



**Implementación de un banco de prueba para el sistema GARMIN G500H
aplicable a helicópteros M.I., SUPER PUMA y FENNEC de la Brigada de Aviación
del Ejército N° 15 “Paquisha”**

Guanoluisa Inga, Diana Melissa

—
Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnología Superior en
Automatización e Instrumentación

Ing. Sandoval Vizuite, Paola Nataly

Latacunga, 10 de agosto 2021



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN

Certificación

Certifico que la monografía, **“Implementación de un banco de prueba para el sistema GARMIN G500H aplicable a helicópteros M.I., SUPER PUMA y FENNEC de la brigada de aviación del ejército N° 15 “Paquisha”** fue realizado por la señorita **Guanoluisa Inga, Diana Melissa** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 10 de marzo 2021



Firmado electrónicamente por:
**PAOLA NATALY
SANDOVAL
VIZUETE**



Ing. Sandoval Vizuete, Paola Nataly
C.C.: 0503254005



Document Information

Analyzed document	GUANOLUISA DIANA_PROYECTO.docx (D111151571)
Submitted	8/10/2021 10:56:00 PM
Submitted by	
Submitter email	dmguanoluisa@espe.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	pnsandoval.espe@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	TESIS TAIBE DIEGO.docx Document TESIS TAIBE DIEGO.docx (D63066320)	 19
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / SANCHEZ TARCO EDWIN RENE TMAA CAP. I-IV.pdf Document SANCHEZ TARCO EDWIN RENE TMAA CAP. I-IV.pdf (D108907372) Submitted by: ersanchez2@espe.edu.ec Receiver: gsinca.espe@analysis.arkund.com	 1



Firmado electrónicamente por:

**PAOLA NATALY
SANDOVAL
VIZUETE**

Ing. Sandoval Vizuete, Paola Nataly
C.C.: 0503254005



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Guanoluisa Inga, Diana Melissa**, con cédula de ciudadanía n°172346980-3, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Implementación de un banco de prueba para el sistema GARMIN G500H aplicable a helicópteros M.I., SUPER PUMA y FENNEC de la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “Paquisha”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 10 de agosto 2021

Firma

Guanoluisa Inga, Diana Melissa
C.C.: 1723469803



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN

Autorización de Publicación

Yo **Guanoluisa Inga, Diana Melissa**, con cédula de ciudadanía n°172346980-3, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Implementación de un banco de prueba para el sistema GARMIN G500H aplicable a helicópteros M.I., SUPER PUMA y FENNEC de la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “Paquisha”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga. 10 de agosto 2021

Firma

.....
Guanoluisa Inga, Diana Melissa
C.C.: 172346980-3

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada primero a Dios por la gracia de cuidar a mi familia y darme la bendición de ver el amanecer cada día. A mis padres, las personas más nobles del mundo que me enseñaron el valor del esfuerzo diario para lograr las más grandes metas de mi vida, con su apoyo económico y moral, sus dulces palabras de amor para seguir los anhelos de mis sueños.

A mis hermanos por las grandes aventuras vividas a su lado en nuestra niñez, por darme el cariño, el carisma en sus palabras para lograr mis objetivos y darles un sueño a seguir, demostrarles que todo es posible con esfuerzo.

A José, por dedicarme su tiempo, sus sueños, sus pensamientos y sobre todo su inteligencia en todo, a través de su amor y apoyo poder descubrir la valiosa joya de la sinceridad pura.

Agradecimiento

Quisiera expresar un agradecimiento especial a la Brigada de Aviación del Ejército N°15" Paquisha", al Señor Teniente Coronel Capelo Aldo por permitirme participar con mi proyecto dentro de su prestigiosa institución y al personal del taller de Aviónica por su apoyo incondicional durante el proceso.

Especial reconocimiento a mi familia por la valentía que forjaron en mi vida, los sueños más increíbles del mundo y sueño en cumplir con cada paso, además a mi novio por su compañía y la felicidad que me transmite con su nobleza.

Me agradecería reconocer su esfuerzo a la Ing. Sandoval Vizuite Paola Nataly Tutora del Proyecto por su apoyo en el proceso de titulación, le agradezco por su ayuda al compartir sus enseñanzas.

A todos, mis más sinceros
agradecimientos

Tabla de Contenidos

Carátula	1
Certificación	2
Reporte de Verificación	3
Responsabilidad de Autoría.....	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento.....	7
Tabla de Contenidos.....	8
Índice de Tablas	12
Índice de Figuras	13
Resumen.....	15
Abstract	16
Introducción	17
Antecedentes	18
Planteamiento del problema.....	19
Justificación	19
Objetivos	20

<i>Objetivo General</i>	20
<i>Objetivos Específicos</i>	20
Alcance.....	21
Marco teórico	22
Historia de la Aviación del Ejército Ecuatoriano.....	22
Introducción a los sistemas de comunicación y navegación	24
<i>Sistema de Comunicación</i>	24
Banco de pruebas	25
Módulo de sistema de comunicación y navegación GARMIN GNS 430 AW	25
Sistema GARMIN G500H.....	26
Equipos GARMIN G500H.....	26
<i>Pantalla GDU 620 (Garmin Display Unit) (011-01264-50)</i>	26
<i>Pantalla GDU 620 (011-01264-60)</i>	27
<i>GNS 430AW (Sistema de navegación)</i>	31
<i>KMA 28 Amplificador de audio/Intercomunicador/receptor</i>	33
Mantenimiento periódico del Banco de Prueba:	35
<i>Mantenimiento de equipos</i>	35
<i>Limpieza</i>	36
Desarrollo del tema propuesto	37
Preliminares	37
Levantamiento de información	38

<i>Aprobación y ámbito legal</i>	38
<i>Lista del desarrollo de construcción</i>	38
Filosofía de Diseño	39
Análisis estructural del banco de pruebas	39
Diseño del banco de pruebas	40
Estructura guía de los equipos.....	41
<i>Diagrama de bloques del sistema</i>	41
Estructura de los equipos	42
<i>Estructura Metálica</i>	42
<i>Pintura</i>	44
Diseño de diagramas de conexión	45
<i>Diagrama de conexión física</i>	45
Interconexión Single GDU.....	46
Interconexión de sistemas P6201	47
Interconexión de sistemas P6201	48
Interconexión de sistemas P6202.....	49
Instalación de Componentes Eléctricos	52
<i>Instalación de conectores para los sistemas de</i> <i>navegación GNS 430 W</i>	52
Integración de conectores pantallas GDU	53
Instalación periféricos KMA 28.....	54
Pruebas de Continuidad en la intercomunicación	55

Ubicación de señalización	55
Montaje de Equipos en el banco de pruebas.....	56
Prueba de funcionamiento	57
Manual de operación, mantenimiento y seguridad	58
Configuración pantallas GNS 430W	59
<i>Configuración ARINC 429</i>	60
<i>Configuración RS-232</i>	61
Conclusiones y recomendaciones	62
Conclusiones	62
Recomendaciones	63
Abreviaturas.....	64
Glosario	67
Bibliografía	71
Anexo.....	72

Índice de Tablas

Tabla 1.	<i>Características y especificaciones técnicas de la pantalla GDU 620.....</i>	28
Tabla 2.	<i>Características físicas GNS 430 AW.....</i>	32
Tabla 3.	<i>Características físicas GNS 430 AW.....</i>	32
Tabla 4.	<i>Especificaciones generales KMA 28.</i>	34
Tabla 5.	<i>Interconexión de pines P6201.....</i>	48
Tabla 6.	<i>Interconexión de pines P6202.....</i>	49

Índice de Figuras

Figura 1. <i>Especificaciones físicas de la pantalla GDU 620 LH.</i>	27
Figura 2. <i>Especificaciones físicas de la pantalla GDU 620 LH.</i>	28
Figura 3. <i>Dimensiones físicas de la pantalla (Vista Frontal) GDU 620 LH.</i>	30
Figura 4. <i>Dimensiones físicas de la pantalla (Vista Superior) GDU 620 LH.</i>	30
Figura 5. <i>Características físicas GNS 430AW.</i>	31
Figura 6. <i>Información general del sistema de comunicación KM28.</i>	34
Figura 7. <i>Dimensiones generales vista general y superior KMA 28.</i>	35
Figura 8. <i>Diagrama estructural 2D.</i>	40
Figura 9. <i>Diagrama de bloques del sistema.</i>	41
Figura 10. <i>Estructura metálica del banco de pruebas.</i>	42
Figura 11. <i>Ensamblaje de láminas de aluminio.</i>	43
Figura 12. <i>Ensamblaje de láminas de aluminio.</i>	43
Figura 13. <i>Estructura final del banco de pruebas.</i>	44
Figura 14. <i>Estructura final con pintura.</i>	44
Figura 15. <i>Diagrama de conexión de los equipos físicos.</i>	45
Figura 16. <i>Intercomunicación pantallas GDU 620 y Navegadores.</i>	46
Figura 17. <i>Interconexión de pantallas GDU con navegadores.</i>	47
Figura 18. <i>Intercomunicación pantallas GDU y el panel de audio.</i>	47
Figura 19. <i>Pines de interconexión GDU 6201.</i>	48
Figura 20. <i>Pines de interconexión GDU 6202.</i>	49
Figura 21. <i>Comunicación KMA 28.</i>	51
Figura 22. <i>Periféricos de interconexión primer GNS 430W.</i>	52
Figura 23. <i>Periféricos de interconexión del segundo GNS 430 AW.</i>	53

Figura 24. <i>Periféricos de interconexión de las pantallas GDU 620.....</i>	54
Figura 25. <i>Instalación de protecciones para el equipo KMA 28.....</i>	54
Figura 26. <i>Medición de continuidad con comprobador.....</i>	55
Figura 27. <i>Señalización de protección y regleta de unión</i>	56
Figura 28. <i>Montaje de equipos GARMIN G500H.....</i>	56
Figura 29. <i>Banco de pruebas concluido.....</i>	57
Figura 30. <i>Fuente de Voltaje 28v.....</i>	58
Figura 31. <i>Actualización del sistema GNS 430 AW.....</i>	59
Figura 32. <i>Configuración de ARINC 429.....</i>	61
Figura 33. <i>Configuración de entradas y salidas RS-232</i>	61

Resumen

El trabajo de Integración Curricular tiene como objetivo implementar un banco de prueba para el sistema GARMIN G500H aplicable a helicópteros M.I., SUPER PUMA y FENNEC de la Brigada de Aviación del Ejército No 15 "Paquisha" el cual ejecutara una verificación del estado del helicóptero antes del despegue. Dentro del sector de aviación la electrónica es un punto fundamental para el funcionamiento de los diferentes equipos, ya que esta se encuentra ampliamente relacionada con todos los componentes que conforman un helicóptero. El banco de pruebas comparte comunicación entre los componentes del sistema en base a la conexión eléctrica. Se conforma en cuatro equipos: pantallas piloto y copiloto de visualización GDU 620 tiene dos funciones, MFD que muestra un mapa en movimiento, plan de vuelo, clima y otros datos complementarios y PFD que detalla la información de vuelo principal, en lugar de los sistemas tradicionales pitotstatic y giroscópicos, también proporciona un HSI para la navegación que proporciona información de forma más moderna, GNS 430W es una solución GPS / Nav / Comm, además facilita ver la posición en relación con las características del suelo, datos de cartas, ayudas a la navegación, rutas de planes de vuelo y procedimientos de aproximación y sistema de audio KMA 28 que provee comunicación entre pasajeros y piloto en el helicóptero. Los equipos ya mencionados se configuran conformen se activa los interruptores en secuencia provocando la comunicación.

