

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE PREVUELO PARA EL PROTOTIPO UAV1 FÉNIX DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA

Ing. Luis Enrique Mena. Ing. Galo Raúl Ávila

Guamán Arias C. Paredes Sánchez D.

Universidad de Las Fuerzas Armadas - ESPE

Resumen— En la aviación existen distintos tipos de aviones entre ellos los tripulados y los no tripulados que en nuestro país es algo nuevo que se está desarrollando e investigando, en países como España y Francia han sido los que más avance tecnológico en aviones no tripulados han presentado. Todos los aviones independiente del tipo deben cumplir ciertos procedimientos antes, durante y después del vuelo, esto se denominada prevuelo, vuelo y postvuelo, generalmente el prevuelo y postvuelo se lo realiza de forma manual lo que genera un tiempo estimado de 45 minutos, en instituciones como la Fuerza Aérea Ecuatoriana no existen sistemas automatizados de prevuelo surge la necesidad de crear uno de este tipo. En Ecuador solo la parte de aviación comercial cuenta con este tipo de tecnología, por lo cual se crea este tipo de sistema que permite monitorear al avión no tripulado de manera automática y se lo visualiza por medio de una interfaz.

Palabras claves—Compact RIO, interfaz, Labview, prevuelo, UAV.

I. INTRODUCCIÓN

EL avance tecnológico en el área de la aviación en Ecuador ha tenido un gran crecimiento, incursionando en nuevas áreas como lo son vehículos aéreos no tripulados (UAV) que son aeronaves capaces de navegar sin llevar a bordo ningún piloto, consiste básicamente en una plataforma aérea dirigida desde tierra, con capacidad para obtener información mediante la utilización de sensores y de transmitirla de forma inmediata.

Los UAVs tienen muchas ventajas como ligereza, ahorro material y sistemas, seguridad el operador y a su vez desventajas como el alto costo de su adquisición y mantenimiento, • Su comercialización no controlada, pudiendo ser adquiridos por personas o grupos de con fines dudosos [3].

Los UAVs tienen la característica de ser tácticos, autónomos, esta enlazada a una Estación de Mando y Control en Tierra (EMCT), con capacidad de cumplir tareas de vigilancia y reconocimiento, así como enviar información en tiempo real [7].

Los UAVs son una tecnología en desarrollo y esto permite que se apliquen varias áreas de conocimiento como lo es la aerodinámica, la electrónica, la instrumentación, al igual que los aviones tripulados todas las aeronaves deben cumplir con el chequeo de prevuelo, ya que antes de despegar debe ser revisado partes como: tren de aterrizaje, nivel de combustible, voltajes entre otros, el procedimiento lo realizan los técnicos para poder autorizar o no el despegue.

El poder realizar el chequeo de prevuelo de manera automática significa rapidez y seguridad para despegar la aeronave pero sobretodo un respaldo para el personal encargado de autorizar el vuelo.

La Fuerza Aérea Ecuatoriana brinda la oportunidad de implementar sistemas de monitorización donde la adquisición, monitorización y visualización de datos por medio de la interfaz.

Esta una nueva herramienta es una pauta para poder desarrollarlos para todo tipo aeronave.

II. METODOLOGÍA

A continuación se detalla la metodología empleada en este trabajo que está dividido en 5 ítems donde se describe el proceso que se debe realizar para poder aplicarlo en cualquier aeronave.

A. Recolección de Información de la aeronave

Investigar las principales características, ventajas y desventajas, aplicaciones, clasificaciones de la aeronave.

Describir el proceso del chequeo de prevuelo, sus pasos y recomendaciones.

B. Identificación de las áreas principales de la aeronave

Cada aeronave está compuesta por diferentes áreas dependiendo de su propósito y su aplicación, de manera general se puede mencionar los sensores, su estructura y su alimentación todas estas áreas serán distintas en cada aeronave. Lo más importante es identificar la parte de los

sensores y toda la de instrumentación porque esto es lo esencial para poder automatizar el chequeo de prevuelo.

