



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA  
MENCION AVIONES**

**MONOGRAFÍA, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCION AVIONES.**

**TEMA: REHABILITACIÓN DEL EQUIPO DE COMUNICACIÓN MARCA  
BENDIX KING 170B DE LA AERONAVE CESSNA 150M  
PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

**AUTOR: CHUQUIN HERNANDEZ, JOHNNY MAURICIO**

**DIRECTOR: ING. BAUTISTA ZURITA, RODRIGO CRISTOBAL**

**LATACUNGA**

**2020**



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

### CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR MECÁNICA AERONÁUTICA

#### CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, ***“REHABILITACIÓN DEL EQUIPO DE COMUNICACIÓN MARCA BENDIX KING 170B DE LA AERONAVE CESSNA 150M PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”*** fue realizado por el señor ***CHUQUIN HERNANDEZ ,JOHNNY MAURICIO***, el mismo que 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 las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 28 de enero del 2020



**ING. BAUTISTA ZURITA, RODRIGO CRISTÓBAL**

**C.C.: 1720240991**



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

### CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR MECÁNICA AERONÁUTICA

#### **AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **CHUQUIN HERNANDEZ, JOHNNY MAURICIO**, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de monografía **“REHABILITACIÓN DEL EQUIPO DE COMUNICACIÓN MARCA BENDIX KING 170B DE LA AERONAVE CESSNA 150M PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS.”**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 28 de enero del 2020



**CHUQUIN HERNANDEZ, JOHNNY MAURICIO**

**C.C.: 1003826938**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **CHUQUIN HERNANDEZ, JOHNNY MAURICIO**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“REHABILITACIÓN DEL EQUIPO DE COMUNICACIÓN MARCA BENDIX KING 170B DE LA AERONAVE CESSNA 150M PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS.”**, en el repositorio institucional cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 28 enero del 2020



**CHUQUIN HERNANDEZ, JOHNNY MAURICIO**

**C.C.: 1003826938**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo quiero dedicarlo a todas las personas que estuvieron junto a mi mostrándome su apoyo en este largo proceso el cual con gran satisfacción eh culminado, dedicarlo a Dios por darme salud y vida en cada momento de mi carrera, a mis padres Antonio Chuquin y Myrian Hernández por el esfuerzo que día a día realizan por mí, para formarme como una persona de bien y por nunca retirar esa confianza puesta en mí, a mis hermanos Miguel, José, Juan y una persona en especial que comparte con migo esta alegría Daniela Calle por su apoyo incondicional a cada momento, esperando poder contar con ese mismo sentimiento en cada nueva meta trazada en mi vida profesional.

**CHUQUIN HERNANDEZ JOHNNY MAURICIO**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haber guiado cada paso en mi vida, por llenarme de bendiciones durante mi formación como profesional y por darme un regalo tan grande como lo es mi familia.

Agradezco también a mis padres porque sin su gran ejemplo de dedicación, su apoyo y confianza, nada de esto que un día fue un sueño se hubiera convertido en realidad, a mi familia que siempre supo estar ahí preocupándose por mi bienestar y que gracias a sus consejos este gran paso en mi vida se concretó de la mejor manera posible.

Por último quiero agradecer a todos los docentes que a lo largo de mi carrera, compartieron sus conocimientos derramando su sabiduría e iluminando el camino el cual recorrí hasta llegar a obtener un logro más en mi vida.

**CHUQUIN HERNANDEZ JOHNNY MAURICIO**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

### CARATULA

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| CERTIFICACIÓN .....             | i    |
| AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD..... | ii   |
| AUTORIZACIÓN.....               | iii  |
| DEDICATORIA .....               | iv   |
| AGRADECIMIENTO .....            | v    |
| ÍNDICE DE CONTENIDO.....        | vi   |
| ÍNDICE DE TABLAS.....           | x    |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....         | xi   |
| RESUMEN.....                    | xiii |
| ABSTRACT .....                  | xiv  |

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL TEMA

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1.1 Antecedentes .....              | 1 |
| 1.2 Planteamiento del problema..... | 1 |
| 1.3 Justificación.....              | 2 |
| 1.4 Objetivos .....                 | 3 |
| 1.4.1 Objetivo general .....        | 3 |
| 1.4.2 Objetivos específicos.....    | 3 |
| 1.5 Alcance .....                   | 4 |

## **CAPÍTULO II**

### **ANÁLISIS DEL TEMA**

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 2.1   | Reseña histórica de la marca Bendix King .....  | 5  |
| 2.1.1 | Estructuras generales.....  | 6  |
| a.    | Radio de Comunicación Bendix King Kx 170B .....   | 6  |
| a1.   | El Modelo King Kx 170B mezcla dos sistemas, tales como: .....                           | 6  |
| a.2.  | Controles del equipo Bendix King Kx 170B .....  | 6  |
| b.    | Factibilidad de la Aeronave .....   | 8  |
| 2.2   | Propósito del desarrollo .....  | 16 |
| 2.3   | Frecuencia Aeronáutica.....   | 17 |
| 2.3.1 | Propósito de la inspección en frecuencia aeronáutica para el radio<br>Bendix King. .... | 22 |
| 2.4   | Chequeo de pos instalación de radio Bendix King 170B.....                               | 23 |

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 3.1 | Preliminar .....  | 25 |
| 3.2 | Laboratorios de electrónica, facilitados por CORTELCOM cia. Ltda.<br>Empresa certificada en venta y mantenimiento de equipos de<br>telecomunicación aérea y terrestre. .... | 25 |
| 3.3 | Limpieza del radio Bendix King 170 B .....  | 26 |
| 3.4 | Procedimiento de verificación del equipo Bendix en el módulo de Comm. ....  | 27 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.5   | Diagrama del PPT para la operación del equipo Bendix King 170B.....  | 29 |
| 3.6   | Prueba de Funcionamiento .....   | 31 |
| 3.7   | Verificación del sistema protección de alimentación de energía del equipo<br>Bendix King 170B.....   | 32 |
| 3.8   | Chequeo de Fuente de alimentación de 14.6 voltios- Batería de la Cessna<br>150M .....  | 33 |
| 3.9   | Comprobación del sistema de alimentación de energía de la aeronave<br>Cessna 150 M en el equipo Bendix King.....   | 34 |
| 3.10  | Verificación del estado de la antena de comunicación de la aeronave la<br>Cessna 150M.....   | 35 |
| 3.11  | Equipo de prueba para realizar la comunicación con el radio Bendix King de la<br>aeronave Cessna 150m.....   | 36 |
| 3.12  | Estado de la antena en TX y como en RX y puesta en marcha .....  | 37 |
| 3.13  | Implementación de la radio Icom Ic-A200 en la frecuencia aeronáutica para<br>comunicarse con la radio Bendix King de la aeronave Cessna. ....                                  | 39 |
| 3.14  | Verificación del estado del radio Icom Ic-A200 con equipo de medición en la<br>frecuencia aeronáutica para comunicarse con la radio Bendix King de la<br>aeronave Cessna. .... | 40 |
| 3.15  | Implementación de antena vehicular en el rango aeronáutica para el radio<br>ICOM Ic.- A110 para realizar la comunicación.....  | 41 |
| 3.16. | Accesorios de ensamblaje de los puertos del Micrófono y Auricular.....   | 42 |
| 3.17  | Accesorios para implementación para radio Bendix King .....  | 44 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 3.18   | Habilitación de PTT externos ubicados en las cabrillas. ....  | 44 |
| 3.19   | Procedimiento de cableado y medición del equipo Bendix King kx 170b .....   | 45 |
| 3.20   | Proceso de cableado a los puertos Jack bananas hembras. ....  | 47 |
| 3.21   | Habilitación de puertos de entrada para el Headset .....  | 48 |
| 3.22   | Inspección general de los puertos de conexión del equipo de comunicación<br>Comm.....   | 48 |
| 3.23   | Proceso de cableado a Pttts externos de la cabrilla .....   | 49 |
| 3.24   | Proceso de cableado del micrófono externo. ....   | 50 |
| 3.25   | Comprobación del parlante externo de la tripulación. ....   | 51 |
| 3.26   | Plan de ejecución de del sistema de comunicación entre radio Icom ic-a110 y<br>radio Bendix King 170b y puesta en marcha..... | 51 |
| 3.27   | Pruebas de funcionamiento del sistema de comunicación.....  | 53 |
| 3.27.1 | Calidad de pasos de audio entre puntos de comunicación .....  | 53 |

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

|     |                      |    |
|-----|----------------------|----|
| 4.1 | Conclusiones.....    | 55 |
| 4.2 | Recomendaciones..... | 56 |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b> | <b>57</b> |
|--|-----------|

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| <b>ANEXOS.....</b> | <b>58</b> |
|--------------------|-----------|

**Anexo A.** Diagrama en bloques del radio bendix king kx 170B

**Anexo B.** Informe de alquiler de equipos y Laboratorio

**Anexo C.** Informe de estado del Radio Bendix KInG kx 170B

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1:</b> Evolución de los equipos Bendix King en la Historia .....  | 5  |
| <b>Tabla 2:</b> Frecuencias legales, prohibidas de usar para pruebas. .... | 22 |
| <b>Tabla 3:</b> Funciones de los pines del Radio .....                     | 25 |
| <b>Tabla 4:</b> Equipos de electrónica .....                               | 46 |
| <b>Tabla 5:</b> Herramientas para los puertos del Headset .....            | 47 |
| <b>Tabla 6:</b> Tareas para comprobación del sistema de comunicación.....  | 52 |
| <b>Tabla 7:</b> Valoración de audios del equipo Bendix King 170B .....     | 55 |
| <b>Tabla 8:</b> Valoración de audios del Radio base Icom Ica-200.....      | 55 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1:</b> Radio Bendix King 170B.....                                  | 7  |
| <b>Figura 2:</b> RUGGED AIR modelo RA900-Incluye Mic. Y PTT.....              | 9  |
| <b>Figura 3:</b> Parlante de 3W 8 Ohmios marca SP Se In.....                  | 10 |
| <b>Figura 4:</b> Micrófono de Carbón Tel-66C marca Telex.....                 | 11 |
| <b>Figura 5:</b> Antena de comunicación VHF .....                             | 12 |
| <b>Figura 6:</b> Vatímetro con capsula de 50w en 110 a 250 MHz.....           | 13 |
| <b>Figura 7:</b> Cables de AC de la Aeronave Cessna 150M.....                 | 14 |
| <b>Figura 8:</b> Batería marca Káiser.....                                    | 15 |
| <b>Figura 9:</b> Radio Bendix King 170B.....                                  | 16 |
| <b>Figura 10:</b> Ejemplo de la onda de Frecuencia .....                      | 17 |
| <b>Figura 11:</b> Ejemplo de la onda de FM.....                               | 18 |
| <b>Figura 12:</b> Señal de la onda de AM .....                                | 19 |
| <b>Figura 13:</b> Ejemplo de afectación a la trasmisión de la frecuencia..... | 21 |
| <b>Figura 14:</b> Limpieza del radio Bendix King 170B .....                   | 27 |
| <b>Figura 15:</b> Localización de pines Del equipo Bendix king 170B .....     | 28 |
| <b>Figura 16:</b> Diagrama del PTT .....                                      | 29 |
| <b>Figura 17:</b> Micrófono con pastilla de Carbón marca Telex.....           | 30 |
| <b>Figura 18:</b> Simulador de PTT.....                                       | 31 |
| <b>Figura 19:</b> Verificación del radio .....                                | 31 |
| <b>Figura 20:</b> Protección de equipos mediante Fusibles .....               | 32 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 21:</b> Bateria marca kaiser ns40 .....                               | 33 |
| <b>Figura 22:</b> Rack o caja de radio Bendix king.....                         | 34 |
| <b>Figura 23:</b> Antena VHF tipo látigo 111.8 a 139.00 MHz .....               | 35 |
| <b>Figura 24:</b> Radio ICom IC-A110 con fuente ps-80 Propiedad UGT .....       | 36 |
| <b>Figura 25:</b> RF de la Antena .....   | 37 |
| <b>Figura 26:</b> Potencia del radio Bendix King con la Antena .....            | 38 |
| <b>Figura 27:</b> Radio Icom en frecuencia de Prueba.....                       | 39 |
| <b>Figura 28:</b> Potencia del Radio Icom.....                                  | 40 |
| <b>Figura 29:</b> Antena de prueba para Radio Icom .....                        | 41 |
| <b>Figura 30:</b> Cable de audio de 16 Hilos Reforzado Aeronáutico.....         | 42 |
| <b>Figura 31:</b> Puerto de entrada Mic., PTT y speaker .....                   | 43 |
| <b>Figura 32:</b> Funda o protector de cables spaghetti de Fluoropolimero ..... | 43 |
| <b>Figura 33:</b> PTT Externo ubicado en la cabrilla .....                      | 45 |
| <b>Figura 34:</b> Instalación de cables con conexión a los Jack bananas .....   | 46 |
| <b>Figura 35:</b> Jack Banana Hembra-puertos de entrada Headset.....            | 47 |
| <b>Figura 36:</b> Localización de puertos de conexión Del Headset .....         | 48 |
| <b>Figura 37:</b> Comprobación de continuidad de cables y estación .....        | 49 |
| <b>Figura 38:</b> Ubicación de los PTTs externos .....                          | 50 |
| <b>Figura 39:</b> Ubicación de cable de micrófono con porta micrófono.....      | 51 |