Palabras clave:

- **ECUADOR – AVIACIÓN**
- **HELICÓPTEROS – COMUNICACIÓN**
- **HELICÓPTEROS - NAVEGACIÓN**

Abstract

The objective of the Curricular Integration work is to implement a test bench for the GARMIN G500H system applicable to M.I., SUPER PUMA and FENNEC helicopters of the Army Aviation Brigade No 15 "Paquisha", which will perform a verification of the helicopter's status before takeoff. Within the aviation sector, electronics is a fundamental point for the operation of the different equipment, since it is widely related to all the components that make up a helicopter. The test bench shares communication between the components of the system based on the electrical connection. It consists of four pieces of equipment: GDU 620 pilot and co-pilot display screens has two functions, MFD which displays a moving map, flight plan, weather and other supplementary data and PFD which details the main flight information, instead of the traditional pitotstatic and gyro systems, it also provides an HSI for navigation which provides information in a more modern way, GNS 430W is a GPS/Nav/Comm solution, it also facilitates viewing position in relation to ground features, chart data, navigation aids, flight plan routing and approach procedures and KMA 28 audio system that provides communication between passengers and pilot in the helicopter. The aforementioned equipment is configured as switches are activated in sequence triggering communication.

Key words:

- **ECUADOR - AVIATION**
- **HELICOPTERS - COMMUNICATION**
- **HELICOPTERS - NAVIGATION**

Capítulo I

1. Introducción

El actual proyecto técnico se principia en la exploración y el desarrollo de Implementación de un banco de prueba para el sistema GARMIN G500H aplicable a helicópteros M.I., SUPER PUMA y FENNEC de la cuadrilla de Aviación del tropa N° 15 "Paquisha", para ello, se emplearon técnicas de análisis y estudio, su imparcial se empeña en el cambio de pruebas efectivas a los nuevos sistemas electrónicos aeronáuticos que brindan un sistema de modernización de cabinas, integrando la última tecnología apto del mercado.

En la novedad se brinda garantía y provee mantenimiento de los equipos instalados en las aeronaves. Las modificaciones se pueden efectuar mano con el indeterminado de modernizar la bola al instalar equipamientos de última suscitación, como también para cumplir con requerimientos de las autoridades aeronáuticas. El Garmin G500H es un sistema integrado de principios de vuelo fósforo típicamente por dos unidades de visualización, una que sirve como visera dirigente de revoloteo y otra como un parte de visualización multifunción que necesita pruebas para una respectiva alimentación.

En la tierra se requiere una renovación del sistema de aviónica que optimizará la vigencia de interpretación y la calidad de la información presentada en canasta al aviador. Esta actualización es necesaria tanto para mejorar la calma como la eficacia del helicóptero, disminuir costos de rectificación y reemplazo de infraestructura.

Para la variación de los equipos de aviónica, instalados en el sistema Garmin G500H, inmediato con el sistema de navegación y comunicaciones, se requieren los siguientes equipos:

- Garmin G500H (piloto)
- Garmin G500H (Copiloto)
- Garmin GNS 430W
- Garmin GNS 430W
- KMA 28

1.1 Antecedentes

En la actualidad las técnicas de modernización de los sistemas electrónicos en aeronaves requieren una innovación que perfeccione la calidad de la información presentada en cabina al piloto y copiloto, tienen la congruencia de utilizar equipos de navegación y comunicación que optimicen recursos y mantengan la seguridad operativa, ya que antes se tenía cabinas analógicas y sus sistemas eran obsoletos.

Gracias a trabajos previos de un gran equipo se ha logrado adaptar las nuevas necesidades de las aeronaves como transporte militar y de carga. Se implementaron nuevas pantallas digitales que permitirá a las tripulaciones un fácil control de sistemas al momento de ejecutar misiones.

El sistema GNS 430W y GDU tienen el objetivo de cumplir con requerimientos de las autoridades aeronáuticas y preparación para futuras modificaciones que aseguren el sistema GARMIN 6500H que presenta necesidades de comprobación sencilla, para evitar una mínima intervención en los helicópteros, ya que un banco de

pruebas puede ser movilizado, además es de gran importancia para el desarrollo, rapidez de la evaluación en el instrumento y actualización de los sistemas de aviónica.

1.2 Planteamiento del problema

En la actualidad la Brigada de Aviación del Ejército N°15 "PAQUISHA" cuenta con un banco de prueba para la verificación de los sistemas de comunicación y navegación GARMIN GNS 430 AW de helicópteros que no han recibido un plan de modernización, quedando a merced de sistemas vigentes en los que no se puede disponer de la detección oportuna de fallas y constituyéndose un problema de seguridad en las aeronaves y por ende en el personal que hace uso de las mismas.

Es necesario y emergente en el taller de aviónica CEMAE (Centro Especializado de Mantenimiento de Aviación del Ejército) contar con un banco de prueba que permita la comprobación de funcionamiento de los sistemas modernos GARMIN G500H, el cual serviría de ayuda complementaria para mantener la operatividad de los equipos y aeronaves que no se está llevando a efecto. Al carecer de este equipo no se ha podido realizar los mantenimientos adecuados en los dispositivos de los nuevos sistemas de forma que se pueda identificar de una manera específica las fallas y reportar las mismas.

1.2 Justificación

El compromiso de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE se ha direccionado en la solución de problemas con el desarrollo de habilidades y destrezas técnicas que los estudiantes han ido adquiriendo en su formación académica; el mismo se ve reflejado en trabajos que oferten mermar estas situaciones en ambientes reales.

El presente proyecto de graduación permitirá a los técnicos encargados del Mantenimiento en el área de Aviónica realizar las comprobaciones de los sistemas de Comunicación y Navegación GARMIN G500H, para determinar de forma específica los equipos que se encuentren en mal estado garantizando un mayor tiempo de vida útil.

Con la ejecución de mencionado trabajo los beneficiarios serán directamente los técnicos militares encargados del Taller de Aviónica CEMAE perteneciente a La Brigada de Aviación del Ejército N°15 "PAQUISHA", quienes efectúan las actividades correspondientes al área de aviónica manteniendo así la operatividad de las aeronaves que cruzaron por la innovación de nuevos equipos que cumplen con requisitos de las autoridades aeronáuticas cumpliendo con éxito misiones dentro y fuera del País.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Implementación de un banco de prueba para el sistema GARMIN G500H aplicable a helicópteros M.I., SUPER PUMA y FENNEC de la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "PAQUISHA"; mediante la modernización del módulo GARMIN GNS 430W.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Investigar manuales de funcionamiento de cada elemento que forma parte del banco de pruebas.
- Desarrollo del esquema eléctrico de conexión en el banco de pruebas a través del programa AutoCAD.
- Implementar el sistema de banco de pruebas y comprobar su funcionamiento.

1.4 Alcance

Este proyecto tiene como finalidad desarrollar un banco de pruebas para el sistema GARMIN G500H, agilizando procesos al personal técnico militar del taller de Aviónica de movilizarse a los helicópteros y realizar comprobación de los equipos, configuraciones o mantenimiento de los mismos.

El banco cuenta con instalaciones eléctricas divididas que permiten la comunicación entre los equipos de visualización, navegación y comunicación, a través de un circuito de interruptores con protección de 2A a 3A, creando la simulación del panel de control principal de un helicóptero con un voltaje de 28 v que sustenta los equipos. A demás se configuro y las programaciones se llevarán a cabo de acuerdo a los manuales de instalación de cada pantalla dejando operable cada uno, proporcionando efectividad en comprobación de equipos.

Capítulo II

2. Marco teórico

2.1 Historia de la Aviación del Ejército Ecuatoriano

La Aviación de la compañía surgió en 1954, por atmósfera del boom y el ánimo del galante Capitán de Infantería Colón Grijalva Herdoíza. Una vez cumplida su aspiración de protección la licencia de tripulante, inclinó, oficialmente, sus pedidos, con ideas vanguardistas, en autoridad al Comando de la organización. Comenzó la agencia sustanciosa para simbolizar la ayuda aérea que necesitaban los compañeros que, para consumir su pacto en defensa de confín, debían salvar largas y penosas jornadas en senderos, picas y trochas. 3 avionetas monomotor fueron entregadas por distinguidas féminas de la elite guayaquileña, quienes las han aceptado del exterior como donación para el territorio. Emprendieron la agrupación del primer ingenio contendiente de militares del orden, hidalgamente recordado como Servicio tenue del enjambre (SAE). Así, se incorporaron las próximas avionetas como primer depósito del SAE: Piper Tripacer, Taylor Craft y Piper PA-18-150. (Ejército Ecuatoriano, 2021)

Ha sido el primer hogar falto en ser conectado con la gran masa urbana, por ámbito de pilotos y avionetas que surcaron la felicidad para ofrecer báculo en el momento caritativo. El 10 de enero de 1956, por distribución del Comando Gral. Del ejército, se empezó el I barranca de Pilotaje, bajo la jefatura del refinado Capitán Grijalva. Para efectuar la veta sobre Operaciones de vuelo clave, cuyo pensamiento lo hicieron en avionetas CESSNA L-19. A su retorno, las condiciones mejoraron para el SAE y fue creado un fresco pierna desvergonzada en la división de "EL ORO", para el acatamiento de diferentes labores. (Ejército Ecuatoriano, 2021)

