos enviados por las aeronaves, dentro de los cuales se encuentra posición, identificación y velocidad de la aeronave; este tipo de antenas permite tener una supervisión actualizada y precisa del tráfico aéreo [6]. Se utilizó una metodología CRISP DM, donde se realizó el estudio y análisis de las bases de obtenidas por el posicionamiento, junto con bases de datos que vinculan el ruido con la altitud de las aeronaves, para así exponer a través de un mapa del área metropolitana de la ciudad, los caminos que toman los aviones para entrar y salir del Aeropuerto El Dorado, para con esto definir las localidades que presentan una alta exposición al ruido generado por el tráfico aéreo sobre la ciudad.

Utilizando el hitmap hecho de la ciudad de Bogotá, se presentó una concordancia por el estudio hecho por la UAEAC en 2018 [7] sobre el ruido generado en diferentes localidades de Bogotá por parte de las aeronaves, donde se evidencio que las localidades con un mayor riesgo son Suba, Engativá, Fontibón, Teusaquillo, Puente Aranda, Kennedy, Bosa y Barrios Unidos. Ya que sobre estos sectores es donde se presentó la mayor concentración de tráfico aéreo, tanto en este estudio como el anteriormente mencionado, esto debido a que estas localidades cuentan con una gran cercanía a las rutas aéreas y al Aeropuerto Internacional El Dorado. La importancia de este trabajo radica en que presenta una gran facilidad de desarrollo, sin la necesidad de elementos especializados, los cuales muchas veces requieren de conocimientos avanzados para su uso, lo que trae un encarecimiento en el desarrollo de proyectos, así como grandes cantidades de tiempo. Al ser un análisis sencillo, permite la detección temprana de zonas en alto riesgo, ayudando a la creación de planes de prevención temprana, así como planeación para futuras expansiones tanto del Aeropuerto como de la ciudad.

Referencias

- [1] J. Coykendall, P. Wellener, y K. Hardin, «2023 aerospace and defense industry outlook About the Deloitte survey», 2022.
- [2] L. Y. L. Ang y F. Cui, «Remote work: Aircraft noise implications, prediction, and management in the built environment», *Applied Acoustics*, vol. 198, p. 108978, sep. 2022, doi: 10.1016/j.apacoust.2022.108978.
- [3] S. Airbus, «Global Market Forecast 2017-2036», 2017.
- [4] Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, «Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil RAC 36 ESTÁNDARES DE RUIDO», 2016.
- [5] Organización de Aviación Civil Internacional, «Protección del medio ambiente».
- [6] M. Riahi Manesh y N. Kaabouch, «Analysis of vulnerabilities, attacks, countermeasures and overall risk of the Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) system», *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, vol. 19, pp. 16-31, dic. 2017, doi: 10.1016/j.ijcip.2017.10.002.
- [7] Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, «MODELO DE PROPAGACIÓN DE RUIDO», 2018.

Desarrollo RPA tipo ala zagi para adquisición y análisis de imágenes para inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento.

George Mauricio Ardila Marulanda ^a, *Jhon Alexander Cárdenas Puentes ^b.

^a Centro Tecnológico de Innovación Aeronáutica FAC, Colombia, Madrid Cundinamarca

^b Escuela de Suboficiales FAC, Colombia, Madrid Cundinamarca

George.ardila@fac.mil.co; Jhonca@esufa.edu.co;

Resumen

En la actualidad el diseño de aeronaves remotamente pilotadas (RPA) y su producción es un área de bastante interés en los diferentes campos académicos y científicos sin dejar a un lado la industria a nivel mundial, aplicando nuevas tecnologías contribuyendo a realizar tareas en menor tiempo y costo [1]. El concepto de ala volante nace de la observación de las aves y su forma de vuelo, investigando la dinámica y las fuerzas físicas que intervienen en este, siendo tan antiguo como la misma humanidad [2].

Un Ala Zagi es un tipo de ala volante, es decir, una aeronave que no tiene cola ni fuselaje, sino que toda su superficie alar. Se trata de un diseño aerodinámico muy simple y eficiente que se utiliza principalmente para fines recreativos, como el aeromodelismo, el vuelo a radiocontrol o el vuelo en primera persona (FPV) [3]. También tiene aplicaciones militares y científicas. Este dispositivo se controla electrónicamente mediante dos servos que accionan los elevones, que son superficies móviles en el borde de salida del ala y combinan las funciones de elevador y alerón. Además, se propulsa mediante el uso de motores con hélices en posición horizontal, los cuales proporcionan empuje a la aeronave para que pueda mantenerse en el aire[4]. El Ala Zagi tiene varias ventajas, como su simplicidad de diseño, su resistencia a los impactos y su capacidad para realizar maniobras acrobáticas. Además, cuenta con una elevada autonomía de vuelo debido a su alta eficiencia.

La Fuerza Aérea Colombiana ha sido pionera en el desarrollo y uso de Sistemas Aéreos Remotamente Tripulados (RPAS) para seguridad perimetral de las Unidades Militares Aéreas, así como el desarrollo de operaciones militares aéreas en materia de IVR (inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento). En este sentido, la presente investigación tiene como objetivo el diseño y fabricación de un prototipo funcional con una TRL 6 [5], del Ala Zagi de bajo costo, con control autónomo, programación de diferentes patrones de vuelo para realizar operaciones de IVR, con el potencial de mejorar operatividad, reducir costos de adquisición y operación de vehículos aéreos no tripulados convencionales y generar oportunidades de transferencia tecnológica.

Para el desarrollo metodológico del proyecto se proponen cuatro fases, como son: 1) diseño conceptual y preliminar del sistema estructural basado en los requerimiento y componentes electrónicos; 2) Revisión de Diseño Preliminar; 3) diseño crítico, ensamble y construcción del prototipo funcional, 4) Revisión del Diseño Crítico, por medio de la evaluación y corrección del prototipo en entornos controlados, acorde al protocolo de pruebas.

En la actualidad se realizó un prototipo funcional, la estructura fue fabricada con foam board y empleando los planos del perfil FT Spear V1.0, realizando la configuración electrónica del sistema de control como se observa en la ilustración 1, se realizaron pruebas operacionales con resultados satisfactorios, se inició una segunda fase la cual se encuentra en desarrollo como es la fabricación de la estructura en materiales compuestos basándose en áreas como la aerodinámica para seleccionar los perfiles adecuados y

diseñar una geometría para el ala a diseñar, realizando el análisis estructural para determinar la resistencia de los materiales a emplear.

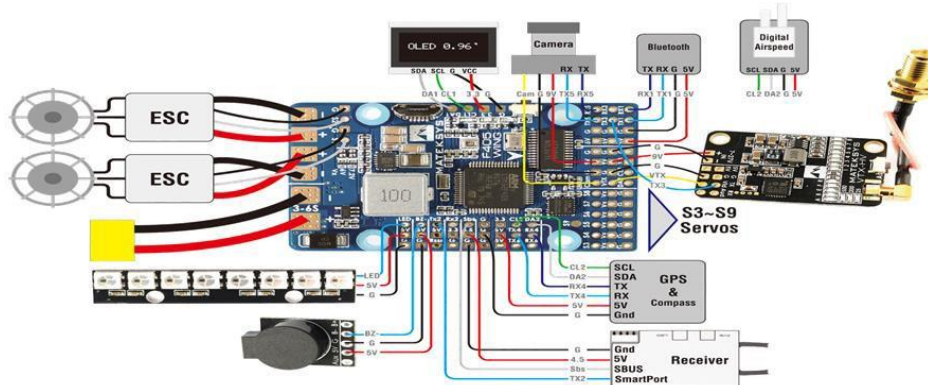


Ilustración 1. Configuración electrónica del ala zagi

Uno de los principales resultados obtenidos en la integración del primer prototipo, fue un RPA de bajo costo, con una autonomía de vuelo aproximadamente de 35min, un área de operación de 500 metros por cobertura del radio receptor, la cual se puede mejorar, peso aproximado de 850 gramos del prototipo, costo de fabricación aproximado de \$2.500.000; el primer prototipo se puede observar en la ilustración 2, en la actualidad se encuentra en la segunda fase para el desarrollo de una ala con mejores características de vuelo, mayor capacidad de carga útil, mayor rango de operación y mayor autonomía de vuelo.



Ilustración 2. Pruebas operacionales prototipo ala zagi

Referencias

- [1] B. Giraldo y J. Alejandro, «Estimación de parámetros de un UAV tipo ala volante mediante algoritmos metaheurísticos», 2014.
- [2] luisngu12, «La industria aeronáutica y su relación con las aves | Comité CARSAMPAF», 19 de mayo de 2022. <https://www.comitecarsampaf.com/lessons/la-industria-aeronautica-y-su-relacion-con-las-aves/> (accedido 29 de mayo de 2023).
- [3] V. M. Trujillo, «Diseño y fabricación de ala ZAGI, para la implementación de un sistema de Inteligencia Artificial para la Detección de Objetos».
- [4] D. Ortiz y C. M. Vélez, «Una aproximación al modelado matemático y simulación de un MAV tipo ala voladora», Universidad EAFIT, workingPaper, 2012. Accedido: 29 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repository.eafit.edu.co/handle/10784/4597>
- [5] «anexo5_7.pdf». Accedido: 29 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo5_7.pdf

Avances en el desarrollo de materiales compuestos ablativos y su aplicación en el campo de la cohetaría experimental en la Fuerza Aérea Colombiana

Rafael Robayo–Salazar^{a,*}, Valentina Candela Rengifo^b, Kevin García Álvarez^c, Erick García Cárdenas^d, Julián Portocarrero Hermann^e.

^a *Docente Investigador, Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suarez”, Programa de Ingeniería Mecánica, Grupo de Investigación en Estudios Aeroespaciales, Fuerza Aérea Colombiana, Cali, Colombia*

^b *Estudiante Ingeniería de Materiales, Universidad del Valle, Grupo de Investigación Materiales Compuestos, Cali, Colombia*

^c *Cadete Programa de Ingeniería Mecánica, Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suarez”, Grupo de Investigación en Estudios Aeroespaciales, Fuerza Aérea Colombiana, Cali, Colombia*

^d *Cadete Programa de Ingeniería Mecánica, Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suarez”, Grupo de Investigación en Estudios Aeroespaciales, Fuerza Aérea Colombiana, Cali, Colombia*

^e *Docente Investigador, Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suarez”, Programa de Ingeniería Mecánica, Grupo de Investigación en Estudios Aeroespaciales, Fuerza Aérea Colombiana, Cali, Colombia*

Email: *rafael.robayo@emavi.edu.co.

