



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

**“REHABILITACIÓN DEL SISTEMA PASSENGER ADDRESS DE LA AERONAVE  
FAIRCHILD FH-227 MEDIANTE INFORMACIÓN TÉCNICA, PERTENECIENTE A LA UNIDAD  
DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS – ESPE”**

**NÚÑEZ ANDACHI, PAOLA ESTEFANIA**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**MONOGRAFÍA PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN  
MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

**ING. COELLO TAPIA, LUIS ANGEL**

**14 de octubre del 2020**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA  
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que la monografía, **“REHABILITACIÓN DEL SISTEMA PASSENGER ADDRESS DE LA AERONAVE FAIRCHILD FH-227 MEDIANTE INFORMACIÓN TÉCNICA, PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS – ESPE”** fue realizado por la señorita **NÚÑEZ ANDACHI PAOLA ESTEFANIA**, el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

**Latacunga, 14 de octubre del 2020**

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Luis Angel Coello Tapia', is written over a horizontal line.

**ING. COELLO TAPIA, LUIS ANGEL**

C. C.: 0503128662



### Document Information

---

**Analyzed document** NUÑEZ ANDACHI PAOLA ESTEFANIA.docx (D81776426)  
**Submitted** 10/15/2020 5:05:00 PM  
**Submitted by**  
**Submitter email** penunez@espe.edu.ec  
**Similarity** 1%  
**Analysis address** lacoello.espe@analysis.orkund.com

### Sources included in the report

---

<b>SA</b>	<b>orkund Carol Ronquillo.pdf</b> Document orkund Carol Ronquillo.pdf (D62783712)	 2
<b>SA</b>	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / COMPROBACIÓN DE LA UNIDAD DE COMUNICACIÓN VHF COLLINS 618M-2 DE LA AERONAVE HAWKER ...</b> Document COMPROBACIÓN DE LA UNIDAD DE COMUNICACIÓN VHF COLLINS 618M-2 DE LA AERONAVE HAWKER ... (D49543354) Submitted by: israel031595@gmail.com Receiver: eaarevalo1.espe@analysis.orkund.com	 1
<b>W</b>	URL: <a href="https://docplayer.es/10589027-Manual-integral-de-radiodifusion-equipos-uso-y-mante...">https://docplayer.es/10589027-Manual-integral-de-radiodifusion-equipos-uso-y-mante ...</a> Fetched: 2/17/2020 9:00:45 PM	 1



---

**ING. COELLO TAPIA, LUIS ANGEL**

**DIRECTOR DE PROYECTO**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

**RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Yo, **NÚÑEZ ANDACHI PAOLA ESTEFANIA**, con cédula de ciudadanía n° 1803984184, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“REHABILITACIÓN DEL SISTEMA PASSENGER ADDRESS DE LA AERONAVE FAIRCHILD FH-227 MEDIANTE INFORMACIÓN TÉCNICA, PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS – ESPE”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

**Latacunga, 14 de octubre del 2020**

---

**NÚÑEZ ANDACHI, PAOLA ESTEFANIA**

**C.C.: 1803984184**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA  
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo, **NÚÑEZ ANDACHI PAOLA ESTEFANIA**, con cédula de ciudadanía n°. **1803984184**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía, **“REHABILITACIÓN DEL SISTEMA PASSENGER ADDRESS DE LA AERONAVE FAIRCHILD FH-227 MEDIANTE INFORMACIÓN TÉCNICA, PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS – ESPE”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

**Latacunga, 14 de octubre del 2020**

---

**NÚÑEZ ANDACHI, PAOLA ESTEFANIA**

**C.C.: 1803984184**

## DEDICATORIA

De manera muy especial dedico mi trabajo de titulación a mis padres, por estar junto a mí en todo momento durante toda mi etapa de aprendizaje, por ser los pilares fundamentales de mi educación, por siempre brindarme su cariño y apoyo incondicional y por todos sus consejos que supieron guiarme y ayudarme a cumplir todos mis propósitos. A mi familia quien con amor y ternura me da fuerza para poder afrontar mis miedos más grandes y por la confianza depositada durante todo mi proceso de formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, doy gracias a Dios por permitirme cumplir un objetivo más en mi proceso de formación profesional, por darme todas las posibilidades para poder hacerlo y por poner a las mejores personas en mi camino para guiarme con su amplio conocimiento. A mi familia por todos sus consejos y apoyo brindados y por confiar siempre en mí y en todo lo que hago. A esta noble institución que me ha permitido adquirir conocimiento y desarrollar fortalezas. A mi tutor, quien supo guiarme por el camino del conocimiento y la investigación. Y finalmente agradezco a todos los docentes por sumergirme en el mar del aprendizaje y por todos sus grandes consejos para seguir adelante y conseguir con éxito mi objetivo.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	1
CERTIFICACIÓN .....	2
REPORTE DE VERIFICACIÓN.....	3
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA.....	4
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN .....	5
DEDICATORIA.....	6
AGRADECIMIENTO .....	7
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	8
ÍNDICE DE TABLAS.....	11
ÍNDICE DE FIGURAS .....	12
RESUMEN.....	15
ABSTRACT.....	16
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	
1.1. Antecedentes .....	17
1.2. Planteamiento del problema.....	18
1.3. Justificación.....	19
1.4. Objetivos .....	20
1.4.1. Objetivo general .....	20
1.4.2. Objetivos específicos .....	20
1.5. Alcance .....	21

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

2.1. Fundamentos de la comunicación.....	22
2.1.1. Modulación.....	22
2.1.2. Receptores.....	24
2.1.3. Transmisores .....	25
2.1.4. Antenas.....	25
2.2. Aeronave Fairchild FH-227 .....	28
2.2.1. Historia de la aeronave Fairchild FH-227 .....	28
2.2.2. Descripción general de la aeronave.....	29
2.2.4. Pesos de la aeronave Fairchild FH-227 .....	33
2.3. Sistema de comunicación de la aeronave Fairchild FH-227 .....	34
2.3.1. Sistemas de comunicación externos.....	34
2.3.2. Sistemas de comunicación internos.....	40
2.4. Mantenimiento Aeronáutico.....	49
2.4.1. Generalidades del mantenimiento aeronáutico .....	49
2.4.2. Programas de mantenimiento .....	51
2.4.3. Inspecciones periódicas.....	52
2.4.2. Troubleshooting .....	53
2.4.3. Mantenimiento del sistema Passenger Address .....	54

## **CAPÍTULO III**

### **3. DESARROLLO DEL TEMA**

	10
3.1. Descripción general .....	56
3.2. Información sobre el sistema Passenger Address .....	57
3.2.1. Componentes del sistema.....	57
3.3. Troubleshooting del Sistema Passenger Address.....	63
3.3. Normas de seguridad .....	65
3.4 Herramientas, equipos y componentes .....	67
3.5. Rehabilitación del sistema Passenger Address .....	68
3.5.1. Cableado.....	69
3.5.2. Equipo de comunicación KMA 24 .....	72
3.5.3. Altavoces .....	78
3.5.4. Amplificador .....	82
3.5.5. Panel selector de audio.....	85
3.6. Validación y análisis de resultados .....	88
3.6.1. Pruebas funcionales.....	88
3.6.2 Pruebas operacionales .....	89
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
4.1 CONCLUSIONES .....	94
4.2. RECOMENDACIONES .....	95
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>100</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Dimensiones de la aeronave.....	31
<b>Tabla 2.</b> Pesos de la aeronave .....	33
<b>Tabla 3.</b> Datos de las pruebas funcionales del equipo.....	89
<b>Tabla 4.</b> Resultados de la primera prueba operacional del sistema.....	90
<b>Tabla 5.</b> Resultados de la segunda prueba operacional del sistema .....	92

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Proceso de modulación .....	23
<b>Figura 2.</b> Transmisión y recepción de ondas electromagnéticas .....	24
<b>Figura 3.</b> Antena Dipolo (VOR) .....	26
<b>Figura 4.</b> Antena Marconi .....	27
<b>Figura 5.</b> Antena Loop .....	28
<b>Figura 6.</b> Aeronave Fairchild FH-227 .....	29
<b>Figura 7.</b> Fuselaje de la aeronave Fairchild FH-227 .....	30
<b>Figura 8.</b> Dimensiones de la aeronave Fairchild FH-227 .....	32
<b>Figura 9.</b> Sistemas de comunicación en una aeronave .....	34
<b>Figura 10.</b> Panel de control de audio .....	35
<b>Figura 11.</b> Interoperabilidad del CPDLC .....	37
<b>Figura 12.</b> Diagrama del MCS SATCOM y sus segmentos característicos .....	38
<b>Figura 13.</b> Comunicación Satelital IRIDIUM .....	39
<b>Figura 14.</b> Componentes del sistema de intercomunicación .....	41
<b>Figura 15.</b> Intercomunicación en una aeronave.....	42
<b>Figura 16.</b> Sistema de entretenimiento en vuelo.....	44
<b>Figura 17.</b> Antenas descargadoras de energía estática .....	45
<b>Figura 18.</b> Grabador de voz en cabina .....	47
<b>Figura 19.</b> Registrador de datos en vuelo .....	48
<b>Figura 20.</b> Diagrama Troubleshooting .....	54

	13
<b>Figura 21.</b> Equipo de control de audio Kma 24.....	58
<b>Figura 22.</b> Información técnica del equipo Kma 24.....	59
<b>Figura 23.</b> Parlante perteneciente al sistema P.A.....	60
<b>Figura 24.</b> Amplificador.....	61
<b>Figura 25.</b> Panel selector de audio.....	62
<b>Figura 26.</b> Headset.....	63
<b>Figura 27.</b> Troubleshooting del Sistema Passenger Address.....	65
<b>Figura 28.</b> Equipo de protección personal.....	67
<b>Figura 29.</b> Estante de equipos de comunicación.....	68
<b>Figura 30.</b> Cableado.....	69
<b>Figura 31.</b> Troubleshooting del cableado.....	70
<b>Figura 32.</b> Troubleshooting del sistema de comunicación Kma 24.....	73
<b>Figura 33.</b> Esquema y dibujo de montaje del equipo Kma 24.....	74
<b>Figura 34.</b> Diagrama de instalación del equipo Kma 24.....	75
<b>Figura 35.</b> Función de los pines de conexión del equipo Kma 24.....	76
<b>Figura 36.</b> Altavoces ausentes.....	79
<b>Figura 37.</b> Parlantes instalados.....	79
<b>Figura 38.</b> Troubleshooting de los altavoces.....	80
<b>Figura 39.</b> Estante de equipos electrónicos.....	82
<b>Figura 40.</b> Troubleshooting del amplificador.....	83
<b>Figura 41.</b> Panel selector de audio.....	86
<b>Figura 42.</b> Troubleshooting del panel selector de audio.....	86
<b>Figura 43.</b> Instalación del panel selector de audio.....	87

**Figura 44.** Prueba funcional del sistema Passenger Address..... 89

**Figura 45.** Verificación de parámetros ..... 91

## **RESUMEN**

El presente documento contiene información acerca de los fundamentos de la comunicación, sobre los sistemas de comunicación pertenecientes a la aeronave y de forma más detallada acerca del sistema Passenger Address en la aeronave Fairchild FH-227. Se detalla el propósito y el funcionamiento del sistema, se reconocen sus partes y componentes y se determina el procedimiento para la rehabilitación del mismo. Para comenzar con el procedimiento de rehabilitación, una vez obtenida la información técnica de los manuales de mantenimiento o documento técnicos, se realizó una inspección visual para comprobar el estado de los equipos y componentes, después se estableció un diagrama Troubleshooting para posteriormente realizar la remoción e instalación o implementación de las partes pertenecientes al sistema para finalizar el proceso con la realización de ajustes y pruebas. Asimismo, se estableció un proceso de mantenimiento, de operación y seguridad para facilitar al operador en su labor de técnico aeronáutico. Por último, el documento también cuenta con el resultado de las respectivas pruebas funcionales y operativas aplicadas al sistema al finalizar todos los procedimientos de rehabilitación. El presente proyecto contribuye al desarrollo de destrezas y conocimientos por parte de los estudiantes, es por eso que la presente información les brindará la ayuda necesaria para realizarlo.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **REHABILITACIÓN**
- **PASSENGER ADDRESS**
- **FAIRCHILD FH-227**

## **ABSTRACT**

The present research contains information about the fundamentals of communication, about the communication systems belonging to the aircraft and in more detail about the Passenger Address system on the Fairchild FH-227 aircraft. It details the purpose and operation of the system, recognizes its parts and components, and determines the procedure for rehabilitation of the system. To begin with the rehabilitation procedure, once the technical information was obtained from the maintenance manuals or technical documents, a visual inspection was performed to check the condition of the equipment and components, then a Troubleshooting diagram was established to later perform the removal and installation or implementation of the parts belonging to the system to finish the process with the performance of adjustments and tests. Likewise, a maintenance, operation and safety process were established to facilitate the operator in his work as an aeronautical technician. Finally, the document also has the result of the respective functional and operational tests applied to the system at the end of all the rehabilitation procedures. This project contributes to the development of skills and knowledge by the students, that is why this information will provide them with the necessary help to carry it out.

### **KEYWORDS**

- **REHABILITATION**
- **PASSENGER ADDRESS**
- **FAIRCHILD FH-227**

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Antecedentes

Las comunicaciones, en forma global, han evolucionado de manera apresurada durante los últimos años y de modo particular en las aeronaves. Su importancia en el campo aeronáutico es notable si se plantea la necesidad de compartir información en todo momento durante la operación de una aeronave.

Antiguamente, una aeronave no contaba con ninguno de los sistemas de comunicación que conocemos en la actualidad, por lo que era imposible conocer el estado de la misma en tierra durante un vuelo y a su vez la aeronave estaba privada de toda referencia fuera de la misma. El aislamiento de información ha ocasionado incalculables accidentes, por lo que la implementación de un sistema de comunicación era totalmente necesario. Cuando se habla de comunicación en una aeronave se hace referencia a diversos sistemas internos y externos que facilitan la transmisión y recepción de comunicaciones de voz con estaciones terrestres u otras aeronaves y a su vez sistemas para la comunicación interna del avión.

El sistema de comunicación a pasajeros permite tanto a piloto como copiloto transmitir anuncios e indicaciones a pasajeros. Esta comunicación es posible mediante un selector en el panel de comunicación ubicado en la cabina de tripulación, el cual

activa los micrófonos del piloto y del copiloto para permitir el paso de la señal hacia los altavoces ubicados en diferentes zonas de la cabina de pasajeros, permitiendo así la comunicación entre los mismos. El piloto y el copiloto también pueden dirigirse al asistente de vuelo a través de un micrófono instalado en el mamparo detrás del asiento del piloto y conectado solo al sistema de megafonía.

## **1.2. Planteamiento del problema**

La Unidad de Gestión de Tecnologías perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, al ser un Centro de Instrucción de Aeronáutica Civil para la formación de mecánicos de mantenimiento aeronáutico cuenta con varias aeronaves que ayudan al aprendizaje de los estudiantes en donde se imparten conocimientos teórico-prácticos para enriquecer el conocimiento del estudiante y así formar un profesional de excelencia.

La aeronave Fairchild – 227 al ser una de las primeras aeronaves adquiridas por la institución y al ser la más empleada en trabajos y prácticas de mantenimiento por los estudiantes ha sufrido un deterioro significativo en el sistema de comunicación a pasajeros en donde se encuentran partes averiadas y otras deterioradas, por lo cual estudiantes y docentes dejan un vacío considerable durante su periodo de aprendizaje.

Siendo el sistema de comunicación uno de los más estudiados por los alumnos es indispensable que éste se encuentre en óptimas condiciones para que los estudiantes tengan una formación completa y puedan desarrollarse de la mejor manera

en esta área en una futura vida profesional. Al no contar con el correcto funcionamiento de este sistema el estudiante deja un vacío en su etapa práctica de aprendizaje que posteriormente puede ocasionarle problemas en su vida laboral como técnico en mantenimiento de aeronaves.

De no solucionarse el problema, la institución no podrá otorgar al estudiante la instrucción práctica necesaria de este elemental sistema de la aeronave y los estudiantes no podrán despejar todas sus dudas, creando así una barrera en el camino del conocimiento. Por otro lado, para el personal docente también representa gran dificultad al no tener el medio necesario para formar correctamente a los estudiantes.

### **1.3. Justificación**

Durante la formación de los estudiantes como técnicos aeronáuticos, se ven en la necesidad de complementar su preparación teórica impartida por el docente con una formación práctica para así afianzar nuestro conocimiento y llegar a ser excelentes profesionales. La rehabilitación del sistema de comunicación a pasajeros beneficiará tanto a la institución como a los docentes y alumnos ya que el correcto funcionamiento de este sistema ayudará a los estudiantes a comprender de mejor manera lo aprendido en las aulas, al docente a incrementar sus métodos de enseñanza y llegar a los estudiantes por un método de instrucción más dinámico y práctico y a la institución a ser mejor vista por otras instituciones y aspirantes, al contar con aeronaves en óptimas condiciones con todos sus sistemas correctamente funcionales por lo que dejará su nombre y prestigio en alto.

Una vez rehabilitado el ya mencionado sistema y comprobado su apropiado funcionamiento, la aeronave ofrecerá a todo el público docente y estudiantil la oportunidad de estudiar y comprender a fondo su trabajo y conocer su propósito y utilidad, además de brindar la oportunidad de interactuar con la aeronave y sus sistemas, alcanzando así un nivel más alto de conocimiento.

Rehabilitar el sistema de comunicación a pasajeros es considerado un proyecto viable al contar con toda la información técnica referente a la aeronave Fairchild – 227 para realizar el procedimiento de rehabilitación y al disponer de todos los equipos y componentes, además de contar con todas las herramientas necesarias para el procedimiento y el personal calificado para realizar el proyecto.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Rehabilitar el sistema Passenger Address, mediante información técnica aplicable a la aeronave Fairchild FH-227, perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías–ESPE.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Recopilar información técnica del sistema Passenger Address que permita conocer los elementos que componen el mismo, al igual que su funcionamiento.