En 1972, se comenzó la compra de helicópteros en la tropa ecuatoriano, una vez que, por un apremio propio del I. en sus trabajos topográficos de esfera, se aprovechó la congratulación que hizo la Aviación ligera de la muchedumbre gala. Al cumpleaños concurren 2 pilotos de la compañía que, más tarde, procederían los trabajos con este pensionado. (Ejército Ecuatoriano, 2021)

Con el bloque del SAE y la Aviación del hato, simultáneamente, surgió la ingestión de aeronaves. Progresivamente, se aumentó el personal y los rudimentos en esta área técnica, para lo que la Aviación de la multitud conformó un centro de ingestión esquelético para proyectar los trabajos con la cimentación del SAE y la Aviación de la multitud, simultáneamente, surgió el sostenimiento de aeronaves. Progresivamente, se aumentó el individual y la noción en esta área técnica, para lo que la Aviación de la afluencia conformó un centro de avituallamiento arreglado para suscitar los trabajos, incluso del IV escalón, autorizados por el fabricante. Además, del IV grada, autorizados por el fabricante. (Ejército Ecuatoriano, 2021)

En el interior de los principales campos técnicos de nutrición que se desarrollan en el CEMAE, se encuentran:

- Inspecciones mayores de Helicóptero Súper Puma, Puma, Gazelle e ignominia
- Mantenimiento recóndito de motores Makila, Turmo, Artouste, Astazou 14, Ariel

1B

- Estructuras de helicópteros y aviones
- Reparaciones de conjuntos mecánicos
- Conexión de sistemas hidráulicos

- Especialización en electrónica y aviónica

Para hacer todos dichos trabajos, el núcleo de alimento de Aviación del conjunto (CEMAE) dispone de personal especializado, conjuntos y bancos de tentativa necesarios. Se cumple con dichos trabajos de mantenimiento, del mismo estilo, para aviones bimotores, medianos y livianos, con la divergencia adelantada se realizaba en las bases aéreas de los Equipos "PICHINCHA" y "PASTAZA", precisamente, y en condiciones óptimas. (Ejército Ecuatoriano, 2021).

Por consiguiente, se atraerán 3 avionetas de causa CESSNA -172, 2 avionetas CESSNA 175, 7 helicópteros C3-FENEC, con sus respectivos pertrechos, 3 helicópteros B2-ECUREUIL, 2 helicópteros de arrebató MI-17. (Ejército Ecuatoriano, 2021)

De esta forma, la milicia aparecerá a la era de instrumentación digital, visto que todas estas aeronaves vienen con sistemas EFIS, FMS, GNS, Movmaps, radares meteorológicos. Así, surge claramente la comunicación de que el ámbito de la Aviación de la milicia no pretende, de suerte algún, interferir, reducir o irritar el apostolado que cumple la F. A. E., estilo que tiene el indeterminado de ajar a la par y el nivel de la tecnología y el equipaje común, para asegurar el cumplimiento de su propaganda. (Ejército Ecuatoriano, 2021)

2.2 Introducción a los sistemas de comunicación y navegación

2.2.1 Sistema de Comunicación

La mayoría de la comunicación y navegación de la aviación se consigue por medio del trabajo de ondas de radio, la comunicación por radio ha sido uno de los primeros en hacer uso de las transmisiones de radiofrecuencia en aviación. Existe una

amplia gama de radiofrecuencias únicamente las frecuencias bastante bajas y las radicalmente altas no se manejan en la aviación. (Toapanta, 2021).

2.2.2 Sistema de Navegación

El sistema de navegación de la aeronave ofrece un pilotaje preciso, ya que provee información de la posición y de guía que se utiliza en todas las fases del vuelo.

El método proporciona a la aeronave los sistemas necesarios para saber la velocidad, la altitud, actitud y la dirección. (Toapanta, 2021)

2.3 Banco de pruebas

Se puede deducir como una plataforma para la experimentación de proyectos de gran progreso, que brindan una forma de comprobación eficaz y correcta de teorías científicas, síntesis computacionales, nuevas tecnologías y que se adapten a la mejora de las mismas. (TAIPE, 2021)

2.4 Módulo de sistema de comunicación y navegación GARMIN GNS 430 AW

El módulo de (TAIPE, 2021) tuvo como objetivo importante el ensamble de un equipo de comprobación operacional de los sistemas de comunicación y navegación GNS 430W de las aeronaves de ala fija y ala rotativa originarios de la Brigada de Aviación de Ejercito 15 BAE "PAQUISHA", para que se logren desarrollar diferentes trabajos de mantenimiento por medio de la parte de aviónica del Centro de Mantenimiento Aeronáutico CEMAE-15, los estudios hechos con base a los manuales de Instalación que tienen la parte, sirvieron para la preparación del banco de pruebas, mismo que fue llevado a cabo utilizando los diferentes materiales que cumplen con las expectativas deseadas para el módulo.

2.5 Sistema GARMIN G500H

El sistema GARMIN G500 controlan la cabina / pantalla de la partida, el curso y entradas de fuente de navegación para los pilotos automáticos, así como el modo de piloto automático avisos con versiones del KFC 275/325 y 225. Es opcional de unidad de adaptador de GAD 43, se puede optar por tener los mismos datos AHRS digitales ultra fiables que controlan la pantalla del G500 para que sirva como alusión de reacción primordial del piloto automático. El GAD 43e añade todavía más habilidades que tienen la posibilidad de minimizar todavía más la carga de trabajo del piloto y mejorar la estabilidad, integrado el preselector de altitud y el control de rapidez vertical, así como la distancia DME, ADF (*Automatic Direction Finder*) sincronizado, luces de baliza e indicadores de altímetro analógico de manera directa en la pantalla. (GARMIN, 2021)

2.6 Equipos GARMIN G500H

2.6.1 Pantalla GDU 620 (*Garmin Display Unit*) (011-01264-50)

El GDU 620 tiene dos pantallas VGA (640 X 480 pixeles) de 6,5 pulgadas LCD, al lado izquierdo de la GDU se encuentra la pantalla primaria de vuelo o PFD (*Primary Flight Display*), al costado listado se encuentra la mampara multifunción o MFD (*Multifunctional Flight Display*). (CAPELO, 2013)

En la PFD (*Primary Flight Display*) se mostrará documentación primaria de revoloteo como aptitud (*pitch, roll*), ratera de banqueo, viento, apresuramiento, precipitación derecha, ángulo derecho y de lecho, HSI (*apaisado Situation Indicator*), RMI (*índice radio magncasto*) y ADI (*Altitude presidente Indicator*). En la MFD (*Multifunctional Flight Display*) se podrá divisar información de navegación, barajas de

navegación, información del plan de vuelo, tráfico, radar y advertencia de esfera, en la figura 2 se muestra la GDU 620 en físico.

Figura 1.

Especificaciones físicas de la pantalla GDU 620 LH.



Nota. En la figura 1, se muestra la información acerca de las especificaciones físicas de la pantalla GDU 620 LH. Tomado de (CAPELO, 30 julio 2021).

2.6.2 Pantalla GDU 620 (011-01264-60)

La GDU 620 (*Garmin Display Unit*), es una variación de la GDU 620 (011-01264-50) en la cual la MFD (*Multifunctional Flight Display*) y PFD (*Primary Flight Display*) están en el lado opuesto. La PFD (*Primary Flight Display*) se encuentra en el lado derecho y la MFD (*Multifunctional Flight Display*) se encuentra en el lado izquierdo. Las perillas y botones están cerca al display asociado a su función como se muestra en la figura 3. (CAPELO, 30 julio 2021)

Figura 2.

Especificaciones físicas de la pantalla GDU 620 LH.



Nota. En la figura 2, se muestra la información recopilada acerca de las especificaciones físicas de la pantalla GDU 620 LH. Tomado de (CAPELO, 30 julio 2021).

Tabla 1.

Características y especificaciones técnicas de la pantalla GDU 620

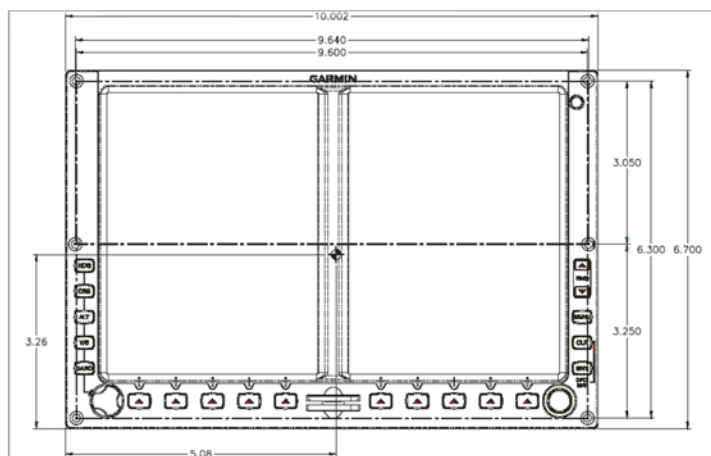
Características	Especificaciones
Ancho	10 in; 25.4 cm
Alto	6.7 in; 17cm
Profundidad del kit de Conectores	5.5 in; 14cm
Peso de la unidad sin conectores	6.38 Lb; 2.90 Kg
Peso de la unidad con conectores	7.04 Lb; 3.20 Kg
Características	Especificaciones

Rango de temperatura de operación	-20°C a -55°C
Características	Especificaciones
Rango de Altitud	35.000 ft Max
Rango de entrada de voltaje	10 a 40 VDC
Tamaño de la pantalla	6.5 in diagonal (3.9in ancho x 5.2 Alto)
Formato de la pantalla	480 pixeles (Ancho) x 640 pixeles(Alto)
Rango de brillo	0.1 a 180 fL
Consumo de potencia	Típico 3.9 A Max: 5.4 A
14VDC	Típico 1.9 A Max: 2.7 A
28VDC	

Nota. En tabla 1, se ha recopilado información acerca de las especificaciones físicas de la pantalla GDU 620 LH. Tomado de (CAPELO, 30 julio 2021).

Figura 3.