Resumen

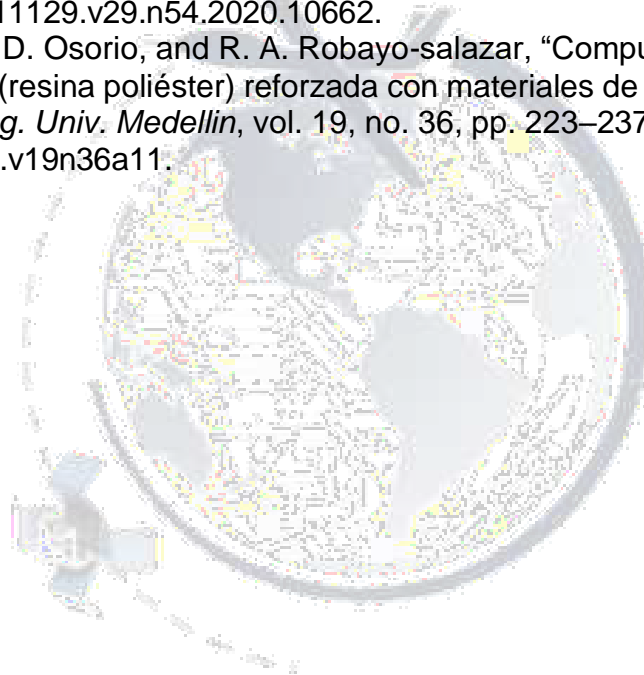
La selección de materiales es un aspecto clave en el diseño de componentes para la industria aeroespacial, teniendo en cuenta que estos deben resistir las extremas condiciones térmicas y mecánicas a las que son expuestos y al mismo tiempo ser lo más liviano posible. En el caso de los motores cohete, generalmente estos componentes son fabricados a partir de aleaciones de acero, titanio o superaleaciones base níquel (zona estructural) y son revestidos internamente con sistemas de protección térmica (zona ablativa). Al respecto, las aleaciones metálicas se caracterizan por una elevada densidad; razón por la cual la industria aeroespacial busca materiales alternativos y que posean menor peso (densidad). En misiones de cohetaría de baja altura, los tiempos de combustión de los motores cohete son relativamente cortos, permitiendo el uso de materiales compuestos ablativos de matriz polimérica que se caracterizan por poseer una menor densidad que las aleaciones metálicas y una aceptable resistencia térmica [1]–[3].

Esta conferencia recopila los resultados más importantes que han sido obtenidos durante más de 1 década de investigación en la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), haciendo énfasis en los hallazgos más recientes, que han permitido la aplicación de estos materiales innovadores en la fabricación de motores cohete. La investigación incluye una caracterización física, térmica y mecánica de materiales compuestos ablativos basados en una matriz de resina poliéster reforzada con partículas refractarias de naturaleza cerámica y fibras cortas de vidrio y carbono. En el estudio se incluyen resultados de densidad (ASTM D792), resistencia a la compresión, resistencia a la tracción (ASTM D638), resistencia a la flexión (ASTM D790), resistencia al impacto Izod (ASTM D256), dureza Barcol (ASTM D2583) y resistencia a la llama directa (ensayo de ablación ASTM E458). Los resultados obtenidos demuestran el potencial de aplicación de los materiales compuestos ablativos en la fabricación de motores cohete más livianos, los cuales fueron probados mediante ensayos de combustión estática utilizando combustibles sólidos reales.

Esta investigación tiene correspondencia con el proyecto FACSON, desarrollado en el Programa de Ingeniería Mecánica de la Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suarez”, y que tiene como propósito el diseño, construcción y lanzamiento (200–2000m) de una serie de cohetes experimentales (tipo sonda) aptos para el transporte de pequeñas cargas útiles (≤ 500 gramos) con fines científicos, tecnológicos y militares.

Referencias

- [1] R. Robayo-Salazar and J. Portocarrero Hermann, “Capítulo 3. Materiales compuestos ablativos y sistemas de protección térmica,” in *Materiales Compuestos. Clasificación, Procesamiento y Aplicaciones: Soluciones para los sectores aeronáutico, aeroespacial y defensa*, Primera Ed., Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suarez,” 2020, pp. 103–130.
- [2] R. Robayo-Salazar, J. Portocarrero-Hermann, U. Díaz-Padrón, and O. Patiño-Castrillón, “Polymeric Ablative Composite Materials and their Application in the Manufacture of Aerospace Propulsion Components,” *Rev. Fac. Ing.*, vol. 29, no. 54, p. e10662, 2020, doi:10.19053/01211129.v29.n54.2020.10662.
- [3] J. P. Hermann, J. D. Osorio, and R. A. Robayo-salazar, “Compuestos ablativos de matriz polimérica (resina poliéster) reforzada con materiales de desecho industrial y fibra de vidrio,” *Rev. Ing. Univ. Medellin*, vol. 19, no. 36, pp. 223–237, 2020, doi:10.22395/rium.v19n36a11.



S3P03

Diseño conceptual de un banco de pruebas de inyectores para motores a
reacción.

**Luisa Fernanda Mónico Muñoz^aRichard Giovanni Avella Sarmiento^b, Nicoll Andrea
Montoya Garzón.**

^a *Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá D.C., Colombia*

^b *Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá D.C., Colombia*

^c *Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá D.C., Colombia*

Email: * luisa.monico@libertadores.edu.co

Resumen

Todo desarrollo de un producto debe pasar por la etapa del diseño conceptual, el cual consiste en obtener una solución parcial a un problema planteado a partir de especificaciones, requisitos y necesidades de un cliente. Por esta razón en el presente documento se analizó y se identificó el cliente, para posteriormente obtener los requerimientos, y así poder tener la base principal del diseño conceptual. Este proceso también se caracteriza por usar diferentes metodologías y técnicas creativas, en este documento se relacionaron diversas metodologías, las cuales pasaron por un paso de comparación y evaluación, para escoger la metodología más apropiada. Luego de la identificación de la metodología, se estudiaron las diferentes técnicas creativas, las cuales brindaron un análisis más claro y una simplificación del problema, como, por ejemplo, el uso del diagrama de descomposición funcional, que permitió orientar el lenguaje del cliente a atributos de diseño, comprendiendo la función exacta de cada requerimiento expuesto por los clientes; el uso de varias técnicas de creatividad beneficio el desarrollo del diseño conceptual, debido a que se crearon múltiples conceptos, con ideas de diseño distintas, proporcionando varias soluciones a la problemática inicial. El siguiente paso y más importante de todo el diseño conceptual es el despliegue de la función de la calidad, que ayudo a relacionar los conceptos creados con los requerimientos del cliente, entendiendo cual concepto cumple con todas las características de diseño.

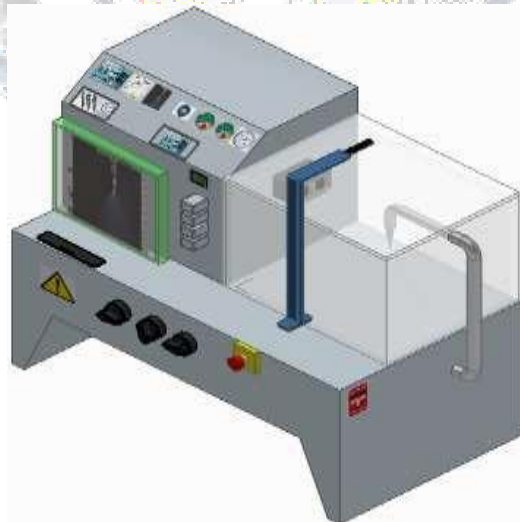


Figura 1. Diseño conceptual del banco de pruebas para inyectores.

Referencias

- [1] N. A. d. I. Peña, Metodología de diseño para ingeniería, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2011.
- [2] M. Vergel, J. P. Rojas y S. Orjuela, «Estudio sobre el modelamiento del chorro de inyección en motores de combustión interna a diesel con aplicaciones didácticas,» Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, 2021.
- [3] R. C. Salazar, «Modelado 1D de chorros con diferentes combustible en condiciones de motor diesel,» Universitat Politècnica de Valencia , Valencia , 2018.
- [4] J. Yébenes, «Gaceta Aeronáutica,» 02 Julio 2020. [En línea]. Available: <https://www.gacetaaeronautica.com/gaceta/wp-101/?p=35668>.
- [5] Parciales, 24, «Turbinas de gas y ciclo Brayton,» 19 Agosto 2020. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=K2ytAerDRG0>.



Diseño de un banco de pruebas de vibraciones para componentes mecánicos rotativos

Julián Orjuela Socha^a, Angie Sánchez García^a, Karen Acevedo Pinzón^a, Cristian Lozano Tafur^a, Pedro Melo Daza^a.

^a *Escuela de Aviación del Ejército, Bogotá D.C, Colombia*

Email: juanorjuelasocha@cedoc.edu.co

Resumen

Para asegurar el rendimiento y la seguridad de los componentes aeronáuticos que implican movimientos rotativos, es fundamental en la industria aeronáutica garantizar la eficiencia y seguridad de cada elemento de la aeronave. Los componentes mecánicos y eléctricos de una aeronave presentan vibraciones y desequilibrios dinámicos que pueden afectar su desempeño y vida útil. Por lo tanto, es crucial implementar bancos de pruebas de vibraciones en el sector para evaluar el rendimiento de cada componente, así mismo de detectar posibles fallas a futuro, para realizar las correcciones necesarias a su diseño.

La implementación de bancos de pruebas de vibraciones en la industria aeronáutica, se utilizan para el análisis de diseño de componentes con el objetivo de identificar su resistencia, durabilidad y rendimiento. Durante estas pruebas, el componente se somete a una serie de vibraciones que se registran en una base de datos para luego determinar la amplitud, frecuencia y el estado de las vibraciones generadas por el componente. Estas pruebas rigurosas y precisas, se llevan a cabo en la industria aeronáutica antes de instalar los componentes en la aeronave[1].

La Escuela de aviación del Ejército propone diseñar y construir un banco de pruebas de vibraciones enfocado a componentes rotativos mecánicos, para identificar las variaciones que tuvo el componente durante las pruebas realizadas. Para este banco innovador se tuvieron en cuenta diversos tipos de bancos de pruebas de vibraciones existentes, donde por medio del estado del arte se logró diseñar un banco que cumpliera los requisitos requeridos por la Escuela de Aviación del Ejército.

Para el desarrollo de este banco, se contará con un generador aeronáutico o APU donde este proporcionará energía mecánica, una estructura que contará con amortiguación, un software en LabVIEW y Arduino con el fin de analizar por medio de sensores el sonido o ruido generado por el componente y amplificadores de sonido para lograr de esta manera identificar los sonidos generados durante las pruebas a las cuales el componente fue sometido.

El objetivo general es analizar el comportamiento de un componente rotativo mecánico cuando se

expone a una serie de vibraciones.

Considerando lo mencionado anteriormente, se realizó un diseño en el programa de SolidWorks para obtener una perspectiva de cómo se observaría el banco de pruebas de vibraciones de la Escuela de Aviación del Ejército, lo cual permite avanzar en su aprobación y construcción.