- Implementar el equipo de Headsets para la comunicación entre tripulación a bordo y tripulación en tierra, y sustituir componentes en mal estado por componentes en óptimas condiciones para conseguir el buen funcionamiento del sistema Passenger Address.
- Establecer el procedimiento para la rehabilitación del sistema Passenger Address mediante el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

### **1.5. Alcance**

El proyecto a realizarse en la aeronave Fairchild – 227 tiene la finalidad de restablecer uno de los sistemas de comunicación más importantes en la aeronave, como es el sistema de Passenger Address que permite la difusión de mensajes de voz desde la cabina de tripulación hasta la de pasajeros, e implementar el equipo de Headsets que posibilitará la comunicación entre piloto y mecánico en tierra, con lo cual se adicionará una forma práctica de enseñanza y además aportar conocimientos experimentales a los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica durante su camino de aprendizaje y formación como futuros técnicos aeronáuticos.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Fundamentos de la comunicación

Un proceso de comunicación se basa en la transmisión de información o mensajes de un lugar a otro. Esto es posible mediante la transmisión de ondas electromagnéticas mediante la modulación de las mismas. Estas ondas son difundidas tanto por aire como espacio sin un medio de transporte requerido. Para ello se necesitan varios elementos con particulares especificaciones capaces de definir una excelente comunicación, las mismas que pueden ser tanto analógica como digital.

##### 2.1.1. Modulación

La modulación se basa en la variación de determinado parámetro en una señal designada portadora en función de una segunda señal designada moduladora, obteniendo así una onda o señal modulada. En este proceso, la señal portadora se modificará en alguna de sus variables como frecuencia, amplitud, fase, longitud de onda, entre otras, de manera proporcional a las variables de la señal moduladora. Dentro de los tipos de modulación se encuentran los tipos analógica y digital.

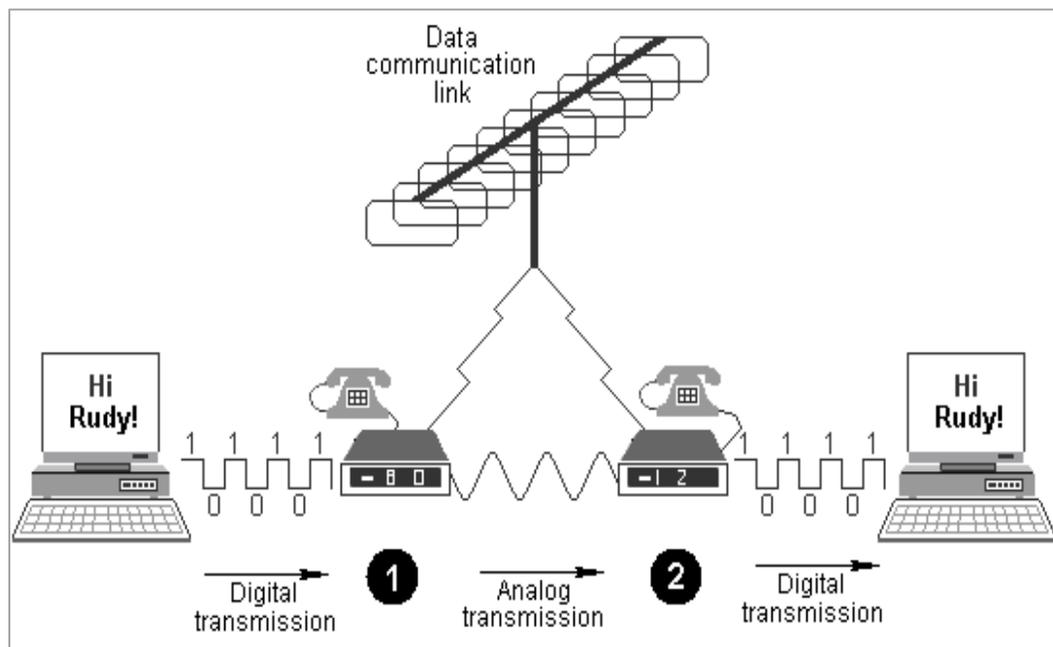
- **Modulación Análoga:** Se realiza mediante señales analógicas de información. Esta información puede ser de tipo analógica y digital. Según su información analógica se encuentra en AM (Modulación en Amplitud), FM (Modulación en Frecuencia), PM

(Modulación en Fase). Y de forma digital se puede encontrar de las formas ASK (Modulación por desplazamiento de amplitud), FSK (Modulación por desplazamiento de frecuencia), PSK (Modulación por desplazamiento de fase).

- **Modulación Digital:** Se realiza mediante señales digitales de información. Esta información puede ser de tipo análoga y digital. Según su información análoga se encuentra de forma PWM (Modulación por anchura de pulsos), PAM (Modulación por amplitud de pulsos), PPM (Modulación por posición de pulsos ). Y de forma digital se puede encontrar como PCM (Modulación por impulsos codificados), DPCM (Modulación de código de pulsos diferenciales).

**Figura 1**

*Proceso de modulación*



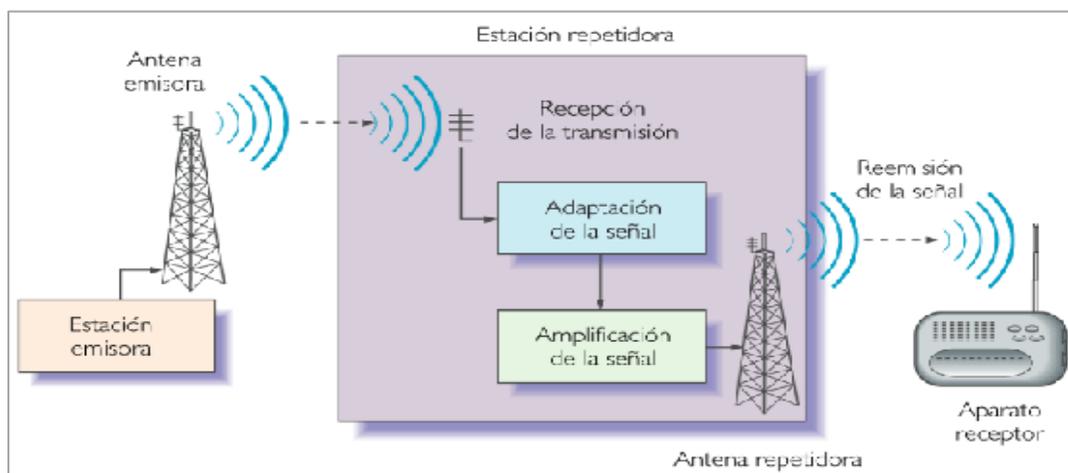
*Nota.* El gráfico representa el proceso por el que pasa una señal para denominarse modulada, pasando de ser digital a analógica y viceversa. Tomado de *Modulación – Demodulación*, de L. Duke, 2010, Blogspot (<http://luisyroceco.blogspot.com>).

## 2.1.2. Receptores

Son dispositivos electrónicos que reciben ondas electromagnéticas emitidas por un transmisor y las convierte en un mensaje que se puede ver u oír. Un transmisor debe cumplir con ciertos parámetros como, por ejemplo, sensibilidad, selectividad, rechazo a ciertas frecuencias, ancho de banda, entre otros. Para obtener el mensaje se realiza un proceso inverso al realizado por el emisor en el que se ejecutan operaciones como:

**Figura 2**

*Transmisión y recepción de ondas electromagnéticas*



*Nota.* La imagen representa la transmisión y recepción de ondas electromagnéticas que como su nombre lo dice, son ondas que se encuentran formadas por un campo eléctrico y otra magnético que interactúan entre sí. El campo magnético se ubica en un plano horizontal mientras que el eléctrico se localiza en un vertical, formando así las ondas. *Tomado de Radiocomunicaciones, de R. Calzadilla, 2012, Blogspot* (<http://electromagneticas-calzadilla.blogspot.com>).

- **Selección o sintonización:** Elige una señal específica entre muchas otras señales del entorno y evita las demás.

- **Amplificación:** Una vez seleccionada la señal entra a una primera etapa, en donde se amplifica la frecuencia sintonizada. En una segunda etapa, se extrae la señal original, debido a la disminución de potencia en la última etapa.
- **Extracción de la señal original:** se obtiene una señal de nivel suficiente, terminando así el proceso de comunicación.

### 2.1.3. Transmisores

Los equipos receptores son dispositivos electrónicos que ejecutan operaciones como:

- **Generación de la señal portadora:** Se genera una señal RF<sup>1</sup> de alta frecuencia, lo más estable posible.
- **Modulación:** Se proporciona una modulación específica para que la señal de información transforme la señal de la portadora.
- **Amplificación:** Se efectúa la amplificación necesaria de potencia de la señal modulada para asegurar su transmisión y conseguir el alcance deseado de la señal.

### 2.1.4. Antenas

Las antenas son dispositivos conductores que transmiten y reciben ondas de radiofrecuencia. Transforma las ondas de energía guiadas por un transmisor en ondas electromagnéticas capaces de viajar por aire y espacio. En el campo aeronáutico se

---

<sup>1</sup> RF: Radiofrecuencia

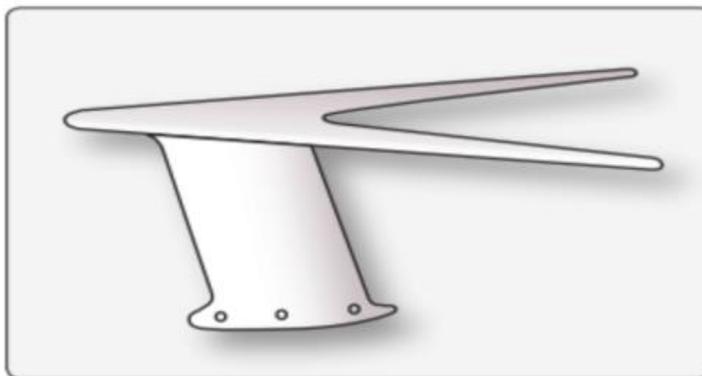
utilizan tres tipos de antenas como son Dipolo, Marconi y Loop o de bucle que son definidas a continuación.

### a. Antena Dipolo

Conocida como antena Hertz. Es un dispositivo conductor que cuenta con dos polos, cuya longitud es similar a la mitad de la longitud de frecuencia de transmisión de la onda. Una corriente de transmisión  $Ac$  alimenta el centro de la antena. El flujo de corriente alterna se concentra con más fuerza en el centro de la misma y poco a poco disminuye al acercarse a los extremos. Para continuar, cambia de dirección y corre en sentido contrario, consiguiendo como resultado un campo electromagnético más fuerte en el centro de la antena y un campo de onda de radio mayor perpendicular a la superficie de la antena. Comúnmente una antena Dipolo esta polarizada horizontalmente.

### Figura 3

*Antena Dipolo (VOR)*

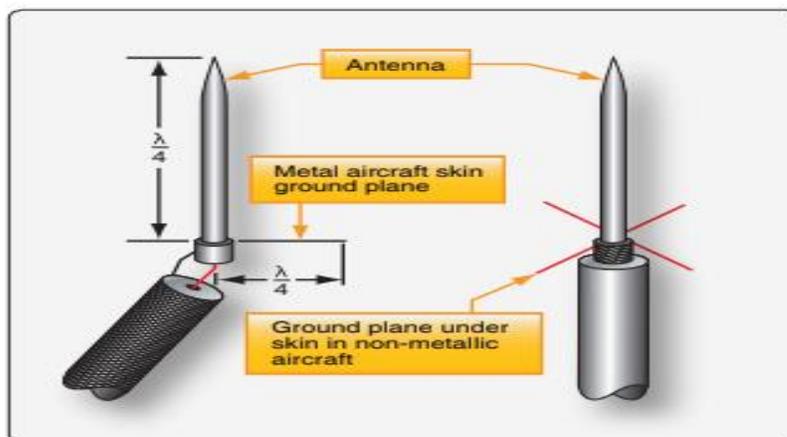


*Nota.* El gráfico muestra la estructura de una antena Dipolo, comúnmente denominada antena VOR. Tomado de *Antenas*, de Federal Aviation Administration, 2008, Aviation maintenance Technician Handbook-General.

## b. Antena Marconi

**Figura 4**

*Antena Marconi*



*Nota.* El gráfico muestra las partes de una antena Marconi, utilizada en su mayoría en comunicaciones VHF. Tomado de *Antenas*, de Federal Aviation Administration, 2008, Aviation Maintenance Technician Handbook-General.

Una antena Marconi es un tipo de antena de un cuarto de onda. Puede alcanzar una eficiencia equivalente a una antena de media onda produciendo una reflexión, utilizando una superficie conductora para generar una segunda mitad de la onda y formar así una longitud de media onda. Es muy utilizada comúnmente en comunicaciones VHF en aeronaves.

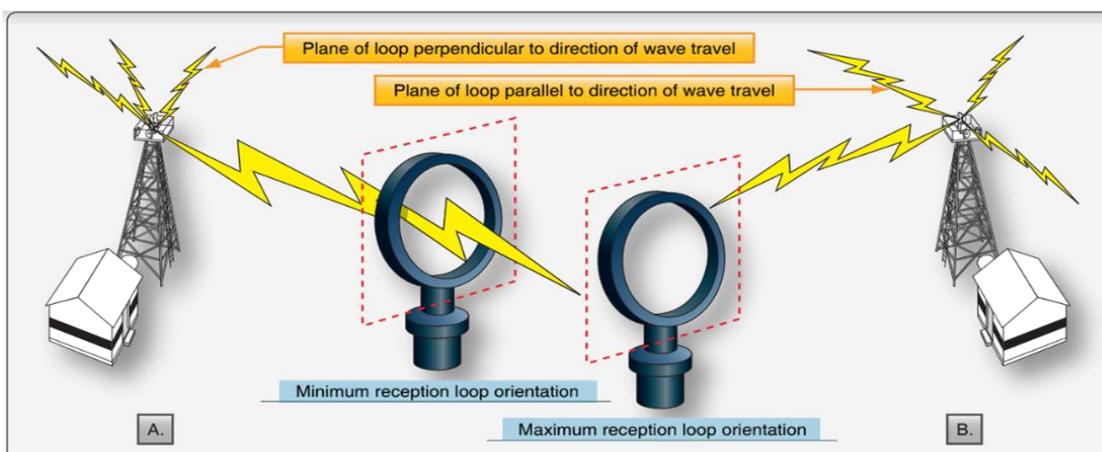
## c. Antena Loop o de Bucle

Este tipo de antena es utilizada como antena receptora, sus propiedades de bucle la vuelven altamente sensibles a la dirección. Una onda de radio que intercepta el bucle directamente de costado provoca un flujo de corriente igual en ambos lados del

bucle. Sin embargo, la polaridad de los flujos de corriente es opuesta entre sí. Esto hace que se cancelen y no produce señal. Cuando una onda de radio golpea la antena de bucle en línea con el plano del bucle, la corriente se genera primero en un lado para luego pasar al otro lado. Esto genera una desigualdad en las fases de los flujos de corriente y genera una señal más fuerte desde este ángulo.

**Figura 5**

*Antena Loop*



*Nota.* La figura representa el funcionamiento del tipo de antena Loop. Tomado de *Antenas*, de Federal Aviation Administration, 2008, Aviation Maintenance Technician Handbook-General.

## 2.2. Aeronave Fairchild FH-227

### 2.2.1. Historia de la aeronave Fairchild FH-227

La conexión entre las corporaciones Fokker y Fairchild inicia en la década de 1900, en donde, tras la exhaustiva búsqueda de una nueva aeronave que remplace a

modelos anteriores y supere los estándares establecidos, se unen para alcanzar un nuevo objetivo. Inicialmente, la corporación Fairchild obtiene el consentimiento de construir aeronaves utilizadas para preparación de personal aeronáutico como son las aeronaves Fokker S.11, S.12 y S.14. Posteriormente la compañía Fairchild consigue un convenio con la compañía Fokker en donde se concreta la construcción de una nueva aeronave Fokker, bajo la autorización necesaria para hacerlo. La construcción de la nueva aeronave es realizada en la recién edificada fábrica localizada en Maryland, Estados Unidos. El producto de la asociación de estas dos grandes empresas resulta todo un éxito, ya que varias empresas reconocidas se interesan en adquirir estos nuevos diseños de aeronaves. Se realizan varias series de producción a continuación.

### Figura 6

*Aeronave Fairchild FH-227*



*Nota.* El gráfico muestra la aeronave Fairchild FH-227 perteneciente anteriormente a la empresa Petroecuador. Tomado de *UIO Quito [Mariscal Sucre]*, de S. Rota, 2006, Flugzeugbilder (<https://www.flugzeugbilder.de>).

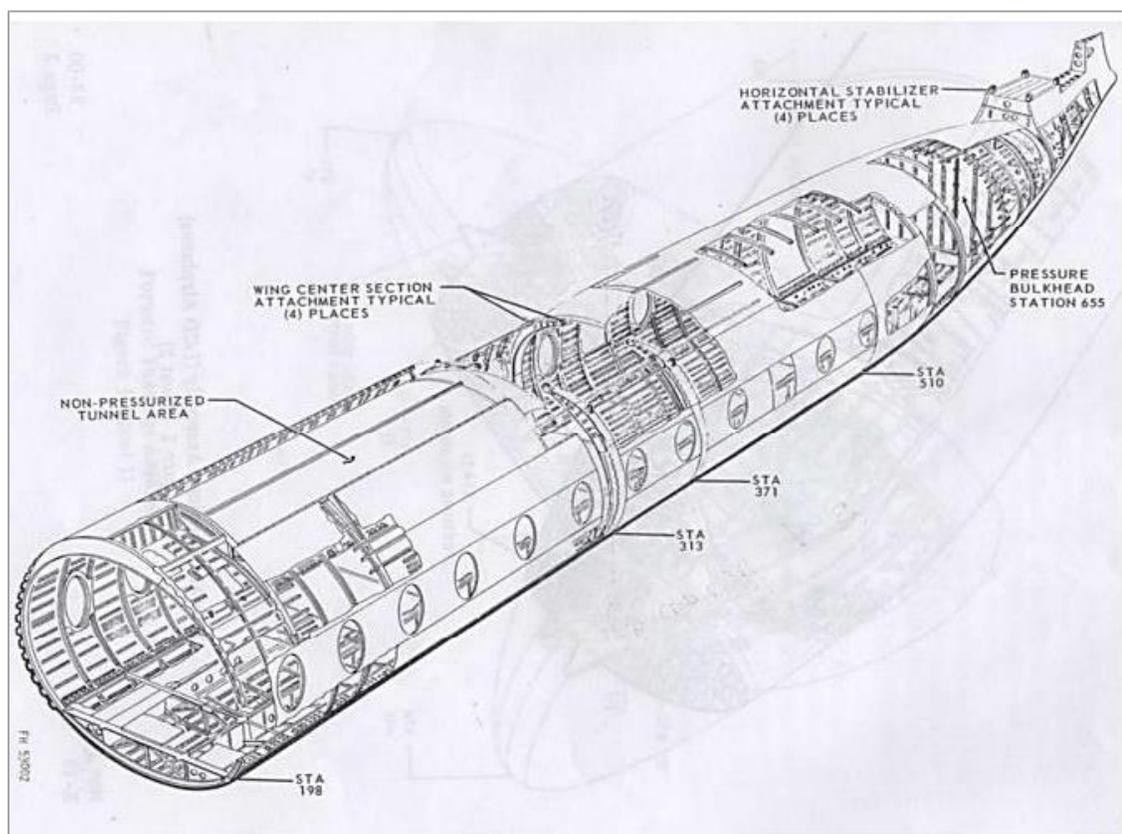
### 2.2.2. Descripción general de la aeronave

La aeronave Fairchild FH-227 es una de las versiones de la serie F-27, su construcción

es metálica, ha sufrido un proceso de reducción por lo que su peso se redujo, aumento su nivel de fortaleza e incrementó su resistencia a la fatiga. Está equipado con dos tanques integrales de combustible en las alas de llenado por gravedad, con una capacidad de 2063 galones. Posee un sistema de presurización provista por los compresores de los dos motores. Cuenta con una unidad de potencia auxiliar (APU) la cual es operada por una turbina a gas y se encuentra ubicada de la nacela derecha.