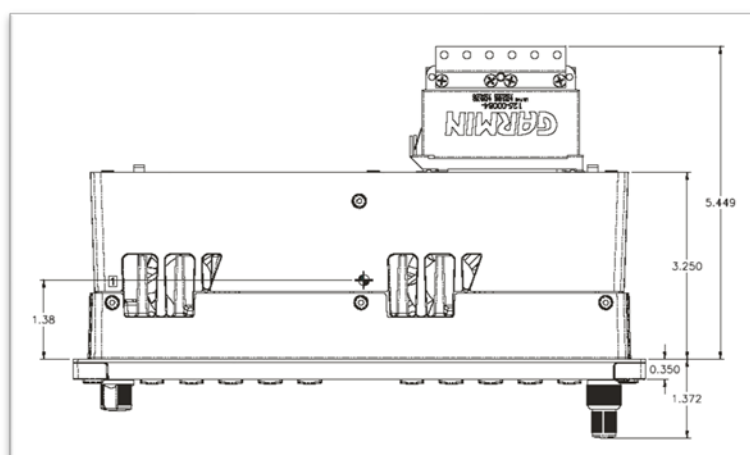
Dimensiones físicas de la pantalla (Vista Frontal) GDU 620 LH.



Nota. En la figura 3, ha recopilado medidas físicas GDU 620 LH. Tomado de (CAPELO, 30 julio 2021).

Figura 4.

Dimensiones físicas de la pantalla (Vista Superior) GDU 620 LH.



Nota. En la figura 4, ha recopilado medidas físicas de la vista superior del GDU 620 LH. Tomado de (CAPELO, 30 julio 2021).

2.6.3 GNS 430AW (Sistema de navegación)

Es el conjunto de VOR/LOC/GS/GPS IFR/COM que está planteado para comunicación dentro de un rango de frecuencias de 118.000MHz a 136.975 MHz con una salida de potencia de 10 a 16 Vatios. Posee una frecuencia en stand-by pasando a una activa, se guarda en una memoria no volátil. Este dispositivo entrega información a los diferentes indicadores de VOR, con opción de transfer NAV/GPS en el indicador de VOR y visualización grafica en la ventana GPS del GNS-430AW, y cuenta con una pantalla en los módulos de la serie 400W de LCD legible bajo luz solar.

Figura 5.

Características físicas GNS 430AW.



Nota. En la figura 5, se evidencia las características físicas del GNS 430 AW. Tomado de (CAPELO, 30 julio 2021).

Tabla 2.*Características físicas GNS 430 AW*

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIONES
Temperatura de operación	-20 ° C hasta +55 C. 95% sin condensación
Humedad	-1.500 ft a 50.000 ft
Rango de altitud	11 a 33 VDC
Rango de voltaje (Conector Principal)	

Nota. En la Tabla 2, se ha recopilado información acerca de las especificaciones y características del GNS 430 AW. Tomado de (CAPELO, 30 julio 2021).

Tabla 3.*Características físicas GNS 430 AW*

Características físicas	
Medida del Display	3,8" diagonal
Área Activa	3,29" (W) x1,75" (H)
Resolución	240 x 128 pixeles
Angulo de Visión (con una relación de contraste 2:1, min)	Derecha/Izquierda: 40° Arriba: 40° Abajo: 40°
Distancia de Visualización	36 in Máximo
Cantidad de Canales	15(12 GPS y 3 GPS/WAAS/SBAS)
Frecuencia	1575,42 Mhz L1, C/A código
Sensibilidad (Adquisición, sin interferencia)	-134,5 dBm GPS

Características	Físicas
Rango Dinámico	-144dBm
Lat/Lon Posición de	>20Db
Precisión	<1,25 metro RMS Horizontal, <2
Velocidad	metros vertical, con WAAS
	1000 nudos máximo (alrededor de
TTF (Tiempo para el primer	60,000 ft)
arreglo)	1:45 min. Típicamente con corriente
	de almacenamiento, posición y tiempo
Readquisición	10 segundos típicamente

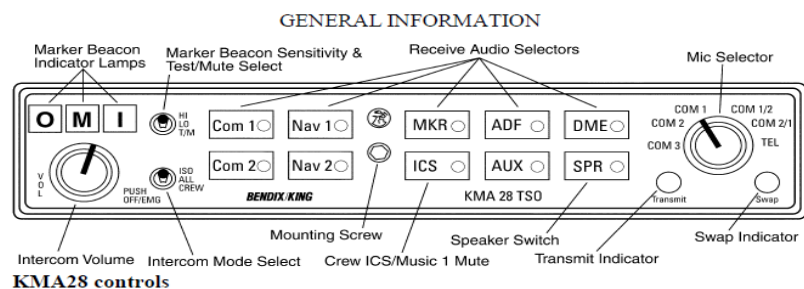
Nota. En la tabla 3, se ha recopilado información acerca de las características y las especificaciones de la pantalla GNS 430 AW. Tomado de (CAPELO, 30 julio 2021).

2.6.4 KMA 28 Amplificador de audio/Intercomunicador/receptor

Es un selector y amplificador de audio que contiene un sistema automático que activa la intercomunicación (VOX). Se puede seleccionar hasta tres transceptores y seis receptores. Los botones escogen la fuente de audio para proporcionar a los auriculares. Un botón SPR permite al usuario escuchar al receptor, se selecciona sobre el altavoz de cabina y el altavoz de audio es suspendido durante la transmisión. Un selector rotatorio selecciona uno de los tres transceptores de comunicación para el piloto y el copiloto esta permite la transmisión. La KMA 28 tiene la capacidad de admitir al piloto y copiloto manejar transceptores diferentes por separado. La opción de volumen solo controla el nivel de intercomunicador entre el piloto y copiloto, además provee marcación visual y audible.

Figura 6.

Información general del sistema de comunicación KM28.



Nota. En la figura 6, se ha recopilado información general en partes del equipo de comunicación KMA 28. Tomado de (CAPELO, 30 julio 2021).

Tabla 4.

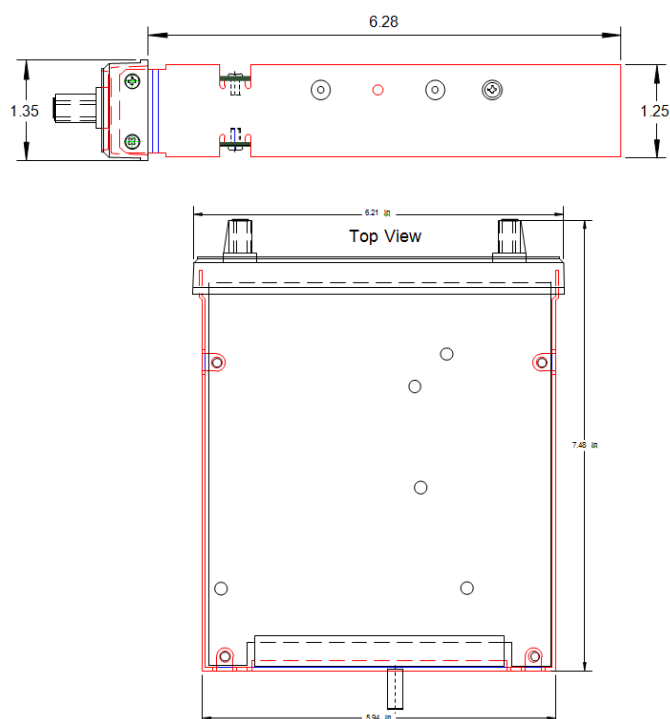
Especificaciones generales KMA 28.

CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS TSO	
Indicador de señalización:	C35d, Clase A
Selector	de C50c, Clase A
audio/intercomunicación:	-15° C - +55°C
Rango de temperatura:	-55° C - +85°C
De funcionamiento:	50.000 pies en un área no comprimida
Almacenamiento:	de la cabina la cabina del piloto.
Altitud:	1.5 lb. (0.54 kg)
Peso (Con bastidor y conectores):	11 - 33 VDC
Tensión:	2.5Amp (Protección externa por un interruptor de 3 amperios disyuntor.)
	350 mA
	1.5 A

Nota. En la siguiente tabla se ha recopilado información acerca de las características físicas de operación del KM28. Tomado de (CAPELO, 30 julio 2021).

Figura 7.

Dimensiones generales vista general y superior KMA 28.



Nota. En la figura 7, se indica las dimensiones del equipo KMA 28 en vista superior e inferior. Tomado de (CAPELO, 30 julio 2021).

2.7 Mantenimiento periódico del Banco de Prueba:

2.7.1 Mantenimiento de equipos

No se requieren trabajos de mantenimiento programadas en el sistema de la serie GARMIN G500H.

2.7.2 Limpieza

El banco y los equipos que lo componen se pueden limpiar con una tela de algodón suave humedecido con agua limpia. No utilizar ningún producto químico y tener cuidado de no rayar la superficie de las pantallas que conforman el banco.

Capítulo III

3. Desarrollo del tema propuesto

3.1 Preliminares

En el presente proyecto de titulación se desarrollará un trabajo que cubra con las necesidades del CEMAE perteneciente a La Brigada de Aviación del Ejército N°15 “PAQUISHA”, que permitirá obtener un instrumento para la comprobación de los sistemas de comunicación y navegación GARMIN G500H de las aeronaves modernizadas, mediante el manejo de un banco de prueba, mismo que se aprovechará para cubrir con los compromisos de mantenimiento.

En el presente capítulo se detalla paso a paso la implementación del banco de prueba para el sistema aplicable a helicópteros, utilizando como principal recurso, datos técnicos de aeronaves modernizadas que requieren una práctica comprobación de sus equipos.

Para la implementación del banco se tuvo en cuenta la información requerida por parte del personal del Taller de Aviónica con los datos técnicos de cada helicóptero.

Al ser un sistema de campo se realiza varios ensayos de funcionamiento y calibración de las unidades, hasta cumplir con las exigencias necesarias para el óptimo funcionamiento del banco.

3.2 Levantamiento de información

3.2.1 Aprobación y ámbito legal

El presente trabajo tuvo el presente respaldo de las autoridades de la sección de Aviónica y comandante general del Centro de Mantenimiento de la Aviación del Ejército (CEMAE) que mediante un certificado se aprobó el proyecto: **Implementación de un banco de prueba para el sistema GARMIN G500H aplicable a helicópteros M.I., SUPER PUMA y FENNEC de la brigada de aviación del ejército N° 15 “Paquisha”** y por lo tanto tiene la aceptación para su ejecución la misma.