## RESUMEN

El desarrollo de una tarea de mantenimiento que certifica la rehabilitación del Radio de comunicación de la aeronave Cessna 150M, proyecta a futuras simulaciones de comunicación entre torre, aeronave y viceversa en cualquier canal o frecuencia que el estudiante o docente desee programar para entablar una comunicación directa, por lo tanto el uso de accesorios necesarios, frecuencias y canales de prueba activen el módulo de comunicación, que facilita la correcta operación del Equipo Bendix King modelo KX 170B en el módulo de comunicación(comm), resaltando que el aprendizaje y enseñanza de los estudiantes, es de mucho provecho en todo lo que se refiere a formas de uso, mantenimiento, prevención con su correcta implementación al aérea que sea proyectado, verificando el chequeo de los radios, factores que impiden su uso, estudio o análisis de espectro radial, impedancia, reflejada de los instrumentos en uso, y, para que todo funcione a la perfección se implementa y verifica todos los accesorios tales como PTT( push to talk), micrófono y speaker, chequeo de cables de energía, antena a los cuales el sistema da acceso a ser manipulado para navegar en la frecuencia programado tanto como en el transmisor y receptor, con esto la conformidad se proyecta en la parte de manejo y mantenimiento de equipos de telecomunicación y en futuros temas sobre el mismo, quedando así solventado el sistema de comunicación del radio Bendix King 172B de la aeronave Cessna 150M.

### ***PALABRAS CLAVE:***

- ***SISTEMAS DE COMUNICACIÓN***
- ***BENDIX KING MODELO KX 170B***
- ***AERONAVE CESSNA 150M***

## **ABSTRACT**

The development of a maintenance task that certifies the rehabilitation of the communication radio of the Cessna 150M aircraft, projects to future communication simulations between tower, aircraft and return in any channel or frequency that the student or teacher wants to program to establish a direct communication, therefore the use of necessary accessories, The communication module, which facilitates the correct operation of the Bendix King equipment model KX 170B in the communication module (comm), emphasizes that the learning and teaching of the students, is of much benefit in all that refers to forms of use, maintenance, prevention with its correct implementation to the area that is projected, verifying the check of the radios, factors that impede their use, study or analysis of radial spectrum, impedance, reflected of the instruments in use, and, so that everything works to the perfection it is implemented and verified all the accessories such as PTT( push to talk), microphone and speaker, check of cables of energy, antenna to which the system gives access to be manipulated to navigate in the programmed frequency as much as in the transmitter and receiver, with this the conformity is projected in the part of handling and maintenance of telecommunication equipment and in future subjects on the same one, being thus solved the system of communication of the radio Bendix King 172B of the Cessna 150M aircraft.

## **KEYWORD**

- **COMMUNICATION SYSTEMS**
- **BENDIX KING MODEL KX 170B**
- **CESSNA AIRCRAFT 150M**

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL TEMA

### 1.1 ANTECEDENTES

Las distintas materias inculcadas en las aulas referentes a los sistemas de comunicación de las aeronaves, por falta de equipos en el aérea, por lo cual queden carencias en los temas a tratar, con una explicación limitada, y el aprendizaje mediante la catedra inculcada en clase o presentación de diapositivas de los sistemas, no es suficiente.

Al constar con aeronaves escuela, los docentes se han visto en la necesidad de acceder a las mismas para que conozcan, palpén y miren los distintos instrumentos y equipos que constan en las aeronaves, pero al no poder usar por falta de accesorios que permitan el uso total de los mismos, se es necesario estudiarlos por medio de una diapositiva en clase.

La Aeronave Cessna 150M es unas de las aeronaves más completas que posee la Unidad de Gestión de Tecnologías, en pocas palabras posee más de 85% de los quipos en funcionamiento y es en la cual se puede realizar trabajos de investigación para acoplarlas a las necesidades de los estudiantes y también para los docentes en su método de enseñanza en todo lo relacionado con la mecánica aeronáutica.

### 1.2 Planteamiento del problema

El desarrollo de un sistema funcional de comunicación, que simule la transmisión y recepción entre aeronaves, torres de control, surge la necesidad de contar con los

instrumentos necesarios para una enseñanza y aprendizaje ideal, ya que al constar con un equipo de comunicación de marca Bendix King 170B en la aeronave Cessna 150M se deduce si es factible el rehabilitar el equipo con sus respectivos accesorios de comunicación para cumplir con un mejor desarrollo, y, para el desarrollo práctico en el desempeño estudiantil de la Carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías.

En empresas de aviación privada la exigencia de conocimientos es minuciosa, la cual incluye como capacidad mínima el manejo debido de este tipo de equipos, para que de este modo el trabajador pueda brindar una disminución de gastos y produzca beneficios para la misma.

La Unidad de Gestión de Tecnologías ha receptado distintas aeronaves, las cuales se han transformado en materiales didácticos para los estudiantes, tomando en cuenta la necesidad de inclusión de este tipo de herramienta didáctica, pero, la falta de ciertos sistemas que dejan al estudiante con interrogantes da un aspecto que va perjudicando a los mismos, en su desarrollo técnico-tecnológico, limitando sus capacidades y destrezas.

### **1.3 Justificación**

El proyecto brinda a los estudiantes conocimientos específicos con ayudantía en el proceso de su profesionalización y a su vez los mismos tengan una implementación de las mismas condiciones que otras entidades institucionales. Para los estudiantes que se encuentran actualmente laborando en el campo aeronáutico, puedan aportar con el conocimiento adquirido en la UGT hacia su área de trabajo, ya sea en la aviación o en otro campo laboral.

La diferencia de la persona que tiene un estudio complementado, se denota en su desempeño, por su localización y facilidad de fluidez en el desenvolvimiento en su área de trabajo, adaptándose a circunstancias reales dando premura y facilidad de solución a problemas a presentarse, ya que su instrucción ha sido tanto teórica como práctica específicamente aeronáutica.

Tener y mantener un conocimiento teórico-práctico para un mecánico, es de vital saber, ya que mejorara su desenvolvimiento profesional, en la empresa, ayudando así a mejorar sus procesos, incluyendo su opositor que es la no adaptación, para lo cual no le va a permitir ubicarse en rangos superiores por su bajo rendimiento, ya que va a tener que depender, esperando por la respuesta de una persona experimentada quien será el facilitador de información.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Rehabilitar el equipo de comunicación marca Bendix King 170B, de la aeronave Cessna 150M con la adaptabilidad de sus correspondientes accesorios para la Carrera de Mecánica Aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Recopilar información técnica acerca del equipo de comunicación marca Bendix King 170B del Aeronave Cessna 150M.
- Determinar los elementos y herramientas requeridas para la prueba operacional con el equipo Marca Bendix King 170B de la Aeronave Cessna 150M.

- Realizar prueba operacionales con resultado satisfactorio en el Equipo de comunicación Bendix King 170B en la aeronave Cessna 150M con los instrumentos requeridos del equipo.

### **1.5 Alcance**

Mediante la elaboración del presente proyecto, los principales beneficiados los estudiantes de niveles superiores de la carrera de mecánica aeronáutica al rehabilitar el equipo de comunicación marca Bendix King 170B de la Aeronave Cessna 150M permitirá un mejor desenvolvimiento del estudiante en el equipo, ya que podrá manipular el mismo, programando la frecuencia en la banda Aeronáutica, conceptos básicos de cómo funciona, saber establecer si el equipo está transmitiendo o recibiendo.

## CAPÍTULO II

### ANÁLISIS DEL TEMA

#### 2.1 Reseña histórica de la marca Bendix King

La historia de la marca Bendix King se remonta cuando “Vincent Hugo Bendix comenzó la organización Bendix con una idea para un arranque automático, para automóviles en 1911. La corporación pasó a llamarse Bendix Aviation Corporation en 1929 para indicar una nueva dirección para la compañía. el modelo j monoplaza utilizó un sistema de rotores coaxiales y fue seguido por el modelo k que realizó su primer vuelo en 1945

**Tabla 1**

*Evolución de los equipos Bendix King en la Historia*

| <b>Característica</b>                  | <b>Modelo</b>  | <b>año</b>  |
|--|----------------|-------------|
| <b>Transceptor VHF de 90 canales</b>   | <b>KY 90</b>   | <b>1945</b> |
| Transceptor de estado solido           | KTR 900        | 1966        |
| <b>Buscador Automático Digital</b>     | <b>KDF 800</b> | <b>1969</b> |
| Radio de Comunicación y Navegación VHF | KX 175         | 1970        |

Fuente: (Bendix King Cooperation, 1911)

Allied Corporation compró Bendix Corporation y King Radio en 1983 y las combinó para crear la ahora reconocida marca de aviónica Bendix King. A finales de 1985, la Corporación Aliada se fusionó con las Empresas de Señalización para convertirse en Señal Aliada. El nombre se modificó aún más a Allied Signal en 1993 para reforzar una imagen de una sola empresa y significar la plena integración de su negocio.