### Figura 7

Fuselaje de la aeronave Fairchild FH-227



*Nota.* El gráfico representa la estructura del fuselaje de la aeronave Fairchild FH-227 y como se encuentra dividida. Tomado del Manual de Mantenimiento de la aeronave. Capítulo seis, Dimensiones y Áreas.

El fuselaje de la aeronave es de tipo semimonocasco y está constituido por una aleación de aluminio. Se encuentra estructurado por tres secciones principales como son la sección delantera que está constituida desde la sección 16 hasta la sección 198. La sección central se compone desde la estación 198 hasta la 510 y finalmente la sección posterior o de cola, la cual está formada desde la estación 510 a la 874. Su estructura está compuesta por marcos, largueros, larguerillos, mamparos y vigas.

### 2.2.3. Dimensiones de la aeronave

La aeronave Fairchild FH-227 cuenta con una longitud de 23.51 m, su estructura completamente metálica y diseñada bajo el proceso REDUX bonding permite que la misma reduzca su peso, incremente su fortaleza y aumente su resistencia a la fatiga. Las especificaciones de las medidas de la aeronave y de sus componentes se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 1**

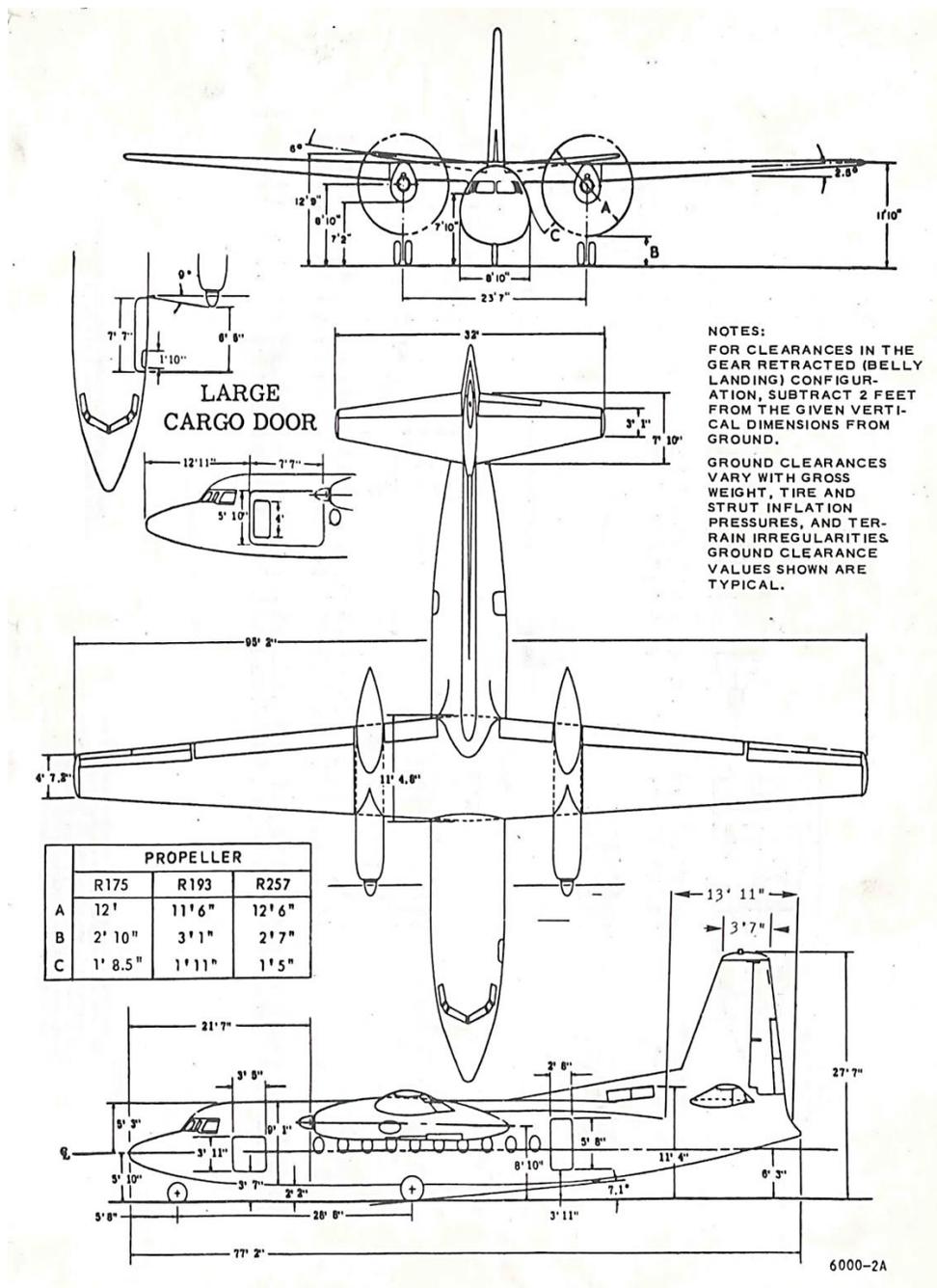
*Dimensiones de la aeronave*

PARÁMETROS	LONGITUD	
	METROS	PIES
<b>Longitud</b>	23.51 m	77ft 2in
<b>Envergadura</b>	29 m	95ft 2in
<b>Altura</b>	8.41 m	27ft 7in
<b>Hélices</b>	3.51 m	11ft 6in
<b>Diámetro de fuselaje</b>	2.69 m	8ft 10in
<b>Longitud del empenaje</b>	4.24 m	13ft 11in

*Nota.* La tabla representa las dimensiones de la aeronave, especifica la longitud en metros y pies de varios parámetros pertenecientes a la aeronave. Información obtenida del Manual de Mantenimiento Aeronáutico de la aeronave Fairchild FH227, Capítulo seis, Dimensiones y áreas.

Figura 8

Dimensiones de la aeronave Fairchild FH-227



Nota. El gráfico muestra las diferentes dimensiones de la aeronave mostradas en distintas vistas. Tomado del Manual de Mantenimiento Aeronáutico de la aeronave Fairchild FH227, Capítulo seis, Dimensiones y Áreas.

#### 2.2.4. Pesos de la aeronave Fairchild FH-227

**Tabla 2**

*Pesos de la aeronave*

<b>PARÁMETROS</b>	<b>PESO</b>
Peso máximo de despegue	42000 lbs
Peso máximo de Aterrizaje	40000 lbs.
Peso máximo con combustible cero	26593 lbs.
Peso Básico Operacional	26593 lbs.
Peso máximo de carga útil	9707 lbs.
Peso de fabricación vacío	21353 lbs.
Peso grupo de Alas	4224 lbs.
Peso grupo de Cola	1013 lbs
Peso fuselaje	4267 lbs.
Peso tren de aterrizaje	2023 lbs
Peso grupo de Superficies de control	549 lbs.
Peso grupo de Nacelas	965 lbs.
Peso grupo de propulsión	4704 lbs.
Peso grupo de Instrumentos y Navegación	169 lbs.
Peso grupo Neumático	132 lbs.
Peso grupo Eléctrico	1222 lbs.
Peso grupo Electrónico	167 lbs.
Peso grupo de Muebles y equipos	457 lbs.
Peso aire Acondicionado y anti-Hielo	1443 lbs.

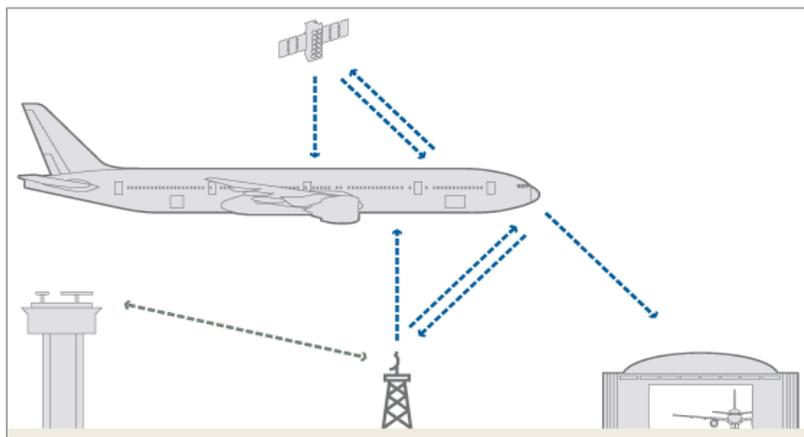
*Nota.* La tabla representa el peso de diferentes parámetros de la aeronave determinado en libras. Información obtenida del Manual de Mantenimiento Aeronáutico de la aeronave Fairchild FH227, Capítulo seis, Dimensiones y Áreas.

### 2.3. Sistema de comunicación de la aeronave Fairchild FH-227

Los sistemas de comunicación han mejorado la seguridad operacional y la funcionalidad de vuelo en una aeronave. Hoy en día, con cientos de aviones de aviones en vuelo en todo momento, los sistemas de comunicación son esenciales para un vuelo seguro y exitoso. En una aeronave hay sistemas de comunicación internos y externos que son fundamentales para la aeronave, cada sistema cuenta con varios componentes que posibilitan su funcionamiento.

#### Figura 9

*Sistemas de comunicación en una aeronave*



Nota. La gráfica muestra las diferentes formas de comunicación que una aeronave puede establecer. Tomado de *Sistema de comunicación de un avión comercial*, de L. Ortero, 2014, El país (<https://elpais.com>).

#### 2.3.1. Sistemas de comunicación externos

##### a. Comunicación HF

El sistema de comunicación HF (Alta Frecuencia) proporciona una comunicación

de banda lateral en amplitud modulada entre avión y tierra u otro avión. Esta banda de radiofrecuencia trabaja en un rango comprendido entre 2 y 29.999 MHz, proporcionando comunicación en cualquiera de los veintiocho canales de frecuencia separados por 1 kHz. Las características de propagación de la banda HF son más adecuadas para comunicaciones de larga distancia.

Un sistema de HF incluye un panel de control de HF, transceptor de HF, acoplador de antena de HF, panel de control de los transceptores y antena de HF. En el caso de que la aeronave cuente con dos transceptores (como es el caso de la aeronave Fairchild 227), se los designará como FH No. 1 y FH No. 2 y ambos compartirán la antena HF. La potencia para operar los transceptores se obtiene del bus de radio de 28 voltios CC. La protección contra sobrecarga del circuito es proporcionada por disyuntores ubicados en el panel de radio detrás del asiento del copiloto.

### Figura 10

*Panel de control de audio*



*Nota.* En el gráfico se muestra el panel de control de audio en donde se muestran los sistemas que se pueden controlar desde el mismo. Tomado de *Sistemas de instrumentos electrónicos*, de L. Calvo, 2019, Flynews (<https://fly-news.es>).

## **b. Comunicación VHF**

El sistema de comunicación VHF (Muy alta frecuencia) proporciona comunicación bidireccional de voz y datos de corto alcance que operan en el rango de frecuencia de 118 a 135.975 MHz. Se han determinado setecientos veinte canales distintos que pertenecen a este rango con un espacio de separación de 25 kilohercios entre canales. Una mayor división de ancho de banda se emplea en Europa, en donde el rango de frecuencia es de 118 a 136.992 MHz y cada canal está separado por un distanciamiento entre 8.33 kHz de comunicación VHF.

El sistema de comunicación de muy alta frecuencia (VHF) recibe señales de radio VHF, las procesa y envía el audio proveniente a la integración de audio. Durante la transmisión, el audio del micrófono de la integración de audio es transformado y transmitido por el sistema VHF. Las radios VHF son empleadas para las comunicaciones entre aeronaves y control de tráfico aéreo (ATC), al igual que la comunicación a través de aeronaves cuando se encuentran en vuelo. Cuando es utilizada la comunicación VHF, ambos lados transmiten y reciben en el mismo canal, pero solo puede transmitir una parte a la vez.

## **c. Comunicación por enlace de datos controlador-piloto (CPDLC)**

El sistema de comunicación por enlace de datos CPDLC<sup>2</sup>, es un medio por el cual los controladores de tráfico aéreo pueden mantener una comunicación con los pilotos sobre un enlace de datos, utilizando tanto frecuencias VHF como HF para la

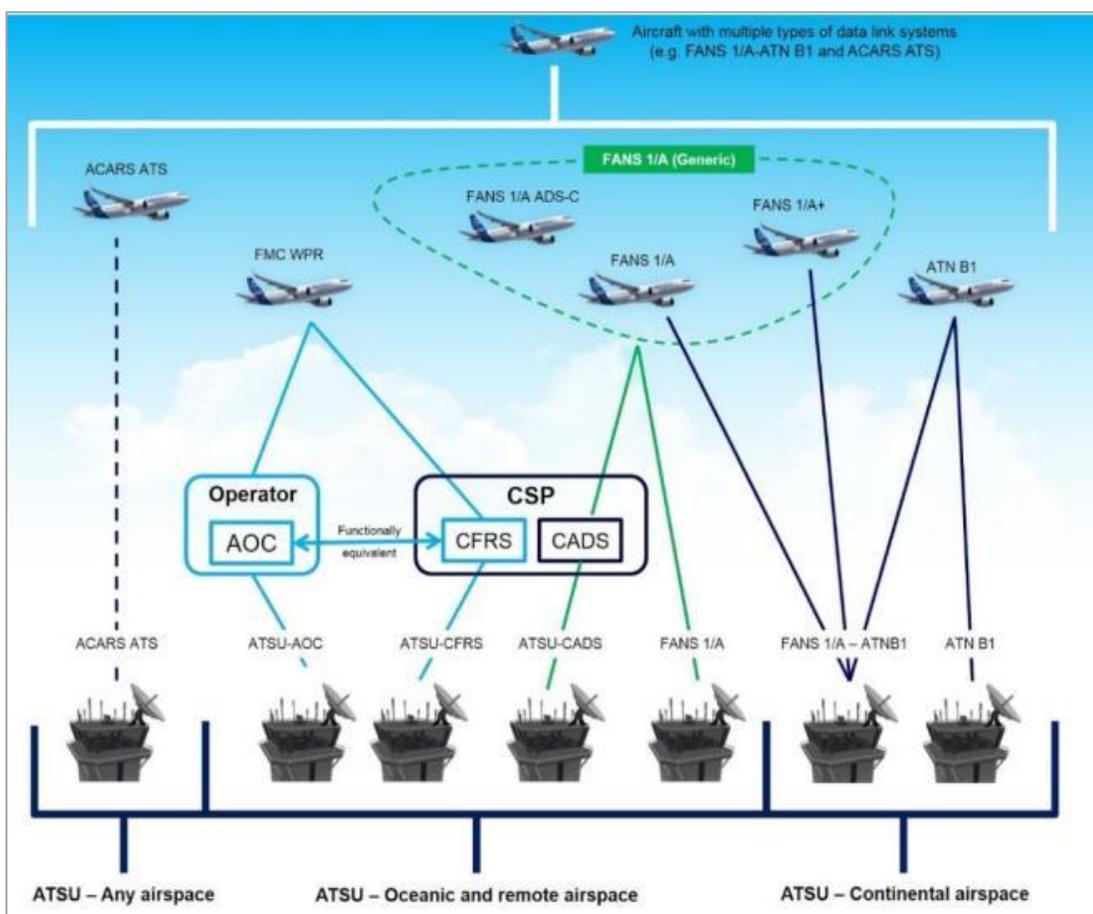
---

<sup>2</sup> CPDLC: Controller Pilot Data Link Communications

comunicación. Se proporciona al piloto y controlador la facilidad de responder a mensajes, solicitar y expedir autorizaciones, dar y recibir asesoramiento e instrucciones, solicitar y proporcionar información y datos ya sea de la aeronave, de su operación o de alguna emergencia.

### Figura 11

#### Interoperabilidad del CPDLC



*Nota.* El gráfico representa la capacidad del sistema de comunicación por enlace de datos para el intercambio de información y conectarse entre sí. Tomado de *Interoperabilidad del CPDLC*, de Blogspot, 2019, Blogspot (<https://greatbustardsflight.blogspot.com>)

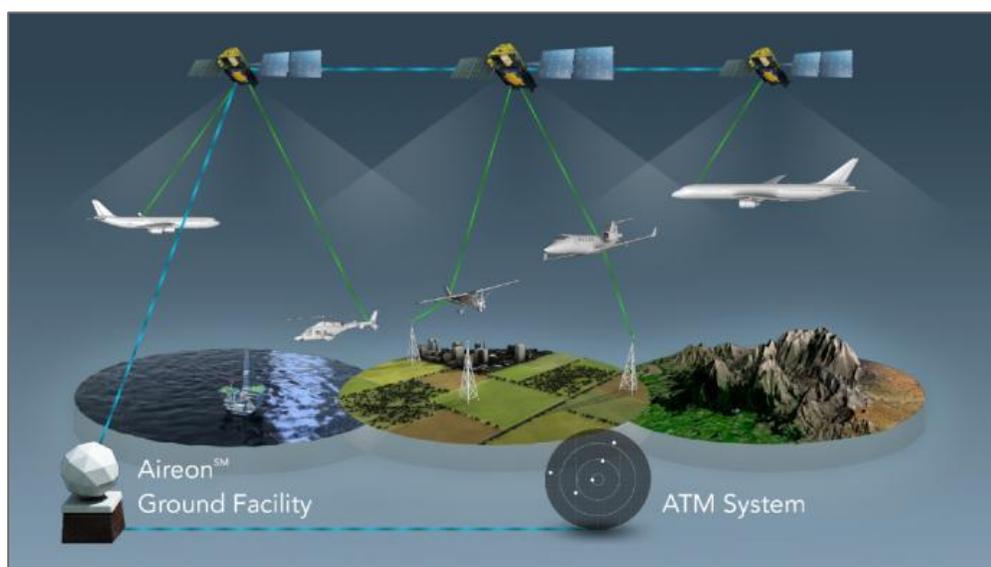


internacional de direccionamiento y notificación de comunicaciones de aeronaves ACARS<sup>5</sup> y las comunicaciones de enlace de datos piloto y controlador CPDLC.