3.2.2 Lista del desarrollo de construcción

En el proceso de desarrollo se realizó un cronograma de actividades tomando en cuenta los siguientes puntos:

- Filosofía de diseño
- Análisis estructural del banco de pruebas
- Modelo del panel
- Estructura de instalación eléctrica de los equipos
- Diseño de diagrama de bloques.
- Diseño de diagramas de conexión.
- Procedimientos de ensamblaje de la estructura del banco de pruebas.
- Conexión del cableado de los componentes eléctricos.
- Pruebas de continuidad eléctrica.
- Pruebas de funcionamiento.

3.3 Filosofía de Diseño

El presente banco de pruebas sustenta la alteración mayor de aviónica desde el punto de vista estructural, enfocando el análisis a las estructuras de soporte y/o refuerzos requeridos en la instalación de los distintos equipos que conforman la modernización antes descrita.

El diseño y análisis de los elementos estructurales de esta actualización parte fundamentalmente de los principios cobijados bajo los requerimientos civiles para los helicópteros categorizados bajo las normas de aeronavegabilidad de cada equipo del sistema GARMIN G500H en acuerdo a las dimensiones de cada uno.

De tal manera, que cada uno de los diseños estructurales presentes en esta sección se encuentran diseñados para que posean una resistencia adecuada, logrando deformaciones mínimas que no comprometan la integridad bajo las cargas impuestas durante la operación normal hasta el nivel de cargas últimas.

Todas las alteraciones, cortes y/o refuerzos estructurales adicionales se encuentran relacionados en los planos detallados abajo descrito. En el **Anexo A** se describe los materiales de la estructura ya mencionada.

3.4 Análisis estructural del banco de pruebas

Dada la complejidad de armar una nueva estructura, se propuso el diseño de reutilizar un panel de helicóptero que le permita flexibilidad, calidad y limpieza en la instalación de los equipos. Igualmente, ese diseño contempla un panel entero que le permita mayor rigidez y una visión fresca para los técnicos del taller de Aviónica, permitiendo reducir la carga de trabajo.

Nota. En la figura 8, se muestra a través de un dibujo en 2D, la estructura que formo parte del banco de pruebas.

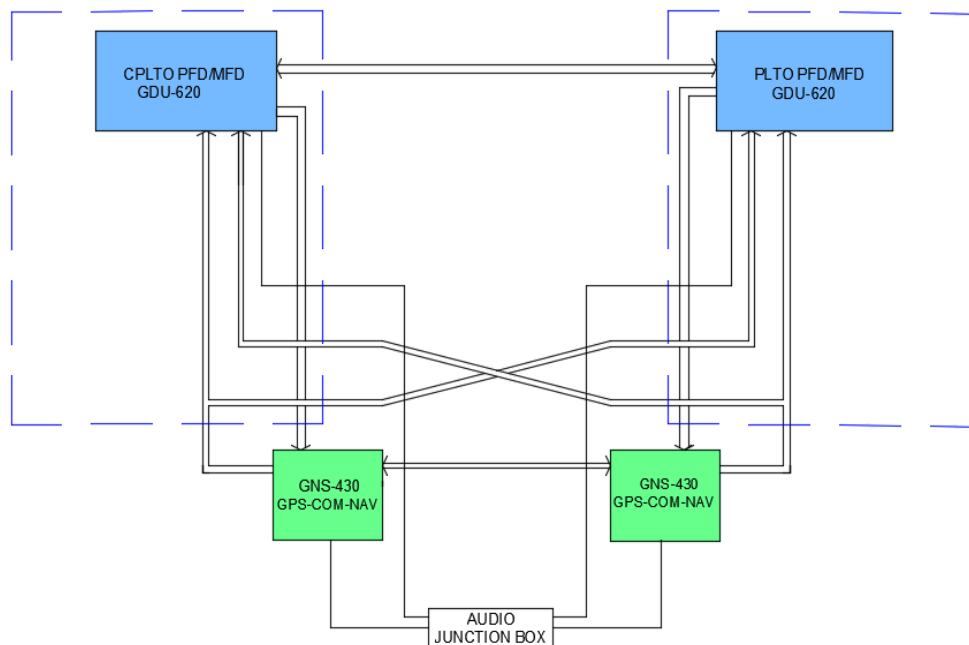
3.6 Estructura guía de los equipos

3.6.2 Diagrama de bloques del sistema

En la figura 9, se presenta un esquema general de los distintos equipos a instalar y la interconexión entre ellos del banco de pruebas.

Figura 9.

Diagrama de bloques del sistema



Nota. En la figura 9, se ha recopilado información general a través de un diagrama de bloques de los equipos que forman parte del banco de pruebas.

3.7 Estructura de los equipos

Para favorecer la instalación del sistema eléctrico se evaluaron los siguientes aspectos:

3.7.1 Estructura Metálica

- Para ubicar los equipos se efectuó el acoplamiento de nuevas láminas en la estructura de los equipos a ser reutilizados para el banco de pruebas, se empleó placas de aluminio cubriendo las aberturas que no se deseaba como se muestra en la figura 25.

Figura 10.

Estructura metálica del banco de pruebas

Nota. En la figura 10, se indica la estructura de un panel de un helicóptero que fue reutilizado para el banco de prueba.

- El ensamblaje consistió en ubicar las láminas de aluminio con perforaciones de las mismas, tomando en cuenta las dimensiones de los equipos, como se aprecia en la figura 26.

Figura 11.

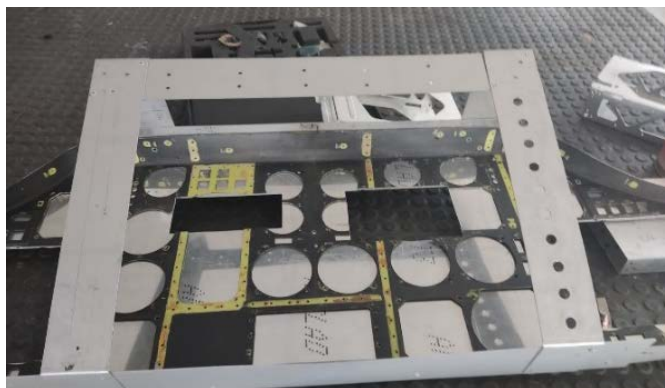
Ensamblaje de láminas de aluminio

Nota. En la figura 11, se muestra la estructura del banco de pruebas para pantallas GARMIN con láminas de aluminio.

- El armazón fue fijado mediante tornillos, la cual permitió acceder a una estructura sólida y fija para el ensamblaje las láminas de aluminio en el banco de prueba.

Figura 12.

Ensamblaje de láminas de aluminio.



Nota. En la siguiente imagen se muestra el ensamblaje de las láminas de aluminio en la estructura.

3.7.2 Pintura

En referencia a algunos compartimientos de las aeronaves, y a petición del personal militar técnico de la sección de aviónica se determinó pintar el banco de pruebas de color gris, quedando la estructura en óptimas condiciones para su posterior acoplamiento de los equipos; de igual forma, se dispuso una consola móvil de soporte.

Figura 13.

Estructura final del banco de pruebas



Nota. En la figura 13, se muestra el resultado final de la estructura y mesa de apoyo.

Figura 14.

Estructura final con pintura

Nota. En la siguiente imagen se muestra el resultado final de la estructura pintada con color plateado mate para simular al panel de control del helicóptero Súper Puma.

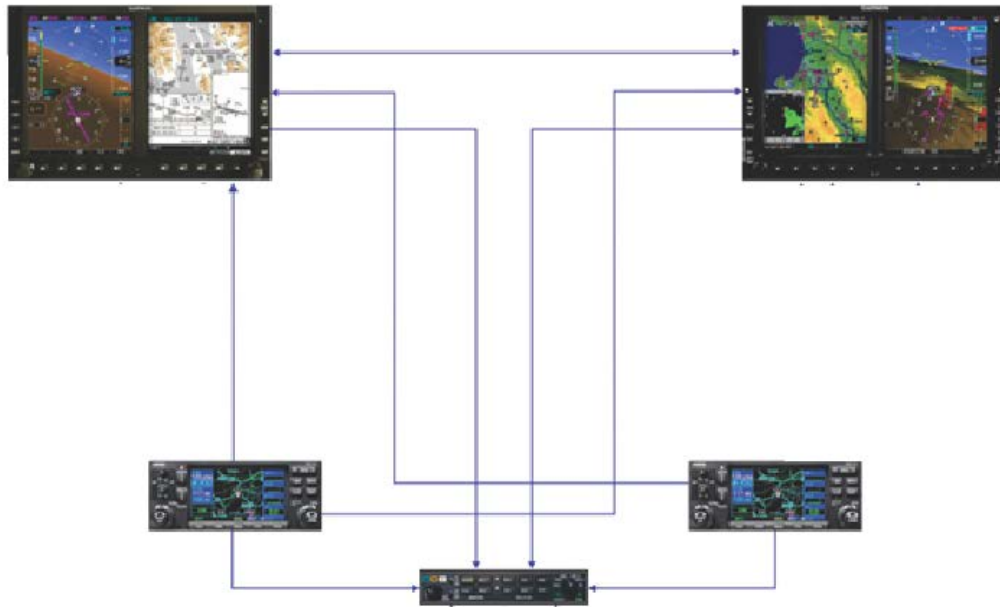
3.8 Diseño de diagramas de conexión

3.8.1 Diagrama de conexión física

A continuación, se muestra en un esquema los equipos que conformaron el banco de prueba.

Figura 15.