En 1999, AlliedSignal se fusionó con Honeywell y adoptó el nombre de Honeywell para aprovechar el reconocimiento universal de la compañía en todas las industrias a las que sirve, así como en los hogares de todo el mundo. Poco después de que se completara la fusión, Honeywell anunció que debido al reconocimiento y lealtad del piloto, retendría la marca Bendix King para su aviónica de aviación general. En 2011, estableció su nueva sede en Albuquerque, Nuevo México. La tradición de liderazgo e innovación continua con Bendix King.” (Bendix King Corporation, 1911)

### **2.1.1 Estructuras generales**

#### **a. Radio de Comunicación Bendix King Kx 170B**

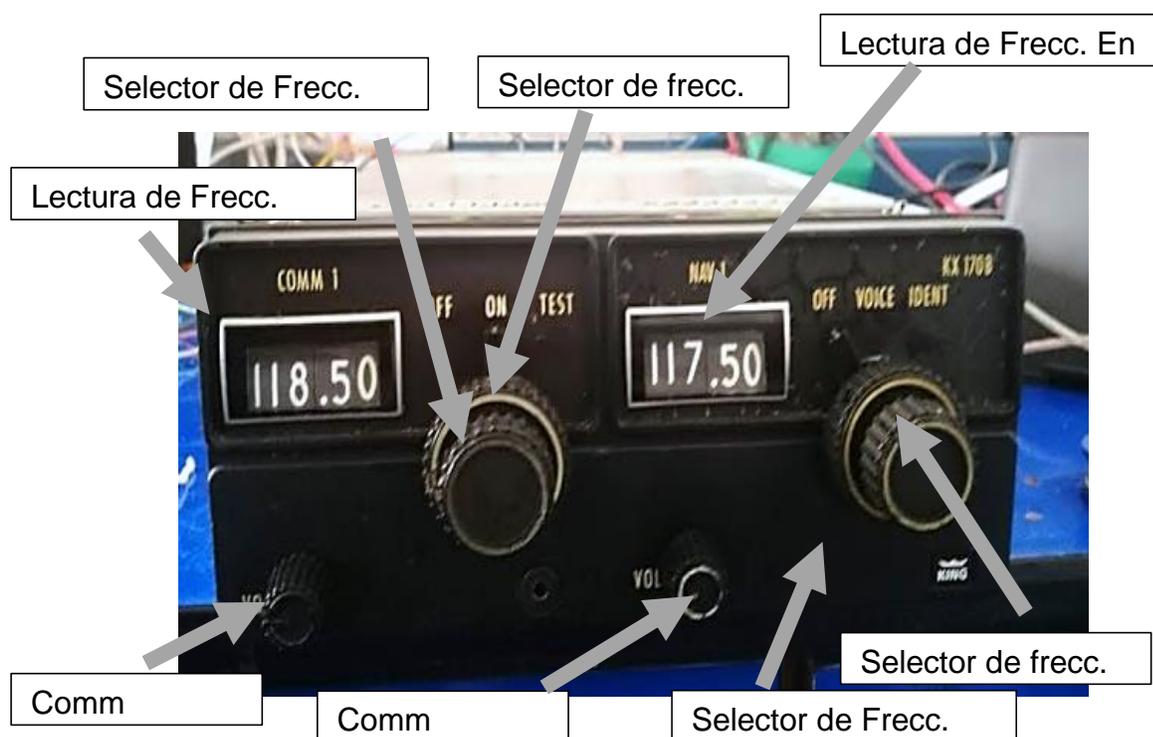
##### **a1. El Modelo King Kx 170B mezcla dos sistemas, tales como:**

- **Com/Vor** el cual combina una serie de 720 canales en el transmisor del VHF, y a la vez es independiente del receptor en el rango de frecuencia del canal 200 en VHF.
- **Nav/DME** es suministrado por el receptor del Nav que convierte la información de la frecuencia en navegación montada con el equipo medición y el receptor del giroscopio.

##### **a.2. Controles del equipo Bendix King Kx 170B**

- Switch de encendido y apagado, el cual es independiente de control de volumen, ya que este se puede configurar en nivel deseado según el usuario lo desee, tanto como el en COM o como en el NAV.
- Separa el Nav con el Vor con un Switch de ON y Off los cuales son eléctricamente independientes.

- Eliminación automática del Squelch, el cual permite tener una mayor sensibilidad de señal en el canal de comunicación, y a la vez la opción de poder probar la sensibilidad del Squelch abriéndolo, para poder escuchar la interferencia que se encuentra en el canal en el receptor del Comm.
- Selector de canales fácil programables, y muy amigable con el usuario, el cual permite programar la frecuencia a la cual la aeronave este designada, y, el DME y el Giroscopio están previamente Switchados para un correcto funcionamiento.
- El selector de frecuencia COMM está ubicado a lado izquierdo y el de NAV al lado derecho del equipo en lo cual el mando grande selecciona los MHz y el mando pequeño los KHz, tanto como en NAV y COMM.



**Figura 1.** Radio Bendix King 170B

## **b. Factibilidad de la Aeronave**

La disponibilidad de los distintos elementos y partes de la Aeronave Cessna 150M da al proyecto el procedimiento a elaborarse con su funciones requeridas para el desarrollo e implantación de los distintos accesorios que este requiere para acceder a la frecuencia programada, en la cual se desea realizar la transmisión entre los distintos equipos de comunicación que la institución posee, tanto como radio de la aeronave Cessna y la radio del laboratorio, por lo cual se procede a generar los siguientes artículos con las distintas características para su inserción e interacción al sistema de comunicación del radio marca Bendix King 170 B.

- **HeadPhones con una impedancia típica de 300 a 1.000 ohmios - opcional MIC. Con PTT**

Los auriculares de aviación Rugged Air con NRR de 24 db, poseen altavoces de audio que eliminan el ruido, control de volumen dual estéreo a prueba de la intemperie para hablar libremente, un conector de entrada de música de 3.5 mmt, la banda para la cabeza es de acero que no se oxida al contacto con la humedad, los canales auditivos Deep Pocket, el puerto PTT en forma de un pulsador en la parte izquierda de la orejera del head set, y su micrófono es sensible al audio, el cual permite una perfecta comunicación entre tripulación de la aeronave y con el personal de la torre, dando un paso de audio perfecto y sin mucho ruido, con un resultado de audio claro y fiable, esto demuestra ser muy compatible con el equipo Bendix King 170 B, que se encuentra en la cabina central de la aeronave Cessna 150 B.



**Figura 2:** RUGGED AIR modelo RA900-Incluye Mic. Y PTT

- **Parlantes con una impedancia en la bobina de 3 a 6 ohmios nominal.**

La bobina de un parlante es un enrollamiento de alambre que se hace sobre un cilindro llamado solenoide. La bobina va unida a la boca del cono del altavoz o parlante.

Ésta suministra fuerza motriz al cono, gracias al campo magnético que se genera en la bobina, este debido a la corriente AC proporcionada por el amplificador de sonido.

Al enviar un flujo de corriente a través de la bobina de voz, se genera en ella un campo magnético, que hace que la bobina reaccione con el campo magnético del imán permanente del parlante, moviendo de éste modo el cono del altavoz.

Al entregar un audio con forma de onda a la bobina de voz, el cono reproduce el sonido en forma de ondas de presión, que corresponden exactamente a la señal de entrada original.



**Figura 3:** Parlante de 3W 8 Ohmios marca SP Se In

- **Micrófono con un carbón de baja impedancia, o con transistor preamplificador dinámico.**

Los micrófonos que contenían pastillas de carbono eran ideales para la comunicación de cualquier equipo de radio comunicación, los cuales su principal caracteriza era de cancelar el ruido del exterior, lo cual el audio pasaba claro y entendible por el sistema y el canal de transmisión, de allí el nombre de micrófono de carbón.

El único inconveniente que estos tenían era que, se mojaban mucho con la transpiración del usuario, dejando que este deje de vibrar e impidiendo que pase el audio, esta fue una de las razones por la cual no se mantuvo mucho en el

mercado. También se lo conocía como micrófono de antracita o grafito, en su interior en un compartimento cerrado cubierto por la membrana. Estas partículas de carbón actúan como una especie de resistencia. Al llegarle una onda sonora a la placa, ésta empuja a las partículas de carbón que se desordenan provocando una variación de resistencia y por tanto una variación de la corriente que lo atraviesa el reflejo de la presión de la onda sonora.



**Figura 4:** Micrófono de Carbón Tel-66C marca Telex

- **Antena de comunicación con cables, los cuales ya consta en la Aeronave.**

La antena que posee la Aeronave Cessna 150M es un látigo en un rango de frecuencia de 110 MHz hasta 300 MHz, la cual se encuentra en perfecto estado de operación.

El cable de conexión de la antena hasta el equipo Bendix King 170 B que se encuentra en la cabina, está en perfecto estado, ya que se medió continuidad con

un multímetro el cual demostró que el cable está conectado correctamente, y no se detectó cortos en la instalación previamente ya instalada en la aeronave.



**Figura 5.** Antena de comunicación VHF

Visual mente la antena esta empotrada en la parte posterío de la aeronave en la parte superior de la cola de la aeronave.

- **Equipo de medición de radio comunicación-Vatímetro.**

Es el dispositivo que permite realizar la medición de los vatios que hay en una corriente de electricidad. Vatio, también conocido como watt, es la unidad de medida que equivale a un julio por segundo y que se emplea para medir la potencia de los equipos de comunicación, ya sean estos en rango VHF o UHV en Am y FM, por los cual para el radio Bendix King 170 B que se encuentra en la aeronave Cessna 150m usaremos un vatímetro con una capsula de 50 W en el rango de frecuencia de 100 a 250 MHz, el cual es específico para la comunicación aeronáutica.

Si la posición de la flecha que está en la capsula apunta a la derecha, indica la potencia del radio, indicando la fuerza con la cual el equipo medido transmite en la frecuencia programada, y para medir la reflejada de la antena o la acoplación de la misma conectado al radio a ser medido, es poner la posición de la capsula a la izquierda.

Para garantizar una buena antena que esta acoplada a la frecuencia de la radio, lo ideal es que marque 0 w y lo máximo permitido e 2w.



**Figura 6.** Vatímetro con capsula de 50w en 110 a 250 MHz.

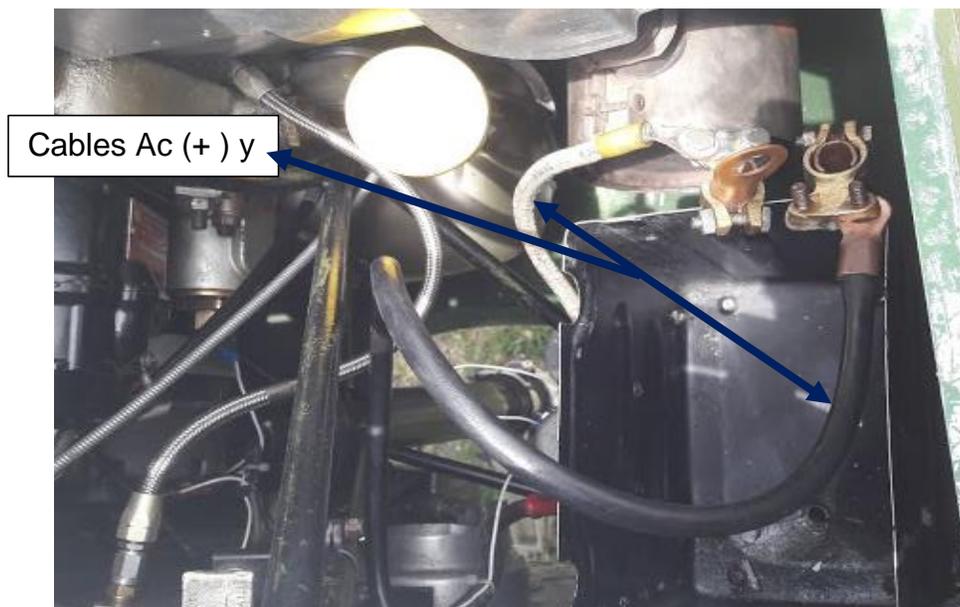
Fuente: (CORTELCOM Cía. Ltda.)