- **Servicio de comunicación por satélite IRIDIUM**

**Figura 13**

*Comunicación Satelital IRIDIUM*



*Nota.* En la imagen se observa la funcionalidad del sistema de comunicación satelital IRIDIUM y su capacidad para mantener la comunicación sin importar las condiciones en las que se encuentre la aeronave. Tomado de *Global flight tracking by satellites*, de C. Gomez, 2015, Tendencias21 (<https://tendencias21.com>)

Este sistema de comunicación global IRIDIUM SSC<sup>6</sup> proporciona una conexión de datos y audio de alta calidad, tanto en aire como en tierra, se caracteriza por ser una ruta de transmisión más corta y eficaz, tener señales más fuertes, disminuir la latencia y contar con un tiempo de registro más corto que con otros satélites. Se la considera una

<sup>5</sup> ACARS: Aircraft Communication Addressing and Reporting System

<sup>6</sup> SSC: Satellite service communication

constelación al contar con 66 satélites activos, los cuales están vinculados con hasta cuatro satélites más creando una red inalámbrica que enruta el tráfico entre los satélites para garantizar una cobertura global.

### **2.3.2. Sistemas de comunicación internos**

#### **a. Sistema de Intercomunicación**

El sistema de intercomunicación hace posible la comunicación entre los distintos tipos de tripulación a bordo y les proporciona todos los equipos necesarios para recibir y transmitir información en los sistemas de radio de comunicación. Un sistema de intercomunicación consta de paneles selectores de audio, una unidad electrónica remota, interruptores PTT<sup>7</sup>, micrófonos de mano, head-sets, máscaras de oxígeno con sets y altavoces.

Los paneles selectores de audio, instalados en cada una de las estaciones del piloto, copiloto y asistente contienen equipos para la comunicación interna entre los miembros de la tripulación. Cada una de estas estaciones se encuentra equipada con un head-set al igual que con un micrófono de mano que permite la comunicación entre las mismas. Para complementar el sistema, las estaciones de piloto y copiloto cuentan con abastecimiento para un set de micrófono con máscara de oxígeno.

Cuando el micrófono con máscara de oxígeno está siendo empleado es

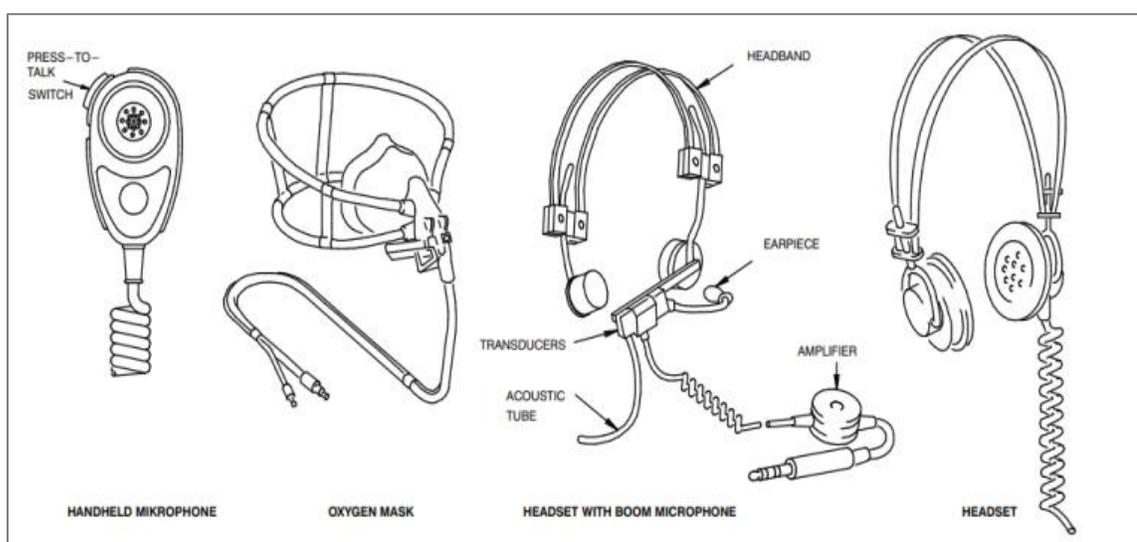
---

<sup>7</sup> PPT: Push to talk (Presione para hablar)

adecuado activar el interruptor de micrófono, ubicado en los controles del piloto. Se encuentran instaladas en la cabina de tripulación dos bocinas, las mismas se encuentran silenciadas al momento de ser pulsado cualquiera de los interruptores que permiten la activación de los micrófonos en cabina.

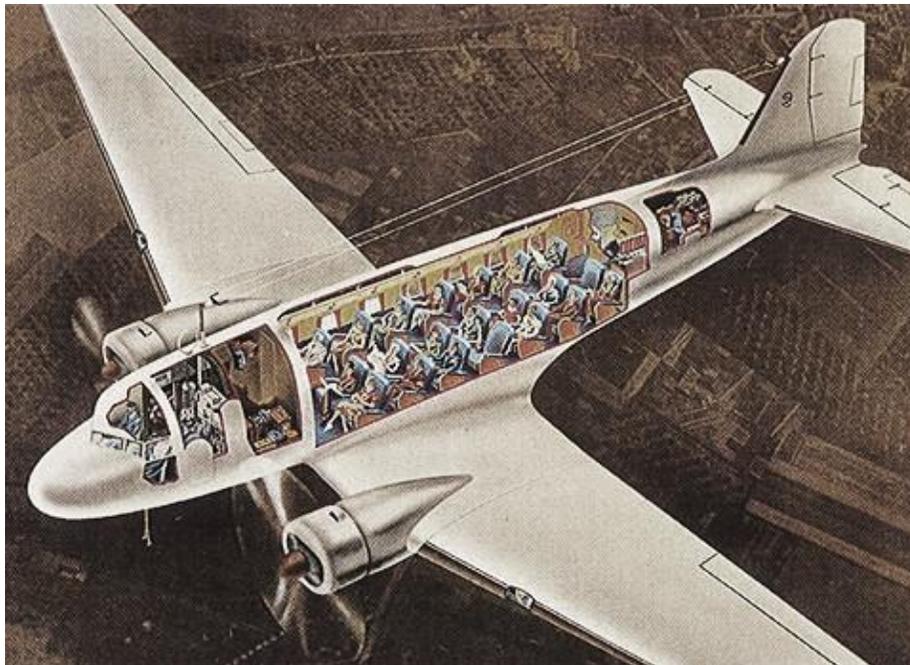
### Figura 14

*Componentes del sistema de intercomunicación*



*Nota.* La imagen muestra los componentes que componen el sistema de comunicación, los mismos que permiten el intercambio de información interna de la aeronave. Tomado de *Sistema de Comunicación*, de Federal Aviation Administration, 2008, Aviation Maintenance Technician Handbook-General.

El sistema de intercomunicación es operado con un voltaje de 28 voltios DC que es suministrado por la barra de emergencia de radio de la aeronave y los circuit breakers (interruptores de circuito) pertenecientes al sistema se encuentran ubicados en el panel de circuit breakers No 2 localizado en la parte posterior del asiento del copiloto en cabina.

**Figura 15***Intercomunicación en una aeronave*

*Nota.* La figura muestra la comunicación interna en la aeronave que se hace posible gracias a los equipos intercomunicadores. Tomado de *Secretos de pilotos y azafatas*, de CR Comunicación, 2016, CR Comunicación (<https://crcomunicacion.colorsremain.com>).

El sistema de intercomunicación en una aeronave comprende:

- **Interfono de vuelo:** La tripulación tiene acceso al sistema de comunicación de la aeronave mediante el uso de headsets y micrófonos conectados al sistema de intercomunicación, los cuales son enlazados a interruptores ubicados en el panel de comunicación. Los miembros de tripulación tienen la posibilidad de recibir y transmitir información.
- **Interfono de cabina:** Permite la comunicación entre piloto, copiloto y auxiliares de vuelo a través de selectores ubicados en los paneles de control de audio.

- **Interfono de servicio:** Hace posible la comunicación del personal de la aeronave con el personal de mantenimiento en tierra mediante la ayuda de puntos de conexión (Jacks) para audífonos y micrófonos, ubicados en específicas zonas de la aeronave.

#### **b. Sistema Passenger Address**

El sistema de comunicación a pasajeros está diseñado para que tanto piloto como copiloto suministren mensajes de voz a los pasajeros a través de bocinas localizadas a lo largo de la cabina de pasajeros. Un interruptor de volumen provee dos controladores FLIGHT/GROUND ubicado en el panel auxiliar de vuelo, la posición FLIGHT del interruptor incrementa el nivel de sonido para compensar el alto ruido producido por los motores durante la operación de la aeronave.

Cada panel de control de audio en la cabina de tripulación tiene un interruptor selector de Passenger Address, permitiendo que piloto y copiloto se dirijan a los pasajeros. Los anuncios de mensajes de voz se realizan mediante el sistema de intercomunicación de la aeronave. Los anuncios son amplificados para que lleguen a las bocinas de la cabina de pasajeros con mayor impulso. El amplificador se encuentra ubicado en el compartimiento de aviónica y la energía que utiliza el sistema es obtenido de la barra de emergencia de radio, que trabaja con 28 voltios DC.

El sistema P.A. provee entradas de avisos de audio al piloto que tienen un orden de prioridad, cancelando cualquier entrada que no sea prioritaria en caso de que se presente una de alta precedencia. La prioridad de las entradas P.A. son las siguientes:

- **Máxima prioridad:** Anuncios realizados desde el compartimiento de vuelo.
- **Segunda prioridad:** Anuncios realizados desde las estaciones de asistencia de vuelo.
- **Tercera prioridad:** Anuncios de emergencia pregrabados.
- **Cuarta prioridad:** Anuncios pregrabados.
- **Ultima prioridad:** sistema de entretenimiento, como audio y video.

### c. Sistema de entretenimiento en vuelo

El sistema de entretenimiento en vuelo IFE<sup>8</sup> está equipado con pantallas que ayudan a la distracción del pasajero, por las cuales se pueden transmitir desde programas de entretenimiento como películas, series o grabaciones hasta información sobre el vuelo o instrucciones en caso de emergencia. Este sistema puede estar compuesto por pantallas individuales en cada asiento de pasajeros o puede disponer de pantallas comunitarias situadas en ciertas zonas estratégicas de la aeronave.

### Figura 16

*Sistema de entretenimiento en vuelo*



*Nota.* El gráfico muestra un ejemplo de pantalla del sistema de entretenimiento en vuelo. Tomado de *La visualización del mapa de posición del vuelo del avión*, de D. Gee, 2018, Alamy (<https://www.alamy.de>).

---

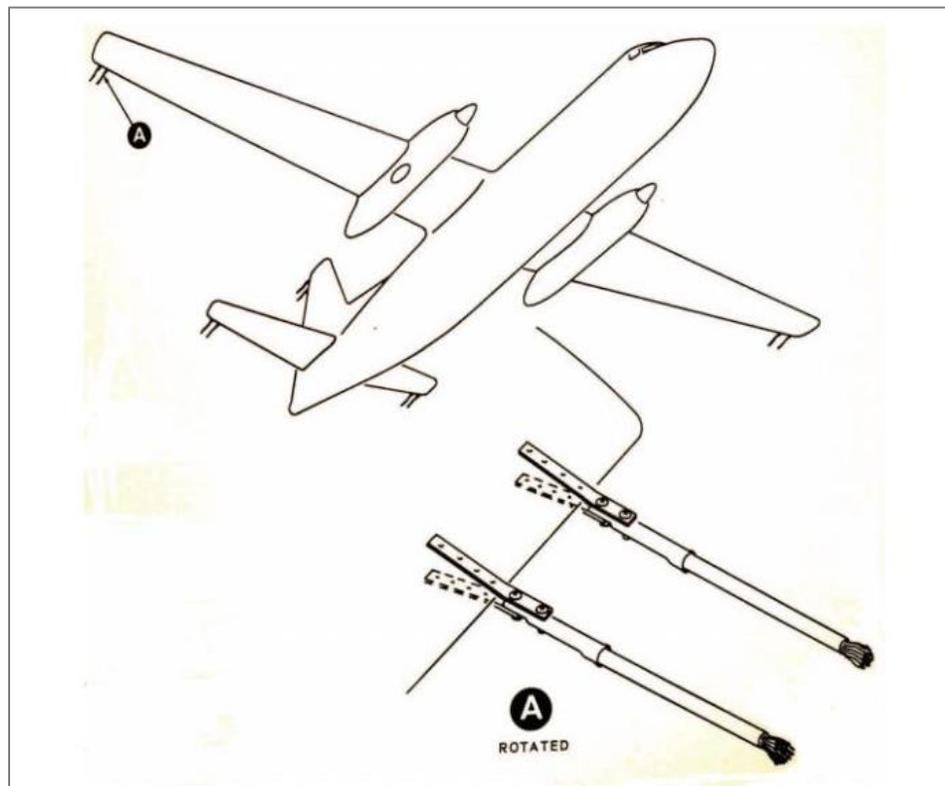
<sup>8</sup> IFE: Inflight Entertainment System

#### d. Descargadores estáticos

Los equipos de descarga estática son conductores de poder que liberan la energía generada por la aeronave al rozar con las partículas del aire. Estos dispositivos reducen la interferencia, eliminan ruidos parásitos y evitan que se produzcan daños en los sistemas electrónicos de la aeronave. Se encuentran situadas en los bordes de salida de las alas, estabilizadores y rudder.

#### Figura 17

*Antenas descargadoras de energía estática*



Nota. La figura nos muestra las antenas descargadoras de energía estática y en donde se encuentran ubicadas en la aeronave. Tomado del Manual de Mantenimiento de la aeronave Fairchild FH-227.

Al ser descargada la electricidad estática al aire se produce una alteración en el espectro de radiofrecuencia, produciendo el conocido efecto corona. El objetivo de un descargador estático es suprimir la acumulación de estática en puntos específicos de la aeronave como, por ejemplo, en los extremos de las superficies de control, antenas y otros puntos críticos de la aeronave, y expulsarla a una distancia alejada de las mismas, en un lugar donde no exista acoplamiento de estática y no pueda ocasionar interferencia.

Diez antenas descargadoras de estática se encuentran instaladas en la aeronave para disipar energía y disminuir el grado de interferencia hacia los sistemas de navegación, comunicación y otros receptores. Dos antenas descargadoras de estática están ubicadas en cada borde de salida de las superficies control de la aeronave Fairchild FH-227.

#### **e. Grabadora de voz de cabina (CVR<sup>9</sup>)**

El Sistema de grabación de voz recopila y conserva un registro continuo de los últimos 30 minutos de datos de comunicaciones realizadas por la tripulación de vuelo mediante una grabadora de cinta magnética instalada en la sección delantera del fuselaje junto con una unidad de control ubicada en la parte superior en el panel centro. Este dispositivo está construido de tal forma que, en caso de impacto, fuego o inmersión en agua, preserve el estado de la cinta de grabación. El objetivo de este sistema de grabación de voz es conservar las conversaciones de la tripulación para una posterior investigación o reconstrucción de los hechos en caso de accidentes.

---

<sup>9</sup> CVR: Cockpit Voice Recorder

El sistema de grabación de voz cuenta con cuatro entradas para la recopilación simultánea y continua de datos. Los tres canales de entrada reciben datos de los sistemas de audio del piloto, copiloto e ingeniero mecánico y el cuarto canal se transmite de un micrófono ubicado en cabina. La operación de este sistema se basa en un suministro de 115 voltios AC desde la barra de energía y posee un método de protección de sobrecarga que consta de un fusible situado en el panel de circuit breakers de radio en cabina.

### Figura 18

*Grabador de voz en cabina*



Nota. El gráfico muestra la estructura interna de un grabador de voz en cabina o mejor conocido por su nombre en inglés, Cockpit Voice Recorder. Tomado de *Almacenamiento de datos en la nube*, de R. Rotolo, 2014, Howstuffworks (<https://science.howstuffworks.com>).

## f. Registrador de datos de vuelo

El sistema registrador de datos FDR<sup>10</sup> en vuelo es utilizado para almacenar información sobre parámetros específicos de operación de la aeronave, tales como altitud, velocidad, rumbo, entre otros. El FDR tiene como objetivo recopilar y registrar datos de una gran variedad de sensores para facilitar la investigación en caso de un accidente y determinar si el mismo fue provocado por falla del piloto, causas externas o fallas en los sistemas de la aeronave, además de contribuir a la prevención de posibles accidentes en un futuro. Este registrador de vuelo FDR comúnmente va acompañado de un registrador de un CVR y en ocasiones son combinados en una misma unidad por lo que reciben la denominación de “registradores combinados”.

**Figura 19**

*Registrador de datos en vuelo*



Nota. La figura representa un registrador de datos en vuelo o más conocido por su nombre en inglés, Flight Recorder. Tomado de *Sistemas de aeronaves*, de L. Cloer, 2015, Duotech (<https://duotechservices.com>)

---

<sup>10</sup> FDR: Flight Data Recorder

## **2.4. Mantenimiento Aeronáutico**

### **2.4.1. Generalidades del mantenimiento aeronáutico**

Se conoce como mantenimiento aeronáutico a la elaboración de procesos necesarios para mantener una aeronave en óptimas condiciones, para lo cual se requieren procesos de inspección, rehabilitación, sustitución de partes y componentes, corrección de defectos y de ser necesario una completa modificación dentro de los parámetros establecidos por las autoridades aeronáuticas.

#### **a. Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento de tipo preventivo tiene la finalidad de conservar en perfecto estado la aeronave incluyendo acciones simples o menores que no impliquen operaciones de montaje completas. Este programa de mantenimiento es planificado con anterioridad, es rutinario y cíclico. Su objetivo es prevenir que ocurran futuras fallas o malfuncionamientos y evitar el estado fuera de servicio de la aeronave. Dentro del mantenimiento preventivo se encuentran dos tipos de mantenimiento que son conocidos como Hard Time o límite de tiempo y On Condition o por condición.

