



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



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

Diana Cristina Guamán Arias

Diego Fernando Paredes Sánchez

# AGENDA



- RESUMEN
- INTRODUCCIÓN
- METODOLOGÍA
- CASO DE ESTUDIO
- ANÁLISIS DE RESULTADOS
- CONCLUSIONES
- RECOMENDACIONES
- REFERENCIAS

# 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 deben cumplir ciertos procedimientos antes, durante y después del vuelo.



# INTRODUCCION



- 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).
- UAV 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 desventajas como el alto costo de su adquisición y mantenimiento [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 [7].
- 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.

# INTRODUCCION



- 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

# AGENDA



- RESUMEN
- INTRODUCCION
- **METODOLOGIA**
- CASO DE ESTUDIO
- CONCLUSIONES
- ANÁLISIS DE RESULTADOS
- CONCLUSIONES
- RECOMENDACIONES
- REFERENCIAS

# 1. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE LA AERONAVE



- Investigar las principales características, aplicaciones, ventajas y desventajas de la aeronave.
- Describir el proceso del chequeo de prevuelo, sus pasos y recomendaciones.

## 2. 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.

# 3. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES FÍSICAS



- Se tiene que identificar y seleccionar las variables principales que van a formar parte del sistema automatizado, dependiendo del caso se analiza si todas las variables deben ser monitoreadas o solo algunas.
- 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.

# 4. SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS Y/O MATERIALES



- Se buscan equipos que contenga la mayor cantidad de elementos integrados en el propio sistema, es decir que realice la adquisición de datos, transmisión, etc.
- 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 o inalámbrico.

# 5. SELECCIÓN DEL SOFTWARE PARA LA INTERFAZ



- El software escogido debe tener un enfoque 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.

# AGENDA



- RESUMEN
- INTRODUCCION
- METODOLOGIA
- CASO DE ESTUDIO
- ANÁLISIS DE RESULTADOS
- CONCLUSIONES
- RECOMENDACIONES
- REFERENCIAS

