



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

**MONOGRAFÍA PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN
& AVIÓNICA**

**TEMA: 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"**

AUTOR: TAPE ALCARRAZ, DIEGO FERNANDO

DIRECTOR: TLGO. INCA YAJAMÍN, GABRIEL SEBASTIAN

LATACUNGA

2020



DEPARTAMENTO ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, ***“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 EJERCITO 15-BAE “PAQUISHA”*** fue realizado por el señor **Taipe Alcarraz, Diego Fernando**, ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 04 febrero de 2020

TLGO. INCA YAJAMÍN, GABRIEL SEBASTIÁN

C.C.:1722580329



DEPARTAMENTO ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Taipe Alcarraz, Diego Fernando** declaro que el contenido, ideas y criterios de esta monografía: **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 EJERCITO 15-BAE “PAQUISHA”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 04 febrero de 2020



TAIPE ALCARRAZ, DIEGO FERNANDO
C.C.:0502978869



DEPARTAMENTO ELÉCTRICA Y COMPUTACIÓN

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Taípe Alcarraz, Diego Fernando** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía : **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 EJERCITO 15-BAE “PAQUISHA”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 04 febrero de 2020

TAIPE ALCARRAZ, DIEGO FERNANDO

C.C.:0502978869

DEDICATORIA

El presente trabajo de graduación inicialmente quiero dedicarle a Dios por darme la oportunidad de concluir con esta carrera, fortalece mi corazón e iluminar mi mente y por haberme permitido llegar hasta este punto y bendecirme con salud para lograr mis objetivos.

A mi madre Celia Taipe quien ha hecho de mí una persona de bien, quien con su amor incondicional ha sido un pilar fundamental para culminar mi carrera, su arduo trabajo y sus consejos a permitido que me mantenga firme siempre en las decisiones, metas y objetivos que me he trazado hasta estas instancias de mi vida.

A mi familia quienes de una u otra forman han estado pendientes de mis pasos, mis logros y objetivos alcanzados.

TAIPE ALCARRAZ, DIEGO FERNANDO

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mis sentimientos de gratitud a Dios por bendecirnos con lo más valioso que es la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia y ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A mi madre Celia Taipe quien ha sido un modelo de inspiración para que siga adelante por haberme apoyado en esos momentos de tristezas, debilidades y a ver sido parte de mis logros alcanzados, ha sabido guiarme y formarme con destrezas y valores para ser un gran ente positivo para la sociedad.

A mis profesores y maestros quienes me han impartido sus conocimientos, en las aulas de la gran majestuosa Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE que con responsabilidad y ética profesional han sabido impartir sus conocimientos de forma desinteresada.

A mi tutor de tesis Tlgo. Inca Gabriel, que con su ejemplo de profesionalismo y trabajo incansable me ha compartido e instruido sus conocimientos, sembrando en mi esperanza de verme grande y triunfador en la vida

TAIPE ALCARRAZ, DIEGO FERNANDO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÀTULA

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv

CAPÍTULO I

TEMA

1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Planteamiento del problema	3
1.3	Justificación	4
1.4	Objetivos.....	5
1.4.1	Objetivo General.....	5
1.4.2	Objetivos Específicos.....	5
1.5	Alcance	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Historia de la creación de la Aviación del Ejército	7
2.1.1	Aeronaves de ala fija y ala rotatoria.....	9
2.2	Historia de la aviónica.....	16
2.2.1	Introducción a los sistemas de comunicación y navegación	17
2.2.2	GNS (Sistema de navegación garmin).....	20
2.3	Antenas de los receptores aerotransportados	21
2.3.1	Antena VOR.....	21
2.3.2	Antena de glide slope (GS).....	22
2.3.3	Antena GPS	23
2.3.4	ILS (Sistema de aterrizaje por instrumentos).....	23
2.3.5	Antena VHF comunicación	24
2.4	Comisión europea y eurocontrol (EGNOS).....	25
2.5	Garmin	27
2.5.1	Series 400W	28
2.5.2	Garmin GNS 430	30
2.5.3	Mantenimiento periódico GNS430A/AW	33
2.6	GI 102A/106A INDICADOR DE DESVIACION DE CURSO (CDI).....	34
2.7	KMA 28 Amplificador de audio/Intercomunicador/receptor de baliza marcadora	36
2.8	KMD 540 MFD (Pantalla multifunción).....	37
2.9	Equipos disponibles en la Brigada de Aviación del Ejército Nº15 “PAQUISHA” (15-BAE “PAQUISHA”)	38

2.10	Banco de pruebas.....	39
2.10.1	Característica del banco de prueba	41

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1	Preliminares.....	43
3.2	Tabla de ponderación para la selección del banco de prueba.....	43
3.3	Estudios de Factibilidad	44
3.3.1	Factor técnico	44
3.3.2	Factor económico	45
3.3.3	Factor legal	45
3.3.4	Levantamiento de datos.....	46
3.3.5	Equipos, herramientas y materiales a emplearse	46
3.3.6	Descripción del banco de pruebas.....	49
3.3.7	Secuencia a seguir para la construcción de un banco de pruebas.....	49
3.4	Orden de trabajo.....	50
3.5	Revisión de planos.....	51
3.6	Procedimientos de ensamblaje de la estructura del banco de pruebas.....	51
3.6.1	Estructura	51
3.6.2	Pintura	53
3.7	Revisión de diagramas de conexión	55
3.8	Instalación de Componentes Eléctricos	57
3.8.1	Instalación conectores GNS 430 AW.....	57

3.8.2	Instalación conector CDI (GI 106A)	59
3.8.3	Instalación conectores KM 28	60
3.9	Pruebas de funcionamiento	61
3.9.1	Continuidad del cableado	62
3.9.2	Señalización del equipo	62
3.9.3	Procedimiento de encendido	65
3.9.4	Lista de Comprobación GNS 430AW	69

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1	Conclusiones	72
4.2	Recomendaciones	73
4.3	Abreviaturas	74
4.4	Glosario	76

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 80

ANEXOS 82

Anexo “A”: Orden de trabajo

Anexo “B”: Dimensiones de los equipos

Anexo “C”: Plano de integración CDI GI106A a GNS 430AW

Anexo “D”: Lista de funciones detalladas conector 4001

Anexo “E”: Lista de funciones detalladas conector 4002

Anexo “F”: Lista de funciones detalladas conector 4006

Anexo “G”: Lista de comprobación recomendada

Anexo “H”: Manual de operación, mantenimiento y seguridad

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Alas fijas	10
Figura 2. Alas rotatorias (autogiro, helicóptero y tilt rotor).	13
Figura 3. Primera prueba de radio de comunicación de voz en 1917.	16
Figura 4. Radiofrecuencias comunes de Aviación.....	19
Figura 5. Descripción de la Comunicación.....	19
Figura 6. Sistema de Actitud y Dirección.	20
Figura 7. GNS.....	21
Figura 8. Antena.	21
Figura 9. Antena Glide Slope.....	22
Figura 10. Antena GPS.....	23
Figura 11. Sistema de aterrizaje por Instrumentos.	24
Figura 12. Antena de comunicaciones VHF Banda ancha.	25
Figura 13. Sistemas de Navegación global.....	27
Figura 14. Delegación Internacional Kansas.	27
Figura 15. Características principales series 400W.....	28
Figura 16. GNS 430 GPS NAV COM.....	30
Figura 17. Indicador de Desviación de Curso.....	35
Figura 18. KMA 28 controles.	36
Figura 19. KMD 540 MFD.....	37
Figura 20. GP-6000 Test Panel.	40
Figura 21. TR-36.....	40
Figura 22. Revisión de plano Banco de Prueba.....	51
Figura 23. Ensamblaje base de los equipos.	52
Figura 24. Perforaciones para alojamientos.	52
Figura 25. Banco de pruebas Ensamblado.....	53

Figura 26. Base de antenas.....	53
Figura 27. Estructura pintada.....	54
Figura 28. Base de antenas Pintada.....	54
Figura 29. Plano de interconexión KMA 28 a GNS 430.....	55
Figura 30. Plano de interconexión GNS430 a KMD 540.....	56
Figura 31. Placa de conexión GNS 430.....	57
Figura 32. Arnés de cables con conectores 4001,4002 y 40006.	57
Figura 33. Conector principal 4001.....	58
Figura 34: Conector principal 4002.....	58
Figura 35: Conector principal 4006.....	59
Figura 36. Arnés de cables con el conector J106A1.....	59
Figura 37. Conector J106A1	59
Figura 38. Arnés de cables, conector J1	60
Figura 39. Vista posterior conectores KMA 28.....	60
Figura 40. Montaje de los arneses de cables a la estructura.....	61
Figura 41: Identificación GNS 430 AW	63
Figura 42. Ubicación del banco y base de antenas.	65
Figura 43. Encendido de la fuente y verificación del voltaje en el banco.....	66
Figura 44. Encendido del banco de pruebas	66
Figura 45. Encendido Amplificador de audio KMA 28.....	67
Figura 46. Encendido Amplificador de audio KMA 28.....	67
Figura 47. Encendido Amplificador de audio KMA 28.....	68
Figura 48. Encendido GI 106A.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Aeronaves de ala Fija pertenecientes a la Brigada de Aviación del Ejército</i>	12
Tabla 2	<i>Aeronaves de ala Rotatoria pertenecientes a la Brigada de Aviación del Ejército</i>	15
Tabla 3	<i>Especificaciones Generales Series 400</i>	29
Tabla 4	<i>Unidades de los GNS 430W/ (AW)</i>	32
Tabla 5	<i>Especificaciones generales GI 106A</i>	35
Tabla 6	<i>Especificaciones generales KMA 28</i>	36
Tabla 7	<i>Especificaciones generales KMD 540</i>	38
Tabla 8	<i>Equipamiento de Aeronaves</i>	38
Tabla 9	<i>Características Principales</i>	41
Tabla 10	<i>Equipos</i>	47
Tabla 11	<i>Herramientas</i>	47
Tabla 12	<i>Materiales</i>	47

RESUMEN

La presente monografía tuvo como propósito fundamental el ensamble de un equipo de comprobación operacional de los sistemas de comunicación y navegación GNS 430AW de las aeronaves de ala fija y ala rotativa pertenecientes a la Brigada de Aviación de Ejercito 15 BAE "PAQUISHA", para que se puedan desarrollar diferentes trabajos de mantenimiento a través de la sección de aviónica del Centro de Mantenimiento Aeronáutico CEMAE-15, los estudios realizados en base a los manuales de Instalación que poseen la sección, sirvieron para la elaboración del presente banco de pruebas, mismo que fue realizado empleando los diferentes materiales que cumplen con las expectativas deseadas para esta presente monografía. El banco de comprobación consta de dos partes fundamentales: la primera se trata de una estructura que servirá como soporte de los equipos integrados y la segunda se trata de una base de antenas, las mismas que permiten receptor las señales a los dispositivos que constituyen el banco de pruebas, de esta manera se logró satisfacer una de las necesidades existentes el Centro de Mantenimiento Aeronáutico CEMAE-15 permitiendo que las prácticas cotidianas de mantenimiento se desarrollen acorde con el avance de la tecnología, ya que permite la comprobación en tierra de los Sistemas de Navegación Garmin GNS 430AW.

PALABRAS CLAVE:

- **AERONAVES - SISTEMAS DE COMUNICACIÓN**
- **AERONAVES - SISTEMAS DE NAVEGACIÓN**
- **SISTEMA DE NAVEGACION GARMIN GNS 430AW**

ABSTRACT

The main purpose of this monograph was the assembly of a team for the operational testing of the GNS 430AW communication and navigation systems of the fixed-wing and rotary-wing aircraft belonging to the Army Aviation Brigade 15 BAE "PAQUISHA", In order to develop different maintenance works through the Avionics Section of the Aeronautical Maintenance Center CEMAE-15, the studies carried out based on the Installation Manuals that the section has, were used to develop this test bench, which was made using the different materials that meet the desired expectations for this monograph. The test bench consists of two fundamental parts: the first is a structure that will serve as a support for the integrated equipment and the second is an antenna base, the same ones that allow the reception of the signals to the devices that constitute the test bench. In this way, it was possible to satisfy one of the existing needs of the Aeronautical Maintenance Center CEMAE-15, allowing the daily maintenance practices to be developed according to the advance of technology, since it allows the ground testing of the Garmin GNS 430AW Navigation Systems.

KEYWORDS

- AIRCRAFT - COMMUNICATION SYSTEMS**
- AIRCRAFT - NAVIGATION SYSTEMS**
- GARMIN GNS 430AW NAVIGATION SYSTEMS**

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

TEMA

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 EJERCITO 15-BAE “PAQUISHA”

1.1 Antecedentes

La Brigada de Aviación del Ejército N°15 “PAQUISHA” (15-BAE “PAQUISHA”), asentada en el cantón Rumiñahui en la Provincia de Pichincha, es una de varias unidades operativas de la Fuerza Terrestre, llega a constituirse como brigada de Aviación del Ejército en el año 1978, creada con el fin de prestar servicios de transporte aéreo y abastecimientos a todas las unidades del Ejército, brindando y desplegando su apoyo a las mismas ubicadas en las distintas regiones del País. (Guerrero, 2016)

Por lo cual, al ser una brigada altamente operativa de la Fuerza Terrestre esta cuenta con sub-unidades, Bases de operación con sus propias aeronaves en las ciudades de Guayaquil, La Shell, Portoviejo y el coca , además del Centro de Mantenimiento de

Aviación del Ejército “CEMAE-15” localizada en la propia Brigada, en cada una de estas unidades se requiere mantener en condiciones operables todas las aeronaves para lo cual, se cuenta con personal altamente capacitado en distintas áreas y especialidades, de la Brigada Aérea para este propósito cuenta con la Escuela Técnica de Aviación del Ejército “ETAE-15”. (Guerrero, 2016)

El Centro de Mantenimiento Aeronáutico “CEMAE-15” perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército es una Unidad Técnica de la Fuerza Terrestre Encargada de Ejecutar trabajos en los diferentes Niveles, Tipos y Modos de Mantenimiento Aeronáutico, su Infraestructura y personal Técnico altamente calificado permite realizar el mantenimiento profundo de los Sistemas de las aeronaves, para la ejecución de mencionada tarea la Unidad cuenta con Talleres debidamente equipados en las siguientes especialidades Estructuras, Palas, Motores, Conjuntos mecánicos, Soldas Aeronáuticas, Laboratorio de baterías, Taller Industrial, Taller de pintura Aeronáutica y Laboratorio de Electrónica.