- **Límite de tiempo (Hard Time)**

Son inspecciones de mantenimiento realizadas bajo un intervalo de tiempo especificado y planeado con anterioridad. Se asigna un periodo de tiempo determinado,

ya sea en horas vuelo, ciclos de vuelo o tiempo calendario para calcular su vida útil y asignar su fecha de remoción. Este cambio de componente realizado a tiempo garantiza la seguridad de la aeronave y evita futuras posibles fallas, lo cual nos brinda una gran ventaja económica y asegura el bienestar el bienestar de la misma.

Dentro de este tipo de inspecciones el fabricante y la autoridad establecen dos condicionamientos para la aeronavegabilidad de la aeronave como son:

**Vida límite o vencimiento:** Se basa en la sustitución de partes y componentes que han cumplido su tiempo límite o vida útil. Estos son reemplazados por un nuevo componente sin una necesaria inspección.

**Overhaul o Recorrida:** Se denomina Overhaul al mantenimiento detallado y meticuloso de un componente que ha cumplido con un cierto número de horas o ciclos de funcionamiento para convertirlo bajo estrictos procedimientos, en un componente cero horas. El intervalo de tiempo para mandar a un componente a un Overhaul es determinado por el fabricante del mismo. Este tipo de mantenimiento es conocido también como mantenimiento mayor.

- **Por condición**

Se realizan inspecciones continuas realizadas a componentes, sistemas o estructuras en donde se verifica su funcionamiento y se aprueba su operación normal hasta que se realice la siguiente inspección. Este tipo de mantenimiento se basa en un manual de mantenimiento en donde se establecen las pruebas o verificaciones

aplicables y se detalla cada paso a seguir. Está determinado por la condición del componente, mas no por un tiempo límite, e incluye el seguimiento del estado del elemento ya sea por medio de una inspección visual o cualquier otra que implique equipos especiales como baroscopio, ensayos no destructivos, ultrasonidos, etc.

#### **b. Mantenimiento predictivo**

Es el programa de mantenimiento que se realiza cuando se encuentran discrepancias durante una inspección o durante la operación de la aeronave. Su objetivo es prever trabajos de corrección en componentes deteriorados que futuramente podrían presentar fallas. Estos trabajos son realizados antes de que el funcionamiento del componente se vea afectado y sobrepase los límites permisibles de daño y disminuya la integridad y seguridad del equipo.

#### **c. Mantenimiento restaurativo**

Es el programa de mantenimiento que se realiza para dar una inmediata solución a una falla o discrepancia para devolverle a la aeronave su capacidad de operación. Es un mantenimiento no programado, que pueden ser registrados en bitácoras. Su objetivo es corregir una falla o mal funcionamiento que se presenta durante la operación de la aeronave y no han sido considerados previamente o que han sido causadas por algún accidente, fallas o fracturas no previstas.

### **2.4.2. Programas de mantenimiento**

La Dirección General de Aviación Civil requiere que toda aeronave sea

conservada bajo un programa de mantenimiento que defina las tareas e intervalos a cumplir para conservar la aeronavegabilidad durante la operación de la aeronave. La autoridad aeronáutica otorga un certificado de aeronavegabilidad que valide el óptimo funcionamiento de la aeronave el cual debe ser actualizado periódicamente.

Un programa de mantenimiento incluye tanto inspecciones rutinarias como no rutinarias y deben contribuir a mejorar la confiabilidad operacional de la aeronave. El mantenimiento e inspecciones rutinarias incluyen servicio en línea, inspecciones menores y mayores. Este programa debe ser seguro y eficiente y asegurar la aeronavegabilidad requerida para una operación competente.

#### **2.4.3. Inspecciones periódicas**

En mantenimiento también son realizadas inspecciones periódicas teniendo en cuenta los ciclos de operación y tiempo calendario. La denominación de los siguientes chequeos varía según la empresa a la que pertenece la aeronave, la planificación de los chequeos pueden realizarse en base al manual de mantenimiento de la aeronave, al criterio de la empresa o del jefe de mantenimiento a cargo de la aeronave. Una inspección puede denominarse:

- **Chequeo en tránsito:** Se realiza en un tiempo inferior a cuatro horas de permanencia de la aeronave en tierra.
- **Chequeo de pernocta:** Supera las cuatro horas de permanencia de la aeronave en tierra e incluye las tareas de mantenimiento del chequeo en tránsito.

- **Chequeo A:** Son realizados cada 100 horas de vuelo o 30 días calendario e incluye las tareas de mantenimiento del chequeo en tránsito y pernocta.
- **Chequeo B:** Son realizados cada 500 horas de vuelo o 120 días calendario e incluye tareas de mantenimiento del chequeo en tránsito, pernocta y chequeo A.
- **Chequeo C:** Son chequeos que deben ser realizados cada 3000 horas de vuelo o 24 meses calendario e incluye las tareas de mantenimiento del chequeo en tránsito, pernocta, chequeo A y B.
- **Chequeo D:** Son realizados cada 12 000 horas de vuelo o seis años calendario e incluye las tareas de mantenimiento del chequeo en tránsito, pernocta, chequeo A, B y C. Es comúnmente denominado Maintenance Heavy Visit.

#### 2.4.2. Troubleshooting

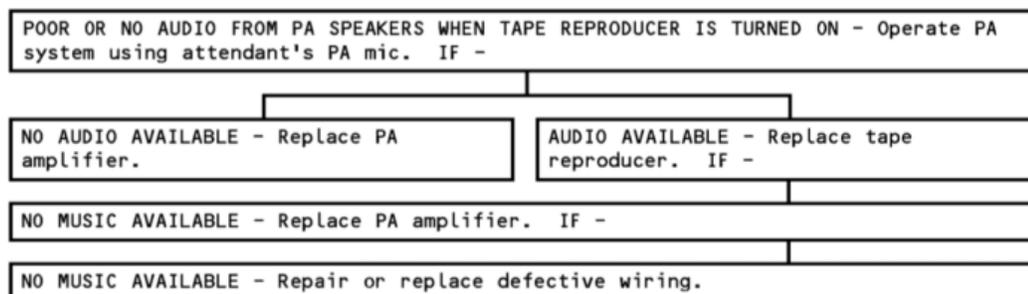
Toda aeronave está expuesta a problemas que pueden afectar tanto como a un solo componente como a un sistema entero. Es por esta razón que se ha creado la manera de solucionar rápidamente las diferentes discrepancias presentadas para mantener la operación segura de la aeronave. El propósito de esta herramienta es agilizar el proceso de reconocer la falla o discrepancia, realizar el proceso de reparación y dar una solución al problema.

Este sistema de caza fallas se basa en diagramas fáciles de entender que propone varios procedimientos, en donde se plantea el problema, se desarrolla un proceso y se da una solución. La sección Troubleshooting se encuentra ubicado en el Manual de Mantenimiento de la aeronave desde la página 101 hasta la página 199,

entre las secciones Descripción y Operación y Prácticas de Mantenimiento o en el caso de algunas aeronaves se encuentra en un manual específico de Troubleshooting.

### **Figura 20**

Diagrama Troubleshooting



*Nota.* La figura muestra un diagrama troubleshooting tal cual como se presenta en el manual de mantenimiento aeronáutico, en donde se puede observar su simplicidad, lo que lo hace fácil de entender. Tomado del Manual de Mantenimiento Aeronáutico Boeing 737, Capítulo 23.

### **2.4.3. Mantenimiento del sistema Passenger Address**

Al contar con equipos de gran importancia, el mantenimiento del sistema Passenger Address se vuelve prioritario. La inspección de sus equipos y componentes nos permiten evitar daños en el sistema al igual que en la aeronave, además de extender la vida útil de sus partes.

Al presentarse algún tipo de daño en el sistema, producido por cualquier factor, ya sea una sobrecarga, cortocircuito o daño de algún equipo o componente, el sistema de protección detecta la falla y la aísla para así evitar daños en otros equipos. El mantenimiento del sistema P.A. incluye la conservación de todos sus componentes

como son el equipo selector de audio Kma 24, amplificador, micrófonos de mano, headsets, altavoces y cableado, para lo cual utilizaremos herramientas como destornilladores, cortadores de cable, cinta aislante y equipos como multímetro, tensiómetro, en donde se realizarán procedimientos como reemplazo de componentes con malfuncionamiento, mantenimiento del cableado eléctrico, remoción e instalación de componentes y chequeos y pruebas del sistema.

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL TEMA

#### 3.1. Descripción general

La aeronave Fairchild FH-227 al ser una de las herramientas de aprendizaje más utilizadas por parte de los estudiantes, está sujeta a daños y al deterioro y más cuando se trata de sistemas tan sensibles como son los sistemas de comunicación. Es por esta razón que el presente proyecto tiene la finalidad de rehabilitar el sistema Passenger Address mediante el recableado de todo el sistema, la remoción/instalación de equipos, el remplazo de componentes defectuosos y la implementación de partes faltantes, sin antes haber establecido las normas y equipos de seguridad para realizar correctamente el proyecto, garantizando la seguridad tanto de la aeronave como la del personal técnico.

Una vez realizado el proceso de rehabilitación del sistema se efectuarán los correspondientes chequeos funcionales y operacionales para constatar que el sistema opere correctamente y para finalizar con este procedimiento, se determinarán y describirán los procedimientos de operación, cumpliendo así con los objetivos planteados previamente.

## **3.2. Información sobre el sistema Passenger Address**

### **3.2.1. Componentes del sistema**

El sistema Passenger Address consta de varios componentes que posibilitan la operación del mismo. Cada componente tiene su función e importancia dentro del sistema. Uno de los principales componentes que constituye el sistema es el equipo de control de audio Kma 24 que es el que permite la comunicación y la selección de los canales, además encontramos altavoces, un amplificador, un panel selector de audio y un headset para complementar el equipo del sistema.

#### **a. Equipo de control de audio Kma 24**

El equipo KMA 24 reemplaza el receptor de baliza interno por un intercomunicador, que proporciona mayor versatilidad. Cuenta con un intercomunicador de cinco estaciones junto con dos amplificadores funcionales y controla hasta seis receptores y tres transceptores. El equipo se presenta con dos filas de botones selectores que controlan la distribución de audio del receptor. La fila superior de botones selectores activa los receptores, es decir, los altavoces, mientras que la fila inferior activa los transmisores o micrófonos. Tanto la fila superior como inferior son completamente independientes entre sí, lo cual permite la combinación de micrófonos y altavoces.

El selector giratorio en el lado derecho del panel conecta el micrófono a COMM

1 o COMM 2, mientras que otra posición del selector se utiliza para la comunicación de cabina. Girar el interruptor selector de micrófono a OFF corta la alimentación del amplificador de altavoz y el receptor de baliza. La función AUTO, cuando está activada, permite coincidir automáticamente el audio del receptor correspondiente con el transmisor seleccionado, como el transmisor COMM 1 o COMM 2.

El Anexo A muestra toda la información necesaria para comprender y analizar el equipo Kma 24, además de detallarnos sus componentes y partes, los procedimientos para realizar chequeos, inspecciones y ajustes. Se encuentra el diagrama de cableado y la disposición de sus pines.

### Figura 21

*Equipo de control de audio Kma 24*



*Nota.* El gráfico muestra el panel de control de audio del equipo Kma 24, su funcionalidad y todos los sistemas a los que puede dar utilidad. Tomado del Manual del Equipo de control de audio Kma 24, Honeywell, 2000.



**Figura 23**

*Parlante perteneciente al sistema P.A.*



*Nota.* La figura nos muestra la tapa de un parlante perteneciente al sistema Passenger Address, ubicado en los paneles laterales del compartimiento de pasajeros.

### **c. Amplificador**

El amplificador del sistema Passenger Address proporciona una potencia de audio de alta calidad al sistema de altavoces de la aeronave. Incluye entradas de micrófono para uso del piloto y los asistentes de cabina. Tiene dos entradas para uso del reproductor de cintas para subir música o anuncios pregrabados (si se encuentra instalado). Originalmente se encontraba ubicado en la parte superior del estante de equipos de radiofonía, pero gracias al equipo Kma 24 se ha suprimido ya que este

cuenta con un sistema de amplificación integrado, lo cual contribuye a la versatilidad del sistema.

#### **Figura 24**

*Amplificador*



*Nota.* La imagen representa un circuito integrado de amplificación que hace parte del equipo de control de audio Kma 24, dándole al sistema Passenger Address la potencia de audio que necesita. Tomado de Amplificador, de C. Mayorga, 2016, Circuitos Impresos (<http://www.circuitosimpresos.org/>).

#### **d. Panel selector de audio**

El panel selector de audio se encuentra ubicado en la cabina de tripulación, en el lado izquierdo del piloto y del lado derecho del copiloto. El interruptor que permite activar y desactivar la comunicación PA se encuentra en el extremo superior del panel y la parte inferior del mismo se encuentra la luz que indica si la comunicación hacia la cabina de pasajeros se encuentra activada o desactivada.

**Figura 25**

*Panel selector de audio*



*Nota.* La imagen muestra el panel selector de audio ubicado en la cabina, en el lado izquierdo del asiento del piloto. En el panel mostrado podemos identificar las diferentes opciones de comunicación que nos permite seleccionar.

#### **e. Headset**

El equipo de Headset se encuentra ubicado en la cabina de tripulación en el lado izquierdo del asiento del piloto, para su funcionamiento debe enlazarse al conector ubicado arriba del equipo selector de audio Kma 24. El equipo de Headset permite la recepción y emisión de información entre todos puntos de intercomunicación en la aeronave.

Para identificar y detallar la ubicación de cada uno de los componentes del sistema Passenger Address es necesario acudir al Catálogo de Partes Ilustradas (IPC) y para conocer a fondo como se encuentra conformado su sistema de cableado se debe recurrir al manual Wiring Diagram, información que se encuentra contemplada en el Anexo B y C del presente documento.

**Figura 26***Headset*

*Nota.* La figura muestra un equipo headset, el piloto puede realizar un comunicado o aviso desde su asiento y la información es recibida por los pasajeros por medio de los parlantes ubicados en los costados de la cabina de pasajeros.

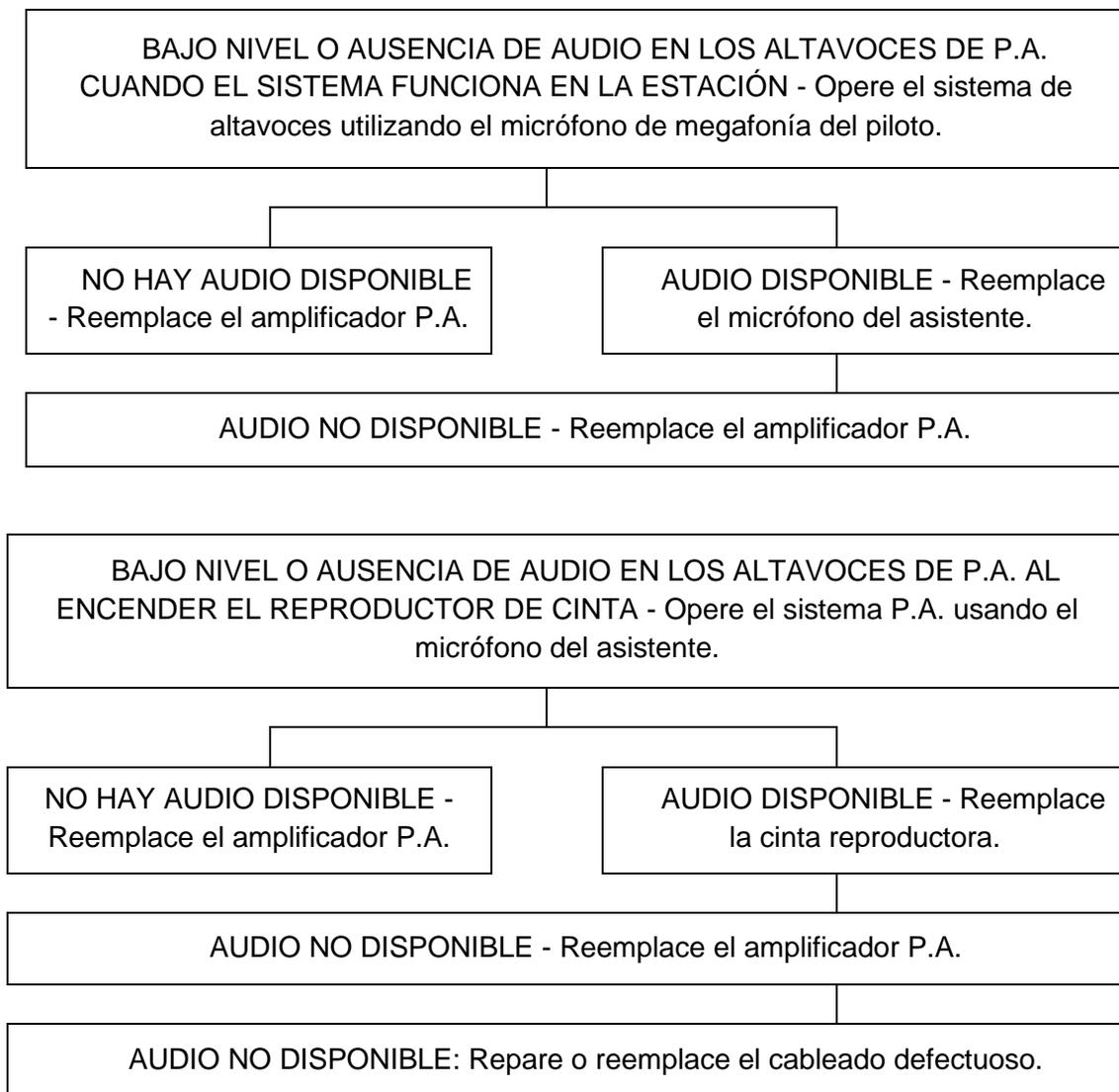
### **3.3. Troubleshooting del Sistema Passenger Address**

En la sección troubleshooting del sistema se determinan importantes aspectos para resolver fallas o problemas en el sistema de comunicación Passenger Address:

- La solución de fallas y problemas del sistema de comunicación a pasajeros se ejecuta fácilmente al estar conformado por limitados componentes principales que pueden ser intercambiados, una manera fácil de encontrar el problema es comparar los controles de audio entre pilotos y asistentes para poder sacar diferencias entre ambos y aislar los puntos problemáticos en el audio o el circuito del sistema.