Diagrama de conexión de los equipos físicos



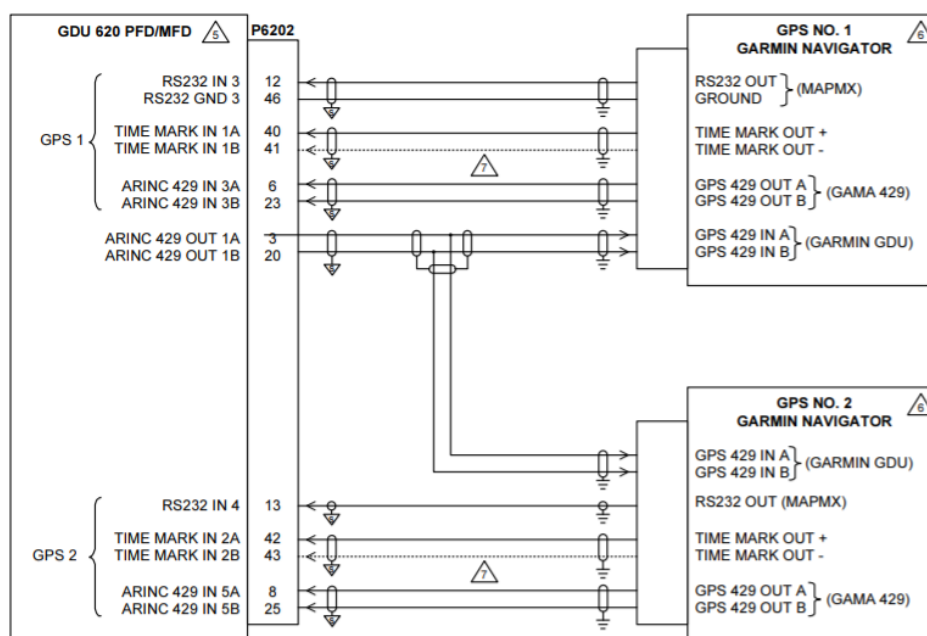
Nota. En la figura 16, se muestra la conexión física que se llevó a cabo para los equipos de forma física en intercomunicación como simulador de panel de control de un helicóptero.

3.9 Interconexión Single GDU

Se realizó la conexión eléctrica para la comunicación entre las pantallas principales de piloto y copiloto con la guía del manual de instalaciones, que se indican en la siguiente imagen.

Figura 16.

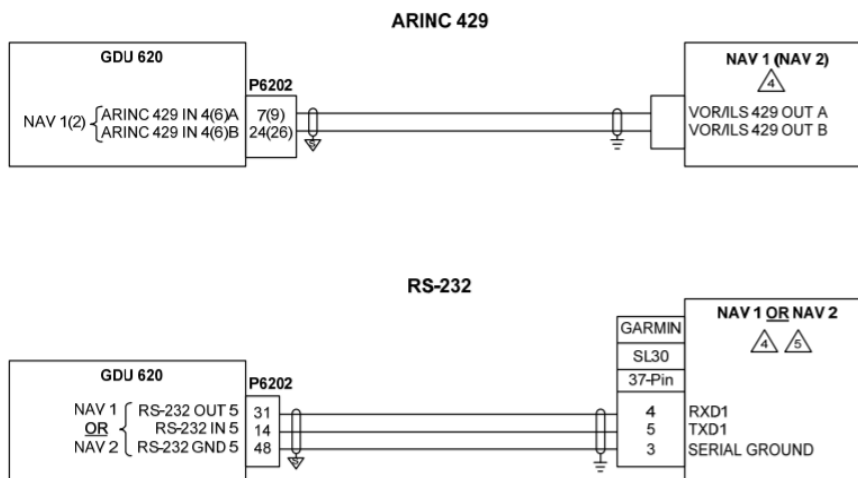
Intercomunicación pantallas GDU 620 y Navegadores



Nota. En la imagen se muestra la interconexión entre las pantallas GDU en los dos navegadores 1 y 2. Tomado de (GARMIN, 2021).

Figura 17.

Interconexión de pantallas GDU con navegadores



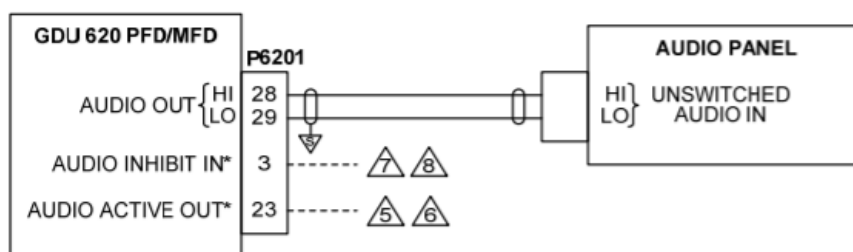
Nota. En la imagen se muestra la interconexión entre las pantallas GDU en los dos navegadores 1 y 2. Tomado de (GARMIN, 2021).

3.10 Interconexión de sistemas P6201

Se estableció la conexión del sistema de audio con las pantallas principales en los pines que se muestran en la siguiente figura.

Figura 18.

Intercomunicación pantallas GDU y el panel de audio



Nota. En la imagen se muestra la interconexión entre las pantallas GDU 620 y el sistema de panel de audio. Tomado de (GARMIN, 2021).

3.11 Interconexión de sistemas P6201

Para los esquemas eléctricos de los dispositivos, en el dispositivo GDU 620 (J6201), se determinaron los pines de acuerdo al manual de instalaciones.

Tabla 5.

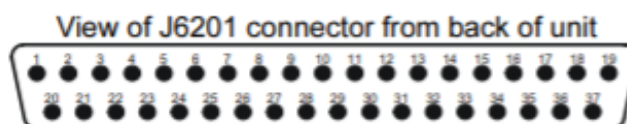
Interconexión de pines P6201

PIN	PIN NAME	I/O
30	ETHERNET IN 2A	IN
31	ETHERNET IN 2B	IN
32	ETHERNET OUT 2A	OUT
33	ETHERNET OUT 2B	OUT

Nota. En la siguiente tabla se indica los pines de interconexión de sistemas que realizaran la comunicación entre las pantallas.

Figura 19.

Pines de interconexión GDU 6201



Nota. En la siguiente tabla se indica los pines de interconexión de sistemas que realizaran la comunicación entre la pantalla del piloto y copiloto.

3.12 Interconexión de sistemas P6202

Para los esquemas eléctricos de los dispositivos, en el dispositivo GDU 620 (J6202), se determinaron los pines de acuerdo al manual de instalaciones.

Tabla 6.

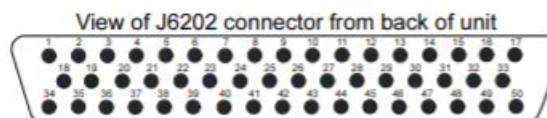
Interconexión de pines P6202

PIN	PIN NAME	I/O
18	AIRCRAFT POWER	IN
19	AIRCRAFT GROUND	--
6	ARINC 429 IN 3A	IN
24	ARINC 429 IN 4B	IN
25	ARINC 429 IN 5B	IN
26	ARINC 429 IN 6B	IN

Nota. En la siguiente tabla se indica los pines de interconexión de sistemas que realizaran la comunicación entre las pantallas.

Figura 20.

Pines de interconexión GDU 6202



Nota. En la siguiente tabla se indica los pines de interconexión de sistemas que realizaran la comunicación entre la pantalla del piloto y copiloto.

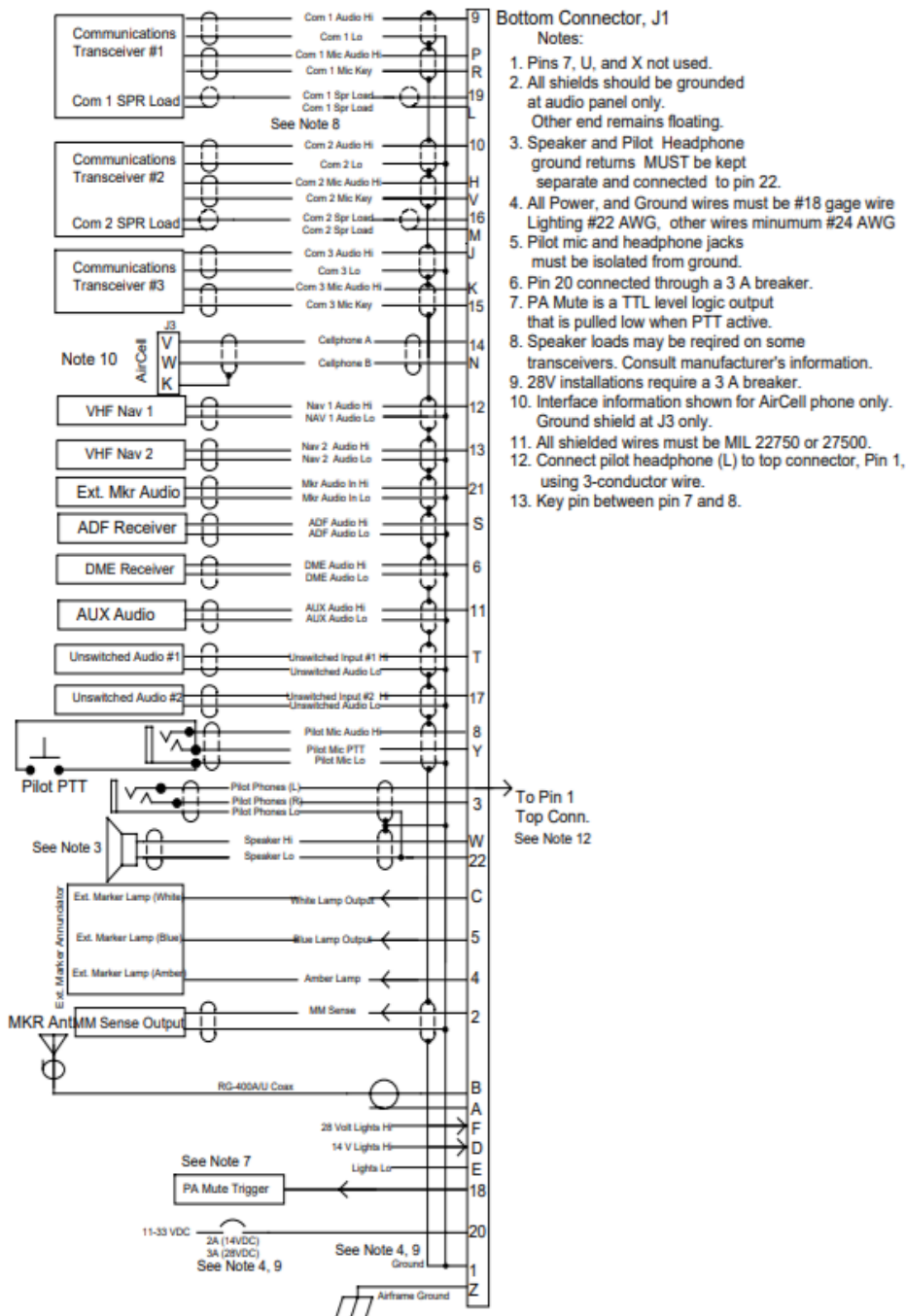
3.13 Instalación de la conexión eléctrica en la estructura.