El laboratorio de electrónica perteneciente a El Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército “ CEMA E-15 “ es el lugar donde se realiza la ejecución de trabajos de Inspección Periódica y Mayores de Aeronaves de Fabricación Francesa además, se repara equipos de Navegación, Comunicación, Generación Eléctrica e Instrumentos de vuelo reparación de Reguladores de Voltaje, Localizadores de Emergencia, Radios de Comunicación VHF 20, reparación de anemómetros, altímetros, variómetros utilizando

los Bancos de Prueba para el chequeo de los diferentes sistemas, cabe recalcar que no existe en su totalidad los bancos de pruebas para la verificación de algunos sistemas como es el de comprobación de los sistemas de Comunicación y Navegación es aquí donde se ve la necesidad de realizar este trabajo de titulación para mencionados equipos.

El objeto del sistema de navegación es posibilitar a la aeronave una navegación precisa mediante la información de posición y guiado durante las diferentes fases del vuelo por otro lado el sistema de comunicaciones permite a los miembros de la tripulación comunicarse entre sí y con los pasajeros, el personal de tierra, otras aeronaves y estaciones de tierra. (AIRBUS MILITARY, 2017)

1.2 Planteamiento del problema

En la actualidad el Taller de Electrónica CEMAE-15 cuenta con los dispositivos y equipos para la verificación de los sistemas de comunicación y navegación de los helicópteros perteneciente a La Brigada de Aviación del Ejército N°15 “PAQUISHA”.

El mencionado taller no dispone de un banco de prueba que permita la comprobación de funcionamiento en tierra de los sistemas de comunicación y navegación GARMIN GNS 430AW el cual serviría de ayuda complementaria para mantener la operatividad de los equipos y aeronaves, al no disponer de este banco de prueba no se puede realizar las comprobaciones de funcionamiento en tierra de los equipos, sistemas mencionados el

cual podría ayudar a identificar de una manera específica donde se producen los fallas y reportes de los mismos.

1.3 Justificación

Gracias al avance de la Tecnología en el todos los ámbitos principalmente en el campo Aeronáutico ha permitido mejorar las capacidades y destrezas del personal técnico mediante capacitaciones y auto preparación que han permitido desarrollar habilidades e incrementar los conocimientos los cuales no solo les sirven en el ámbito laboral si no en la vida personal de cada individuo.

El presente proyecto de graduación permitirá a los técnicos encargados del Mantenimiento en el área de Electrónica realizar las comprobaciones en tierra de los sistemas de Comunicación y Navegación GARMIN GNS 430AW el cual permitirá determinar de forma específica los equipos que se encuentren en mal estado.

Con la realización de mencionado trabajo los beneficiarios serán directamente los técnicos encargados del Taller de electrónica CEMAE-15 perteneciente a La Brigada de Aviación del Ejército N°15 "PAQUISHA", quienes realizan las actividades correspondientes al área de aviónica manteniendo así la operatividad de las aeronaves que cumplen con misiones dentro y fuera del País.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Comprobar los sistemas de comunicación y navegaciones 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".

1.4.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información acerca de los elementos y dispositivos a utilizarse en la implementación del banco de prueba para el chequeo en tierra de los sistemas de comunicación y navegación GARMIN GNS 430AW, basándose en los manuales de Mantenimientos.
- Seleccionar los equipos y dispositivos que se utilizaran en la Implementación del Banco de prueba para el chequeo en tierra de los sistemas de comunicación y navegación GARMIN GNS 430AW.
- Ensamblar el banco de prueba para el chequeo en tierra de los sistemas de comunicación y navegación GARMIN GNS 430AW con su respectiva verificación de funcionamiento.

1.5 Alcance

Este proyecto tiene como finalidad identificar daños existentes en los equipos que comprende el sistema de navegación y comunicación GARMIN GNS 430AW una forma específica para su posterior cambio del equipo o se realizara los debidos trabajos de mantenimiento los cuales asegure la operatividad de los equipos.

El banco de prueba brindara la comodidad y optimizara el tiempo en el que se determina una falla en los equipos de los sistemas correspondientes y esto asegurara una correcta operatividad de una aeronave.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Historia de la creación de la Aviación del Ejército

Según (Villalba, 1986) en su trabajo de Investigación Individual “LA AVIACIÓN DEL EJÉRCITO Y SU PARTICIPACIÓN EN LA SEGURIDAD Y DESARROLLO NACIONAL” menciona que la Aviación del Ejército Ecuatoriano, dio inicio y se desarrolló independientemente de la Fuerza Aérea, ya que las necesidades específicas de la Fuerza Terrestre de apoyo aerotáctico y logístico obligaron al alto mando del Ejército hacer realidad una gran ilusión y aspiración de sus primeros pilotos.

En 1954, fue la primera vez una aeronave del Ejército, con personal y medios propios inician su vuelo realizando misiones de apoyo administrativo a las ciudades de “Loja”, el “Oro” y “Guayas”. En base a los resultados de la primera experiencia, el Comando del Ejército gestiona la adquisición de otras aeronaves tipo avioneta y ahí nace el servicio Aéreo del Ejército dentro de su orgánico para que realice misiones de abastecimiento, evacuación, transporte, reconocimiento y dirección del tiro de artillería extendiendo su apoyo a todas las unidades militares del territorio ecuatoriano en sí de todo el país, en especial a la región Amazónica.

Desde de 1971 el servicio Aéreo del Ejército, da un avance significativo en el campo técnico y administrativo, al adquirir para operaciones, aeronaves turbo hélice y el aumento de pilotos y mecánicos, perfectamente capacitados, la buena gestión del alto mando, permitió que el servicio Aéreo del Ejército reciba todo su apoyo, y es así como en 1978, se adquirió helicópteros de combate y aviones de transporte mediano, lo que permite pasar con orden de Comando a la categoría de Aviación del Ejército. La misma que dotada de personal bien entrenado y con gran experiencia, con material de vuelo apropiado y con organización indicada puede cumplir cualquier misión que se le asigne. (Villalba, 1986)

Entonces, al ser una brigada altamente operativa de la Fuerza Terrestre esta dispone con sub-unidades, Bases de operación con sus propias aeronaves en las ciudades de Guayaquil, La Shell, Portoviejo y el coca , además del Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército “CEMAE-15” localizada en la propia Brigada, en cada una de estas Unidades se requiere mantener en condiciones operables todas las aeronaves para lo cual, se cuenta con personal altamente entrenado en distintas áreas y especialidades, de la Brigada Aérea para este objetivo cuenta con la Escuela Técnica de Aviación del Ejército “ETAE-15”. (Guerrero, 2016)

2.1.1 Aeronaves de ala fija y ala rotatoria

La Brigada de Aviación del Ejército 15 BAE “PAQUISHA” en sus unidades subordinadas cuenta con aeronaves de ala fija y ala rotatoria bimotores o mono motores de líneas de fabricación distintas.

a. Ala fija

Según (CREUS SOLE , 2010) alas fijas que aseguran la sustentación por acción dinámica del aire sobre unos planos fijos. Se clasifican en:

- **Avión:** Dotado de fuselaje, las alas, el empenaje, los timones y uno o varios motores que impulsan el aparato.
- **Planeador:** Que no dispone de motor y es remolcado hasta una cierta altura. El piloto, para mantenerse en el aire, busca ascensiones cuya velocidad vertical sea mayor que la de descenso del aparato.
- **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.
- **Ala delta:** Formada por alas tubulares recubiertas de tela de las que va suspendido el piloto y que gobierna por el desplazamiento de su cuerpo.

- **Parapente:** formado por unas alas que se hinchan con el viento de la marcha, de las que va suspendido el piloto y que gobierna con unos cables que pliegan lateralmente las puntas, puede ser motorizado.



Figura 1. Alas fijas (avión, planeador, ultraligero, ala delta y parapente).
Fuente: (CREUS SOLE , 2010)

La Aviación del Ejército se dio inicio en 1954, mediante el entusiasmo y el espíritu del señor Capitán de Infantería Colon Grijalva Herdoiza. Una vez cumplida su aspiración de tener la licencia de piloto, inclino, de manera oficial, sus peticiones, con ideas vanguardistas, hacia el Comando del Ejército, inicio la gestión necesaria para materializar el apoyo aéreo que tanto necesitaban los compañeros que, para cumplir su deber en distintos puntos de la frontera, debían atravesar largas jornadas en caminos picas y tronchas.

La cantidad de tres avionetas monomotor fueron entregadas por distinguidas damas de la aristocracia Guayaquileña, quienes las recibieron del exterior como donación para el país. Estas aeronaves, cuya principal misión fue poner a marchar el programa Alas para la Frontera. Iniciaron la unificación de la primera unidad militar de soldados del aire, lealmente recordada como Servicio Aéreo del Ejército (SAE). Es así como, se incorporaron las siguientes avionetas como primera dotación del SAE: Tripacer, Taylor y Piper (CENTRO DE ESTUDIOS HISTÓRICOS DEL EJÉRCITO ECUATORIANO, 2017)

A continuación se muestra un historial de aeronaves, que han sido adquiridas y operadas por la Brigada de Aviación del Ejército con sus características más relevantes, las mismas se puede visualizar en la tabla siguiente:

Tabla 1*Aeronaves de ala Fija pertenecientes a la Brigada de Aviación del Ejército.*

AERONA VE	CASA CN- 235-100	CASA CN- 235-300	CASA C- 212-400	CESSNA CITATION	ARAVA	BEECHCRAF	MAULE MT-7235	PILATUS PORTER PC- 6	CESSNA TU-206G	CESSNA T-41D	PT6 CHU JIAO LIU
FABRICA CION	ESPAÑOLA	ESPAÑOLA	ESPAÑO LA	AMERICANA	ISRAELÍ	AMERICANA	AMERIC ANA	SUIZA	AMERICAN A	AMERICANA	CHINA
AÑO DE FABRICA CION	1985	2004	2004	1990	1973,1992	2007	2000	1975	1985	1974	1962
CLASE	EJECUTIVO Y DE CARGA	EJECUTIVO Y DE CARGA	TRANSP ORTE Y CARGA	EJECUTIVO Y FOTOGRAFIA AEREA	TRANSPORTE Y PERSONAL	EJECUTIVO	INSTRUC CIÓN	EJECUTIVO Y DE CARGA	EJECT, TRA PAS, LAN PAR	INSTRUCCIO N	INSTRUC CION
TIPO	TURBO HELICE	TURBO HELICE	TURBO HELICE	BI-TURBINA	TURBO HELICE	TURBO HELICE	MOTOR RECIPR OCO PISTON	TURBO HELICE	MOTOR RECIPROC O PISTON	MOTOR RECIPROCO PISTON	MOTOR RECIPR OCO PISTON
CABINA	PRESURIZAD A	PRESURIZAD A	NO PRESURI ZADA	PRESURIZAD A	NO PRESURIZADA	PRESURIZADA	NO PRESURI ZADA	NO PRESURIZAD A	NO PRESURIZ ADA	NO PRESURIZAD A	NO PRESURI ZADA
CAP/PAS	40 PASAJERO	40 PASAJERO	40 PASAJE RO	6 PASAJERO	20 PASAJERO	8 PASAJERO	3 PASAJE RO	10 PASAJERO	4 PASAJERO	2 PASAJERO	2 PASAJE RO
CAP DE CARGA	5000 LBS	5000 LBS	5000 LBS	1200 LBS	4000 LBS	1.015 LBS FULL FUEL	800 LBS	1500 LIBRAS	1000 LBS	680 LBS	1200 LBS
TRIPULA CION BASICA	PILOTO Y COPILOTO	PILOTO Y COPILOTO	PILOTO Y COPILOT O	PILOTO, COPILOTO, MECANICO	PILOTO Y COPILOTO	PILOTO Y COPILOTO	PILOTO Y COPILOT O	PILOTO Y COPILOTO	PILOTO Y COPILOTO	PILOTO Y COPILOTO	PILOTO Y COPILOT O
VELOCID AD CRUCER O	160 NUDOS	160 NUDOS	160 NUDOS	262 NUDOS	130 NUDOS	190 NUDOS		120 NUDOS	120 NUDOS	120 NUDOS	120 NUDOS

Fuente: (CAPELO, 2012)

b. Ala rotatoria

De acuerdo con (CREUS SOLE , 2010) , alas rotatorias que disponen de palas giratorias que actúan como alas proporcionando la sustentación, y que se clasifican en:

- **Autogiro:** Que asegura la sustentación con una hélice de gran diámetro que gira libremente por la acción del aire de la marca.
- **Helicóptero:** Que sostiene por una hélice de gran diámetro, que actúa como una ala y se acciona por un motor.
- **Tilt rotor (rotor inclinable):** que combina dos hélices inclinables para la suspensión y la propulsión.



Figura 2. Alas rotatorias (autogiro, helicóptero y tilt rotor).

Fuente: (CREUS SOLE , 2010)

Como indica la historia en 1972, se inició la operación de helicópteros en el Ejército Ecuatoriano, cuando, por necesidad propia del I.G.M. en sus trabajos topográficos de campo, se aprovechó la invitación que hizo la Aviación Ligera del Ejército Francés. Al evento concurriendo dos pilotos del Ejército que, posteriormente, continuara los trabajos con este instituto. (*CENTRO DE ESTUDIOS HISTÓRICOS DEL EJÉRCITO ECUATORIANO, 2017*)

A continuación se muestra un historial de aeronaves de ala rotatoria, que han sido adquiridas y operadas por la Brigada de Aviación del Ejército con sus características más relevantes:

Tabla 2

Aeronaves de ala Rotatoria pertenecientes a la Brigada de Aviación del Ejército.