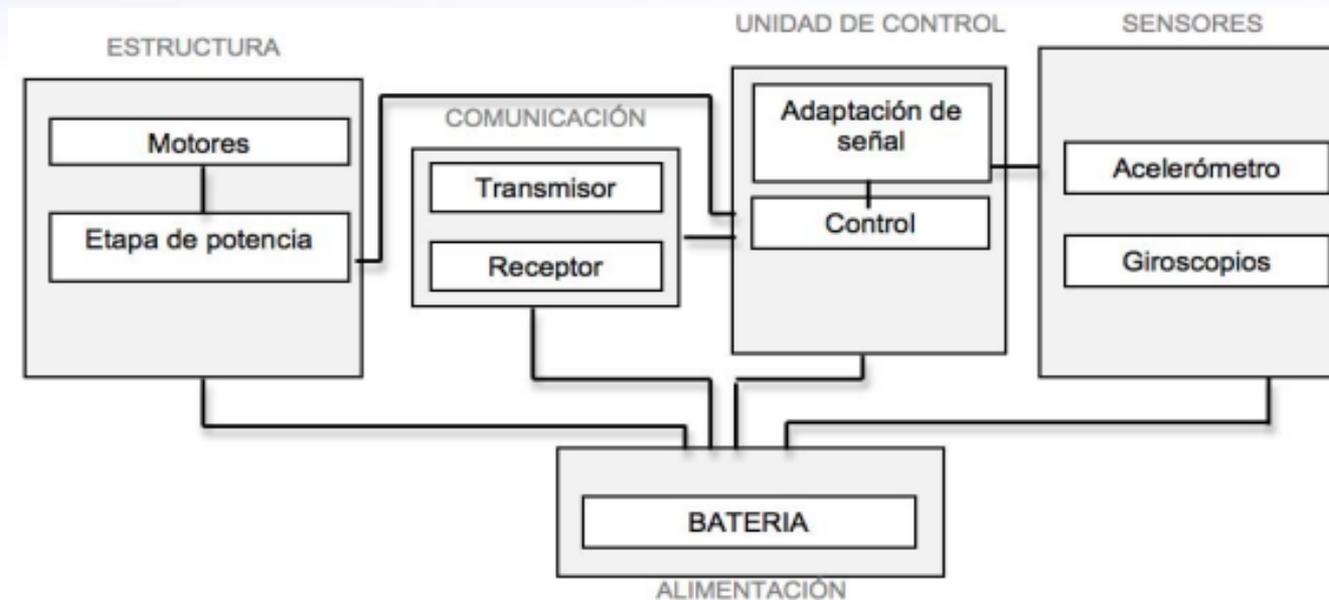
# 1. PROTOTIPO UAV 1 FÉNIX



Actualmente se lo ha denominado como UAV-1 Gavilán, es una aeronave de 5.5 m. de longitud de ala, la cual posee capacidades de aterrizaje, despegue y vuelo automático, puede alcanzar 15 000 pies de altura y 140 km/h. 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. 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.

# 2. ÁREAS PRINCIPALES DEL UAV GAVILAN



# 3. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES FÍSICAS



- **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.

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

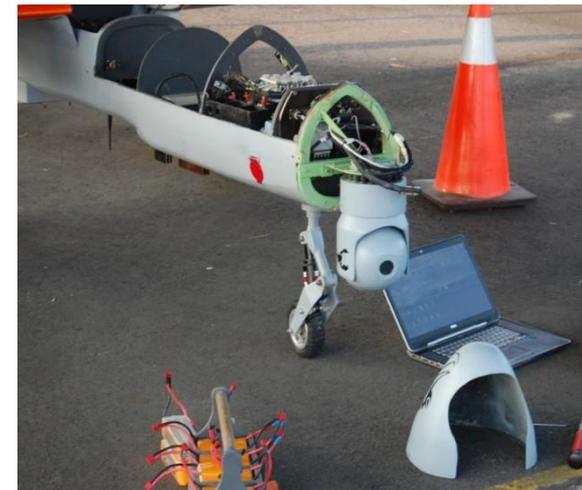
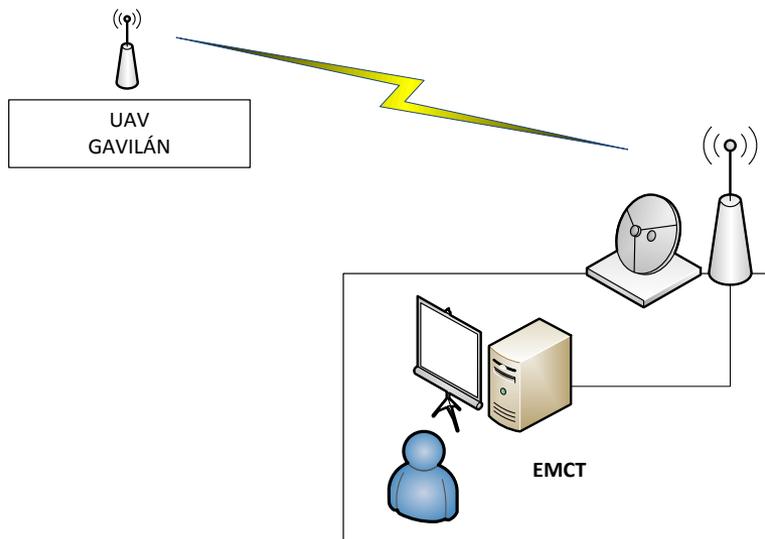
# 4. SELECCIÓN DE EQUIPOS Y/O MATERIALES



- Los equipos y materiales que se utilizan en el sistema automatizado de prevuelo se eligieron de acuerdo a la disponibilidad, características y prestaciones que exige el proyecto.
  - Módulo NI 9219
  - Tarjeta NI 9401
  - NI Compact Rio 9074
  - NI 9870
  - NI 9014



- La comunicación usada es inalámbrica por medio de la antena de radiofrecuencia, donde se comunica el UAV con la antena que esta enlazada a la Estación de Mando y Control en Tierra (EMCT).