- **Cables de poder AC cuales ya consta en la aeronave.**

Los posos de corriente a la aeronave, consta de un cableado apropiado que garantiza el paso de voltaje a los distintos equipos que posee en la cabina, los cuales tiene que estar en perfecto estado para su uso y protegidos con una seguridad de masa para prolongar su tiempo de vida útil.

El cable más largo, que en este caso es de color negro se encuentra como positivo y el más cortó que en este caso de color blanco es el negativo, el cual va conectado directamente a tierra de la aeronave

Dentro de la aeronave existen un sin número de equipos a los cuales van energizados, por ende para cado uno se creó una regleta de protección, que está conectada el paso de corriente de la batería, permitiendo así encender todo equipo que se maneje el rango de 12 a 14 voltios para uso activación y uso.



**Figura 7.** Cables de AC de la Aeronave Cessna 150M.

- **Características de la Fuente de energía - batería de la aeronave**

La batería que posee la aeronave Cessna es una de plomo líquido, libre mantenimiento, la cual posee las siguientes características:

- Tapón plano antiderramable
- Caja reforzada y resistente a la vibración.
- Plástico virgen de alto impacto
- Control externo de nivel
- Mayor fuerza de arranque en frío
- Placas extra plomo con partículas de plata anticorrosivo

La capacidad de corriente de la batería es de 12 a 14 voltios.



**Figura 8.** Batería marca Káiser.

## 2.2 Propósito del desarrollo

Según la ley de LEY DE AVIACIÓN CIVIL-DISPOSICIONES GENERALES en Art.57.- En las instalaciones de telecomunicaciones que deba llevar a cabo la Dirección General de Aviación Civil para facilitar sus operaciones, deberán obtener la aprobación de los organismos nacionales respectivos y obtener la aprobación previa de este organismo. (CIVIL D. D., 2016, pág. 18).

El radio de marca Bendix King modelo 170B, se estable como uno de los mejores en sus años de lanzamiento, tanto como en versatilidad, manipulación y programación, tolerando así cualquier trabajo de comunicación en rango y alcance, y al encontrarse instalado en la Aeronave Cessna 150M tratándose de un avión escuela de la Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE, se puede incluir como un buen material de estudio practico para el estudiante de las distintas carreras, que impartan como material académico el estudio de los equipos de comunicación de Torre y Aeronave.



**Figura 9.** Radio Bendix King 170B

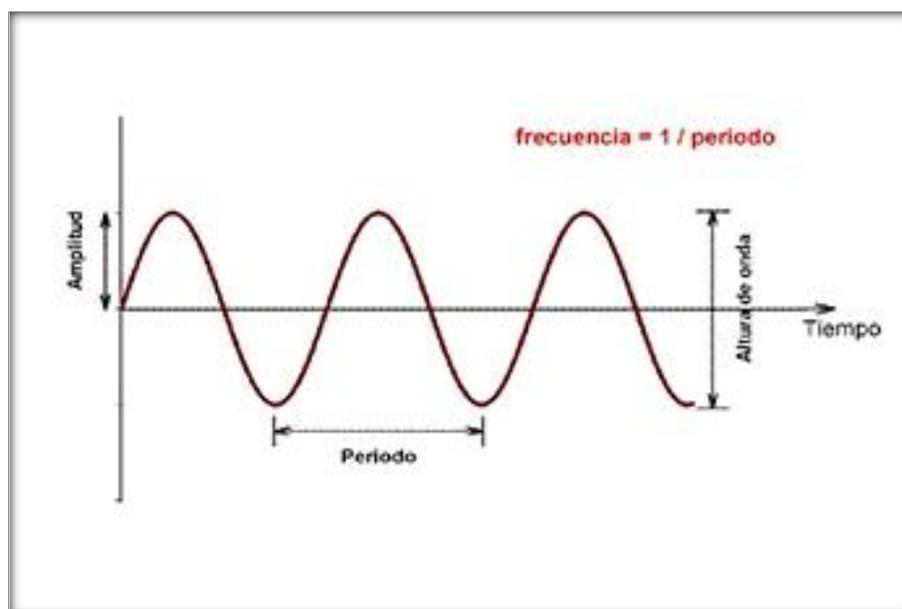
Fuente: (Cessna 150M, propiedad de UGT-Espe)

## 2.3 Frecuencia Aeronáutica

Para entender lo que es una frecuencia en el rango aeronáutico hay que tener en cuenta lo que es frecuencia, tipos de frecuencias, la topografía y potencia de salida de FR con sus respectivas ondas y longitudes.

- **Frecuencia**

Es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico. La Frecuencia de la corriente alterna constituye un fenómeno físico que se repite cíclicamente un número determinado de veces durante un segundo de tiempo y puede abarcar desde uno hasta millones de ciclos por segundo o Hertz (Hz). La frecuencia se representa con la letra ( f ) y su unidad de medida es el ciclo por segundo o hertz (Hz). Sus múltiplos más empleados en Khz, MHz y GHz.



**Figura 10.** Ejemplo de la onda de Frecuencia

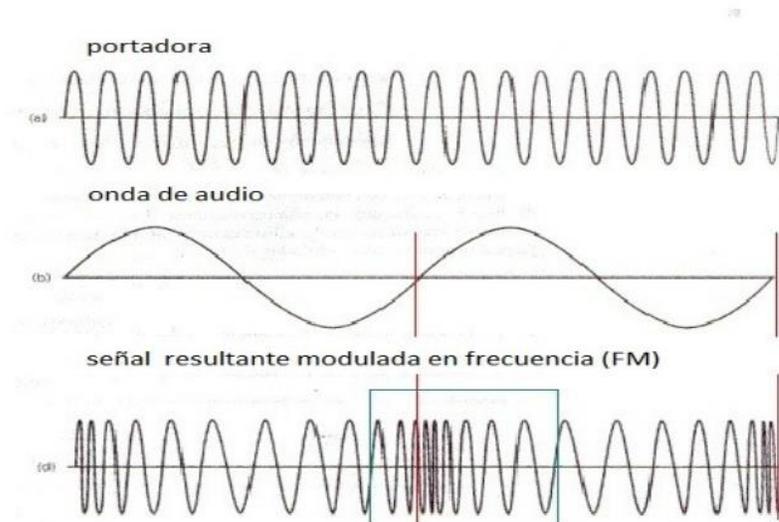
Fuente: (Radio comunicación-CORTELCOM)

- **Frecuencia FM**

Significa frecuencia modulada; es una técnica que permite transmitir información a través de una onda portadora, variando su frecuencia. Como tal, fue patentada en 1933 por el inventor estadounidense (Armstrog, 1933)

El canal de frecuencia modulada tiene un ancho de banda de 200 KHz. Semejante ancho permite que los sonidos transmitidos (música y habla) tengan mayor fidelidad y calidad, y que sean más limpios y claros que en la amplitud modulada.

En frecuencia modulada, una emisora transmite en 101.1 MHz (es decir, 101.100 KHz), y la siguiente lo hace en 101.3 MHz (es decir, 101.300KHz). Esto quiere decir que entre un canal y otro quedan libres 200 KHz. Además, permite enviar doble señal, es decir, una señal estéreo.



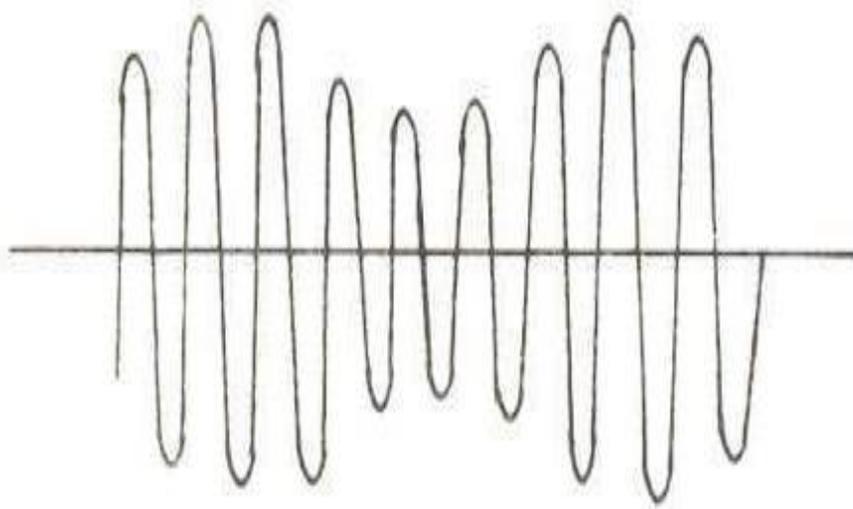
**Figura 11.** Ejemplo de la onda de FM

- **Rango Aeronáutico - Frecuencia AM**

Significa amplitud modulada o modulación de amplitud; es una técnica utilizada en la comunicación electrónica que consiste en hacer variar la amplitud de la onda portadora de la radiofrecuencia. Como tal, fue la primera técnica que se usó para hacer radio.

El canal de la AM tiene un ancho de banda que se encuentra entre 10 KHz y 8 KHz. Debido a que son frecuencias más bajas, cuyas longitudes de onda son mayores, el alcance de su señal es considerablemente más amplio en relación con el de la frecuencia modulada.

En este sentido, las ondas AM pueden medir entre 100 metros (3000 KHz) y 1000 metros (300 KHz). Este es el tipo de onda que llega a la ionosfera y rebota en ella.



**Figura 12.** Señal de la onda de AM

Fuente: Radio comunicaciones chile

- **Factores que afectan a la transmisión en la señal de la frecuencia**

Atenuación es un término general que se refiere a toda reducción en la fuerza de una señal. La atenuación se produce con cualquier tipo de señal, sea digital o analógica. La atenuación, que a veces también se menciona como pérdida, es un fenómeno natural que se produce en la transmisión de señales a grandes distancias.

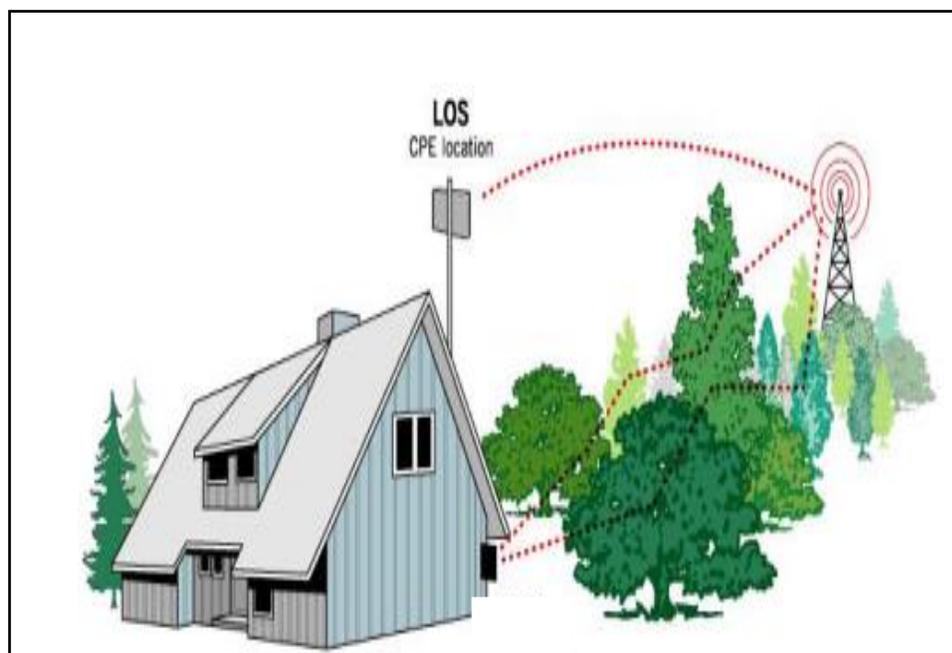
Pérdida en el espacio libre (Free space loss) es uno de los factores que explican la cobertura en sitios visualmente bloqueados. Los objetos agudos causan mucha más difracción que los de bordes suaves. El frente de onda es frenado por el obstáculo, mientras que el resto prosigue con la misma velocidad.