AERONAVE	SUPER PUMA AS 332B	PUMA SA 330L	MI-171	ECUREUIL SA 350B	LAMA SA 315B	GAZELLE SA 342 L	FENNEC AS 550 C3e
FABRICACION	FRANCIA	FRANCIA	RUSA	FRANCIA	FRANCIA	FRANCIA	FRANCIA
AÑO DE FABRICACION	1985	1982	1997	1985	1978	1985	1985
CLASE	HELICOPTERO MULTIPROPOSITO	HELICOPTERO MULTIPROPOSITO	HELICOPTERO MULTIPROPOSITO	HELICOPTERO MULTIPROPOSITO	HELICOPTERO MULTIPROPOSITO	HELICOPTERO MULTIPROPOSITO	HELICOPTERO MULTIPROPOSITO
TIPO	BI TURBINA	BI TURBINA	BI TURBINA	BI TURBINA	MONO TURBINA	MONO TURBINA	MONO TURBINA
CABINA	NO PRESURIZADA	NO PRESURIZADA	NO PRESURIZADA	NO PRESURIZADA	NO PRESURIZADA	NO PRESURIZADA	NO PRESURIZADA
CAP/PAS	20 PASAJERO	20 PASAJERO	24 PASAJERO	4 PASAJERO	4 PASAJERO	3 PASAJERO	4 PASAJERO
CAP DE CARGA	INT.4000, EXT 7500LBS	INT.4000, EXT 7500LBS	INT.8000, EXT 8000LBS	1200LBS	INT 1000, EXT 2200 LBS	INT 800, EXT 1200 LBS	1763.7 LBS
TRIPULACION BASICA	PILOTO, COPILOTO E ING VUELO	PILOTO, COPILOTO E ING VUELO	PILOTO, COPILOTO E ING VUELO	PILOTO, COPILOTO	PILOTO, COPILOTO	PILOTO, COPILOTO	PILOTO, COPILOTO
VELOCIDAD CRUCERO	140 NUDOS	120 NUDOS	140 NUDOS	120 NUDOS	90 NUDOS	120 NUDOS	120 NUDOS

Fuente: (CAPELO, 2012)

2.2 Historia de la aviónica

La historia de la aviónica es la relación del empleo de la electrónica en la aviación. Las obligaciones de la aviación militar y civil contribuyeron al desarrollo. Con la Primera Guerra Mundial provocó una exigencia urgente de comunicaciones. Se instauraron comunicaciones de voz de tierra a aire y de aeronave a aeronave. (Federal Aviation Administration, 2010)



Figura 3. Primera prueba de radio de comunicación de voz en 1917.

Fuente: (Federal Aviation Administration, 2010)

La transportación aérea civil aumentó en las décadas siguientes. El equipo de comunicación y navegación evolucionó significativamente. La incursión de la radio de estado sólido, puntualmente en la década de 1960, se dio una amplia gama de equipos

de radio y navegación reducidas y robustas para aeronaves. El programa espacial inicio y añadió un alto nivel de comunicación y necesidad de navegación.

Mientras tanto en las últimas décadas, el desarrollo de la aviónica se ha incrementado a un ritmo más acelerado que el desarrollo de los fuselajes y los sistemas motopropulsores. Existe la posibilidad que esto se mantenga en un futuro próximo. Las evoluciones de la electrónica de estado sólido en forma de micro y nanotecnologías avanzan hasta el día de hoy. Las inclinaciones son hacia instrumentos más ligeros, más diminutos y con una capacidad y fiabilidad destacables. La fusión de la amplia gama de ayudas a la comunicación y a la navegación es un punto principal. (Federal Aviation Administration, 2010)

2.2.1 Introducción a los sistemas de comunicación y navegación

Mediante el empleo de vuelo asegurado, los primeros aviadores comenzaron las tareas de mejorar la seguridad operativa y la funcionalidad del vuelo. Estos se desarrollaron en gran parte mediante el uso de sistemas de comunicación y navegación confiables. Actualmente, con miles de aviones en el aire en cualquier instante, los sistemas de comunicación y navegación son fundamentales para un vuelo seguro y exitoso. Se está produciendo un desarrollo continuo. Los dispositivos de comunicación y navegación más pequeñas, ligeros y potentes incrementan la conciencia de la situación en la cabina de vuelo. De la mano con la mejora de las pantallas y los sistemas de control

de gestión, se encarga en el avance de la electrónica de aviación para aumentar la seguridad de la aviación.

Establecer la comunicación clara por radio fue uno de los primeros avances en el uso de la electrónica en la aviación. Le siguieron los radios de navegación. Hoy en día, hay numerosas ayudas electrónicas de navegación y aterrizaje. También existen equipos electrónicos para ayudar con el clima, evitar colisiones, control automático de vuelos, grabación de vuelos, gestión de vuelos, megafonía y sistemas de entretenimiento. (Federal Aviation Administration, 2010)

a. Sistema de comunicación

La mayor parte de la comunicación y navegación de la aviación se logra mediante el empleo de ondas de radio, la comunicación por radio fue uno de los primeros en hacer uso de las transmisiones de radiofrecuencia en aviación. Hay una extensa gama de radiofrecuencias sólo las frecuencias muy bajas y las extremadamente altas no se manejan en la aviación. (Federal Aviation Administration, 2010)

En la siguiente figura se puede observar el espectro radioeléctrico que incluye la gama de radiofrecuencias comunes de la aviación y sus aplicaciones.

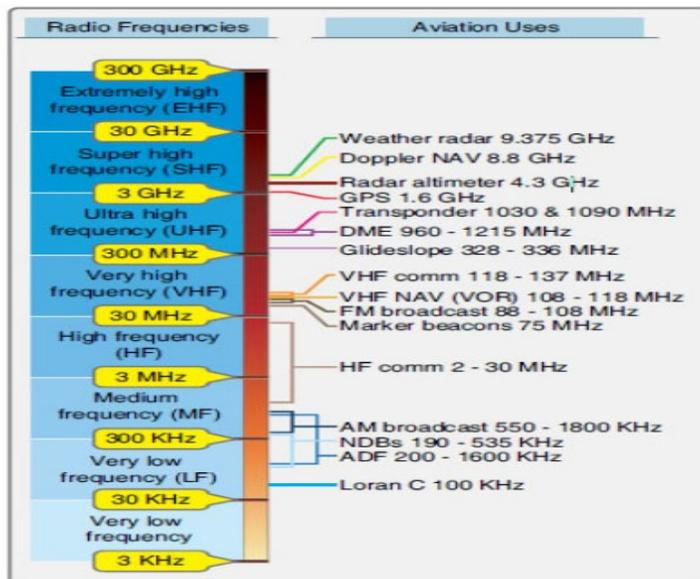


Figura 4. Radiofrecuencias comunes de Aviación.
Fuente: (Federal Aviation Administration, 2010)

De acuerdo con (AIRBUS MILITARY, 2017) El sistema de comunicaciones admite a los miembros de la tripulación comunicarse entre sí, con los pasajeros, con otros aviones y con estaciones de tierra.

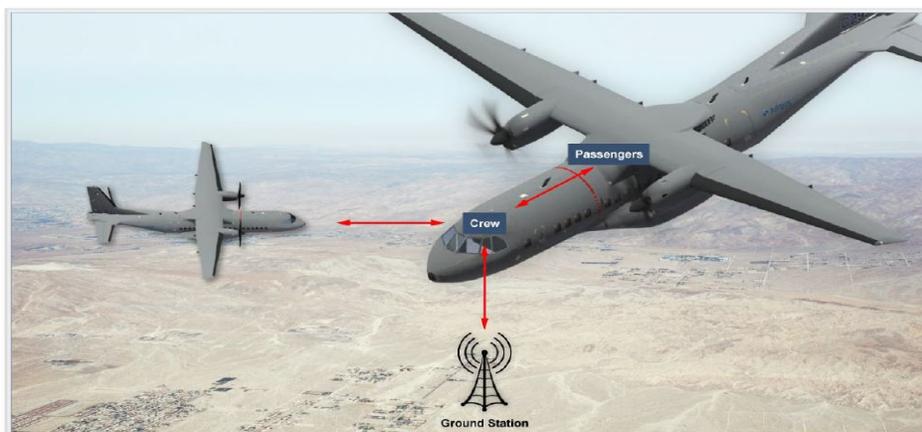


Figura 5. Descripción de la Comunicación.
Fuente: (AIRBUS MILITARY, 2017)

b. Sistema de navegación

Como plantea (AIRBUS MILITARY, 2017) El sistema de navegación de la aeronave ofrece una navegación precisa de la aeronave ya que provee información de la posición y de guía que se utiliza en todas las fases del vuelo, el sistema de navegación proporciona a la aeronave los sistemas necesarios para saber la velocidad, la altitud, actitud y la dirección.

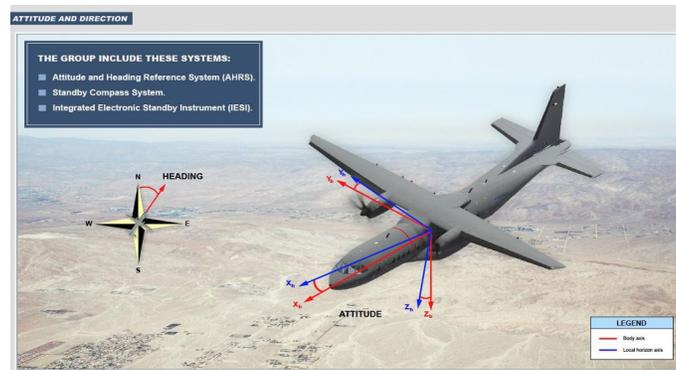


Figura 6. Sistema de Actitud y Dirección.

Fuente: (AIRBUS MILITARY, 2017)

2.2.2 GNS (Sistema de navegación garmin)

Es un sistema completo para la navegación actual en la cual se puede obtener y visualizar la ruta en la cual se está navegando posee radio VHF para comunicarse, receptor de VOR/LOC, necesario para el vuelo IFR (Instrumental) y aterrizaje por instrumentos ILS.



Figura 7. GNS.

Fuente: (Garmin International)

2.3 Antenas de los receptores aerotransportados

2.3.1 Antena VOR

La función de la antena es recibir la señal de VOR transmitida desde la estación Terrestre y la señal desde campo de aterrizaje.

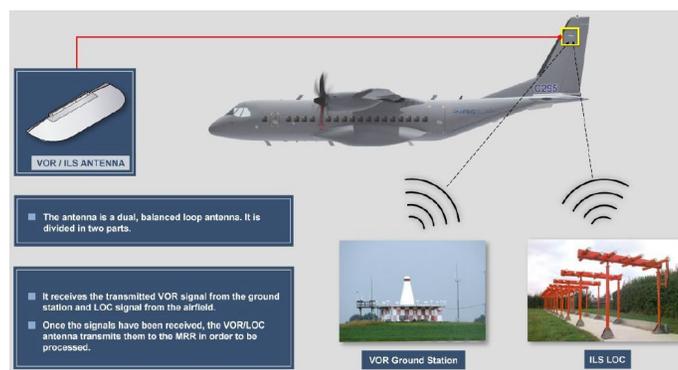


Figura 8. Antena.

Fuente: (AIRBUS MILITARY, 2017)

El VOR (Very High Frecuencia Omnidireccional Range), en español Radiofaro omnidireccional de VHF tiene un alcance hasta de 200km con referencia en la altura en

línea de vista, ayuda a la navegación de medio alcance, para su empleo en ruta.
(CAPELO, 2012)

Generalmente existe una estación VOR en cada aeropuerto y cualquier aeronave con un dispositivo VOR situada hasta 320km de distancia y 11.430m (37.500pies) de altura puede percibir su señal si tiene sintonizada la frecuencia correspondiente.

2.3.2 Antena de glide slope (GS)

Esta antena trabaja recibiendo la señal de la senda de planeo, transmitida desde el campo de aterrizaje.



Figura 9. Antena Glide Slope.
Fuente: (AIRBUS MILITARY, 2017)

Su antena es un dipolo de UHF montado cerca de la parte delantera del avión, a veces en el mismo mástil que la antena VOR/LOC.

2.3.3 Antena GPS

La función de la antena GPS es recibir datos de los satélites que están a la vista de la aeronave, es una antena omnidireccional contenida en una caja de fibra de vidrio.

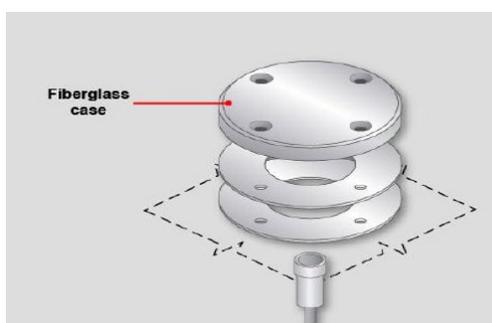


Figura 10. Antena GPS.
Fuente: (AIRBUS MILITARY, 2017)

2.3.4 ILS (Sistema de aterrizaje por instrumentos)

El sistema de navegación VOR/ILS omnidireccional de muy alta frecuencia es utilizado para la navegación, aproximación y aterrizaje proporciona una orientación lateral, de largo curso y vertical para intentar un aterrizaje de aeronaves, es una ayuda estándar internacional de navegación de corto alcance, 200 millas entrega informaciones en los HSI y RMI. No indica la marcación de la aeronave en relación a una estación o radiofaro VOR.