C. Identificación de las variables físicas

Luego de conocer sus áreas, se identifica las variables principales que van a formar parte del sistema automatizado, ya que se debe analizar si todas las variables deben ser monitoreadas o solo algunas todo dependerá de cada caso.

Una vez identificadas y seleccionadas las variables se debe establecer:

- Rangos de medición
- Valores permitido o aceptable de la medición
- Cuando una variable está en alerta.
- Cuál de estas variables necesitaría acondicionamiento o un tratamiento especial.

Todo esto se debe ajustar según la necesidad de cada aeronave.

D. Selección de los equipos y/o materiales

Teniendo claro las variables y todos los parámetros mencionados se debe buscar un equipo que contenga la mayor cantidad de elementos integrados en el propio sistema, es decir que realice la adquisición de datos, transmisión, etc., lo necesario para poner en marcha el sistema. El equipo para la adquisición de datos debe caracterizarse por eficiencia, precisión en el acondicionamiento de las señales, velocidad de procesamiento, para asegurar que lo que adquiera sea información correcta evitando datos erróneos.

La comunicación para poder transmitir la información se elige según la necesidad, las condiciones y las exigencias de cada aeronave, es decir seleccionar si la comunicación se lo hace a través de un medio alámbrico como cable UTP, coaxial, fibra óptica, etc., o por medio inalámbrico como: radiofrecuencia, microondas, vía satélite, etc.

Finalmente se debe visualizar en una interfaz.

E. Selección del Software para la interfaz

El software escogido debe ser uno que sea enfocado al uso de la instrumentación y que facilite la visualización de los datos transmitidos.

La interfaz diseñada debe ser amigable con el usuario tratando en lo posible que sea comprensible para quien use este sistema.

III. CASO DE ESTUDIO

El sistema automatizado de prevuelo fue diseñado e implementado en el prototipo UAV1 FÉNIX de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

A. Prototipo UAV 1 FÉNIX

El prototipo UAV-1 Fénix que actualmente se lo ha denominado como UAV-1 Gavilán como se observa en la

Figura 1, es una aeronave de 5.5 metros de longitud de ala, la cual posee capacidades de aterrizaje, despegue y vuelo automático, puede alcanzar 15 000 pies de altura y 140 kilómetros por hora. Posee transmisión en tiempo real a través de una cámara de video con un sistema electroóptico.

Cumple funciones en las áreas de la defensa, mediante misiones de vigilancia y reconocimiento, proporcionando datos sobre la vigilancia de recursos estratégicos, monitoreo ambiental y apoyo en gestión de riesgos.

El UAV se encuentra enlazado a una Estación de Mando y Control en Tierra, con capacidad de cumplir tareas de vigilancia y reconocimiento, así como enviar información en tiempo real.



Fig. 1. Prototipo UAV GAVILÁN

B. Áreas principales del UAV GAVILAN

El Gavilán está compuesto por áreas como son: la estructura, comunicación, unidad de control, sensores y la alimentación, como se observa en la Figura 2.

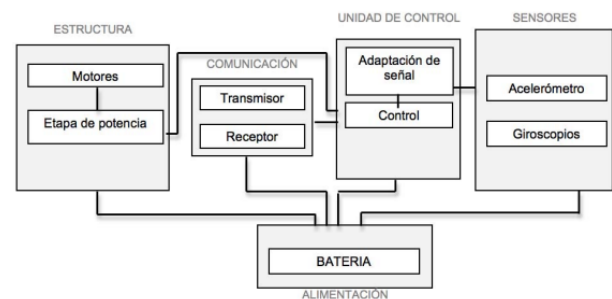


Fig. 2 Componentes del UAV GAVILÁN.