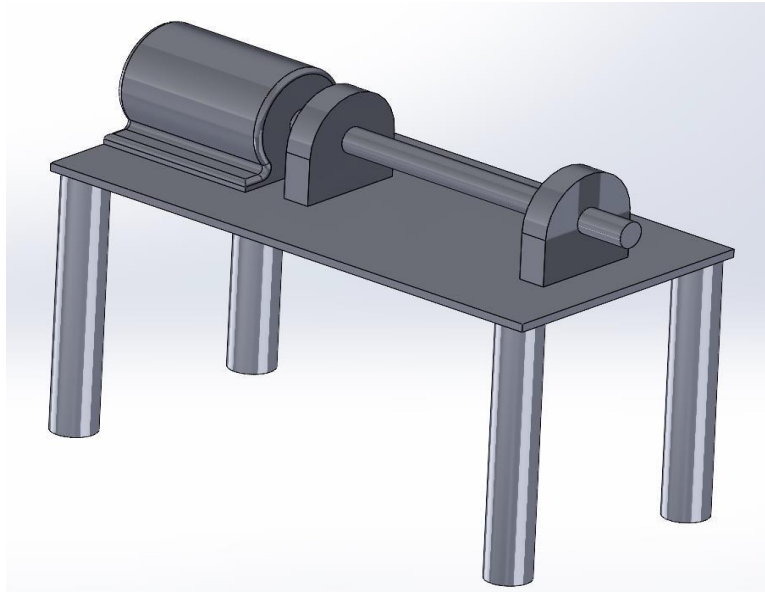


Figura 1. Levantamiento del banco de pruebas en SolidWorks

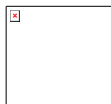
La representación visual del banco de pruebas de vibraciones de componentes mecánicos rotativos permite a la Escuela de Aviación del Ejército, realizar análisis detallados de los componentes implementados en aeronaves. Con esta herramienta, se podrían identificar las variaciones que experimentan los componentes en su estructura, la fatiga que presentan los componentes y respectivas correcciones en el diseño del componente para mejorar en continuamente su rendimiento y durabilidad.

Mediante este banco, se someterían componentes a una serie de vibraciones controladas, registrando las vibraciones generadas por el componente y las deformaciones en su estructura, con estos análisis se lograría detectar las posibles áreas donde se deben presentar mejoras.[1] Además, se podría evaluar el máximo rendimiento, determinado la vida útil del componente. Esto garantizaría la seguridad de la aeronave, para no presentar incidentes. Las capacidades de este banco de pruebas para realizar análisis exhaustivos de los componentes mecánicos rotativos eficientes y seguros, determinado la mejor calidad y desempeño del componente en una prueba la cual simula las vibraciones generadas en la aeronave.

Referencias bibliográficas.

[1] Córdoba, Porras (2022). Banco de laboratorio para análisis de vibraciones mecánicas reconfigurable. Matrices Tecnológicas – Fundación Universitaria de San Gil , Volumen 13, pág. 18 – pág. 29.

PÓSTER



Diseño de trayectorias para Vehículos aéreos no tripulados mediante el UAV Toolbox Matlab.

Yury Andrey Cuevas Jauregui^a, Didier Aldana Rodríguez^b

^aFundación universitaria los libertadores, Bogotá D.C, Colombia,

^bFundación universitaria los libertadores, Bogotá D.C, Colombia,

yacuevasj@libertadores.edu.co

Resumen

Este documento tiene como objetivo utilizar la herramienta UAVToolbox de Matlab para el diseño de trayectorias de vehículos aéreos no tripulados (VANT). Estas trayectorias pueden ser utilizadas en simulaciones de algoritmos autónomos, permitiendo especificar una trayectoria programable en un entorno tridimensional y evadir obstáculos. Se pueden generar trayectorias de vuelo para diferentes tipos de VANT, como multirrotores o vehículos de ala fija. Además, es posible incorporar funciones de detección para verificar si la trayectoria es viable para la misión y la operación del vehículo aéreo. Durante el diseño de las trayectorias, se pueden establecer marcos de referencia posicional, como el marco NED (norte-este-abajo), que representa las coordenadas tridimensionales (x, y, z) con un origen predeterminado. Estos ejemplos de diseño proporcionan códigos de vuelo que pueden implementarse en la industria aeronáutica para simular y seleccionar el tipo de VANT adecuado para diferentes misiones. Esto proporciona capacidades de automatización a los VANT. Como se observa en la figura 1 y 2.

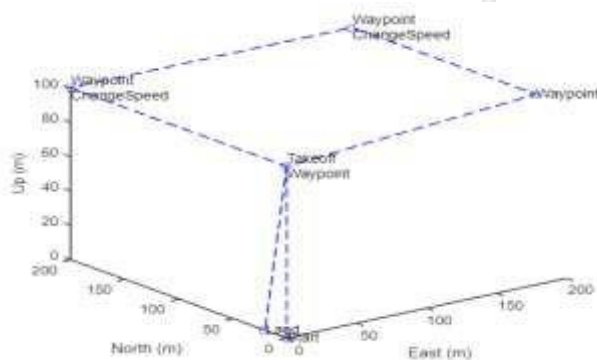


Figura 1.a (Trayectoria de monitoreo, prueba 1)
A a estación B)

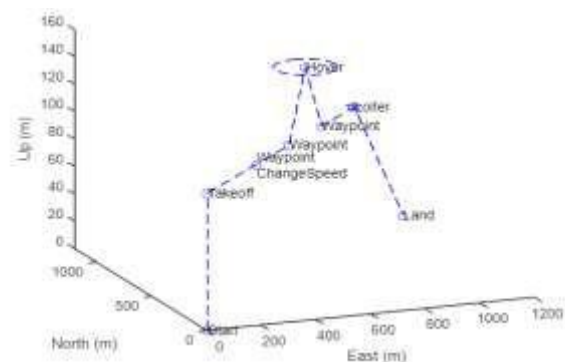
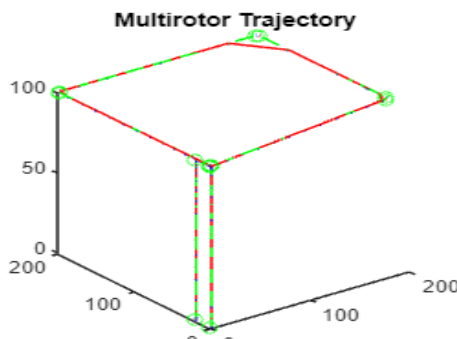
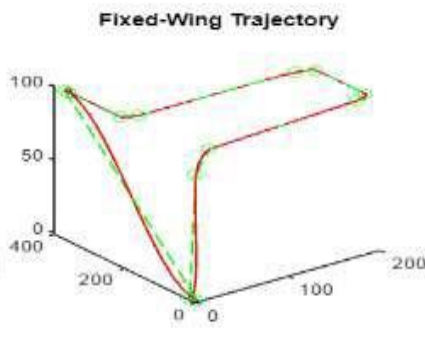
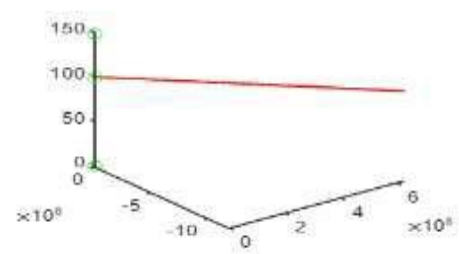
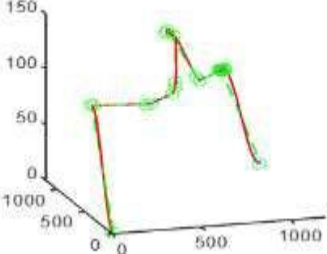


Figura 1.b (Trayectoria de reconocimiento de estación)

En la figura 1.a se enero una trayectoria para recorrer un perímetro con propósitos de seguridad y vigilancia, mientras que en la figura 1.b se muestra una trayectoria con las fases de vuelo típicas incluyendo un loiter para realizar observación de un área específica.

Tabla 1. resultados de simulaciones.

| PRUEBAS | Multirroto | Ala fija |
|---------|--|--|
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |

Con base en los resultados mostrados en la figura 1 y la tabla 1, se concluye que esta herramienta brinda apoyo al generar y analizar planes de vuelo para drones autónomos comerciales o de fabricación propia, permitiendo predecir el comportamiento y movimientos que pueden realizar los VANT, ayudando a la industria a disminuir el daño de equipos que realizan misiones muy específicas, este tipo de softwares ayudan a la industria y usuarios a que puedan aplicar este tipo de códigos para que puedan ser adecuados a misiones de propósito específico.[1]

Referencias

[1] *MathWorks*. (05 de 20 de 2023). Obtenido de MathWorks:

https://la.mathworks.com/help/uav/index.html?s_tid=CRUX_lftnav

ESTACIÓN METEOROLÓGICA PORTABLE
CON SENSORES PARA MEDICIÓN DE CALIDAD DE AIRE PARA LA
OPERACIÓN SEGURA DE SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS
UAS.

Jonathan Steven Vargas Cañón^a, Eder Vargas Puerto^b.

^a *Fundación de Educación Superior San José, Bogotá, Colombia.*

^b *Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá, Colombia.*

Email: vargas.jonathan@usanjose.edu.co

Resumen

La operación segura de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) es un tema de creciente importancia en la industria aeroespacial y de la aviación. Uno de los factores determinantes en la seguridad y eficiencia de estas operaciones es el tiempo atmosférico y los elementos que lo componen, como la temperatura, humedad, presión atmosférica y altitud [1]. Estos factores influyen en el desempeño de las aeronaves, los planes de vuelo y la realización de vuelos seguros [2].

Además, es fundamental garantizar un espacio de trabajo seguro para el operador de las aeronaves no tripuladas. Esta necesidad de monitorear datos meteorológicos específicos y parámetros de calidad de aire en un lugar determinado ha llevado al desarrollo de prototipos de estaciones meteorológicas portátiles basados en tecnología Arduino. La arquitectura de estas estaciones meteorológicas portátiles es de pequeño tamaño y costo no tan elevado, lo que permite generar una estructura de fácil traslado. Estas estaciones cuentan con sensores encargados de tomar la temperatura, humedad, presión atmosférica, altitud e índices de calidad de aire, y visualizar los datos en un display LCD [3], como se ve en la figura 1. Esta información es crucial para la planificación y ejecución de vuelos seguros y eficientes con aeronaves no tripuladas.

El uso de tecnología Arduino en estaciones meteorológicas portátiles ofrece ventajas significativas en términos de flexibilidad, escalabilidad y personalización. Además, la comunidad de desarrolladores de Arduino proporciona una amplia gama de recursos y soporte para la implementación de soluciones innovadoras en el campo de la meteorología como se ve en la tabla 1, y la calidad del aire [3].

Por lo tanto, la integración de estaciones meteorológicas portátiles basados en tecnología Arduino en sistemas de aeronaves no tripuladas es esencial para garantizar la seguridad y eficiencia de las operaciones. Estas soluciones permiten a los operadores de UAS tomar decisiones informadas sobre la planificación y ejecución de vuelos, mejorando así la seguridad y el rendimiento de las aeronaves no tripuladas en condiciones atmosféricas adversas.