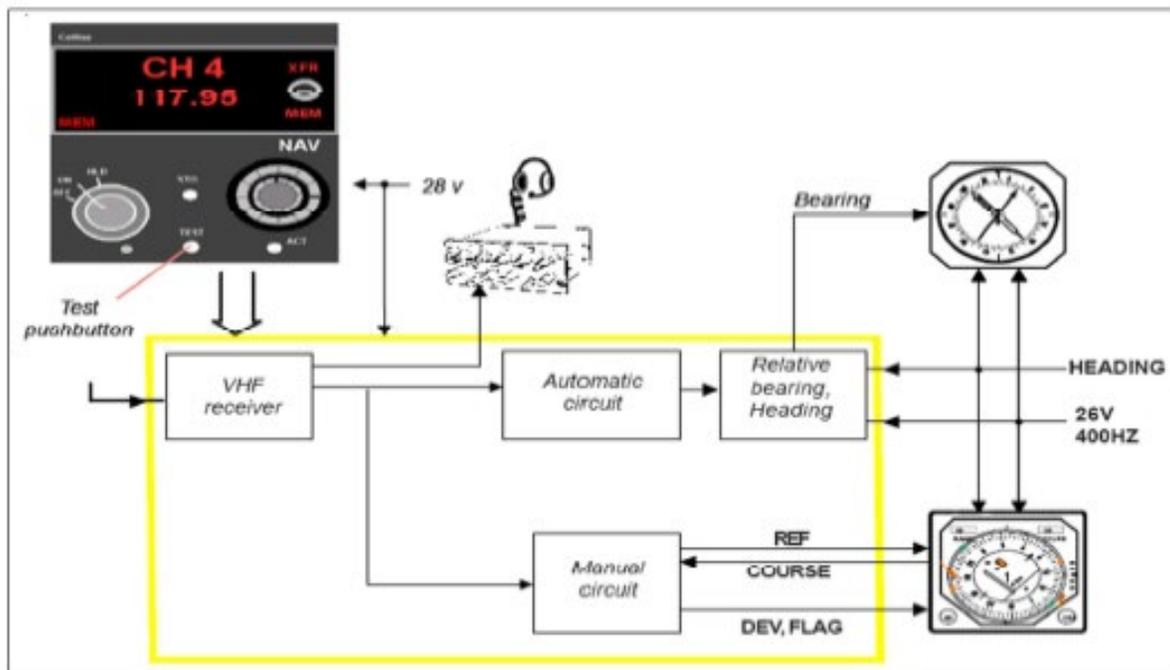


Figura 11. Sistema de aterrizaje por Instrumentos.

Fuente: (CAPELO, 2012)

2.3.5 Antena VHF comunicación

Los transmisores y receptores de VHF usan una antena polarizada verticalmente que puede ser montado sobre o debajo de la caja de fusibles del avión. Algunos de los más simples las instalaciones usan antenas de látigo de alambre, mientras que las instalaciones más eficientes utilizan una antena de hoja ancha, de banda ancha como la de Algunas antenas de alambre están dobladas hacia atrás en un ángulo de aproximadamente 45° , que les permite recibir señales polarizadas tanto horizontal como verticalmente.



Figura 12. Antena de comunicaciones VHF Banda ancha.

Fuente: (Federal Aviation Administration, 2010)

Una antena de comunicación VHF es una antena de un cuarto de longitud de onda que usa el metal de la aeronave como la longitud de onda del otro cuarto para dar antena de la media longitud de onda requerida. Al instalar este tipo de antena en un avión cubierto de tela, debe proporcionar un plano de tierra. Esto se hace por usando tiras de papel de aluminio o un trozo de alambre de aluminio que se extiende fuera de aproximadamente un cuarto de longitud de onda desde el centro de la antena en el interior de la tela. (Federal Aviation Administration, 2010)

2.4 Comisión europea y eurocontrol (EGNOS).

EGNOS es la red de satélites geoestacionarios europea que tiene el fin de ser un complemento de las redes GPS para proporcionar seguridad y precisión en las señales

permitiendo una exactitud inferior a 2 metros del objetivo, pero otras regiones han desarrollado otros sistemas de aumentación basado en satélites. (Díaz Ríos, 2017)

- **W.A.A.S.** (Sistema de Aumentación de Área Amplia). Gestionado por el departamento de defensa de los Estados Unidos, constando este sistema de 59 estaciones de vigilancia.
- **WAGE** (Mejora del GPS de área amplia). Gestionado también por el departamento de Defensa de los Estados Unidos, sólo utilizado para uso militar y personal autorizado.
- **M.S.A.S.** (Sistema de Aumentación Basado en el Satélite Multifuncional MTSAT). Japón ha desarrollado este sistema basado en un satélite geoestacionario de transporte multifuncional (MTSAT), el cual tiene también una función meteorológica.
- **QZSS** (Sistema de satélites cuasi-cenitales). Este es un sistema de corrección de señales de navegación global por satélite, propuesto para uso complementario del GPS en Japón, consistente en 3 satélites situados en una órbita muy elíptica, prevista que sea compatible con GPS y Galileo.
- **GAGAN** (Navegación geo-amplia asistida por GPS). Este es un sistema de Aumentación Basado en Satélites desarrollado por la agencia India de Investigación espacial (ISRO) y está ideado como un complemento para la red GPS, con el fin de proporcionar una mayor precisión y seguridad en las señales de posicionamiento y navegación por satélite.

- **SDCM** (Sistema de corrección y monitoreo de diferencias). Este es un Sistema de Aumentación Basado en Satélites desarrollado por la Federación Rusa como componente de GLONASS.



Figura 13. Sistemas de Navegación global.
Fuente: (Díaz Ríos, 2017)

2.5 Garmin

Garmin, líder mundial en navegación por satélite y fabricante global de sistemas de navegación para automoción, fitness, aviación y App para móvil. Fundada por Gary Burrell y el Dr. Min Kao, Garmin se basa en los principios de innovación, practicidad, valor añadido, óptimos resultados y servicio.



Figura 14. Delegación Internacional Kansas.
Fuente: (GARMIN, 2019)

Lo que empezó en 1989 como una sesión de varios ingenieros, ha evolucionado hasta convertirse en una gran empresa multinacional formada en la actualidad por miles de colaboradores en todo el mundo, en la actualidad, Garmin dispone de una amplia gama de productos y cuenta con distribuidores o representación propia en prácticamente cada país del mundo. La extensa presencia a nivel mundial es una de las razones principales por la que Garmin se enorgullece de ser proveedor mundial en sistemas de navegación portátil. (GARMIN, 2019)

2.5.1 Series 400W

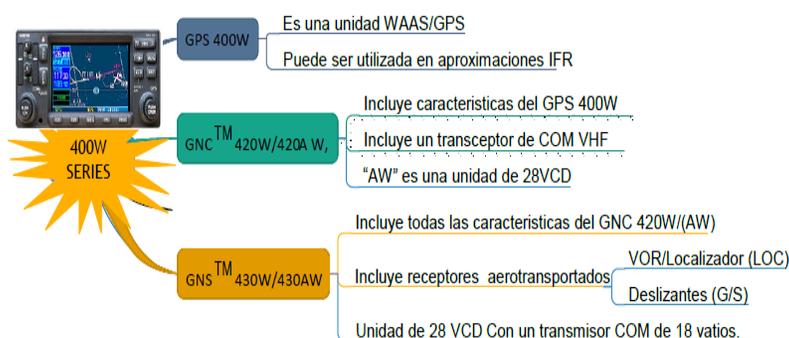


Figura 15. Características principales series 400W.

Las unidades de la serie 400W tiene 6.25 pulgadas de ancho y 2,66 pulgadas de alto. La pantalla es una pantalla LCD a color de 240x 128 pixeles, las unidades incluyen dos tarjetas de datos extraíbles, una con una base de datos Jeppsen (para insertar en la ranura izquierda), y la segunda es una base de datos del terreno (para insertar en la ranura derecha).

El GPS 400W es una unidad WAAS/GPS que cumple con los requisitos de la Norma Técnica de Orden (TSO) y puede ser aprobada para operaciones de aproximación de IFR en ruta, terminal; de no precisión y de precisión cuando se instala en referencia a las instrucciones del Manual de instalación correspondiente.

El GNC 420W/ (AW) incluye todas las características del GPS 400W, y también incluye un transceptor de comunicaciones VHF. El modelo AW es una unidad de 28 VDC con un transmisor COM de 16 vatios.

El GNS 430W (AW) incluye todas las características del GNC 420W/ (AW), también incluye receptores aerotransportados VOR/localizador (LOC) y deslizantes (G/S). El modelo "AW" es una unidad de 28 VDC con un transmisor COM de 16 vatios. Excepto cuando se indique expresamente, las referencias al GNS 430W se aplicaran igualmente al GNS 430AW. (Garmin International)

Tabla 3

Especificaciones Generales Series 400.

CARACTERÍSTICAS	DETALLES
Rango de temperatura de funcionamiento	-20 ° C a + 55 ° C. Para obtener más detalles, consulte el Formulario de calificación medioambiental en la página Solo distribuidores en www.garmin.com . Vea el Apéndice A para los números de parte.
Humedad	95% sin condensación
Rango de altitud	-1,500 pies a 50,000 pies
Requisitos de energía de entrada	

CONTINUA



Rango de voltaje de entrada: todas las unidades (principal Conector)	10 a 33,2 VDC
Rango de voltaje de entrada GNC 420W, GNS 430W (conector COM)	11 a 33 VDC
Rango de voltaje de entrada GNC 420AW, GNS 430AW (conector COM)	24.1 a 33 VDC
GPS 400W (conector principal)	700 mA a 28 VCC (máximo) 1.4 A @ 14 VDC (máximo)
GNC 420W, GNC 420AW, (conector principal)	1.2 A @ 28 VDC (máximo) 2.5 A @ 14 VDC (máximo)
GNS 430W, GNS 430AW, (Conector principal)	1.2 A @ 28 VDC (máximo) 2.5 A @ 14 VDC (máximo)
GNC 420W, GNS 430W (conector COM)	15 mA a 28 VCC (recepción) 3.0 A @ 28 VDC (transmisión) 15 mA a 14 VCC (recepción) 6.0 A @ 14 VDC (transmisión)
GNC 420AW, GNS 430AW (conector COM)	15 mA a 28 VCC (recepción) 3.0 A @ 28 VDC (transmisión)
Requisitos de energía de Superflag	500 mA como máximo por salida de superflag

Fuente: (Garmin International)

2.5.2 Garmin GNS 430



Figura 16. GNS 430 GPS NAV COM.

Fuente: (FISAC AVIATION, 2017)

El equipo Garmin GNS 430 es un equipo que realiza funciones de Navegación y Comunicación (sus siglas lo definen NAV/COM), una de sus características y funciones es entregar información como GPS y a su vez interactúa con la función del VOR.

EL GNS 430, dispone de capacidad IFR con GPS, COM, VOR, LOC y Glideslope. El mapa móvil tiene capacidad TERRAIN (opcional) mediante una tarjeta actualizable. El TSO certificado C146a, VHF COM, permite la selección un banda de 25kHz o 8.33kHz, para una configuración de 760 o 3040 canales, respectivamente.

Una enorme base de datos Jeppesen, que puede ser actualizada desde una tarjeta que se carga desde la parte frontal del terminal, contiene todos los aeropuertos, VOR, NDB, Intersecciones, aproximaciones, DP/STAR. El GNS 430, utiliza esta información de la forma más practica posible para facilitar en lo posible, el vuelo y hacerlo más seguro.

Muchos equipos similares, ofrecen algunas características proporcionadas por el GNS 430, pero es la conjunción de todas ellas, en un solo aparato, lo que hace del GNS 430, un aparte, en este tipo de herramientas de vuelo. Los mapas cargados en la unidad, poseen datos de todos los lugares, que muestran las ciudades, carreteras principales, líneas de ferrocarril, ríos, lagos y líneas costeras, a contraste, se pudo obtener la información que fue necesaria, incluso forzando mucho el ángulo de visión, o bajo condiciones de luz del sol, directa.

El GNS 430, tiene un potencial increíble a la hora de crecer en sus propiedades, ello se ha demostrado con la incorporación de la capacidad WASS/EGNOSS, y el TERRAIN. Los pilotos, disfrutaran del GNS 430, como un MDF. Con el programa de predicción del FDE, el GNS 430 puede ser utilizado para operaciones oceánicas o remotas. El GNS 430, combina todas las herramientas imprescindibles para la navegación hoy en día, con toda la tecnología conocida y aprobada, del futuro. (FISAC AVIATION, 2017)

Se pudo observar en la tabla 4 las unidades de los GNS 430W/ (AW) con los respectivos números de parte para tener en cuenta y poder diferenciarlos.

Tabla 4

Unidades de los GNS 430W/ (AW).

MODELO	Nº DE PARTE	COLOR	NOTAS
GNS 430W	011-01060-00	NEGRO	
	011-01060-10	GRIS	
	011-01060-40	NEGRO	NOTA 1
	011-01060-45	NEGRO GRIS	UNIDAD DE ACTUALIZACION DE 28 VCC
	011-01060-50		NOTA 1
GNS 430AW	011-01061-00	NEGRO	
	011-01061-10	GRIS	
	011-01061-40	NEGRO	NOTA 1
	011-01061-50	GRIS	NOTA 1

Fuente: (Garmin International)

Nota 1: La unidad es una actualización de la unidad no-WAAS.

2.5.3 Mantenimiento periódico GNS430A/AW

a. Calibración de equipos

No se requieren tareas de mantenimiento programadas en la unidad de la serie 400W.

b. Limpieza

El bisel frontal, el teclado y la pantalla se pueden limpiar con un paño de algodón suave humedecido con agua limpia. NO utilice ningún producto de limpieza químico. Se debe tener cuidado de no rayar la superficie de la pantalla.

c. Reemplazo de la batería

Este producto contiene una batería de litio que debe reciclarse o desecharse adecuadamente. El reemplazo y retiro de la batería debe ser realizado por servicios profesionales.