C. Identificación de las variables físicas

El análisis se lo hizo en base a las áreas que intervienen en el desarrollo del sistema UAV, como:

- Mecánica: motor de propulsión y el sistema de combustible.
- Área de energía: niveles de voltaje y corrientes.
- Área de comunicación: monitoreo del amplificador de potencia.

Área Mecánica

El motor permite medir directamente las siguientes variables:

- Temperaturas de los cilindros izquierdo y derecho.
- Revoluciones por minuto: se usa la salida de tacómetro del propio motor.

Sistema de combustible: Se dispone de un tanque que tiene un máximo de 7 galones.

Sistema de Energía: Se requiere medir 6 voltajes y 2 corrientes.

La Tabla I muestra el tipo de sensor y la variable que se va a medir y su respectivo rango.

TABLA I.
IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES.

SENSOR	VARIABLES A INSTRUMENTAR	RANGO
Voltaje	Generador	0 - 60
	Planta Externa	0 - 60
	Batería	0 - 60
	Cargas 6V	0 - 15
	Cargas 12V	0 - 15
	Cargas 28V	0 - 60
Corriente	Alternador	0 - 15
	Batería	0 - 15
Temperatura	CD - Termocupla K	0 - 220°
	CI - Termocupla K	0 - 220°
	Amplificador de potencia	0 - 80°
Nivel	Combustible	0 - 7 Galones
Velocidad	Tacómetro	0 - 6500 RPM

D. Selección de equipos y/o materiales

Los equipos y materiales que se utilizan en el sistema automatizado de pre vuelo se eligieron de acuerdo a la disponibilidad, características y prestaciones que exige el proyecto.

- Módulo NI 9219
- Tarjeta NI 9401
- NI Compact Rio 9074 [14]
- Módulo NI 9870 [15]
- NI CRIO 9014 [16]

La comunicación usada es inalámbrica por medio de la antena satelital, donde se comunica el UAV con la antena que esta enlazada a la Estación de Mando y Control en Tierra (EMCT), como lo muestra la Figura 3.

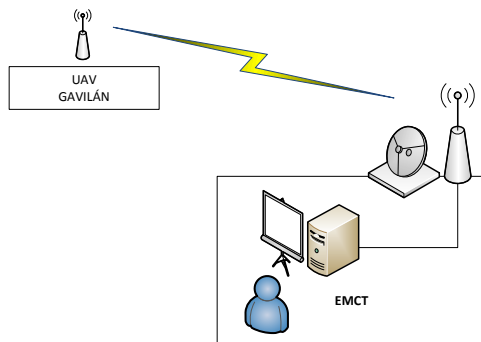


Fig. 3 Comunicación del UAV GAVILÁN y la EMCT

E. Interfaz en Labview

El LabView es un lenguaje de programación de alto nivel, de tipo gráfico, y orientado al uso en instrumentación. Utilizado en aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos.

Por lo cual fue escogido gracias a todas las prestaciones y las facilidades de uso en la instrumentación.

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Luego de haber realizado el proceso descrito anteriormente se llega a la etapa final que es la visualización por medio de la interfaz del sistema automatizado de pre vuelo como se puede observar en la Figura 4.

