

EL EFIGENIA EJ-1B MOZART

Una aeronave no tripulada UAV, autónoma, de despegue y aterrizaje vertical o en pistas cortas SVTOL, autocontrolada mediante inteligencia artificial

Por: MARIO ANDRES CORDOBA G.

EFIGENIA Aerospace UAV
Unmanned Aerial Vehicles Research
cordoba@efigenia-aerospace.com
www.efigenia-aerospace.com

1. INTRODUCCION

Las aeronaves no tripuladas UAV, autónomas, son aquella clase de invención que cautivaron mi interés e imaginación desde que era apenas un estudiante en mis primeros semestres de universidad.

En particular, una pasión personal hacia la Ingeniería Electrónica y la Aeronáutica propiciaron el nacimiento de esta máquina voladora totalmente robotizada, llamada EFIGENIA EJ-1B MOZART: la primera aeronave no tripulada diseñada y fabricada completamente en Colombia.

El Proyecto se presentó oficialmente por primera vez en la *X Convención Científica Nacional* realizada en 1995 y organizada por la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia ACAC, y desde entonces se dio inicio a lo que llamé: "**EFIGENIA, Una ilusión con alas**".

Así, EFIGENIA es una maquina voladora de excepcionales características, capaz de actuar por si sola (autónoma), tomar sus propias decisiones durante el vuelo, y con la misión de prestar ayuda en labores de búsqueda y rescate, investigación científica, la prevención y aviso de incendios forestales. También como ayuda en la organización del transito vehicular en las ciudades y carreteras, o como soporte para las emisoras de TV y Radio en la Transmisión de noticias "en vivo".

Los requerimientos planteados para el desarrollo del aero-robot UAV EFIGENIA constituyeron un enorme desafío, debido a la gran variedad de tópicos tratados en el desarrollo de la investigación. Así, podemos destacar algunos de los propósitos a cumplir dentro de la evolución del proyecto:

- Diseño, desarrollo y validación del nuevo concepto aerodinámico: Aeronave de sustentación híbrida (Variación en alas con flecha invertida, aeronave sin cola vertical / horizontal, y con rotor principal).
- Modelamiento del sistema de navegación, guía y control autónomo de vuelo, utilizando la técnica de inteligencia artificial denominada Fuzzy Logia (lógica difusa).
- Diseño y construcción del sistema sensorial de la aeronave.

- Adquisición de imágenes utilizando sensores CCD, en tiempo real.
- Diseño y ensamble del un sistema de Telemetría y Telecontrol basado en un sistema computacional reconfigurable, utilizando Dispositivos lógicos programables (FPGA).

DESCRIPCION DEL DISEÑO DEL EFIGENIA EJ-1B MOZART

A lo largo del desarrollo de todo el proyecto, EFIGENIA se han consumado varias fases operativas desde el momento de la concepción de la idea, hasta los procesos de diseño, construcción y prueba de vuelo.

La configuración básica de este aerovehículo autónomo, no tripulado, UAV totalmente robotizado ha fusionado una gran variedad de áreas de la tecnología Electrónica y Aeroespacial (Figura 1).

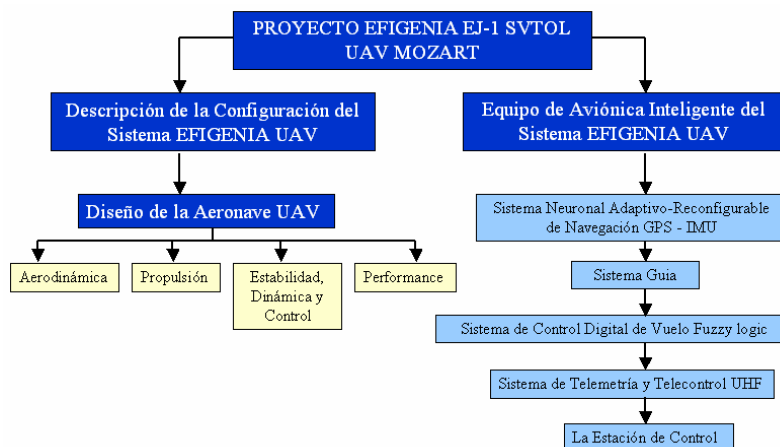


Figura 1. Áreas tecnológicas incluidas en el diseño del EFIGENIA.