La unidad de la serie 400W incluye una batería interna que durará de 5 a 8 años. La batería se utiliza para el reloj de tiempo interno y la información del sistema GPS. No es necesario un reemplazo planificado regular.

La unidad de la serie 400W mostrará un mensaje de "Batería baja" y "La unidad necesita servicio" cuando sea necesario reemplazarla. Una vez que aparezca el mensaje de batería baja, la batería debe ser reemplazada dentro de 1 a 2 meses.

Si la batería no se reemplaza y se descarga totalmente, la unidad de la serie 400W permanecerá completamente operativa, pero el tiempo de adquisición de la señal GPS aumentará. No hay pérdida de función o precisión de la unidad de la serie 400W con la batería agotada.

La batería no es reemplazable por el usuario. Para sustituir la batería, póngase en contacto con la estación de reparación de Garmin o con una estación de reparación autorizada de fábrica. (Garmin International)

2.6 GI 102A/106A INDICADOR DE DESVIACION DE CURSO (CDI)

Los indicadores de desviación de rumbo GI 102A y GI 106A están diseñados para funcionar con equipos de navegación VHF y GPS para proporcionar información VOR, Localizador (LOC), GPS y Glideslope (GS), además el GI 106A aceptará señales de CC de un receptor GPS con pendiente de deslizamiento o WAAS que accionara la aguja Arriba–Abajo junto con la bandera de advertencia Arriba–Abajo. Ambas unidades incorporan NAV; GPS y VLOC. (GARMIN International, 2001)

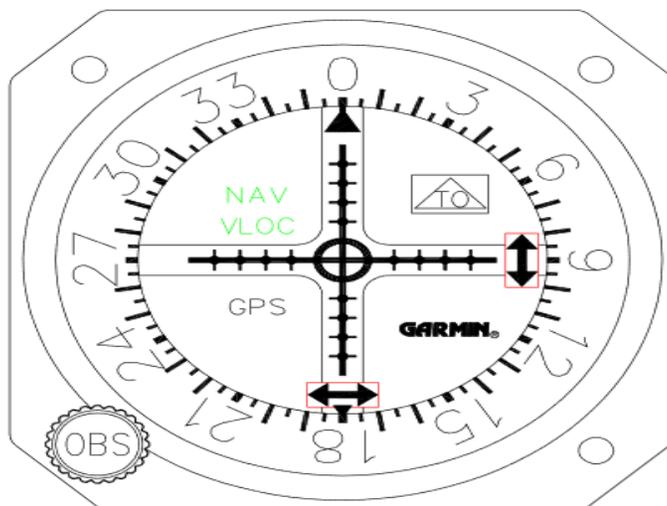


Figura 17. Indicador de Desviación de Curso.
Fuente: (GARMIN International, 2001)

En si este es un dispositivo que trabaja con señales de muy alta frecuencia (VHF), y por consiguiente son de alcance menor, se basa en su funcionamiento a través de las antenas VOR. Permite saber al piloto si se encuentra a la derecha, a la izquierda o centrado sobre el radial (rumbo a o desde la emisora VOR).

Tabla 5
Especificaciones generales GI 106A

CARACTERISTICAS	DETALLES
Rango de temperatura de funcionamiento	-55 ° C a + 70 ° C. Para más detalles vea el Formulario de Calificación Ambiental
Humedad	95% sin condensación
Rango de altitud	0 a 55,000 pies
Corriente de funcionamiento (GI 102A y GI 106A)	0,10 A (con una lámpara de anunciador iluminada)
Corriente de iluminación (GI 102A y GI 106A)	0.155 A máximo a 28 Vcc 0.310 A máximo a 14 Vcc

2.7 KMA 28 Amplificador de audio/Intercomunicador/receptor de baliza marcadora

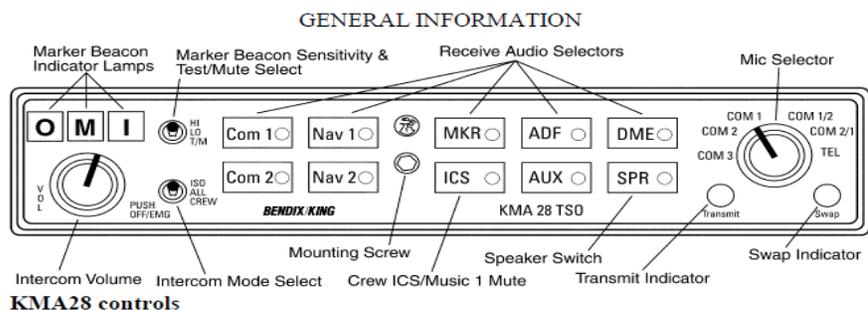


Figura 18. KMA 28 Controles.

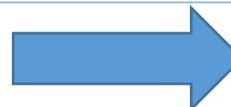
Fuente: (Honeywell, Installation and Operation Manual, 2006)

El KMA 28 es un amplificador de aislamiento de audio de última generación y un selector de audio que contiene un sistema de intercomunicador automático activado por voz (VOX). Puede cambiar hasta tres Transceptores (Com 1, Com 2 Com 3) y seis receptores (Nav 1, Nav 2, ADF, DME, MKR Y AUX.)

Tabla 6
Especificaciones generales KMA 28.

CARACTERISTICAS	DETALLES
<i>Rango de temperatura:</i> Operativo: Almacenamiento:	-15° C a + 55°C -55° C a + 85°C
Altitud :	Hasta 50,000 pies en un área no presurizada de la cabina del piloto
DIMENSIONES:	Altura: 1.3 pulg. (3.3 cm) Ancho: 6.25 pulg. (16.9 cm) Profundidad: 6.8 in. (17.3 cm)
PESO (con bastidor y conectores):	1,5 lb. (0,54 kg)

CONTINUA



REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA (incluida la iluminación interna):	
Voltaje :	11 a 33 VDC
Corriente máxima :	2.5 amperios (protegido externamente por un circuito de 3 amperios interruptor)
Corriente de funcionamiento típica : altavoz apagado:	350 mA 1.5 A
Altavoz encendido, 28V, volumen de radio completo	

Fuente: (Honeywell, Installation and Operation Manual, 2006)

2.8 KMD 540 MFD (Pantalla multifunción)

El KMD 540 es una pantalla multifunción montada en el panel que utiliza una pantalla LCD de 5 pulgadas en diagonal para mostrar un mapa detallado en movimiento utilizando los datos de la tarjeta de datos de carga frontal. EL KMD-540 viene con amplios ángulos de visión, tiene una base de datos cartográficos que presenta información como aeropuertos, VOR, ríos, carreteras y más.



Figura 19. KMD 540 MFD.

Tabla 7*Especificaciones generales KMD 540*

CARACTERÍSTICAS	DETALLES
Rango de temperatura de funcionamiento	-20 ° C a + 70 ° C.
Altitud	35,000ft.
Rango de altitud	0 a 35,000 pies
Requisitos de corriente de entrada	10 a 33 VCD 20 watts nominal, 40 watts Maximo
Corriente de bus iluminación	1.3 mA a 28 Vcc 0.6 mA a 14 Vcc 0.2 mA a 14 Vcc

Fuente: (Honeywell, SYSTEM INSTALLATION MANUAL KMD 550/850, 2006)

2.9 Equipos disponibles en la Brigada de Aviación del Ejército N°15 “PAQUISHA” (15-BAE “PAQUISHA”)

En la siguiente tabla se ha recopilado información acerca de los dispositivos que se disponen en la Aviación del Ejército. Los mismo se muestran a continuación:

Tabla 8*Equipamiento de Aeronaves*

ORD	AERONAVES	CANTIDAD	EQUIPAMIENTO	MARCA
1	Súper Puma	5	GNS 430AW	GARMIN
2	Puma	1	GPS	TRIMBLE 2000
3	Lama	3	GNS 430AW	GARMIN
4	Gazelle	5	GNS 430AW	GARMIN
5	Arava	3	GPS	TRIMBLE 2000

CONTINUA

6	Casa	3	KMD 550	HONEYWELL
7	Cessna Citation	1	G1000	GARMIN
8	Beachcraft	1	GNS 430AW	GARMIN

Fuente: (CAPELO, 2012)

2.10 Banco de pruebas

Se puede definir como 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.

A continuación se estableció las características de un par de bancos de prueba las cuales nos permite tener una valoración sobre los bancos de prueba disponibles en el mercado.

- **GP-6000 Panel de prueba**

Esta unidad le permite probar los sistemas de navegación, comunicaciones, transponders y GPS es compatible con los Arnés: Collins: TDR 950, Garmin: GNC250XL, GNS430 / 530 entre otros se presume que el costo del equipo son elevados, ya que hay que ponerse en contacto con el fabricante para obtener más detalles.



Figura 20. GP-6000 Test Panel.
Fuente: (Avionics, s.f.)

- TR-36

Este equipo sirve para comprobación de NAV, UHF/VHF COMM y ELT entre otros, Actualizado con lo último en hardware y software, es un instrumento de alta precisión, batería de larga duración, ligero y con una carcasa protectora para cualquier condición climática los costos del equipo que son elevados ya que para obtener un precio referencial se debe poner en contacto con el fabricante.



Figura 21. TR-36
Fuente: (Ingenieros, s.f.)

2.10.1 Característica del banco de prueba

El presente Banco de prueba tiene la finalidad de cubrir una de las necesidades existentes en el taller de Aviónica del Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército CEMAE-15, el cual servirá para la comprobación del GARMIN GNS 430AW en cuanto a funciones de Navegación GPS, Navegación VOR(requiere un CDI), VHF NAV y funciones COM se refieren. En la siguiente tabla se pudo observar las características más relevantes del banco de comprobación mencionado, las mismas se muestran a continuación.

Tabla 9
Características Principales

DESCRIPCION	BANCO DE PRUEBAS GNS 430AW
Dimensión	Altura 30cm
	Ancho 35cm
	Profundidad 40cm
Costo	0,00\$
Movilidad	Transportable
Integración de equipos	KMA 28
	KMD/MFD 540
	GNS 430AW
	CDI GI106A

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

El presente proyecto de titulación se desarrollara un trabajo que cubra con las necesidades del CEMAE-15 perteneciente a La Brigada de Aviación del Ejército N°15 “PAQUISHA”, al obtener una herramienta para la 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, el cual servirá para cubrir con los trabajos complementarios de mantenimiento de mencionados equipos.

TEMA: 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”.

CAMPO: Electrónica y Aviónica.

BENEFICIARIOS: Personal de técnicos del Centro de Mantenimiento Aeronáutico CEMAE-15.

UBICACIÓN: En la provincia de Pichincha, cantón Rumiñahui.

INSTITUCION EJECUTORIA: Unidad de Gestión de Tecnologías.

3.1 Preliminares

En este capítulo se detallaran los pasos, procedimientos utilizados y empleados en el ensamblaje del banco de pruebas para la comprobación de los sistemas de comunicación y navegación GARMIN GNS 430 AW de las aeronaves de ala fija y rotatoria perteneciente a La Brigada de Aviación del Ejército N°15 “PAQUISHA”. Basándose estrictamente en los procedimientos establecidos en el manual de Instalación de los equipos a ser utilizados, aplicando los conocimientos y procedimientos de seguridad como la utilización de equipos de protección personal, seguridad en Talleres y manipulación de dispositivos Eléctricos y Electrónicos entre otros.

El Centro de Mantenimiento “CEMAE-15”, perteneciente a La Brigada de Aviación del Ejército tiene la responsabilidad de mantener en condiciones operativas las Aeronaves de Ala fija y rotativa que mantiene a su cargo, mediante el mantenimiento preventivo, correctivo y restaurativo de las mismas y dentro del funcionamiento de estas aeronaves es necesario realizar frecuentes tareas de mantenimiento complementario en los diferentes sistemas como son los de comunicación y navegación.

3.2 Tabla de ponderación para la selección del banco de prueba

Según los criterios empleados para la selección adecuada, se tomó en cuenta 5 características específicas de las cuales se muestran en la tabla siguiente:

Características	Bancos de prueba								
	Banco de Pruebas GNS 430AW			GP-6000 Panel de prueba			TR-36		
1 Costo	30%	4	1,2	30%	3	0,9	30%	3	0,9
2 Movilidad	20%	3,8	0,76	20%	3,8	0,76	20%	3,8	0,76
3 Integración de equipos	30%	3,2	0,96	30%	3	0,9	30%	2,6	0,78
4 Confiabilidad	10%	3	0,3	10%	3	0,3	10%	3	0,3
5 Dimensiones	10%	2,5	0,25	10%	2,5	0,25	10%	2,5	0,25
	1		3,47	1		3,11	1		2,99

Haciendo referencia a lo expuesto anteriormente fue elegido el Banco de pruebas GNS 430AW, su costo de ensamble es totalmente gratis ya que los equipos y materiales fueron auspiciados por la misma unidad cual fue beneficiaria, también es factible porque permite integrar más dispositivos para una comprobación más profunda de los sistemas de comunicación y navegación Garmin GNS430AW.

3.3 Estudios de Factibilidad

En el desarrollo de este proyecto se analizaron los elementos que se consideraron oportunos los mismos se describen a continuación:

3.3.1 Factor técnico

Implica el Funcionamiento de los elementos que constituyen en el sistema de comunicación y navegación la función de un GNS 430AW, así su empleo optimo en las

aeronaves, haciendo referencia a la utilización de manuales de los equipos y la correcta utilización de los equipos de protección personal establecidos para cada tarea de mantenimiento a realizar.

3.3.2 Factor económico

Un banco de pruebas de un GNS 430 AW implica gastos significativos para lo cual la mayoría de los elementos que lo conforman el banco son proporcionados por Centro de Mantenimiento "CEMAE-15" en sus posibilidades pertinentes y en los elementos que sirvan para complementar el trabajo será de gastos personales para el desarrollo del proyecto.