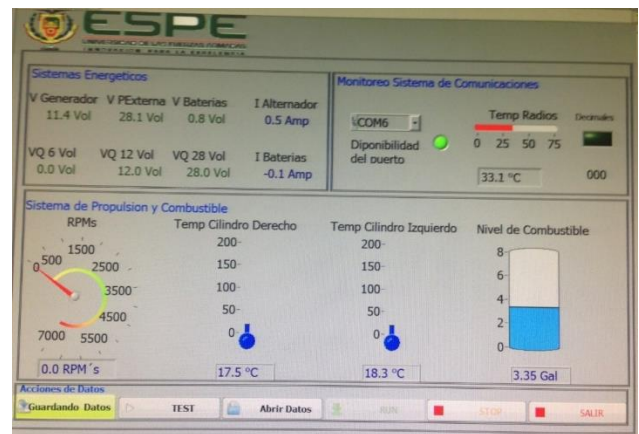


Fig. 4 Interfaz del sistema automatizado de pre vuelo del UAV GAVILÁN

A. Medición de las rpm's del motor

Se midió con el tacómetro Micro Digital Tach de forma manual, las mediciones de este tacómetro deben ser multiplicados por 10, posteriormente se comprueba el funcionamiento correcto tanto del acondicionador de señal de las rpm's del motor como la visualización en la interfaz, como lo indica a Figura 5.



Fig. 5 Comparación entre el medidor de rpm's y la interfaz

B. Test del Sistema automatizado de pre vuelo

En la Figura 6 se observa el test realizado con cada una de las variables monitoreadas en el UAV. Donde la luz verde presenta un estado aceptable y roja cuando la variable está en alerta.



Fig. 6 Interfaz del Test del sistema automatizado de pre vuelo

C. Guardar Datos

Después de realizar el test se tiene la opción de almacenar estos datos, donde se puede escoger que variables se requieren almacenar y automáticamente se empieza a guardar los datos como lo indica la Figura 7.

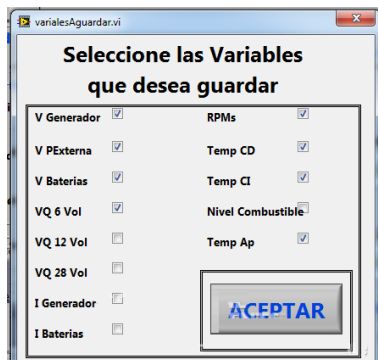


Fig. 7 Selección y almacenamiento de las variables

D. Abrir Datos

Permite abrir datos que anteriormente fueron guardados, en la programación realizada en labview, automáticamente se crea una carpeta por cada día que se haya guardado los datos, en cada carpeta existe un archivo de Excel por cada variable guardada, al momento de abrir los datos se los visualiza en forma gráfica al escoger unos de los archivos como se muestra en la Figura 8.

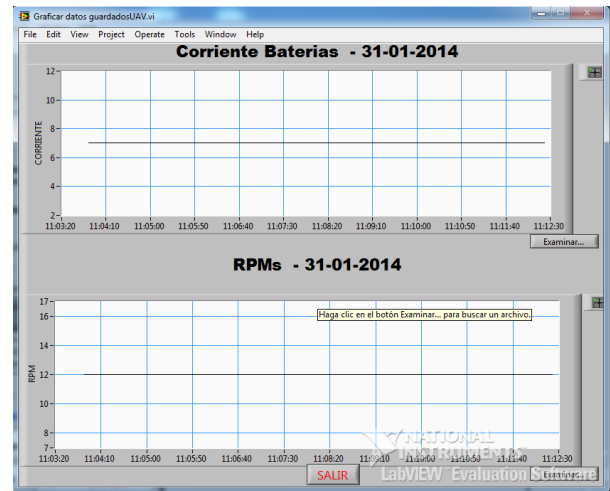


Fig. 7 Gráficas de la corriente y las rpm's del UAV

V. CONCLUSIONES

El sistema de pre vuelo programado permite conocer los valores de las variables que se utilizan antes y durante el vuelo pues el sistema está compuesto por varios sensores que permite monitorear la aeronave en tiempo real, al utilizar nuevas tecnologías como lo es el uso del Compact RIO y los equipos de comunicación propios del sistema de comunicación del UAV que permitió la comunicación inalámbrica desde el avión a la estación de mando y control en tierra.