El ruido consiste en la energía eléctrica, electromagnética o de frecuencia de radio no deseada que puede degradar y distorsionar la calidad de las señales y las comunicaciones de todo tipo. El ruido se produce en los sistemas digitales y analógicos. En el caso de las señales analógicas, la señal se vuelve ruidosa y adquiere un sonido de raspado. Por ejemplo, una conversación telefónica se puede ver interrumpida por los ruidos en el fondo de la línea. En los sistemas digitales, los bits a veces pueden fusionarse, y, en estos casos, la computadora de destino ya no es capaz de distinguirlos.

La absorción atmosférica ocurre cuando un objeto disminuye la intensidad de la radiación incidente. El vapor de agua y oxígeno contribuyen a la atenuación de las señales. A frecuencias menores a los 15 GHz la atenuación es menor. La lluvia y niebla causa atenuación. El agua absorbe rápidamente las ondas electromagnéticas, así como muchas otras sustancias. La energía absorbida generalmente se transforma en calor.

Multi trayecto (Multipath) son los obstáculos que reflejan las señales causando que múltiples copias con diferentes retardos sean recibidas. Dependiendo de las diferencias en las longitudes de las ondas directas y reflejadas, la señal compuesta puede ser más larga o más pequeña que la señal directa. En la telefonía móvil hay muchos obstáculos. En otros casos como satélites y microondas las antenas pueden ser localizadas donde no existan muchos obstáculos cercanos.

Refracción es la inclinación de la microondas por la atmósfera, la velocidad de las ondas electromagnéticas es una función de la densidad del medio, Cuando el medio cambia, la aceleración cambia, por ende la comunicación, el ancho de banda se ve afectado, dando un retraso en la transmisión y recepción de la comunicación.



**Figura 13.** Ejemplo de afectación a la trasmisión de la frecuencia

### 2.3.1 Propósito de la inspección en frecuencia aeronáutica para el radio Bendix

#### King.

Con la finalidad de no interferir en los canales que son emitidos por el ente de regulación DGAC, o por cualquier entidad que disponga de un canal autorizado, en rango aeronáutico, el cual se lo encuentra en la página oficial de la DGAC y de la ARCOTEL las frecuencias que no se puede realizar pruebas de comunicación.

Esta es con el fin de encontrar una frecuencia libre de uso en la cual se pueda realizar pruebas, sin molestar a cualquier entidad, por lo cual al tener una frecuencia libre de uso, son factible las pruebas de comunicación con los radios que dispone la carrera de tecnología aeronáutica-UGT.

#### Tabla 2.

*Frecuencias legales, prohibidas de usar para pruebas.*

| Frecuencia        | Tiempo de trasmisión | Radio ayuda | ATS |
|-------------------|----------------------|-------------|-----|
| 118.7 MHz         | <b>24 H</b>          | <b>X</b>    |     |
| <b>119.0 MHz</b>  | 24 H                 | X           |     |
| 121.9 MHz         | <b>24 H</b>          | <b>X</b>    |     |
| <b>113.0 MHz</b>  | 24H                  |             | X   |
| <b>205.0 KHz</b>  | <b>24H</b>           |             | X   |
| <b>110.10 MHz</b> | 24H                  |             | X   |

Fuente: (Página oficial de la DGAC )

Las frecuencias antes mencionadas son las que están legamente prohibidas, y para la inserción en una de ellas hay que legalizar y o pedir autorización al ente

Debe disponer de una antena tanto como para COMM y para el NAV que se encuentren en el rango aeronáutico, con conexión a tierra de la aeronave separadas con

---

regulador, que en el caso es la DGAC para el uso de la frecuencia, en la cual no se afecte el uso libre de la misma, ni a las actividades que en ella existiere.

#### **2.4 Chequeo de pos instalación de radio Bendix King 170B**

La inserción en el sistema de comunicación del equipo Bendix King, da por garantizar una perfecta comunicación en las distintas frecuencias a las cuales va a trabajar el aeronave, tanto como en tierra o como en aire.

Debe disponer un una fuente de alimentación constate de 14.6 a 24 voltios con una amperaje mínimo de 6 amperios protegido por una fusible de mínimo 10 amperios, ya que el equipo al momento de trasmitir tiene un consumo de corriente de 3.1 amperios y de recepción 1.1 amperios.

El chequeo pos instalación se lleva a cabo para garantizar el transmisor y del receptor, de la aeronave, la cual puede tener un alcanzase de comunicación de 50 millas náuticas, lo cual es estipulado por el fabricante.

una diferencia mínima de 30 db, y las antenas de NAV y COMM debe ser instalada simétricamente con el centro de la aeronave.

Los contactos a tierra deben estar perfectamente cerrados, por lo cual se evita cualquier interferencia o falla en la energía del equipo, dando el uso adecuado y protección de la radio de comunicación.

Para realizar una prueba del equipo ya instalado, dispone de una perilla que prueba, la cual se conoce como la deshabilitación del Squelch, causando que la interferencia que

se halla en el canal sea escuchada por el intercomunicador o en el caso en el parlante de la cabina e tripulación.

También es posible verificar la capacidad de la comunicación con un botón de alta y baja que esta al final de la banda de COMM del VHF.

Para el chequeo del sistema VOR/ILS sin la selección de la frecuencia en el VOR da un alcance de 40 millas náutica, y para reconocer la interferencia en el VOR es como un ruido magnético presente.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

#### **3.1 Preliminar**

Este capítulo tiene como propósito detallar cada aspecto de la instalación del artículo con su respectivo cableado en las secciones que le corresponde para su operación, el uso adecuado de las herramientas necesarias para este trabajo, equipos de medición de corriente, lecturas de diagramas eléctricos y comprobación de ejecución del equipo en transmisión y recepción.

Factibilidad en la Aeronave en la sección de Comunicación del equipo Bendix King 170B disponible en la aeronave Cessna 150 M, al no constar con los accesorios para su uso se dedujo, rehabilitar un Headset Aeronáutico Original, el cual acorde con el manual de instalación del Bendix King 170b, en la página 9, en la sección 1.7 especifica los accesorios requeridos, con las características establecidas, y con los parámetros para su ejecución.

#### **3.2 laboratorios de electrónica, facilitados por CORTELCOM cia. Itda. Empresa certificada en venta y mantenimiento de equipos de telecomunicación aérea y terrestre.**

El proceso de uso de equipos especiales para el desarrollo pleno y preciso con instrumentos calibrados, con la guía de la empresa facilitadora que permitió utilizar su espacio el mismo que cuenta con las instalaciones, personal y herramientas necesarias para cumplir con la ya mencionada tarea de mantenimiento que permitirá cumplir con el

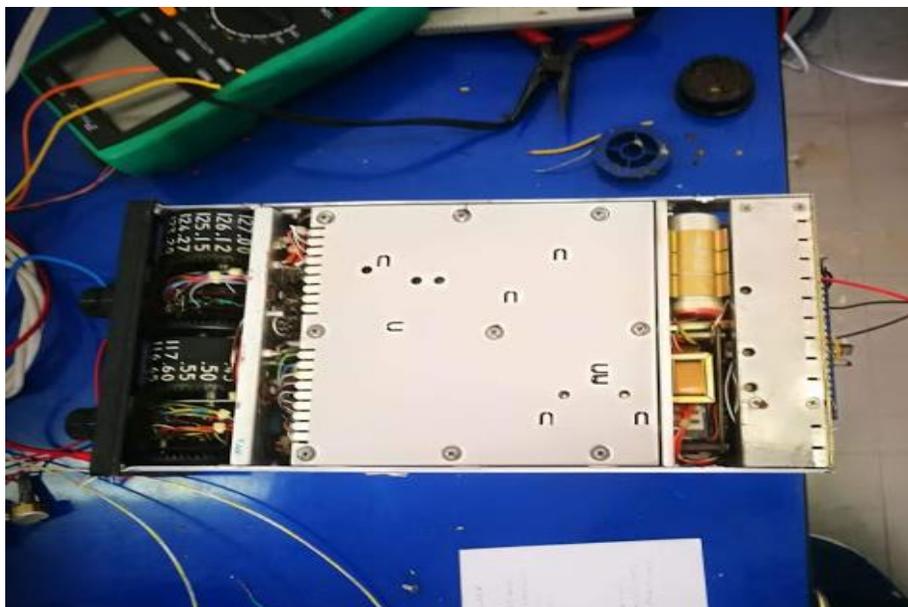
proceso de verificación en la transmisión y recepción así asegurar la integridad del equipo que se va a rehabilitar en la aeronave.

### **3.3 Limpieza del radio Bendix King 170 B**

Al constar con los diagramas del equipo y los instrumentos necesario para realizar un mantenimiento preventivo, se procede a desmontar el equipo Bendix King 170 B para solo su limpieza interna, ya que la modificación y o reemplazo de elementos que existieren afectados, se lo debe hacer con personal capacitado y autorizado por el ente regulador DGAC.

El radio Bendix refleja estar en un perfecto estado, la placa de transmisión, los reguladores de potencia y de frecuencia, se mantiene en perfecto estado, lo único que hay remover son los elementos extraños como basura o pelusa que se forma al pasar del tiempo, todo esto se ve reflejado en un informe técnico adjuntado en el Anexo C, emitido por los laboratorios de la empresa CORTELCOM Cía. Ltda.

El líquido aplicado para limpiar los circuitos es alcohol isopropilico o limpiador de contados electrónicos, el cual remueve cualquier cuerpo extraño que no es parte del equipo dando un resultado tal cual se muestra en la imagen.



**Figura 14.** Limpieza del radio Bendix King 170B

### **3.4 Procedimiento de verificación del equipo Bendix en el módulo de Comm.**

Para cumplir con el procedimiento de verificación del equipo se procedió a adquirir el diagrama en bloques del equipo, para constatar el número de pines en los cuales se conecta para poder tener acceso a la transmisión y recepción.

Establecido en el manual de instalación del equipo, se encuentra en la página 21 figura 2-1 La ubicación de los pines de conexión de nuestro equipo.