3.3.3 Factor legal

En el ámbito legal correspondiente a la sección de Electrónica y Aviónica del Centro de Mantenimiento "CEMAE-15" no existe impedimento para la realización del proyecto:

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 Ejercito 15-BAE "PAQUISHA"

por lo tanto el trabajo tiene el respaldo necesario para su ejecución.

3.3.4 Levantamiento de datos

Inicialmente una recopilación bibliográfica ayudo en la realización del banco de pruebas y se pudo evidenciar las facilidades y complicaciones las cual representa realizar este tipo de trabajos, además apoyándose en los manuales de instalación de los equipos que lo conforman.

Para la realización del levantamiento de información de datos se procedió a pedir autorización del Supervisor de mantenimiento del Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército CEMAE-15. Por consiguiente obtenida dicha autorización se procedió con la recolección de datos técnicos, especificaciones, características de los equipos y herramientas con las que dispone la unidad, la cual carecía de un banco de pruebas para el chequeo de GNS 430AW.

3.3.5 Equipos, herramientas y materiales a emplearse

A continuación se muestra, detallan los equipos y materiales que fueron utilizados en el ensamble del banco de pruebas.

Tabla 10

Equipos.

ORD.	DESCRIPCION	N.P	CANTIDAD
1	GNS 430 AW	011-01061-00	1
2	Indicador de desviación de curso (CDI GI106A)	013-00049-11	1
3	Pantalla multifunción KMD-540	066-04035-1101	1
4	Intercomunicador KMA 28	066-01176-0101	1
5	Head pone	5965-01-446-1533	1

Tabla 11

Herramientas.

ORD	DESCRIPCION	P/N	CANTIDAD
1	Multímetro	N/A	N/A
2	Cripping tools	M22520/2-01	S25810
3	Pelacables "Wire Strippers"	N/A	N/A
4	Estación de suelda	N/A	N/A
5	Pistola térmica	HG2310 LCD	N/A

Tabla 12

Materiales.

Descripción	N/P	Cantidad
Interruptor de circuito 3A	4001-004-3	1
Interruptor de circuito 2A	7274-2-2	1
Interruptor de circuito 5A	7274-2-5	1
Interruptor de circuito 3A	7274-2-3	1

CONTINUA



Pasa muros cable de cable coaxial	91836UG-291B/U	3
Conectores hembras para fuente de poder	S/N	3
Voltímetro digital	T56-T19	1
Pulsador	S/N	1
Jack Audio	S/N	1
Interruptor 28V-6A	S/N	1
Abrazadera	A0021-2	2
22 gauge, 2 conductor, alambre de teflón apantallado	M27500-22TG-2T-14	12 ft (3.6m)
22 gauge, 2 conductor, alambre de teflón apantallado	M27500-22TG-3T-14	6ft (1.8m)
Cable AWG #20	M22759/16-20-9	32.9ft(10m)
Contacteur200A 18/30V	2525AM	1
Rack de conexión GNS 430AW	011-00676-00	1
Barra de conexión positivos-negativos	N/A	N/A
Alambre para soldar 0.03"	SW640-31-0.5	5 metros
Pasta para soldar	N/A	1 unidad
estilete	N/A	1
CDI GI106A conector kit (25-pin)	013-00050	1 kit
Terminales de ojo	MS25036-149	35
Amares plásticos 3.6x150mm	N/A	100pcs
Soporte GNS 430AW	115-00243-00	1
Soporte intercomunicación KMA28	071-00164-0001	1
Cable coaxial	S/N	2metros

3.3.6 Descripción del banco de pruebas

El banco de pruebas para la comprobación de los sistemas de comunicación y navegación garmin GNS 430AW consta de una toma de 28VCD , un voltímetro conectado directamente a la entrada de 28vcd, de un interruptor principal el cual energiza un contactor el mismo que permite al accionarse el paso de energía a la barra de positivos y negativos energizando el resto del sistema eléctrico, también cuenta con interruptores de circuito de protección de los equipos los mismo que al sobre pasarse la corriente de funcionamiento se activan cortando el paso de la corriente eléctrica, consta de un trípode el cual sirve como base para el alojamiento de las antenas VOR, COM y GPS todo esto en conjunto permite la integración de los equipos instalados en el banco de pruebas y la operación de los mismos se encuentran detallados en los respectivos manuales de instalación y operación.

3.3.7 Secuencia a seguir para la construcción de un banco de pruebas

Los pasos que se siguieron en el ensamblaje del banco de pruebas para la comprobación de los GNS 430AW fueron los siguientes:

- Orden de trabajo.
- Revisión de planos.
- Procedimientos de ensamblaje de la estructura del banco de pruebas.
- Revisión de diagramas de conexión.

- Conexión del cableado de los componentes eléctricos.
- Pruebas de funcionamiento.

3.4 Orden de trabajo

Es un documento importante el cual sirve para el control y programación de tareas de mantenimiento, se emplea para atender una necesidad de mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo y debe ser ejecutada por el personal técnico designado y capacitado para el cumplimiento de la misma, quien atenderá el reporte o actividad a realizar, en si el objetivo principal de una orden de trabajo es controlar los recursos económicos, técnicos, materiales y humanos Centro de mantenimiento de Aviación de Ejercito CEMAE-15.

Una vez realizado los trámites correspondientes con la Universidad, para la autorización de la salida a la unidad donde se ensablo el banco de pruebas en el Centro de Mantenimiento de Aviación de Ejercito CEMAE-15, se gestionó la orden de trabajo para el cumplimiento de la misma dicha orden se puede visualizar en el **Anexo A**.

3.5 Revisión de planos

Los planos estructurales que fueron ensamblados en base a las dimensiones de los dispositivos a utilizar en el mismo, y fueron desarrollados en el programa Autodesk AutoCAD 2016, el detalle de las dimensiones se muestran en el **Anexo B**.

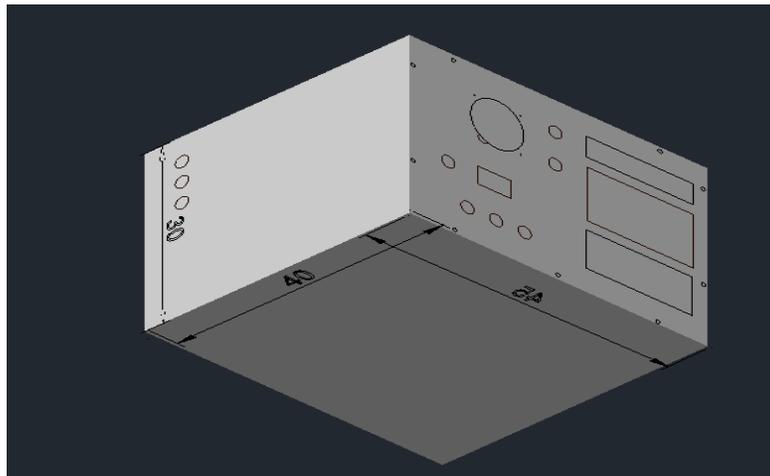


Figura 22. Revisión de plano Banco de Prueba.

3.6 Procedimientos de ensamblaje de la estructura del banco de pruebas.

3.6.1 Estructura

- Para albergar lo equipos fue necesario realizar el ensamble de las bases de los equipos a ser utilizados en el banco de pruebas, para el cual se empleó material aluminio.



Figura 23. Ensamblaje base de los equipos.

- El ensamblaje consistió en emplear las estructuras de aluminio con perforaciones de las mismas tomando en cuenta la geometría de los equipos.

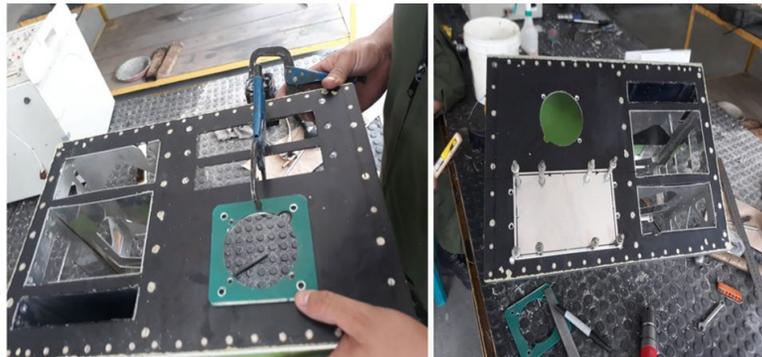


Figura 24. Perforaciones para alojamientos.

- La estructura fue fijada mediante tornillos de 8mm la cual nos permitió conformar una base sólida y firme para el ensamblaje del banco de prueba.



Figura 25. Banco de pruebas Ensamblado.

- Se ensambla la base para el montaje de las antenas de VOR, GPS y VHF, así se dio por finalizado la parte estructural del banco de pruebas para poder realizar las conexiones eléctricas previstas.



Figura 26. Base de antenas

3.6.2 Pintura

- En referencia al color utilizado en algunas cabinas de las aeronaves, y a petición del personal técnicos de la sección aviónica, se determinó pintar el banco de pruebas de

color gris, el mismo que con el apoyo del personal técnico en pinturas se pintó quedando la estructura en óptimas condiciones para su posterior montaje de los elementos.



Figura 27. Estructura pintada

- Al igual que la estructura principal del banco de pruebas se procedió a pintar la base de las antenas VOR, VHF y GPS.



Figura 28. Base de antenas Pintada

3.7 Revisión de diagramas de conexión

Para los diagramas electricos de integracion de dispositivos, se realizaron en el software AutoCAD 2016 y en base a los diagramas existentes en los manuales de instalacion, respectivos de los mismos.

- En el plano que se muestra a continuación se pudo observar que se integró el amplificador de audio KMA 28 con el sistema de comunicación y navegación Garmin GNS 430AW los mismos constan de un interruptor de circuito de protección de 3A, de una salida de audio y un pulsador para la intercomunicación.

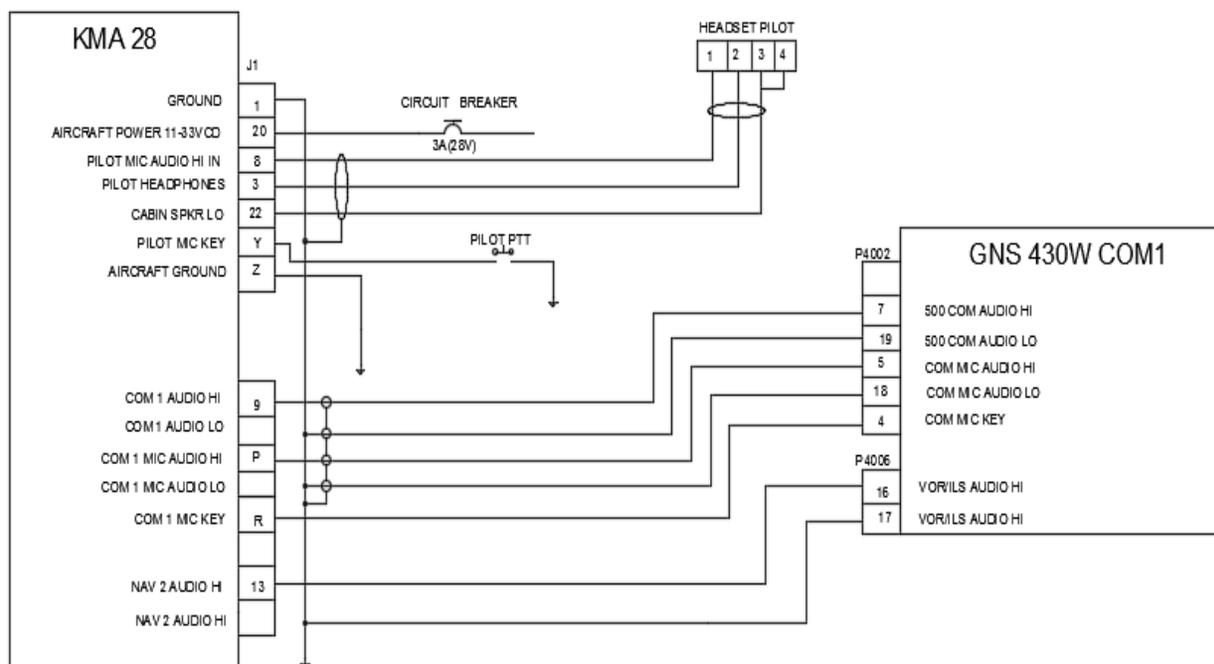


Figura 29. Plano de interconexión KMA 28 a GNS 430.

- Posteriormente fue integrado el sistema Garmin con la pantalla Multifunción KMD 540 las mismas que se comunican mediante comunicación serie RS-232, es decir transmite datos mediante un solo pin de manera secuencial, e igual consta de un interruptor de circuito de protección de 2A.