- Si un sistema no funciona, la primera verificación será la alimentación correcta del sistema. Asegurarse de que los interruptores automáticos correctos en el panel de control se encuentren cerrados. Solo se pueden quitar algunas partes primarias. Opere el sistema de dirección de pasajeros desde dos áreas diferentes. Esto ayudará a encontrar el problema.
- Un micrófono defectuoso puede no producir sonido de voz o puede causar una prioridad de llamada defectuosa. Se deberá utilizar un Micrófono diferente en la misma estación. Si el segundo micrófono funciona correctamente, entonces el primer micrófono está defectuoso. Si se puede escuchar el sonido del altavoz con un anuncio del piloto, entonces el micrófono se encuentra operacional. Si un asistente hace un anuncio y no se escucha ningún sonido, entonces el micrófono de su estación tiene alguna falla.
- Un auricular defectuoso puede aislarse intercambiándolo con otro auricular. Si el audio está disponible cuando un piloto hace un anuncio, pero no cuando un asistente hace un anuncio, entonces probablemente el auricular P.A. o el micrófono de mano del asistente estén defectuosos.
- Se pueden encontrar altavoces defectuosos sin ningún problema. Comparar cualquiera de los dos altavoces que están al lado de cada otro. El nivel de sonido debe ser el mismo. Si no se escucha ningún sonido en un altavoz, ese altavoz se encuentra defectuoso.

Para mayor rapidez a la hora de solucionar un problema, se presentan los siguientes diagramas de solución, los cuales facilitaran la resolución de una discrepancia.

**Figura 27***Troubleshooting del Sistema Passenger Address*

*Nota.* La figura muestra un diagrama Troubleshooting, el cual nos muestra diferentes procesos a seguir en los diferentes problemas que se nos puedan presentar. Es una herramienta esencial para realizar una reparación.

### 3.3. Normas de seguridad

Los riesgos presentados en el campo aeronáutico forman un número

significativo, por lo que es importante tener presentes las normas de seguridad y utilizar correctamente el equipo de protección personal. Durante la manipulación de componentes eléctricos hay ciertos aspectos que no se pueden dejar de lado, caso contrario se pueden causar daños tanto para los equipos y para la aeronave como para nosotros mismos como técnicos aeronáuticos. Estos son las normas de seguridad que deben llevar a cabo para realizar el presente proyecto:

- Revisar los equipos eléctricos antes de utilizarlos puesto que puede presentar alguna falla o malfuncionamiento.
- Evitar el paso de personas o equipos por encima de cables eléctricos o extensiones eléctricas.
- Asegurarse de que el área que se trabajará esté aislada de todas las posibles fuentes de energía.
- Evitar la manipulación de sistemas y equipos eléctricos con manos húmedas o en lugares mojados.
- No usar anillos o pulseras de metal a la hora de ejecutar una tarea en un sistema eléctrico.
- Evitar la manipulación de cables sin revestimiento protector o en malas condiciones.
- Utilizar en todo momento los equipos de protección personal.

### **3.3.1. Equipos de protección personal**

El equipo de protección personal es indispensable en un trabajo de mantenimiento aeronáutico ya que cada artículo de protección está diseñado para la

protección de personal técnico de lesiones o accidentes que pueden ser originados por peligros físicos, eléctricos, mecánicos, entre otros. Durante un trabajo de mantenimiento es obligatorio el uso de overol, guantes, zapatos punta de acero, casco y gafas.

### Figura 28

*Equipo de protección personal*



*Nota.* La imagen muestra los elementos que conforman un equipo de protección personal, el cual salvaguarda nuestra integridad al momento de realizar todo trabajo.

## 3.4 Herramientas, equipos y componentes

### 3.4.1 Herramientas

- Alicates
- Cinta aislante
- Cortador de cable
- Destornilladores

### 3.4.2. Equipos

- Multímetro

- Taladro eléctrico
- Tensiómetro

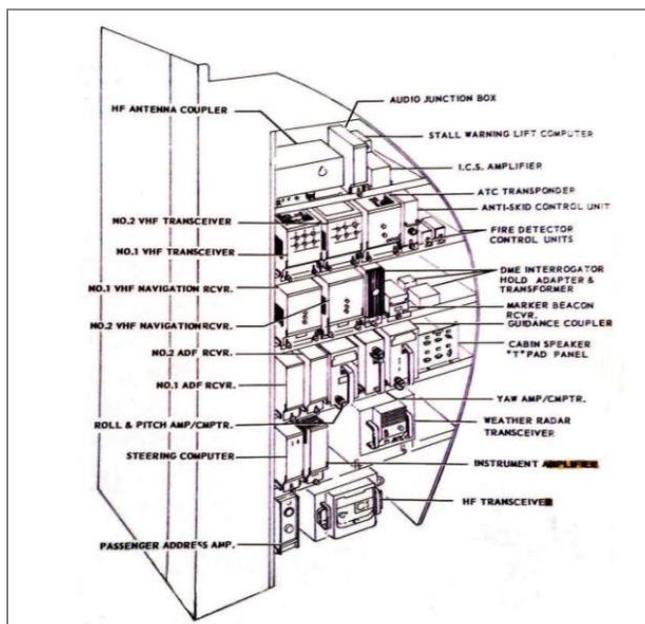
### 3.4.3. Componentes

- Cable W20AG
- Equipo Kma 25
- Parlantes
- Equipo Headset

### 3.5. Rehabilitación del sistema Passenger Address

**Figura 29**

*Estante de equipos de comunicación*



*Nota.* El gráfico muestra el estante donde se encuentran situados todos los equipos de comunicación pertenecientes a la aeronave. Tomado del Manual de Mantenimiento de la aeronave Fairchild FH-227.

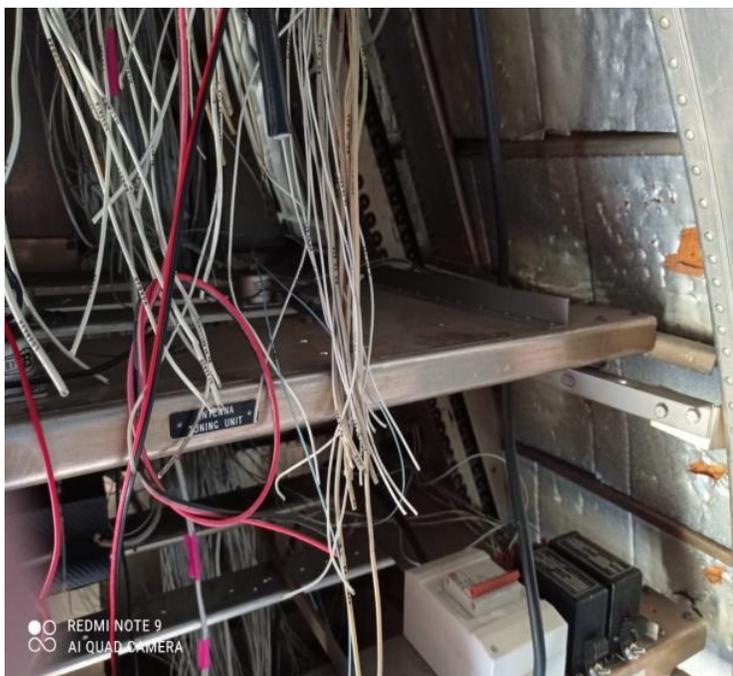
La rehabilitación del sistema P.A. consta de la implementación y remplazo de componentes que constituyen el sistema, no sin antes realizar una previa inspección visual y el chequeo funcional de cada componente para proceder con una acción correctiva o de implementación. La rehabilitación del sistema de comunicación a pasajeros incluye la rehabilitación del cableado de todo el sistema, la implementación del equipo Kma 24, parlantes y un equipo headset.

### 3.5.1. Cableado

#### a. Inspección visual

#### Figura 30

##### *Cableado*



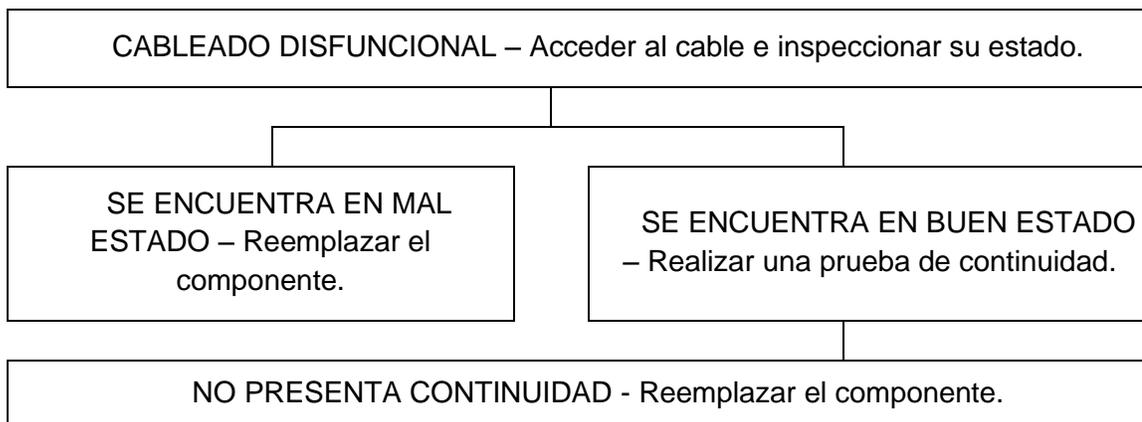
*Nota.* El grafico muestra el estado del cableado del sistema, se puede verificar el mal estado del mismo y la inexistencia de conexiones con otros equipos o componentes.

Durante la inspección visual se ha verificado que el cableado que conforma el sistema Passenger Address se encuentra en muy malas condiciones puesto que la mayor parte del mismo se presenta desgastado, además de la presencia de corrosión en algunas partes y la inexistencia del mismo en algunos componentes. Al encontrar numerosas discrepancias en el sistema, se procederá a realiza un nuevo cableado del sistema.

## b. Troubleshooting

**Figura 31**

*Troubleshooting del cableado*



*Nota.* El gráfico representa un diagrama de flujo en función al cableado del sistema dando a conocer problemas y soluciones que se aplican al sistema.

## c. Remoción/Instalación

### Remoción

1. Remover los pernos, tuercas y arandelas que sujetan los paneles laterales al fuselaje.

2. Remover todos los paneles laterales para acceder al cableado del sistema.
3. Desconectar todas las posibles conexiones del cableado del sistema.
4. Deshacer todos los sujetadores que mantienen el cableado unido al fuselaje.
5. Retirar todo el cableado perteneciente al sistema.

### **Instalación**

1. Montar el cableado sobre los sujetadores y asegurarlo al fuselaje de la aeronave.
2. Establecer las conexiones correspondientes a cada equipo.
3. Montar los paneles laterales.
4. Asegurar los paneles laterales con pernos, tuercas y arandelas.

### **d. Ajustes y pruebas**

Para comprobar la continuidad de un cable o sección del mismo y verificar si se encuentra en óptimas condiciones se realiza el siguiente procedimiento con la ayuda de un multímetro.

1. Seleccionar la opción de continuidad en el multímetro.
2. Unir los dos polos del multímetro con los extremos del cable. Si el multímetro emite un pitido se entiende que el cable se encuentra en buenas condiciones, caso contrario, este se encuentra defectuoso.

Una vez terminado el proceso de cableado hay ciertas consideraciones que se deben tomar en cuenta:

1. Verificar que el cableado se encuentre separado de todos los controles y que ninguna parte de la instalación afecte la operación de control de la aeronave.
2. Mover todos los controles dentro de su rango completo mientras examina la instalación para ver que no exista interferencia mecánica.
3. Verificar que los cables estén asegurados a la estructura de la aeronave de acuerdo con las buenas prácticas, con un alivio de tensión adecuado.
4. Asegurarse de que no se presenten torceduras ni curvas cerradas en los cables, conectores y cables coaxiales.
5. Verificar que los cables no se encuentren expuestos a bordes afilados o superficies rugosas, y que todos los puntos de contacto estén protegidos contra la abrasión.

### **3.5.2. Equipo de comunicación KMA 24**

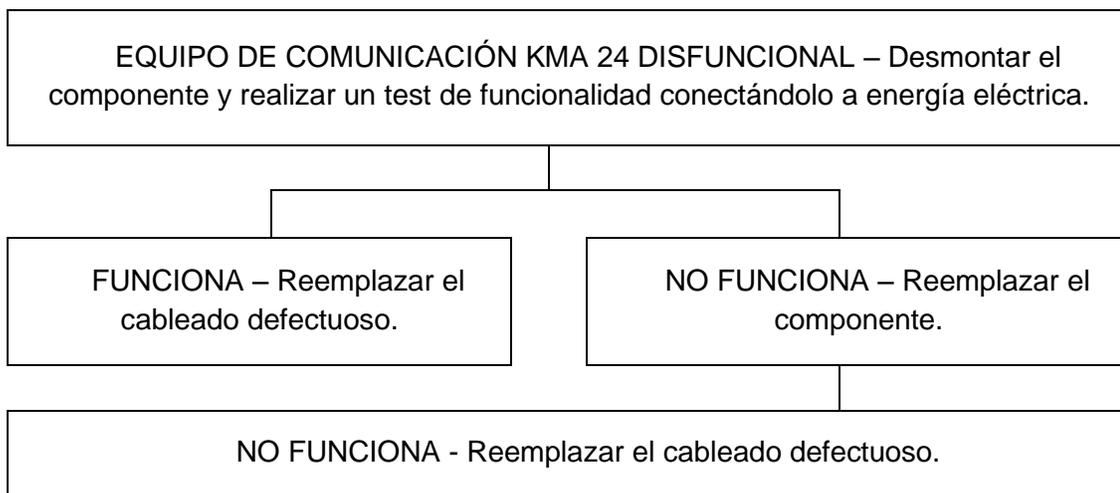
#### **a. Inspección visual**

En la inspección visual se constató la ausencia tanto del equipo intercomunicador como su soporte, se revisó el interior del estante de radiofonía después de la remoción del panel de acceso y no se pudo encontrar, por lo que se implementará dicho componente para completar el funcionamiento del sistema. Las conexiones para el equipo estaban incompletas y las presentes se encontraban en mal estado.

## b. Troubleshooting

**Figura 32**

*Troubleshooting del sistema de comunicación Kma 24*



*Nota.* El gráfico representa un diagrama de flujo en función al equipo de comunicación Kma 24, en donde se muestran los procedimientos a seguir de acuerdo al tipo de problema que se presente. Esta herramienta es de gran utilidad para encontrar la falla con facilidad.

## c. Remoción/Instalación del equipo de comunicación Kma 24

### Remoción del equipo de comunicación Kma 24

1. Retirar la cubierta de acceso al soporte de equipo de intercomunicación.
2. Aflojar las perillas que aseguran el equipo a la bandeja del soporte.
3. Desconectar los conectores del cable coaxial de la antena, si se encuentra conectada.
4. Deslizar cuidadosamente el equipo hacia atrás y retirarlo.

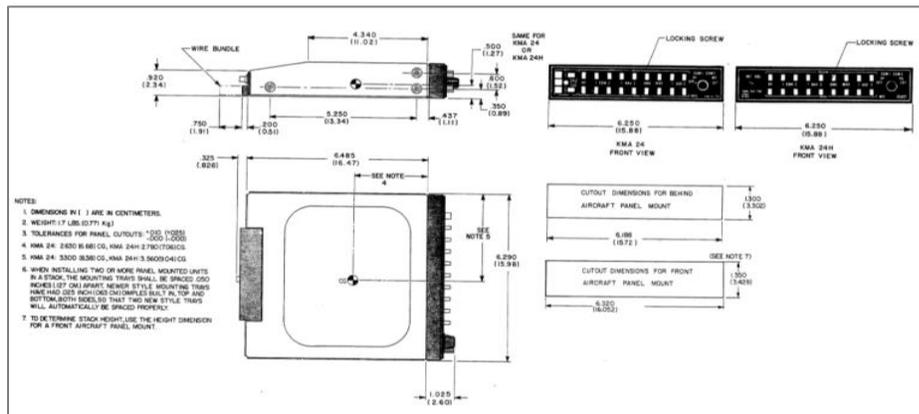
## Instalación del equipo de comunicación Kma 24

**Precaución:** para evitar posibles daños en los conectores, asegurarse de que los pines de los conectores del equipo se encuentren rectos y alineados. No aplicar fuerza excesiva al instalar el equipo.

1. Colocar cuidadosamente el equipo en el soporte y deslícelo hacia adelante hasta que los conectores eléctricos de acoplen.
2. Fijas las perillas que aseguran el equipo al soporte.
3. Conectar los conectores del cable coaxial de la antena, si se encuentra instalado.
4. Instalar la cubierta de acceso al soporte de equipo de intercomunicación.

**Figura 33**

*Esquema y dibujo de montaje del equipo Kma 24*



*Nota.* El gráfico muestra las especificaciones de la instalación del equipo Kma 24, su esquema y dimensiones, plantea algunas recomendaciones a seguir durante el proceso de montaje del equipo. Tomado de *Instalación del equipo Kma 24*, Bendix Aviation Corporation, 1982, Kma 24.