**Figura 15.** Localización de pines Del equipo Bendix king 170B

Fuente: (Cessna 150m-Radio Bendix King KX 170B)

En el manual de instalación del Bendix King en la página 34 se ubica el diagrama de conexión del intercomunicador en el cual se obtiene los siguientes pines de conexión para el Headset que se usara para la simulación de comunicación al rehabilitar el equipo la sección de comunicación:

**TABLA 3**

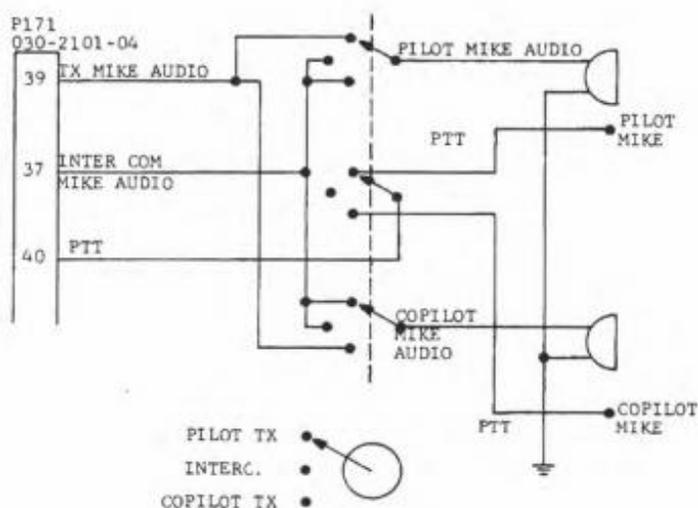
Funciones de los pines del Radio

| Pines | Descripción          |
|-------|----------------------|
| 1     | Voltaje de entrada + |
| 20    | Voltaje de entrada - |
| 21    | Tierra-GND           |
| 34    | Parlante o Speaker   |
| 36    | Micrófono            |
| 39    | PTT entrada          |
| 41    | Parlante             |

El diagrama donde se encuentran estos datos se lo adjunta en el anexo A.

Son en estos pines donde se procedió a conectar nuestros cables para poder tener acceso a las funciones de comunicación de nuestra radio.

### 3.5 Diagrama del PPT para la operación del equipo Bendix King 170B



**Figura 16.** Diagrama del PPT

Fuente: (Manual de instalación Bendix King 170b Pag. 34)

Para verificar la fiabilidad del equipo se verifica en el diagrama el PTT (Push to Talk) el cual hace de accionista del circuito para el micrófono, ya que al presionar, hace contacto cerrando el circuito y dando paso al audio de entrada del micrófono.



**Figura 17.** Micrófono con pastilla de Carbón marca Telex

Al tener ya el simulador de PTT se adquirió un micrófono con pastilla de carbón, las cuales eran muy comunes en la época de los años treinta, el cual tiene como característica principal al recepción del sonido en un estado claro y entendible.

Con este artículo se logra tener una completa función del equipo de comunicación, al tener transmisión y recepción de nuestro sistema de comunicación, dando así paso a la programación de una frecuencia para probar los pasos de audio y su calidad.



**Figura 18.** Simulador de PTT

### 3.6 prueba de Funcionamiento



**Figura 19.** Verificación del radio

En el laboratorio de la empresa Cortelcom Cia. Ltda. Se procede a conectar a un banco de pruebas, al quipo para corroborar su funcionamiento.

Se conecta un simulador de PPT, Micrófono, Parlante y una carga fantasma para tolerar la retroalimentación del equipo al momento de transmitir.

De acuerdo al diagrama del Anexo A se energiza el radio y conecta los distintos accesorios que permiten trabajar al equipo tal cual si estuviera en la aeronave.

Al encender se logra activar el Radio, y se procede a trabajar normalmente, lo cual determina que el equipo esta óptimo para trabajar.

### 3.7 Verificación del sistema protección de alimentación de energía del equipo

#### Bendix King 170B.

Al tener energía ya en la aeronave, se debe verificar que exista una protección para cada instrumento o equipo que en la cabina existiere, por lo cual se tiene esta regleta que proteja con fusibles el paso de corriente, en caso de una sobre carga de voltaje. Y el radio Bendix King tiene su propio interruptor de alimentación de voltaje.



**Figura 20.** Protección de equipos mediante Fusibles

### 3.8 Chequeo de Fuente de alimentación de 14.6 voltios- Batería de la Cessna 150M

Ante la necesidad de tener energía para alimentar al equipo Bendix King 170B, y poder trabajar en las distintas funciones que este posee, se procedió a realizar un chequeo la batería marca Káiser, la cual es parte de la aeronave, encontrándola factible para su uso, ya que al testearla con un multímetro dio como resultado el voltaje deseado para activar el equipo de comunicación Bendix King y proceder a trabajar en su programación.

El voltaje hallado es de 12.6 voltios tal como muestra la imagen que se adjunta para demostrar lo antes dicho, y al ser de plomo acido, esta consta con una corriente suficiente para activar el equipo de comunicación, ya que este necesita un voltaje de 12.5 a 14 voltios para poder encenderse y poder utilizar sus distintas funciones en la sección de Comm, por ende el voltaje y corriente de la batería es suficiente para activar todos los instrumentos en existen en la cabina de la aeronave Cessna 150M.



**Figura 21.** Batería marca kaiser ns40

### 3.9 Comprobación del sistema de alimentación de energía de la aeronave Cessna 150 M en el equipo Bendix King.

Al constar con fuente de alimentación en la aeronave Cessna 150 M se procede a verificar el voltaje que ingresa por la caja o rack donde va a reposar el radio.

Para verificar que este voltaje este llegando, se procede a revisar el manual del radio Bendix King, los pines por los cuales el voltaje ingresa.

En el anexo A se estipula los voltajes de entrada el cual es:

- Pin 1 entrada de voltaje
- Pin 20 entrada de voltaje
- Pin 21 es tierra

Con un multímetro se verifico el paso de energía y al constar que en estos pines existen voltaje se procede a ubicar al radio Bendix en el rack ya energizado, el cual posee ya una toma a tierra para proteger al equipo de cualquier desfase del energía que se produjera en la aeronave.



**Figura 22.** Rack o caja de radio Bendix king

### 3.10 Verificación del estado de la antena de comunicación de la aeronave la Cessna 150M.

El tipo de antena que posee la aeronave es látigo, por lo cual su principal característica es la conexión a tierra para proporcionar flujo de carga estática y protección contra rayos y ya que está instalada directamente en el fuselaje de la cola de aeronave.

La separación de la bobina de la antena para que no haga contacto a tierra con la estructura de la aeronave está cubierto con auto fundente, un tipo de cinta aislante fabricada a partir de un material gomoso termorretractil, que es aquel que se encoge con el calor y es ideal para conexiones eléctricas.

La antena aerotransportada está diseñada para transmitir señales de emergencia en las frecuencias de 121,5, 243 y 406 MHz, La antena tipo látigo se utiliza generalmente en la aviación general para el ala fija y aplicaciones para helicópteros, la cual la hace perfecta para trabajar con el equipo Bendix King.



**Figura 23.** Antena VHF tipo látigo 111.8 a 139.00 MHz

### 3.11 Equipo de prueba para realizar la comunicación con el radio Bedix King de la aeronave Cessna 150m.

Transceptor de banda de aire ICOM IC-A200 VHF Disponible en la frecuencia de avión VHF de 118-137 MHz, se maneja con una fuente de voltaje propia la cual es el PS-80 y sus características son:

- Rango de Frecuencia: 118.000–136.975MHz
- Modelo: AM (6K00A3E) No Incluye antena.
- Número de memoria de canales: 9
- Ancho de banda de canal: 25kHz, 50kHz o 1MHz
- Impedancia de salida de la Antena:  $50\Omega$
- Requerimiento de energía: 13.8V DC  $\pm 15\%$  (negativo a tierra)



**Figura 24.** Radio ICom IC-A110 con fuente ps-80 Propiedad UGT

### 3.12 Estado de la antena en TX y como en RX y puesta en marcha

El propósito de este análisis es verificar el estado a acoplamiento de la antena a rango de frecuencia del equipo en el cual se a procederá a trabajar.

Para poder examinar la antena se necesita un vatímetro, instrumento ideal para medir la potencia y reflejado de la radio, con una capsula de 100 a 300 MHz, la cual es el rango de frecuencia en la cual se a trabajar.

Al mostrar la capsula con dirección izquierda indica los RF de potencia o reflejada, lo cual indica que si sobrepasa el valor de 2 watts de potencia en RF, la antena no es ideal para el radio.

Al medir con el voltímetro se visualiza que la antena esta adecuada perfectamente, mostrando un valor de 0 en reflejada o RF, lo que nos da como resultado que en RX la antena está perfectamente.



**Figura 25.** RF de la Antena

Para verificar la potencia de salida o transmisión TX tanto como la antena y del radio se procede a ubicar la capsula en posición de la flecha a la derecha.

El valor que indique en el vatímetro, será la potencia en watts que dispone el equipo para trabajar con la variación de la antena y cable que a esta conecta.

La potencia reflejada en el radio a Bendix King 170B es de 6 watts, lo cual al año y uso que ha tenido el equipo, muestra ser fiable y práctico para la frecuencia programada para la prueba de transmisión y recepción, con lo cual se establece la vía de transmisión en la que el radio va a hacer uso para entablar una navegación confiable y segura, con cualquier equipo que se programe de receptor para la simulación de comunicación.



**Figura 26.** Potencia del radio Bendix King con la Antena

### **3.13 Implementación de la radio Icom Ic-A200 en la frecuencia aeronáutica para comunicarse con la radio Bendix King de la aeronave Cessna.**

El radio Icom perteneciente a la institución UGT se lo programa en la frecuencia a la cual se va a trabajar, para realizar pruebas de comunicación con la radio Bendix King que se encuentra en la aeronave Cessna 150M.

Esta radio servirá como simulación de transmisión de torre aeronave y viceversa, por lo cual es implementada para tener una comunicación ideal.

Para efectuar el uso de esta radio de comunicación se utilizara una antena de látigo para no afectar el equipo ICOM, la cual debe estar acoplada a la frecuencia y rango para poder trabajar sin ningún problema en la frecuencia previamente establecida para su uso.



**Figura 27.** Radio Icom en frecuencia de Prueba

### 3.14 Verificación del estado del radio Icom Ic-A200 con equipo de medición en la frecuencia aeronáutica para comunicarse con la radio Bendix King de la aeronave Cessna.

Del mismo modo que se verifico el estado del equipo Bendix de la aeronave, se procede a verificar el estado del radio ICOM, la cual simulara a una torre de control para poder establecer la comunicación deseada y comprobar la rehabilitación del sistema de comunicación de la aeronave Cessna 150M y radio de marca Bendix King.

El equipo ICOM mantiene una potencia de 8 watts de potencia en TX lo cual es ideal y se asemeja a la que fue de fábrica, la potencia en RX no se mide ya que no consta con una antena, por lo cual se usó una carga fantasma para medir.

Para el uso simulado de radio se usara una antena alquila para realizar las pruebas pertinentes que demuestren que el canal de comunicación es estable y garantizar los pasos de audio, y que estos sea claros y consisos.



**Figura 28.** Potencia del Radio Icom

### 3.15 Implementación de antena vehicular en el rango aeronáutica para el radio ICOM Ic.- A110 para realizar la comunicación.

Ante la carencia de antena para la Radio ICOM de la UGT se solicitó en forma de alquiler a la empresa Cortelcom Cia. Ltda una antena vehicular VHF en rango aeronáutico de 118 a 290 MHz de frecuencia, lo cual se estipula en anexo C, por lo cual se implantó en la radio para realizar las pruebas pertinentes.