Todos los componentes que lo integran son de total autoría personal tanto en su diseño como en la fabricación (alas, fuselaje, equipo electrónico, algoritmos de navegación, guía y control autónomo de vuelo, etc.). Parte de éste trabajo apoyado por software CAD, y la continuación fue el resultado de constantes cálculos y pruebas teórico-prácticas las cuales me llevaron a obtener el prototipo final. Si algo no salía conforme lo planeado, los ensayos de cada una de las partes me permitían rediseñarlas o que algunas veces hiciera un cambio total del concepto Figura 2.

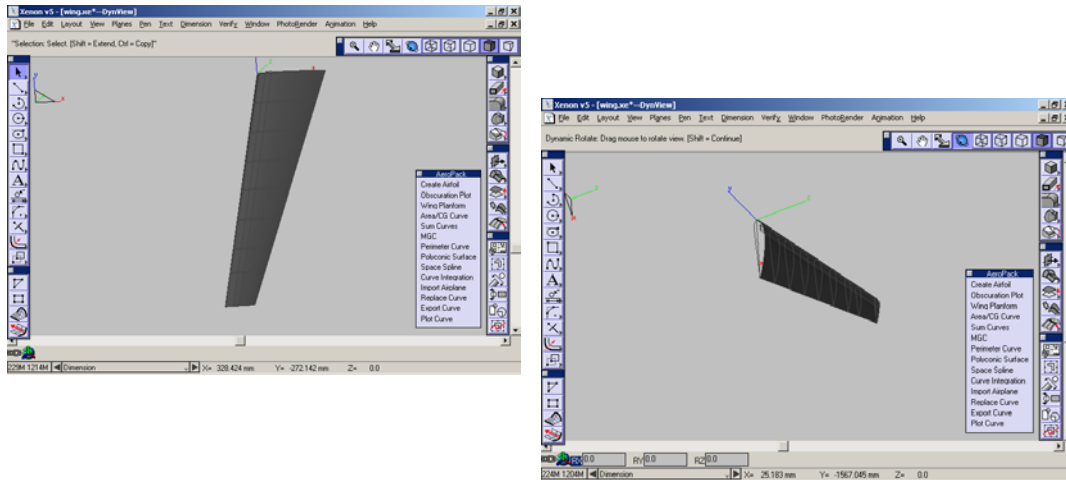


Figura 2. Software CAD sobre el cual se diseñó la aeronave UAV EFIGENIA EJ-1B MOZART.

Uno de los principales objetivos tecnológicos y científicos para los cuales el EFIGENIA fue diseñado y desarrollado es el de validar y demostrar las cualidades de vuelo y características en cuanto a desempeño del concepto aerodinámico de aeronave de despegue y aterrizaje vertical, o en pistas cortas, (S/VTOL), con el cual se pretendió dotar al aero-vehículo de las capacidades de vuelo vertical del helicóptero (maniobrabilidad, vuelo a baja velocidad), fusionadas con las de una aeronave convencional (vuelo horizontal a gran velocidad).

DISEÑO DE LA AERONAVE UAV

El EFIGENIA se caracteriza por su avanzado diseño aerodinámico; para ello he desarrollado un concepto innovador bautizado como: ***“aerovehículo de sustentación híbrida”***, en el que la producción de las fuerzas sustentadoras ofrecen un alto desempeño aeromecánico resaltando en este las "bondades" tanto del helicóptero, al nivel de maniobrabilidad, como las de los aviones en cuanto a velocidad se refiere, obteniendo como resultado, alta velocidad en vuelo de crucero, estabilidad gran maniobrabilidad en vuelo estacionario, y rendimiento en el consumo de combustible Figura 3.



Figura 3. La aeronave no tripulada UAV EFIGENIA EJ-1 MOZART

Su característica especial: el despegue y aterrizaje vertical, o de manera convencional convierten al UAV EFIGENIA en un equipo muy útil en el desarrollo de tareas de búsqueda y rescate, ante un costo de operación y mantenimiento bastante económico.

La aeronave es propulsada por dos motores de dos caballos de fuerza (2 HP) cada uno, adaptados para conformar una unidad propulsora diseñada bajo el concepto de **EMPUJE VECTORIAL** en la que sea permisible el manejo de los flujos de aire provenientes de cada motor, logrando así obtener características particulares favorables en lo que se refiere a estabilidad y control tanto en vuelo estacionario como de crucero Figura 4.