REFERENCIAS

- [1] BARRIENTOS, A. "Vehículos aéreos no tripulados para uso civil. Tecnología y aplicaciones". Universidad politécnica de Madrid, Madrid 2007.
- [2] CREUS, A. "Instrumentación Industrial".
- [3] G. JOSÉ. "UAVs, clasificación, tendencias y normativas de espacio aéreo". Sandglass Patrol. Abril 2010.
- [4] JOINT CAPABILITY GROUP ON UNMANNED AERIAL VEHICLES Bruselas. Septiembre 2007.
- [5] LÓPEZ, W y MOYÓN, N. (2011) Tesis: "Desarrollo de un sistema scada para la medición de temperatura con sistemas embebidos para el laboratorio de mecatrónica de la facultad de mecánica". Escuela de Ingeniería de Mantenimiento. ESPOCH. Ecuador.
- [6] MINISTERIO DE DEFENSA. (2009): Sistema de Observación y prospectiva tecnológica. UAS "Unmanned Aircraft System". Sobre su integración en el espacio aéreo no segregado. Madrid. Ministerio de defensa, Secretaria General Técnica.
- [7] MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. (2012). Dirección de comunicación social. Boletín de prensa 48.
- [8] MOSQUERA. F. (2010) "UAVs. La aviación militar del futuro". Revista Atenea digital.
- [9] NATIONAL INSTRUMENTS. Manual de operación del NI CompactRIO 9074. Texas: 2009. (doc)
- [10] VELEZ, C. "Control de sistemas de aeronaves no tripulados (UAS)". Universidad EAFIT, Medellín, Colombia. Septiembre 2009.
- [11] <http://es.wikipedia.org/wiki/Aeron%C3%A1utica>
- [12] <http://www.aerodefenselectronics.com/html/mildtl.html>
- [13] http://www.fuerzaaerea.net/index_menu_UAV.html.
- [14] www.ni.com/CompactRIO/hardware/modules
- [15] <http://sine.ni.com/ds/app/doc/p/id/ds-276/lang/es>
- [16] <http://www.ni.com/pdf/manuals/374126e.pdf>



Ávila Rosero Galo. Nació en Latacunga provincia de Cotopaxi en Ecuador. Es graduado de la Escuela Politécnica del Ejército, donde obtuvo el título de Ingeniero Electrónico e Instrumentación. Es graduado de la Universidad Tecnológica Indoamérica donde obtuvo el título de magister de Docencia Universitaria y Administración Educativa.

Actualmente se encuentra estudiando una maestría en la Universidad Técnica de Cotopaxi en la ciudad de Latacunga Ecuador.

E-mail: gravila@espe.edu.ec



Guamán Arias Cristina. Nació en Ambato provincia de Tungurahua en Ecuador. Es graduada del Instituto Superior Tecnológico "Hispano América", Ambato – Ecuador donde obtuvo el título de Bachiller en Ciencias Administrativas, especialización en Informática.

Actualmente se encuentra finalizando sus estudios de Ingeniería en la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" en la ciudad de Latacunga Ecuador.

E-mail: dcguaman@espe.edu.ec



Mena Mena Luis. Nació en Quevedo provincia de Los Ríos en Ecuador. Es graduado del Instituto "Siete de Octubre", Quevedo – Ecuador donde obtuvo el título de Técnico Industrial. Es graduado de la Escuela Politécnica del Ejército, donde obtuvo el título de Ingeniero Electrónico e Instrumentación.

Actualmente se encuentra estudiando una maestría en la Universidad Técnica de Cotopaxi en la ciudad de Latacunga Ecuador.

E-mail: lemena@espe.edu.ec



Paredes Sánchez Diego. Nació en Ambato provincia de Tungurahua en Ecuador. Es graduado del Instituto Tecnológico Superior "Bolívar", Ambato – Ecuador donde obtuvo el título de Bachiller en Ciencias, especialización en Físico Matemático.

Es Teniente Técnico de Aviación de la Fuerza Aérea Ecuatoriana. Actualmente se encuentra finalizando sus estudios de Ingeniería en la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" en la ciudad de Latacunga Ecuador. E-mail:

dfparedes@espe.edu.ec