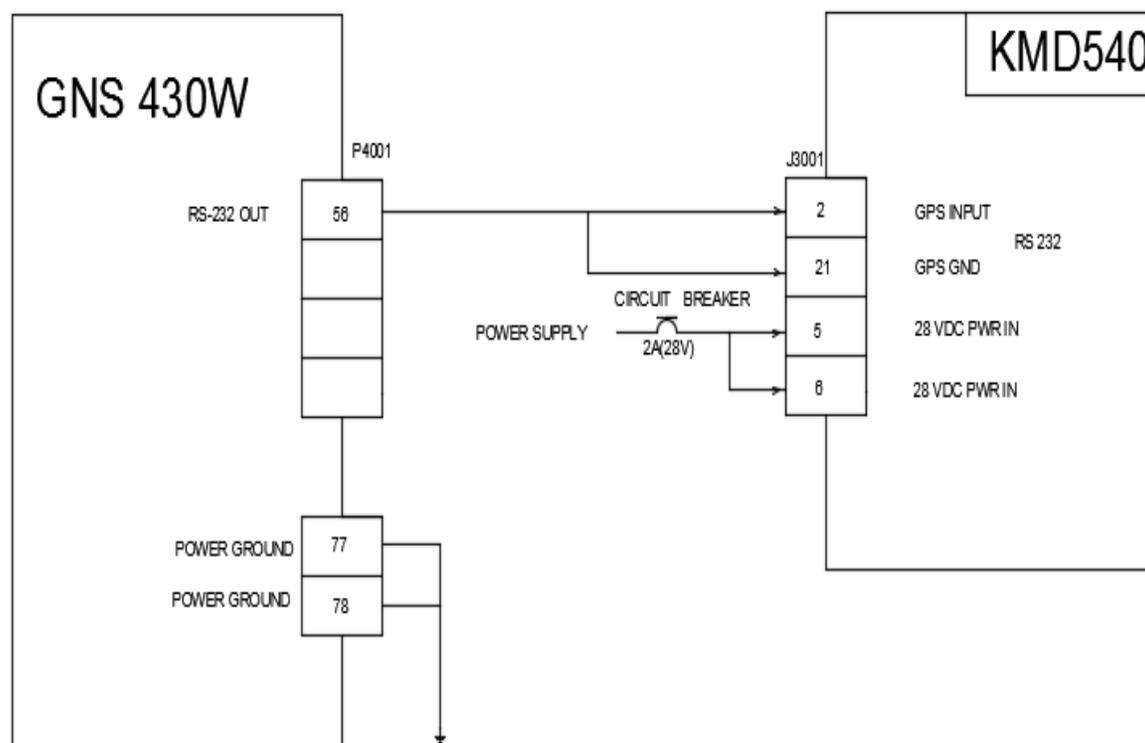


Figura 30. Plano de interconexión GNS430 a KMD 540

- Así mismo finalmente se integró el sistema Garmin GNS430AW con el CDI GI 106A, cabe indicar que es un Indicador de Desviación de Rumbo de alta calidad que muestra los movimientos de las agujas y contiene anunciadores de modo GPS, NAV y VLOC integrados lo se pudo observar en el **ANEXO C**.

3.8 Instalación de Componentes Eléctricos

3.8.1 Instalación conectores GNS 430 AW

En la instalación de los componentes fue necesario la obtención de la placa de conexión del GNS 430 a la cual van integrados los conectores que se verán más adelante.

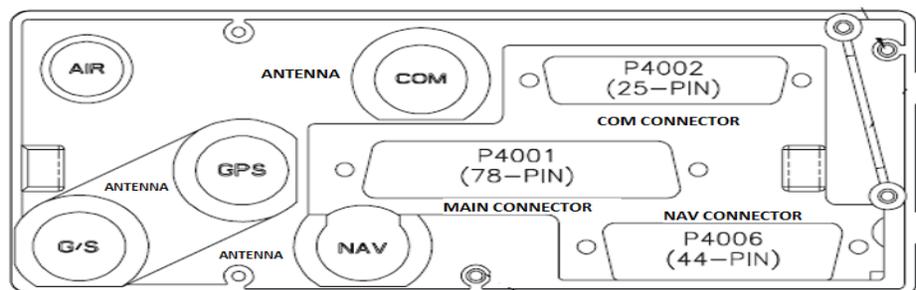


Figura 31. Placa de conexión GNS 430

Fuente: (Garmin International)

- Se preparó el arnés de cables con los conectores P4001, P4002 y P4006 para ser instalados en el la placa de conexión GNS 430.



Figura 32. Arnés de cables con conectores 4001,4002 y 40006.

- A continuación en la figura siguiente se pudo observar el conector principal 4001 en una vista posterior y con su distribución numerico de pines y la lista de funciones de pines se encuentra en el **Anexo D**.

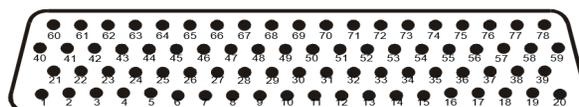


Figura 33. Conector principal 4001.

Fuente: (Garmin International)

- También se pudo observar en la siguiente figura al conector 4002 en una vista posterior y con su numeración de pines y su lista de funciones de pines se encuentra detallada en el **Anexo E**.

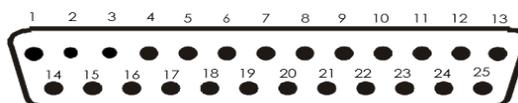


Figura 34: Conector principal 4002.

Fuente: (Garmin International)

- La identificación de los conectores fue muy importante ya que permitió realizar una integración óptima de los dispositivos que se integraron al GNS 430AW, en la figura siguiente se muestra el conector 4006 en una vista posterior y su numeración de pines, su lista de funciones de los pines se encuentra detallada en el **Anexo F**.

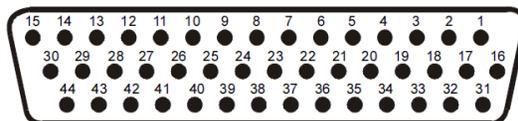


Figura 35: Conector principal 4006
Fuente: (Garmin International)

3.8.2 Instalación conector CDI (GI 106A)

Por consiguiente se realizó la integración del arnés de cables del GNS430 con el conector del GI 106A dicha tarea se muestra continuación.



Figura 36. Arnés de cables con el conector J106A1.

- Se pudo visualizar en la siguiente imagen una vista posterior del conector del CDI (Indicador de Desviación de Curso).

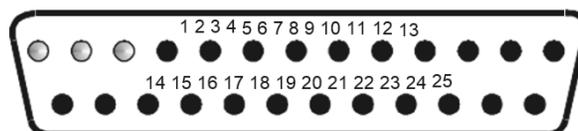


Figura 37. Conector J106A1
Fuente: (GARMIN International, 2001)

3.8.3 Instalación conectores KM 28

Como siguiente paso se integró los cables de conexión con el conector J1 correspondientes al amplificador de audio.



Figura 38. Arnés de cables, conector J1

- Al igual que los dispositivos anteriores a continuación se muestra una vista posterior del conector del amplificador de audio KMA 28.

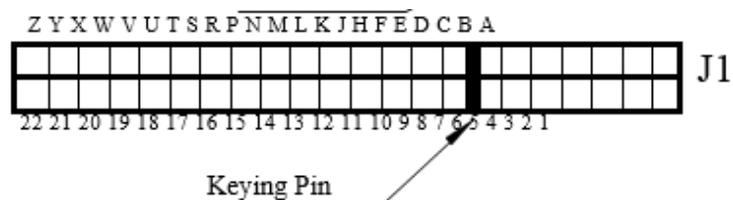


Figura 39. Vista posterior conectores KMA 28
Fuente: (Honeywell, Installation and Operation Manual, 2006)

- Como paso final en esta integración de arnés de cables con los conectores correspondientes se procedió a instalar sobre la estructura implementada para su posterior montaje de los equipos adicional se instaló un voltímetro digital, un pulsador, un interruptor principal y conectores para las tomas de 28VCD.



Figura 40. Montaje de los arneses de cables a la estructura.

3.9 Pruebas de funcionamiento

Consistió en la puesta en funcionamiento de los equipos instalados y la verificación de su operación mediante un test de comprobación.

3.9.1 Continuidad del cableado

Mediante un comprobador (multímetro) se probó la existencia de continuidad en los conectores de cada instrumento instalado, prestando atención a las interfaces:

- GNS430W/KMD540
- GNS430W/GI106A
- GNS430W /KMA28

Valor visualizado $\approx 0\Omega$ (Presencia de señal audible)

3.9.2 Señalización del equipo

Mientras el equipo esté en funcionamiento se debe observar la pantalla principal encendida con visualización clara.

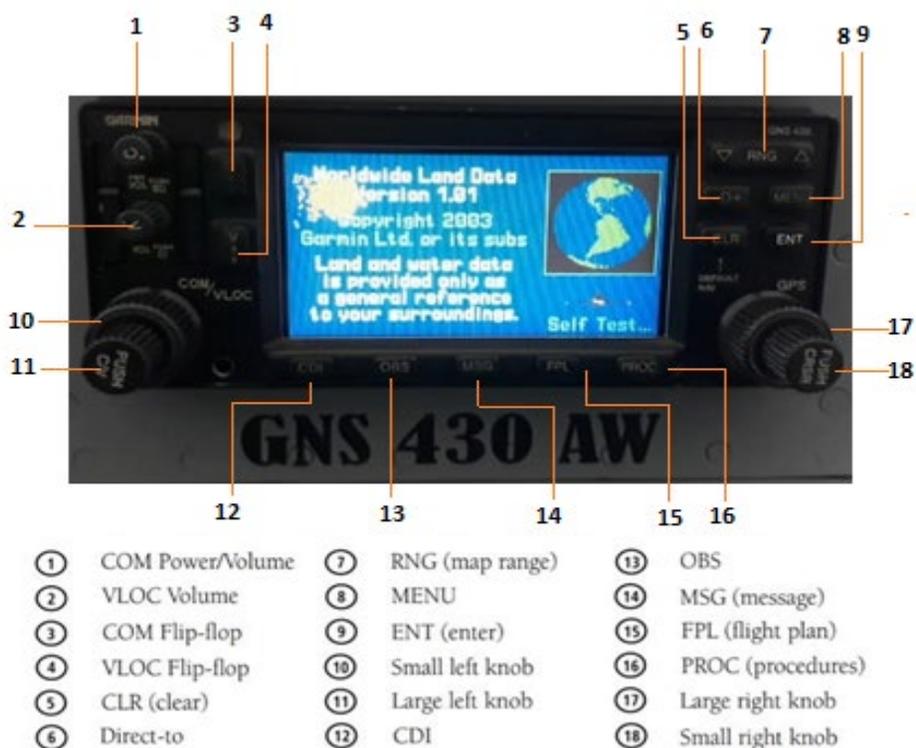


Figura 41: Identificación GNS 430 AW

- **COM Power/Volume:** Controla el encendido del equipo y el nivel de volumen de las comunicaciones de la radio.
- **VLOC Volume:** Controla el volumen de audio para las frecuencias VOR. Manteniendo presionado habilita/deshabilita el tono de identificación.
- **COM Flip-flop:** Se usa para alternar la frecuencia activa y frecuencias COM en espera.
- **VLOC Flip-flop:** Se usa para intercambiar la frecuencia activa y frecuencias de VLOC en espera (es decir, hacer que la frecuencia de espera seleccionada se active).
- **CLR (clear):** Es empleada para borrar información activa como; detalle de mapas, o cancelar alguna entrada, manteniendo presionada retorna a la página anterior.

- **Direct-to:** Pulsando permite al piloto seleccionar un punto como destino para su plan de vuelo.
- **RNG (map range):** Permite al piloto seleccionar el rango de mapa deseado. Usando la flecha hacia arriba de la tecla para alejarse a un área más grande, o la flecha hacia abajo para acercarse a un área más pequeña.
- **MENU:** Muestra una lista de opciones posibles a la pantalla de contexto. Esta lista de opciones le permite al piloto acceder a funciones adicionales o realizar cambios en la configuración relacionados con la página que se muestra.
- **ENT (enter):** Se utiliza para aprobar una operación o completar la entrada de datos. También se usa para confirmar información, por ejemplo durante el encendido.
- **Small left knob:** Se utiliza para sintonizar el valor en Mega Hertz (MHz) de la frecuencia de espera para el receptor de comunicaciones COM o el receptor VLOC, el que esté seleccionado actualmente por el cursor de sintonización.
- **Large left knob:** Se usa para ajustar en Kilo Hertz (kHz) el valor de la frecuencia de espera para el transceptor COM o el receptor VLOC, el que esté seleccionado actualmente por el cursor de sintonización.
- **CDI:** Se usa para alternar qué información de navegación (GPS o VLOC) se proporciona a la salida a un HSI o CDI externo.
- **OBS:** Se usa para seleccionar el modo manual o automático para la secuenciación de puntos de chequeo.

3.9.3 Procedimiento de encendido

Para el procedimiento de encendido se deberá dar estricto cumplimiento al manual de operación, mantenimiento y seguridad el mismo se encuentra adjuntado en el **Anexo H**.

Una vez verificado la continuidad en los cables se procedió a realizar el encendido del banco de pruebas para su posterior verificación de su enlace entre sí, se colocó el banco de pruebas sobre una mesa de trabajo en el taller de electrónica CEMAE-15 perteneciente a La Brigada de Aviación del Ejército N°15 “PAQUISHA” y el soporte con la base de las antenas VOR/LOC, VHF, GPS en las afueras del taller vista por cuestiones de recepción de señales necesita estar ahí.



Figura 42. Ubicación del banco y base de antenas.

En el encendido del banco de pruebas se dio cumplimiento con los pasos que se detallan a continuación:

- Se procedió al encendido de la fuente de alimentación, tomando en cuenta que el voltaje no sea mayor a los 28 VCD, para lo cual se pudo confirmar en el banco de pruebas mediante un voltímetro digital.



Figura 43. Encendido de la fuente y verificación del voltaje en el banco.

- Seguido de esta tarea se procedió a encender el interruptor de encendido (Power) del banco de pruebas el cual accionó un contactor interno el cual permite que la barra de negativos y positivos sean alimentados correctamente.



Figura 44. Encendido del banco de pruebas

- Una vez energizado el banco de pruebas se procedió a encender el amplificador de audio KMA 28 para lo cual se activó el interruptor del circuito de protección

correspondiente al mismo y después se presionó el botón de intercom volume el cual sirve para el encendido del amplificador y control de volumen.



Figura 45. Encendido Amplificador de audio KMA 28.

- Para el encendido de la pantalla multifunción KMD 540 se encendió el equipo presionando el interruptor de circuito de protección correspondientes al mismo, y se procedió a el encendido girando el interruptor de encendido y apagado.



Figura 46. Encendido Amplificador de audio KMA 28.