Figura 4. Vista posterior de la aeronave UAV EFIGENIA en donde se aprecia su control vectorial.

DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO (El Autopilot)

EFIGENIA es totalmente autónoma. Realmente es un conjunto de microcomputadoras voladoras, diseñadas especialmente para este UAV Colombiano.

En este sentido, la idea con el desarrollo de todos sus sistemas de avionica basado en inteligencia artificial, particularmente la utilización de técnicas *Fuzzy Logic* y *Redes Neuronales*, hacen del EFIGENIA un UAV que incorpora técnicas novedosas para implementar los procesos de navegación y guía y control electrónico de vuelo autónomo.

Basado en un sensor de posicionamiento global GPS, sensores inerciales, y de datos aéreos, EFIGENIA puede captar información importante durante el vuelo, lo que le permite operarse de forma autónoma Figura 5.

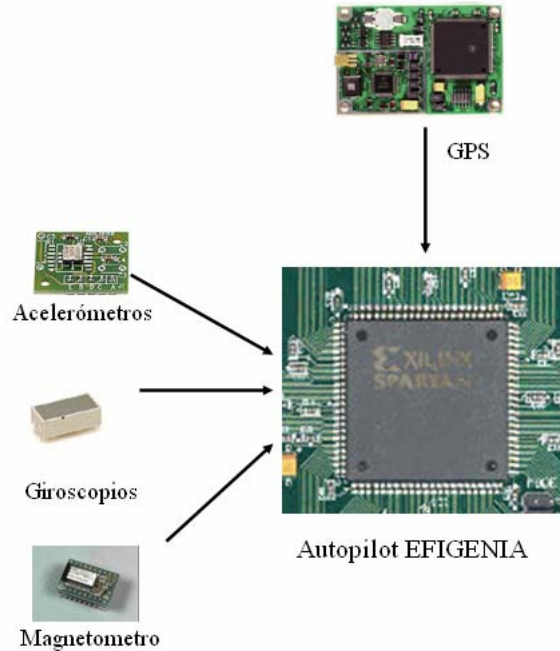


Figura 5. Instrumentación electrónica diseñada para el UAV EFIGENIA.

Todas las leyes de control del EFIGENIA son ejecutadas por un minicomputador especialmente diseñado para este propósito, el cual basa su construcción en un sistema multiprocesador conformado por 10 microprocesadores **DSP** de 16 bits cada uno, y que operan a 400 millones de instrucciones por segundo (*MIPS*). Individualmente, cada chip realiza una tarea independiente y paralela en tiempo real, permitiendo así una mayor velocidad de proceso y optimizando el desempeño de la aeronave Figura 6.

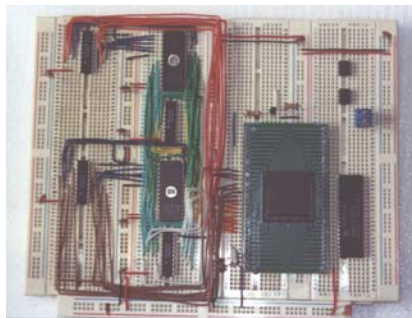


Figura 6. Fotografía de uno de los computadores del autopilot diseñado para el EFIGENIA.

SISTEMA DE TELEMETRIA Y TELECONTROL

En el desarrollo de cada tarea realizada por el EFIGENIA, según su objetivo, se recolectan datos e imágenes que son enviadas a través de un equipo en radio-frecuencia, diseñado en base a la combinación de un DSP y una FPGA con el propósito de hacer de este sistema un dispositivo reconfigurable que opera en tiempo real, y con el objetivo de mantener informado del desarrollo de las operaciones realizadas por el robot al

supervisor de misión y al centro de información de la estación de control. Mediante este equipo no solamente se puede recibir datos provenientes de los sistemas a bordo, sino también enviar ordenes, o realizar cambios en los planes de vuelo y misión.