Para los esquemas eléctricos de los dispositivos, se utilizó el software AutoCAD fundamentados en diagramas existentes en los manuales de los equipos GARMIN 500H.

- A continuación, en la figura 21, se pudo observar la implementación del sistema de audio KMA 28 en relación a la comunicación y navegación GNS 430 AW, los mismos que tienen una protección de 3A, además de tener uniones de tierra en una regleta y mismo que se comunica mediante protocolo serie, es decir, transmite datos a los pines de forma secuencial, circuito de protección de 2A, el mismo que se muestra a continuación en la figura 21.

Figura 21.

Comunicación KMA 28



Nota. En la siguiente imagen se muestra el circuito de conexiones para el dispositivo KMA 28 en comunicación con el GNS 430 AW.

3.14 Instalación de Componentes Eléctricos

3.14.1 Instalación de conectores para los sistemas de navegación GNS 430 W

- En la instalación de los dispositivos fue necesario la obtención de la placa de conexión de los GNS 430.
- Se colocó los periféricos de los cables con los cables guiados para cada pin y para ser instalados en la placa de conexión de las pantallas GNS 430 W.
- A continuación se verificó la lista de funciones de cada punto de conexión ya mencionados en anteriores pasos.

Figura 22.

Periféricos de interconexión primer GNS 430W

Nota. En la siguiente imagen se muestra las conexiones con periféricos del primer GNS 430 AW guiados según el manual de instalaciones.

- En la figura 22 se muestra el conector 4002 con la distribución numérica de pines y la lista de funciones de cada punto de conexión como se indicó en la anterior placa de conexión.

Figura 23.

Periféricos de interconexión del segundo GNS 430 AW

Nota. En la siguiente imagen se muestra las conexiones con periféricos del segundo GNS 430 AW guiados según el manual de instalaciones.

3.15 Integración de conectores pantallas GDU

Se realizó la integración de los periféricos con los cables de las pantallas GDU 620 en comunicación con los demás equipos que según la guía se envió a tierra y GND.

Figura 24.

Periféricos de interconexión de las pantallas GDU 620

Nota. En la siguiente imagen se muestra las conexiones con periféricos que compartía cada pantalla GDU 620.

3.16 Instalación periféricos KMA 28

Se integró los cables de conexión con el conector J1 al sistema de audio.

- Se procedió a instalar un interruptor principal que permita encender el equipo, además de cumplir la función de proteger el sistema, adicional se comprobó los conectores para las tomas de 28VCD como se observa en la figura 33.

Figura 25.

Instalación de protecciones para el equipo KMA 28.

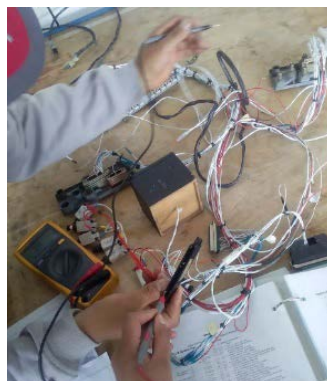
Nota. En la siguiente imagen se muestra la instalación del periférico al equipo KMA 28 con su respectiva protección – interruptor.

3.17 Pruebas de Continuidad en la intercomunicación

Se realizó pruebas de continuidad mediante un comprobador (multímetro) para verificar la comunicación que existía entre los equipos ya mencionados anteriormente con guía de los manuales de instalación y adicional los planos diseñados se comprobó con el Valor visualizado $\approx 0\Omega$ (Presencia de señal audible).

Figura 26.

Medición de continuidad con comprobador



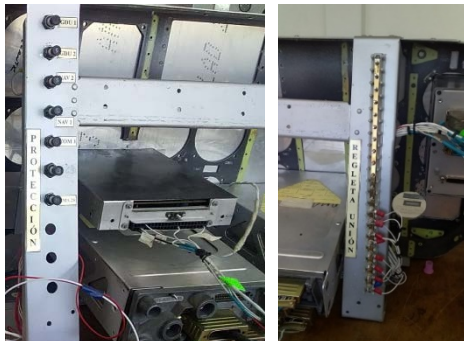
Nota. La imagen muestra la medición realizada a los circuitos de intercomunicación y navegación mediante continuidad y con la guía de pines del manual de instalación de los equipos.

3.18 Ubicación de señalización

- Se ubicó la respectiva señalización para reconocer los puntos de conexión eléctrica como interruptores, o una breve descripción de su función.

Figura 27.

Señalización de protección y regleta de unión



Nota. La imagen muestra la señalización de varias de las conexiones que se realizó para identificar su función dentro del banco de pruebas.

3.19 Montaje de Equipos en el banco de pruebas

Se realizó el montaje de los equipos en la estructura ya mencionada anteriormente, verificando las dimensiones de los equipos que van a instalar dentro de las carcasas y con ayuda de una herramienta hexagonal se retiró el seguro tal y como se muestra en la siguiente figura a continuación.

Figura 28.

Montaje de equipos GARMIN G500H

Nota. La imagen muestra el montaje de equipos en el banco de pruebas con su respectiva señalización de acuerdo a los diagramas de bloques y sistema físico.

3.20 Prueba de funcionamiento

- Para el encendido del banco de pruebas se debe tener en cuenta el manual de operación, mantenimiento y seguridad para reducir riesgos de daños leves o graves que afecten el funcionamiento correcto.
- El banco de pruebas se colocó en una mesa móvil en el Taller de Avionica perteneciente a la Brigada de Aviacion del Ejercito N° 15 “Paquisha”, su uso se puede llevar a cabo en muchos aspectos como la actualización de programación de las pantallas.

Figura 29.

Banco de pruebas concluido

Nota. La imagen muestra el proceso final del proyecto como banco de pruebas para realizar comunicación entre equipos o actualizaciones.

3.21 Manual de operación, mantenimiento y seguridad

- En el encendido del banco de pruebas se dio cumplimiento al manual de operación, mantenimiento y seguridad como breve resumen se detalla a continuación:
- Se procedió al encendido de la fuente de alimentación, verificando que la salida sea un voltaje menor o exacto a 28 VCD.

Figura 30.

Fuente de Voltaje 28v



Nota. La imagen muestra el voltaje correcto que debe ingresar al banco de pruebas para evitar daños en los equipos.

3.22 Configuración pantallas GNS 430W

- Seguido se procedió a encender todos los interruptores del banco de pruebas, el cual permite que la barra de negativos y positivos sean alimentados correctamente y se enciendan todos los equipos.
- Una vez encendido todos los equipos mostramos la configuración así que empezamos con la configuración de las pantallas GNS 430 AW, siguiendo el manual de instalaciones del mismo equipo.

Figura 31.

Actualización del sistema GNS 430 AW



Nota. La imagen muestra el proceso de inicio para la programación y actualización de las pantallas GNS 430 AW.

3.22.1 Configuración ARINC 429

- Con la alimentación del rack de aviación y la unidad de la serie 400W apagada, mantenga pulsada la tecla ENT y encienda la unidad. Suelte la tecla ENT cuando se active la pantalla. Después de las páginas de autocomprobación de la base de datos y del panel de instrumentos, la primera página es la de la base de datos.
- Después de las páginas de Autocomprobación del Panel de Instrumentos, la primera página que se muestra es la página de CONFIG ARINC 429 PRINCIPAL. Mientras
- Mientras se encuentra en el Modo de Configuración, las páginas pueden seleccionarse asegurándose de que el cursor esté apagado y girando el pequeño botón derecho.
- Para cambiar los datos de la página de configuración mostrada, pulse el botón pequeño derecho (CRSR) para activar el cursor. Gire el mando grande derecho para cambiar entre los campos de datos. Gire el mando pequeño derecho para cambiar un campo sobre el que está el cursor. Una vez realizada la selección deseada, pulse la tecla ENT para aceptar la entrada.
- Las páginas de configuración descritas en las siguientes secciones están en el orden en que se encuentran al girar el mando pequeño derecho en el sentido de las agujas del reloj, empezando por la página MAIN ARINC 429 CONFIG.

Figura 32.

Configuración de ARINC 429



Nota. La imagen muestra el proceso para la programación y actualización de las pantallas GNS 430 AW.

3.22.2 Configuración RS-232

Seleccione la página de configuración principal de RS-232, Cambie las entradas y/o salidas RS-232 seleccionables para para que coincidan con las del equipo instalado.

Figura 33.

Configuración de entradas y salidas RS-232



Nota. La imagen muestra el proceso de configuración de MAIN RS-232 que cambia las entradas y salidas.

Capítulo V

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

- El objetivo principal de este trabajo de titulación fue para facilitar el proceso de comprobación y operación del sistema GARMIN para el servicio militar de técnicos que forma parte de CEMAЕ (Centro Especializado en Mantenimiento Aéreo del Ejército).
- Por lo tanto, el aporte principal de este trabajo de titulación consiste en la implementación de un banco de prueba que permita realizar configuraciones de datos o comprobación de los equipos que conforman el banco.
- En este trabajo de titulación se demuestra la efectividad del banco de pruebas funcional y practico debido a la mesa móvil que se apoya y se puede redirigir a los hangares u otros lugares.
- Lo expuesto anteriormente permite influir en un nuevo mundo de oportunidades de modernización a aeronaves fuera de combate y así economizar gastos en equipos o piezas antiguas.
- Adicional se requiere del banco de pruebas para la reparación, mantenimiento de los componentes y periféricos que comprenden el GARMIN G500H, GARMIN GNS 430, KMA 28.
- Este trabajo de titulación es necesario para la comprobación de antenas y líneas de radio frecuencia del sistema de navegación GNS 430 AW y KMA 28.
- Dentro de los objetivos más relevantes es el desarrollo de banco de pruebas para sistemas modernos de comunicación y navegación que requieren de

actualizaciones o configuraciones mensuales, que necesita de comprobaciones por más tiempo y los helicópteros no están aptos para realizar las pruebas necesarias.

- El resultado de este trabajo de titulación es, por tanto, muy útil y necesario para el progreso de sistemas modernos como el GARMIN G500H, que requieren de configuraciones o mantenimientos continuos para controlar fallos en las pantallas, por lo tanto, se consideró la simulación de un panel para reconocer las partes o guías a través de manuales de instalación.