Las características de la antena son:

- Antena vehicular tipo latigo
- Base cromada
- Rango de frecuencia 118 a 290 MHz
- Conector tipo PN



**Figura 29.** Antena de prueba para Radio Icom

### 3.16. Accesorios de ensamblaje de los puertos del Micrófono y Auricular

Al determinar los elementos que se requería para la puesta en marcha de nuestro sistema de comunicación, una vez adquirido el Headset que se va a usar, se procede a elegir el tipo de cable y puertos que van a dar el funcionamiento correcto y fiable de nuestro equipo Bendix King 170B, en los cuales se adquirió los siguiente:



**Figura 30.** Cable de audio de 16 Hilos Reforzado Aeronáutico

Este tipo de cable tiene la característica de ser muy manejable, es fácil de trabajar y ya que consta de un doble recubrimiento para evitar interferencia de onda radial, lo hace perfecto para trabajos en circuitos y cableados de aeronaves, consta de las siguientes partes que son:

- Falda o recubrimiento de para toma a tierra.
- Vivo o conjunto de hilos que hacen contacto.
- Recubrimiento de plástico o aislador del vivo.

- Recubrimiento de doble fase o doble capa.
- Funda o termina con el color de identificación.



**Figura 31.** Puerto de entrada Mic., PTT y speaker



**Figura 32.** Funda o protector de cables spaghetti de Fluoropolimero

Este elemento se usa para proteger a los múltiples cables que conectan a los equipos en cabina y accesorios que competen en la aeronave, dando una organización por sectores, por ende dentro de este spaghetti ira los cables para los puertos de nuestro Headset, y ya que por su compuesto de elaboración es tolerante a calor y a la impedancia de cualquier factor aislante.

### **3.17 Accesorios para implementación para radio Bendix King**

Al verificar que el equipo Bendix King es funcional, se ve necesario implementar ciertos accesorios que, al poner en marcha el equipo, puede utilizarse en las diferentes modalidades del equipo, en especial la de Comm, el cual es el área en la que este enfocado esta trabajo de titulación:

- Cable blindado y reforzado.
- Jacks banana hembra y macho
- Spaghetti térmico
- Conectores o terminales de presión
- Headset RA900
- Auxiliar de micrófono con pastilla de carbón

### **3.18 Habilitación de PTT externos ubicados en las cabrillas.**

En las cabrillas tanto del piloto y del copiloto se encuentran dos pulsadores, que hacen la función de PTT para comunicarse con la tripulación en nave.

Esta adaptación permite que, aunque no disponga de un Headset a la mano, se logre activar el radio Bendix King en la sección de COMM, con la ayuda de un micrófono

auxiliar, poder transmitir y simular la comunicación de torre aeronave y viceversa o también con equipos que se encuentren al alcance de la frecuencia de la aeronave.



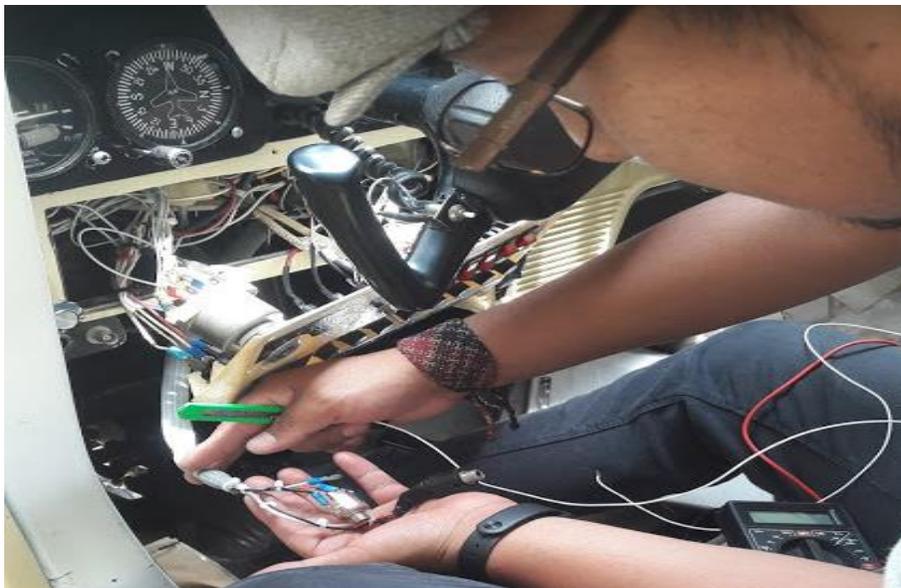
**Figura 33.** PTT Externo ubicado en la cabrilla

Fuente: (Cessna 150M, propiedad de UGT-Espe)

### 3.19 Procedimiento de cableado y medición del equipo Bendix King kx 170b

Los elementos a instalar en la aeronave Cessna 150M, en la cabina de la misma para la rehabilitación del equipo Bendix King 170B, en la sección de COMM, se procedió con sumo cuidado, ya que por la parte interna, corren los cables del resto de equipos que forman parte de la cabina.

Se ubicó por debajo del equipo Bendix King, pasando por la sección de los instrumentos de medición hasta llegar a los puertos de conexión o Jack bananas, se fijó el tubo spaghetti, el cual consta con los cables de conexión del equipo con amarras, para asegurar, y corroborar que no se mueva de su sitio.



**Figura 34.** Instalación de cables con conexión a los Jack bananas

Al retirar el panel de fusibles, para tener más comodidad, se procedió a instala el sistema el tubo que contenida los cables de conexión hacia los puertos o Jacks bananas, donde ira el Headset.

**Tabla 4**

Equipos de electrónica

| Herramientas                        | Cantidad    |
|-------------------------------------|-------------|
| Alicate                             | 1           |
| cuchilla                            | 1           |
| Alcohol isoprofilico                | 1 litro     |
| Espagueti térmico                   | 1 metro     |
| Multímetro                          | 1           |
| Cables de comunicación aeronáuticos | 5 metros    |
| Terminales                          | 40 unidades |
| Jack Banana Hembra                  | 2 unidades  |

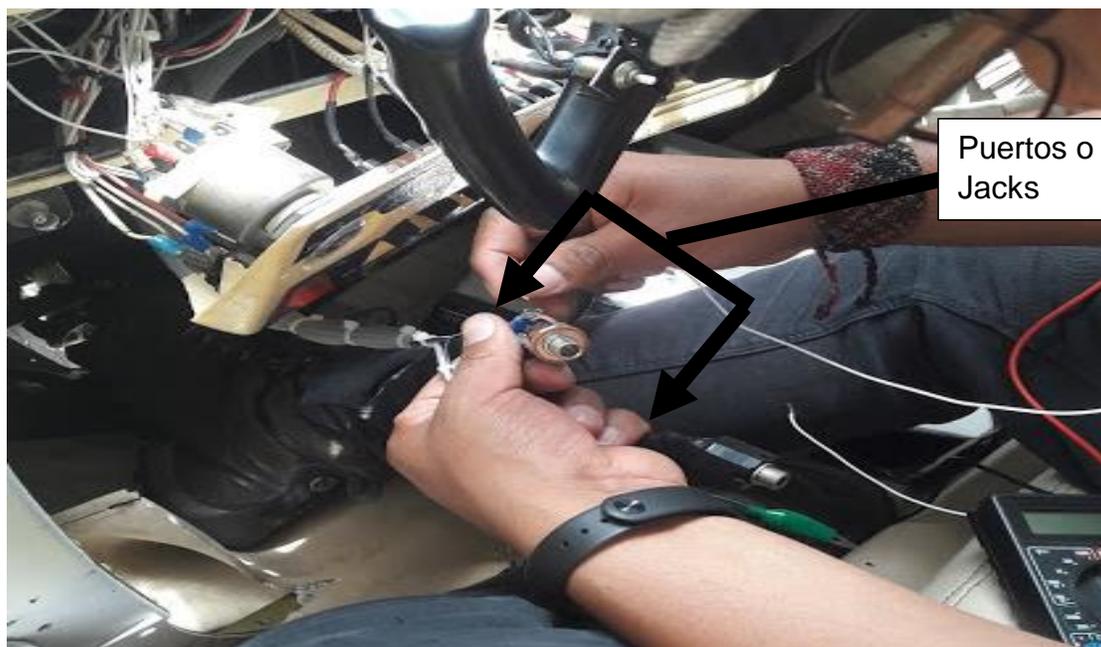
### 3.20 proceso de cableado a los puertos Jack bananas hembras.

Para este proceso se necesitó la adquisición de Jack bananas hembras a los cuales se los conectó los cables de color blanco y se procedió a conectar el PTT, la tierra general que van entre Jack, el cable de micrófono, y para el final el cable de los parlantes, los cables de poder, no hubo necesidad, ya que estos ya se encontraban conectados.

**Tabla 5**

Herramientas para los puertos del Headset

| Herramientas      | Cantidad |
|-------------------|----------|
| Pinzas            | 1        |
| terminales        | 20       |
| espaguete térmica | 50 cm    |
| Pelacables        | 1        |
| Multímetro        | 1        |



**Figura 35.** Jack Banana Hembra-puertos de entrada Headset

### 3.21 Habilitación de puertos de entrada para el Headset

Al constatar con puertos de conexión en la aeronave se constató que no operaban, por lo cual se determinó, habilitar con accesorios funcionales, para que estos nos sirvan de conexión para nuestro radio Bendix King hacia los Headset.



**Figura 36.** Localización de puertos de conexión Del Headset

Estos puertos se encuentran localizados en el lado izquierdo del copiloto, por la parte de abajo del switch de master de la aeronave, se los denomina Jack banana hembra.

### 3.22 Inspección general de los puertos de conexión del equipo de comunicación

#### Comm

Para empezar se realizó una inspección visual de todos los componentes para detectar si el equipo donde yacía estaba conectado a fuente de poder, o alimentación eléctrica, ya que sin energía este no se puede encender, luego de aquello fue determinar

distancia entre en el equipo y el lugar donde se iba a instalar los Jack banana hembras, los cuales van a funcionar como puertos de inserción para nuestro Headset.

**Nota:** Los elementos encontrados se sometieron a continuidad con el multímetro, para verificar que los cables existentes estén conectados y descartar que no esté en función.



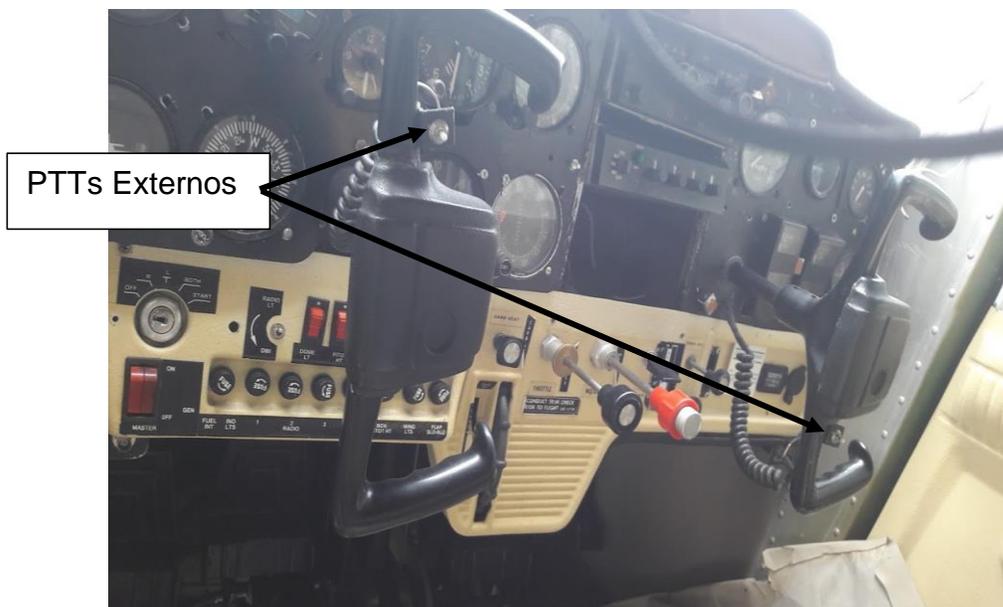
**Figura 37.** Comprobación de continuidad de cables y estación

### 3.23 Proceso de cableado a Ptt's externos de la cabrilla

Una vez establecido la ubicación de los PTT's en los puertos del Headset, se procede a cablear de los mismos puntos, una extensión de los terminales donde reposa cada cable con sus funciones, para habilitar los pulsadores que conectados e instalados en las cabrillas tanto del piloto como del copiloto, para que puedan entablar radio comunicación dentro de la aeronave y con los distintos punto o frecuencias de conexión, para reportar o informar cualquier información que en ellos se requiera o lo necesiten.