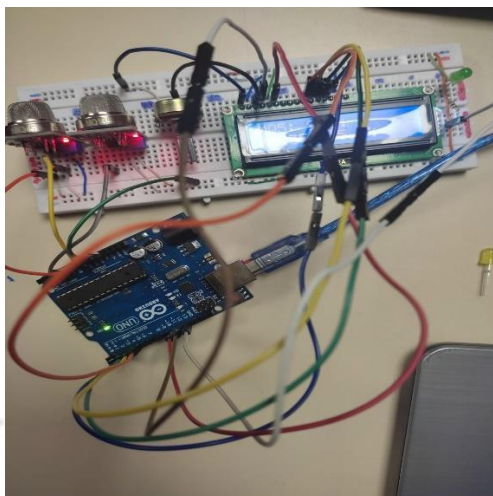


Figura 1. Circuito electrónico replicado en protoboard.

Tabla 1. Resultados mediciones sensores DHT22-BMP180.

| Lugar de medición | Hora de medición | Temperatura °C | Humedad | Presión | Altitud |
|-------------------|------------------|----------------|---------|----------|-------------|
| Paipa (Boyacá) | 9: 00pm | 12°C | 62% | 747.73mb | 2490m.s.n.m |
| Duitama (Boyacá) | 11:30am | 29°C | 40% | 748mb | 2485m.s.n.m |
| Bogotá D.C | 6:00pm | 21°C | 53% | 745.4mb | 2497m.s.n.m |

Referencias

- [1] R. A. Clothier, D. A. Greer, D. G. Greer y A. M. Mehta, "Risk perception and the public acceptance of drones", Risk Analysis, vol. 35, no. 6, pp. 1167-1183, 2015.
- [2] P. Kopardekar, J. Rios y T. Prevot, "Unmanned aircraft system traffic management (UTM) concept of operations to safely enable low altitude flight operations", en 16th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference, 2016, p. 3292.
- [3] M. Banzi y M. Shiloh, ": guía oficial", Anaya Multimedia, 2014.

Evaluación de la contaminación atmosférica en Bogotá D.C. causada por las emisiones de dióxido de carbono de aeronaves utilizando tecnología ADS-B.

***Juan Carlos Daza Rincón^a, Cristian Lozano Tafur^a, Pedro Fernando Melo Daza^a, Didier Aldana Rodriguez^b**

^a *Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá D.C., Colombia*

^b *Escuela de Aviación del Ejército, Bogotá D.C., Colombia*

Email: jcdazar01@libertadores.edu.co

Resumen

El crecimiento de la aviación ha traído consigo un aumento en las operaciones aéreas y por tanto un aumento de las emisiones de dióxido de carbono, para el caso de Colombia, el número de pasajeros transportados dentro del país aumentó un 57,2% en 2022 con respecto al año anterior [1]. Para abordar esta situación, este estudio utiliza el sistema ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) de las aeronaves para describir las emisiones de dióxido de carbono producidas por las aeronaves que operan en el espacio aéreo de Bogotá y analizar el impacto de estas en el índice de calidad de aire bogotano o por sus siglas IBOCA.

Para cumplir con lo anterior se hace uso del sistema ADS-B el cual permite el intercambio de datos sobre número de vuelo, fecha y hora, altitud, posición, velocidad y dirección. Para recibir los datos se utiliza una antena receptora ADS-B situada en una zona urbana de la ciudad que recibe la información producida a través del sistema de forma ilimitada e ininterrumpida [2]. La base de datos de rendimiento de las aeronaves (BADA) se utiliza para adquirir los datos de rendimiento de las aeronaves, lo que permite determinar el consumo de combustible para cada nivel de vuelo de la aeronave. Por último, la información sobre el consumo de combustible se extrapola para determinar las emisiones de CO₂ correspondientes, que se presentan en un mapa de la ciudad permitiendo conocer las zonas de la ciudad mayormente afectadas y en las cuales se deben generar estrategias para mitigar los efectos producidos

por la contaminación.

Los resultados se comparan con el Índice de Calidad del Aire de Bogotá (IBOCA), que mide la calidad del aire de la ciudad en tiempo real. El modelo de emisiones desarrollado muestra una correlación con las mediciones presentadas en toda el área urbana. En conclusión, este estudio presenta una metodología para evaluar las emisiones de dióxido de carbono producidas por aviones en un espacio aéreo determinado utilizando el sistema ADS-B, sin necesidad de otro dispositivo de medición. Además, ayuda a detectar rápidamente posibles riesgos medioambientales.

Referencias

- [1] Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil, "2022: el año más representativo para la historia de la aviación en Colombia", el 30 de enero de 2023.
<https://www.aerocivil.gov.co/prensa/noticias/Pages/2022,-el-ano-mas-representativo-para-la-historia-de-la-aviacion-en-Colombia.aspx> (consultado el 22 de abril de 2023).
- [2] J. Sun, *The 1090 Megahertz Riddle A Guide to Decoding Mode S and ADS-B Signals*, 2a ed. 2021.



Análisis del comportamiento de múltiples sistemas de aeronaves no tripuladas volando en formación usan metodología de inyección de fallas.

***Iván Felipe Rodríguez Barón^a, Jaime Enrique Orduy Rodríguez^b, Ana Maria Ambrosio^c,
Ricardo Ferreira^d, Pedro Fernando Melo Daza^e**

^{a, e} *Escuela de Aviación del Ejército, Bogotá, Colombia*

^b *Fundación Universitaria los Libertadores, Bogotá, Colombia*

^{c, d} *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São Jose dos campos, Brasil.*

Email: * ivanrodriguezbaron@cedoc.edu.co.

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo presentar el análisis del comportamiento de los múltiples Sistemas de Aeronaves no tripuladas (RPAS) de vuelo en formación [1]. El vuelo en formación es considerado una tecnología de vanguardia en la industria aeroespacial, que involucra el posicionamiento y la distancia relativa en tres dimensiones (3D) de dos o más RPAS entre ellos [2]. Esto dificulta la identificación de un conjunto completo de requisitos obligatorios que conlleva a riesgos para su operación. De esta forma, es necesario reconocer los estados de funcionamiento y abordar las posibles situaciones presentadas durante el vuelo en formación.

Para obtener una comprensión integral de los múltiples sistemas de aeronaves no tripuladas de vuelo en formación, en este estudio se emplea la metodología de inyección de fallas "Conformance and Fault Injection – CoFI". La metodología CoFI es un enfoque basado en modelos que guía al usuario hacia la comprensión suficiente del sistema y le permite crear un conjunto de máquinas de estados finitos que representan el comportamiento del sistema en estudio [3]. Adicionalmente, es necesario aclarar que esta investigación es aplicada en la fase de verificación y validación (V&V) del sistema teniendo en cuenta el modelo en "V" usado en la disciplina de diseño de ingeniería de sistemas para el desarrollo de sistemas complejos como se muestra en la figura 1.

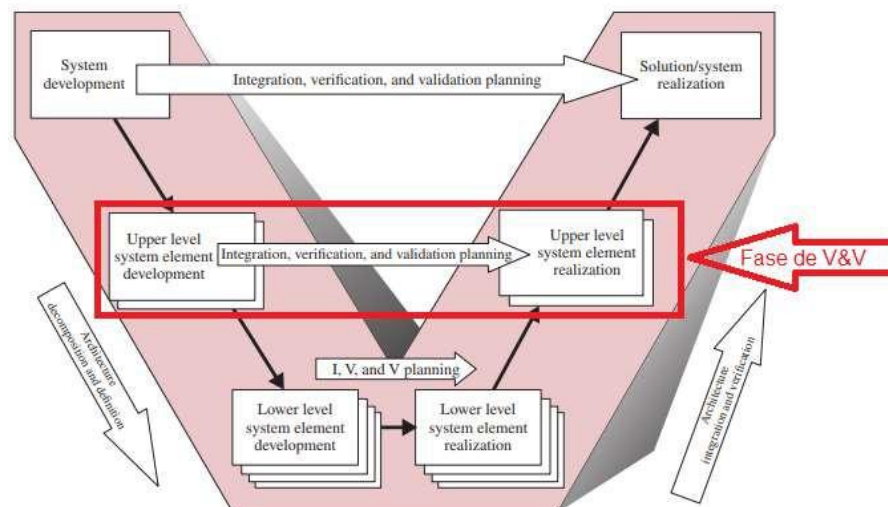


Figura 2. Modelo en V modificado de INCOSE [4].

En este artículo se presentan los modelos y requisitos del comportamiento vuelo en un sistema compuesto por dos RPAS volando en formación. Además, se aplica la metodología CoFI para la inyección de fallas a la operación y predecir el comportamiento en situaciones anómalas, teniendo en cuenta las principales necesidades de incrementar la autonomía de los sistemas y reducir la carga de trabajo del operador para el manejo de la flota. [5]

En conclusión, se espera que este análisis facilite la planificación de verificación y la validación del comportamiento del vuelo en formación de RPAS con mayor precisión en las etapas iniciales del proyecto, reduciendo los riesgos asociados en operación.

Referencias

- [1] Deloitte. 2022 aerospace and defense industry Outlook, 2022
- [2] LE MOIGNE, J.; ADAMS, J. C.; NAG, S. A New Taxonomy for Distributed Spacecraft Missions. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, v. 13, p. 872–883, 2020.
- [3] PINHEIRO, A. C. ; SIMAO, A. S. ; AMBROSIO, A. M. . FSM-Based Test Case Generation Methods Applied to test the Communication Software on board the ITASAT University Satellite: a Case Study. Journal of Aerospace Technology and Management (Impresso), v. 6, p. 447-461, 2014.
- [4] DAVID D. WALDEN, GARRY J. ROEDLER, KEVIN J. FORSBERG, R. D. H. T. M. S. For INCOSE member, Corporate Advisory Board, and Academic Council, 2015.
- [5] J. J. Roldán, J. del Cerro and A. Barrientos, "A proposal of methodology for multi-UAV mission modeling," 2015 23rd Mediterranean Conference on Control and Automation (MED), Torremolinos, Spain, 2015, pp. 1-7, doi: 10.1109/MED.2015.7158721.

Implementación de polímeros termoplásticos reciclados como materia prima potencial para procesos de manufactura aditiva

Brallan Esteban Martínez Quiroga ^{a*}, María Isabel Arévalo Ramírez ^b, Maribel Reyes Hernández ^c

^a Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Bogotá, Colombia

^b Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Bogotá, Colombia

^c Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Bogotá, Colombia

Email: miarevalo@sena.edu.co

Resumen

En Colombia el manejo de los residuos plásticos es un tema controversial que nos lleva a pensar acerca de la conciencia que tenemos sobre el uso de este material tan versátil y útil. Los colombianos producimos en promedio 1.4 millones de toneladas de plástico al año, de las cuales 56% son empaques, botellas y embalajes de todos los sectores productivos; de la cifra anterior, el 40% se utiliza en la industria de alimentos y bebidas que llegan diariamente a manos de los consumidores (algo más de 313 mil toneladas) [1].