## d. Remoción/Instalación del soporte del equipo de comunicación Kma 24

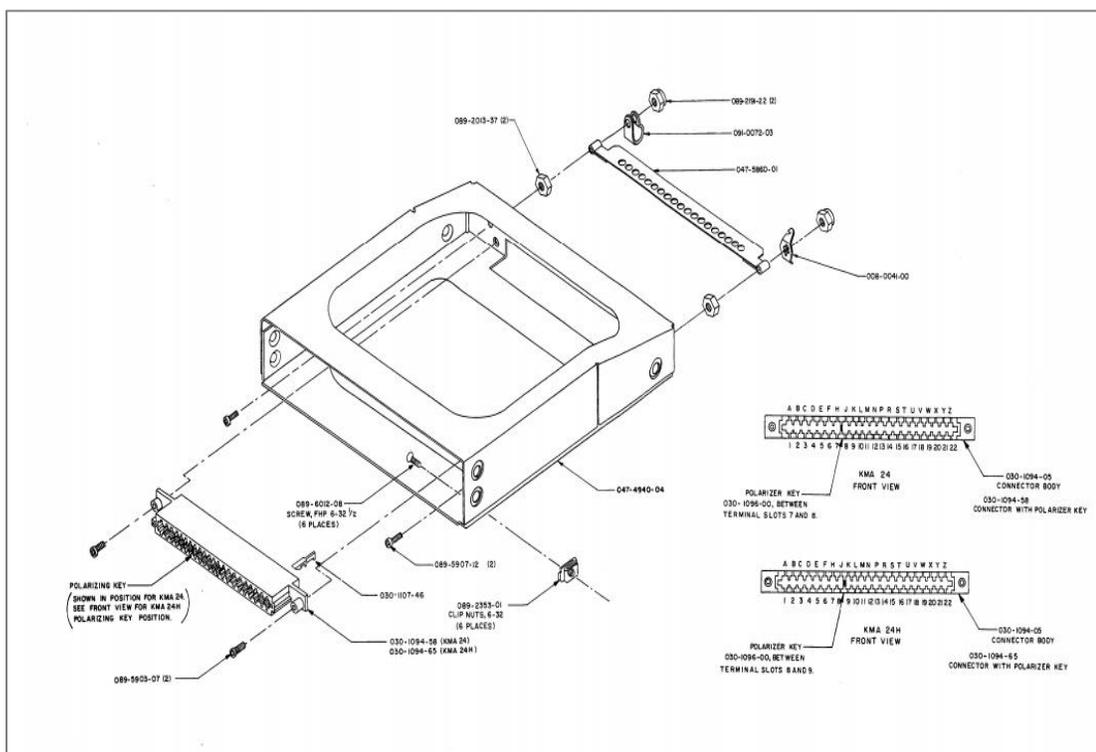
### Remoción del soporte del intercomunicador

1. Aflojar los sujetadores de cuarto de vuelta que aseguran el soporte.
2. Levantar el soporte y desconectar las conexiones eléctricas.
3. Retirar el componente.

### Instalación del soporte del equipo de comunicación Kma 24

#### Figura 34

Diagrama de instalación del equipo Kma 24

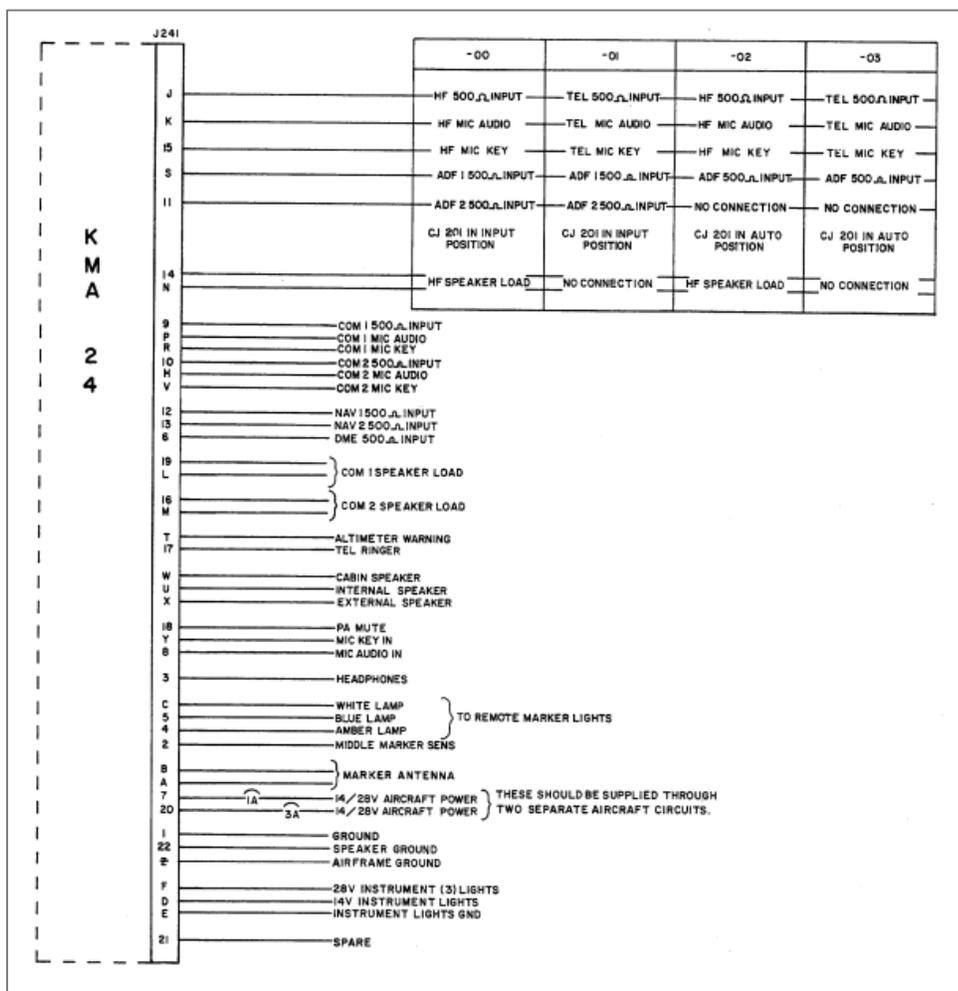


*Nota.* El gráfico muestra las especificaciones de instalación del equipo Kma 24, especifica la ubicación de cada componente y la forma en que debe ser instalado. Tomado de *Instalación del equipo Kma 24*, Bendix Aviation Corporation, 1982, Kma 24.

1. Montar el soporte en el estante de equipos de intercomunicación y enlazar los conectores eléctricos.
2. Soltar el soporte hacia abajo en el estante y apretar los sujetadores de cuarto de vuelta.
3. Verificar que el soporte quede fijo, que no presente movimiento.

**Figura 35**

*Función de los pines de conexión del equipo Kma 24*



*Nota. En la figura se muestran los pines de conexión del equipo Kma 24 y la función de cada uno de ellos. Tomado de Instalación del equipo Kma 24, Bendix Aviation Corporation, 1982, Kma 24.*

### e. Ajustes y pruebas

**Precaución:** Antes de realizar una prueba de funcionamiento comprobar que el arnés de cableado del sistema no interfiera con el movimiento o funcionamiento de ningún otro sistema o componente.

Para la comprobación operativa del equipo se realizan el siguiente procedimiento:

1. Aplicar energía a la aeronave y al equipo de comunicación.
2. Conectar los headsets a los puertos de conexión de piloto o copiloto.
3. Encender el equipo girando la perilla de selección.
4. Presionar el botón de test ubicado en la parte izquierda del panel.
5. Verificar el funcionamiento del intercomunicador.
6. Seleccionar la opción **Com 1** en la perilla de selección.
7. Verificar que los dos botones **Com 1** se enciendan. Verificar también que la luz led del botón de transmisión ubicado cerca del selector del micrófono no parpadee. En el caso de parpadeo de la luz led, detener la prueba y solucionar los problemas de instalación del micrófono.
8. Verificar la correcta operación de recepción y transmisión desde la ubicación del copiloto, observando que el interruptor PTT del copiloto funcione adecuadamente en el transceptor seleccionado.
9. Verificar que al seleccionar la opción **Com 2** este se ilumine y que el recetor de Com 2 reciba en mensaje.
10. Presionar los dos botones Com 1 junto con el botón Com 2 para configurar el

equipo en “Modo dividido”. Verificar que el piloto pueda transmitir y recibir en Com 1, mientras que el copiloto transmita y reciba en Com 2.

11. Verificar el correcto funcionamiento de todas las fuentes de transmisión seleccionadas con el botón correspondiente. El botón iluminado muestra que fuente se encuentra en uso.
12. Cambiar a control INT y verificar que el audio seleccionado se escuche en el altavoz de la cabina. Verificar que el audio se silencie cuando se active el micrófono.
13. Cambiar el control INT a EXT y verificar que el micrófono del piloto esté conectado a los altavoces de la cabina de pasajeros (Sistema Passenger Address).
14. Verificar que la luz led correspondiente al canal de transmisión parpadee cuando se seleccione cualquiera de estos para hablar.
15. Verificar que el equipo seleccionador de audio KMA 24 no afecte negativamente a ningún otro sistema de la aeronave al realizar el encendido o apagado de la unidad.

### **3.5.3. Altavoces**

#### **a. Inspección visual**

Al inspeccionar visualmente los altavoces del sistema ubicados en los paneles laterales de la cabina de pasajeros de la aeronave, se hace evidente la ausencia de algunos y se comprueba el buen estado físico y funcional de los presentes en la aeronave. Los altavoces presentes no pertenecen a la aeronave, se han remplazado con altavoces genéricos.

**Figura 36**

*Altavoces ausentes*



*Nota.* La figura muestra la usencia de los altavoces en los lugares que deberían ir situados, también se muestran las tapas protectoras de los mismo.

**Figura 37**

*Parlantes instalados*

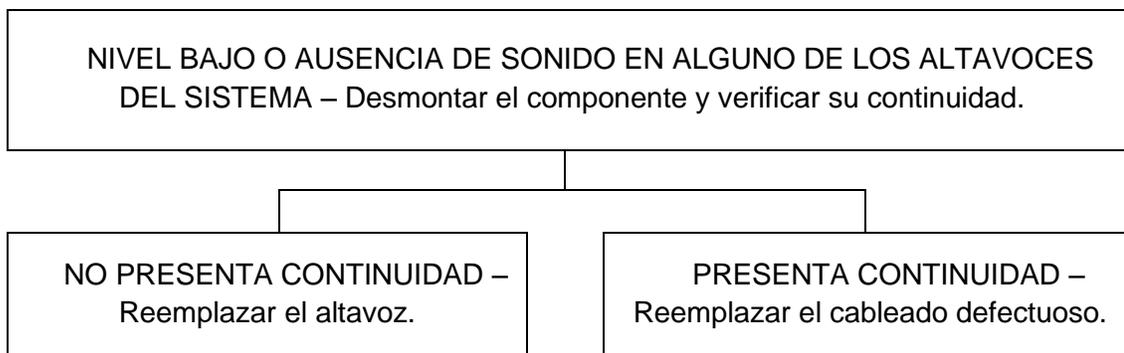


*Nota.* La figura nos muestra los altavoces instalados en la aeronave, se puede observar que los mismos no pertenecen a la aeronave, si no que han sido reemplazados por altavoces genéricos.

## b. Troubleshooting

### Figura 38

#### *Troubleshooting de los altavoces*



*Nota.* La figura representa un diagrama troubleshooting de los altavoces del sistema en donde se presentan las soluciones en caso de que se presente alguna falla.

## c. Remoción/Instalación

### Remoción

1. Acceder al altavoz retirando tornillos, arandelas y tuercas.
2. Extraer el altavoz.
3. Desconectar las conexiones eléctricas.
4. Retirar cuidadosamente el altavoz.

### Instalación

1. Colocar el altavoz en el acceso donde debe ser instalado.

2. Conectar las conexiones eléctricas.
3. Colocar los tornillos, arandelas y tuercas.

#### **d. Ajustes y pruebas**

Para verificar si la bocina se encuentra funcional se procede a comprobar la continuidad de la misma con la ayuda de un multímetro y se sigue el siguiente proceso:

1. Colocar la función de continuidad en el multímetro.
2. Conectar los cables de conexión del multímetro con las entradas positiva y negativa del altavoz.
3. Si el multímetro emite un pitido significa que el altavoz tiene continuidad además de mostrar en la pantalla del multímetro un número (cualquiera), caso contrario el altavoz no se encuentra en buen estado.

El siguiente procedimiento para comprobar si la bobina se encuentra en buen estado es la verificación de los Ohms de la bocina para lo cual realizamos el siguiente procedimiento.

1. Colocar la función ohm en el multímetro.
2. Conectar los cables de del multímetro con las entradas positiva y negativa del altavoz.
3. Si el valor mostrado en la pantalla del multímetro es el mismo o aproximado al valor de ohms de la bocina, la bobina se encuentra en buenas condiciones y por ende la bocina.

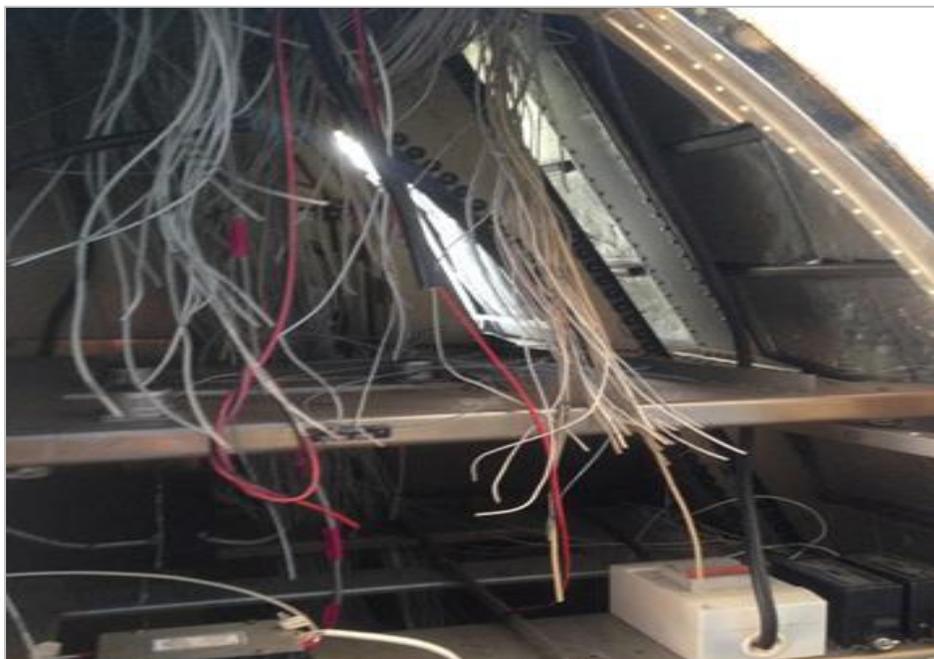
### 3.5.4. Amplificador

#### a. Inspección visual

Durante la inspección visual del sistema se notó la ausencia del amplificador, se revisó el interior del estante de equipos de radio después de retirar el panel de acceso y no se pudo encontrar. Sin embargo, la presencia del mismo nos resulta innecesaria con la implementación del equipo Kma 24 ya que cuenta con un amplificador integrado interno para mayor versatilidad. También se inspeccionó el arnés de cables para la conexión del equipo y se encontró destruido y sin conectores.

#### Figura 39

*Estante de equipos electrónicos*

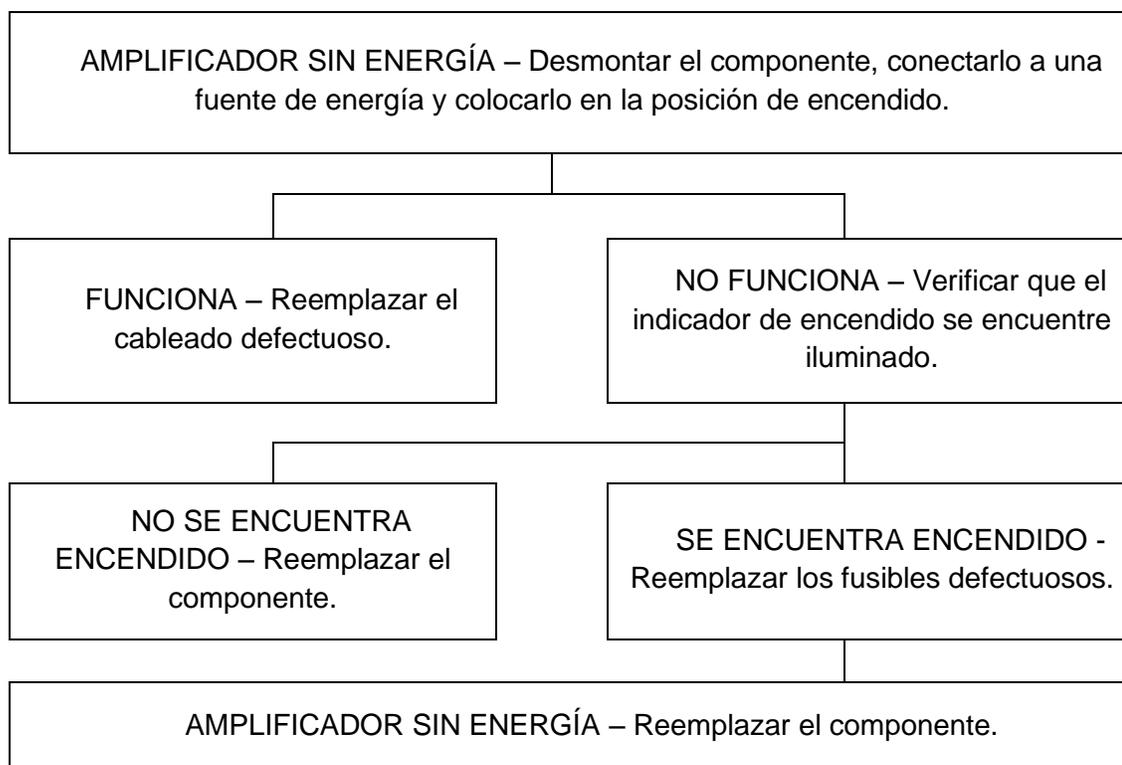


*Nota.* La figura muestra el arnés de cables destruido y sin conectores para los equipos pertenecientes al sistema.

## b. Troubleshooting

**Figura 40**

*Troubleshooting del amplificador*



Nota. La figura nos muestra un diagrama de Troubleshooting en donde se dan a conocer las posibles fallas y posibles soluciones en el sistema Passenger Address de la aeronave Fairchild FH-227.

## c. Remoción/Instalación

### Remoción

1. Asegurarse de que tanto la energía eléctrica de la aeronave como el equipo se encuentren apagados.

2. Desconectar todas las conexiones eléctricas del equipo Kma 24.
3. Remover el seguro que mantiene el equipo Kma 24 en su soporte.
4. Asegurarse de que todos los conectores eléctricos se encuentren completamente desconectados antes de retirar el equipo Kma 24.
5. Retirar cuidadosamente el equipo Kma 24 de la bandeja de soporte.
6. Abrir la caja del equipo Kma 24 extrayendo los tornillos con un destornillador.
7. Extraer cuidadosamente el amplificador integrado.

### **Instalación**

1. Asegurarse de que los pines en los conectores eléctricos en la bandeja y en las conexiones eléctricas no se encuentren doblados o dañados ya que pueden causar daños en el equipo o en los conectores eléctricos. Reemplazar los componentes dañados.
2. Instalar el amplificador integrado.
3. Cerrar la caja del equipo Kma 24 asegurándola con tornillos.
4. Deslizar cuidadosamente la caja amplificadora en la bandeja de soporte y enlazar los conectores eléctricos.