- Finalmente se encendió el Garmin GNS 430AW, para lo cual fue necesario activar los dos siguientes interruptor de circuito de protección correspondientes a Comunicación y Navegación del GNS 430AW Girar la perilla COM power/volume en sentido de las agujas del reloj este también nos permitió ajustar al nivel de volumen deseado.



Figura 47. Encendido Amplificador de audio KMA 28.

- Al estar integrado el Indicador de Desviación de Rumbo GI 106A al GNS 430AW se pudo observar al que al energizar el GNS 430AW también se energiza y empieza a interactuar el GI 106A.



Figura 48. Encendido GI 106A

3.9.4 Lista de Comprobación GNS 430AW

Se estableció una lista de comprobación del sistema Garmin GNS 430AW, la misma fue realizada en base al manual de instalación del equipo y de acuerdo a las capacidades que brinda el Banco de pruebas utilizado.

La lista de comprobación recomendada a seguir se encuentra en el **Anexo G**.

GNS Series 400W posterior a la instalación		Fecha: <u>14/01/2020</u>
		Por: <u>Cbop. Taípe Diego</u>
INFORMACION	El modelo de serie <u>GNS 430AW</u> aeronave # <u>MI 484</u>	
COMPROBACION :	Unidad P/N <u>011-01-061-00</u> antena GPS P/N <u> </u> S/N <u> </u>	
Comprobación del Acoplamiento del conector.		
<p>➤ Comprobación de la conexión del conector. (Coloque la unidad de la serie 400W en la base y enganche el mecanismo de seguridad, encienda el dispositivo.)</p>	Se colocó el equipo GNS 430 AW sobre la base del mismo colocando su mecanismo de seguridad y se procedió a encender el equipo, verificando que el mismo se encendió S/N	

CONTINUA



➤ **Auto prueba del panel de instrumentos.**

(Esta página permite verificar que la unidad de la serie se está comunicando adecuadamente con otros instrumentos).



Se comprobó que los parámetros de la pantalla coinciden con las indicaciones del CDI.

Comprobación de enlaces entre dispositivos

➤ **Enlace GNS430AW- Pantalla Multifunción KMD-540**

- Encender el equipo GNS 430AW girando la perilla VOL (C) en sentido horario.
- Encender la pantalla multifunción KMD-540 girando la perilla inferior izquierda ON/OFF.
- Pulsar la tecla MAP y verificar visualmente la replicación de la pantalla del GNS 430W en la pantalla del KMD-540.



Una vez obtenidas las señales de los satélites se pudo observar la réplica de la pantalla GNS en la del KMD540

➤ **Enlace GNS 430AW-GI106A**

- Encender el equipo GNS 430W girando la perilla VOL (C) en sentido horario.
- En el GNS 430W asignar un WAYPOINT y SEND TO.
- En el GI106A se deberá visualizar la distancia aproximada a la estación VOR seleccionada en el paso

No se pudo verificar.

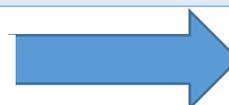
Comprobación de la adquisición de la señal GPS y VHF

➤ **Señal antena GPS**

- En de la página de autocomprobación del panel de instrumentos, se mostrará la página de estado del satélite.
- Si la unidad es incapaz de adquirir satélites, reubicar la antena lejos de obstrucciones.



Se pudo observar que la posición en la que se encontraba la antena GPS era la adecuada ya que se pudo obtener una Buena recepción de señales.



➤ **Interferencia VHF COM**

- Sintonice la unidad a una frecuencia VHF local y verifique que la salida del receptor produzca una salida de audio comprensible.
- Ingresando una frecuencia transmitir por lo menos 30 segundos en el canal.



Ingresando la frecuencia correspondiente a la Balbina 133.200 se pudo establecer comunicación de una forma clara y sin ningún tipo de interferencia.

Comprobación de base de datos

➤ **Para verificar la base de datos:**

- Apague las unidades de la serie 400W y luego enciéndalas, la unidad de la serie 400W pasará por su secuencia de arranque normal.
- Espere a que aparezca la página de la Base de Datos de Aviación.
- Verifique que la fecha de vencimiento que se muestra no haya pasado si no replácela.



En el encendido de del GNS, al iniciar su secuencia de arranque normal se pudo verificar que la base de datos había expirado para lo cual el equipo se sometió a un proceso de actualización.

Una vez realizado la comprobación del GNS 430AW perteneciente al helicóptero MI-484 se pudo determinar que el equipo se encontraba en óptimas condiciones con respecto al sistema de comunicación y navegación para su operación en la aeronave, excepto su base de datos se encontraba expirada para lo cual se recomendó el cambio de la misma.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El Banco de prueba utilizado cubre una de las necesidades existentes en el taller de Aviónica del Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército CEMAE-15, el cual servirá para la comprobación del GARMIN GNS 430AW en cuanto a funciones de Navegación GPS, Navegación VOR, VHF NAV y funciones COM se refieren.
- Mediante la investigación realizada y según los criterios de ponderación se pudo determinar que el banco de pruebas ensamblado en esta monografía fue el más óptimo en relación a otros bancos.
- Con el trabajo realizado en GNS 430AW perteneciente al helicóptero MI-484 se puede establecer que el banco de pruebas se encuentra en buenas condiciones y está en capacidad de comprobar los sistemas de comunicación y navegación de una forma óptima y apegada a los criterios de los manuales de instalación del mismo.

4.2 Recomendaciones

- No se debe comprobar el Sistema de Comunicación y Navegación al mismo tiempo en vista que pueden causar interferencia, por cuestiones de la posición de las antenas ya que por motivos de movilidad estas se encuentran juntas.
- Al momento de operar el banco de pruebas se debe tomar en cuenta el voltaje de alimentación, el mismo no debe sobrepasar 28VCD ya que es el voltaje al cual trabaja los dispositivos e indica los manuales de instalación de los mismos.
- Para mantener operativo el banco de pruebas se debe revisar el manual de operación, mantenimiento y seguridad el mismo se encuentra adjuntado en los anexos de esta monografía.

4.3 Abreviaturas

- **ADF:** Buscador automático de señales direccionales de radio.
- **AUX:** Auxiliar.
- **BAE:** Brigada de Aviación del Ejército.
- **CDI:** Indicador de Curso de Navegación.
- **CEMAE:** Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército.
- **COMM:** Sigla para sistema de comunicaciones.
- **DEM:** Equipo Medidor de Distancia.
- **DP:** Puntos de despegue.
- **EGNOS:** Es la red de satélites geoestacionarios europea.
- **ETAE:** Escuela Técnica de Aviación del Ejército.
- **FDE:** Programa de Detección de Fallas.
- **GAGAN:** Sistema de Aumentación Basado en Satélites desarrollado por la agencia India de Investigación Espacial.
- **G I:** Indicador Garmin.
- **GLONASS:** Sistema Global de Navegación por Satélite.
- **GNS:** Garmin Navigation System.
- **GPS:** Garmin Position System.
- **GS:** Senda de planeo.
- **HSI:** Indicador de situación Horizontal.
- **IFR:** Reglas de Vuelo Instrumental.

- **ILS:** Sistema de Aterrizaje por Instrumentos.
- **KMA:** Amplificador de audio multipropósito King.
- **LCD:** Pantalla de cristal líquido.
- **MFD:** Pantalla multi-función.
- **MKR:** Marker Beacon Receiver.
- **MSAS:** sistema de Aumentación basado en el Satélite multifuncional MTSAT.
- **MTSAT:** Satélite de control Meteorológico.
- **NAV:** Sigla para sistema de Navegación.
- **NDBs:** Balizas no direccionales.
- **QZSS:** Sistema de corrección de señales de navegación global por satélite.
- **RMI:** Radio Indicador Magnético.
- **SDCM:** Sistema de Aumentación Basado en Satélites desarrollado por la Federación Rusa.
- **TSO:** Orden Técnica Estándar.
- **VOR/LOC:** Radiofaro Omnidireccional de muy alta Frecuencia/Localizador.
- **VHF:** **Frecuencia** muy elevada.
- **WAAS:** Sistema de Aumentación Basado en Satélite.
- **WAGE:** Mejora del GPS de área amplia.

4.4 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.
- **Aeronaves de ala fija:** Aseguran la sustentación por acción dinámica del aire sobre unos planos fijos.
- **Aeronaves de ala rotatoria:** Que disponen de palas giratorias que actúan como alas proporcionando la sustentación.
- **Ala delta:** : Formada por alas tubulares recubiertas de tela de las que va suspendido el piloto y que gobierna por el desplazamiento de su cuerpo
- **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.
- **Autogiro:** Que asegura la sustentación con una hélice de gran diámetro que gira libremente por la acción del aire de la marca.
- **Avión:** Dotado de fuselaje, las alas, el empenaje, los timones y uno o varios motores que impulsan el aparato.

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

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 una 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.
- **Megafonía:** Técnica que se ocupa aumentar el volumen del sonido y difundirlo.
- **Misión:** Trabajo, función o encargo que una persona debe cumplir.

O

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

P

- **Parapente:** Planeador ligero flexible.
- **Planeador:** Que no dispone de motor y es remolcado hasta una cierta altura. El piloto, para mantenerse en el aire, busca ascendencias cuya velocidad vertical sea mayor que la de descenso del aparato

- **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.
- **Tripulación:** Conjunto de personas que se encargan de conducir o manejar un barco, un avión o una nave espacial.

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.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRBUS MILITARY. (2017). TRAINING MANUAL.

Avionics, S. L. (s.f.). *San Luis Avionics*. Recuperado el 18 de Octubre de 2019, de San Luis Avionics: <https://www.sanluisavionics.com/mobiltech-p6>

CAPELO, B. A. (2012). MODERNIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN Y NAVEGACIÓN DEL HELICOPTERO MI 171E RUSO. (*Tesis de Maestría*). ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO.

CENTRO DE ESTUDIOS HISTÓRICOS DEL EJÉRCITO ECUATORIANO. (2017). *Aviación del Ejército*. Recuperado el 3 de Enero de 2019, de Aviación del Ejército: <http://www.cehist.mil.ec/aviacion-del-ejercito.html>

CREUS SOLE, A. (2010). *Iniciación a la Aeronáutica*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

Díaz Ríos, J. I. (2017). *INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES EN NAVEGACIÓN AÉREA, AEROPUERTOS Y SECTOR AERO ESPACIAL* (*Trabajo de Fin de Grado*). Universidad Politécnica de Valencia., Ingeniería Cartográfica, Valencia.

Federal Aviation Administration. (2010). *Aviation Safety Bureau*. Recuperado el 15 de Enero de 2019, de Aviation Safety Bureau: <http://content.aviation-safety-bureau.com/allmembers/faa-h-8083-31-amt-airframe-vol-2/sections/chapter-11.php>

FISAC AVIATION. (21 de SEPTIEMBRE de 2017). *GARMIN GNS 430 GPS NAV COM*. Recuperado el 13 de Junio de 2019 , de GARMIN GNS 430 GPS NAV COM: <https://www.fisacaviation.com/equipos/panel/gns430.html>

GARMIN. (2019). *Sobre Garmin*. Recuperado el 5 de Febrero de 2019, de Sobre Garmin: <https://www.garmin.com/es/company/sobre-garmin/>

GARMIN International, I. (2001). *GI 102A/106A INSTALLATION MANUAL*. USA. Recuperado el 20 de Mayo de 2019, de http://www.aeroelectric.com/Installation_Data/Garmin/GI102-106_IM.pdf

Garmin International, I. (s.f.). *SERIE 400W MANUAL DE INSTALACION GPS 400W, GNC 420W/420AW Y GNS 430/430AW. MANUAL*. OLATHE, USA.

Guerrero, A. F. (2016). *IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE COMPROBACIÓN MEDIANTE LAS UNIDADES DE POTENCIA EN TIERRA PARA LOS ARRANCADORES-GENERADORES DE LOS AVIONES PERTENECIENTES AL GRUPO AÉREO 44 "PASTAZA". (Tesis de Tecnología)*. UNIDAD DE GESTION DE TECNOLOGIAS-ESPE, Latacunga.

Honeywell. (2000). *Installation and Operation Manual KMA 28*. Kansas. Recuperado el 26 de Mayo de 2019, de https://aeroclub-montpellier.org/wp-content/uploads/Notices_Avions/Guide_KMA28.pdf

Honeywell. (2006). *SYSTEM INSTALLATION MANUAL KMD 550/850*. Olathe, KS. Recuperado el 14 de Septiembre de 2019, de http://www.peter2000.co.uk/aviation/tas605/kmd550-im-rev12-006-10608-0012_12.pdf

Ingenieros, A. (s.f.). *VOR/ILS/COM*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2019, de [VOR/ILS/COM:http://www.grupoalava.com/ingenieros/productos/instrumentacion-y-ensayos/avionica-y-ensayos-en-vuelo-uavrpa/equipos-y-bancos-de-prueba-de-avionica-agse/vor--ils--comm/](http://www.grupoalava.com/ingenieros/productos/instrumentacion-y-ensayos/avionica-y-ensayos-en-vuelo-uavrpa/equipos-y-bancos-de-prueba-de-avionica-agse/vor--ils--comm/)

Villalba, Y. J. (Junio de 1986). *Repositorio Digital IAEN*. Recuperado el 3 de Septiembre de 2019, de [Repositorio Digital IAEN: http://repositorio.iaen.edu.ec/handle/24000/4312](http://repositorio.iaen.edu.ec/handle/24000/4312)

ANEXOS



DEPARTAMENTO DE ELECTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

CERTIFICACIÓN

Se certifica que la presente monografía fue desarrollada por el Señor Taípe Alcarraz, Diego Fernando bajo mi supervisión.

En la ciudad de Latacunga a los 04 días del mes de febrero del 2020.

Aprobado por:





Tigo. Gabriel Inca.
Director del proyecto



Ing. Pablo Pilatasig.
Director de carrera



Abg. Sarita Plaza.
Secretaria académica