El problema ocasionado por los desechos plásticos en la actualidad ha generado que se busquen nuevas alternativas de fabricación de productos. Sin embargo, existe una gran preocupación por los residuos generados de este tipo, ya que su tasa de degradación es muy baja, haciendo que estos se acumulen en los ecosistemas. Por lo que se hace de vital importancia que se busque una opción de implementación de estos materiales, bien sea en las técnicas emergentes o actuales de fabricación, como lo es la manufactura aditiva.

La manufactura aditiva es una técnica de creación de piezas a través de la adición de material capa a capa. Entre las tecnologías de impresión 3D más empleadas, se utiliza como coordenadas el control numérico por computadora (CNC), este es el caso de la técnica de deposición fundida (FDM). Para la transformación de material termoplástico por este método es necesario utilizar materias primas especiales, las cuales se encuentran limitadas a pesar de los avances tecnológicos en esta área [1].

Dentro de las investigaciones recientes se evidencia la experimentación en el área de impresión 3D con diferentes materiales como lo son el tereftalato de polietileno con glicol (PETG), polipropileno (PP),

polietileno de baja densidad (HDPE) y poliestireno (PS), dando como resultado buenas características de impresión y manejo. Además, menciona que el material con mejores características para este proceso es el HDPE, siendo el polímero de mejor manejo y acabados entre los materiales reciclados. Con un comportamiento similar se encuentra el PP, el cual no posee un diámetro tan uniforme como el HDPE, pero sí cercano al valor de 1,75 mm siendo este un inconveniente para la impresión por FDM en cuanto a continuidad y necesitando un sistema de supervisión adicional [2].

Esta investigación se centra en la implementación de materiales que aún no se encuentran destinados para la manufactura aditiva, como lo son los polímeros termoplásticos reciclados del PP, HDPE y el polietileno de baja densidad (LDPE), obtenidos principalmente de envases y empaques industriales. En primer lugar, se realizó la obtención del material y su clasificación, empleando para esto el método de la llama, que consiste en someter el material al calor e identificar características como color de la llama, ceniza y olor.

En segundo lugar, se procede a disminuir su tamaño utilizando un molino granulador, que permite obtener el material en forma de escamas con un tamaño de 5 cm x 5 cm. Adicionalmente, se realiza una etapa de lavado y secado, eliminando así las impurezas y exceso de humedad, para evitar afectar la calidad en las etapas posteriores. Por último, se realiza el proceso de transformación, empleando una unidad de extrusión-peletizado, la cual cuenta con doble husillo que permite dirigir el material hacia cinco zonas de calentamiento llevándolo a su temperatura de transformación y logrando obtener un filamento de 4 mm aproximadamente, para ser peletizado.

Para la caracterización mecánica del material se elaboraron probetas para tensión, flexión y dureza bajo las normas ASTM D638 y ASTM D790 respectivamente empleando un equipo de manufactura aditiva alimentado por los pellets obtenidos. Adicional a esto se realizarán pruebas de microscopía óptica de barrido electrónico (SEM) para determinar su estructura y deformación. Posteriormente, se realizó el mismo proceso con materiales originales a fin de comparar su comportamiento y propiedades.

Finalmente, se realizarán pruebas de impresión de diferentes geometrías para determinar cómo se comportan los materiales frente a su deformación, contracción y facilidad de manejo en esta técnica.

Referencias

[1] Martínez, "Periodismo Especializado en la Industria Alimentaria", 2022.

[2] M. Jin, C. Neuber, y H.-W. Schmidt, "Tailoring polypropylene for extrusion-based additive manufacturing", *Addit. Manuf.*, vol. 33, núm. 101101, p. 101101, 2020.

[3] G. Espinosa y G. Gómez, "Diseño e Implementación de un Sistema de Extrusión de Filamento Para Impresión 3D a Partir de Botellas Recicladas", 2019.

Diseño de orbita satelital en el software STK-AGI

***Wilmar Huerfano Triana^a, Didier Aldana Rodriguez^b**

^a *Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá Colombia*

^b *Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá Colombia*

Email: *wahuerfat@libertadores.edu.co, daldanar@libertadores.edu.co

Resumen

Es evidente la importancia que posee el software de aplicación en la industria de la ingeniería como lo es el diseño de orbitas satelitales se demuestra cuán importante puede llegar a serlo. Empezando por una definición teórica que se logró experimentar aplicando leyes y dominando elementos orbitales, permitiendo cumplir con el objetivo el cual consiste en poner en órbita un satélite el cual pase sobre una ciudad de referencia a ciertas horas del día.

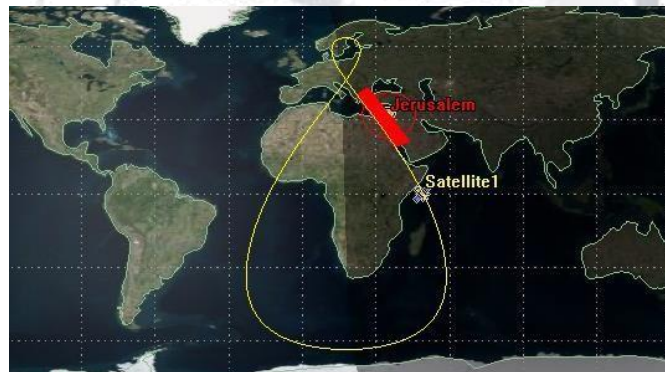


Figura 1. Orbita 2D del satélite pasando sobre Jerusalén.

Se verá la experimentación para conseguir una determinada orbita satelital, la cual nos permita establecer el paso del satélite por un lugar en específico del planeta tierra en cierta hora especifica. Se utilizarán conceptos fundamentales de los elementos orbitales y la geometría que compone una órbita para entender el movimiento y trayectoria que comprenden los satélites al momento de orbitar la tierra. Utilizando la aplicado del software STK AGI (Systems Tool Kit) el cual nos permite conocer el comportamiento real de nuestro satélite de acuerdo con los diferentes datos suministrados al momento de diseñar la órbita satelital. Además de visualizar la órbita el programa nos permitirá conocer en qué

hora, cuanto tiempo estuvo y que día paso por un punto establecido por el diseñador permitiendo así cumplir con el objetivo principal.

En el reporte realizado por el programa STK AGI (Systems Tool Kit) se puede apreciar que el satélite pasa sobre la ciudad de referencia sobre las 18 horas el primer día que es el 16 y finaliza 29 pasando sobre las 16 horas en donde se puede apreciar que el satélite tiende a retrasar el tiempo debido a perdidas en la altitud y velocidad, producidas por perturbaciones por arrastre atmosférico el cual hace que el eje semimayor se contraiga con el tiempo. A continuación, se da la visualización de la simulación en el programa.

Tabla 1. Resultados del análisis textural de los catalizadores.

| Access | Start Time (UTCG) | Stop Time (UTCG) | Duration (sec) |
|--------|-------------------------|-----------------------|----------------|
| 1 | 16 Ma 2023 18:24:45.334 | 16 Ma 20 20:23:51.495 | 7146.160 |
| 2 | 17 Ma 2023 18:20:05.983 | 17 Ma 20 20:19:55.930 | 7189.947 |
| 3 | 18 Ma 2023 18:15:27.276 | 18 Ma 20 20:15:59.642 | 7232.366 |
| 4 | 19 Ma 2023 18:10:49.205 | 19 Ma 20 20:12:02.638 | 7273.432 |
| 5 | 20 Ma 2023 18:06:11.764 | 20 Ma 20 20:08:04.927 | 7313.163 |
| 6 | 21 Ma 2023 18:01:34.944 | 21 Ma 20 20:04:06.512 | 7351.568 |
| 7 | 22 Ma 2023 17:56:58.738 | 22 Ma 20 20:00:07.413 | 7388.675 |
| 8 | 23 Ma 2023 17:52:23.139 | 23 Ma 20 19:56:07.631 | 7424.493 |
| 9 | 24 Ma 2023 17:47:48.138 | 24 Ma 20 19:52:07.174 | 7459.036 |
| 10 | 25 Ma 2023 17:43:13.728 | 25 Ma 20 19:48:06.046 | 7492.317 |
| 11 | 26 Ma 2023 17:38:39.903 | 26 Ma 20 19:44:04.252 | 7524.349 |
| 12 | 27 Ma 2023 17:34:06.656 | 27 Ma 20 19:40:01.797 | 7555.141 |
| 13 | 28 Ma 2023 17:29:33.981 | 28 Ma 20 19:35:58.685 | 7584.703 |
| 14 | 29 Ma 2023 17:25:01.873 | 29 Ma 20 19:31:54.920 | 7613.047 |

De acuerdo con la experimentación y aplicación de lo establecido en clase sobre los elementos orbitales aplicados en el software, es evidente la importancia que tienen las diferentes dimensiones que debe poseer una órbita y las leyes que la rigen, para así poder completar o cumplir con un objetivo específico el cual era hacer pasar el satélite sobre una ciudad de referencia a cierta hora identificando el comportamiento del satélite en el espacio

Referencias

- [1] James R. Wertz y Wiley J. Larson, "Space mission analysis and design", tercera edición, pag 34-100, 2005.
- [2] Peter Fortescue y John Stark, "Spacecraft systems engineering", tercera edición, pag 79-105, 2001.
- [3] Agencia especial Mexicana, "Introducción a la mecánica orbital", 2010.

ELECTRICAL FEEDBACK SYSTEM

* **Miguel Angel Briceño Ramirez,**

Didier Aldana Rodríguez.

Escuela de Aviación del Ejército

miguelbricenoramirez@cedoc.edu.co

Resumen

Una de las limitaciones que más afecta a la industria aeronáutica es la generación de energía, sobre todo aquellas que sean renovables y amigables para el medio ambiente, así como ampliar la autonomía de vuelo en el caso de los RPAS sin tener que exponer pérdida de rendimiento frente a la adición de peso. El proyecto “**Electrical Feedback System**” establece un modelo cualitativo de investigación en base al aprovechamiento de la energía cinética generada por el funcionamiento de los motores de un RPAS (Cuadricóptero) para ser transformada en energía eléctrica que retroalimenta una batería recargable en un sistema convencional de alimentación eléctrica ampliando el rango de operación continua.

Consiste en integrar un magneto y un estator de bobinas al lado opuesto del eje rotor que mueve las hélices que crean la sustentación de la aeronave en cada uno de sus motores, allí se genera un campo eléctrico de corriente alterna que pasa posteriormente por un regulador – rectificador para convertirla en corriente directa a un voltaje capaz de ser entregado a la batería que suministra la energía requerida por la aeronave para continuar funcionando.

El proyecto busca realizar una fase experimental en un RPAS (Cuadricóptero convencional clase A) adicionando los componentes necesarios y previamente configurados para suministrar un voltaje que arroje alrededor de 3,5 voltios inicialmente, de obtener este objetivo se jugaría con la capacidad del sistema de alimentación para incrementar sus propiedades e implementarlo en otros UAS.

Uno de los aspectos más importantes de este proyecto es no afectar los sistemas principales de configuración de los demás componentes, como el giroscopio, sistema de localización, aplicaciones de

navegación y control, los ESC (Electronic speed control), sistema de comunicación y/o registro de datos; lo que lo hace un subsistema independiente.