# 5. INTERFAZ EN LABVIEW

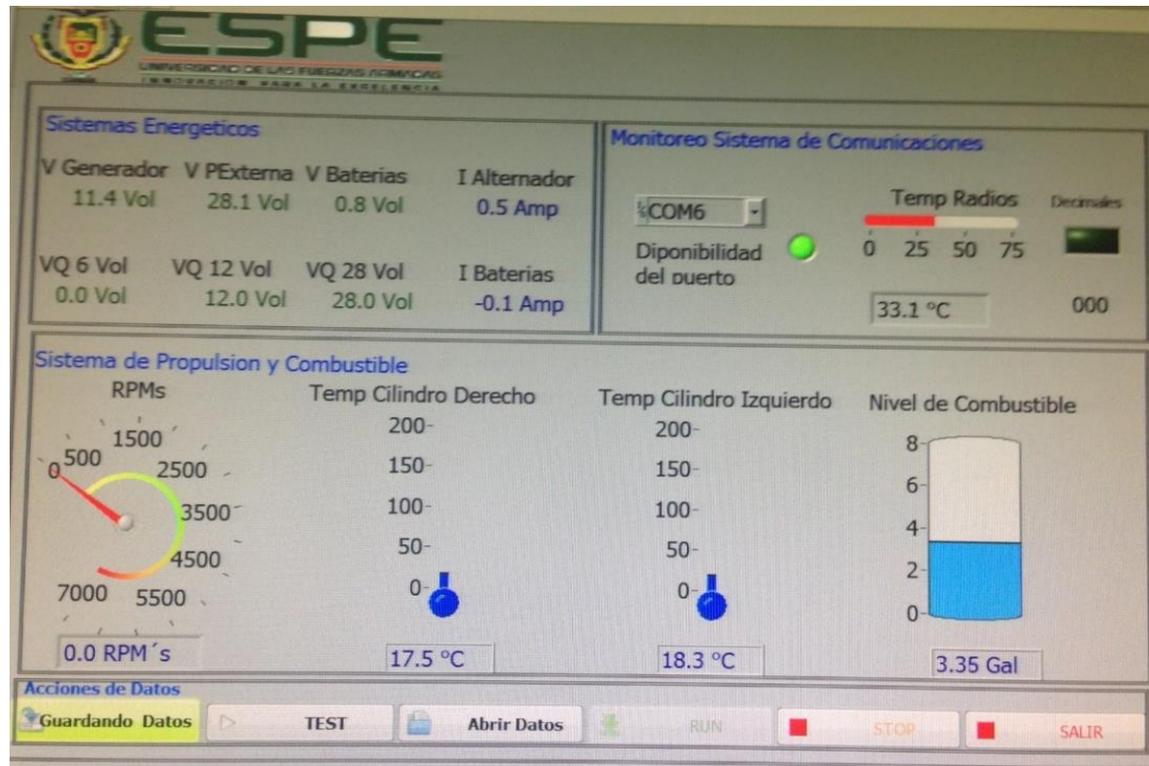


- El LabView es un lenguaje de programación de alto nivel, de tipo gráfico, orientado al uso en instrumentación.
- Utilizado en aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos.
- Por lo cual fue escogido gracias a todas las prestaciones y las facilidades de uso en la instrumentación.

# ANÁLISIS DE RESULTADOS



- Luego de haber realizado la adquisición, procesamiento de los datos se llega a la etapa final que es la visualización por medio de la interfaz del sistema automatizado de pre vuelo



# 1. 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.



ESTADO DEL SISTEMA			
Temp_CI	ALERTA.....		136 °C
Temp_CD	ALERTA.....		145 °C
Temp AP	ACEPTABLE		37 °C
RPM's	ACEPTABLE		2100 Rpm's

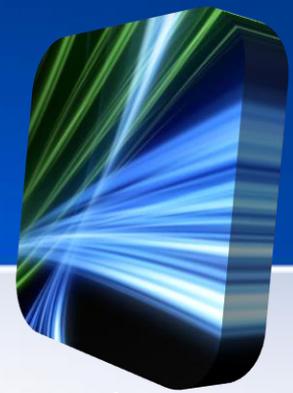
# 2. TEST DEL SISTEMA AUTOMATIZADO DE PREVUELO