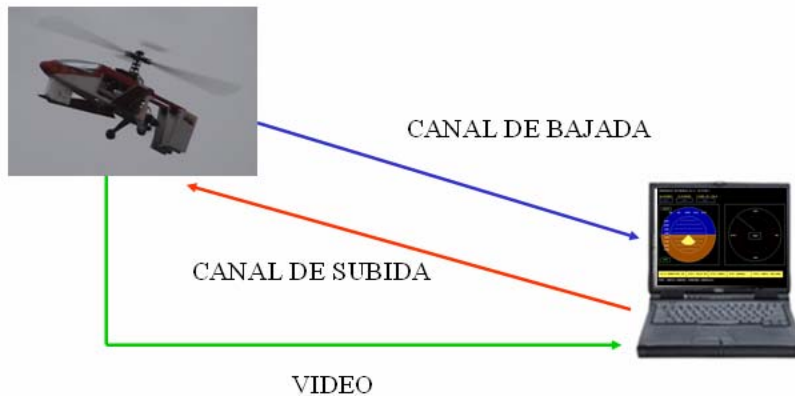


Figura 7. Diagrama en bloques del sistema de telemetría.

LA ESTACION DE CONTROL

Las operaciones de vuelo y el control de misión del EFIGENIA son determinados y supervisados desde una estación de control. Desde aquí se mantiene comunicación permanente con el UAV, y se muestra toda la información referente al desarrollo de la misión, datos de vuelo y estado de la aeronave. El software diseñado para dichas labores ofrece una serie de opciones y ayudas de manera tal que pueda ser muy fácil y amigable su manejo Figura 8.

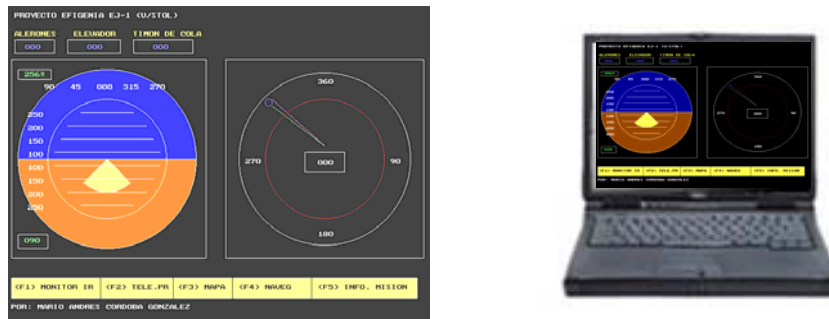


Figura 8. Estación de control del UAV EFIGENIA.

Si usted desea recibir mayor información sobre este trabajo de investigación científica en el campo de las aeronaves no tripuladas UAV desarrollado por el Ingeniero MARIO ANDRES CORDOBA, puede visitar la página:

www.efigenia-aerospace.com

También, puede se contactar al correo electrónico: cordoba@efigenia-aerospace.com

Agradecimientos

Señor General: JOSE MANUEL SANDOVAL B.
Fuerza Aérea Colombiana

Sr. Gerardo Maya y Sr. Cesar Caicedo
Pilotos de Prueba

Universidad del Cauca

MARIO ANDRES CORDOBA G. Es egresado de la **Universidad del Cauca** con altos honores como Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones. Posterior a su graduación, realizó estudios en el área de Diseño de Aeronaves (*Airplane Design*) en la Facultad de Ingeniería Aeroespacial de la **University of Kansas**. De igual forma, Cordoba ha sido *Visiting Scholar Student* en el **Massachusetts Institute of Technology MIT**, y *Short Term Visiting Scientist* en **NASA Langley Research Center**.

Desde 1991 ha trabajado a nivel particular en el diseño y desarrollo científico de de aeronaves no tripuladas autónomas UAV (www.efigenia-aerospace.com) tanto a nivel del diseño Aeronáutico como de sus sistemas Electrónicos.

REFERENCIAS

- Córdoba, Mario Andrés.; “The EFIGENIA EJ-1, Aerospace Robotics”. **AUVSI Unmanned Systems 2001 July 31 – August 2, 2001 Conference**. Baltimore, Maryland, U.S.A
- Córdoba, Mario Andrés.;”EFIGENIA EJ-1, An S/VTOL Autonomous Unmanned Aerial Vehicle”. **IFAC Symposium on Automatic Control in Aerospace Bologna, ITALY, Sep 2- Sep 7, 2001**.
- Córdoba, Mario.; “EL EFIGENIA, Una Ilusión con Alas”, *Revista Aeronáutica, Fuerza Aérea Colombiana*, Edición 209, 1996.
- Córdoba, Mario.; “EFIGENIA, Una perspectiva Colombiana en la Robótica Aeroespacial”, *Revista Electrónica & Computadores*, Edición 45, 1998.