Como es bien sabido todo sistema tiene ciertas limitaciones y este no es la excepción, dado a que al ampliar la autonomía de vuelo los motores convencionales se verían afectados, lo que hace necesario robustecer su composición para ampliar su rango de aplicación en vuelo, otra limitación se puede visionar en los efectos que causaría una larga duración de operación a los componentes principalmente construidos con polímeros de baja densidad, para esto se requiere ser reemplazados por materiales compuestos capaces de resistir una mayor carga térmica como fibra de vidrio que cumplan con propiedades similares a las requeridas.

Para concluir, si es comprobado que dicho sistema de alimentación eléctrica es funcional en la aeronave experimental, se lograría ampliar la autonomía de vuelo que hoy en día carece una gran parte de los RPAS convencionales, dando luces de innovación en la generación y aprovechamiento de otras energías, como también se podrán conocer efectos secundarios derivados de dicha ampliación de operación entre otros.

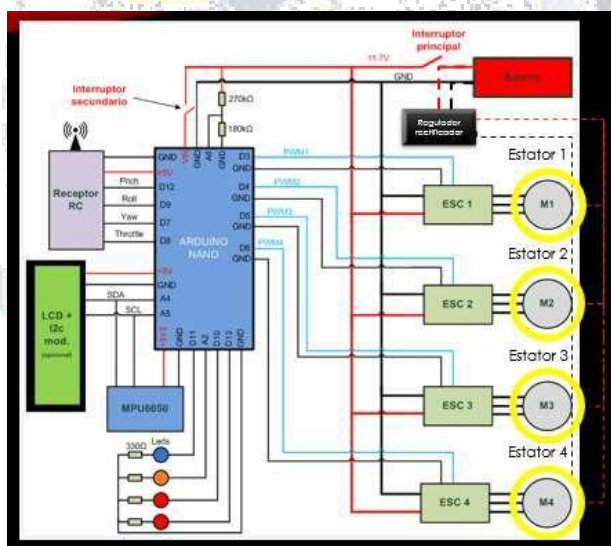


Figura 1. Diagrama general del sistema eléctrico de un RPAS Cuadricóptero convencional clase A con sistema integrado.

Incluir máximo cinco referencias bibliográficas entre corchetes y con números arábigos [1]. Use abreviaturas comúnmente aceptadas y unidades de medida en el sistema internacional de unidades.

Referencias

[1] Droni. (s. f.). Haz tu propio dron. <http://haztudron.com/materiales.html>.

[2] Fpv quadcopter diagrama de cableado drone racing cables eléctricos y cable controlador de vuelo, electrónica, cable de cables eléctricos, interruptores electricos png | PNGWing. (s. f.). Disponible en: <https://www.pngwing.com/es/free-png-dyxvr>.

[3] Drone Arduino | Material necesario y montaje Hardware - stores.clearancesale2023.ru. (s. f.). Disponible en: <https://stores.clearancesale2023.ru/content?c=esquema%20drone&id=9>



Uso de la inteligencia artificial para la creación de modelos 3D

Juan Esteban Infante Andrade, *Universidad Libre, Bogotá D.C., Colombia.* juaneinfantea@unilibre.edu.co

Resumen

La inteligencia artificial (IA) es una base para imitar los procesos de inteligencia humana, mediante la creación y la aplicación de algoritmos, creados en un entorno dinámico de computación. Es decir, la inteligencia artificial consiste en hacer que algunas aplicaciones y computadores piensen y actúen como los humanos. Junto a esto para introducir mejor el tema, el modelado 3D, se puede entender como un proceso para desarrollar una representación matemática de cualquier objeto tridimensional a través de un software especializado.

El objetivo de este proyecto es encontrar un programa o aplicación que relacione la inteligencia artificial con el modelado 3D, para la creación de ambientes que se puedan mostrar a través de la realidad virtual. Para esto se hizo una búsqueda exhaustiva donde se encontraron múltiples resultados, pero en su mayoría poco viables de aplicar, ya que, se deben usar en Google colab y para ello se deben instalar librerías, el problema en este caso es que muchas de las librerías encontradas están desactualizadas y su uso es muchísimo más complejo. Con esta investigación se logró determinar que si es viable tener la relación de IA con modelado 3D.

Lo que muestra la viabilidad en un principio fue la empresa OpenIA, la creadora de ChatGPT, porque se encargó de crear un programa que con ayuda de la IA se pueden convertir cosas bastante simples a modelos 3D, esto ayuda a que se tengan bases de un modelo 3D y que una persona pueda arreglarlos o modificarlos levemente para lograr grandes resultados. La aplicación se llama Point E, esta permite generar objetos tridimensionales a partir de textos o imágenes 2D, abriendo un mundo de posibilidades creativas en la arquitectura, el cine, los videojuegos o la educación. La aplicación se basa

en dos modelos de difusión, uno para generar una vista sintética 2D del objeto deseado y otro para producir una nube de puntos 3D que representa la geometría del objeto. Este programa se inspira en otros como DALL-E o Craiyon, que pueden crear imágenes realistas a partir de textos complejos y variados. El segundo modelo utiliza un conjunto de datos más pequeño de pares de imágenes y nubes de puntos para transformar la vista sintética en una representación 3D. (“Point-E nueva herramienta de IA, 2023”).

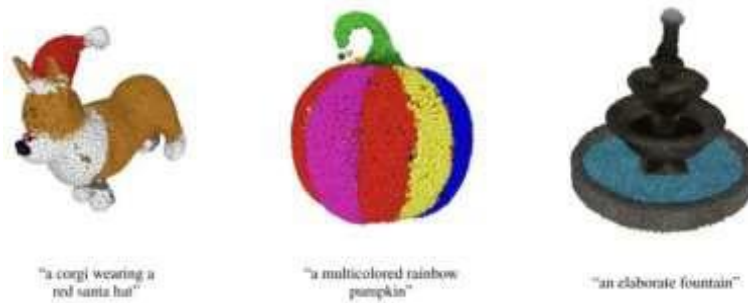


Figura 1. Muestra de cómo DALL-E o Craiyon convierten los datos en figuras.

Para la presentación del proyecto, se piensan utilizar los prompts que solicita la IA y mostrar los resultados que daría, ya que, en una prueba realizada con Blender, se observó que lo que puede hacer una persona gastando tiempo con ensayo y error, ésta IA lo hace fácilmente en poco tiempo.

Esto se pensó y se está llevando a cabo, porque se quiere dar a conocer a la comunidad educativa como objetos 3D, hechos por una IA, y pasados posteriormente a la aplicación Blender, se pueden mostrar en realidad virtual y la gran interacción que se puede tener con ello.

Referencias

[1] ¿Qué es Point-e? Nueva herramienta de IA para crear modelos 3D. (2023). Recuperado el 30 de mayo de 2023, de <https://intelarter.com/category/imagen/herramientas-imagen/>.

Cita en texto: (“Point-E nueva herramienta de IA, 2023”).

[2] Nichol, A., Jun, H., Dhariwal, P., Mishkin, P. y Chen, M. (2022). *Point-E: A System for Generating 3D Point Clouds from Complex Prompts*. <https://arxiv.org/pdf/2212.08751.pdf>.

[3] ¿Qué es el modelado 3D y cómo funciona? (2023). Recuperado el 30 de mayo de 2023, de <https://ebac.mx/blog/que-es-el-modelado-3d>.

[4] Google Cloud. (s.f.). ¿Qué es la inteligencia artificial o IA? Recuperado el 30 de mayo de 2023, de <https://cloud.google.com/learn/what-is-artificial-intelligence?hl=es-419>.

Diseño y Fabricación del cuadricóptero GEMINI 2 para instrucción de la Escuela Básica de ART de la Fuerza Aérea Colombiana

**Juan Pablo Fuentes Higuera^a, Santiago Marín Becerra^b, Laura Margarita Rodríguez
Ortiz^c, George Mauricio Ardila Marulanda^d.**

^a *Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C, Colombia.*

^b *Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C, Colombia.*

^c *Universidad de América, Bogotá D.C, Colombia.*

^d *Fuerza Aérea Colombiana, Bogotá D.C, Colombia.*

*Email: *laura.rodriguez@estudaintes.uamerica.edu.co*

Resumen

Con el fin de capacitar al personal operador de estas aeronaves, la FAC cuenta con la Escuela Básica de Aeronaves Remotamente Tripuladas (EBART), ubicada en Barranquilla [1]. La EBART se ha enfocado principalmente en la capacitación de tripulantes del sistema RPA , pero en los últimos años ha comenzado a trabajar en la capacitación de pilotos de drones tácticos tipo cuadricóptero. Esta institución ofrece formación en vuelo, utilizando simuladores de vuelo y aeromodelos, así como capacitación a técnicos de mantenimiento y control de misión para sistemas aéreos no tripulados de mayor envergadura.

En este contexto, el presente proyecto tiene como objetivo el diseño y fabricación del cuadricóptero GEMINI 2, una aeronave no tripulada diseñada específicamente para la instrucción de la Escuela Básica de ART de la Fuerza Aérea Colombiana. Este cuadricóptero se convertirá en una herramienta crucial para el entrenamiento y formación del personal de la FAC encargado de operar RPAS. El diseño y fabricación del cuadricóptero GEMINI 2 representa un avance significativo en la tecnificación de la FAC y en la adaptación a las nuevas tendencias en el uso de RPAS en operaciones militares, fortaleciendo las capacidades de la Fuerza Aérea Colombiana en el campo de las aeronaves no tripuladas y contribuyendo a la defensa y seguridad del territorio colombiano.

Para el desarrollo óptimo del proyecto se parte de una metodología basada en el benchmarking de los distintos productos ya comercializados y con resultados favorables de RPAs tipo cuadricóptero, esta metodología consistirá en comparar y medir el rendimiento de la línea DJI Mavic 2 Pro [2] , y así identificar brechas o diferencias en términos de calidad, eficiencia, productividad, innovación y autonomía con otras marcas comerciales [3].

Luego de la identificación y realización de la caracterización del cuadricóptero se establecen métodos de optimización del producto basados en las pruebas y simulaciones desde la etapa de prototipo como la etapa de fabricación de la misma.

El punto de partida para el diseño del chasis del dron, fue obtener o modelar en 3D todos los componentes internos del dron para poder hacer un espaciado de estos y así poder diseñar un fuselaje a la medida que cobije los componentes. Para este proceso de modelado de componentes fue necesario llevar a cabo un proceso detallado de metrología para tener modelos fidedignos de los componentes y así tener todo correctamente dimensionado y de la mejor manera posible. Luego de tener el modelo CAD de todos los componentes internos fue necesario acomodarlos todos de la manera más óptima.

El diseño de la estética del dron desde los tres planos ortogonales, el superior el lateral y el frontal o trasero. En cada uno de estos planos se hizo un boceto para poder extraer la geometría y así ir moldeando las vistas del dron en cada uno de estos planos, y así obtener finalmente el diseño final del prototipo del Gemini 2, como se ve en la Figura 1.