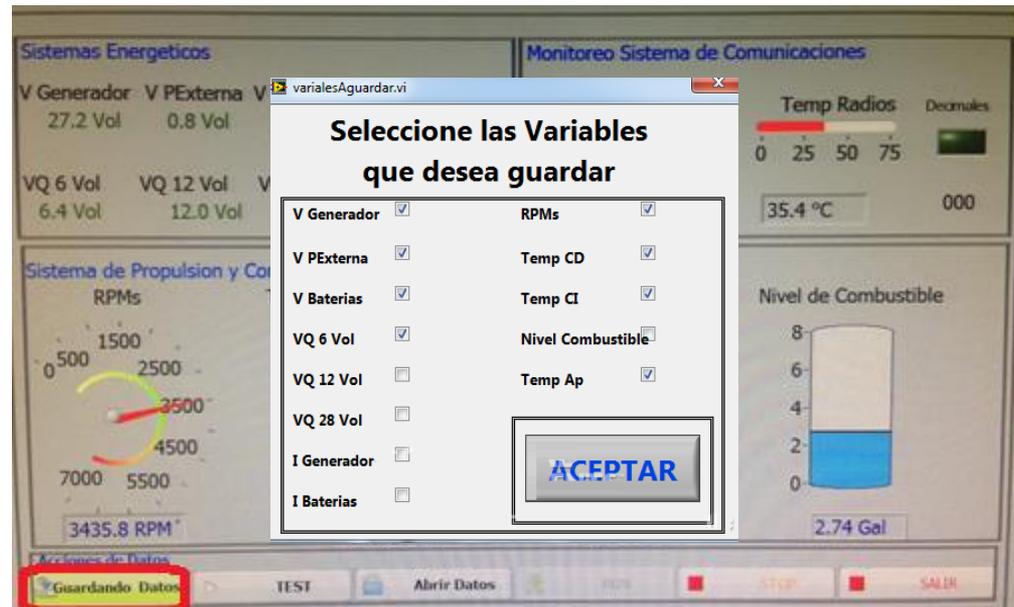
- El test realizado con cada una de las variables monitoreadas en el UAV.

ESTADO DEL SISTEMA			
V_Alternador	ALERTA.....		11 V
V_Baterias	ALERTA.....		27 V
V_Q28V	ACEPTABLE		27 V
V_Q12V	ACEPTABLE		11 V
V_Q6V	ACEPTABLE		6 V
I_Alternador	ACEPTABLE		2 A
I_Baterias	ACEPTABLE		2 A
Nivel Combust	ACEPTABLE		2 Gal
Temp_CI	ALERTA.....		136 °C
Temp_CD	ALERTA.....		145 °C
Temp AP	ACEPTABLE		37 °C
RPM's	ACEPTABLE		2100 Rpms
ACEPTAR			

# 3. GUARDAR DATOS



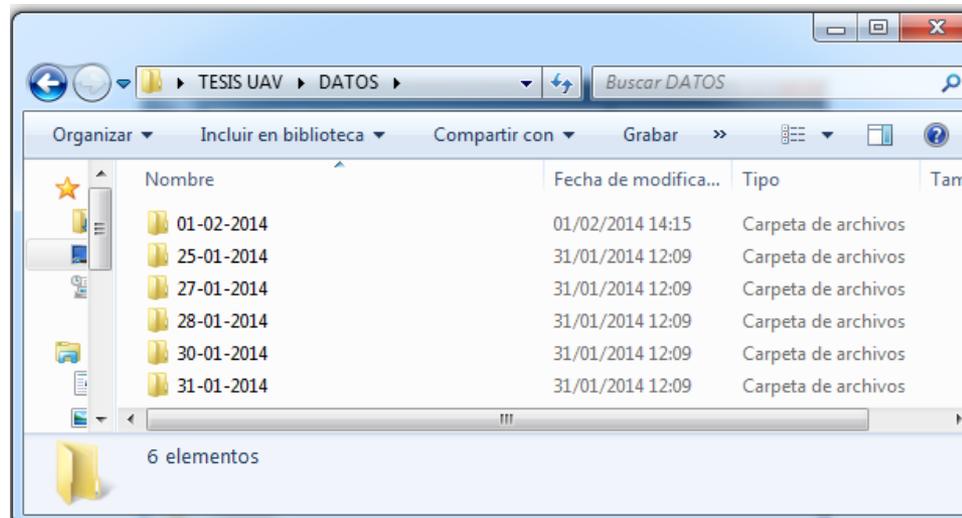
- Después de realizar el test se tiene la opción de almacenar estos datos, donde se puede escoger que variables se requieren almacenar y automáticamente se empieza a guardar los datos ya que el botón cambia de color a verde.