Al conectar una tierra general a los dos pulsadores, y al momento de ser accionados independiente con faces distintas que realicen el contacto, habilitan así el paso del audio

del micrófono, ya sea este del Headset o del micrófono externo que ingresa al radio para este ser enviado al canal y frecuencia de trasmisión.



**Figura 38.** Ubicación de los PTTs externos

### 3.24 Proceso de cableado del micrófono externo.

Con la necesidad de poder acceder al equipo de otras formas sin la opción de utilizar el Headset, se procede a tomar de los Jacks bananas o puertos de conexión a accesorios de comunicación, los pines de audio o audio Mic.

Para poder activar un micrófono auxiliar, o mic de audio se toma a tierra, un terminal a la tierra general, y el otro a uno de los puertos donde entra el audio que conecta al pin 4º del radio Bendix King, dando como resultado el acceso a uno de los pines de los Jacks para poder activar nuestro micrófono externo.

Una vez que pulsado el PPT de a cabrilla, se serrara el circuito dando paso a activar el micrófono.



**Figura 39.** Ubicación de cable de micrófono con porta micrófono

Al tener ya ubicado el cable, se lo modifíco en un cable enrollado, y al final de lo implando un Jack de estéreo macho para su uso, y al tener un micrófono desmontable se instaló un porta micrófono donde puede reposar nuestro micrófono auxiliar.

### **3.25 Comprobación del parlante externo de la tripulación.**

Es estado del párlate es ideal, lo cual al momento de comprobar con un multímetro nos marcó la impedancia de continuidad de la bobina, la cual está ubicado en el techo de la tripulación gusto entre el piloto y copiloto.

### **3.26 Plan de ejecución de del sistema de comunicación entre radio Icom ic-a110 y radio Bendix King 170b y puesta en marcha.**

La puesta en marcha del sistema de comunicación entre el radio Bendix King de la aeronave Cessna 150m y la radio base ICOM la cual simula a una torre de control se procederá de la siguiente manera:

**Tabla 6***Tareas para comprobación del sistema de comunicación*

| <b>Tarea</b>  | <b>Procedimiento</b>   |
|---|--|
| Chequeo de la antena de la radio Bendix King 170B                     | Revisión de antena y cables de la misma  |
| <b>Chequeo de la Fuente de energía del aeronave</b>                   | Revisión de voltaje de la batería de la aeronave   |
| <b>Conexión de los Headset en los puertos</b>                         | Puesta en marcha con el accesorio  |
| Activación de la radio Bendix king                                    | Encendido del equipo en modo prueba  |
| <b>Programación de frecuencia de prueba en el radio Bendix king</b>   | Ingresar manualmente la frecuencia en la sección de COMM para trabajar   |
| <b>Instalación de antena vehicular en radio ICOM</b>                  | Instalar antena tipo látigo en radio ICOM  |
| <b>Conexión a Fuente de voltaje</b>                                   | Conectar la fuente a corriente de 110v   |
| <b>Programación de frecuencia de prueba en radio ICOM</b>             | Ingresar el canal de transmisión para la prueba en el radio ICOM   |
| <b>Transmisión entre radio ICOM y Bendix en el canal establecido.</b> | Establecer conexión en la frecuencia previamente ya establecida para comunicarse entre radio Bendix de la aeronave y radio ICOM que simula a una torre de control. |

Una vez establecido las tareas a ejecutarse, se procede a realizar una simulación de comunicación entre las radios ya mencionadas en las cuales se verificara lo siguiente:

- Tipo de transmisión
- Calidad de la transmisión tanto del emisor y del receptor

- Fiabilidad de los equipos de comunicación tales como el radio Bendix King 170 B de la aeronave Cessna 150 M y del radio ICOM IC-A200 perteneciente a la UGT.
- Uso de los accesorios implementados para la ejecución de la rehabilitación del sistema de comunicación de la aeronave Cessna 170B

### **3.27 Pruebas de funcionamiento del sistema de comunicación**

El sistema de comunicación de la aeronave Cessna 150M, al ser rehabilitado con sus respectivos accesorios para el perfecto funcionamiento del equipo Bendix King 170B, se establece una frecuencia de prueba para su fiabilidad en su operación en Recepción y transmisión, con su respectivo equipo de respuesta, el cual es un radio base Marca Icom Ica200, con el cual se establecerá un canal de comunicación en un punto lejano, para entablar una simulación de comunicación en una frecuencia libre de uso.

- La frecuencia de prueba del sistema de comunicación se establece en el rango de 120.5 MHz, tanto en Rx y en TX, programados en el Radio Bendix King 170B de la aeronave Cessna y en el radio Icom Ica200 que se encuentra en el laboratorio de la institución.
- La programación de la frecuencia en los distintos equipos, queda establecida para entablar una simulación de transmisión y recepción, con la cual se valoriza la calidad de pasos de audio entre los dos puntos de comunicación.

#### **3.27.1 Calidad de pasos de audio entre puntos de comunicación**

La calidad de audio al entablar la transmisión y recepción, entre el equipo Bendix King 170B y la radio base Icom-Ica200 queda marcada en una valorización de 5, dando como

excelente, ya que al hacer uso del canal de prueba, se garantiza al ser optimo su uso entre equipos y en cualquier frecuencia de no uso comercial o restringida.

**Tabla 7**

*Valoración de audios del equipo Bendix King 170B*

| Valoración | mala | Buena | Excelente | Observación                       |
|------------|------|-------|-----------|-----------------------------------|
| 1          |      |       |           |                                   |
| 2          |      |       |           |                                   |
| 3          |      |       |           |                                   |
| 4          |      |       |           |                                   |
| 5          |      |       | x         | Señal de audio fiable para su uso |

**Tabla 8**

*Valoración de audios del Radio base Icom Ica-200*

| Valoración | mala | Buena | Excelente | Observación                       |
|------------|------|-------|-----------|-----------------------------------|
| 1          |      |       |           |                                   |
| 2          |      |       |           |                                   |
| 3          |      |       |           |                                   |
| 4          |      |       |           |                                   |
| 5          |      |       | x         | Señal de audio fiable para su uso |

Al tener una valorización de 5 como excelente da como determinado el uso recomendado de los equipos de comunicación de la Aeronave Cessna 150M y del Laboratorio de Mecánica Aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones.

- La recopilación de la información técnica se realizó mediante una investigación de las actividades que se deben cumplir para la estructuración de la reparación según lo mandado en los manuales que facilitan su desarrollo.
- Mediante el proyecto se analizó la posibilidad de integrar a las instalaciones donde se desempeñaba este tipo de reparaciones, accesorios especiales que se encontró eran completamente necesarias para el cumplimiento de dicha tarea; por tanto se implementó de un Headset que incorpora un PTT interno, así se mejoró el desempeño del equipo Bendix King 170B, aprovechando toda su capacidad en el módulo de Comm.
- Se cumplió con el metimiento preventivo y correctivo que conjunto con los accesorios implementados se logró restablecer la parte de comunicación del equipo Bendix que asegura la integridad de la aeronave a lo que respecta en comunicación.
- La comprobación mediante pruebas de funcionamiento nos llevó a dar como conclusión que el equipo Bendix King 170B está en óptimas condiciones para trabajar y satisfactoriamente rigiéndose con los manuales de la misma aeronave.

## 4.2 Recomendaciones.

- Para ejecutar una tarea de mantenimiento o reparación es importante contar con la información técnica necesaria y así cumplir con los estándares de calidad que exige un centro de mantenimiento aprobado.
- Es necesario contar con las herramientas adecuadas para realizar la inspección de cualquier equipo de eléctrico, ya que al no constar se puedeerrar en los análisis y estado de dichos equipos.
- Operar bajo las condiciones descritas en el manual de mantenimiento de la aeronave y el manual de reparaciones e instalación de los equipos a instalar o a revisión por mantenimiento, garantiza el cumplimiento adecuado de las tareas de mantenimiento.
- Realizar las pruebas de funcionamiento de los distintos equipos que se encuentren instalados en la cabina de la aeronave, con equipos de medición de potencia, voltaje y calibración, para su perfecto funcionamiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A&P. (12 de 08 de 1990). A&P CBT PROGRAM. WHASHINTON, ESTADOS UNIDOS.

Aircraft Breaking, Systems Corporation. (01 de Mayo de 2001). *Loral System Group*.

Akron, Aohion Estados Unidos: Aircraft Breaking Systems Corporation.

Armstrog, H. (1933). Estudio de la frecuencia modulada.

Bendix King Coorporation. (1911). *www.bendixking.com*. Recuperado el 10 de 04 de 2019, de <https://www.bendixking.com/en/pages/history>

CIVIL, D. D. (2016). *LEY DE AVIACIÓN CIVIL-DISPOSICIONES Y GENERALIDADES*.

QUITO-ECUADOR: DGAC-[https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LEY-DE-AVIACION-CIVIL.pdf)

[content/uploads/downloads/2015/03/LEY-DE-AVIACION-CIVIL.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LEY-DE-AVIACION-CIVIL.pdf). Recuperado

el 12 de 08 de 2019

COMPANY, I. (1979).

<http://www.icomamerica.com/en/products/avionics/handheld/a200/default.aspx>.

Recuperado el 11 de 09 de 2019, de <http://www.icomamerica.com>

DGAC. (2019). <http://www.sms-atc.aviacioncivil.gob.ec>. Recuperado el 18 de 11 de

2019, de [http://www.sms-atc.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/Manual-de-](http://www.sms-atc.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/Manual-de-Gestion-del-Transito-Aereo-GTRA-MA-001-28-11-18.pdf)

[Gestion-del-Transito-Aereo-GTRA-MA-001-28-11-18.pdf](http://www.sms-atc.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/Manual-de-Gestion-del-Transito-Aereo-GTRA-MA-001-28-11-18.pdf)

radioslibres.net. (2017). <https://radioslibres.net>. Recuperado el 19 de 12 de 2019, de

<https://radioslibres.net/21-que-distancia-cubro-con-mi-transmisor-y-mi-ante/>

# ANEXOS



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPECIALES

### CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

#### CERTIFICACIÓN

Se certifica que la presente monografía fue desarrollada por el señor **Chuquin Hernandez Johnny Mauricio**

En la ciudad de Latacunga el 24 de enero del 2020

Aprobado por:



Ing. Rodrigo Bautista

**Director del proyecto**



Ing. Rodrigo Bautista

**Director de la carrera**



Abg. Sarita Plaza Carrillo

**SECRETARIO/A ACADÉMICO**