**Nota:** Durante la instalación. No aplicar fuerza excesiva. Caso contrario se pueden producir daños en la caja.

5. Asegurar el sujetador y verificar que el equipo Kma 24 se encuentre correctamente ubicado.

6. Asegurarse de que todos los conectores eléctricos se encuentren enganchados.

#### **d. Ajustes y pruebas**

1. Suministrar energía eléctrica a la aeronave y al equipo.
2. Conectar el equipo Headset en el puerto de conexión.
3. Colocar la perilla selectora en la opción EXT ubicado en el panel frontal del equipo Kma 24.
4. Asegurarse de que se pueda escuchar un sonido de timbre alto en los altavoces del sistema Passenger Address.
5. Colocar la perilla selectora en la opción OFF.
6. Desconectar la energía eléctrica.

### **3.5.5. Panel selector de audio**

#### **a. Inspección visual**

Durante la inspección visual del panel selector de audio se verificó su estado así mismo como el de sus conectores y cableado, encontrando así varias discrepancias como cables cortados y desconectados, también se encontró una nueva conexión a una caja desconocida no especificada. El interior de la caja del panel también fue inspeccionado y se constató el mal estado de conectores, uniones y circuitos por lo se creyó necesario el intercambio de la misma por otra que se encuentre en mejores condiciones, sea compatible con la aeronave y con el sistema Passenger Address y aporte al desarrollo tecnológico del equipo de la aeronave.

**Figura 41**

Panel selector de audio

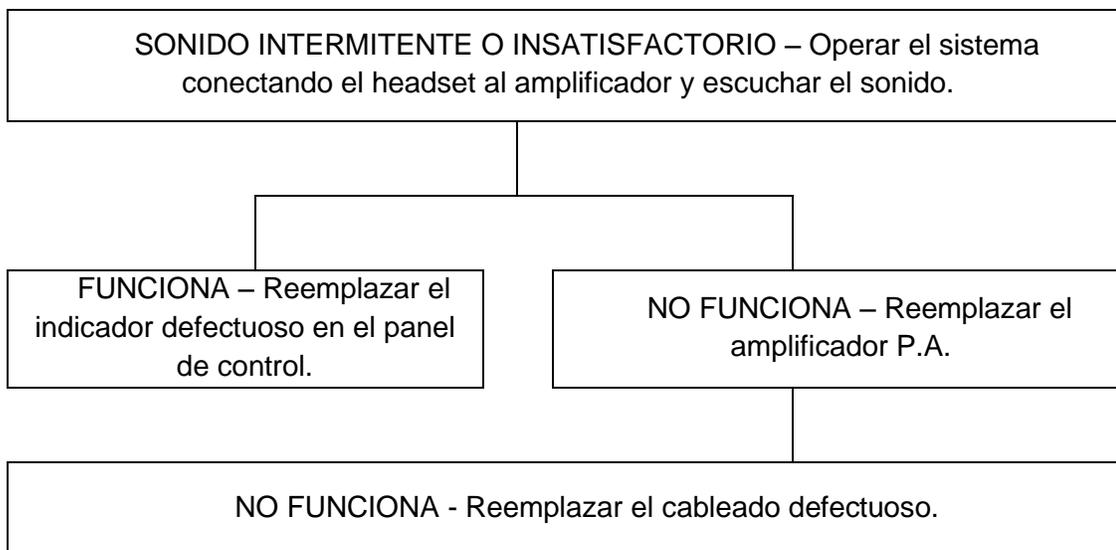


*Nota.* En la figura se muestra el panel selector del equipo Kma 24 en donde se muestran todas las opciones de selección.

## b. Troubleshooting

**Figura 42**

*Troubleshooting del panel selector de audio*



*Nota.* La imagen muestra el diagrama caza fallas del panel selector de audio, nos muestra las posibles fallas y posibles soluciones que se pueden presentar en el mismo.

### c. Remoción/Instalación

#### Remoción

1. Aflojar los tornillos sujetadores de las esquinas del panel.
2. Sostener el panel sujetándolo de los bordes superior e inferior.
3. Levantar el panel del soporte y desconectar todos los conectores eléctricos de la parte posterior del panel.

#### Instalación

1. Conectar todos los conectores eléctricos a la parte posterior del panel.
2. Sostener el panel sujetándolo de los bordes superior e inferior.
3. Colocar el panel en el soporte y ajustar los tornillos en las esquinas del panel.

#### Figura 43

*Instalación del panel selector de audio*



*Nota.* La figura representa la instalación del panel de audio en la cabina de la aeronave.

#### **d. Ajustes y pruebas**

Para realizar la prueba operativa del panel selector de audio:

1. Asegurarse de que la luz del interruptor selector de micrófono en el panel se encuentre encendida.
2. Seleccionar la perilla en la opción EXT y asegurarse de que la luz del interruptor se encuentre encendida.
3. Probar el sistema realizando un anuncio con el micrófono de mano y asegurarse de escuchar el anuncio en todos los altavoces.
4. Colocar los micrófonos en los soportes correspondientes.

### **3.6. Validación y análisis de resultados**

#### **3.6.1. Pruebas funcionales**

Las pruebas funcionales son realizadas a partir de la instalación de todos los componentes y equipos del sistema. Se procede a encender el sistema y verificar el funcionamiento de sus componentes, se toman datos y se determina que la interacción del sistema con la aeronave es muy buena y su desempeño de igual manera. Se verifican los parámetros del sistema.

**Tabla 3***Datos de las pruebas funcionales del equipo*

PARÁMETRO	VERIFICACIÓN
<b>Batería</b>	Encendida
<b>Equipo Kma 24</b>	Encendido
<b>Panel de control de audio</b>	Encendido
<b>Altavoces</b>	Operativos
<b>Cableado</b>	Operativo

*Nota.* La tabla muestra los datos de las pruebas funcionales, se muestran los parámetros y el estado en que se encuentra cada uno de ellos.

**Figura 44***Prueba funcional del sistema Passenger Address*

*Nota.* La figura representa el funcionamiento del sistema Passnger Address durante la prueba funcional.

### 3.6.2 Pruebas operacionales

Dentro de las pruebas operacionales se detallan datos específicos dentro de la operación del sistema, estos datos son obtenidos de la interacción y el desempeño del

mismo mediante su operación. Se determina "MUY BUENO" si el sistema cumple con todos los parámetros establecidos e "MALO" si falla en alguno de ellos.

**Tabla 4**

*Resultados de la primera prueba operacional del sistema*

PRUEBA OPERACIONAL N. 1		
Fecha: <b>21 de septiembre del 2020</b>	Hora: <b>10:30 a.m.</b>	
PARÁMETRO	VALOR	Interpretación del resultado
<b>Voltaje del equipo Kma 24</b>	27.5 voltios DC	MUY BUENO
<b>Máximo amperaje del equipo Kma 24</b>	1.9 amperios	MUY BUENO
<b>Mínimo amperaje del equipo Kma 24</b>	170 miliamperios	MUY BUENO
<b>Impedancia interna del equipo Kma 24</b>	500 ohmios	MUY BUENO
<b>Potencia</b>	186 watts	MUY BUENO
<b>Voltaje de Altavoces</b>	0 voltios Dc	MALO
<b>Impedancia de altavoces</b>	0 ohmios	MALO
<b>Potencia de altavoces</b>	0 watts	MALO
<b>Voltaje del equipo Headset</b>	27.5 Voltios DC	MUY BUENO
<b>Impedancia del equipo Headset</b>	500 ohmios	MUY BUENO
<b>Potencia del equipo Headset</b>	50 mili watts	MUY BUENO
<b>Novedades: El sistema se encuentra funcional pero el audio no opera, los altavoces no emiten sonido.</b>		
Resultado de la prueba: <b>MALO</b>		

*Nota.* La tabla muestra los resultados obtenidos de la prueba operacional N.1 del sistema.

Durante la prueba operacional N.1 realizada el 21 de septiembre del 2020 a las 10:30 a.m. se presentó una falla en el sistema al hablar por el micrófono del piloto y no receptor el mensaje por los altavoces. Se verificó nuevamente el sistema y se encontró el problema, el mismo que consistía en la falta de una conexión del equipo a tierra. Para solucionar el problema se añadió una conexión a tierra conectada desde el equipo Kma 24 hasta el puerto a tierra ubicado en el estante de equipos electrónicos. Los parámetros del sistema tampoco se encontraban dentro de los límites, por lo que se encontró la falla y se corrigió la misma.

#### **Figura 45**

*Verificación de parámetros*



*Nota.* La figura representa la verificación de parámetros en el sistema mediante la ayuda de un multímetro.

**Tabla 5***Resultados de la segunda prueba operacional del sistema*

PRUEBA OPERACIONAL N. 2		
Fecha: <b>21 de septiembre del 2020</b>		Hora: <b>10:30 a.m.</b>
PARÁMETRO	VALOR	INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO
Voltaje del equipo Kma 24	27.5 voltios DC	MUY BUENO
Máximo amperaje del equipo Kma 24	1.9 amperios	MUY BUENO
Mínimo amperaje del equipo Kma 24	170 miliamperios	MUY BUENO
Impedancia interna del equipo Kma 24	500 ohmios	MUY BUENO
Potencia	186 watts	MUY BUENO
Voltaje de Altavoces	27.5 voltios Dc	MUY BUENO
Impedancia de altavoces	8 ohmios	MUY BUENO
Potencia de altavoces	6.5 watts	MUY BUENO
Voltaje del equipo Headset	27.5 Voltios DC	MUY BUENO
Impedancia del equipo Headset	500 ohmios	MUY BUENO
Potencia del equipo Headset	50 mili watts	MUY BUENO
Novedades: <b>Ninguna</b>		
Resultado de la prueba: <b>MUY BUENO</b>		

Nota. La tabla muestra los resultados obtenidos de la prueba operacional N.2 del sistema.

Durante la prueba operacional N. 2 realizada el 23 de septiembre del 2020 a las 11:45 a.m. no se encontró discrepancia alguna, el sistema se desempeñó perfectamente y todos los datos obtenidos por la prueba se encuentran dentro de los

parámetros con lo que se verificó el óptimo funcionamiento del mismo y la operatividad de todos sus componentes.

Finalmente se verificó la correcta instalación de todos los equipos y componentes que forman parte del sistema, se verificó que la instalación no interfiera con ninguna otra ni tampoco con partes móviles de la aeronave. Se aprobó la rehabilitación del sistema, su correcto funcionamiento y el de todos sus componentes, concluyendo así con el proyecto de titulación previo a la obtención del título de tecnólogo en mecánica aeronáutica.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

- Mediante la información técnica obtenida durante la investigación se ha logrado conocer más a fondo el sistema Passenger Address, se comprendió su principio de funcionamiento, su importancia y utilidad del mismo a más de conocer y definir cada uno de sus equipos y componentes, información que ha sido de gran ayuda al momento de realizar el proceso de rehabilitación.
- Gracias a la implementación y sustitución de componentes en el sistema se ha conseguido el óptimo funcionamiento del mismo, la rehabilitación del sistema Passenger Address contribuye a la enseñanza y aprendizaje de docentes y alumnos dentro de la institución.
- El manual de mantenimiento aeronáutico de la aeronave ha aportado importante información al momento de establecer el procedimiento de rehabilitación del sistema, ya que aporta datos específicos sobre los procedimientos a realizar, además de información para la ejecución de ajustes y pruebas.

## 4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda obtener información de manuales actualizados correspondientes a la aeronave y revisar si el manual consultado tiene aplicabilidad para la aeronave. La información errónea puede causar problemas al momento de trabajar en la aeronave y ocasionar daños en la misma.
- Verificar el número de parte de los componentes que se vayan a implementar o sustituir, un componente que no pertenezca al sistema podría afectar el funcionamiento y causar daños en el mismo.
- Seguir consecutivamente los procedimientos establecidos por el manual de mantenimiento, no saltarse ningún paso ya que podría poner en riesgo tanto a la aeronave como al personal técnico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bendix Aviation Corporation. (1 de Enero de 1982). *scribd*. Recuperado el Abril de 2020, de scribd: <https://es.scribd.com/document/87127092/KMA-24-Install>

*Blogspot*. (07 de Febrero de 2019). Recuperado el 10 de Mayo de 2020, de Blogspot: <https://greatbustardsflight.blogspot.com/2019/02/la-interoperabilidad-del-cpdlc.html>

Cloer, L. (23 de 07 de 2015). *Duotech Services*. Recuperado el Diciembre de 2019, de Duotech Services: <https://duotechservices.com/what-does-an-aircraft-pinger-tester-do>

*CR Comunicación*. (13 de Mayo de 2016). Recuperado el 25 de Mayo de 2020, de CR Comunicación: <https://crcomunicacion.colorsremain.com/secretos-pilotos-azafatas/>

DGAC. (2012). *Direccion General de Aviacion Civil* . Recuperado el 25 de Noviembre de 2019, de Direccion General de Aviacion Civil : <https://www.aviacioncivil.gob.ec/biblioteca/>

Duke, L. (29 de Julio de 2010). *Blogspot*. Recuperado el 09 de Diciembre de 2019, de Blogspot: <http://luisyrockeco.blogspot.com/2010/07/modulacion-proceso-por-el-cual-una.html>

FAA. (2018). *Aviation Maintenance Technical Handbook - General*. Recuperado el Noviembre de 2019, de [https://www.faa.gov/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aircraft/media/amt\\_general\\_handbook.pdf](https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/media/amt_general_handbook.pdf)

Fairchild FH-227. (s.f.). *Manual de mantenimiento aeronáutico FH-227*. Recuperado el

Diciembre de 2019

- Gee, D. (3 de Agosto de 2018). *Alamy*. Recuperado el Diciembre de 2019, de Alamy: <https://www.alamy.de/flugzeugflugzeug-kabine-flug-position-karte-anzeige-auf-dem-tv-bildschirm-zeigt-die-position-des-flugzeuges-uberuber-frankreich-89-image155604745.html>
- Gomez Abajo, C. (16 de Noviembre de 2015). *Tendencias21*. Recuperado el 12 de Mayo de 2020, de Tendencias21: [https://www.tendencias21.net/La-UIT-asigna-una-banda-de-frecuencias-para-seguir-a-los-aviones-por-todo-el-planeta\\_a41508.html](https://www.tendencias21.net/La-UIT-asigna-una-banda-de-frecuencias-para-seguir-a-los-aviones-por-todo-el-planeta_a41508.html)
- Hernandez, F. (16 de Febrero de 2009). *Blogspot*. Recuperado el 18 de Abril de 2020 , de Blogspot: <http://tla22009hernandez.blogspot.com/2009/02/6-sistemas-de-interfonia.html>
- Honeywell. (2000). *heilmannpub*. Recuperado el Abril de 2020, de heilmannpub: <http://heilmannpub.com/KMA24.pdf>
- Istockphoto. (3 de Julio de 2018). *istockphoto*. Recuperado el Abril de 2020, de istockphoto: <https://www.istockphoto.com/es/vector/dibujos-animados-equipos-de-protecci%C3%B3n-personal>
- Joglar Alcubilla, J. (2017). *books.google*. Recuperado el Diciembre de 2019, de books.google: <https://books.google.com.ec/books?id=fO-RDgAAQBAJ&pg=PA114&lpg=PA114&dq=%E2%80%A2%09MCS+SATCOM&source=bl&ots=aOwnopUff7&sig=ACfU3U2AV-EF6BAebgeZMJYi-jlRY0Vknw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjEldjnkZjnAhWnxFkKHVC9BR0Q6AEWDHoECAgQAQ#v=onepage&q=%E2%80%A2%09MCS%20SAT>
- Joglar, J. (2013). *SISTEMAS DE COMUNICACIONES Y NAVEGACIÓN AÉREA*. Recuperado el 20 de Mayo de 2020, de

[https://books.google.com.ec/books?id=FCCdBwAAQBAJ&pg=PA137&lpg=PA137&dq=sistemas+de+comunicaciones+aereas+internas&source=bl&ots=ksZVRfO8Z8&sig=ACfU3U2\\_SAy1HjTENVKBYNZX0MORDrJ\\_o9w&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjpm6Ctyc3iAhXSmVkkHZG4DkcQ6AEwCXoECAkQAQ#v=onepage&q=m](https://books.google.com.ec/books?id=FCCdBwAAQBAJ&pg=PA137&lpg=PA137&dq=sistemas+de+comunicaciones+aereas+internas&source=bl&ots=ksZVRfO8Z8&sig=ACfU3U2_SAy1HjTENVKBYNZX0MORDrJ_o9w&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjpm6Ctyc3iAhXSmVkkHZG4DkcQ6AEwCXoECAkQAQ#v=onepage&q=m)

Lufthansa LAN Technical Training. (2005). *Training Manual B 737–300/400/500*.

Recuperado el Noviembre de 2019

Manual, m. (s.f.).

Ortero, L. (13 de Marzo de 2014). *El Pais*. Recuperado el Abril de 2020, de El Pais:

[https://elpais.com/internacional/2014/03/13/actualidad/1394742726\\_196989.html](https://elpais.com/internacional/2014/03/13/actualidad/1394742726_196989.html)

Pazmiño, M. (2011). *desconexion de los componentes de fuselaje con ala del avion*

*Fairchild FH-227 para para su traslado*. Trabajo de graduacion , Latacunga.

Recuperado el Noviembre de 2019

Pezzotti, S. (Agosto de 2012). *UNLP*. Recuperado el 20 de Abril de 2020, de UNLP:

[https://www.ing.unlp.edu.ar/catedras/A1026/descargar.php?secc=0&id=A0026&id\\_inc=43325](https://www.ing.unlp.edu.ar/catedras/A1026/descargar.php?secc=0&id=A0026&id_inc=43325)

Recalde, E. (9 de Noviembre de 2014). *CIM Grupo de formación*. Recuperado el 14 de

Enero de 2020, de CIM Grupo de formación:

<https://www.cimformacion.com/blog/aeronautica/como-entretener-a-los-ninos-durante-un-viaje-en-avion/>

Rota, S. (27 de Octubre de 2006). *flugzeugbilder*. Recuperado el Noviembre de 2019,

de flugzeugbilder: <https://www.flugzeugbilder.de/v3/show.php?id=552100>

Rotolo, R. (10 de Junio de 2014). *howstuffworks*. Recuperado el Diciembre de 2019, de

howstuffworks: <https://science.howstuffworks.com/transport/flight/modern/black-box-data-stored-in-cloud.htm>

Sarmiento, A. A. (5 de 11 de 2011). *Desmontaje y montaje de los sistemas COM/NAV del avion Fairchild FH 227*. Trabajo de Titulacion . Recuperado el Noviembre de 2019

# ANEXOS