# 4. 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.



# CONCLUSIONES



- El diseño e implementación del sistema automatizado de prevuelo debe poseer lo necesario para monitorear las variables utilizadas por el UAV de la Fuerza Aérea Ecuatoriana
- El sistema de prevuelo programado permite conocer los valores de las variables que se utilizan antes del vuelo mediante la obtención de sus señales, pues el sistema está compuesto por varios sensores que permiten monitorear la aeronave en tiempo real.
- La integración de las señales de los sensores se implementó con una nueva herramienta de trabajo como en este caso el Compact RIO, que es utilizada para la instrumentación de variables diferente a las herramientas que comúnmente se han usado.

# CONCLUSIONES



- Al utilizar nuevas tecnologías como lo es el uso del Compact RIO y los equipos de comunicación Enerlink propio del sistema de comunicación del UAV permite la comunicación inalámbrica desde el avión a la estación de mando y control en tierra, donde se encuentra la interfaz que monitorea las señales de la aeronave antes del vuelo de manera más sencilla y confiable.
- El Análisis de prevuelo de la aeronave se lo realiza con el manejo de los equipos de comunicación de radiofrecuencia para realizar la comunicación entre la aeronave y la interfaz programada.
- El Compact RIO permite trabajar con un sin número de tarjetas de distinto propósito ya que posee 8 slots, así se puede monitorear más señales si la aeronave así lo requiera con la flexibilidad de modificar la interfaz para el visualizar a las mismas.

# CONCLUSIONES



- Algunas señales deben ser acondicionadas debido a sus características para ser interpretadas por el Compact RIO como en este caso con la señal de la rpm que entrega el motor Meggit
- El desarrollo del software Labview permite realizar varias tareas a la vez, por lo cual facilita la visualización de los datos así como la realización de una interfaz acorde con las exigencias del sistema de prevuelo.

# RECOMENDACIONES



- Se debe realizar el proceso de conexión adecuado de la planta externa al UAV, así como el encendido de cada uno de los sistemas de la aeronave.
- Comprobar la correcta comunicación entre el UAV y la Estación de mando y control en tierra (EMCT), donde se encuentra la interfaz y de esta forma no obtener datos erróneos.
- El motor debe encenderse después de que todos los sistemas estén encendidos en la aeronave con la respectiva autorización de la torre de control.

# RECOMENDACIONES



- Las condiciones climáticas deben ser adecuadas para sacar la aeronave a plataforma e iniciar con el encendido y el prevuelo respectivo, debido a que el clima afecta la comunicación.
- Debe existir una adecuada comunicación entre el personal que se encuentra en la Estación de mando y control en tierra (EMCT) así como los que están en la plataforma con la aeronave, por radio se indica las novedades existentes con el fin de evitar daños a la aeronave con la desactivación de los sistemas o para autorizar el despegue de la misma.

# REFERENCIAS



- BARRIENTOS, A. “Vehículos aéreos no tripulados para uso civil. Tecnología y aplicaciones”. Universidad politécnica de Madrid, Madrid 2007.
- CREUS, A. “Instrumentación Industrial”.
- G. JOSÉ. “UAVs, clasificación, tendencias y normativas de espacio aéreo”. Sandglass Patrol. Abril 2010.
- JOINT CAPABILITY GROUP ON UNMANNED AERIAL VEHICLES Bruselas. Septiembre 2007.
- 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
- 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.
- MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. (2012). Dirección de comunicación social. Boletín de prensa 48.
- MOSQUERA. F. (2010) “UAVs. La aviación militar del futuro”. Revista Atenea digital.
- NATIONAL INSTRUMENTS. Manual de operación del NI CompactRIO 9074. Texas: 2009. (doc)
- VELEZ, C. “Control de sistemas de aeronaves no tripulados (UAS)”. Universidad EAFIT, Medellín, Colombia. Septiembre 2009.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Aeron%C3%A1utica>
- <http://www.aerodefenseelectronics.com/html/mildtl.html>
- [http://www.fuerzaaerea.net/index\\_menu\\_UAV.html](http://www.fuerzaaerea.net/index_menu_UAV.html).
- [www.ni.com/ CompactRIO/hardware/ modules](http://www.ni.com/CompactRIO/hardware/modules)