Figura 1. Diseño final del prototipo Gemini 2.



Referencias.

- [1] Fuerza Aérea Colombiana. (2022). Drones tácticos, una capacidad transversal de la fuerza aérea colombiana. Descargado de <https://www.fac.mil.co/es/noticias/drones-tacticos-una-capacidad-transversal-de-la-fuerza-aerea-colombiana>
- [2] DJI. (s.f.). Dji. Descargado de <https://www.dji.com/>. Fuerza Aérea Colombiana. (2021). Scan eagle fac 6015. Descargado de <https://www.museofac.mil.co/es/scan-eagle-fac-6015#:~:text=Este%20fue%20el%20primer%20Sistema,control%20en%20tierra%20o%20GCS.>
- [3] Óscar Leonel Beltrán Bejarano. (2021). Inteligencia, vigilancia y reconocimiento ir-flir en los vehículos aéreos no tripulados de la inteligencia militar. Revista Perspectivas en

Inteligencia, 13 (22).



Amplificación de cobertura operacional de RF para RPAS de la Fuerza Aérea

Brayan Damian Moyano Sánchez, Edgar Leonardo Gómez Gómez, Alvarado Ortega Ignacio Alfonso

^a Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C, Colombia

^b Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C, Colombia

^c Centro Tecnológico de Innovación Aeronáutica, Madrid Cundinamarca, Colombia

Resumen

La aeronave tipo RPAS “Escorpión” diseñado y fabricado por integrantes de CETIA de la Fuerza Aérea Colombiana en ESUFA, en colaboración con la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, es un cuadricóptero de ala rotatoria totalmente operativo y cuyas características lo hacen ideales para la vigilancia, búsqueda y rescate, pero que presenta una limitante en la distancia en la que puede operar en un determinado terreno. Esto es debido a la baja cobertura de la señal de transmisión del radio control, con lo cual el piloto pierde la comunicación aproximadamente a los 2Km de distancia en campo abierto y con ello, el control de la aeronave, por lo tanto, podría conllevar a un accidente o a la pérdida del dron. Las telecomunicaciones aeronáuticas, son esenciales para mantener la operatividad en todas las etapas de vuelo de las aeronaves en su navegación, comunicación y vigilancia. Es por esta razón que un elemento indispensable es que exista suficiente potencia para la transmisión y recepción de las señales involucradas, de esta manera se garantiza que una aeronave puede operar en condiciones normales.

Una parte fundamental son las Antenas, específicamente diseñadas para radiar o recibir ondas electromagnéticas [1]. Para recibir o emitir señales a través de un medio aéreo se requiere de elementos pasivos capaces de captar y transmitir ondas radio eléctricas [2], denominados antenas, actualmente existe diferentes tipos y variedades de estos elementos, que dependiendo de sus características constructivas tendrán mayor o menor capacidad de propagación y precisión (directividad) [3], algunas son capaces de manejar dos o más bandas de frecuencia, dependiendo de su aplicación en la industria se usan distintos tipos de antenas, dependiendo del dispositivo y tecnología.

Este es un estudio realizado para el diseño y fabricación de una antena helicoidal, y el uso de un amplificador de radio frecuencia con el propósito de mejorar las condiciones de cobertura operacional **para el Sistema Aéreo Remotamente tripulado tipo cuadricóptero**, el cual busca mejorar la transmisión de la telemetría del radio control empleado para la operación en vuelo.

Para empezar a entender la composición de la antena, **este trabajo se centra en dos temas que están relacionado al diseño de la antena, la primera explica la teoría relacionada con la operación de frecuencia de la antena** el tipo de polarización de una antena helicoidal, su patrón de radiación, la región de campo de operación la impedancia asociada al diseño de la antena, así mismo, se trabajó en la simulación paramétrica de la antena en el software CST Studio, gracias a esta simulación se estudia las variaciones de la separación de espira y de diámetro de la antena, el cual está basada en el diseño de la antena real. **La segunda se enfoca en la construcción y fabricación de la antena helicoidal**, en esta sección se puede detallar las correcciones a su impedancia con la carta de Smith, puesto que de esta forma se logra obtener una mejora en la eficiencia de propagación y mejora los resultados en los parámetros S_{11} . A la par de este tema de mejora de cobertura operacional, se selecciona un

amplificador de Radio frecuencia con la función de mejorar los dBm del trasmisor en tierra, dicho componente es compatible con cualquier transmisor que utilice conectores SMA y que operé en la banda de 2.45GHz [4].

Con este trabajo se pretende tener un sistema modular para la antena diseñada, que no solo sea restrictivo para el uso de operaciones de drones, sino que también posea la compatibilidad de ser utilizado en lo posible en otros equipos de radio comunicaciones que empleen la misma línea de transmisión y tengan dificultades en eficiencia de propagación del dispositivo que se esté empleando. Por ultimo y gracias a este estudio, en Centro Tecnológico de innovación Aeronáutica de la Fuerza Aérea, adquiere entre sus saberes y habilidades la construcción y la capacidad de realizar diseños y análisis en el campo de las telecomunicaciones, con esto se pretende poder dar soluciones no solo de despliegue si no de construcción tecnológica en radio propagación, cubriendo a si las necesidades que la Fuerza Aérea puede necesitar y de esta forma disminuir la dependencia de tecnología externa.

Bibliografía

- [1] A. V. Miguel Ferrando, «upv.es,» [En línea]. Available: http://www.upv.es/antenas/Documentos_PDF/Notas_clase/Tema_1.PDF. [Último acceso: 31 Mayo 2023].
- [2] mheducation.es. [En línea]. Available: <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448146727.pdf>. [Último acceso: 31 Mayo 2023].
- [3] J. M. Huidobro, «acta.es,» 2013. [En línea]. Available: https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/020001.pdf. [Último acceso: 31 Mayo 2023].
- [4] D. O. Flores, «RADIO FRECUENCIA, MEDICIONES Y MATEMÁTICAS.,» 9 Febrero 2017. [En línea]. Available: <https://community.cisco.com/t5/blogs-wireless-mobility/radio-frecuencia-mediciones-y-matematicas/ba-p/3179371>. [Último acceso: 31 Mayo 2023].

Diseño y fabricación del fuselaje de un RPA tipo cuadricóptero
(Un espacio interlineado 1,5)

Mateo García Pérez^a, *David Esteban Saavedra Fonseca^b

^a *Universidad nacional de Colombia, Bogotá, Colombia*

^b *Universidad nacional de Colombia, Funza, Colombia*

Email: * dsaavedraf@unal.edu.co

Resumen

El objetivo de este trabajo es documentar el proceso del diseño y construcción de un RPA, Remotely Piloted Aircraft, que satisfaga las necesidades impuestas por el centro CETIA. Aportando a la creciente necesidad de equipos con capacidades de vigilancia y transporte de carga ligera en Colombia. Para la elaboración del equipo se siguió el método de diseño desarrollado por Ulrich y Eppinger (2004) [1]. En el método se destaca: Determinación de requerimientos a partir de las necesidades manifestadas por el cliente y de los equipos seleccionados a partir de los cuales se construiría el cuadricóptero, definición de la arquitectura del producto, subsistemas y componentes, pruebas de funcionamiento sobre el prototipo y finalmente puesta a punto y calibración.

Durante el proceso se resalta la constante interacción entre el equipo diseñador y los usuarios finales del producto, basados en diseño previos de RPAs con requerimientos similares se optó por el uso de perfiles de fibra de carbono para algunas piezas del frame [2]. En un caso específico se determina el perfil óptimo para los brazos, a partir de requerimientos de carga y de deflexiones permisibles, resultados que se constataron con pruebas experimentales realizadas en una máquina universal de ensayos. Luego de la etapa de diseño conceptual constantemente monitoreada por el centro, se realiza el cálculo mecánico de los componentes por medio de análisis por elementos finitos, figura 1: para comprobar resistencia, deflexión, modos y frecuencias de vibración y lograr componentes efectivos, que puedan ser reproducibles en el centro.

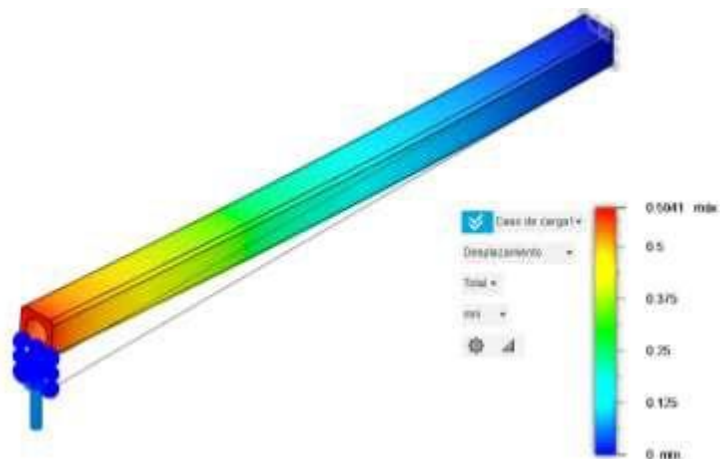


Figura 1. Simulación de deflexión de un brazo del dron.

Referencias

- [1] Ulrich, Karl T., y Steven D. Eppinger. Diseño Y Desarrollo De Productos. 5a. ed. --. México D. F.: McGraw-Hill, 2013
- [2] Rocha E. Rodriguez J. Estudio de la resistencia mecánica de materiales compuestos poliméricos reforzados con fibras de carbono. ACI: VOL. 2(4), pp. 81-88 (2011).

***Diego Andrés Fernández Peña^a, Víctor Molina Mandón^b.**

^a Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, Bogotá, Colombia.

^b Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, Bogotá, Colombia.

Email: dafernandezp@itc.edu.co

Resumen

Este proyecto tiene como objetivo principal la creación de drones utilizando tecnología de impresión 3D. La impresión 3D es un proceso de fabricación aditiva que permite la creación de objetos tridimensionales capa por capa, utilizando materiales como plástico, metal o cerámica[1]. Es así como se busca aprovechar las ventajas de la impresión 3D, como la libertad de diseño y la capacidad de producir piezas complejas de manera eficiente, para construir drones personalizados y optimizados para diferentes aplicaciones.

El proceso de desarrollo de los drones en este proyecto incluye varias etapas. En primer lugar, se realiza un diseño detallado de la estructura y los componentes del drone utilizando software de diseño asistido por computadora (SolidWorks, Cura)[2]. Se tienen en cuenta factores como la aerodinámica, la resistencia y la eficiencia energética. Una vez finalizado el diseño, se procede a la fabricación de las piezas utilizando una impresora 3D. Se seleccionan los materiales adecuados y se establecen los parámetros de impresión para garantizar la calidad y resistencia de las piezas resultantes. Posteriormente, se realiza el ensamblaje de las piezas impresas junto con los componentes electrónicos, como motores, controladores de vuelo, sensores y baterías. Se lleva a cabo la programación y configuración del sistema de control y navegación del drone[3]. Una vez completado el ensamblaje, se llevan a cabo pruebas y ajustes para asegurar el correcto funcionamiento y rendimiento del drone. Se realizan pruebas de vuelo para evaluar la estabilidad, maniobrabilidad y autonomía del drone.