4.2 Recomendaciones

- El sistema está diseñado para trabajar ininterrumpidamente, sin embargo, se recomienda realizar pruebas de funcionamiento y verificación del estado de la batería por lo menos cada mes o así lo requiera el encargado de cada aeronave y es necesario mantenerlo en lugares seguros.
- El sistema de banco de pruebas está diseñado para sistemas modernos de aeronaves, por lo tanto, requiere de mantenimiento preventivo mensual para evitar suciedad.
- A los técnicos del CEMAE, se recomienda seguir los pasos dados en el manual de seguridad, tomar las medidas de preventivas necesarias y precaución para realizar maniobras en el banco de pruebas.

Abreviaturas

- **AC:** Advisory Circulars.
- **AC 23.1311-1B:** Esta circular de asesoramiento (CA) establece un medio aceptable de verificar el cumplimiento del Título 14 del Código de Regulaciones Federales (14 CFR) parte 23 para la instalación de pantallas electrónicas en parte 23 aviones.
- **ADC:** *Air Data Computer* – Computador de Datos Aéreos. Equipo de abordo que toma señales de presión estática y dinámica, así como información de la temperatura del aire para calcular la velocidad, la altura, velocidad vertical y densidad del aire entre otros de los parámetros aerodinámicos que rigen el vuelo de una aeronave.
- **ADI:** *Attitude Director Indicator* – Su función básica es la indicación de roll y pitch del avión con relación al horizonte natural.
- **ADF:** Buscador automático de señales direccionales de radio. (Automatic Direction Finder)
- **AGL:** *Above Ground Level*.
- **AML:** Guía de aprobación para lista y modelo (para aeronaves).
- **AHRS:** *Attitude/ Heading Reference System* – Sistema que mide la posición del avión con respecto a sus tres ejes de operación.
- **AM:** Amplitud modulada (AM) o modulación de amplitud es un tipo de modulación lineal que consiste en hacer variar la amplitud de la onda portadora de forma que esta cambie de acuerdo con las variaciones de nivel de la señal moduladora, que es la información que se va a transmitir.

- **ARINC:** es el bus de datos predominante en aviónica y define las interfaces físicas y eléctricas para una comunicación unidireccional, además de un protocolo de datos para dar soporte a una red local aviónica en un avión.
- **ASTM:** Sociedad Americana de Pruebas y Materiales.
- **CG:** Centro de gravedad de una superficie o elemento.
- **dB:** es la unidad relativa empleada en acústica, electricidad, telecomunicaciones y otras especialidades para expresar la relación entre dos magnitudes: la magnitud que se estudia y una magnitud de referencia.
- **EGT:** Temperatura de los Gases de Escape.
- **EUROCAE ED-22B:** Norma europea para receptores VOR
- **FAA:** Federal Aviation Administration.
- **FAR:** Federal Aviation regulations.
- **G-500:** es un sistema y consta de estos equipos GDU 620, GRS 77, GMU 44 y GDC 74 A
- **GDU 620:** *Garmin Display Unit*- Consta de dos pantallas las cuales muestran información primaria de vuelo, información de navegación, el plan de vuelo información, tráfico, clima y terreno.
- **GI106A:** Course Deviation indicator.
- **GND:** Tierra.
- **GPS/SBAS:** *Satellite Based Augmentation System* (Sistema de Aumentación Basado en Satélites), es un sistema de corrección de las señales que los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS) transmiten al receptor GPS del usuario.
- **HEADING:** Rumbo.
- **Hi:** Identificación de línea con voltaje de potencia.

- **HSI:** Horizontal Situation Indicator
- **IFR:** Reglas de Vuelo por Instrumentos (más conocidas por las siglas en inglés, IFR -Instrumental Flight Rules) son el conjunto de normas y procedimientos recogidos en el Reglamento de Circulación Aérea que regulan el vuelo de aeronaves
- **ILS:** *Instrument Landing System* – Sistema que proporciona una orientación lateral, de largo curso y vertical para intentar un aterrizaje de aeronaves.
- **LOC:** *Localizer* – Componente de un sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS), y proporciona una guía central de la pista a las aeronaves.
- **LOW:** Bajo.
- **MFD:** Multifuncional Flight Display
- aeronáutico.
- **mW:** Megavatio. Es una unidad de potencia y equivale a un millón de vatios.
- **NAV:** Navegación.
- **OAT:** *Outside Air Temperature*
- **PFD:** Primary Flight Display
- **RMI:** Indicador Radio magnético.
- **RTCA DO-196:** norma que aplica exclusivamente para productos NVG.
- **STC:** Supplemental Type Certificate.
- **TAWS:** Terrain Awareness and Warning System.
- **TCAS:** *Traffic Alert Collision Avoidance System* – Sistema transponder que se comunica con otras aeronaves y determina su altitud, velocidad, velocidad vertical, distancia y el rumbo.
- **TIS:** Sistema de información de tráfico aéreo.

- **TOT:** Temperature outside the site.
- **TSO:** Orden Técnica Estándar.
- **UHF:** *Ultra High Frequency*, 'frecuencia ultra alta') es una banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 300 MHz. a 3 GHz.
- **VHF:** VHF (*Very High Frequency*) es la banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 30 MHz a 300 MHz.
- **VOR:** Radiofaro Omnidireccional de muy alta frecuencia (Very High Frequency Omnidirectional Station).

Glosario

A

- **Aeronave:** Es toda máquina que puede desplazarse en la atmosfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.
- **Altímetro:** Es un instrumento de medición que indica la diferencia de altitud entre el punto donde se encuentra localizado y el punto de referencia.
- **Anemómetro:** Aparato meteorológico que se usa para la predicción del tiempo y específicamente, para medir la velocidad del viento.
- **Alteración mayor:** Alteración o modificación registrada en las especificaciones de la aeronave

B

- **Banco de pruebas:** una plataforma para la experimentación de proyectos de gran desarrollo, brindan una forma de comprobación rigurosa, transparente y

repetible de teorías científicas, elementos computacionales y otras nuevas tecnologías o que se adapten al avance de las mismas.

C

- **Colisión:** Se utiliza para hacer referencia a una situación en la cual dos o más objetos, cuerpos, entre otros, chocan de manera violenta por encontrarse en el mismo camino
- **CABINA:** Parte de la aeronave destinada a acomodar a la tripulación de vuelo, donde esta ejerce sus funciones.

D

- **Dato técnico:** Documento que es realizado para sustentar una alteración o reparación mayor de una aeronave.

E

- **Ensamblar:** Se aplica a piezas o componentes de una estructura que se van encajando unas con otras, teniendo una de ellas una parte saliente que se introduce en la otra que posee una hendidura.
- **Espectro radio eléctrico:** Se denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas.

H

- **Helicóptero:** Que sostiene por una hélice de gran diámetro, que actúa como un ala y se acciona por un motor.

I

- **Infraestructura:** Se denomina así aquella realización humana diseñada y dirigida por profesionales de Arquitectura, Ingeniería Civil, Urbanista que sirven de soporte para el desarrollo de otras actividades.
- **Instrumentos de vuelo:** Se denomina instrumentos de vuelo al conjunto de mecanismos que equipan y permiten al piloto una operación de vuelo en condiciones seguras.
- **Intercomunicador:** Puede definirse como un sistema independiente de comunicación electrónica destinado a un dialogo limitado o privado.

L

- **Longitud:** Dimensión de una línea o de un cuerpo considerando su extensión en línea recta.

M

- **Mantenimiento:** Todas las acciones que tienen como objetivo preservar un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida.
- **Misión:** Trabajo, función o encargo que una persona debe cumplir.

O

- **Operatividad:** Capacidad para funcionar o estar en activo.

P

- **Propulsión:** Es la fuerza que empuja, da impulso hacia adelante o conduce un objeto hacia adelante.

S

- **Satélite:** Es un objeto en el espacio que orbita o da vueltas alrededor de un objeto más grande.
- **Senda de planeo:** Perfil de descenso determinado para guía vertical durante una aproximación final.

T

- **Transceptores:** Es un dispositivo que cuenta con un transmisor y un receptor que comparten parte de la circuitería o se encuentra dentro de la misma caja.

U

- **Ultraligero:** Avión de un peso máximo limitado, de chasis tubular, con alas recubiertas de tela o bien de material compuesto, que puede ser de dos o tres ejes de mando.

V

- **Voltímetro:** Es un instrumento que sirve para medir la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito eléctrico.

Bibliografía

CAPELO, H. N. (30 julio 2021). *DATO TÉCNICO AI-114-07AS332B MODERNIZACIÓN EN AVIÓNICA HELICÓPTERO SUPER PUMA AS332B E465 S/N 2105*. AVIOINGENIERIA.

Ejército Ecuatoriano. (12 de junio de 2021). Obtenido de <https://ejercitoecuadoriano.mil.ec/institucion/fftt/sistema-de-armas/aviacion-del-ejercito>

GARMIN. (12 de junio de 2021). Obtenido de https://static.garmin.com/pumac/2597_GDU620InstallationManual.pdf

GARMIN. (15 de junio de 2021). Obtenido de <https://buy.garmin.com/en-US/US/p/72797>

GI 102A/106A INSTALLATION MANUAL. (05 de agosto de 2021). Obtenido de http://www.aeroelectric.com/Installation_Data/Garmin/GI102-106_IM.pdf

Honeywell. (2 agosto 2021). *Installation and Operation Manual*. Kansas. Obtenido de http://www.peter2000.co.uk/aviation/tas605/kmd550-im-rev12-006-10608-0012_12.pdf

SERIE 400W MANUAL DE INSTALACIÓN GPS 400W, GNC 420W/420AW Y GNS 430/430AW. (20 de junio de 2021). Obtenido de http://static.garmin.com/pumac/GNS430W_InstallationManual_190-00356-02_.pdf

TAIPE, D. (3 de junio de 2021). *COMPROBACIÓN DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN Y NAVEGACIÓN GARMIN GNS 430 AW DE LAS*

AERONAVES DE ALA FIJA Y ROTATORIA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA, PERTENECIENTES A LA BRIGADA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO 15-BAE "PAQUISHA". LATACUNGA, COTOPAXI, ECUADOR.

Toapanta, J. (10 de julio de 2021). INVESTIGACIÓN SOBRE NUEVOS SISTEMAS CNS/ATM) Y SU APLICACIÓN EN LA AVIACIÓN COMERCIAL DEL PAÍS. LATACUNGA, COTOPAXI, ECUADOR.