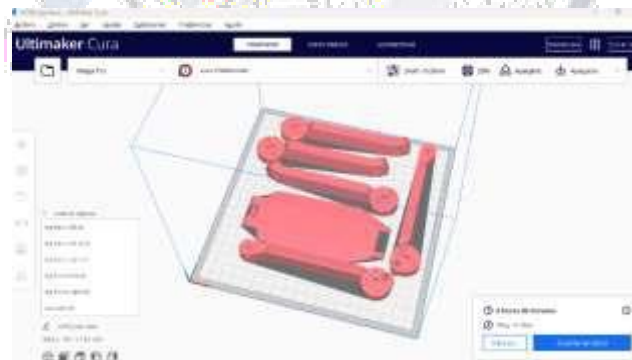


Figura 1. piezas a imprimir por medio de SolidWorks y Cura.

El desarrollo de este proyecto incluye una investigación detallada de nuevas tecnologías y mejoras para los drones impresos en 3D[4], involucrando la exploración de nuevos materiales, la optimización de diseños y la implementación de características avanzadas, como la visión por computadora o la capacidad de vuelo autónomo[5]. Es importante destacar que muchos beneficios y desventajas pueden variar dependiendo de los materiales utilizados, el diseño específico del drone y la tecnología de

impresión 3D empleada. Además, algunos de los desafíos asociados con los drones impresos en 3D se están abordando mediante la investigación y el avance continuo en la tecnología de impresión 3D. A continuación, se presenta tabla que resume los beneficios y desventajas de los drones impresos en 3D. (Ver tabla 1).

Tabla 1. Beneficio y desventajas de los drones.

| Beneficios | Desventajas |
|--|--|
| 1. Personalización: Los drones impresos en 3D permiten una mayor personalización en el diseño y adaptación a las necesidades específicas. | 1. Limitaciones de materiales: Algunos materiales utilizados en la impresión 3D pueden no ser tan resistentes o livianos como los utilizados en drones convencionales. |
| 2. Libertad de diseño: La tecnología de impresión 3D permite la creación de formas y geometrías complejas que pueden mejorar la aerodinámica y el rendimiento de los drones. | 2. Costo de inversión: La adquisición de una impresora 3D y los materiales adecuados puede requerir una inversión inicial significativa. |
| 3. Producción rápida: La impresión 3D permite una fabricación más rápida y eficiente de los componentes de los drones en comparación con los métodos tradicionales de fabricación. | 3. Capacidad de carga limitada: Algunos drones impresos en 3D pueden tener una capacidad de carga más limitada debido a las limitaciones de los materiales utilizados. |
| 4. Prototipado iterativo: La impresión 3D facilita la fabricación rápida de prototipos para realizar pruebas y mejoras iterativas en el diseño del dron. | 4. Calidad de superficie: Los drones impresos en 3D pueden tener una calidad de superficie inferior en comparación con los drones fabricados de forma tradicional. |
| 5. Menor peso: La impresión 3D permite la fabricación de drones más ligeros al utilizar estructuras optimizadas y reducir el uso de materiales innecesarios. | 5. Limitaciones de tamaño: Dependiendo del tamaño de la impresora 3D disponible, puede haber restricciones en el tamaño máximo de los drones impresos en 3D. |

Los resultados obtenidos indican que el diseño y la impresión 3D de componentes pueden tener un impacto significativo en el rendimiento de vuelo de los drones. Los drones con estructuras y componentes impresos en 3D tienden a tener tiempos de vuelo más largos en comparación con los diseños convencionales. De acuerdo con lo anterior, el proyecto busca aprovechar las ventajas de la tecnología de impresión 3D para crear drones personalizados y optimizados. A través de un proceso que abarca desde el diseño hasta las pruebas de vuelo y que busca lograr drones funcionales y eficientes para diversas aplicaciones.

Referencias

- [1] Akin S. et al. (2018). 3D-printed drones: An overview of recent advancements and future perspectives. *Progress in Aerospace Sciences*, 106, 1-20.
- [2] Cui, C. et al. (2021). Design and development of a 3D-printed micro quadrotor drone. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 102(1), 99-115
- [3] Lee, J. et al. (2020). Design and optimization of 3D-printed quadcopter drone for maximum flight time. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 34(8), 3505-3513.
- [4] Zhang, D. et al. (2019). Design and development of 3D-printed quadcopter drone frame with integrated antenna. *Journal of Manufacturing Systems*, 50, 14-23.
- [5] Zhao, Y. et al. (2019). Design and fabrication of a 3D-printed customizable unmanned aerial vehicle (UAV). *Aerospace Science and Technology*, 88, 464-472.

Análisis de una turbina hidrocínética, para la generación de energía eléctrica a baja escala.

Yina Quintero^{a*}, Carlos Aguirre^b, Brayan Jiménez^c, Sebastián Pérez^d

^{a b c d} Universidad Santo Tomás, Tunja, Colombia
Email: yina.quintero@usantoto.edu.co.

Resumen

En el presente trabajo se realiza el modelamiento, fabricación y análisis numérico de una turbina hidrocínética, la cual tiene la capacidad de aprovechar corrientes de aire o agua para generar energía eléctrica. Para el proyecto se seleccionó un artefacto producido por la empresa canadiense Seaformatics. Se trata de una turbina hidrocínética portátil llamada WaterLily, utilizada para generación de energía a baja escala. Las dimensiones principales fueron extraídas del artículo de Yangyozov *et al* [1] y son resumidas en la tabla 1.

Tabla 1. Dimensiones principales

| DIMENSIÓN | MAGNITUD | UNIDAD |
|-------------------------|----------|--------|
| Diámetro del cubo | 20 | mm |
| Diámetro de la cubierta | 150 | mm |
| Ancho del impulsor | 30 | mm |
| Número de álabes | 3 | - |

Fuente: [1]

Posteriormente, se realizó el modelamiento de la geometría usando el software Inventor, para continuar con la fabricación de la turbina, empleando tecnología de manufactura aditiva, empleando PLA como material base y un motor DC funcionando como microgenerador.

Ya para la simulación numérica se usó la herramienta ANSYS, utilizando los módulos de Blade Gen para facilitar el modelamiento de la geometría del rotor de turbina en el entorno CAE, el módulo Turbogrid para la discretización del dominio fluido, usando un mallado hexaédrico de alta calidad, cuyo refinamiento fue controlado por el tamaño de la malla en la capa límite, a través del parámetro $y+$ y el número de Reynolds. Finalmente fue usado el módulo CFX para el análisis numérico de dinámica de fluidos, para evaluar el comportamiento del rotor en las condiciones establecidas donde se obtendrán los parámetros de interés.

En la figura 1 se muestran los resultados de las diferentes etapas desarrolladas en este proyecto. a) Modelo CAD en inventor del ensamble de los componentes de la turbina, b) fabricación del rotor por tecnología de impresión 3D y c) Simulación numérica, envolviendo las fases de geometría en BladeGen, generación de malla en Turbogrid y visualización de resultados de vectores de velocidad en CFX, donde se observa como el flujo es direccionado por los álabes

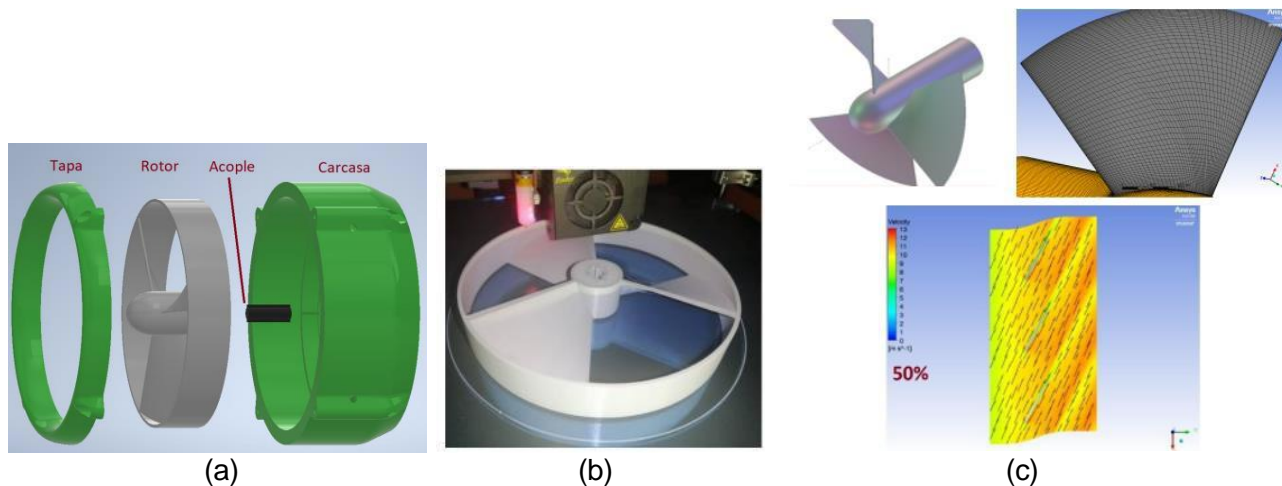


Figura 1. Resultados de las etapas del proyecto

Fuente: [2].

Referencias

[1] YANGYOZOV, Anastas Todorov; DIMITROVA, Damjanka Stojanova; PANAYOTOV, Lazar Georgiev. Modeling and performance calculation of a horizontal axis wind and hydrokinetic turbine: Numerical study.

[2] Jiménez Rodríguez, B y Pérez Gonzales, S. (2022). Diseño, análisis experimental y numérico de una turbina hidro cinética, para la generación de energía eléctrica a baja escala. Universidad Santo Tomás..

ÁGUILA, ARRIBA

FOTOGRAFÍA OFICIAL CEINNA - 2023



GGG



Foto oficial del primer congreso Internacional de Investigación en Ciencias, Electrónica e Innovación Aeronáutica y Espacial. De izquierda a derecha: ST Ardila Marulando George Mauricio; ST Ricaurte Romero Carlos Fabian; T3 Puentes Garzón Orlando Andrés; TE Gómez César Alexis; TE Osorio Gómez Jhon Darío; ST Contreras Sabogal Juan Pablo; ST Alvarado Ortega Ignacio Alfonso; PhD Carlos Fúquene; PhD Daniel Ricardo Suárez Vanegas; MgSc Aida Juliana Fonseca; PhD Diana Mireya Ayala Valderrama; TC Gerson Ricardo Jaimes Parada; PhD Wilson Tafur Rodríguez; ST Bejarano Cifuentes Xiomara; ST Campos Chaparro Christian; Alumna Escuela de Suboficiales CT Andrés M Díaz y MY Juan Carlos Zamora Crespo. Edificio 95, auditorio Jaime Hoyos – Pontificia Universidad Javeriana.



**FUERZA AERROESPACIAL
COLOMBIANA**

VOLAMOS, ENTRENAMOS Y COMBATIMOS PARA VENCER